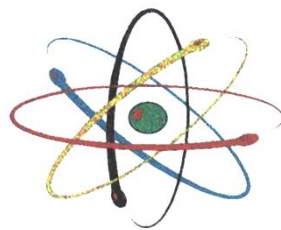


**XIV. TERMÉSZET-, MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYOK
ALKALMAZÁSA NEMZETKÖZI KONFERENCIA**

**14th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLICATIONS OF
NATURAL, TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC SCIENCES**



ELŐADÁSOK – PRESENTATIONS

Nyugat-magyarországi Egyetem – University of West Hungary

SZOMBATHELY, 2015. május 16.

HUNGARY



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

**14th 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: 978-963-359-053-9

SZOMBATHELY, 2015. május 16.

HUNGARY

**XIV. TERMÉSZET-, MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYOK ALKALMAZÁSA
NEMZETKÖZI KONFERENCIA PROGRAMJA
2015. május 16.**

9.50-10.00 A tudományos konferencia megnyitása
A konferenciát megnyitja és köszönti: Dr. habil. Péntek Kálmán intézetigazgató főiskolai tanár
**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: A bioszféra és az éghajlat kölcsönhatásai

10.30-11.00 Bartha Lajos: A távcső őskora és hőkora

Az előadások időbeosztása: 10 perc + 5 perc vita

	1. SZEKCIÓ Elnök: Mika János és Péntek Kálmán Terem: C ép. 216.	2. SZEKCIÓ Elnök: Skribanek Anna és Tóth Gábor Terem: C ép. 302.
11.00-11.15	Kovács Erik, Puskás János: Changes in extreme climate parameters on the western part of the Carpathian Basin since 1950	Balázs Pál: Adatok a borzas len <i>Linum hirsutum</i> L. nominális és kopasz alfaja a L. h. hirsutum L. és a L. h. glabrescens (Rochel) Soó előfordulásához a szlovákiai Cseres hegységben (Cerová vrchovina)
11.15-11.30	Fricke Cathy, Pongrácz Rita, Dezső Zsuzsanna, Bartholy Judit: A vegetáció szerepe a Budapest-hegyvidék városi hősziget jelenségében	Schmidthoffer Ildikó, Márton Éva, Hajós Regina, Kovács Bálint, Skribanek Anna: A fotoszintézis mint szárazság stressz indikátor
11.30-11.45	Mika János, Rázi András, Puskás János, Wypych Agnieszka, Ustrnul Zbigniew: Objective weather types and applications with special emphasis on Szombathely	Folcz Ádám, Börcsök Zoltán, Frank Norbert, Molnár Dénes: A fenyőtelepítések hatása a soproni hegyvidék nagygomba világára
11.45-12.00	Somogyi Tímea, Kúti Zsuzsanna, Puskás János: Időjárási frontok hatása a füstifecske és a partifecske repülési aktivitására	Keszei Fruzsina, Skribanek Anna: Követéses szájhygiéniai vizsgálatok

Kávészünet

12.30-12.45	Garai Zoltán: Search for young transiting exoplanets in the open cluster ngc 7243 – the exoplanet candidate j221550.6+495611	Tóth Gábor: Újabb adatok a dunántúli kelták embertanához (Ács, Győr-Ménfőcsanak, Tolna)
12.45-13.00	Szőcs Huba László: A mágneses monopólus sugara a Reissner-Nordström-Weyle metrika alapján	Draskóczy Lilla, Schmidthoffer Ildikó, Tóth Gábor, Molnár Péter: Biológiai nem meghatározása archeológiai mintákból
13.00-13.15	Finta Zsanett, Mitre Zoltán: A Kutatás alapú tanulás alkalmazása a 2015. március 20-i napfogyatkozás során végzett hőmérséklet mérésre	Aleksza Magdolna: Autoantitestek meghatározása rheumatoid arthritisben
13.15-13.30	Palkovits István: Egészségturizmus a határ mentén - a fürdővárosok szerepének alakulása az elmúlt évtizedekben	Nagy Melinda, Csákyová Veronika, Mende Balázs Gusztáv, Tóth Gábor, Fraenkel Emil, Halász György: I. Rákóczi Ferenc vélt csontmaradványainak elemzése
13.30-13.45	Péntek Kálmán: Egy vertikálisan perspektív vetületi rendszeren alapuló szférikus csillagászati taneszköz: a Nap éves mozgását bemutató forgatható korong	Nagy Gábor: Hódesontok a bronzkori, vaskori leletek között, hasznosításuk régen és ma.

Kávészünet

14.00-14.15	Misik Tamás: Illegális hulladéklerakók Eger területén	Tóthné Bozi Edit, Tóth Gábor: A középiskolai német nyelvoktatás helyzetének és struktúrájának kapcsolata a természettudományokkal
14.15-14.30	Kovács Nóra: Sopron terület- és tájhasználati konfliktusai, kiemelten a hulladékok kérdése	Békési Bertold, Szegedi Péter: Trendek a vadászpilóta gépek legújabb generációinak fejlesztésére alkalmazására
14.30-14.45	Nemes József, Kártyás László: Konstrukciós építőkészlet újrahasonított papírból	Szegedi Péter, Békési Bertold, Molnár András, Stojsics Dániel, Makkay Imre: Felkészülés egy UAV versenyre
14.45-15.00	Nemes József: Hollán Ernő tanulmánya Magyarország vasúthálózatának kialakításáról	Szegedi Péter, Békési Bertold: Az UAV-on alkalmazható szenzorok
15.00-15.15	Füzesi István: Probléma alapú kémiatanulás az Öveges Program keretében	Békési Bertold, Szegedi Péter: Gondolatok a jövőbeni fegyverek alkalmazási lehetőségeiről

POSZTER SZEKCIÓ

Adonyi Dávid Attila, Horváth Eszter, Ódor Noémi: Hőmérséklet és relatív nedvességtartalom mérése az egyetemi sportcsarnokban

André Karolina, Pieczka Ildikó, Pongrácz Rita, Bartholy Judit: Érzékenységvizsgálatok a RegCM klímamoddellel a Kárpát-medence térségére

Dian Csenge, Dezső Zsuzsanna, Pongrácz Rita, Bartholy Judit: Budapest Ferencváros épület- és közterület-felújításainak hatása a hőmérsékleti viszonyokra

Finta Zsanett: Galilei vízórától a WEB kameráig

Göndöcs Júlia, Breuer Hajnalka: Effect of initial soil moisture condition on convective precipitation

Herczeg András: Natural gas supply security in Europe in the light of the recent Ukrainian-Russian crisis

Horváthné Tobischka Katalin, Tóth Gábor, Kordos László: Patológiás esetek Balatonudvari avar kori temetőjének csontanyagából

Kártyás László: Nyitott szemmel infravörösben, környezetünk rejtelsei, avagy a mindennapok fizikája

Molnár Dénes, Folcz Ádám: A szálaló üzemmód jelentősége a biológiai sokféleség megőrzésében

Nagy Attila, Molnár Péter: Mintázott sejttenyészetek készítése tintasugaras nyomtatóval

Németh László, Béres Csilla: Terepi mérések szerepe a környezeti oktatásban

Németh László, Zentai Zoltán, Puskás János: Levegőhőmérséklet alakulása különböző besugárzott felületek fölött, a változások vizsgálata

Szalay Krisztina: Magyar diákok teljesítménye a PISA teszten

A KONFERENCIA ZÁRÁSA

TARTALOMJEGYZÉK

Mika János: A bioszféra és az éghajlat kölcsönhatásai	8
Bartha Lajos: A táveső őskora és hőkora	18
Kovács Erik, Puskás János: Changes in extreme climate parameters on the western part of the Carpathian Basin since 1950	27
Fricke Cathy, Pongrácz Rita, Dezső Zsuzsanna, Bartholy Judit: A vegetáció szerepe a Budapest-hegyvidék városi hősziget jelenségében	34
Mika János, Rázi András, Puskás János, Wypych Agnieszka, Ustrnul Zbigniew: Objective weather types and applications with special emphasis on Szombathely	41
Somogyi Tímea, Kúti Zsuzsanna, Puskás János: Időjárási frontok hatása a füstifecske és a partifecske repülési aktivitására	42
Garai Zoltán: Search for young transiting exoplanets in the open cluster ngc 7243 – the exoplanet candidate j221550.6+495611	49
Szőcs Huba László: A mágneses monopólus sugara a Reissner-Nordström-Weyle metrika alapján	56
Finta Zsanett, Mitre Zoltán: A Kutatás alapú tanulás alkalmazása a 2015. március 20-i napfogyatkozás során végzett hőmérséklet mérésre	57
Palkovits István: Egészségturizmus a határ mentén - a fürdővárosok szerepének alakulása az elmúlt évtizedekben	65
Péntek Kálmán: Egy vertikálisan perspektív vetületi rendszeren alapuló szférikus csillagászati taneszköz: a Nap éves mozgását bemutató forgatható korong	73
Misik Tamás: Illegális hulladéklerakók Eger területén	84
Kovács Nóra: Sopron terület- és tájhasználati konfliktusai, kiemelten a hulladékok kérdése	91
Nemes József, Kártyás László: Konstrukciós építőkészlet újrahasznosított papírból	97
Nemes József: Hollán Ernő tanulmánya Magyarország vasúthálózatának kialakításáról	104
Füzesi István: Probléma alapú kémiatanulás az Öveges Program keretében	114
Balázs Pál: Adatok a borzas len <i>Linum hirsutum</i> L. nominális és kopasz alfaja a <i>L. h. hirsutum</i> L. és a <i>L. h. glabrescens</i> (Rochel) Soó előfordulásához a szlovákiai Cseres hegységben (Cerová vrchovina)	115
Schmidthoffer Ildikó, Márton Éva, Hajós Regina, Kovács Bálint, Skribanek Anna: A fotoszintézis mint szárazságstressz indikátor	118
Folcz Ádám, Börcsök Zoltán, Frank Norbert, Molnár Dénes: A fenyőtelepítések hatása a soproni hegyvidék nagygomba világára	119
Keszei Fruzsina, Skribanek Anna: Követéses szájhigiéniai vizsgálatok	125
Tóth Gábor: Újabb adatok a dunántúli kelták embertanához (Ács, Győr-Ménfőcsanak, Tolna)	126
Draskóczy Lilla, Schmidthoffer Ildikó, Tóth Gábor, Molnár Péter: Biológiai nem meghatározása archeológiai mintákból	133

Aleksza Magdolna: Autoantitestek meghatározása reumatoid arthritisben	138
Nagy Melinda, Csákyová Veronika, Mende Balázs Gusztáv, Tóth Gábor, Fraenkel Emil, Halász György: I. Rákóczi Ferenc vélt csontmaradványainak elemzése	142
Nagy Gábor: Hódcsontok a bronzkori, vaskori leletek között, hasznosításuk régen és ma.	149
Tóthné Bozi Edit, Tóth Gábor: A középiskolai német nyelvoktatás helyzetének és struktúrájának kapcsolata a természettudományokkal	150
Békési Bertold, Szegedi Péter: Trendek a vadászpülőgépek legújabb generációinak fejlesztésére alkalmazására	151
Szegedi Péter, Békési Bertold, Molnár András, Stojcsics Dániel, Makkay Imre: Felkészülés egy UAV versenyre	163
Szegedi Péter, Békési Bertold: Az UAV-on alkalmazható szenzorok	175
Békési Bertold, Szegedi Péter: Gondolatok a jövőbeni fegyverek alkalmazási lehetőségeiről	183
Adonyi Dávid Attila, Horváth Eszter, Ódor Noémi: Hőmérséklet és relatív nedvességtartalom mérése az egyetemi sportcsarnokban	189
André Karolina, Pieczka Ildikó, Pongrácz Rita, Bartholy Judit: Érzékenységvizsgálatok a RegCM klímamoddellel a Kárpát-medence térségére	190
Dian Csenge, Dezső Zsuzsanna, Pongrácz Rita, Bartholy Judit: Budapest Ferencváros épület- és közterület-felújításainak hatása a hőmérsékleti viszonyokra	198
Finta Zsanett: Galilei vízórától a WEB kameráig	205
Göndöcs Júlia, Breuer Hajnalka: Effect of initial soil moisture condition on convective precipitation	211
Herczeg András: Natural gas supply security in Europe in the light of the recent Ukrainian-Russian crisis	219
Horváthné Tobischka Katalin, Tóth Gábor, Kordos László: Patológias esetek Balatonudvari avar kori temetőjének csontanyagából	227
Kártyás László: Nyitott szemmel infravörösben, környezetünk rejtelmek, avagy a mindennapok fizikája	228
Molnár Dénes, Folcz Ádám: A szállaló üzemmód jelentősége a biológiai sokféleség megőrzésében	229
Nagy Attila, Molnár Péter: Mintázott sejtenyészetek készítése tintasugaras nyomtatóval	234
Németh László, Béres Csilla: Terepi mérések szerepe a környezeti oktatásban	241
Németh László, Zentai Zoltán, Puskás János: Levegőhőmérséklet alakulása különböző besugárzott felületek fölött, a változások vizsgálata	242
Szalay Krisztina: Magyar diákok teljesítménye a PISA teszten	243

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

A BIOSZFÉRA ÉS AZ ÉGHAJLAT KÖLCSÖNHATÁSAI

Mika János

Eszterházy Károly Főiskola, 3300 Eger, Leányka út 6.

E-mail: mikaj@ektf.hu

Írásunkban hat aspektusát mutatjuk be a címben jelzett kölcsönhatásoknak. Előbb az éghajlat bioszférára gyakorolt hatásai között a területi különbségek, az anomáliák és a klímaváltozás hatásait ilusztráljuk. A második részben az ellenkező irányú, kevésbé ismert hatásokat bontjuk ugyancsak három alfejezetre: a földhasználat változásának hatásai, a növényzet részvétele éghajlati visszacsatolásokban és a bioenergia, mint a klímaváltozást mérő energiateremtő forrás. **Kulcsszók:** zöldtömeg, hőmérséklet, csapadék, klímaváltozás, biodiverzitás, földhasználat, bioenergia

1. Bevezetés

Régóta nyilvánvaló, hogy az éghajlat *területi különbségei*hez a természetes növénytakaró más-más életközösségei tartoznak, illetve ezeket a sajátosságok az egyes haszonnövények termesztését is korlátok közé szorítják. Évtizedek óta azt is gyanítjuk, hogy az éghajlat *időbeli változásai* kihívást jelentenek a növénytakaró számára, bár ezek megállapítását a bioszférára hatással levő, az éghajlattól szintén nem független *párhuzamos* természetes és antropogén *folyamatok és hatások* (alkalmazkodás, de élőhely-szűkítés) alaposan megnehezítik. A *bioszféra* sem csupán passzív tárgya a klímaváltozásnak, hiszen szándékolt *megváltoztatása és visszacsatolásai* maguk is alakítják (fokozzák vagy mérséklék) az éghajlat regionális, sőt globális változásait. Végül, a *bioszféra klímaváltozást mérséklő szerepe* egyre változatosabb formákban tárul fel a tudomány és egyre inkább a gyakorlat szeme előtt. Ebbe a körbe immár nemcsak a szárazföldi és óceáni élővilág szén-dioxid elnyelő képességének kihasználása, de a fényvisszaverő képesség fokozását célzó geomérnöki lehetőségek is beletartoznak. Az előadás a fenti öt területen kíván áttekintést adni a címben jelzett témakörrel az utóbbi évek éghajlati és ökológiai áttekintései, valamint saját vizsgálatok alapján.

2. Az éghajlat hatása a bioszférára

2.1 A területi különbségek szerepe

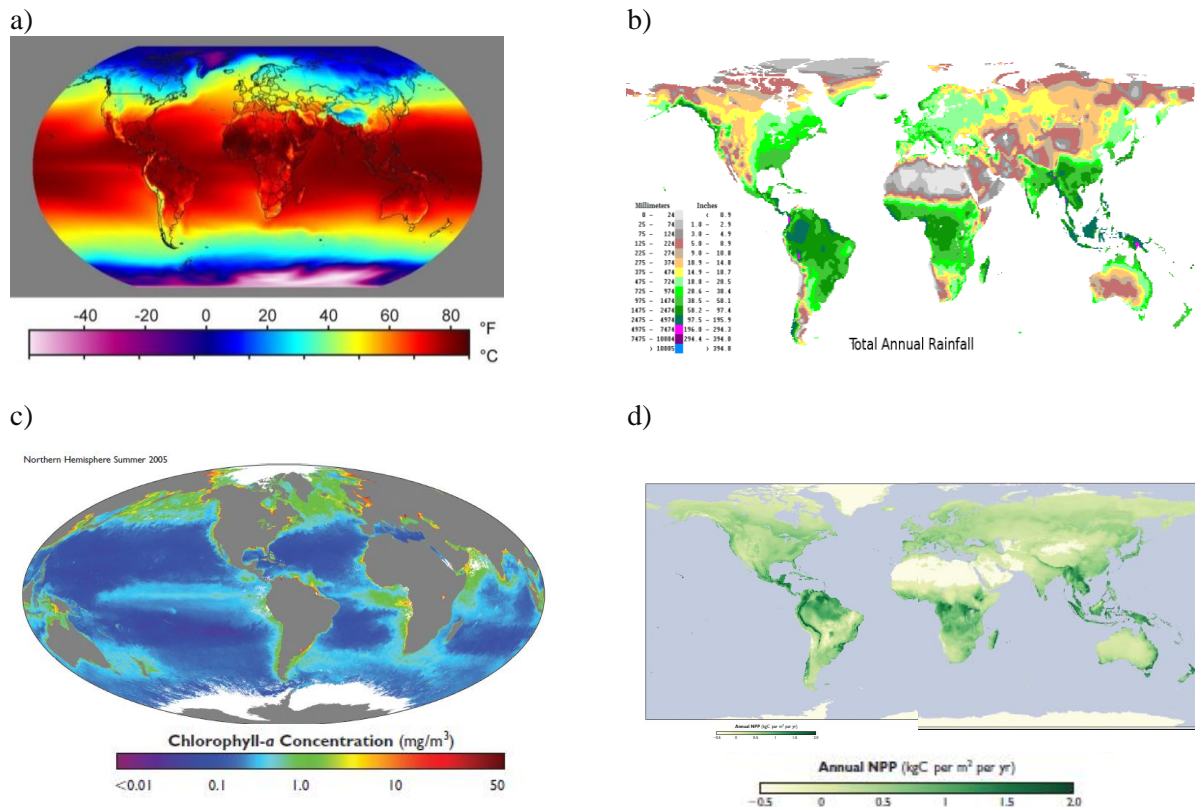
Elsőként nézzük, milyen területi különbségek mutatkoznak bolygónk éghajlatában és ezek hogyan kapcsolódnak a szárazföldi és a tengeri biomassza immár ugyancsak megfigyelhető mértékével. Mindezt négy részben az *1. ábrán* illusztráljuk.

Az **évi középhőmérséklet** sokévi átlagait az *1.a ábra* mutatja be. Évi összegben a trópusoktól a Ráktérítőig és a Baktérítőig eső területek kapják a legtöbb besugárzást. A termikus egyenlítő, azaz a legmagasabb évi középhőmérséklet vonala ugyanakkor az Egyenlítőtől északabbra, átlagosan a 10. északi szélesség területére esik. A térítőtől a sarkvidékek felé a hőmérséklet gyorsan, mintegy 145 km-enként 1°C-kal csökken. Ugyanekkora hőmérsékletkülönbség a függőleges mentén kb. 220 méterenként lép fel a különböző tengerszint feletti magasságon levő meteorológiai állomások megfigyelései között. Bolygónk leghidegebb területei az Antarktiszon és Grönlandon találhatóak, ahol a csekély besugárzás és a nagy tengerszint feletti magasság hatása összeadódik.

A **csapadék** évi összegének alakulását az *1.b ábra* mutatja, de csak a szárazföldek fölött. (A csapadék területi eloszlása még sokévi átlagban is sokkal szeszélyesebb, mint a hőmérsékleté, ezért az óceáni területeken a csapadékbevételt nem tudjuk jól becsülni.) A legtöbb csapadék az egyenlítő térségét éri, ahol a magas hőmérséklet mellett a legtöbb vízgőz van jelen a függőleges légoszlopban, legmagasabbra nyúlik fel a tropopauza és az állandó össze-

áramlás segíti a feláramló levegőt abban, hogy hőmérséklete erőteljesen csökkenve mielőbb elérje az ún. harmatpontot. A Föld átlagos csapadékhozama 1040 mm, vagyis négyzetméterenként kb. 1 tonna. A legtöbb csapadékot kapó területek hozama ennek tízszerese, míg a legszárazabb területeket sok éven át nem áztatja csapadék.

A fenti éghajlati sajátosságok illetve további, ezektől nem független további áramok (pl. globálsugárzás) illetve elemek (pl. légnedvesség, szél) hatására kialakuló tengeri illetve szárazföldi biomaszra képét az *1c* és *d* ábra mutatja be. Az előbbin a tengervízben megfigyelhető klorofil (azaz növényi anyag), illetve a talajfelszín fölötti zöldtömeg látható.



1. ábra: Az éghajlat (1961-1990) és a bioszféra globális eloszlása. (a) Évi középhőmérséklet. (Forrás: http://www.globalwarmingart.com/wiki/File:Annual_Average_Temperature_Map.jpg) (b) Évi csapadékösszeg (mmév⁻¹) (Forrás: <http://www.eldoradocountyweather.com/climate/world-maps/images/world-rainfall-map.png>) (c) A tengervíz klorofil tartalma (mgm⁻³) 2005 nyarán. (Forrás: King et al., 2007: p.176) (d) A nettó zöldtömeg termelés (kgCm⁻²év⁻¹) (Forrás: King et al., 2007: p.274-275)

A következő, 2. ábra négy részletében a tengerszint feletti magasság hatását látjuk a növénytakarót befolyásoló mutatókra, illetve magára a növényzetre. A 2.a ábra értelmében a csapadék csak egy bizonyos, kb. 3 km körüli magasságig emelkedik az egyre alacsonyabb harmatpontnak (könnyebb kicsapódásnak) köszönhetően. Efölött már az a fontosabb hatás, hogy kicsi lesz a levegő abszolút nedvességtartalma. A 2.b ábra vázlatosan megmutatja, hogy miként hat a csapadék és a hőmérséklet vertikális alakulása a talajképződésre. A növénytakaró erre a talaj- és éghajlati hatás-együttesre adott válaszát szemlélteti a 2.c ábra egy észak-amerikai hegység a Sierra Nevada erdőtípusainak változatos vertikális sokféleségének bemutatásával. Végül, a 2.d ábra együtt ábrázolja a horizontális és a vertikális övezetesség térbeli alakulását valamint ennek hatását a növényzeti övekre.

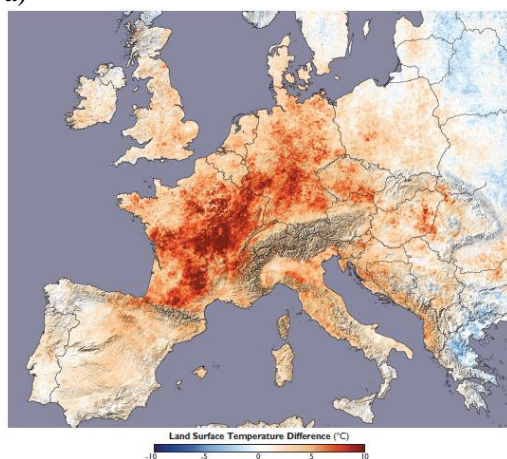
1. táblázat: A növénytakarót fenyegető káros éghajlati hatások Terbe (2009) nyomán

	Tavaszi	Nyár	Ősz	Tél
Kár	túl korai felmelegedés → nyugalmi állapot korai megszakítása → fagyok, árvíz	aszály→ defláció, árvíz→ talajeroszió, jégeső→ kártevők dél felől, napégés,	megnyúlt vege- tációs időszak- ban korai fa- gyok, árvíz	hótakaró nélkül → áttelelő növények károsodása, kevés víztartalék, árvíz

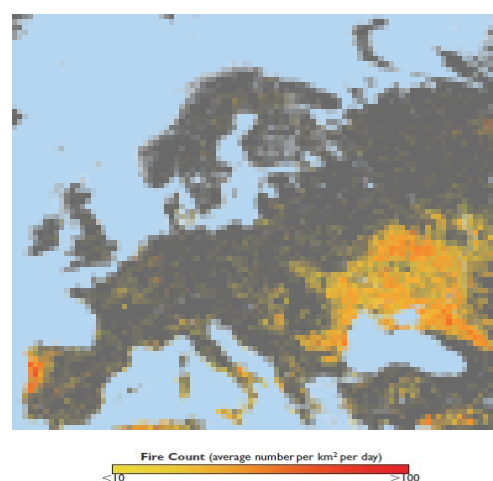
Nyáron főleg az aszály okozhat termés kiesést, de előfordulhat árvíz, és helyenként a jégeső is. A csapadékinzenti növekedésével nemcsak az elfolyás növekszik, hanem a talajeroszió is. A sokhelyütt helytelen talajművelés és talajvédelem miatt nemcsak a víz, de a szél okozta eróziótól is tartanunk kell. A fokozott napsugárzás ronthatja a termés minőségét, napégést okozhat, tápanyag-felvételi és tápanyag-transzspirációs zavarok következhetnek be.

Ősszel a megnyúlt vegetációs időszakban a korai fagyok okozhatnak károkat. A téli kemény hidegek a megfigyelések szerint enyhülnek, a hóborítottság bizonytalanabbá válik. Kevesebb lesz a szélsőségesen hideg nap, de hótakaró nélkül a fagy okozhat súlyos károkat.

a)



b)



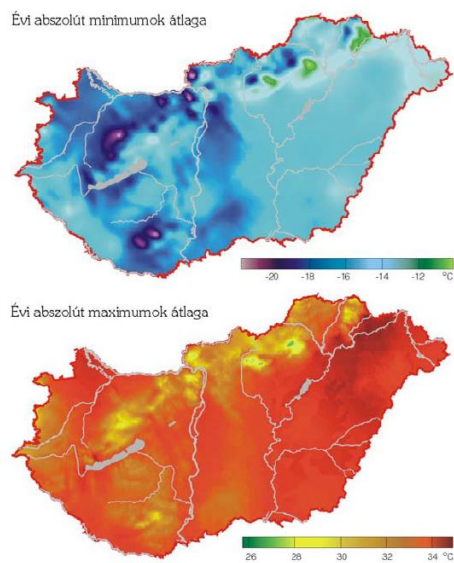
3. ábra A felszín műholdokról megfigyelt kisugárzási hőmérsékletének pozitív eltérése a sokévi átlagtól 2003 augusztusában. (Forrás: King et al., 2007: p. 53), (b) Az erdőtüzek gyakorisága 2005 nyarán Európában (Forrás: King et al., 2007: p. 271)

A 3. ábrán két európai nyári szélsőség, a hőhullám illetve a szárazság és a hőség hatására kialakuló erdőtüzek statisztikáját látjuk 2003 augusztusában illetve 2005 nyarán. Az első esetben a sokévi átlagal szembeállított eltérés (pozitív hőmérsékleti anomália) látható. Ez az érték Franciaországban megközelítette a tíz °C többletet, de nálunk a Tiszántúlon is sokfelé meghaladta a 6 °C-ot. Az erdőtüzek zömmel Ukrajna Fekete tengertől északra eső területeit érték, itt négyzetkilométerenként a 100 foltot is meghaladta az ilyen események számossága. Ez napi átlagban egy-egy ilyen tűz a nyár minden napján 1-1 négyzetkilométerre vetítve!

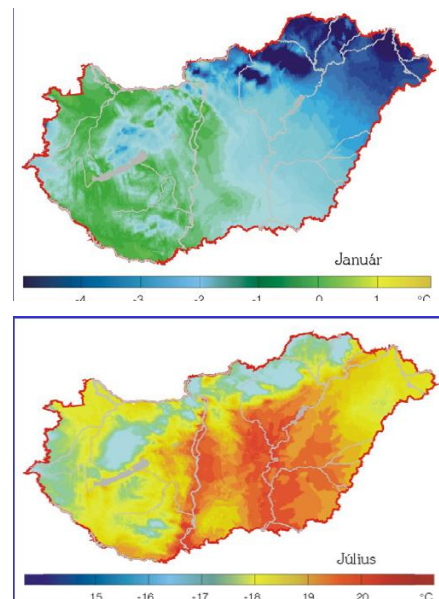
A hőmérséklet legdurvább szélsőségeinek területi eloszlása nem követi az átlagértékek országos eloszlását (4 ábra). A legszélső értékek ugyanis nem ott alakulnak ki, ahol az átlagok a legmagasabbak, vagy legalacsonyabbak, hanem ott, ahol a talajok - vízellátottságtól is függő - hőkapacitása a kritikus időszakokban a legkisebb. A téli abszolút minimumok (minden évben a legalacsonyabb éjszakai hőmérséklet átlaga 1961-1990-ben) a dunántúli hegységekben és a Duna-Tisza közén lépnek fel, ami a januári átlaghőmérséklet mezőiben viszonylag

enyhénnek. Ugyanez tapasztalható az észak-kelet magyarországi abszolút maximumokra nézve.

a)



b)



c)

d)

4. ábra: A kiugró hideg és a meleg szélsőségek nem ott jönnek létre, ahol általában hideg a tél és meleg a nyár, hanem ott, ahol a legkisebb a talaj hőkapacitása. Balra az egyes évek legalacsonyabb éjszakai minimumértéke és legmagasabb nappali maximum értéke szerepel az 1961-1990-es (a mainál a klímaváltozás miatt pár tized fokkal hidegebb) éghajlati átlagokból. A jobb oldalon a január és a július hónapok napi középértékei ugyanezen 30 év átlagában. (Forrás: Magyarország Éghajlati Atlasza, 2001: a) - 21. o, b)- 15. o., c) - 21. o d) – 17. o.)

2.3 Az éghajlatváltozás hatásai

A WWF egy korábbi összefoglalója (WWF, 2010) földi léptékben egyike annak az öt tényezőnek, ami korlátozza, csökkenti a biológiai sokféleséget. A másik négy hatás (i) az élőhelyek átalakítása és szétDarabolása, (ii) a vadon élő populációk kizsákmányolása, (iii) a környezet szennyezése és (iv) az özőnfajok léte és térhódítása. Anélkül, hogy elmerülnénk a klímaváltozás területi sajátosságaiban, az alábbiakban a korábbi IPCC (2007) jelentés alapján összefoglaljuk, hogy mely térségekben lesz nagy az éghajlat és a bioszféra változása.

A földi növényzet szerkezetének megváltozása főként a szubtrópusi térségben ér el nyugtalanító mértéket. E körzetekben az éghajlat instabil, bizonyos időszakokban sivatagi jellegű, máskor viszont lehetővé teszi fejlett szavanna-növényzet kialakulását. Csakhogy ezekben az években az ember helytelen gazdálkodással, a felszaporodó állatállomány pedig a növényzet lelelelésével kizárja, hogy a szavanna-növényzet tartósan fennmaradjon. A másik veszélyforrás a trópusi övben végbemenő nagyarányú, évente Belgium területének megfelelő mértékű őserdő-pusztítás. E változások elsősorban a felszín fényvisszaverő képességét, ún. albedóját módosítják. Általánosságban a növényvel borított felszín annál több energiát sugároz vissza (azaz annál kevesebbet nyel el és fordít az alsó légrétegek melegítésére, főleg a turbulens átkeveredés mechanizmusa útján) minél dúsabb a vegetáció és nedvesebb a talaj. Pl. a trópusi erdők csak 15-20%-ot, míg a homok és a szavanna kb. 35%-ot ver vissza. Globális átlagban az eddigi változások mértéke kb. $-0,2 \text{ Wm}^{-2}$, vagyis nem elhanyagolható hűtő hatás.

Számos ökológiai rendszer rugalmasságát valószínűleg meghaladják az éghajlatváltozás következtében fellépő változások (pl. gyakoribb áradások, szárazságok, bozóttüzek, új rovarfajok megjelenése egy-egy térségben, az óceán savasodása), illetve egyéb globális változást kiváltó okok (pl. a földhasználat megváltozása, a környezetszennyezés, az erőforrások túlságosan mohó kiaknázása) példa nélkül álló kombinációja.

A következőkben a 0,5-4 °C tartományon mutatjuk be a korábbi empirikus forgatókönyveink (Mika, 1996) nyomán valószínűsített növény-ökológiai következményeket (2. táblázat). A táblázat oszlopaiban a következő információk láthatók: a célzott változó, aminek a számítását a globális melegedés adott mértékére nézve. E két oszlopot követi maga az eredmény, majd a számítás forrása következik. A két utolsó oszlopban a hatásvizsgálati modell, illetve a globális változást térben és időben specifikáló eljárások jelennek meg.

Az ökológiai és növénytermesztési számításokban a kis változásokra az eredmények itt is az ökológiai jellemzők néhányszor tíz %-os romlását mutatják. Különösen súlyos a homokpuszta-gyep fajszerkezetének csökkenése és az erdőtűzek gyakoribbá válása. A CO₂ közvetlen hatása ugyanakkor sokat javít a helyzeten. A nagy változásokra adott ökológiai válaszok már általában kedvezőek, kivéve az erdőtűz-gyakoriság több száz %-os növekedését.

2. táblázat: Becsült növény-ökológiai változások (Mika, 2011) (M'88 és M'93: Mika 1988, 1993, D96: időjárás-generátor Domonkos, 1996)

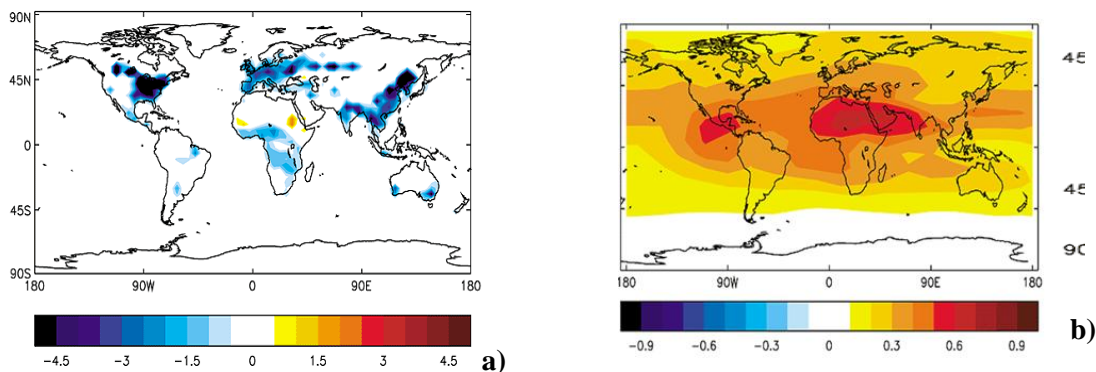
Környezeti változó	Globális változás	Hatás a körny. változóban	Forrás	Hatásvizsg. módszere	Leskálázás térben (időben)
Homokpuszta-gyep fajszerkezet	+ 0,3 K	- 40 %	Kovács-Láng et al	területi összevetés 1998;	szeletelés M88 (--)
Homokpuszta: gyep borítottság aránya	u.a.	- 50 %	u.a.	u.a.	u.a.
Búza termése	u.a.	-5 % CO ₂ is: +5 %	Kovács - Dunkel,98	növény-fejlesztési modell	szeletelés M'88 (id.án.20-20 év)
Kukorica tenyész-időszak hossza	u.a.	- 5 %	u.a.	u.a.	u.a.
Kukorica termése	u.a.	- 15 % CO ₂ is: - 10 %	u.a.	u.a.	u.a.
Fűfélék (Festuca, Stipa) biomasszája	+ 0,5 K, csak csap.	- 8 - 10 %	Kroel-Dulay et al,	növény fejl. 1998 modell	szeletelés M'88 (egyenletes vált.)
Erdőtűzek gyakorisága	+ 0,5 K	+ 50 - 60 %	Bussay, 1995	2 erdőtűz index (?)	szeletelés M88 (--)
Tenyészidőszak hossz. (5,10,15 °C küszöbök)	u.a.	5-10 °C: +3-4% 15 °C: + 5-9%	Mika, 1992	direkt számítás	szeletelés M88 (--)
Kukorica termés (vetésforgó: búza után kuk.)	u.a.	évente +49-55% 2 évente +37-51%	Erdős-Mika, '93	területi összevetés	szeletelés M88 (--)
Burgonya termése (Megyei+orsz. átlag)	u.a.	-15 - 21 % átlag: -19 %	Bussay, 1995	növény-fejlesztési modell	szeletelés M88 (--)
Búza termése	+ 0,75 K	-10 % CO ₂ is: + 25 %	Kovács - Dunkel,98	növény-fejlesztési modell	szeletelés M'88 (id. an., 5-5 év)
Kukorica tenyész-időszak hossza	u.a.	- 10 %	u.a.	u.a.	u.a.
Kukorica termése	u.a.	- 25 % CO ₂ is: - 5 %	u.a.	u.a.	u.a.
Tenyészidőszak hossza: kukorica	+ 1 K	-19 - 30 % átlag: -26 %	Bussay, 1995	növ. fejl. modell	GCM, M'93 (--)
Fűfélék (Festuca, Stipa) biomasszája	+ 2 K, csak hőm.	+ 6 - 8 % (nem szignif.)	Kroel-Dulay et al,	növény fejl. 1998 modell	GCM, M'93 (egyenletes vált.)
Magas erdőtűzkockázatú állapot gyakoriság	+ 2 K	+ 100 - 200 %	Bussay-Bihari, '98	3 erdőtűz index	GCM, M'93 (D96:lesk.,gen.)
Magas erdőtűzkockázatú állapot gyakoriság	+ 4 K	+ 200 - 300 %	Bussay-Bihari, '98	3 erdőtűz index	GCM, M'93 (D96:lesk.,gen.)
Tenyészidőszak hossza: kukorica	u.a.	kukorica -7-11% burgonya +8-10%	Nováky et al., 1996	növény-talaj mod.	GCM, M'93 (D96:lesk.,gen.)

3. Bioszféra hatása az éghajlatra

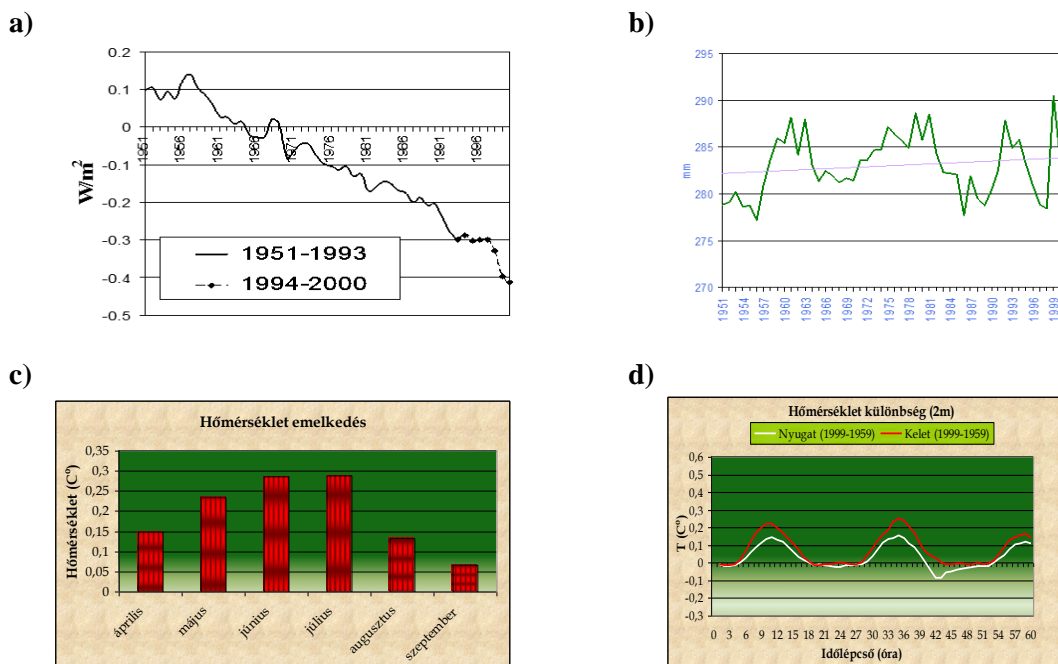
3.1 A földhasználat változásainak szerepe

A növényzet alakulása nem tartozik a legfontosabb éghajlati kényszerek közé. Valószínű, hogy ennél azért fontosabb a szerepe, de nehéz a modellezése, mert térben meglehetősen egyenetlen és nem mindig ismert az ezekkel összefüggő változás a lokális energiamérlegben.

Ezt a térbeli változatosságot érzékelteti az 5. ábra, amelynek baloldalán az erdőirtás hatása látható a felszín-légkör rendszer energiamérlegére. A sötétebb erdő-felületek nagyobb albedója többnyire a rövidhullámú bevételek csökkenését okozza. A jobb oldali ábrán ezzel szemben energitöbbletet látunk, amit a troposzferikus (felszín-közeli) ózontartalom megnövekedése okoz, elsősorban a bozóttüzek negatív következményeként. Globális átlagban mindkét hatás jóval kisebb, mint a széndioxid koncentráció növekedése miatti bő 3 Wm^{-2} .



5. ábra: (a) Az erdőirtás hatása a rövidhullámú mérlegre, (b) a felszínközeli ózon szaporodás hatása az erdőtüzek megszaporodásával összefüggésben (Forrás: IPCC (2001: Fig. 6.7j és c)



6. ábra: A földhasználat hazai változásainak hatása (a) a felszín-légkör rendszer rövidhullámú energiamérlegére és (b) a felszín párolgására (Mika et al., 2006) hat kelet-magyarországi megye területén sugárzásátviteli modellben ill. egyszerű parametizációval. (c) Hőmérsékletemelkedés a földhasználat csak Magyarország területén feltérképezett változásainak hatására 1959 és 1999 között a nyári félév hónapjaiban és (d) ugyanez az ország két felében, Pest-megyét Kelet-Magyarországhoz sorolva. (Drüszler et al, 2010)

Készültek hazai számítások is arról, hogy mi volt a hatása a sugárzási mérlegre, a párolgásra és az éghajlatra azon változásoknak, amik a 20. század második felében végbementek. Ezek egy részét foglaltuk össze a 6. ábrán. Ezek tanúsága szerint, a 20. század második felében mintegy $0,5 \text{ Wm}^{-2}$ -rel nőtt a felszín-légkör rendszer energiamérlege, ami összemérhető az ezen idő alatt a szén-dioxid dúsulásának betudható eltolódással. Ugyenebben az időben a párolgás növekedése nem jelentős, csupán 2 mm (kb. 500 mm-es átlag mellett).

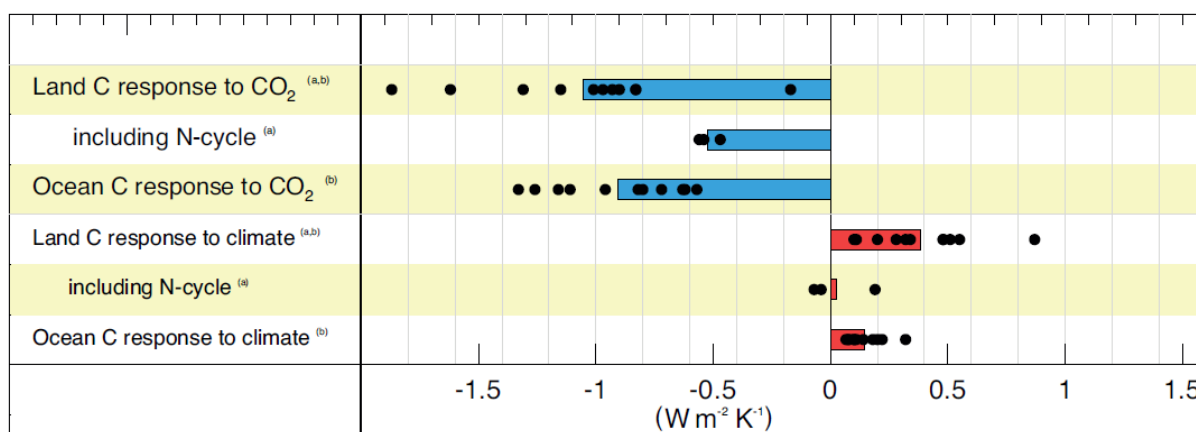
Lefuttatva ezeket a hatásokat, $0,1\text{-}0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérséklet-emelkedést kaptunk az MM5 modell felhasználásával. A változás jelentősebb a kelet-magyarországi térségben, mint az ország nyugati felén. A különbség érthető: sokkal nagyobb a kevésbé változó, természetes vegetáció aránya Dunántúli térségben, mint Kelet-Magyarországon.

3.2 A növényzettel kapcsolatos visszacsatolások

Növényzet jövőbeni fejlődésének alakulását mindenképpen befolyásolja az a tény, hogy a szén-dioxid koncentráció növekszik, ami fokozza a növények fotoszintézisét. Emiatt nő a biomassza és kisebb arányban a termés is. A nagyobb CO_2 koncentráció csökkenti a növények fajlagos párologtató képességét, ezzel javítja a rendelkezésre álló víz hasznosulását.

Mindezen folyamatok sokkal kisebb térbeli léptékben zajlanak és távol is esnek az éghajlati rendszer működését vezérlő megmaradási egyenletektől. Sokat kell még fejlődni ezeknek a modelleknek, hogy képesek legyenek a növénytakaró választát is bevonni a számítások körébe.

A 7. ábra megmutatja, hogy miközben a szén-dioxid növekedése a biomasszán és az óceánon keresztül fékezi a változást (mérsékli a koncentrációkat), aközben a klímaváltozás maga ezeket részben kompenzáló, pozitív visszacsatolásba kényszeríti a biomasszát és az óceánokat is. Az utóbbi hatások azért vannak, mert a biomassza egy része számára a fotoszintézist és más életfolyamatokat lerontó, marginalizált helyzetbe kerül. Az óceánokban ugyanez az előjel annak tudható be, hogy a melegedő óceánban lassúbb az átkeveredés, mert a rétegződés stabilabbá válik a felülről való melegedés folyamán.



7. ábra: A légkör CO_2 tartalmán keresztül működő visszacsatolások. Felül a közvetlen hatások, melyek negatív visszacsatolást képviselnek, fékezik a változást. Alul az éghajlatváltozáson keresztül hű, történetesen pozitív visszacsatolások, amik ezért erősítik a változást, mert a biomassza egy része marginális éghajlati sávba kerül, illetve az óceánban gyengül a vertikális átkeveredés. A sorok: a növekvő CO_2 miatt fokozódó szénmegkötés, amit befolyásol a N-ciklus, illetve az óceán CO_2 elnyelő képessége. (IPCC WGI, 2013: Fig. 6.20)

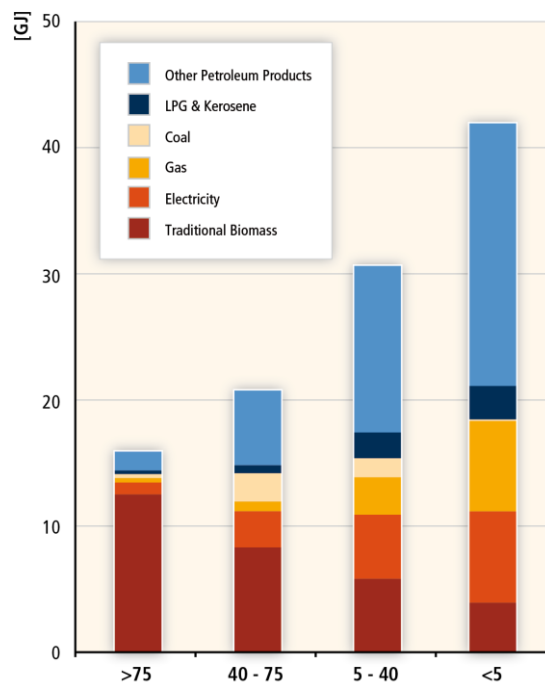
Végül, a biomassza nagyon áttételes éghajlati hatására is utalunk röviden. Ez a bioenergia, ami csökkenteti a kibocsátás növekedésének ütemét, sőt elvben talán meg is állíthatja azt.

3.3 Bioenergia, a kibocsátás-mérséklés fontos tényezője

A bioenergia, ideértve annak hagyományos (tűzifa, terméshulladék, stb.) és az ipari jellegű (bioüzemanyag) formáját, 2008-ban együttesen mintegy 10%-át (IPCC SRREN, 2011) adta a világ energiatermelésének. Ezek az energiaformák természetesen mind széntartalmúak. Ezért, a szén-dioxid kibocsátás szempontjából csak akkor tekinthetők semlegesnek, a kibocsátást nem növelőnek, ha az e célra telepített energia-ültetvények legalább annyi széndioxidot elnyelnek, mint amennyi ezen anyagok elégetésekor a levegőbe kerül. (Nem ismert, hogy a fenti 11%-ból mennyi az energetikai céllal ültetett, CO₂-semleges források részaránya.)

A bioenergia mennyisége is növekedhet, ám ennek határt szab a földterületek más irányú, a világ nagy részén még a növekvő népesség élelmiszerének megtermelésére koncentráció, kihasználtsága. További korlát lehet a rendelkezésre álló víz mennyisége, mely egyre több térségben okoz gondot.

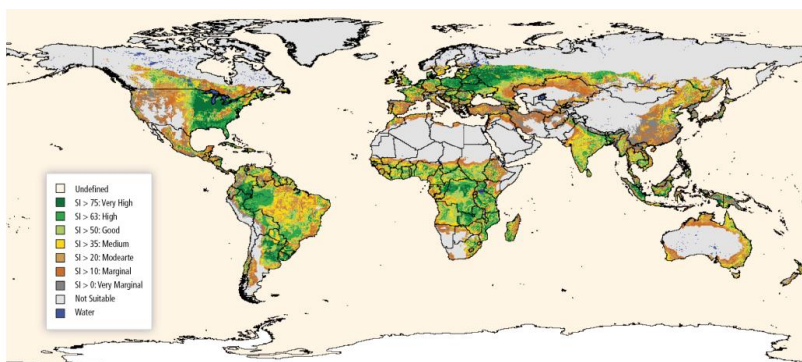
Sajnos, a bioenergia hasznosítás leggyakoribb módja a biomassza hagyományos elégetése. A 8. ábra megmutatja, hogy ez az energiaforma elsősorban a szegény országokban nagy arányú. Minél többen élnek napi 2 dollárnál kisebb jövedelemből, annál nagyobb ez az arány. A legszegényebb országok energiatermelése mintegy harmas a leggazdagabbakénak. Ezen belül azonban ha csak a hagyományos biomasszát nézem, akkor az ebből származó energia ellenkező értelemben háromszoros arányú.



8. ábra: Az energiaszerkezet megoszlása egyes országokban attól függően, hogy a lakosság hány százaléka (vízszintes tengely) él 2 dollár/napnál kisebb jövedelemből. (Forrás: IPCC SRREN 2011: Fig. 9.5 ábra) LPG: kőolajszármazékok.

A biomassza hasznosításának egyik legfőbb jellemzője, hogy nem utaztatják nagy távolságra. Más szóval, a kellő felhasználáshoz annak az energiának, azaz a növényeknek helyben, vagy viszonylag közel kell megteremnie. Márpedig, ennek lehetőségeit ugyancsak behatárolhatja az ott uralkodó éghajlat. A 9. ábrán megmutatjuk, hogy melyik térségben mennyire rentábilis a kifejezetten bioenergia termelést szolgáló növények termesztése.

Ezt az ábrát szembevetve az 1.d ábrával, (a zöldsömegek tésképe) szembevetve, hogy sok olyan terület is van, ahol zöldsömegek léteznek ugyan, a bioenergia érdekében történő hasznosítás – ami lassíthatná a klímaváltozást, egyben maga is az éghajlat függvénye.



9. ábra: Bioenergia termelést szolgáló növények (cukorépa, kukorica, manióka, repce, szója, olajpálma, jatropha) rentábilis termesztésének lehetőségei (IPCC SRREN, 2011: Fig 2.4)

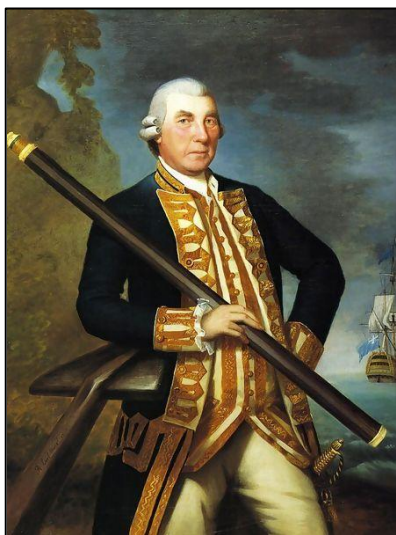
Irodalomjegyzék

- Drüszler Á., Csirmaz K., Vig P. and Mika J. (2010): Effects of the documented land use changes on temperature and humidity regime in Hungary. In: Climate Change (ed. S.P. Sikia) International Book Distrib. Dehradun, India 394 – 418.
- Farcas I., (1997): Topo si Microclimatologie. Egyetemi jegyzet (kézirat) Babes-Bolyai Tudományegyetem 217 pp. (román nyelven)
- IPCC (2001): Climate Change (2001): The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental panel on Climate Change (Houghton J.T., et al., eds.), Cambridge Univ. Press, 881 p. <http://www.ipcc.ch>
- IPCC (2007): Climate Change (2007): The Physical Science Basis. 2007 (Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller, eds.) Cambridge University Press, Cambridge UK & New York NY, USA. <http://www.ipcc.ch>
- IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, 1535 pp. <http://www.ipcc.ch>
- IPCC SRREN, (2011) IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds.)]. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK & New York, USA, 1075 pp. <http://www.ipcc.ch>
- King M. D. et al.,(ed.), (2007): Our changing planet, Cambridge Univ Press 400 pp.
- Magyarország Éghajlati Atlasza, (2001): (szerk. Mersich I., Práger T., Ambrózy P., Hunkár M. és Dunkel Z.) Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 107 o.
- Mika J. (1996): Éghajlati forgatókönyvek. In: Változások a légkörben és az éghajlatban. (szerk. Mika János) Természet Világa Különszám, 69-74
- Mika J., Horváth Sz. and Makra L. (2006): Effects of documented land use changes on the albedo of East-Hungary: 1951-2000. Időjárás 110, 49-62
- Mika János (2011): Éghajlatváltozás, hatások, válaszadás. Főiskolai jegyzet. Földrajz-tanár MA hallgatóknak. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0038_foldrajz_MikaJanos-eghajlat-HU/ch01.html, 128 o
- Terbe I. (2009): Ökológiai szemléletű integrált zöldségtermesztés. InterCluster Kht, Kecskemét.
- WWF (2010): Living planet 2010: Biodiversity, biocapacity and development. World Wild Fund, http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/living_planet_report_timeline/2010_lpr2/

A TÁVCSŐ ŐSKORA ÉS HŐSKORA

Bartha Lajos

Magyar Csillagászati Egyesület
arbar@t-online.hu



A csillagászat történetében, és általánosságban, az európai kultúrtörténetben fontos fordulatként tartják számon az 1543. évet, Nikolaus KOPERNIKUSZ a napközpontú világrendszert leíró nevezetes könyvének megjelenése idejét. Nem egyszer a „Kopernikuszi forradalom”-ként említik ezt az időszakot. Ténylegesen azonban a világkép forradalmi átalakulását majdnem hét évtizeddel későbbre, a távcső feltalálására és csillagászati alkalmazásának idejére tehetjük. A távcsöves megfigyelések mutatták meg, 1610 után, hogy az égitestek világa egészen más, mint ahogyan az évezredekig a legmerészebb szellemek is sejtették. A világképek feletti vita korábban legfeljebb filozófiai, geometriai, esetleg teológiai nézetek összeütközése lehetett. Alkalmazása e téren döntő fordulatot jelentett, és merőben új szemléletet kényszerített a gondolkodásra.

A CSILLAGÁSZATI TÁVCSŐ FORRADALMA

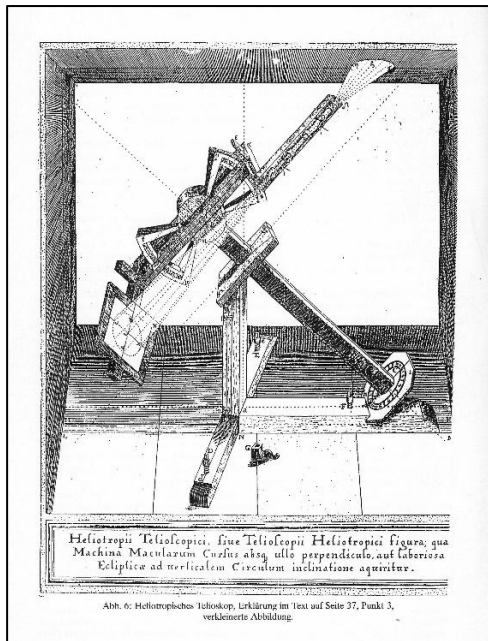
Sok ezer éven át az égitestek fényesebb vagy halványabb égi fények voltak a földi szemlélő számára. A csillagászat fontos állomása volt, amikor az ókori csillagászat legnagyobb teljesítményeként sikerült egy geometriai modellt felépíteni,



amely kisebb vagy nagyobb pontossággal leírta az égitestek látszólagos mozgását. Ezt a geocentrikus modellt KOPERNIKUSZ a XVI. században alapvetően átalakította, a Föld helyébe a Napot helyezte a rendszer központjába. De ebben a heliocentrikus modellben az égitestek továbbra is fénypontok maradtak, amelyek mozgása geometriailag leírható anélkül, hogy fizikai karakterüket megmagyarázták volna. A forradalmi változás akkor következett, amikor 1609-ben először irányították a távcsövet az égitestek felé. Már az első távcsöves megfigyelések, amelyek Galileo GALILEI, és néhány kortársának nevéhez fűződnek, szinte hónapok alatt átalakították az emberiségnek a világmindenségről alkotott képét.



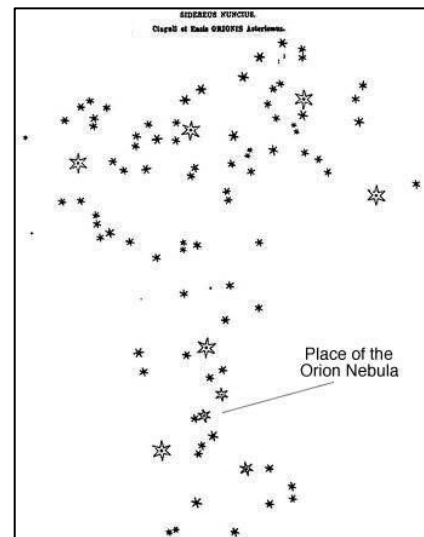
Voltaképpen meglepő, hogy a távcső megalkotására csak a 17. sz. elején került sor, hiszen a „látás élesítő” szemüveg már az 1200-as években elterjedt Európában. Ebben bizonyára része volt az optikai lencsék csiszolására alkalmas üveg készítésének sok nehézsége. De alighanem a szelesebb körű igény is hiányzott az ilyen optikai segédeszköz készítésére. A hadműveletek általában közelharcból vagy a puskák, ágyúk kis hordtávolsága miatt aránylag közeli lövöldözésből álltak, ezért nem látszott szüksége a távoli megfigyelésnek.



Az első közlés a „távolba néző csőről” Leonardo da VINCI (1452-1519) egyik rajzán olvasható, egy ún. „holland típusú” távcső rajza mellett. Kétséges azonban, hogy a zseniális művész és alkotó valóban elkészítette ezt az eszközt, amelynek rajza egyébként sem került a nyilvánosság elé (A 19. sz-ig lappangott az addig ismeretlen ún. „Codex Atlanticus” lapjai közt). Egy másik terv, amelynek megvalósítása ugyan csak vitatott, Leonard DIGGES (1520-1563) angol földmérő mérnöktől származik, a 16. sz.- közepéről. Fiának leírása szerint egy lencséből és homorú tükörből olyan eszközt állított össze, amelyen át a távoli tárgyak is közelinek látszottak. (DIGGESTől származik egyébként a teodolitok elnevezése: „theodelitus”-ként említve.)

A két lencséből összetett távcső gondolata határozottabb formában fordul elő az olasz Gianbattista della PORTA (1535-1615) „Magia naturalis” című

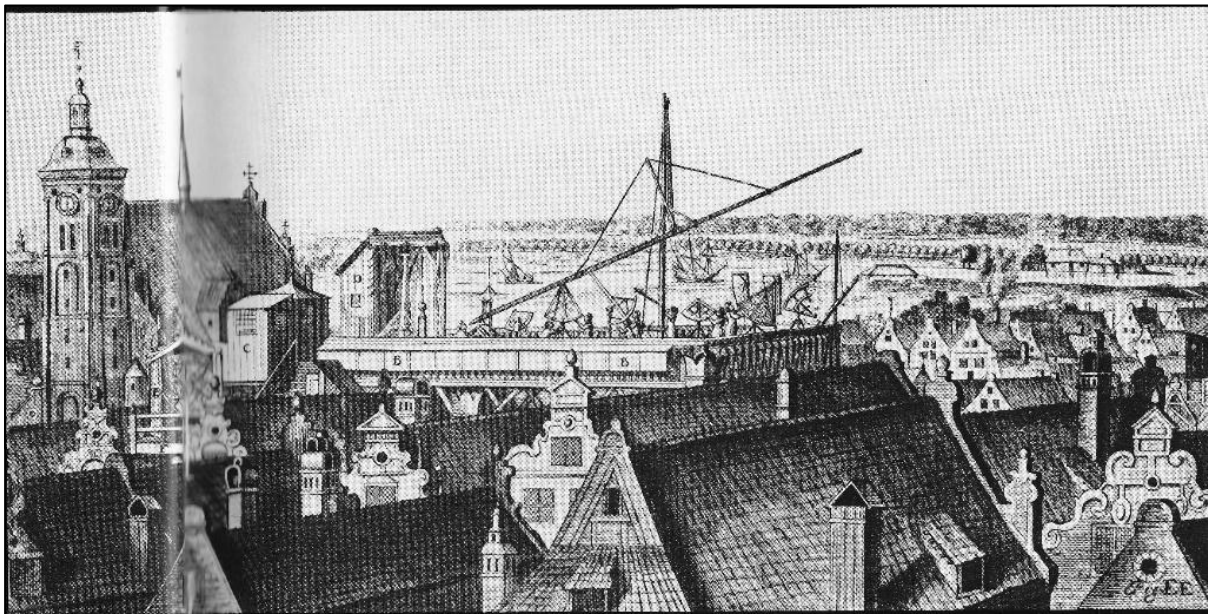
nevezetes könyvében. De éppen a leírásból megállapítható, hogy della Porta soha sem készítette el a távcsövet. Ezek a próbálkozások azonban nem nagy visszhangot váltottak ki. A 16/17. sz. fordulóján azonban a nyílt tengeri hajózás gyors fejlődése, - a még távoli partok, a messziről közeledő hajók felismerése -, a tűzfegyverek hatótávolságának növelése és a térképező munkálatok kiterjedése már szükségessé tette a „messze látó” alkalmazását. Voltaképpen máig sem sikerült tisztázni, hogy ki volt a távcső első megalkotója. Tény, hogy 1608 végétől, néhány hónapon belül három feltaláló is Batáviai Államszövetség hágai tanácsához fordult, a „távolba néző eszköz” szabadalmi igényével. (Batáviai szövetségnek nevezték a mai Hollandia és Belgium államszövetségét.) Az első, Hans LIPPERHEY (†1609) middleburgi szemüveg készítő 1608. október 2-án 20 évi privilégiumot kért a távcsövének forgalmazására. Két hét sem telt el, amikor az alkalmi Jacob ADRIANSZON († kb. 1624 vagy 31) hasonló igénnyel lépett fel, de ugyan ekkor a hágai Sacharias JANSSEN (kb. 1580-1638) is bejelentette elsőbbségét.



Mindhárom feltaláló ún. „holland rendszerű” távcsövet mutatott be, amelynek objektívje kétszer domború gyűjtőlencse, okulárja az okulárja szóró (kétszer homorú) szórólencse volt. A hágai tanács elutasította a szabadalmi igényeket, mivel 1609 tavaszán már Európa szerte egyre több helyen készítette és árusítottak távolba néző csöveket. Ezek a távcsövek 2-3 cm-es objektív lencsével rendelkeztek, 3-4-szeres nagyítású, nagyon gyenge, színezett és többé-



kevésbé torzított leképezést adtak – de mégis segítették a hadvezetőket és tengerészeket. Érdekes módon a távcső optikai elméletét csak 1611-ben Johannes KEPLER (1571-1631) dolgozta ki, egyúttal megszerkesztette a „csillagászati távcsövet”, amelyben gyűjtő (domború) lencse szolgált okulárként. A Kepler-féle távcső azonban fordított állású képet ad, de látómezeje és képminősége jobb a holland-típusnál.



Galileo GALILEI (1564-1642) Velencében 1609 nyarán értesült – vagy talán látott is – távcsövet, és azonnal hozzá látott, hogy maga is hasonló eszközt készítsen. Nagy előnyével szolgált, hogy kísérleteihez az akkori legjobb minőségű üveget készítő, és lencsákat csiszoló muranoi műhelyekből szerezhette be lencséit. Emellett találmányával javított is a távcsöveken. Ily módon hamarosan 7-szeres, majd 10-20-szoros nagyítású távcsöveket tudott készíteni, amelyeket számtalanszor kipróbált, különféle földi tárgyakon, hogy a látott kép valódiságáról megbizonyosodjon. Legjobb távcsöve már 33-szoros nagyítású volt. Csak alapos vizsgálat után fordította, bizonyára a világon elsőként, távcsövét az égitestek felé.

Kétségtelenül Galileo GALILEI érdeme, hogy 1609 végén elsőként vizsgálta meg az égitesteket távcsövön át, és merte közreadni, amit szinte hetek alatt felfedezett. Amikor 1610. március 13-án, Firenzében megjelent az alig 40 oldalas „Sidereus nuntius” (Csillaghírnök), hatása bombaként robban a tudós körökben. Napok alatt szétkapkodták, és a könyv tette Európában híressé Galilei nevét. GALILEI másik érdeme, amely más távcsöves észlelők elé helyezi, hogy felismerte a távcsöves felfedezések világnézeti (filozófiai) jelentőségét. A távcsövel észlelő kortársai azt írták le, hogy milyenek látják az égitesteket az optikai eszközökkel. GALILEI már az eredményekből adódó világnézeti következtetésekre gondolt. Az angol király firenzei követe már a megjelenés napján elküldött urának egy példányt, és levélben ezt írta:

„...ez az ember felforgatta az egész asztronómiát!”

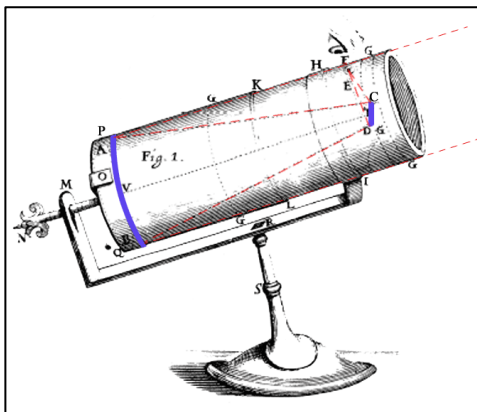
Voltaésképpen a Csillag hírnök hívta fel a csillagászok érdeklődését a távcsőre. Galileit már az első megfigyelések megerősítették a heliocentrikus rendszer helyességéről. Gyors egymásutánban felfedezte a Jupiter holdjait, Vénusz fényváltozását, a Nap foltjainak jelenségeit, majd megfigyelte – de nem tudta magyarázni – a Szaturnusz gyűrűjét (1610-1612). Megállapította, hogy a távcsővel olyan halvány csillagok is láthatóvá válnak, amelyet pusztán szemmel nem lehet megpillantani, és a Tejút, amelynek mibenléte évezredekig vitás volt, csillagok sokaságából áll. Megfigyelte, hogy a Hold nem sima gömb – ahogyan az arisztotelianus felfogás gondolta -, hanem hegyek, síkságok borítják. Megállapította, hogy a bolygók távcsővel nagyítva korong alakúnak látszanak, amíg a csillagok fénylő pontok maradnak.

Galileivel nagyjából egyidejűleg mások is kísérleteztek a távcső csillagászati alkalmazásával. Az egyik legkorábbi távcső készítő és alkalmazó az angol Thommas HARRIOTT (1560-1620) már 1609 nyarán kezdett vizsgálni. A csillagászati fejlődésének hátrányára nem közölte észleléseit nyomtatásban. Csak néhány barátját tájékoztatta levélben. A német Simon

MARIUS (Mayr, 1573-1624) orvos és matematikus az 1609. év végén már távcsővel figyelte a Jupiter bolygót. A Nap és a bolygók észlelésével foglalkozott a Friz-földi Johannes FABRICIUS (1587-1616) és fia, David FABRITIUS, akik talán elsőként figyeltek meg napfoltokat. A napfoltok rendszeres megfigyelése, P. Christopher SCHEINER (1573-1650) ingolstadti (majd római) csillagász érdeme.

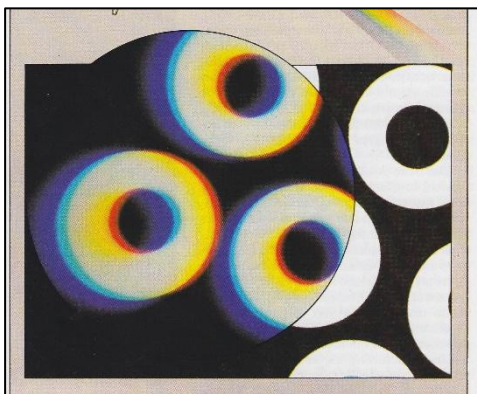
Azt hihetnénk, hogy a csillagászok közt gyorsan elterjedt a távcső használata. Valójában azonban sokáig nagy óvatossággal alkalmazták az új eszközt. Ennek az oka nem csak a konzervatív gondolkodás volt. Az egyszerű, szemüveglencsés távcsövek erősen színezett (chromatikus) képet adta, és a leképezés csak a látómező közepén volt éles. A fizikusok nem voltak bizonyosak abban, hogy a távcső a valóságnak megfelelő képet mutatják.

A leképezési hibák csökkentése érdekében a csillagászok egyrészt a lencsék felületének ki-



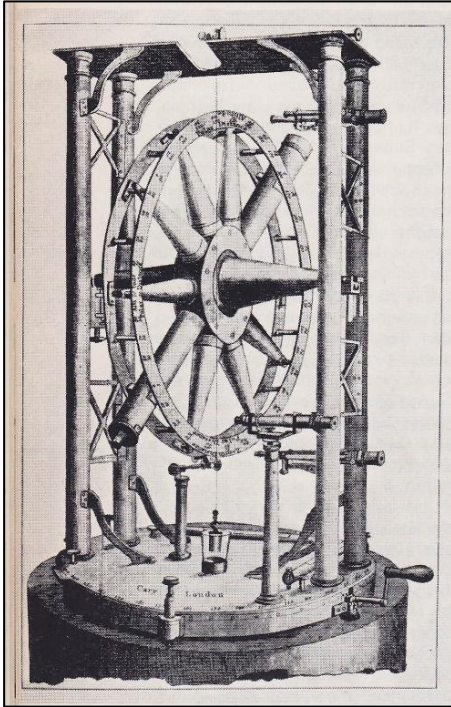
alakításával, másrészt az átmérőhöz képest nagyon hosszú gyújtótávolságú objektívek alkalmazásával próbálkoztak. Christian HUYGENS az egyszerű gömbsüveg, ill. kupszelet keresztmetszetű lencsék helyébe bonyolultabb felület kialakításával próbálkozott, és mellellett az átmérőhöz képest nagyon hosszú gyújtótávolságú objektíveket készíttetett. Így némileg valóban javította a leképezést, és ilyen távcsövekkel sikerült felfedeznie 1655-ben a Szaturnusz gyűrűjének jellegét. A hosszú fókusz alkalmazása azonban nagyon sok kényelmetlenséget okozott. A danzigi Johannes HEVELIUS (HÖVELCKE) 8-10 cm-es lencse átmérőjű, de 30-40 méter hosszú „lég-távcsövei” ténylegesen már alig voltak használhatók. HUYGENS másik jelentős újítása az összetett okulár megalkotása volt, amely mind a kép minőségén, mind a látómező méretén sokat javított. Az általa szerkesztett, két lencséből álló okulár típus ma is használatban van.

A távcső-technika fejlesztésében fontos szerepe volt az ingolstadti P. Christopher SCHEINER páternek. Nevéhez fűződik az ekvatoriális távcső-tengely rendszer, és a Nap megfigyelése az okuláron át kivetítve.



A LENCSE ÉS A TÜKÖR VERSENYE

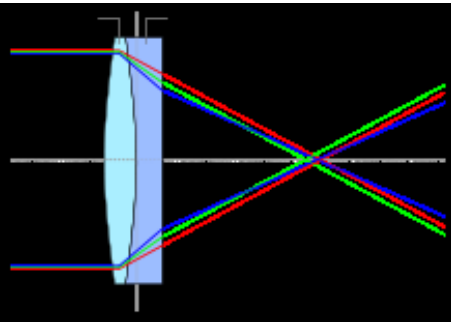
Néhány évvel a lencsés távcső alkalmazása után megjelent a „versenyár”, a tükrös teleszkóp (reflektor) gondolata is. Meglepő, hogy a homorú (gyűjtő) tükör alkalmazása nem előzte meg a domború lencsét. A tükrök optikai tulajdonságait már a középkori arab tudósok is jól ismerték. A homorú tükör gyakorlati alkalmazását azonban eleinte nem tudták kedvezően megoldani. Valószínűleg problémát okozott, hogy a tükör visszaveri a sugarakat az objektum irányába. Ezért a fókuszpontban keletkező képet az észlelő feje eltakarja. Az olasz Nicollo ZUCCHI (1580-1670) az 1616-ban megtervezett reflektoránál ezen úgy próbált segíteni, hogy a tükröt kissé oldalt billentette, és így ferde sugárnyalábot kapott. Az ilyen elrendezés azonban nagymértékű torzítást okozott a leképezésben (aszigmatizmust), hogy a távcső használhatatlannak bizonyult. ZUCCHIUS érdeme azonban, hogy sikerült homorú tükör készítésére alkalmas fémot előállítani. Ettől kezdve mintegy két és fél évszázadon át különféle bronz ötvözetekből, többnyire un. harangfémből készítették a teleszkóp-tükröket.



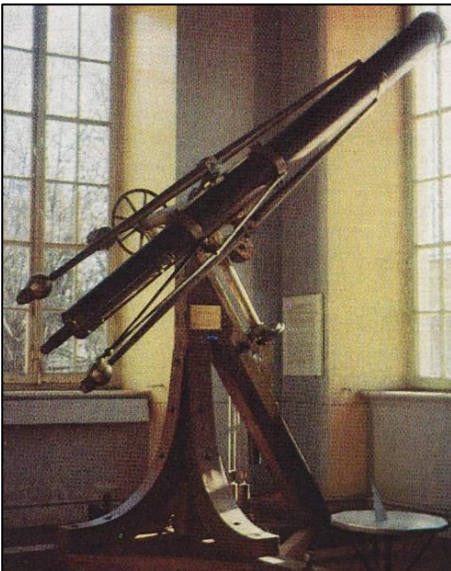
A következő évtizedekben több elgondolás is felmerült a homorú tükrű távcső megoldására, de a gyakorlatban egyik sem valósult meg. A megoldáshoz a skót James GREGORY (1638-1675) jutott a legközelebb, 1663-ban, de a kivitelezés, az optikusok hibájából sikertelen volt.

Ma általában Isaac NEWTON (1643-1727) nevezik meg a reflektor megvalósítójának. Az 1660-as években Newton optikával foglalkozott, és kísérletei során jutott a tükrös távcső legegyszerűbb megoldásának gondolatára. Első, 1668-ban készített reflektorának fókuszja közel 16 cm volt.. Newton első távcsövének nyílása 3 cm-nél kisebb volt. Mégis tisztán mutatta kb. 35-szörös nagyítással a Jupiter holdjait, a Vénusz fázisait és a Hold hegyeit. Ezután egy 5 cm átmérőjű, 20,3 cm gyújtótávolságú távcső készítéséhez fogott. Ezt a kis műszert mutatta be 1671 decemberében a Royal Society előtt. Az új rendszerű távcsőnek nagy sikere volt, II. KÁROLY angol király is kipróbálta.

Ugyan ebben az évben Franciaországból egy újabb tükrös távcső-típusról érkezett hír. Egy bizonyos Laurent CASSEGRAIN, (1629?-1693) a chartresi Kollégium tanára domború segédtükröt helyezett a sugárkúpba, még a fókuszpont előtt, és az így megnyújtott sugárnyalábba a főtükör közepén fűrt lyukon vetítette ki.

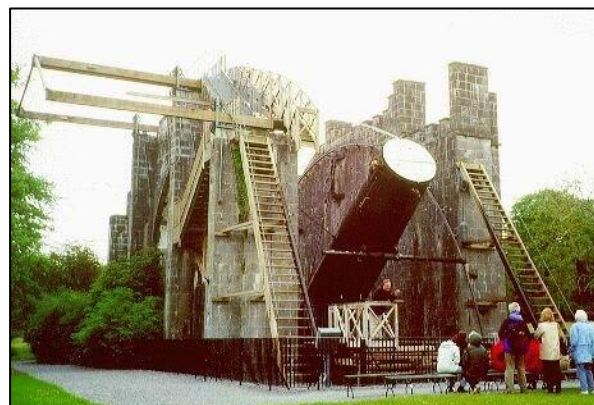
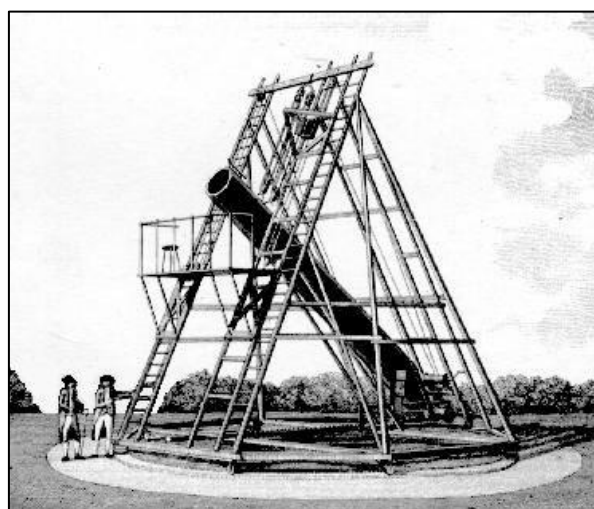
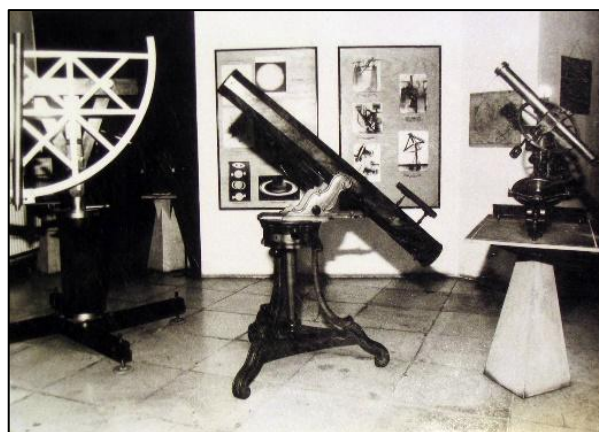


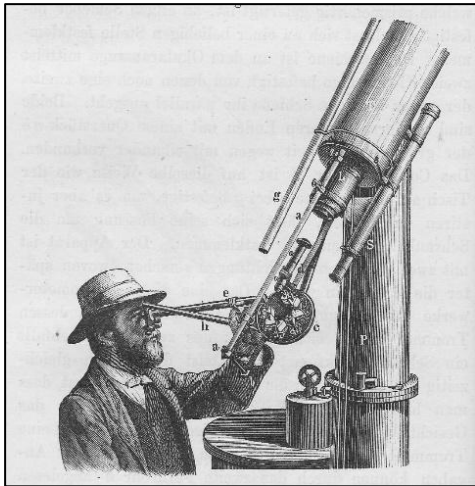
A tükrös távcső nagy előnye volt, hogy a képet nem rontja az színi (chromatikus) hiba. De nagyon érzékeny a homorú felület kialakításának hibájára. Nagyméretű, tiszta, átlátszó üveget sokáig nem sikerült előállítani. A fém-tükrök azonban nagy súlyúak voltak, és a visszaverő felületük hamar oxidálódott, elhomályosodott. A fém-tükrű távcsövek többnyire csak a beérkező sugárnyaláb 60-70 százalékát verték vissza. A csillagászok és optikusok ezért szívesebben használták a lencsés távcsöveket (refraktorokat). A 18. sz. végéig a nagyon pontos szögmérésekhez jóformán mindig lencsés távcsövet használtak, míg a nagyobb fénygyűjtő képességet igénylő megfigyelésekre a tükrös távcső bizonyult alkalmasnak. A reflektorok mechanikai szerelése ezért többnyire egyszerűbb, mai szemmel kevésbé szilárd volt a lencsés műszerekénél. A reflektorok alkalmazása főleg Angliában volt elterjedt, a legjobb tükrös távcsöveket James HADLEY, majd James SHORT készítették. Az 1700-as évek közepén általában 10-12 cm-es átmérőjű lencsés távcsövek és 15-25 cm-es nyílású reflektorok számítottak nagy teljesítményű távcsőnek.



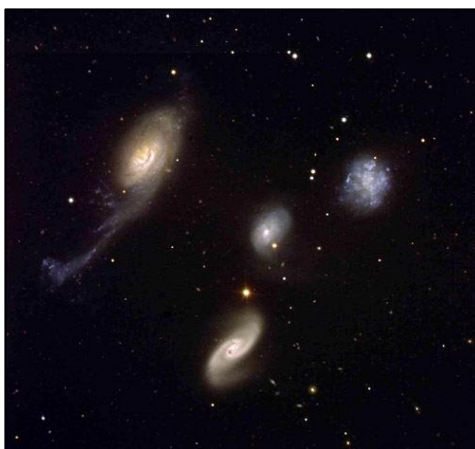
lektorok számítottak nagy teljesítményű távcsőnek.

Amikor 1758-ban az angol John DOLLOND (1706-1771) sikerült két különböző törésmutató üvegből összetett lencsével csökkenteni a chromtikus hibát, úgy látszott, hogy a refraktorok és reflektorok versenyében a lencse győztes. A refraktorok gyártásában a nagy előre lépést azonban a müncheni optikusok eredményei hozták meg az 1800-as évek elején. Pierre Louis GUINAND (1748-1824) sikerrel valósította meg a nagyméretű, jó átlátszóságú, homogén üvegtömbök készítését, és a München mellett egykori bencés-kolostor épületében 1800 körül üveggéyárat rendezett be. Az itt készült üvegekből a zseniális Joseph FRAUNHOFER (1787-1824) elméleti számításai és gyakorlati megoldása alapján az 1820-as évektől olyan színtelenítő lencsákat állíthattak elő, amelyek mind méretben, mind leképezésben felülmúlták az angliai gyártmányokat. Ezekhez a műszerekhez Georg von REICHENBACH (1772-1826) tervei alapján új megoldású, az angliai gyártmányoknál könnyebb, kényelmesebb és elegánsabb mechanikai szerelések készültek. A müncheni műhely iskolát teremtett a távcső optika és mechanika terén, amely egészen a 20. sz. elejéig uralta a műszer piacot. 1824-ben már 24 cm-es átmérőjű, jó képminőségű refraktort készítettek a dorpati csillagvizsgáló számára. FRAUNHOFER és REICHENBACH utóda, a MERZ és MAHLER műhely pedig 1840-ben a pulkovói obszervatórium számára elkészítette az akkori idők legnagyobb lencsés távcsövét, amelynek objektív átmérője már 38 cm volt.





Az egyre növekvő lencse-átmérővel, azok mind jobb képalkotásával szemben csak néhány valóban óriási fém-tükör állta a versenyt. Amíg azonban a lencses távcsöveket a 19. sz elejétől már iparszerűen, ilyen célra létesült műhelyek szinte sorozatban gyártották (pl. a müncheni MERZ, a hamburgi REPSOLD, vagy a párizsi SECRETAIN-műhely), a nagy reflektorok magán kezdeményezésként, egyéni kivitelezők gyártmányai voltak. A 18. sz. utolsó negyedétől az



Angliában letelepedett német Wilhelm F. HERSCHEL (1738-1822), és a Bréma melletti Lilienthal jegyzője, Hieronymus Johan SCHRÖTER (1745-1816) nagy távcsövei váltak világhírűvé. HERSCHEL elkészítette az addigi idők legnagyobb fémtükrű távcsövét, amelynek átmérője 122 cm volt. Ezek a monstrok, nem kis részt a fémtükrök jelentős súlya miatt, eléggé nehézkesek voltak. HERSCHEL azonban elmondhatta, hogy nagy tükrei révén „messzebb látott a mindenségben, mint bár ki más”.

A 19. sz. refraktorainak köszön-



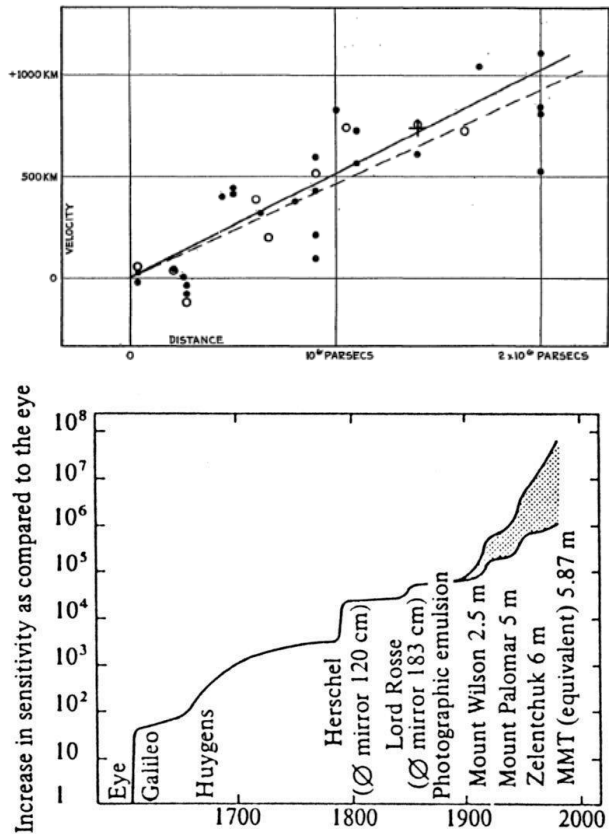
hetően egyre jobban megismerhetővé vált a csillag-városunk, a Tejútrendszer. Kitűnt, hogy a csillagok is mozognak a térben, majd sikerült a csillagok távolságának meghatározása. Számos csillagról megállapították, hogy valójában két vagy még több, egymás körül keringő égitestből álló rendszereket alkotnak.



Az óriás reflektorok készítésének 19. sz-i csúcsteljesítménye az ír Lord ROSSE (1800-1876) nyújtotta, aki az 1840-es években

nagyszabású tükörkészítő műhelyt rendezett be. Első kísérletein felbuzdulva előbb két 90 cm átmérőjű, majd a tapasztalatok alapján 1845-48 közt egy 182 cm-es nyílású reflektort, a „Leviathan”-t állította elő. A Leviathan 40 évig volt rendszeres használatban, és már új utat jelentett a csillagászati kutatásokban. A máig is legfontosabb eredményének tartott megfigyelés megmutatta, hogy egyes, elmosódottnak látszó ködös foltok spirális szerkezetűek. De ezzel a távcsővel sikerült először infravörös méréssel meghatározni a Hold hőmérsékletét, és lefényképezni az Orion nagy gáz-por ködének színeképét. Ugyan akkor azonban az is kitűnt, hogy a fém tükrök készítése terén nagyjából ennek a műszernek mérete képviseli a felső határt.

A reflektorok készítésében és tervezésében azonban nagy előrelépést jelentett az üveg tükör alkalmazása. Ezt az tette lehetővé, hogy Justus LIEBIG (1803-1873) az 1850-es években megoldotta a fémzüst kicsapatását üvegfelületre. Mivel az üveg alapanyag tömege csupán harmadrésze a hasonló méretű fém tükörnek, a reflektorok szerelése is egyszerűbbé, a műszerek könnyebben kezelhetővé váltak. Az első, jól használható üvegtükröket a francia Leon J. B.FOUCAULT (1819-1868) készítette el 1871-ben, és ettől kezdve az üvegtükrű reflektorok aránylag gyorsan elterjedtek világszerte.



A refraktorok és reflektorok versenyében azonban a lencsés távcsövek még nem maradtak felül. A refraktorok nagy előnye volt, hogy a látómezejük nagyobb volt, és a leképezés a látótér pereméig gyakorlatilag torzítástól mentes maradt. A tükrös távcsöveknél viszont jó, torzításmentes leképezést csak a látómező közepe körüli, viszonylag kis területen lehetett elérni. Ez a leképezési hiba vizuális észlelésnél még kevesebb gondot okozott, de az 1870-es évektől egyre inkább alkalmazott csillagászati fényképezésnél már károsan jelentkezett. Főleg a nagyobb kiterjedésű égbolt-részek fényképezésénél, pl. a fotografikus csillagtérképek felvételeinél a fotorefraktor, azaz asztrográf bizonyult használhatónak. A nagy látómezőt adó reflektorok szerkesztését csak a 20. sz-ban sikerült megoldani. Tény azonban az is, hogy kis látszó szögátmérőjű égitestek fényképezésére a reflektor alkalmasabbnak bizonyult.

A bemutatott tanulmány a Természet-, műszaki- és Gazdaságtudományok Alkalmazása 13. Nemzetközi Konferencián, 2015. május 16-án elhangzott előadás írásos kivonata.

A mellékelt képek leírásai az alábbiak:

1. Távcső a 17. sz-ban
2. Galilei egyik lencséje (1610)
3. Az Orion csillagkép puszta szemmel
4. Galilei rajza az Orion övének környékéről és a Fiastyúk nyílthalmazról.
5. Chr. Scheuner távcső szerelése 1620 k.
6. Hevelius óriás-távcsöve 1690 k.
7. Newton rajza a tükrös távcsövről
8. Egyszerű lencse színi hibája

9. *Kremsmünsteri Csillagda 1790*
10. *Akromatikus lencse*
11. *Egy 18. sz-i csillagvizsgáló berendezései*
12. *Altazimut (Ramsden, 1800)*
13. *Fraunhofer és Reichenbach nagy lencsés távcsöve 1824.*
14. *Herschel 20 lábas távcsöve*
15. *Rosse Lord 182 cm-es reflektora*
16. *Yerkes-refraktor*
17. *Lockyer a spektroszkóppal*
18. *Orion-köd rajz óriás távcsövön*
19. *Orion-köd fényképe*
20. *Mt. Wilson 254 cm-es reflektor 1907*
21. *Extragalaxisok*
22. *A fényérzékenység növekedése a szemtől a CCD-ig*
23. *Hubble-diagram*

CHANGES IN EXTREME CLIMATE PARAMETERS ON THE WESTERN PART OF THE CARPATHIAN BASIN SINCE 1950

Kovács, Erik, Puskás, János

*University of West Hungary Institute of Geography and Environmental Sciences
H-9700 Szombathely Károlyi Gáspár Square 4.
E-Mail: kovacs.erik@aol.com, pjanos@gmail.com*

ABSTRACT

In our study we write about those changes which have been taking place in extreme climate indices in the field of the Western part of the Carpathian Basin since 1950. We examined the changes in temperature and precipitation extremities in West Hungary (Zala, Vas, Győr-Moson-Sopron County), in “Austria’s Eastern Edge” (Burgenland Province), in North Croatia (Muraköz-Medimurje) and in North Slovenia (Muravidék-Prekmurje).

In total 27 climate and meteorological stations were used for the research, from which it can tell that each examined climate indicator shows a change.

In the field of the study area we could determine the most notable change in case of hot days, tropical nights, winter days, frost days, extremely frost days, heat waves, heavy and extremely heavy rainfall, in addition the growing season length and the maximum length of dry spell.

KEYWORDS

Climate change, extreme climate indices, Carpathian Basin

INTRODUCTION

Intensification of weather extremes is currently emerging as one of the most important facets of climate change (LUTERBACHER et al., 2004). Extreme weather and climate events, such as heat waves, droughts and severe precipitation events (e.g. extremely heavy rainfalls, flash floods, urban flooding, etc.), have received increasing attention in recent years, due to the often large impacts on society, ecosystems and economy (WRIGHT et al., 2012). Extreme events can impact, directly and indirectly, each sector of the society, economy (MAHMUD et al., 2012), moreover the terrestrial ecosystems (XIAO et al., 2009).

Various studies have examined the impacts of extreme climate indices on air quality and human health, agriculture and forestry, water demand, etc. (GÁLOS et al., 2011; KOZMA et al., 2014; PONGRÁCZ et al., 2014).

In Hungary, several extreme temperature and precipitation indices have experienced 27nt he27cant changes in the last decades (BARTHOLY et al., 2008).

In the Carpathian Basin, extreme high temperatures, heat waves, extreme high minimum temperatures have generally increased, while the occurrence of extreme cold temperature has generally decreased. Carpathian Basin has also experienced an increasing probability of intense precipitation events. With global warming, it is anticipated that extreme weather events, such as droughts (e.g. in the field of Great Hungarian Plain and Somogy, Tolna County) and floods (BUSSAY et al., 1999), flash floods, urban flooding will become more frequent, widespread and intense during the 21th century (STOTT, 2015).

Regional climate simulations generally project increases in the extreme climate parameters (LAKATOS et al., 2012). However, there is an existing level of disagreement between models for the magnitude and the sign of extreme temperature and precipitation events.

In this study, we present an analysis of recent past changes in extreme climate indices over the Western part of the Carpathian Basin.

MATERIAL AND METHODS

We used 27 meteorological stations to the research (Fig.1). Each station is calibrated. The obtained data were homogenized.



Fig.1 The study area and the meteorological stations (private stations: 1 Sopron wine growing area- Préház yard, 2 Horvátzsidány, 3 Lentihegy, 4 Lendva, 5 Csörnyeföld, 6 Letenye-Öreghegy, 7 Csáktornya, 8 Kistrécese, 9 Oberwart, 10 Güssing)

We investigated some temperature and precipitation extreme climate indices which determine the branches of economy, agriculture and ecosystems.

More dozen extreme climate indices are known but we examined just a fragment of these. These extreme parameters are: hot days ($T_{\max} > 30\text{ }^{\circ}\text{C}$), heat days ($T_{\max} > 35\text{ }^{\circ}\text{C}$), tropical nights ($T_{\min} > 20\text{ }^{\circ}\text{C}$), winter days ($T_{\max} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$), frost days ($T_{\min} < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$), extremely frost days ($T_{\min} < -10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$), heat waves, heavy and extremely heavy rainfall ($R_{\text{day}} > 10, 20, 30\text{ mm}$), in addition the growing season length (1st January to 31st December) and the maximum length of dry spell (maximum number of consecutive days with $RR < 1\text{mm}$).

In case of the climatological growing season length were examined the grapes (*Vitis Vinifera L.* and *Vitis sylvestris L.*), the walnut trees (*Juglans L.*) and the apple trees (*Malus domestica L.*).

The obtained data were statistically cleaned and each parameter was compared the last two 30-30 years long period (1951-1980 and 1981-2010) to each other.

RESULTS

CHANGE IN EXTREME TEMPERATURE INDICES

Among the examined temperature indices changed significantly the number of hot days, heat days, heat waves, frost days, extremely frost days in the period 1981-2010. The other parameters did not change significantly but we can analyze in case of those a change too.

The most perceptible change occurred in the summer, when the number of hot and heat days increased nearly 150-200 % (Fig.2).

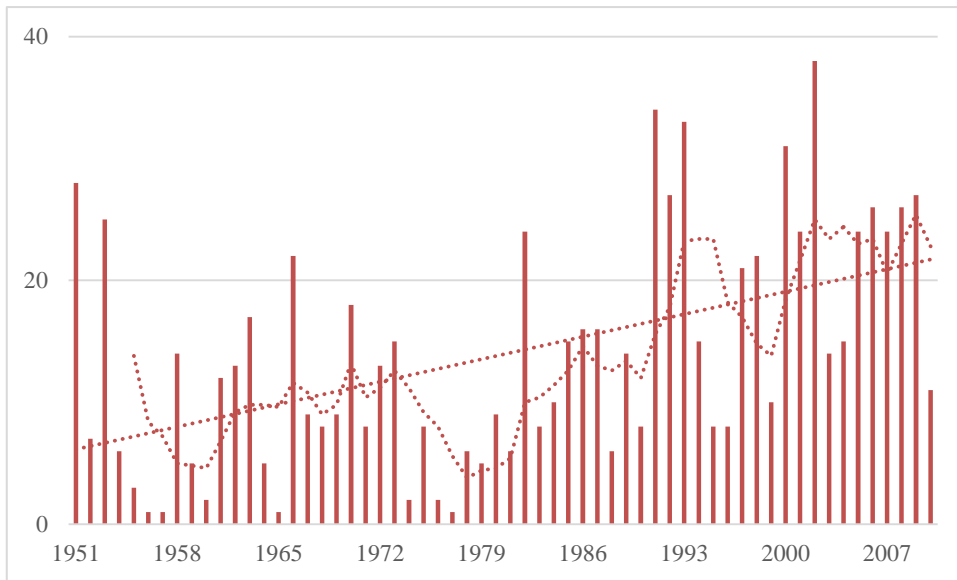


Fig.2 Change in hot days in the investigated area (homogenized and interpolated data)

This area of the Carpathian Basin was not endangered by heat waves (as a period of at least 3 consecutive days of which period the average daily temperature exceeds 25 °C) in the period 1951-1980 (all in all 7 years were occurred heat waves in the period 1951-1980), contrast between 1981 and 2010 this number was 19, the fewest heat waves were observed in Burgenland and the Western part of Győr-Moson-Sopron county, the most occurred in South Prekmurje and the Eastern part of Zala county above 20 years.

Heat waves may cause crop failures (e.g. in 2003, 2011 and 2012), death of people from hyperthermia and often droughts but in the investigated region it is not so specific than in the Great Hungarian Plain.

A significantly change is discernible in the number of frost days.

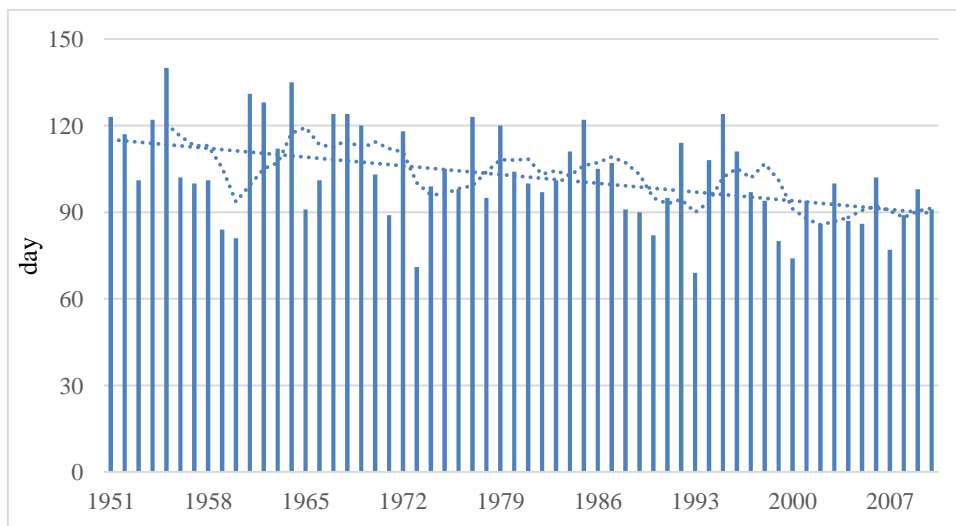


Fig.3 Change in frost days in the investigated area (homogenized and interpolated data)

In the winter the number of frost days decreased by 25-30 % in the period 1981-2010. The average number of frost days was 108 per year in the period 1951-1980, this decreased under 90 days/year over the period 1981-2010. It is interesting that the number of early spring frost

days increased by 5-6 % in April and May which may often cause damages in the orchards mainly in the field of Southern part of Vas County and Zala County. Forasmuch a big part of the study region consist of Hills and Mountains, therefore justhe lower areas are endangered from early spring frosts.

Recent observed warming on the Western part of the Carpathian basin has resulted in a decrease in the number ofextremely frost days, an earlier date of the last-spring freeze, a later average date of the first-fall frost, and a lengthening of the frost-free season for the 1981-2010 period.

CHANGE IN EXTREME PRECIPITATION PARAMETERS

The precipitation is a space and time variable climatic parameter in the Carpathian Basin (Lakatos et al., 2012), so we had to homogenize and interpolate the data.

Change in extreme precipitation climate parameters is not so unequivocal than in case of temperature indices.

During the studied period it can see a significant change in extremely and extremely rainfall, the other examined parameters have not changed significantly.

30nt he study area is not a frequent phenomenon the drought neither during the recent past nor now but the number of dry days ($R_{day} < 1$ mm) has increased (by 6-7 %) 30nt he last 30 years.

The number of high precipitation days was in average 16 in the period 1951-1980 and it was 18 between 1981 and 2010. From this we can conclude that although the amount of annual precipitation has decreased in the study area, nevertheless the number of the extreme indices ($R_{day} > 10$ mm, $R_{day} > 20$ mm) has significantly increased and the number of those days has decreased when during 24 hours at least 30 mm precipitation ($R_{day} > 30$ mm) fell (Fig.4, Fig.5)

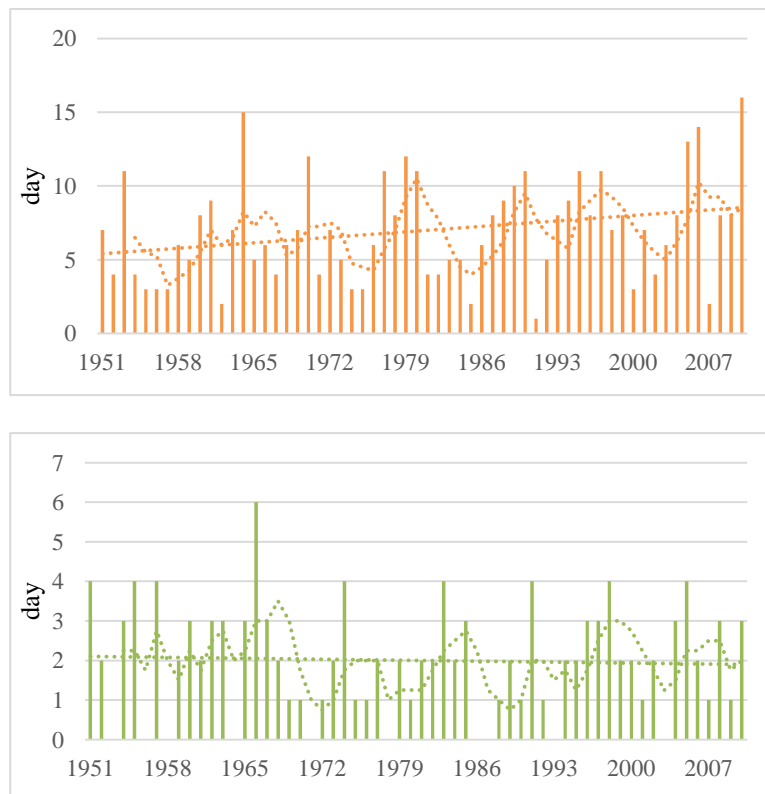


Fig.4 Increase in extremely heavy rainfall ($R_{day} > 20$ mm) in the study area
 Fig. 5 Decrease in extremely heavy rainfall ($R_{day} > 30$ mm) in the study area
 (homogenized and interpolated data)

This is due to the large part of the precipitation is more and more frequently convective origin precipitation (heavy rain, thunderstorm) in the period between May and October.

CHANGE AND SHIFT IN THE “CLIMATOLOGICAL” GROWING SEASON LENGTH

Over the 20th century, the regional (Western part of the Carpathian Basin) average surface temperature has increased by 0.9-1.1 °C and is projected to increase by 1.4–5.8 °C over the period 2020-2100 (IPCC, 2007; IPCC, 2013).

An increasing number of studies have reported on shifts in timing and length of the growing season, based on 31nt he31gical, satellite and climatological studies (LINDERHOLM, 2006). The evidence points to a lengthening of the growing season of roughly 10–20 days in the last few decades, where an earlier onset of the start is most prominent (KRAMER et al., 2000).

The climatological growing season can be viewed as the entire period in which growth can theoretically take place, and should be distinguished from the growing “period”, which is the period of actual growth (CARTER, 1998).

Climatological growing season length is the period between the date of the last spring freeze and first autumn freeze (ROBESON, 2002), where the frost may be determined by thresholds of daily minimum temperatures. It is a theoretical definition which takes place differently in case of each plant.

By the results of our investigation the growing season is in a moderate relation to seasonal temperatures.

We compared the climatological growing season length in the Western part of the Carpathian Basin for two 30 year periods, where 1951–1980 was cold and 1981–2010 was much warmer.

We found that the average growing season length had been a little shorter during 1981-2010 than in the period 1951-1980. This change may occur because of warmer springs and autumn.

We found an unimportant correlation ($r= 0.33$) between the duration of the growing season and the number of degree-days above 0 °C, a moderate correlation ($r=0.52$) is when the threshold temperature is 5 °C. Consequently, a longer growing season does not automatically refer to an increased number of warmer days.

We examined those years when during the growing season (generally from April to November) occurred at least two times heat waves, what a strong correlation are the length of growing season and the extreme temperatures. The two data sets have not been in relation but we can read in more specialized researches and literatures (e.g. JONES et al., 2002) that there is greater or lesser relation between the extreme heat waves and the change in growing season length.

Thereafter we investigated the monthly rainfall in September and October and we found a moderate correlation ($r=0.59$, $p < 0.05$) between the monthly rainfall and the start time of the mass fall of foliage of plants.

In those years when in September and October had fallen much less (at least -25 %) rainfall than the 100-year average, the plants had lost their foliage by 7 days earlier, especially the grapes had lost their foliage quickly (11 days earlier than the average).

DISCUSSION

As it can see, in the investigated extreme climate indices we can observe some changes. Changes in extreme derived temperature indices have been become more dynamic and in some extreme precipitation parameters as well. This climate modification has a lot of visible signs in society and ecosystems.

ACKNOWLEDGEMENT

‘Talentum workshop’ – For the science and talent at the University of West Hungary TÁMOP 4.2.2.B-15/1/Konv.-2015-0005.

This research was supported by the European Union and the State of Hungary, co-financed by the European Social Fund in the framework of TÁMOP-4.2.4.A/ 2-11/1-2012-0001 ‘National Excellence Program’.

REFERENCES

- Bartholy, J., Pongrácz, R., Torma, Cs., Pieczka, I., Kardos, P., Hunyady, A. (2008): Analysis of regional climate change modeling experiments for the Carpathian basin. *International Journal of Global Warming* 1, 238-252.
- Bussay, A., Szinell, Cs., Szentimrey, T. (1999): Az aszály magyarországi előfordulásainak vizsgálata és mérhetősége. *Éghajlati és agrometeorológiai tanulmányok* 7, Országos Meteorológiai Szolgálat
- Carter, T.R. (1998): Changes in the thermal growing season in Nordic countries during the past century and prospects for the future. *Agricultural Food Science Finland* 7: 161–179.
- Gálos, B., Jacob, D., Mátyás, Cs. (2011): Effects of simulated forest cover change on projected climate change – a case study of Hungary. *Acta Silvatica and Lignaria Hungarica* 7: 49-62.
- IPCC (2007): *Climate Change 2007. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland
- IPCC (2013): *Climate change 2013. The physical science basis. Working Group I contribution to the Fifth Assessment Report of the International Panel on Climate Change. Genf*
- Jones, P.D., Briffa, K.R., Osborn, T.J., Moberg, A., Bergstrom, H. (2002): Relationships between circulation strength and the variability of growing-season and cold-season climate in northern and central Europe. *The Holocene* 12: 643–656.
- Kozma, K., Puskás, J., Drégelyi-Kiss, Á. (2014): The changes in precipitation during 124 years and its influences on the physical conditions of Hernád River. *Applied Ecology and Environmental Research* 12 (2): 523-536.
- Kramer, K., Leinonen, I., Loustau, D., (2000): The importance of phenology for the evaluation of impact of climate change on growth of boreal, temperate and Mediterranean forests ecosystems: an overview. *International Journal of Biometeorology* 44: 67–75.
- Lakatos, M., Szépszó, G., Bihari, Z., Krüzselyi, I., Szabó, P. (2012): *Éghajlati szélsőségek változásai Magyarországon: közelmúlt és jövő. HREX jelentés, OMSZ*
- Linderholm, H.W. (2006): Growing season changes in the last century. *Agricultural and Forest Meteorology* 137: 1-14.
- Luterbacher, J., Dietrich, D., Xoplaki, E. (2004): European seasonal and annual temperature variability, trends, and extremes since 1500. *Science* 303: 1499–1503.
- Mahmud, A., Hixson, M., Kleeman, M. (2012): Quantifying population exposure to airborne particulate matter during extreme events in California due to climate change. *Atmospheric Chemistry and Physics* 12: 7453–7463.
- Pongrácz, R., Bartholy, J., Kis, A. (2014): Estimation of future precipitation conditions for Hungary with special focus on dry periods. *Időjárás/Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service* 118 (4): 305-321.
- Robeson, S. M. (2002): Increasing growing-season length in Illinois during the 20th century. *Climatic Change* 52: 219–238.
- Stott, P. (2015): Weather risks in a warming world. *Nature Climate Change* 27 April 2015, doi: 10.1038/nclimate2640
- Wright, L., Chinowsky, P., Strzepek, K., Jones, R., Streeter, R., Smith, J., Mayotte, J., Powell, A., Jantasami, A., Perkins, W. (2012): Estimated effects of climate change on flood vulnerability of U.S. Bridges. *Mitig. Adapt. Strat. Global Change* 17 (8): 939–955.

Xiao, J., Zhuang, Q., Liang, E., Shao, X., McGuire, A., Moody, A., Kicklighter, D., Melillo, J. (2009): Twentieth-Century Droughts and Their Impacts on Terrestrial Carbon Cycling in China. *Earth Interactions* 13 (10): 1–31.

A VEGETÁCIÓ SZEREPE A BUDAPEST-HEGYVIDÉK VÁROSI HŐSZIGET JELENSÉGÉBEN

Fricke Cathy¹, Pongrácz Rita², Dezső Zsuzsanna³, Bartholy Judit⁴

*Eötvös Loránd Tudományegyetem, Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest,
Pázmány Péter sétány 1/A, email: 1.frcsaat@caesar.elte.hu, 2.prita@nimbus.elte.hu,
3.tante@nimbus.elte.hu, 4.bartholy@caesar.elte.hu*

Összefoglalás

Budapest XII. kerülete ideális helyszínül szolgál a vegetáció és a domborzati viszonyok városi hőszigetre gyakorolt hatásainak megfigyelésére. Termikus elemzéseink során a MODIS szenzor felszínhőmérsékleti adatait és az ebből származtatott hősziget-intenzitási értékeket használtuk fel. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a növényzet, illetve a domborzat hősziget-módosító hatásai a tavaszi-nyári időszak nappali óráiban a legszembetűnőbbek.

Kulcsszók: felszínhőmérséklet, városklíma, hősziget intenzitás, MODIS szenzor, domborzat

Bevezetés

A városi hősziget egy olyan mezoskálájú éghajlati rendszer, melyet a városi környezet által keltett helyi, illetve mikroklimatikus hatások összessége határoz meg; és több szempontból eltérést mutat a várost körülvevő makroskálájú környezet éghajlati viszonyaihoz képest (Probáld, 1974). A mezoklíma ilyen jellegű módosulását az adott térségre jellemző energia-egyenleg összetevőinek lokális megváltozása idézi elő, mely hatással van a különböző klímaparaméterek – így például a felszínhőmérséklet – alakulására. A városi hősziget vizsgálatához kezdetben csak állomási mérések álltak rendelkezésre, majd a műholdas távérzékelés elterjedésével lehetővé vált a városok termikus jellemzőinek átfogó vizsgálata is. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem látymányosi kampuszán 2002-ben létesített műholdvevő állomás nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a Meteorológiai Tanszék is ilyen műholdas méréseken alapuló városklíma-kutatásokat végezzen (Kern et al., 2005).

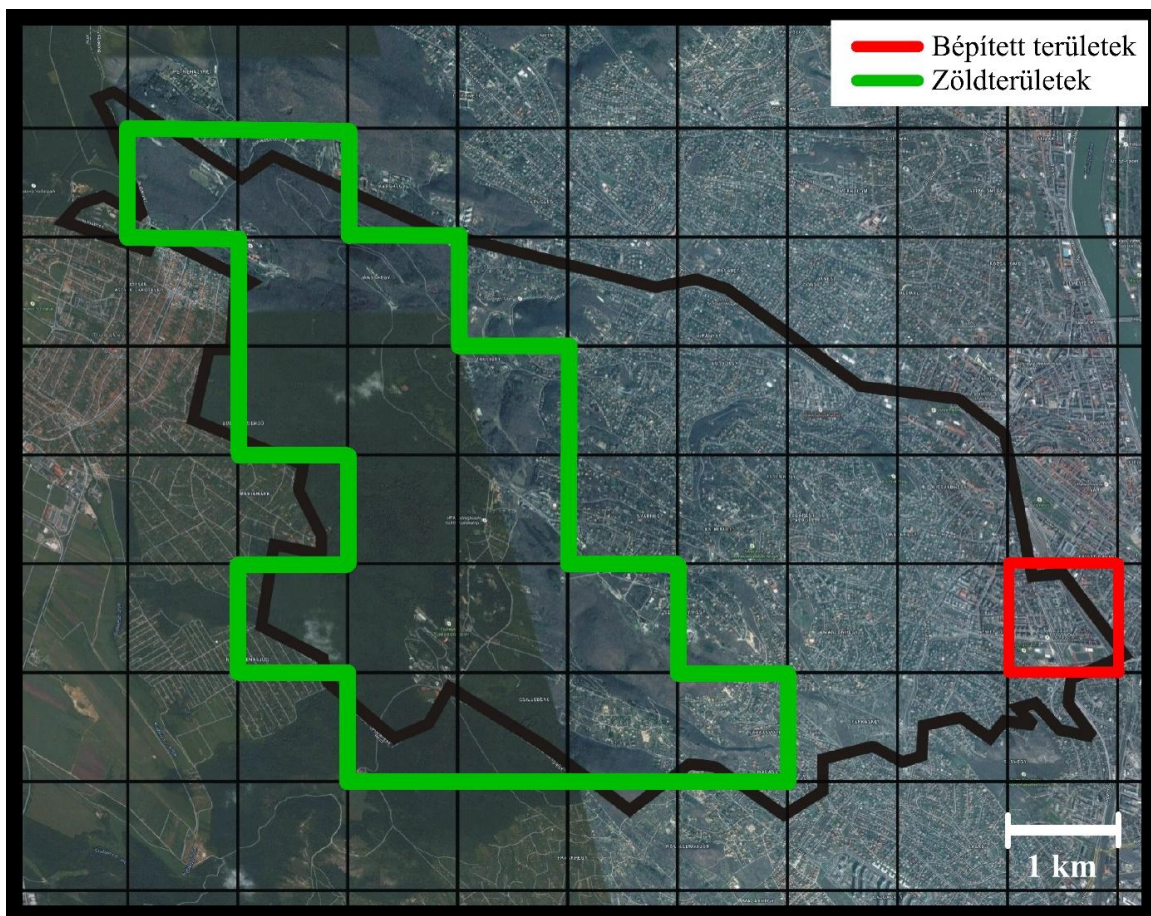
A műholdas adatok segítségével Közép-Európa nagyvárosairól (Pongrácz et al, 2010), illetve Magyarország tíz legnagyobb városáról (Dezső et al., 2005), köztük Budapestről (Dezső et al, 2012; Pongrácz et al., 2006) is születtek a városi hősziget szerkezetét kutató tanulmányok. Jelen vizsgálatunkat Budapest XII. kerületére szűkítettük le, amely sajátos szerepet tölt be fővárosunk éghajlatában. A kerület jelentős részét képezik a Budai-hegyvidék fővárosba ékelődő vonulatai, amelyet összefüggő erdőség borít. A kerületben a növényzet mellett a domborzati viszonyok éghajlatra gyakorolt hatása is számottevő, így ideális helyszínt nyújt a klímamódosító hatások tanulmányozására. A városökológiai szempontból kiemelkedő jelentőséggel bíró erdős területek – amellet, hogy kirándulók kedvelt célpontja – kedvező feltételeket nyújtottak kórházak és szanatóriumok létesítésére. Az erdővel borított hegyvonulatok a hegy-völgyi légáramláson keresztül a főváros légcseréjéhez is jelentősen hozzájárulnak.

Adatok és módszerek

A XII. kerület városklimatológiai elemzéséhez az amerikai NASA által 1999-ben, illetve 2002-ben pályára állított Terra és Aqua kvázipoláris kutató műholdakon elhelyezett MODIS szenzor felszínhőmérsékleti adatait és az ebből származtatott hősziget intenzitási értékeket használtuk fel. A hősziget intenzitás értéke a korábbi kutatásokban alkalmazott módszer alapján (Dezső et al., 2012) a városi képpontok felszínhőmérsékletének és a városkör-

nyéki átlagos felszínhőmérsékletnek a különbsége. A műholdas megfigyelésekből 2001 és 2002 során még csak napi kettő – délelőtt és este –, 2003 és 2013 között már potenciálisan napi négy – délelőtt, délután, este és hajnalban készült – mérés állt rendelkezésünkre. Az erre az időszakra vonatkozó felszínhőmérsékleti és intenzitási értékek havi átlagolásával tanulmányozni tudtuk a XII. kerület hőszigetének és az azt módosító hatásoknak a térbeli és időbeli változását.

Vizsgálataink során először lehatároltuk a kerülethez tartozó $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ -es rácscellákat, majd a Google Earth nagyfelbontású műholdképekei alapján meghatároztuk a kerületen belül az összehasonlítani kívánt, különböző felszínpushoz tartozó kategóriákat: a beépített-, illetve a zöldterületeket (1. ábra). A sűrűn beépített területekhez a keskeny utcákkal tagolt, több szintes épületekből álló belvárosi részt soroltuk, ahol rendkívül alacsony a növényzettel borítottság aránya. A zöldterületek kategóriájába az olyan összefüggő növényzettel rendelkező területek tartoznak, mint a külterületi rétek, illetve összefüggő erdőségek.



1. ábra: A XII. kerület megjelenése a Google Earth műholdképen, s az ez alapján a MODIS –rácsra definiált beépített és zöldterületek elhelyezkedése

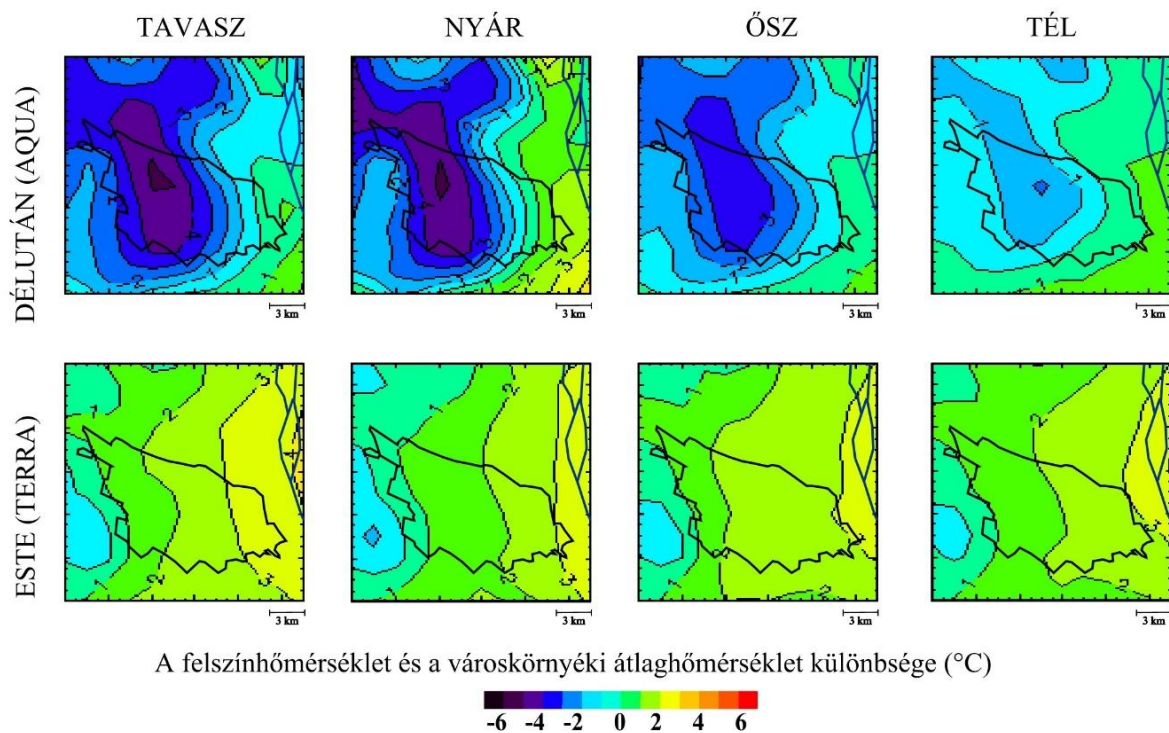
Eredmények

A műholdas mérések lehetővé teszik a felszínhőmérsékleten alapuló hősziget térbeli szerkezetének és időbeli változásának részletes elemzését. A hősziget XII. kerületen belüli átlagos évszakos térbeli eloszlását a 2. ábra illusztrálja. A budapesti hősziget magja a pesti oldalon helyezkedik el. Így a kerületben a hősziget városperem felé fokozatosan gyengülő intenzitását figyelhetjük meg, melyhez részben hozzájárul még a domborzat hatása és a zöldterületek nagyobb aránya. A tavaszi-nyári délutáni időszakot tekintve a Budai-hegység erdő-

vel borított, hidegebb felszínhőmérsékleti régiói – melyek még a városkörnyéki átlaghőmérsékletnél is átlagosan 4-5 °C-kal hidegebbek – erőteljesen kirajzolódnak. Ebben az időszakban a kerületen belül a városi és a hegyvidéki jellegű területek között 8 °C átlagos hőmérsékletkülönbség is kialakulhat.

Az éjszakai órákban a hősziget szerkezete jelentősen eltér a nappalitól. A hajnali és késő esti műholdmérésekből származtatott térképek jóval kisebb mértékű éven belül ingadozást mutatnak. Ezek közül az általánosan kisebb különbségeket figyelembe véve a legnagyobb átlagos hősziget-intenzitás – mely meghaladja a 3 °C-ot – az esti órákban figyelhető meg a tavaszi hónapokban.

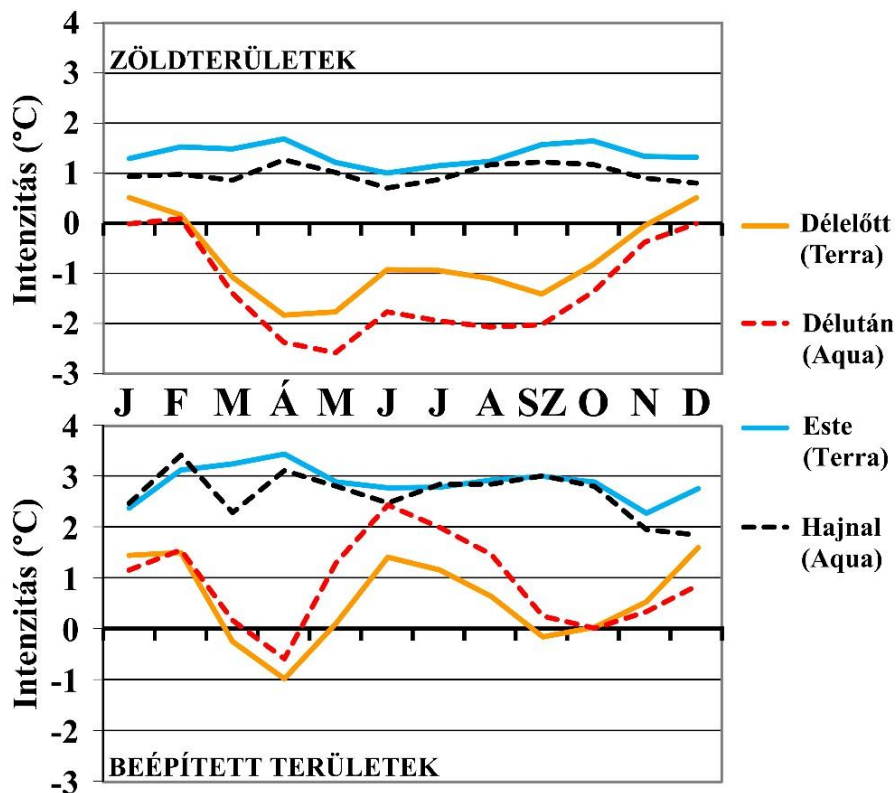
Egész évre jellemző, hogy a nappali órákban a kerület általában hűvösebb a városkörnyéki területeknél, az éjszakai órákban viszont pozitív (kb. 2 °C-os) hőmérsékleti anomália észlelhető, vagyis a Budai-hegyek melegebbek a városkörnyékhez viszonyítva.



A felszínhőmérséklet és a városkörnyéki átlaghőmérséklet különbsége (°C)

2. ábra: A városi hősziget átlagos évszakos szerkezete a XII. kerületben a Terra/MODIS 2001-2013, és az Aqua/MODIS 2003-2013 időszakra vonatkozó felszínhőmérsékleti mérései alapján

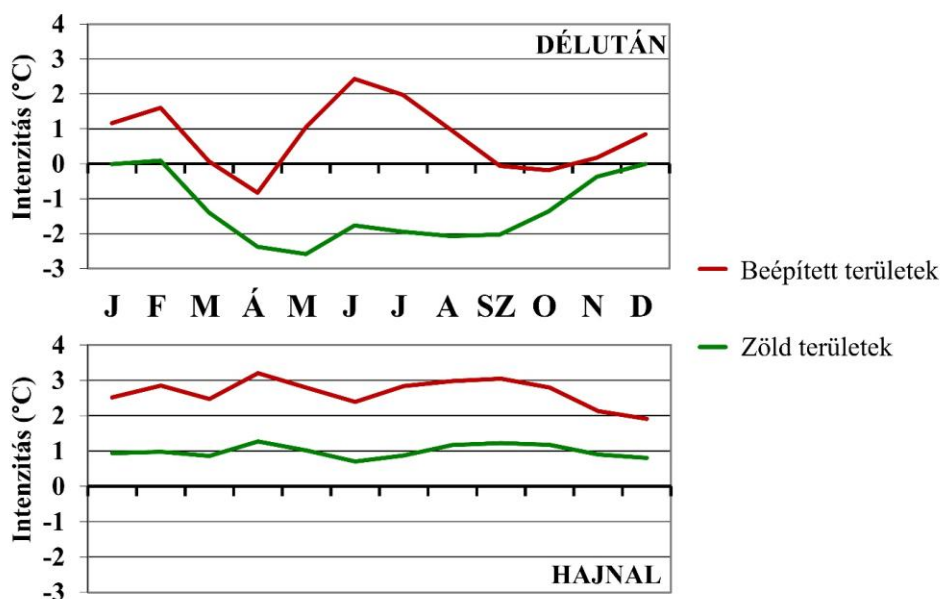
A beépített területeken a délutáni órák hősziget-intenzitásának maximuma (2,5 °C) nyáron (júniusban) jelentkezik a városi területeken (3. ábra), amely a fokozottabb rövidhullámú besugárzással hozható kapcsolatba. A júniusi maximum mellett a nappali görbék éves menetét tekintve egy második, alacsonyabb (1,5 °C) mértékű maximum is megfigyelhető februárban. Ebben a hónapban a hajnali órákban mért intenzitásokra is az átlagértékhez képest magasabb anomáliaérték jellemző. A beépített területeken a nappali átlagos intenzitást tekintve áprilisban és az őszi hónapokban (szeptember, október) városi hőtöbblet nem figyelhető meg, sőt áprilisban a felszínhőmérséklet átlagosan 1 °C-kal hűvösebb a városkörnyéki átlaghőmérsékletnél. A beépített területeken egész évben 3 °C körüli intenzitás volt jellemző az esti órákban.



3. ábra: A beépített és zöldterületek átlagos hősziget-intenzitásainak jellemző éves menete a különböző napszakokban

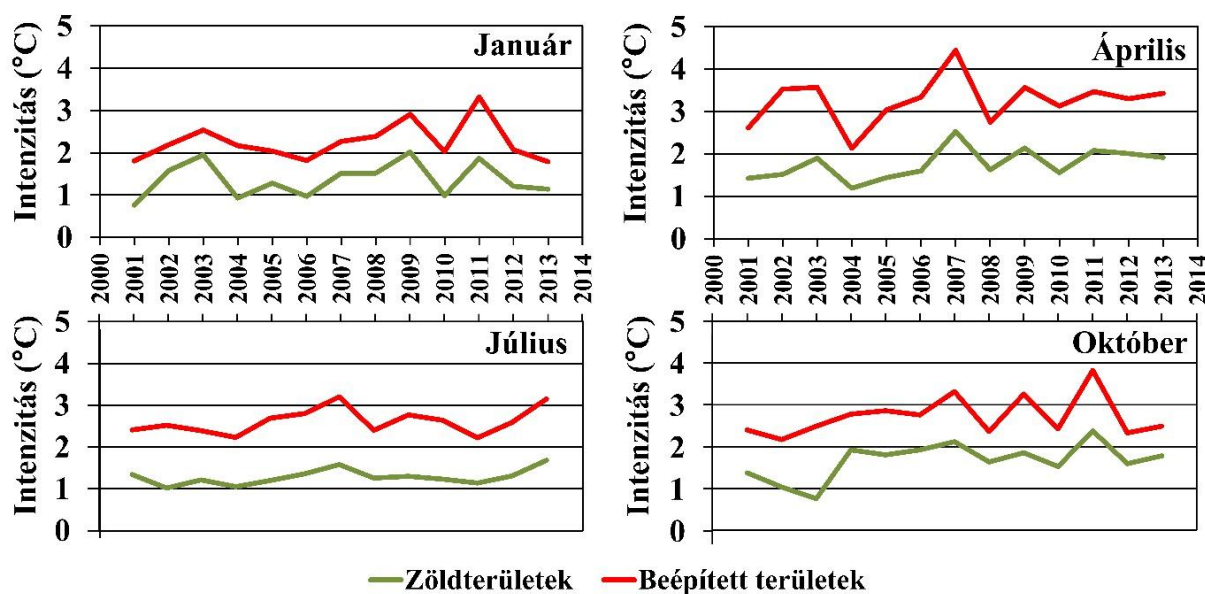
A zöldterületek nappal mért átlagos intenzitásának éves menetében májusi minimum látható (4. ábra). Ezt követően a nyári hónapokban – a beépített területekkel szemben – nem figyelhető meg jelentős intenzitás-növekedés. Tehát a beépített területekhez képest egész évben jóval gyengébb intenzitás figyelhető meg, ami arra vezethető vissza, hogy az év jelentős részében a látens hőáram játszik fontos szerepet a terület energia-kicszerélődési folyamataiban. A zöldterületeken a nappali órákban mért átlagos intenzitás értékei télen a legmagasabbak – ekkor nem negatív a hősziget-intenzitás. Ez azzal magyarázható, hogy télen, amikor a talaj fagyott vagy hóval borított, az energiaegyenleg összes összetevője szenzibilis hővé alakul át, amely hővezetéssel a fákat vagy konvekcióval a légkört melegíti (Unger és Sümeghy, 2002). Az éjszakai órákban végzett mérésekből meghatározott hősziget hatás évi ingadozása a nappalihoz képest jóval kisebb mértékű. Ennek oka, hogy az ehhez a napszakhoz tartozó sugárzási egyenleget csak a bejövő és a kimenő hosszuhullámú sugárzás határozza meg, mely nem olyan változékony, mint a rövidhullámú sugárzás. Ezért éjjel a felszínhőmérsékleti görbék amplitúdója is gyengébb.

Az esti órákban mért intenzitások általában meghaladják a hajnali órákét, ám a különbség csekély, nem haladja meg a 0,5 °C-ot. Az éjszakai órákban mért intenzitásértékek a kerület egészére vonatkozóan jóval meghaladták a nappali intenzitásokat. A két napszakra vonatkozó intenzitások legnagyobb eltérése – mely a 3 °C-ot is meghaladta – áprilisban volt megfigyelhető.



4. ábra: Beépített és zöldterületek havi átlagos hősziget-intenzitásainak jellemző éves menete 2003-2013 időszakban Aqua/MODIS mérések alapján

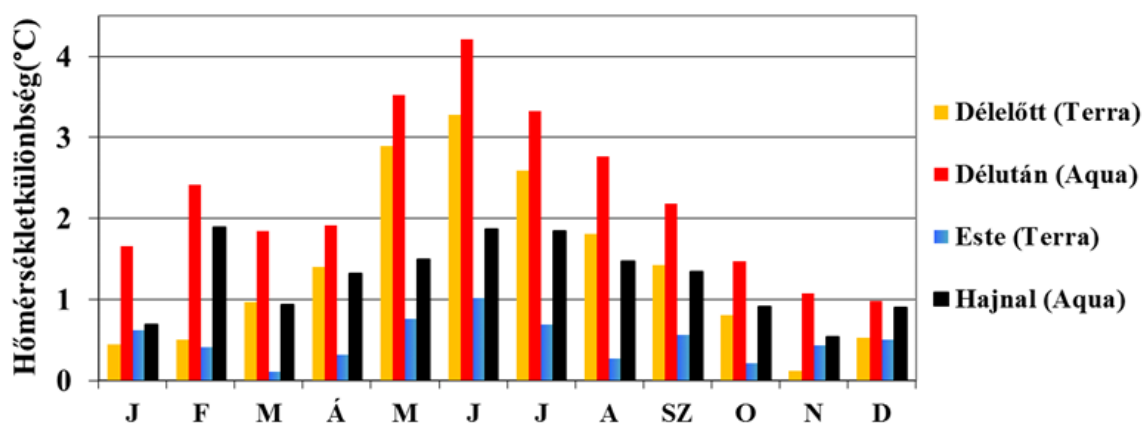
A beépített és az erdős területek átlagos intenzitásai közötti legnagyobb különbség nyáron a délutáni órákban látható, ekkor kb. 4 °C eltérés volt tapasztalható. A zöld területeken a délelőtti intenzitás átlagos értékei 1 °C-kal meghaladták a délutáni átlagos intenzitást, a beépített területen pedig fordított volt a helyzet. Ez részben azzal magyarázható, hogy az erdős területek felmelegedésének az alacsonyabb szögben beérkező rövidhullámú sugárzás, míg a nagyobb beépítettségű városi területeken az összetett, akadályt képező objektumok miatt a felszínhőmérséklet emelkedésének a magasabb napállás kedvez. A kapott eredmények egyben azt is jelzik, hogy a rövidhullámú besugárzás növekedésével arányosan növekszik a vegetáció mérséklő, illetve a beépített területek városi hőszigetet erősítő hatása.



5. ábra: Beépített és zöld területek esti hősziget-intenzitása Terra/MODIS mérések alapján

Az eddigiek alapján látható, hogy a beépített és az erdővel borított területek felszínhőmérsékleti intenzitásai a vizsgált napszaktól függően különböző erősségűek lehetnek. Az 5. ábrán e két terület esti intenzitásainak teljes 2001-2013 időszakra vonatkozó idősorait az évszakok középső hónapjaira jelenítettük meg. Az esti intenzitások értékeit vizsgálva megállapítható, hogy a legtöbb hónapban a beépített és a zöld területek görbéi közel párhuzamosan futnak, tehát az évek során közel azonos intenzitás-különbség tapasztalható a két terület között. A tavaszi-nyári időszakban ez mintegy 2 °C-os, míg az őszi hónapokban kb. 1-1,5 °C-os eltérést jelent.

Vizsgálataink során a domborzati hatások megjelenését is elemeztük. Ehhez. a zöld területi osztályba sorolt rácscellák közül kiválasztottunk egy magasabban (424 m) és egy alacsonyabban fekvő (171 m) rácscellát, melyek összehasonlításával a domborzati viszonyok hatását értékeltük. A két cella felszínhőmérsékleti értékeinek átlagos különbségét összegző 6. ábra alapján megállapítható, hogy a legnagyobb eltérés leginkább a délutáni órákra jellemző.



6. ábra: Hegytetőn (424m), illetve völgyben (171m) felvő cellák átlagos havi felszínhőmérsékletének különbségei a zöld területeken a különböző napszakokban

Emellett a délelőtti órákban is viszonylag nagy átlagos felszínhőmérsékleti eltérések tapasztalhatók. Tehát a különbségek a rövidhullámú besugárzás változásával állnak szoros kapcsolatban. Jelentős eltérés (3-4 °C) leginkább a májustól júliusig tartó nyár eleji időszakban mutatható ki. Megfigyelhető továbbá, hogy a hajnali és a délutáni órákban detektálható átlagos felszínhőmérséklet-különbség mintegy 1-1,5 °C-kal nagyobb, mint a kora esti és a délelőtti órákban.

Összegzés

Vizsgálataink során az Aqua és Terra műholdon elhelyezett MODIS szenzorral végzett mérésekből származtatott felszínhőmérsékleti adatokat felhasználva termikus elemzést készítettünk Budapest tüdejének méltán nevezhető kerületről, a Hegyvidékről. A Google Earth finomfelbontású műholdképei segítségével elhatároltuk a kerületen belül különböző sajátosságokkal rendelkező, összehasonlítani kívánt beépített és zöldterületeket. A különböző sugárzási tulajdonságokkal rendelkező területeken leginkább a vegetáció, illetve a domborzati viszonyok hatása volt szembetűnő. Elemzéseink során kapott eredményeink alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

- A Budai-hegyvidék hűvösebb területei és a beépített területek tavaszi-nyári időszak nappali óráiban mért átlagos intenzitási értékei között akár 8 °C különbség is megfigyelhető volt. A kerületen belüli jelentős anomáliaértéket az eredményezi, hogy a

hegyvidéki területek felszínhőmérséklete a városkörnyéki átlaghőmérsékletnél is alacsonyabb, míg a beépített területek felszínhőmérsékletében a városi területekre jellemző hőtöbblet észlelhető.

- A kerület hősziget-intenzitásának napszakoktól függő változását vizsgálva megállapítható, hogy a nappali órákban a kerület jelentős erdős részére negatív, illetve az éjszakai órákban pozitív intenzitási értékek jellemzők.
- Az átlagos nappali intenzitás havi átlagainak éves menetét tekintve a beépített területeken júniusi maximum (2,5 °C) volt megfigyelhető. Ezzel szemben az erdős területeken az eltérő energiaegyenlegről adódóan a májusi minimumot követően egész év folyamán a beépített területekhez képest jóval alacsonyabban alakult az egyes hónapok átlagos intenzitása. Az erdős és a beépített területek átlagos intenzitása közötti különbség a nyári hónapok nappali időszakában volt a legnagyobb (4 °C).
- Az eltérő tengerszint feletti magasságú területek átlagos felszínhőmérsékletének különbségeit vizsgálva, a jelentősebb domborzati hatás a délutáni órákban, leginkább májustól júliusig (3-4 °C) volt tapasztalható.
- Az alacsonyabban fekvő területek havi átlagos hősziget-intenzitásai általában pozitív értéket vettek fel, míg a magasabban fekvő területek felszínhőmérséklete minden évben alacsonyabb volt a városkörnyéki átlaghőmérsékletnél.

Köszönetnyilvánítás. A műholdas felszínhőmérsékleti adatbázis előállítására és rendelkezésre bocsátására az amerikai NASA-nak köszönhető, melyhez a Földfelszíni Megfigyelőrendszer Adatközpontján keresztül jutottunk hozzá. A dolgozat keretében végzett kutatásokat támogatta az AGRÁRKLIMA2 projekt (VKSZ_12-1-2013-0001), az OTKA K-109109 számú kutatás és az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja.

Irodalomjegyzék

- Dezső Zs., Bartholy J., Pongrácz R., 2005: Satellite-based analysis of the urban heat island effect. *Időjárás*, 109, 217–232.
- Dezső Zs., Bartholy J., Pongrácz R., Lelovics E., 2012: Városi hősziget vizsgálatok műholdas és állomási mérések alapján. *Légekör*, 57, 170-173.
- Kern A., Bartholy J., Pongrácz R., 2005: Az ELTE Környezetfizikai Tanszékcsoporthoz műhold-vevő állomása. *Légekör*, 50, 18-21.
- Pongrácz R., Bartholy J., Dezső Zs., 2006: Remotely sensed thermal information applied to urban climate analysis. *Advances in Space Research*, 37, 2191-2196.
- Pongrácz R., Bartholy J., Dezső Zs., 2010: Application of remotely sensed thermal information to urban climatology of Central European cities. *Physics and Chemistry of Earth*, 35, 95–99.
- Probáld F., 1974: Budapest városklímája. Akadémiai Kiadó, Budapest. 126p.
- Unger J., Sümegehy Z., 2002: Környezeti klimatológia. Szegedi Tudományegyetem, Éghajlat-tani és Tájföldrajzi Tanszék, Szeged. 202p.

OBJECTIVE WEATHER TYPES AND APPLICATIONS WITH SPECIAL EMPHASIS ON SZOMBATHELY

Mika, János¹, Rázi, András¹, Puskás, János², Wypych, Agnieszka³, Ustrnul, Zbigniew³

¹*Eszterházy Károly University of Applied Sciences, Eger, Hungary, E-mail: mikaj@ektf.hu*

²*University of West Hungary, Szombathely, Hungary, E-mail: pjanos@gmail.com*

³*Jagiellonian University, Krakow, Poland, E-mail: agnieszka.wypych@uj.edu.pl*

Objective classification of daily weather is performed for 9 vs. 5 stations of Hungary and Poland, based on 30 years periods. Eight weather elements were pre-selected and reduced to four by Factor Analysis. They are the mean temperature, relative humidity, cloudiness and wind speed, omitting diurnal temperature amplitude, water vapour pressure, precipitation and sunshine duration. The latter variables are used for quantification of efficiency of the classes. Next, hierarchical cluster analysis is performed, yielding six classes in Hungary and southern Poland and eight classes in the rest of Poland. Termination of the clustering, i.e. selection of the number classes is performed in an objective process applying three numerical criteria. Finally, the classes have been re-defined by the method of K-means clustering. Efficiency of the obtained classification is compared with the macro-circulation types, based on variance “explaining” capacity concerning the 4-4 basic and independent variables. In overwhelming majority of the 12 months and 14 stations and 8 variables the obtained local types reduce the variances more effectively than the compared Péczeley (1957) types for Hungary and the amalgamated Hess-Brezowsky (1969) types (Mika et al., 1999) for Poland. Having presented a few environmental applications of the classification in both countries, finally we focus on Szombathely in three aspects. (i) Efficiency of the obtained local classification is compared with the most site-specific circulation classification by Puskás (2001), based on location of weather fronts. (ii) Common two-dimensional distribution of the Puskás types and local classes is also presented a 30 years period. Finally, (iii) climate change tendencies are also analysed in terms of the Puskás types and the local weather classes. Combination of the latter two applications helps to conclude about homogeneity of the front analysis operationally performed by the Hungarian Meteorological Service.

IDŐJÁRÁSI FRONTOK HATÁSA A FÜSTIFECSKE ÉS A PARTIFECSKE REPÜLÉSI AKTIVITÁSÁRA

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

A madarak vonulását és mindennapi aktivitását számos tényező mellett az időjárás is befolyásolja. Megvizsgáltuk, hogy milyen hatással vannak az időjárás frontok a füstifecskek és a partifecskek mindennapjaira. Ezek a vizsgálatok több szempontból is fontosak mint például ezen fajok egyedeinek életjelenségeinek, vonulási szokásainak megfigyelésénél. Az aktivitás változásából a növényvédelem is fontos információhoz jut a táplálékhálózatban betöltött szerepük révén.

Kulcsszavak: Puskás-féle fronttipizálás, füstifecske, partifecske

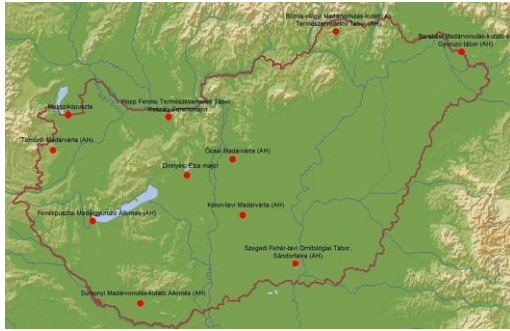
Bevezetés

A madarak vonulását és mindennapi aktivitását számos tényező mellett az időjárás is befolyásolja. Arra kerestük a választ, hogy milyen hatással vannak az időjárás frontok a füstifecskek és a partifecskek mindennapjaira. Az időjárás adatokat tekintetében a Puskás féle fronttípusokat használtuk. Ezek a vizsgálatok több szempontból is fontosak mint például ezen fajok egyedeinek életjelenségeinek, vonulási szokásainak megfigyelésénél. A madárgyűrűzés tekintetében is fontos, hiszen az időjárás frontok által következtetni lehet arra, hogy a következő pár napban milyen aktivitást mutatnak a madarak. Az aktivitás változásából a növényvédelem is fontos információhoz jut a táplálékhálózatban betöltött szerepük révén.

A kutatás fókuszában az állt, hogy a Puskás-féle front típusok (Puskás 2001) alapján a madarak milyen aktivitás mutatnak a különböző frontok érkezése, tartózkodása és távozása alatt, s a különböző frontok esetében mennyi a befogott madarak egyedszáma.

Anyag

A kutatás során a Fenékpusztai Madármentő és Madárgyűrűző állomáson függönyhálóval befogott két madárfaj befogási adatait használtuk fel, amelyek a MME (Magyar Madártani Egyesület) hivatalos adatbázisából származnak. 1980-2012 között Fenék-pusztán gyűrűzött füstifecskeből 74048, parti fecskéből 23377 egyed adatait dolgoztuk fel. Magyarország nagyobb madárgyűrűző állomásai (1. ábra) közül a fenékpusztai gyűrűző (2. ábra) egyedül a Balaton-parton. A madárgyűrűzés 1985-től időszakosan, 1992-től pedig egész éves gyűrűzési munkák folynak a madárgyűrűzőben. Az állomáson két nagy program az Actio Hungarica (AH), valamint a CES (Állandó Ráfordítású gyűrűzés) folyik.



1. ábra

Magyarország nagyobb madárgyűrűző állomásai
[\(http://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%A1jl:Madarvartak.jpg&filetimestamp=20080818185238&\)](http://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%A1jl:Madarvartak.jpg&filetimestamp=20080818185238&)



2. ábra

Feképusztai Madárgyűrűző és Madármentő állomás
<http://magyarorszag.terkepek.net/balaton/index.html>

Füsti fecske

A füstifecske (*Hirundo rustica*) (3. ábra) a verébalakúak rendjébe, azon belül is a fecskefélék családjába tartozó madár. Széles elterjedési terület jellemzi őket, fészkelési helyük a hideg övezetet és a sivatagokat kivéve bármelyik terület lehet. Vonuló és teletelő állománya Afrikában a Szaharától délre eső területeken, Ázsiában Pakisztántól Új-Guineáig, Ausztrália északi részén és Közép- és Dél-Amerikában fordul elő. Március végétől, április elejétől egészen szeptember végéig október elejéig marad hazánkban. Őszi vonulása előtt nagy csapatokba gyűlnek a villanydrótokon vagy nagy tavak környékén gyülekeznek (Peterson et al. 1969).

Élőhelye az ember közelébe, falvakban és városokban van. Fészket többnyire istállóknak, karámok, kertekben rakja. Nyitott fészket szalmával kevert sárból építi fel, amelyet következő évben újra elfoglal, ha abba télen nem költözik bele egy másik madár. A legjobban repülő madarak egyike. A nap legnagyobb részét a levegőben tölti, hiszen repülő rovarokkal táplálkozik. Főleg legyekkel, szúnyogokkal és bögölyökkel táplálkozik, azáltal nagyon hasznos emberek és állatok szempontjából egyaránt. De sok más bogarat is elfogyaszt, ilyen például még a ganajtűrő bogarak, ormányosbogarak, levélbogarak, lepkék és molyok. Egy füstifecske pár napjában akár 500-szor is visz eleséget a fiókáknak, így több száz rovarot pusztít el egy nap (Vertse 1961).

Május és augusztus között kétszer költözik. Általában 4-5 tojást rak, amelyek fehér alapon kékesbarnán pettyezettek. A tojó 14-16 napig ül rajtuk és a fiókák 20-22 napig maradnak a fészkekben.

A füsti fecske feje és háta acélkék, begye sötétkék, testalja sárgásfehér. Homloka és torka gesztenye vörös. Farka a szélső farktollak megnyúlásával villa alakú. Minél idősebb a madár annál hosszabb a szélső farktoll. A fiatal madarak színe halványabb, és villás farkuk még nem alakult ki. Testhossza 17-19 centiméter. Szárnyfesztségük 32-35 centiméter. Éneke finom lágy csicsérgés, amelyet röptében is hallat (Herman 2012).

2010-ben az év madara volt a füsti fecske. Hazai állománya 220-320 ezer pár körüli, amely az egyes években jelentősen ingadozik. Országos állománya az elmúlt tíz évben lassú csökkenést mutat. Védett madarunk, eszmei értéke 10000 forint. (<http://fecskefigyelo.mme.hu/content/fajok/fusti-fecske>).

Partifecske

A partifecske (*Riparia riparia*) (4. ábra) a verébalakúak rendjébe, azon belül is a fecskefélék családjába tartozó madár.

Széles elterjedési terület jellemzi őket, fészkelési helyük Európa, Ázsia, Észak-Amerika és Észak-Afrika. Megfigyelhető, hogy nagyobb tavak vagy folyók vonalát követik. Vonuló és telelő magyarországi állománya Afrikában a Szaharától délre eső területeken fordul elő. Április végétől augusztus végéig marad csak hazánkban. Vonulása előtt nagy csapatokba gyűlnek össze. A nagy tavak környékén a nádasban éjszakáznak és csoportosan indulnak útnak telelő helyükre.

Élőhelye szakadékos folyópart, vízmosás, homokbányák meredek falába vájt lyukakban telepesen rak fészket, amelyek rendszerint víz közelében található. Zacszó alakú földbe vájt fészkelő üregeket készít, amelyet tollal bélel. Fészke akár egy méter mély is lehet. Telepesen költ, és csapatosan jár táplálék után. A nap nagy részét a levegőben tölti, hiszen repülő rovarokkal táplálkozik. Főleg lágy testű szúnyogokkal, tegzesekkel, tiszavirággal, ganajtúró bogarakkal és hollyvafélékkel táplálkozik (Haraszthy 1998).

A parti fecske feje és háta földbarna, hasoldala fehér. Mellén barna keresztzalag van. Farka a szélső farktollak megnyúlásával enyhén villás. Testhossza 12 centiméter. Szárnyfesztávolságuk 26-29 centiméter. Átlagos súlya 11-16 gramm. Éneke halk csicsérgés (Peterson et al. 1969).

Hazai állománya 40-165 ezer pár körüli, amely az egyes években jelentősen ingadozik. Országos állománya az elmúlt tíz évben csökkenést mutat. Védett madarunk eszmei értéke 10000 forint (<http://fecskefigyelo.mme.hu/content/fajok/partifecske>).



3. ábra Füstifecske
(Fotó: Somogyi Tímea)



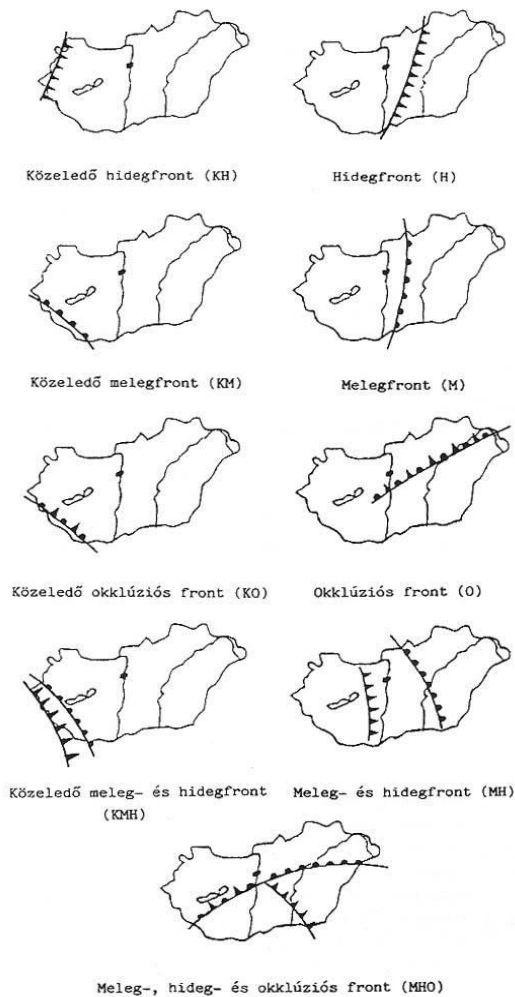
4. ábra Partifecske
(Fotó: Somogyi Tímea)

Fronttípusok meghatározása

Az időjárási frontok sokféle szempont alapján sorolhatók be különböző típusokba. Puskás (2001) az "Időjárási Napijelentések" alapján, minden napra meghatározta a hideg-, a meleg- és az okklúziós frontok helyzetét. Az időjárási frontok típusainak azonosításakor a szinoptikus térképek, valamint az észlelt időjárási elemek adatait is figyelembe vette. A típusokat (5. ábra) külön jelölte aszerint, hogy csak megközelítették a Kárpát-medence területét, vagy már itt tartózkodtak a medence belsejében (Puskás és Tar 2010).

Puskás János 9 fronttípus határozott meg:

1. közeledő hidegfront (KH),
2. hidegfront (H),
3. közeledő meleg front (KM),
4. melegfront (M),
5. közeledő okklúziós front (KO),
6. okklúziós front (O),
7. közeledő meleg- és hidegfront (KMH),
8. meleg- és hidegfront (MH),
9. meleg-, hideg- és okklúziós front (MHO).



5. ábra Időjárási fronttípusok
(Puskás és Tar 2010)

Módszer

Két madárfaj (füsti fecske, parti fecske) időjárási fronthoz való alkalmazkodását vizsgáltuk. Az adatok az 1980-2012 közötti időszak befogási értékeit tartalmazzák napi bontásban. A kapott adatokat Excel táblázat segítségével dolgoztuk fel és készítettük el a kutatáshoz szükséges számításokat. A befogott madarak példányszámát fajonként vizsgáltuk a különböző frontok szerint csoportosítva. Az adatszám megmutatja, hogy a jelzett front hányszor fordul

elő a vizsgált években. Mivel a függönyháló ellenőrzését a hajnali pirkadattól sötétedésig óránként ellenőrzik, így minden napra kiszámoltuk, hogy a vizsgált madárfajok egyedszáma napi bontásban hány egyedet számlál a vizsgált fajok esetében. Ezen adatok segítségével kiszámoltuk a befogott madarak különböző frontokhoz tartozó átlagát és az összértékhez (Σ) tartozó átlag értéket, valamint azt vizsgáltuk, hogy a madárfajok hogyan reagálnak a különböző frontokra. Végül a t-próba segítségével kiszámoltuk, hogy bizonyos frontoknál milyen szignifikáns eltérések figyelhetők meg a különböző madárfajok esetében.

A fajok aktivitását is összehasonlítottuk az alapján, hogy ugyanazon fronttípus esetében hasonló aktivitást mutatnak-e vagy teljesen másképp reagálnak a különböző fronttípusokra.

Eredmény

Az eredményeket az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat Füstifecske és a partifecske vizsgálati eredményei

front	füstifecske (egyedszám)	adatszám	átlag	tendencia	parti fecske (egyedszám)	adatszám	átlag	tendencia	szignifikancia
1	3811	345	11,05	↓	1651	345	4,79	↓	
2	5975	337	17,73	↑	2382	337	7,06	↑	
3	2494	135	18,47	↑	936	135	6,93	↑	
4	2460	177	13,90	↓	518	177	2,93	↓	
5	338	41	8,24	↓	218	41	5,32	↑	
6	2024	102	19,84	↑	392	102	3,84	↓	
7	1490	107	13,93	↓	286	107	2,67	↓	
8	3424	129	26,54	↑	1238	129	9,60	↑	95 %
9	536	68	7,88	↓	108	68	1,59	↓	
FN	51496	3391	15,19	↓	15648	3415	4,58	↓	
Σ	74048	4832	15,28		23377	4856	4,93		

A füstifecske esetében megfigyelhető az, hogy az átlaghoz képest (15,28) több időjárás front esetében csökken az egyedszám vagy épp ellenkezőleg megnövekszik. Szembetűnő, hogy a közelítő és a tartózkodó frontok esetében éppen ellentétes aktivitás tapasztalható. Lényegesen csökkent ennek a madárfajnak az aktivitása akkor, amikor a Kárpát-medence területén egy meleg-, hideg-, és okklúziós front (9) alakítja az időjárást. Ehhez képest egy kicsit nagyobb arányban történt a befogás az okklúziós front (5) esetében. A közeledő meleg-, és hidegfront (7) esetében még az eredmények elmaradnak az átlagtól. Az átlaghoz közeli értékeket kaptunk több időjárás front fennállása során. A Kárpát-medencében közeledő melegfront (3) esetén már megfigyelhető egy nagyobb aktivitás. Ennél nagyobb aktivitást mutattak a madarak akkor, amikor az időjárást egy okklúziós front alakította. A legnagyobb aktivitás, meleg-, és hidegfront (8) esetén tapasztaltuk.

A parti fecske eredményeinél szignifikáns különbség figyelhető meg a 8. típus előfordulásakor. Az átlaghoz képest (4,93) több időjárás front esetében csökken az egyedszám vagy épp ellenkezőleg növekedett. Itt is – a füstifecskéhez hasonlóan – a közelítő és a tartózkodó front előfordulásakor az ellentétes hatás észlelhető. Lényegesen csökkent ennek a madárfajnak az aktivitása akkor, amikor a Kárpát-medence területén egy meleg-, hideg-, és okklúziós front (9) alakította az időjárást. Ehhez képest egy kicsit nagyobb arányban történt a befogás a közeledő meleg-, és hidegfront (7) esetében. Melegfront (4) esetében is még elmarad a parti fecske aktivitás az átlagtól. Az átlaghoz közeli értékeket kaptunk, amikor az okklúziós front (6) alakította az időjárást. A Kárpát-medencében közeledő meleg front (3) esetén már megfigyelhető egy nagyobb aktivitás. Ennél nagyobb volt a madarak mozgása, amikor az időjárást egy hi-

degfront (2) alakította. A legnagyobb aktivitás, meleg- és hidegfront (8) esetén mutatta ez a madárfaj (szignifikancia 95 %).

Különböző fronttípusok idején a füstifecske és a partifecske aktivitásának összehasonlítása során a 2. táblázatban megfigyelhető, hogy bizonyos frontokra általában (egy kivétellel) ugyanúgy reagálnak.

2. táblázat Két madárfaj aktivitási eredményei

FRONT	füstifecske	partfecske
1	↓	↓
2	↑	↑
3	↑	↑
4	↓	↓
5	↓	↑
6	↑	↓
7	↓	↓
8	↑	↑
9	↓	↓
FN	↓	↓

A meleg-, és hidegfront (8) esetében szignifikáns, valamint a vizsgált időszakban a közeledő melegfront (3) esetében mind a két madárfaj egyedei az átlaghoz képest nagyobb aktivitást mutattak.

Ha a Kárpát-medencében az időjárást melegfront (4), vagy egy meleg-, hideg-, okklúziós front (9) alakítja, akkor mind a két madárfaj esetében csökken az aktivitás, de ugyanígy csökken, ha közeledő meleg- és hidegfront (7), vagy közeledő hidegfront (1) alakítja időjárást a vizsgált időszakban. Ugyanezt a tendenciát figyelhetjük meg a front nélküli napoknál is.

Bizonyos frontok (5 és 6) esetében megfigyelhető az, hogy az adott fronttípusra a füstifecske és a parti fecske ellenkezőleg reagál.

Összegzés

Megállapítható, hogy a madárfajok reagálnak a különböző időjárási frontokra. A füstifecske esetében lényegesen csökkent az aktivitás akkor, amikor a Kárpát-medence területén egy meleg-, hideg-, és okklúziós front (9) alakítja az időjárást. A legnagyobb aktivitás, meleg-, és hidegfront (8) esetén mutatta ez a madárfaj. A partifecske esetében ugyan azt figyelhetjük meg mint a füstifecskeénél. A két fecskefajt összehasonlítva megfigyelhető, hogy a különböző fajhoz tartozó egyedek aktivitása nem ugyanazon fronttípusoknál a legkevesebb, illetve a legtöbb. Viszont, ha az átlaghoz hasonlított értékeket vesszük figyelembe a madarak aktivitásának csökkenésekor, illetve növekedésekor, akkor több front esetében is ugyan olyan aktivitást mutat mind a két madárfaj. Közeledő melegfront (3) esetében mind a két madárfaj egyedei az átlaghoz képest nagyobb aktivitást mutattak a vizsgált időszakban. Ha a Kárpát-medencében az időjárást melegfront (4), vagy egy meleg-, hideg-, okklúziós front (9) alakítja, akkor mind a két madárfaj esetében csökken az aktivitás, de ugyanígy csökken a madarak aktivitása, ha közeledő meleg-, és hidegfront (7) alakítja időjárást a vizsgált időszakban.

Ezek a vizsgálatok több szempontból is fontosak. Ha a kutatók meg szeretnék figyelni e fajok egyedeinek életjelenségeit, vagy vonulási szokásaikról szeretnének többet megtudni, akkor a kiválasztott faj szempontjából legkedvezőbb időjárási fronttípusnál tehetik ezt meg legkönnyebben. A madárgyűrűzés tekintetében is fontos, hiszen az időjárási frontok által következethetnek arra, hogy a következő pár napban milyen aktivitást mutatnak a madarak és körülbelül hány egyed repül majd bele a függönyhálóba.

Irodalomjegyzék

- Haraszthy L. (1998): Magyarország madarai. Mezőgazda Kiadó, Budapest, p. 441.
- Herman O. (2012): A madarak hasznáról és káráról. Magyar Közlöny Lap- és Könyvkiadó, Budapest, p. 302.
- Peterson, R.T., Mountfort, G., Hollom, P.A.D. (1969): Európa madarai. Gondolat Kiadó, Budapest, p. 352.
- Puskás J. (2001): New weather front types and catalogue for the Carpathian Basin. In. Nowinszky L. [ed.]: Light trapping of insects influenced by abiotic factors. Part III. Savaria University Press, Szombathely, pp. 87-118.
- Puskás J., Tar K. (2010): Időjárási frontok a Kárpát-medencében és használatuk az alkalmazott meteorológiában. VI. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Nyíregyháza, pp. 385-388.
- Vertse A. (1961): Madárvédelem. (második átdolgozott kiadás), Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p. 214.

Internetes források

- <http://fecskefigyelo.mme.hu/content/fajok/fusti-fecske> (2014. augusztus 25.)
- <http://fecskefigyelo.mme.hu/content/fajok/partifecske> (2014. augusztus 26.)
- <http://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%A1jl:Madarvartak.jpg&filetimestamp=20080818185238&>
- <http://magyarorszag.terkepek.net/balaton/index.html>

SEARCH FOR YOUNG TRANSITING EXOPLANETS IN THE OPEN CLUSTER NGC 7243 – THE EXOPLANET CANDIDATE J221550.6+495611

Zoltán Garai

*Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences,
059 60 Tatranská Lomnica, Slovakia, zgarai@ta3.sk*

In this paper we report our first five observing campaign results of the YETI project on NGC 7243. Project YETI focuses on the monitoring of young and nearby stellar clusters, with the main aim to detect young transiting exoplanets. After five observing campaigns and other observations during 2013 and 2014, a clear and repeating transit-like signal was detected in the light curve of J221550.6+495611. In this paper we describe its photometric analysis.

Key words: YETI, NGC 7243, exoplanets, photometry

1 Introduction

Young transiting exoplanets are very important to test different evolutionary models of planets. Such models have been described by several authors. Early works focused on the evolution of the solar system giants (e.g. Grossman et al. 1972). *Saumon et al. (1996)* presented a broad suite of models of extrasolar giant planets, ranging in mass from 0.3 to 15 Jupiter masses. *Burrows et al. (1997)* described the evolution of objects with masses from 0.3 to 200 Jupiter masses for effective temperatures below 1300 K. Case studies were presented e.g. by *Barraffe et al. (2003)*. Since planets lose memory of their initial conditions over time, in models these conditions were selected rather arbitrarily (Marley et al. 2007). The one way to set initial conditions of planets more precisely in evolutionary models is to discover young transiting exoplanets with well determined parameters, like radius, density and age. The youngest transiting exoplanets discovered so far are CoRoT-Exo-2b with an age up to 500 Myr (Bouchy et al. 2008), CoRoT-20b with an age up to 900 Myr (Deleuil et al. 2012) and WASP-10b with an age up to 350 Myr (Maciejewski et al. 2011). The youngest exoplanets ($\sim 1 - 2$ Myr) have been found via direct imaging (Kraus & Ireland 2012) and spectroscopy (Marsh, Kirkpatrick & Plavchan 2010).

Several surveys have been undertaken to search for close-in young transiting exoplanets. The Monitor project (Aigrain et al. 2007) is a photometric survey of nine young (1 - 200 Myr) clusters to search for eclipses by very low mass stars, brown dwarfs and for planetary transits. Only *Miller et al. (2008)* reported so far within the project six candidates observed in NGC 2362 cluster field (~ 5 Myr), which have occultation depths compatible with a planetary companion. Subsequently, authors discussed that it is unlikely that they would have detected a planet in the cluster. The Palomar Transient Factory Orion project (van Eyken et al. 2011) aimed at searching for photometric variability in the young Orion region, with the primary goal of finding young extrasolar planets. A transit candidate around the weak-lined T Tauri star CVSO30 in the 8 Myr old cluster 25 Ori was reported by *van Eyken et al. (2012)*.

Since we observed NGC 7243 within the Young Exoplanet Transit Initiative (YETI), we will describe this survey in more detail. Project YETI (Neuhäuser et al. 2011) focuses on the monitoring of young (~ 100 Myr) and nearby (~ 1 kpc) stellar clusters, with the main aim to detect young transiting exoplanets, and to study other variability phenomena on time-scales from minutes to years. The network uses several 0.2 to 2.6 m telescopes around the world to monitor continuously. For a summary of the telescope network we refer the reader to the work

of *Neuhäuser et al. (2011)* and *Errmann et al. (2014a)*. The first target cluster of YETI was Trumpler 37. In this cluster field a periodic (1.364894(15) days) transit like signal ($\Delta R = 0.054$ mag) was detected at a late F-type star. Subsequently, the follow-up observations of this candidate showed that the candidate is an astrophysical false positive rather than a true planet (*Errmann et al. 2014b*). However, IC348, Collinder 69 and NGC 1980 are being observed by the YETI members even at present.

2 The open stellar cluster NGC 7243

NGC 7243 open stellar cluster is located in the Lacerta constellation. It has the following coordinates: $\alpha = 22^{\text{h}} 15^{\text{m}} 08^{\text{s}}$ and $\delta = +49^{\circ} 53' 51''$ (J2000.0). The cluster has been repeatedly studied by various authors.

The main results of early works are tabulated in *Artyukhina & Kholopov (1966)*. *Trumpler (1930)* was the first investigator, who determined distances and classification of 100 open clusters, including NGC 7243. In his work it is classified as class III 2p and the cluster's distance is 750 pc. Based on proper motions of 814 stars in the cluster area, *Lengauer (1937)* identified 39 cluster members. Later, *Artyukhina & Kholopov (1966)* investigated the cluster members and based on B versus $B-V$ diagram for the cluster stars, obtained from the data of *Mianes & Daguillon (1956)*, as well as *Becker & Stock (1954)*, these authors found 86 members. Later, *Hill & Barnes (1971)* presented a spectroscopic and photometric investigation, where spectral types and radial velocities as well as UBV and $uvby, \beta$ photometry for most *Lengauer's* proper motion members brighter than 12.5 mag were included. Two stars out of 38 members were definitely excluded. A distance modulus of 9.4 ± 0.1 mag was found and a cluster age of 76 Myr was determined from the brightest star. *Maitzen & Pavlovski (1987)* investigated 20 stars from the list of *Hill & Barnes* from viewpoint of search for CP2-stars. These authors found two certain peculiar stars, two another stars were near the detection level and one star was detected as markedly peculiar. In the *Lynga (1987)* catalogue NGC 7243 is classified as type II 2m (Trumpler 1930) with 40 cluster members and an angular diameter of $21'$.

Recently, *Jilinski et al. (2003)* presented the results of astrometric and photometric investigations of the open cluster NGC 7243. Based on the star position on the cluster CM diagram authors identified 209 members down to $V \sim 15.5$ mag. Subsequently, two bright stars were added to the list of members according to the results of previous determinations of their radial velocities and photoelectric UBV magnitudes. The cluster age (~ 250 Myr) was estimated based on the $(B-V)_0$ value of the turn-off point. The total cluster mass was estimated to $348 - 522 M_{\odot}$. The magnitude of the brightest star is $V \sim 8.43$ mag. The distance of the cluster was estimated to about 698 pc.

3 Observations and data analysis

The monitoring of NGC 7243 started in summer 2013, when two observing campaign runs were performed. Moreover, we obtained data also before and after the campaigns. The data were obtained at Stará Lesná Observatory (observing pavilion G1, as well as G2), University Observatory Jena and La Palma Observatory. The telescope and CCD camera properties are listed in *Table 1*. The data from the Stará Lesná Observatory were collected using two fully identical 600/7500mm Cassegrain telescopes, operated by the Astronomical Institute of the Slovak Academy of Sciences. Fields of view of the telescopes are slightly smaller (14×14 arcmin, respectively 16×16 arcmin), than the assumed angular diameter of the cluster (21 arcmin). The 600/900/1800mm Schmidt telescope at the University Observatory Jena (Großschwabhausen) has with the CCD detector about 53×53 arcmin wide FoV, allowing to observe the cluster neighborhood, as well. A robotic 500/5000mm Ritchey-Chrétien telescope on La Palma for atmospheric turbulence profiling and transient astronomy, operated by the

Universities of Durham and Sheffield has with the CCD detector about 10 x 7 arcmin wide FoV, which allows to observe only the cluster center.

Table 1 An overview of the telescope and CCD camera properties participated in 1st and 2nd observing campaigns for NGC 7243. During 3rd, 4th and 5th observing campaigns we obtained data only from Stará Lesná Observatory.

Observatory	Long. [deg]	Lat. [deg]	Mirror diameter [m]	CCD camera type	No. of pixels	Size of field [min x min]
Stará Lesná G1	20.28916 E	49.15166 N	0.6	FLI ML 3041	2048 x 2048	14 x 14
Stará Lesná G2	20.29027 E	49.15222 N	0.6	MI G4-90000	3048 x 3048	16 x 16
University Observatory Jena	11.48416 E	50.92888 N	0.9	E2V CCD42-10	2048 x 2048	53 x 53
La Palma Observatory	17.88138 W	28.76055 N	0.5	KAF-3200 ME	2184 x 1472	10 x 7

In 2013 we obtained data over 47 nights, the first observing night was July 22, and the last was December 21. Exposure times were 5 sec/10 sec for bright stars and 80 sec/90 sec for faint stars. Since in a few cases we detected only one eclipse, respectively transit, we observed NGC 7243 also in year 2014 within three more campaigns, respectively before and after the campaigns. The observations started in summer, the first observing night was July 18, and the last was December 30. In 2014 we obtained data over 26 nights, only from Stará Lesná Observatory. Exposure times were 5 sec for bright stars and 90 sec for faint stars. Telescope cameras in all cases were used in combination with a Bessel *R* filter. Observations were pointed to the star J221508.0+495354. The observations log is given in *Table 2*.

The data were reduced using IRAF as per *Errmann et al. (2014b)*. The first step was the dark and flat correction (and an overscan correction in the case of the data obtained from Jena). A list of the pixel coordinates of each star was extracted using Source Extractor – SExtractor

Table 2 Observations log from 2013 and 2014 for NGC 7243. Number of observing nights, sorted by observatories and campaigns, is given in 4th column.

Observatory name	Campaign number	Campaign date	Obs. nights
Stará Lesná G1	1st	13.08.03 - 13.08.14	8
Stará Lesná G1	2nd	13.08.31 - 13.09.12	6
Stará Lesná G1	3rd	14.09.02 - 14.09.14	4
Stará Lesná G1	5th	14.10.10 - 14.10.19	2
Stará Lesná G1	–	other observations	9
Stará Lesná G1	–	total observations	29
Stará Lesná G2	4th	14.09.19 - 14.09.26	3
Stará Lesná G2	5th	14.10.10 - 14.10.19	1
Stará Lesná G2	–	other observations	18
Stará Lesná G2	–	total observations	22
Univ. Obs. Jena	1st	13.08.03 - 13.08.14	4
Univ. Obs. Jena	2nd	13.08.31 - 13.09.12	5
Univ. Obs. Jena	–	other observations	17
Univ. Obs. Jena	–	total observations	26
La Palma Obs.	1st	13.08.03 - 13.08.14	12
La Palma Obs.	2nd	13.08.31 - 13.09.12	7
La Palma Obs.	–	total observations	19

(Bertin & Arnouts 1996). The final list contained 1020, respectively 1819 stars in the case of the Stará Lesná Observatory – G1, respectively G2, 317 stars in the case of the La Palma Observatory (due to relatively smaller FoV) and 19461 stars in the case of the University Observatory Jena (due to the wide 53 x 53 arcmin FoV). The tracking offsets were removed by extracting the star positions in each image with Source Extractor, and by comparing that list to the reference list of stars. The optimal size of the aperture, used for the photometric measurements, was determined separately for each night to account for changes in seeing and telescope focus. Aperture photometry was then performed with the optimized aperture, followed by differential photometry as described by *Broeg, Fernández & Neuhäuser (2005)*. All stars in the field were used to create an artificial

standard star, but the more photometrically stable stars were weighted higher. The differential magnitudes were calculated with respect to this star.

Due to different number of stars, used to create the artificial standard star, extracted light curves for individual objects showed night-to-night magnitude offsets within certain telescope data, as well. These offsets were determined using a bright and photometrically stable star. After the proper shifting the light curves we used a 5σ clipping to clean the data. In the next step we visually inspected the data and selected the interesting objects in accordance with the

YETI aims. We mainly concentrated on search for exoplanet transits-like signals, as well as binary star eclipses and star pulsations in the data.

We first fitted exoplanet transit-like signals using the IDL-based Transit Analysis Package – TAP (Gazak et al. 2012) to obtain initial parameters. The software uses Markov Chain Monte Carlo (MCMC) techniques to explore the fitting parameter space, based on the analytic transit light curve models of *Mandel & Agol (2002)*. The optimal period of the exoplanet candidate was found by fitting a trigonometric polynomial to all the data. In this way we excluded a lot of period aliases. Subsequently, using TAP, we fitted only the transits from nights and telescopes when a complete transit was detected, to obtain parameters to the final fitting. These parameters were period (P), inclination (i), relative semi-major axis (a/R_s), ratio of the radii (R_p/R_s), mid-transit time (T_c), linear and quadratic limb darkening coefficient. We then employed program JKTEBOP (Southworth, Maxted & Smalley 2004) for the final fitting. JKTEBOP uses biaxial spheroids to model the light curve and performs a numerical integration in concentric annuli over the surface of each body to obtain the flux coming from the system. This feature of the software allows us to avoid spherical planet approximations which are used in TAP. Using JKTEBOP we fitted the transits from all nights and telescopes, including incomplete transits. Light curve magnitude offsets among different telescopes were corrected adjusting the light scale factor parameter only. Subsequently, five free parameters were adjusted during the fitting procedure, including orbital period (P), mid-transit time (T_c), inclination angle (i) and ratio of the radii (R_p/R_s).

4 Results

A clear transit-like signal was detected in the light curve of J221550.6+495611 first on 6th August 2013 at the Stará Lesná Observatory – G1. Four more detections were registered later within the observing campaigns and other observations: 18th July 2014 and 18th October 2014 at the Stará Lesná Observatory – G1, 5th October 2014 at the Stará Lesná Observatory – G2 and 2nd October 2013 at the University Observatory Jena. Only first three observations

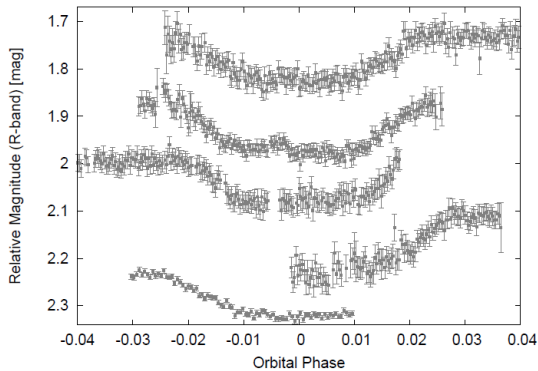


Fig. 1 An overview of the transit-like signals detected in the R passband light curve of star J221550.6+495611. From top to bottom are the following detections: 2013.08.06 – Stará Lesná G1, 2014.07.18 – Stará Lesná G1, 2014.10.18 – Stará Lesná G1, 2014.10.05 – Stará Lesná G2, 2013.10.02 – University Observatory Jena. Each event is phased with the orbital period $P = 4.38023120$ days, mid-transit time $T_c = 2456568.35066466$ HJD and arbitrarily shifted vertically for clarity.

covered complete transit event (Fig. 1). After period analysis we found that the transit-like signal repeats about every 4.380 days and has a depth of about 0.08 mag in the R bandpass. Subsequently, we fitted the transit light curves as per *Section 3*. First we fitted using TAP only the transits from individual nights and telescopes where a complete transit was detected, i.e. data from the nights 6th August 2013, 18th July 2014 and 18th October 2014, all observed at the Stará Lesná Observatory G1, to obtain parameters to the final fitting. These parameters were period ($P = 4.3802(1)$ days), inclination ($i = 89.5(1)$ deg), relative semi-major axis ($a/R_s = 4.91(3)$), ratio of the radii ($R_p/R_s = 0.269(1)$), mid-transit time ($T_c = 2456511.407(2)$ HJD), linear limb darkening coefficient (0.43(5))

and quadratic limb darkening coefficient (0.26(7)). Orbital eccentricity was fixed at zero. We then employed program JKTEBOP for the final fitting. Using JKTEBOP we fitted the transits from all five nights. Subsequently, five free parameters were adjusted during the fitting procedure, including orbital period ($P = 4.38038(1)$ days), mid-transit time ($T_c = 2456511.4146(7)$ HJD), inclination angle ($i = 88.2(5)$ deg) and ratio of the radii ($R_p/R_s =$

0.257(2)). The 5th parameter was the light scale factor. The best fit parameters are summarized in *Table 3* and the fitted light curve is shown in *Fig 2*.

Table 3 An overview of the exoplanet transit candidate best fit parameters. A comparison between TAP and JKTEBOP analysis.

Parameter	TAP value	JKTEBOP value
P [days]	4.3802(1)	4.38038(1)
i [deg]	89.5(1)	88.2(5)
a/R_s	4.91(3)	–
R_p/R_s	0.269(1)	0.257(2)
T_c [HJD]	2456511.407(2)	2456511.4146(7)

object is a grazing eclipsing binary star, or (4) that this object is an eclipsing binary star with third light in the aperture.

Subsequently, we investigated the parent star of the exoplanet candidate from viewpoint of color information and effective temperature. For this purpose we observed J221550.6+495611 in the B and V passband at the Stará Lesná Observatory G2, during the night 25th January 2015. We obtained 15 frames in each filter. The data were reduced using IRAF. The reduction included dark and flat correction, astrometric calibration and differential photometry. As a comparison star (J221547.3+495737; $B = 14.67$ mag; $V = 13.96$ mag; $B-V = 0.71$ mag) and a check star (J221547.1+495512; $B = 14.25$ mag; $V = 13.45$ mag; $B-V = 0.80$ mag) were selected the nearest photometrically stable stars of similar brightnesses. After the conversions to the international photometric system and instrumental magnitude shift corrections we got for the parent star candidate the following values: $B = 15.48$ mag; $V = 15.03$ mag; $B-V = 0.45$ mag. We further calculated the corresponding effective star temperature ($T_{eff} = 6501$ K), based on an on-line application, which uses relations from *Flower (1996)*. The effective temperature 6501 K indicates an F spectral type star, which means that the 1st alternative (an extrasolar planet orbiting a K or M dwarf star) is unlikely.

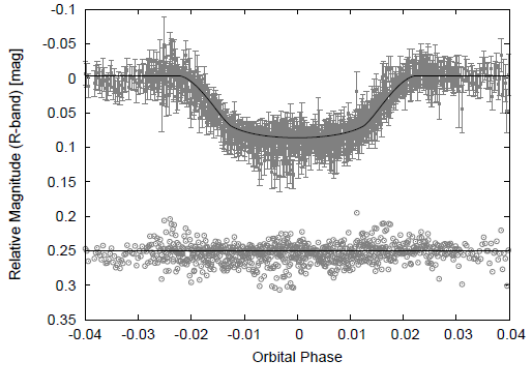


Fig. 2 The phase-folded light curve of the exoplanet transit candidate in the R passband for all nights and telescopes combined (top). The solid black line through the light curve shows our best JKTEBOP fit model described in *Section 4*. Corresponding residuals are also shown (bottom).

The light curve in *Fig 2* has a U-shape, which is typical for exoplanetary transits, however the transit depth, 0.08 mag in the R passband, is unusual for this kind of eclipse events. The value of $R_p/R_s \sim 0.2$ is also very interesting. Therefore we assume that this object is (1) an extrasolar planet orbiting a K or M dwarf star, or (2) that this object is a brown dwarf, or (3) that this ob-

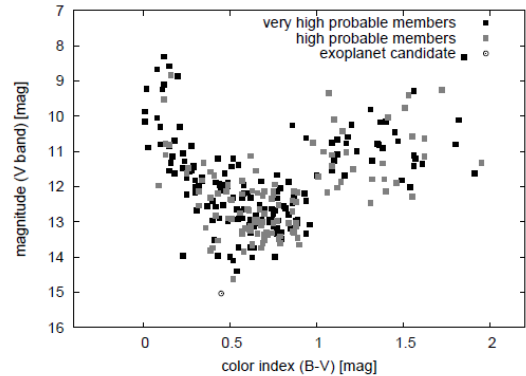


Fig. 3 CM diagram for probable cluster members with very high (99 - 96 % – black squares) and high (95 - 91 % – gray squares) membership probabilities. The circle marks the position of the parent star candidate.

Finally, we investigated membership probability of the parent star candidate. The star position on the cluster CM diagram was applied as a photometric criterion of the cluster membership. For this purpose we used membership catalogue compiled by *Jilinski et al. (2003)*. The complete catalogue contains 2623 stars in the region of the NGC 7243, their positions, proper motions and their individual errors, B and $B-V$ magnitudes and individual membership probabilities. From this catalogue we selected stars with very high (99 - 96 %) and high (95 - 91 %) membership probabilities and a $B-V$ versus V CM diagram was plotted (*Fig. 3*). Subsequently,

using the $B-V$ and V values described in the previous paragraph, we replotted the parent star candidate to the same CM diagram. We can clearly see the marginal position of our target object in CM diagram, which indicates that this star is probably a field star only.

5 Discussion

The probably null result in this field of interest is in agreement with the expected transiting planet parameterization, described in *Neuhäuser et al. (2011)*. An estimate of the number of expected transiting planets N_p can be parameterized as

$$N_p = N_* f_p \rho_t \rho_{eff} \quad (1)$$

where N_* is the number of stars included in the transit search, f_p is the fraction of stars with close-in planets within 0.1 AU (~ 0.012 ; Butler et al. 2006), ρ_t is the probability to view the orbit nearly edge-on (~ 0.1 for close-in planets; Neuhäuser et al. 2011) and ρ_{eff} is a measure of the efficiency of the observation. The parameter N_* depends on the FoV of the telescope, the magnitude limits and the photometric precision. Since our final reference star list contained 1020, respectively 1819 stars in the case of the Stará Lesná Observatory – G1, respectively G2, 317 stars in the case of the La Palma Observatory (due to relatively smaller FoV) and 19461 stars in the case of the University Observatory Jena (due to the wide 53 x 53 arcmin FoV), we can claim that all of cluster members were observed for a sufficiently long period of time, so we can write $N_* = 311$. The second key parameter is the efficiency of the observation ρ_{eff} , which depends on many observational factors, e.g. weather, or telescope conditions. Based on *Neuhäuser et al. (2011)*, this factor could definitely lie between 0.7 and 1.0. If we calculate with the parameter value $\rho_{eff} = 1.0$, the number of expected transiting planets is $N_p = 0.3732$. This parameter in the case of Trumpler 37, using $N_* = 614$ and $\rho_{eff} = 1.0$, is $N_p = 0.7368$.

The follow-up investigation of these objects, including spectroscopic measurements of the exoplanet candidate, is currently planned. Apart from that, the YETI network is still monitoring several young open clusters, because young transiting exoplanets are very important for many reasons, as we described it in *Section 1*.

References

- Aigrain, S., Hodgkin, S., Irwin, J., Hebb, L., Irwin, M., Favata, F., Moraux, E. & Pont, F.: 2007, *MNRAS* 375, 29
- Artyukhina, N.M. & Kholopov, P.N.: 1966, *SvA* 9, 810
- Baraffe, I., Chabrier, G., Barman, T.S., Allard, F. & Hauschildt, P.H.: 2003, *A&A* 402, 701
- Becker, W. & Stock, J.: 1954, *ZA* 34, 1
- Bertin, E. & Arnouts, S.: 1996, *A&AS* 117, 393
- Bouchy, F., Queloz, D., Deleuil, M., et al.: 2008, *A&A* 482, 25
- Broeg, Ch., Fernández, M. & Neuhäuser, R.: 2005, *AN* 326, 134
- Burrows, A., Marley, M., Hubbard, W.B., et al.: 1997, *ApJ* 491, 856
- Butler, R.P., Wright, J.T., Marcy, G.V., et al.: 2006, *ApJ* 646, 505
- Deleuil, M., Bonomo, A.S., Ferraz-Mello, S., et al.: 2012, *A&A* 538, 145
- Errmann, R., Raetz, St., Kitzke, M., et al.: 2014a, *CoSka* 43, 513
- Errmann, R., Torres, G., Schmidt, T.O.B., et al.: 2014b, *AN* 335, 345
- Flower, P.J.: 1996, *ApJ* 469, 355
- Gazak, J.Z., Johnson, J.A., Tonry J., Dragomir, D., Eastman, J., Mann, A.W. & Agol, E.: 2012, *AdAst* 2012, 30
- Grossman, A.S., Graboske, H., Pollack, J., Reynolds, R. & Summers, A.: 1972, *PEPI* 6, 91

Hill, G. & Barnes, J.V.: 1971, AJ 76, 110
Jilinski, E.G., Frolov, V.N., Ananjevskaja, J.K., Straume, J. & Drake, N.A.: 2003, A&A 401, 531
Kraus, A.L. & Ireland, M.J.: 2012, ApJ 745, 5
Lengauer, G.G.: 1937, IzPul 126, 42
Lynga, G.: 1987, Catalogue of Open Cluster Data, 5th edition
Maciejewski, G., Dimitrov, D., Neuhäuser, R., et al.: 2011, MNRAS 411, 1204
Maitzen, H.M. & Pavlovski, K.: 1987, A&AS 71, 441
Mandel, K. & Agol, E.: 2002, ApJ 580, 171
Marley, M.S., Fortney, J.J., Hubickyj, O., Bodenheimer, P. & Lissauer, J.J.: 2007, ApJ 655, 541
Marsh, K.A., Kirkpatrick, J.D. & Plavchan, P.: 2010, ApJ 709, 158
Mianes, P. & Daguillon, J.: 1956, POHP 3, 65
Miller, A.A., Irwin, J., Aigrain, S., Hodgkin, S. & Hebb, L.: 2008, MNRAS 387, 349
Neuhäuser, R., Errmann, R., Berndt, A., et al.: 2011, AN 332, 547
Saumon, D., Hubbard, W.B., Burrows, A., Guillot, T., Lunine, J.I. & Chabrier, G.: 1996, ApJ 460, 993
Southworth, J., Maxted, P.F.L. & Smalley, B.: 2004, MNRAS 351, 1277
Trumpler, R.J.: 1930, LicOB 14, 154
van Eyken, J.C., Ciardi, D.R., Rebull, L.M., et al.: 2011, AJ 142, 60
van Eyken, J.C., Ciardi, D.R., von Braun, K., et al.: 2012, ApJ 755, 42

THE RADIUS OF MAGNETIC MONOPOLE VIA REISSNER-NORDSTRÖM-WEYLE METRIC

Huba László Szócs

*University of West Hungary,
Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4. Hungary
E-mail: szocs.huba@gmail.com*

The Reissner –Nordström-Weyle metric is the following:

$$ds^2 = (1 - 2mG/r + Q^2 G/r^2 + \beta G r^2/3) dt^2 - (1 - 2mG/r + Q^2 G/r^2 + \beta G r^2/3) dr^2 - (d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2) \quad (1)$$

A radiális gyorsulást megkapjuk, ha (1) összefüggést deriváljuk r szerint:

$$a = d/dr (ds^2)/$$

$$a = - (2mG/r^2 + (-2rQ^2 G)/r^4 + (2\beta \cdot G \cdot r)/3) \quad (2)$$

A gyorsulásnak nullának kell lenni, ha azt akarjuk, hogy a részecske felületéről ne távozzék anyag (párolgás). Ebben az esetben a monopólus felületén tartozkodó szubmikroszkopikus részecskére ható erő

$$dF = m \cdot a = 0$$

Elemi átalakítások útján kapjuk:

$$6 m G r^2 - 6 r Q^2 G + (2/3) \beta G r^4 = 0$$

És végül, G-vel egyszerűsítve :

$$3 m r - 3 Q^2 + \beta r^4 = 0 \quad (3)$$

Most figyelembe véve, hogy a sugár nagyon kicsi, r^4 hatványt elhanyagolhatjuk r-hez képest és a következőre jutunk:

$$3 m r - 3 Q^2 = 0 \text{ azaz}$$

$$m r - Q^2 = 0 \quad (4)$$

ahonnan

$$r = Q^2 / m \quad (5)$$

A megfelelő értékeket behelyettesítve kapjuk a számszerű eredményt:

$$r = 3,532187774 \cdot 10^{-64} Q^{(-64)} / 1,62 \cdot 10^{(-33)}$$

azaz (jó közelítéssel)

$$r = 2,18 \cdot (10^{(-31)}) \text{ cm} , \quad (6)$$

ami megfelel várakozásunknak, mert a parametrizált R N egyenlet $10^{(-1)}$ nagyságrendet adott, ami nagyon nagy.

Érdekes azonban, hogy , más megfontolás alapján a monopólus sugara

$$r = Q_{geom}^2 / m = 2,19 \cdot 10^{31} \text{ cm},$$

Ami erősíti a fenti eredményt.

A KUTATÁS ALAPÚ TANULÁS ALKALMAZÁSA A 2015. MÁRCIUS 20-I NAPFOGYATKOZÁS SORÁN VÉGZETT HŐMÉRSEKLET MÉRÉSRE

Finta Zsanett¹, Mitre Zoltán²

¹*ELTE Fizika Doktori Iskola Fizika Tanítása Program
MSc, matematika-fizika tanár, Szombathelyi Nagy Lajos Gimnázium,
e-mail: fintazsanett@gmail.com*

²*Nyugat-magyarországi Egyetem, Természettudományi és Műszaki Kar
e-mail: mitre.zoltan@ttk.nyme.hu*

Dolgozatunkban a kutatásalapú tanulás módszerének egy alkalmazását kívánjuk bemutatni mérési feladaton keresztül, kapcsolódva egy 2006-os kutatás eredményéhez. Először néhány mondatban ismertetjük az eljárás módszertani hátterét. A mérés és a belőle levont következtetések egyaránt kapcsolódnak a fizika, a biológia és a természetföldrajz szakterületekhez.

1. Bevezetés

Napjainkban a természettudományok és oktatásuk válsága figyelhető meg. Sajnálattal látjuk, hogy a diákok egyre csökkenő érdeklődést mutatnak a természettudományos tárgyak – többek között a fizika – iránt. Ezeknek a tárgyaknak az oktatása több sebből is vérzik (NAGY LÁSZLÓNÉ, 2010). Probléma mutatkozik tanított ismeretek alkalmazásában, a hétköznapi élet dolgaihoz való kapcsolódásban, a természettudományos pályák iránti érdeklődés csökkenésében és nem utolsósorban a diákok motiváltságában. Ezen hiányok és nehézségek már évekkel korábban feltárásra kerültek, és több kísérlet is született globális szinten a természettudományos oktatás korszerűsítésére (újszerű módszerek alkalmazása, tantervek, kompetencia alapú tankönyvek használata, módszertani konferenciák). Megoldásként említik többek között minél gyakoribb kísérletezést és mérést, valamint a tehetséggondozó szakkörök létrehozását. Jelen esetben a kettő kombinációjáról van szó, ahol szakkörön résztvevő diákok végeznek kutatás jellegű tevékenységet, kapcsolódva egy újszerű pedagógiai irányzat célkitűzéseivel.

A hullámtannal kapcsolatos jelenségek a középiskolai fizika tanításának meghatározó, és egyben a diákok számára nehezen érthető anyagrészei közé tartoznak, melyet kísérletek, gyakorlati példák nélkül lehetetlen jól megtanítani. A hullámtan megalapozása általános iskolában megtörténik, érintve a hangtan és az optika témakörét. Nehézségéből fakadóan természetesen inkább leíró jelleggel, sok szemléltetést igényelve.

A természettudományos tárgyak anyagát áttekintve nagyon sok kapcsolódási pontot találunk a hullámtannal, legyen szó biológiáról, földrajzról vagy kémiáról. Jelen mérés a kutatási témám környezetfizikai részéhez tartozik, kapcsolódva a gimnázium 9. évfolyamos természetföldrajz tananyagához. A fény hullámtermészetének tanításához ugyanis a középiskola kezdeti szakaszán a napsugárzás vizsgálata kapcsolható.

Sokszor szorul a tudomány az osztályterem falai közé. Az itt alkalmazott újszerű pedagógiai módszer lehetővé teszi, hogy kézzel foghatóvá tegyük a diákok számára a fizika tudományát. Szeretnénk hangsúlyozni a mérés módszertani jellegét, de célkitűzéseink között szerepelt, hogy ha lehetséges a kapott eredményekből tudományos következtetéseket vonjunk le.

A természettudományos tantárgyak oktatását tekintve régóta központi helyet foglal el a komplexitás problémája. A világot, a jelenségeket nem lehet, nem érdemes bekegyszerűsíteni a fizika, kémia, biológia elnevezésű skatulyákba, hanem egyben, egészben kell szemlélnünk. Jelen feladat jó példa egy olyan jelenség értelmezésére, ami magába foglalja a természettudományos tárgyak oroszlánrészét.

2. Kutatásalapú tanulás/tanítás

Az oktatást tekintve megkülönböztethetjük a probléma- illetve a kutatásalapú tanítást/tanulást. Előbbi lényege az, hogy a tananyagot releváns problémákba ágyazzák, amire a válasz már létezik, szemben a KAT által használt nyílt végű kérdésekkel. Lényege, hogy a diákok végezzenek kutatással kapcsolatos, illetve kutatás jellegű tevékenységeket, aktívan vegyenek részt a tudásalkotás folyamatában. Fellelhetők benne a konstruktivista pedagógia alapelvei, Bloom alkotta taxonómiák és Gardner többszörös intelligencia elmélete. Fő komponense a probléma meghatározása – adatgyűjtés – analízis – következtetések levonása.

Joe Exline (2004) Konfuciusz híres mondásából kiindulva fogalmazta meg a kutatásalapú tanulás (rövidítve KAT, angolul Inquiry-Based Learning, IBL) lényegét: „Mondd el és elfelejtem, mutasd meg és megjegyzem, engedd, hogy csináljam, és megértem.” A tapasztalat is mutatja, hogy a kutatás egyet jelent azzal, hogy a diákot bevonjuk a tanulási folyamatba, ami már egyenes út a megértéshez.

Fő komponensei a következők: a probléma meghatározása – adatgyűjtés – analízis – következtetések levonása. Célszerű a kutatási tevékenység minden lépését a diákokkal együtt végezni a tervezéstől egészen az utolsó mozzanatokig, bár a tanár irányító szerepe végig meghatározó kell, hogy legyen.

Első lépésként érdemes átbeszélni a diákokkal a következőket: milyen eszközök, anyagok szükségesek a feladat elvégzéséhez? Milyen eredményeket várunk? Ezek után a diákok elvégzik a kísérleteket, méréseket, és eredményeiket rögzítve levonják a megfelelő következtetéseket. Érdemes a tanulókkal különböző modelleket alkotni, hogy esetleg megismételhető-e mérés laboratóriumi körülmények között. mennyiben kapunk más eredményt? Fontos, a kapott eredmények ábrázolása, esetleg számítógéppel történő elemzése, valamint a mérési eredmények rendszerezése, összefüggések keresése.

A vizsgálandó probléma sokféle lehet, itt egy aktuális eseményhez kapcsolódunk, amelynek ritkasága elég motiváló ahhoz, hogy felkeltse a diákok érdeklődését.

3. A kutatási feladat megfogalmazása és a mérés menete

3.1. A mérés módszertani előkészítése

Sajnálatos tény, hogy a környezetfizika a gimnáziumi tananyagban nem része. Az ide kapcsolódó hőszállítás elmélete csak kiegészítő anyagként szerepel a 10. évfolyamos tankönyvekben, holott vizsgálata fontos szerepet tölt be 11. évfolyamon tanítandó kvantumfizika bevezetésénél. Abban azonban biztosak lehetünk, hogy a diákok rendelkeznek azokkal az ismeretekkel, hogy a légkör felmelegedésének forrása a Nap sugárzó energiája, illetve, hogy a földfelszíntől távolodva a levegő hőmérséklete egyre csökken. Már általános iskolában megismerkedtek a hőmérséklet fogalmával és mérésével, tudják, hogy a hőmérséklet a testek hőállapotát számszerűen – így mérhetően – jellemző fizikai mennyiség. Ezeket az ismereteket 10. évfolyamon a hőtan tárgyalásánál felelevenítődnek.

A 2006. március 29-i teljes napfogyatkozás adatainak elemzése során feltárt eredményeket kívánjuk igazolni diákokkal végzett mérés segítségével. Tapasztalati tény, hogy napfogyatkozás esetén érezhetően csökken a levegő hőmérséklete. Emellett gyakran megfigyelhetjük a szél megerősödését, valamint egyéb etológiai vonatkozású változásokat is. A mérés során szeretnénk hangsúlyozni a diákok számára a probléma komplexitását, és felhívni arra a figyelmüket, hogy egy látszólag fizikai jelenség mennyi előre nem látható következményt hordozhat magával.

Szeretnénk igazolni, hogy a jelenség kezdete előtti és vége utáni hőmérsékleti értékek az idő függvényében jó közelítéssel egy olyan lineáris függvényre illeszthetők, amely mentén a hőmérséklet változott volna a fogyatkozás nélkül. Ehhez már a fogyatkozás előtt egy órával

elkezdtek a hőmérsékleti adatok rögzítését, és a jelenség után még egy órán át folytattuk minden talajtípus esetén. (MAKRA L. et. al. 2000, NÉMETH L. et. al. 2015)

Első lépésben fogalmazzuk meg, pontosan mit is kívánunk vizsgálni a mérés során. (1) Észlelhető-e a hőmérséklet csökkenése a fogyatkozás ideje alatt? (2) Hogyan változik a szél-erősség a jelenség során? (3) Milyen egyéb változások figyelhetők meg a közvetlen környezetben? (madáracsicsérgés, kutyaugatás, fényérzet, rovarok viselkedése) (1. kép) (NOWINSZKY L. et. al. 2000)



1. kép: A környezet változását figyelő diákok csoportja.

Kiindulásképpen meghatároztuk, milyen talajtípusok esetén vizsgálódunk: füves, erdős, homokos, aszfaltos és barna, növénytelen talaj. A tanulók 5 fős csoportokat alkottak. A diákok meghatározott magasságokba rögzítettek fel hagyományos hőmérőket, amelyhez létrát vagy a mérés környezetében elhelyezkedő fát használták fel. A hőmérők a direkt napfénytől védve voltak, a létrákat például fehér lepedővel vontuk be, és Nappal átellenes oldalra rögzítettük a mérőeszközöket.

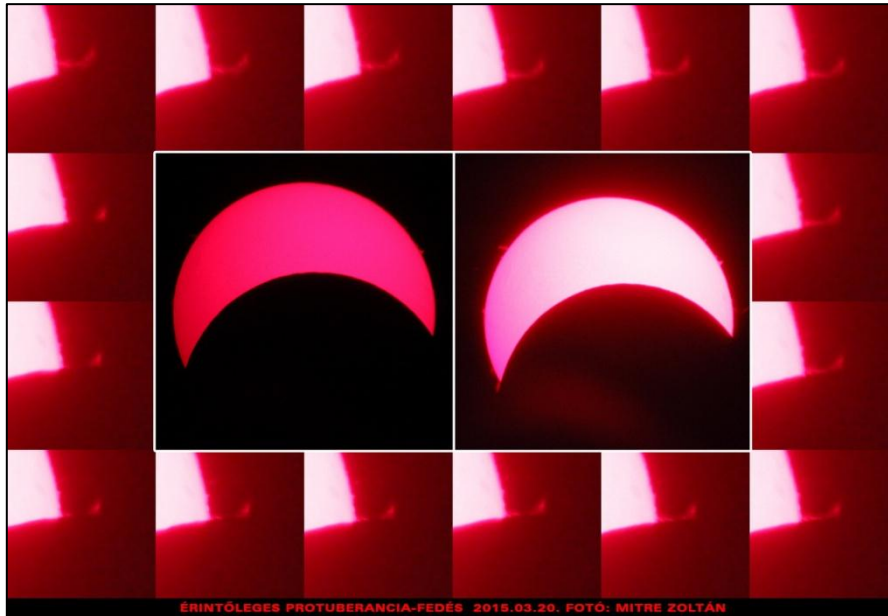
A mérés egyaránt rendelkezett módszertani és környezetfizikai célokkal, szem előtt tartva, hogy a környezeti megfigyelések eredményei jórészt szubjektív, egyéni tapasztalatokon alapulnak.

3.2. A jelenség fizikai tartalma

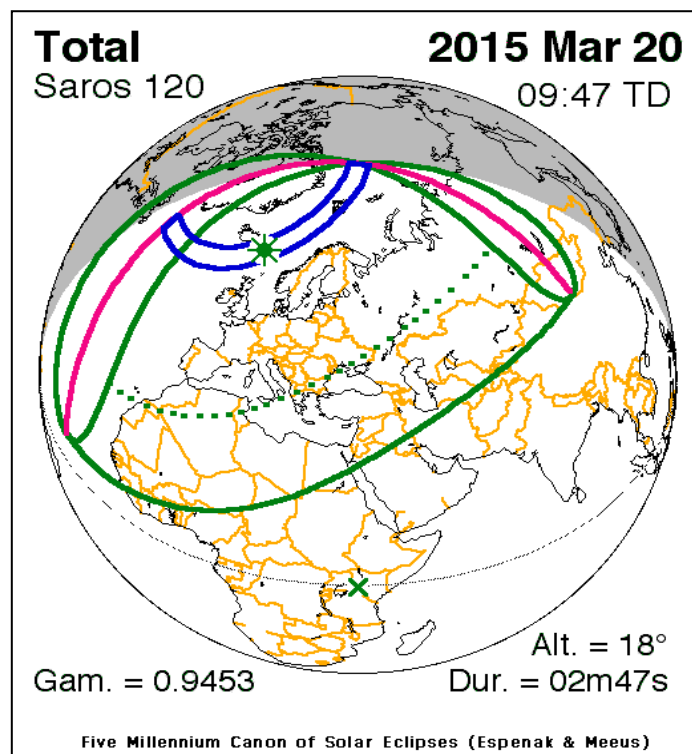
A napfogyatkozás mindenki által jól ismert árnyékjelenség, ami akkor jön létre, amikor a Hold pontosan a Föld és a Nap közé kerül. Különböző típusait ismerjük, úgymint részleges, teljes, gyűrűs vagy hibrid. Az ezekkel történő megismerkedés közben fontos volt felhívni a diákok figyelmét a megfigyelés veszélyeire, a helyes és biztonságos módok szabályaira. A 2015. március 20. fogyatkozás esetén a teljesség sávja az Atlanti-óceán vidékein volt, Magyarországon részleges fogyatkozást figyelhettünk meg, kb. 60%-os. (1. ábra)

Szombathelyen a jelenség fél 9 körül kezdődött, és nagyjából 11 óráig tartott, a maximum pedig 9:44 perckor következett be. Ezen adatoknak a diákok előre utánanézték. (2. kép)

A méréshez azonos típusú, higanyos hőmérőket használtuk, hogy azonos leolvasási hibával dolgozhassunk ($\pm 0,5$ °C). Mindegyik hőmérőt azonos körülmények között tároltuk a mérés előtt. Mérés alatt a hőmérőket óvtuk a direkt napfénytől.



2. kép: Hidrogén-alfa fényben készült sorozatkép a jelenségről, amint a Hold egy protuberanciát elfed, valamint középen a legnagyobb takarású fázis.



1. ábra: A jelenség láthatóságának térképe

Diákok saját hőmérővel is dolgoztak, ezek az adatok is rögzítésre kerültek a jegyzőkönyvben. Ezzel is hangsúlyoztuk, hogy tudományos jellegű méréseket nem csak laboratóriumi eszközökkel és körülmények között lehet végezni. Mind az 5 csapatnak 5 db hőmérőt osztottunk ki. A mérés megkezdése előtt 45 perccel a hőmérőket kihelyeztük a szabad levegőre.

3.3 Mérés menete és a kapott adatok feldolgozása

A diákok elfoglalták 8 óra előtt a helyüket, majd a csapatvezetők kiosztották a mérési jegyzőkönyveket. A mérést 9-10. évfolyamos, tehetséggondozó szakkörön résztvevő, matematika ill. természettudományos tagozatos diákok végezték. 5 darab 5 fős csoport volt, 10. évfolyamos csoportvezetővel. A vizsgált talajtípusok: füves, erdős, homokos, aszfaltos és barna földes. A gyerekek 2 fajta jegyzőkönyvet használtak, egyet a mérési adatok rögzítése illetve egyet a környezeti változások megfigyelése.

Adatrögzítés kezdete a jelenség előtt 30 perccel (9:00), vége pedig a jelenség után 40 perccel (12:40) volt. Az adatok rögzítése a jelenség előtt és után 5 percenként, a fogyatkozás ideje alatt 2 percenként (9:30-12:00), a fogyatkozás maximuma előtt és után negyed órával pedig percenként történt. (3. kép)

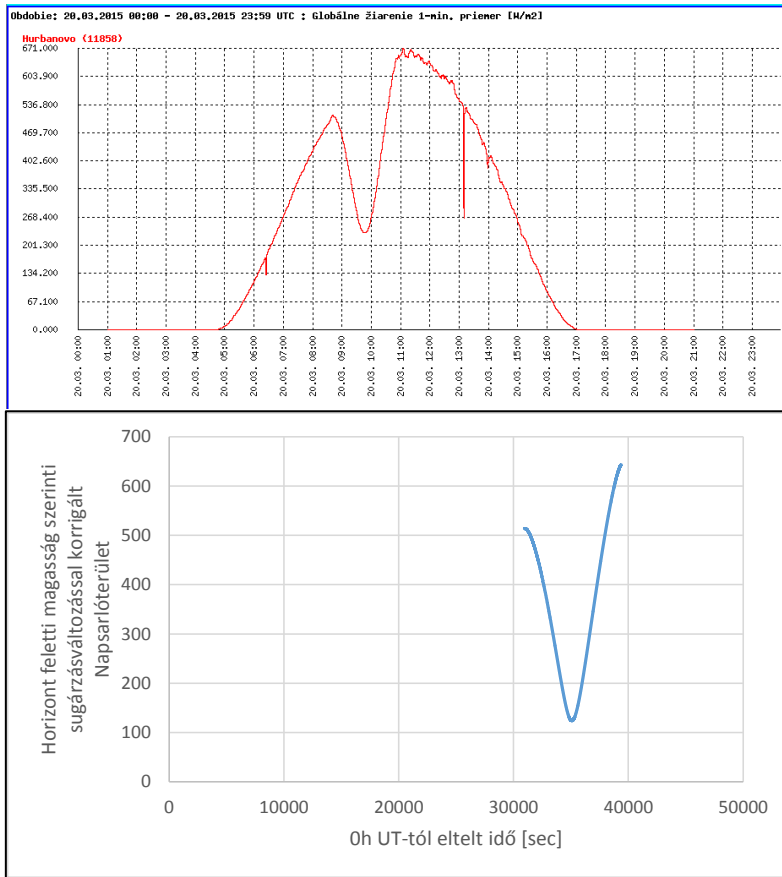
A felhasznált publikációkban megismert módszert követve a hőmérséklet időbeli változását vizsgáltuk. Ehhez meghatároztuk a *Napsarlóterület-idő függvényt*, számítási módját a részleges fogyatkozáshoz módosítva, majd a hőmérsékleti értékek visszaesését negyedfokú polinommal közelítettük. (2. ábra) (PÉNTEK K. 2002, PINTÉR P. et. al. 2008, PÉNTEK K., et. al. 2009, PÉNTEK K., et. al. 2010, MITRE Z. 2011)



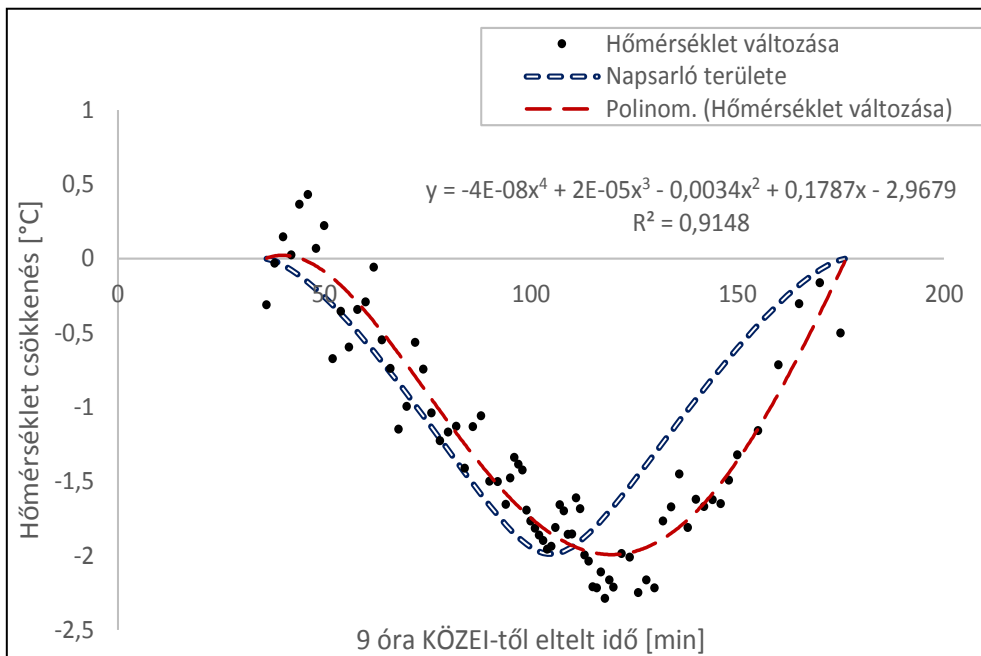
3. kép: Hitelesített és saját hőmérők a talajszínten.

Észrevehetjük, hogy az általunk így számított Napsarlóterület-idő függvény jelentős hasonlóságot mutat egy Pozsonyban történt tudományos mérés adataiból kapott függvénnyel.

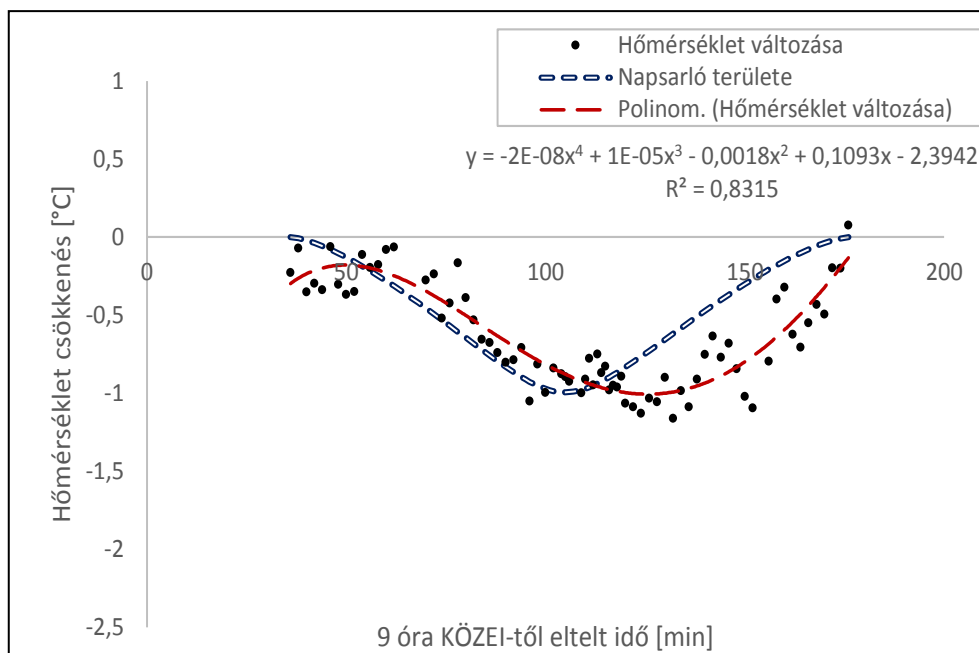
A hőmérséklet visszaesés alakulását látjuk a parkban, fák között illetve az aszfaltos talaj felett, ezen a két helyen volt a legkisebb illetve a legnagyobb a visszaesés mértéke. A kék függvény a napsarló területének alakulását, a piros pedig a hőmérséklet értékeket mutatja. A várakozásunknak megfelelően láthatjuk a hőmérsékletcsökkenésben mutatkozó különbségeket a különböző talajtípusoknál, valamint jól látható a fáziskésés is. Megfigyelhetjük, hogy a növényzettel sűrűn borított részeken legkisebb a késés. (3a és 3b ábrák)



2. ábra: A Nap globális sugárzása március 20-án, Ógyallán, valamint a fényváltozás modellezése. A számításba (Napsarlóterület-idő függvény) a légkör fénykioltó hatását is beleszámítottuk.



3a ábra: A hőmérséklet-változás valamint a napsarló-terület ábrázolása az idő függvényében aszfaltos terület adatai alapján.



3b ábra: A hőmérséklet-változás valamint a napsarló-terület ábrázolása az idő függvényében az erdős-parkos terület adatai alapján.

4. Következtetések, tapasztalatok

A 2015. március 20-i részleges napfogyatkozás során teljesen hasonló jelenségeket sikerült megfigyelnünk, mint amit a vizsgálatunkhoz használt szakirodalmakban olvashattunk. A legnagyobb hőmérséklet visszaesést az aszfaltos talajon mérő csoport érzékelte (-2,1°C), a legkisebb hőmérséklet visszaesést pedig a parkos környezetben mérő csoport tapasztalta (-1,1°C).

A visszaesés maximális értéke az egyes területeknél különböző késésekkel következett be. A legkisebb késések (és egyben a legkisebb hőmérséklet visszaesés a túleveles növényzetű területen (10 min) és a parkos területen (11 min) következtek be. Az eredményeket az alábbi 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat: a maximális hőmérséklet visszaesés értéke és időpontjának késése a legnagyobb fedés időpontjától.

Helyszín	Maximális hőmérséklet visszaesés [°C]	Hőmérséklet minimum késése a legnagyobb fedés időpontjától [min]
Füves terület	-1,6	15
Aszfalt	-2,1	14
Túleveles terület	-1,4	10
Sima talaj	-1,7	16
Erdős, parkos terület	-1,1	11

A környezeti és etológiai megfigyeléseket tekintve a diákok beszámoltak a hőmérséklet és a fényerősség jól érzékelhető csökkenéséről, a szél megerősödéséről, valamint a madarak viselkedésében beálló változásokról.

Összességében elmondhatjuk, hogy egy diákok számára érdekes mérést valósítottunk meg, fontos és sokrétű célokkal. érdemes hangsúlyozni a mérés kapcsán, hogy tudományos jellegű mérést nem csak laboratóriumi körülmények között és eszközökkel lehet végezni. Amennyiben nincs lehetőség a tényleges kutatási tevékenység elvégzésére érdemes tanórán alkalomszerűen kutatásokról szóló beszámolókat olvasni illetve feldolgozni.

5. Irodalom

- MAKRA L., HORVÁTH SZ., PUSKÁS J., SÓDAR I. (2000): „Az 1999. évi teljes napfogyatkozás meteorológiai vonatkozásai Vas megyében.” Vasi Szemle. LIV. 5. pp. 704-714.
- MITRE Z. (2011): „Az 1999-es teljes napfogyatkozás hőmérsékleti adatainak eredményei, új szemszögből tekintve” X. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok alkalmazásai nemzetközi konferencia, Szombathely
- NAGY LÁSZLÓNÉ (2010): A kutatás alapú tanulás/tanítás („inquiry-based learning/teaching”, IBL) és a természettudományok tanítása. Iskolakultúra 2010 (1): 31-51.
- NÉMETH L, ZENTAI Z, PUSKÁS J (2015): „A részleges napfogyatkozás (2015. 03. 20.) során bekövetkezett levegőhőmérséklet változások vizsgálata.” 7. Szőlő és Klíma Konferencia, Kőszeg, 25.
- NOWINSZKY L, PUSKÁS J, FARKAS I, MOLNÁR L, TÓTH GY, HERCZIG B, KISS M, (2000): „Az éjszakai rovarok viselkedése napfogyatkozáskor.” Berzsenyi Dániel Főiskola Tudományos Közleményei Természettudományi Füzetek 6, 33–36.
- PÉNTEK K.: (2002) „Az 1999. évi napfogyatkozáskor mért hőmérsékleti adatok matematikai elemzése” BDF-Tudományos Közleményei XIII. Természettudományok 8. Szombathely, p. 99-113.
- PÉNTEK K. – MITRE Z.: (2009) „Napfogyatkozások során mért hőmérsékleti adatok összehasonlító elemzése” VIII. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok alkalmazásai nemzetközi konferencia, Szombathely
- PÉNTEK K. – MITRE Z.: (2010) „A 2009. július 22-én bekövetkezett teljes napfogyatkozás Shanghai-ban mért hőmérsékleti adatainak elemzése” IX. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok alkalmazásai nemzetközi konferencia, Szombathely.
- Makra L., Sódar I., Horváth Sz., Puskás J. (1999): Teljes napfogyatkozások a múltban és ma. Légkör XLIV. 3. pp. 8-12.
- PINTÉR P. – PÉNTEK K. – MITRE Z.: (2008) „Mathematical analysis of temperature results of the total solar eclipse on 29.03.2006.” Zborník Referátov Z. 19. Celostátneho Slnečného Seminara, Papradno 2008.

EGÉSZSÉGTURIZMUS A HATÁR MENTÉN. A FÜRDŐVÁROSOK SZEREPÉNEK ALAKULÁSA AZ ELMÚLT ÉVTIZEDEKBEN

Palkovits István

*NYME TTMK FKI, Szombathely
pistvn@ttk.nyme.hu*

A tanulmány annak áttekintését célozza, hogy miként értékelhető az egészségturizmus szerepe Vas megye idegenforgalmában a rendszerváltás óta eltelt időszak vendégforgalom idősorai alapján. Vizsgálja, hogy miként alakult az ágazat és a domináns szereplők helyzete az országos folyamatok tükrében, hogy változott a szektor súlya és belső erőviszonyai, illetve látszanak-e átrendeződésre utaló jelek, s körvonalazza a jövő perspektíváit a két évtizedes trendek alapján.

Kulcsszó: turizmus, egészségturizmus, gyógyfürdők

A tanulmány annak áttekintését célozza, hogy a rendszerváltás óta eltelt időszak trendjei alapján miként értékelhető az egészségturizmus¹ szerepe Vas megye idegenforgalmában. A szektor domináns súlyának közismert ténye háttérben - a mégoly fontos szakmai részletekbe mélyedés nélkül, csak a felülnézeti, átfogó kép áttekintésével is, ami itt a fő cél - sok olyan részletkérdés merül fel, melyek vizsgálata indokolt lehet.

A térség egészének fejlődése szempontjából is lényeges lehet, egyebek mellett: az évtizedek óta kiemelkedő nagyságrendű fürdőturizmus meg tudja-e tartani megyei (ill. országos) turizmuson belüli pozícióját abszolút mértékben; tartósan őrzi-e relatív súlyát az ágazat, vagy más attrakciók/termékek erőteljes fejlesztésével oldódik-e az aránytalanság; elképzelhető-e átrendeződés a piacon, a tradicionális szereplők meg tudnak-e újulni, s a gyakran komoly közpénzek segítségével megjelent feltörekvők tudnak-e jelentős teret nyerni (s egyáltalán van-e esélyük fennmaradni) az intenzív versenyben; országos trendekhez kötött-e a helyi fejlődés, vagy egy-egy település/térség kerülhet-e kedvezőbb saját pályára; az elmúlt évtizedek adatai alapján körvonalazódnak-e a jövő perspektívái, s a kirajzolódó kilátások optimizmusra adnak-e okot. A kérdések alapos feldolgozása messze túlmutat e tanulmány keretein, de a kérdésfelvetés és az alaptendenciák e rövid terjedelemben is vázolhatók.

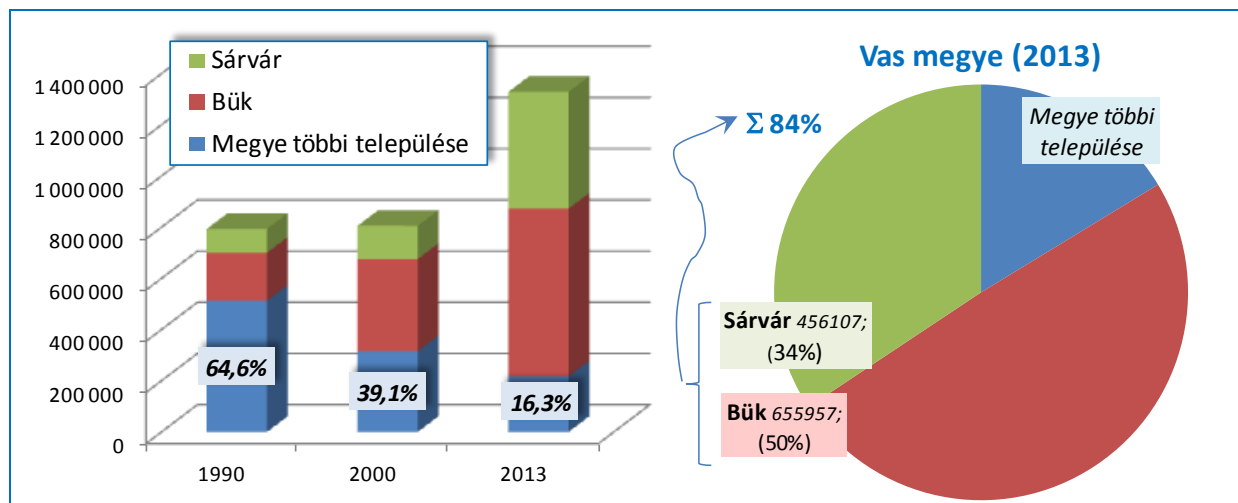
Súlyok és arányok

Vas megye egészségturizmusát *legszűkebben két város (Bük, Sárvár), mindenekelőtt azok két fürdőkomplexuma* határozza meg, némileg tágabban hozzájuk csatlakozik (többé-kevésbé, illetve potenciálisan) számottevő szereplőként *további hét település* (Celldömölk, Mesteri, Szeleste, Szentgotthárd, Szombathely, Borgáta és Vasvár; Körmend fürdője csak nagyon rövid ideig üzemelt) *termálvízhez kapcsolódó* szolgáltatás kínálata – amellet is, hogy bizonyos, a fürdőkhöz nem kötődő formák jelenléte (pl. fogászat) sem elhanyagolható. E szereplők (vállalatok, települések) döntései, fejlesztései egyedileg is hatással vannak a szűkebb-tágabb térség idegenforgalmi folyamataira, együttesen pedig, a megyei turizmus domináns részét alkot-

¹ Alapvetően a vasi fürdővárosok helyzetét, szerepét vizsgálva, az egészségturizmus, termálturizmus, gyógyturizmus, gyógy- és wellness-turizmus definíciós problémáiba nem bocsátkozva; e definíciókat illetően ld. pl.. Smith – Puczko (2008)

va a térségfejlődés markáns tényezőjét jelentik – *versenymagatartásuk, versenypozíciójuk, az ágazat és az egyes szereplők helyzete* tehát térségfejlődési szempontból is figyelmet érdemel. A két – dominánsan egészségturisztikai kínáló – város, és ezzel a szóban forgó ágazat súlyát jól illusztrálja az 1. ábra, kettejük 84%-os részesedése a megyei vendégforgalomból magáért beszélő adat. Az arány időbeli alakulása is látványos: ugyan a rendszerváltás éveiben is jelentős volt a szerepük (35,4%), de *akkor a vendégéjszakák közel kétharmadát másutt regisztrálták* (Szombathely, Kőszeg, Velem, Körmend, Hegyhátszentjakab stb.). A többi település és turisztikai ágazat azóta bekövetkezett térvesztése nemcsak relatív – a 16%-ra csökkent részesedés mögött jelentős abszolút visszaesés is húzódik (az egyéb vasi helységekben eltöltött vendégéjszakák száma az 1990-es érték 42%-ára zsugorodott). Eszerint – habár régóta, szinte mindenütt az idegenforgalmat nevezik meg „kitörési pontként” a lokális stratégiák, s jelentős közösségi források fordítottak turisztikai termékfejlesztésre – *az egészségturizmuson kívüli törekvések mindeddig csekély eredményességet mutatnak*, a megye turizmusában a több lábra állásnak nem látszanak jelei. Ilyen körülmények közt különös jelentősége van a két meghatározó termék teljesítménye, fejlődése, piaci pozíciója ill. versenyképessége alakulásának.

1. ábra: Bük és Sárvár súlya Vas megye együttes vendégforgalmában
(a kereskedelmi szálláshelyeken eltöltött vendégéjszakák, ezer fő)



Forrás: TEIR adatok alapján szerkesztve

Versenyben

Magyarország kiváló természeti adottságai, a jelentős termálvíz készlet hasznosításának tradíciói, s nem utolsósorban az utóbbi két évtizedben megvalósított komoly beruházások eredményeinek nyomán a hazai egészségturisztikai ágazat ma meglehetősen kiterjedt, s a sok szereplő közt rendkívül intenzív verseny zajlik. E verseny különböző síkokon és különböző résztvevők közt értelmezhető – a legáltalánosabb, turistákért folyó, *térségek és települések* közötti küzdelemtől az egyes fürdőket és gyógyhelyeket üzemeltető *vállalkozások* egyes speciális szolgáltatásainak szűken értelmezett piaci pozícióharcaiig bezárólag. E különböző dimenziók egymással összefüggő, sokrétű viszonyainak és azok mozgásainak figyelemmel kísérése az egyes szereplők döntéseinél nem megkerülhető feladat, ugyanakkor az elérhető információk korlátossága (pl. fürdővendégek száma) ez elemzéseket sok tekintetben korlátok közé szorítja.

A hatályos jogszabály² szerint „hivatalosan” 137 gyógy-turizmusban érintett település van az országban, melyek közülük 18 rendelkezik a „minősített gyógyhely” címmel (egyikük, épp

² 31/2011. (X.24.) sz. KIM rendelet a területi számjelrendszerről

Sárvár két vonatkozásban is). Tágabb értelemben minden érintett helyszín versenytársnak tekinthető, ugyanakkor a két meghatározó vasi fürdőváros szolgáltatáscsomagjának igazán közeli „helyettesítő termékei” elsősorban a minősítéssel rendelkezők köréből kerülnek ki. Az ezek közt található jelentősen eltérő profilú helyeket (Kékestető, Lillafüred) nem figyelembe véve, bő tucatnyi *jelentős, minősített, gyógyfürdővel rendelkező* település alkothatja a közvetlen versenyző-mezőnyt.

Az eszerint leginkább figyelmet érdemlő településeknek két fő földrajzi koncentrációja figyelhető meg, az északkelet-magyarországi (Hajdúszoboszló, Mezőkövesd, Parád, Debrecen, Nyíregyháza, Eger, illetve kissé délebbre Gyula), valamint a nyugat-dunántúli (Hévíz, Bük, Sárvár, Zalakaros, Balf és Balatonfüred; míg Harkány jelentősen távolabb található). E két térség a leggazdagabb gyógyvizekben, itt működnek a legnagyobb forgalmú fürdők, ugyanakkor az ország más területein is bőséges a kínálat (a 77 ma működő gyógyfürdő teljes körének távlati fenntarthatóságát illetően mindazonáltal gyakorta fogalmazódnak meg kételyek). A versenyhelyzet minősítésében fontos körülményként értékelhető a földrajzi tér és a települési-településhálózati adottságok is. Előbbit illetően rögzíthető, hogy a *térbeli közelség* erősíti a versenyt, utóbbi vonatkozásában lényeges körülmény, hogy a *megyei jogú városok és a Balaton parti települések* lehetőségei és általános kínálati jellemzői eltérő versenyhelyzeteket és versenymagatartásokat eredményeznek.

Ha a *teljes vendégforgalom* alapján azokat a településeket tekintjük elsődleges versenytársnak, melyek iránti kereslet hasonló nagyságrendű, akkor e kör egyben az *egészségturisztikai piac meghatározó szereplőivel átfedésben* körvonalazódik.

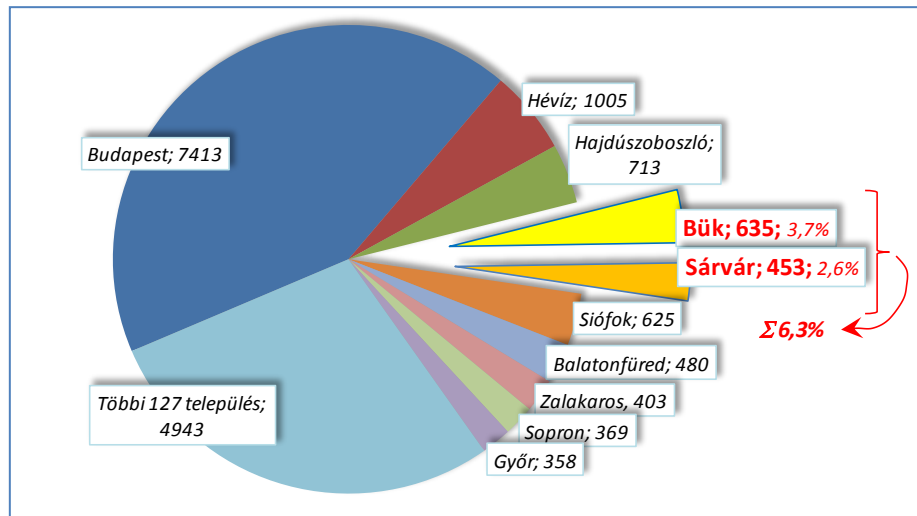
1. táblázat: Magyarország 10 legnépszerűbb városa, egyben leglátogatottabb „gyógyturizmusban érdekelt” települése a vendégéjszakák száma alapján

Helyezés a települési rangsorban			Település	Vendégéjszakák (ezer db)		
1990	2000	2014		1990	2000	2014
1.	1.	1.	Budapest	6 586	4 944	8 059
15.	2.	2.	Hévíz	312	797	983
10.	4.	3.	Hajdúszoboszló	376	638	806
2.	3.	4.	Siófok	814	795	701
22.	7.	5.	Bük	237	361	680
3.	5.	6.	Balatonfüred	779	536	544
38. (!)	24.	7.	Sárvár	116	130	453
24.	19.	8.	Zalakaros	229	204	434
16.	6.	9.	Sopron	300	445	382
20.	9.	10.	Eger	266	314	375

Forrás: TSTAR 1990, 2000, Magyar Turizmus Zrt.: Turizmus Magyarországon 2014.

Magyarország (vendégéjszakák száma alapján rangsorolt) 10 legnépszerűbb városának mindegyike „gyógyturizmusban érdekelt” település is, így elvileg mindegyikük közvetlen versenytársa a listán egyaránt előkelő helyen szereplő Büknek és Sárvárnak. Ha azonban figyelembe vesszük a fent említett lényeges módosító körülményeket, akkor Budapest (főváros), Siófok és Balatonfüred (Balaton part), illetve Sopron (megyei jogú város) hasonló helyzetű közvetlen helyettesítőként – önmagában a vendégforgalmi statisztikák alapján – nem vehető „figyelembe”.

2. ábra: Bük és Sárvár súlya a „gyógyturizmusban érdekelt települések” együttes vendégforgalmában (a kereskedelmi szálláshelyeken eltöltött vendégéjszakák, ezer fő)



Forrás: A gyógyturizmusban érintett települések Magyarországon (KSH 2013. augusztus) adatai alapján szerkesztve

Mind a gyógyhelyek listája, mind a szálláshely-statisztikák alapján azok a települések alkotják tehát a versenytársak szűkebb körét (és a fejlődés viszonyítási pontját) Bük és Sárvár számára, melyek klasszikusan fürdővárosoknak számítanak: Hévíz, Hajdúszoboszló, Zalakaros. (Kisebb léptékekben e kört tágíthatja Harkány, Gyula és Mezőkövesd, míg csak a fürdőkre fókuszáltság esetén pedig Debrecen, Eger és Nyíregyháza, mint olyan „települések, ahol nemzetközi jelentőségű fürdő található”³).

Az öt fürdőváros eltérő tradíciókkal és sok tekintetben eltérő települési jellemzőkkel rendelkezik, de mindegyik esetében a *településfejlesztési tevékenység centrális eleme* a fürdő- és települési egészségturizmus fejlesztése, s az elmúlt évtizedben mindegyik *jelentős beruházásokat valósított meg* e területeken, komolyan erősítve – nemzetközi mércével is versenyképessé téve - kínálatát.

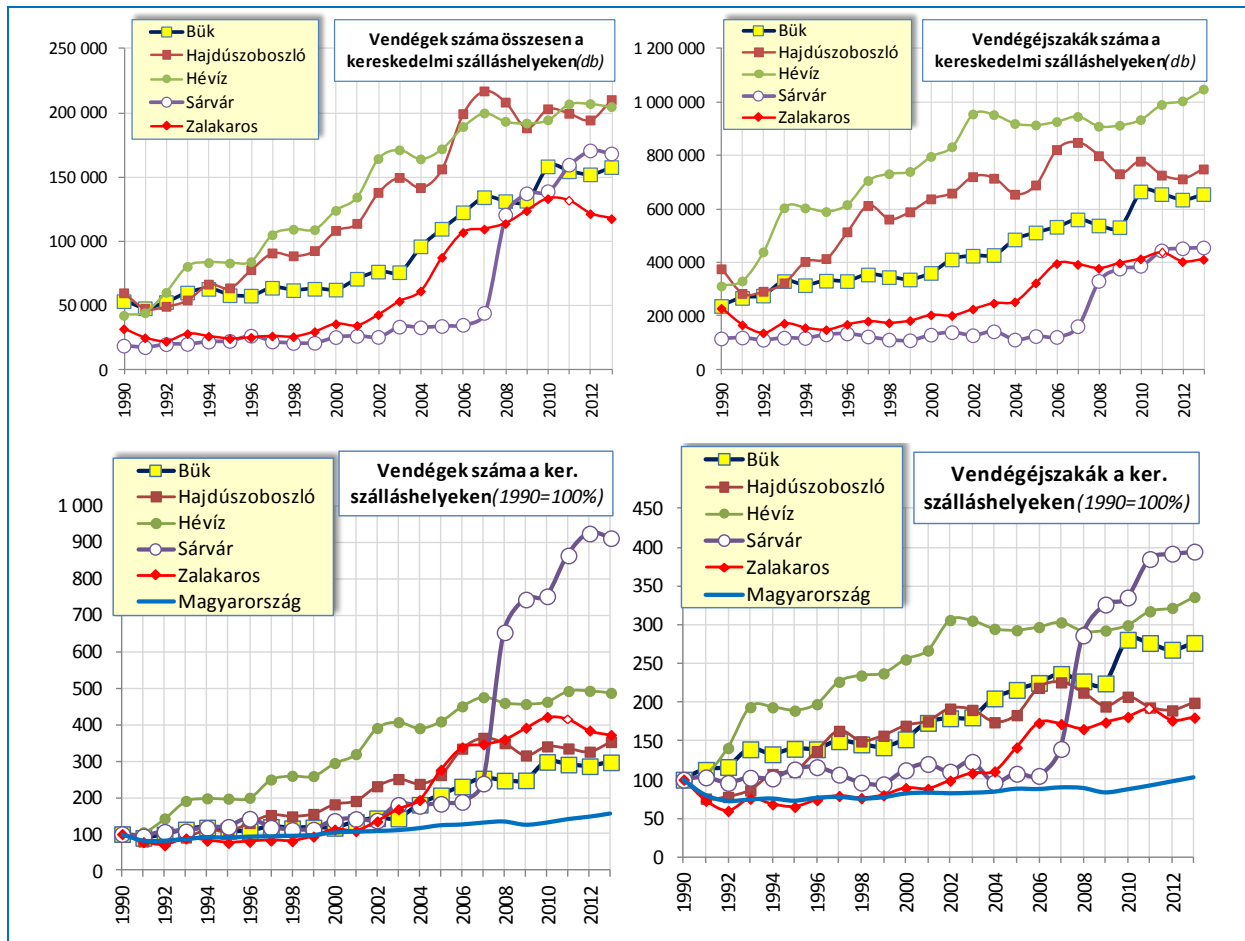
Ami a *fő trendeket* illeti, a kereskedelmi szállásférőhelyek vendégszámát mindegyik település megtöbbszörözte a rendszerváltozás óta; a vendégéjszakák növekedése is jellemzően jelentős volt, ami elsősorban a belföldieknek köszönhető, a külföldiek részarányának egyértelmű visszaesése mellett; mindeközben az átlagos tartózkodási idő számottevően csökkent minden településen. Az általános tendenciák mögött azonban nem lényegtelen különbségek vannak, melyek némileg átalakították a szereplők közti pozíciókat.

A *vendégszám* esetében a folyamatos és egyenletes növekedés összképéhez képest szembevetően Sárvár 2007 utáni ugrásszerű mutatóemelkedése, míg Bük esetében a növekedés ellenére sem javuló (de szinttartó) relatív pozíció, illetve a legutóbbi időszak stagnálóba hajló grafikonjai. A *vendégéjszakák* alapvetően követik vendégszám-trendeket, ha nem is mechanikusan: egyes települések pozíciója e téren kissé jobban (Bük), másoké rosszabbul (Hajdúszoboszló) alakult.

A vendégkör megoszlásában jelentős átalakulás ment végbe: míg korábban domináns volt a külföldiek jelenléte a fürdővárosokban, addig mára helyenként 60% körüli szintre csökkenve stabilizálódott (Hévíz, Bük, Sárvár), másutt 40% alá süllyedt (Hajdúszoboszló, Zalakaros) – a két kis csoport látványosan együtt mozog e jellemző alapján.

³ NTH (2013)

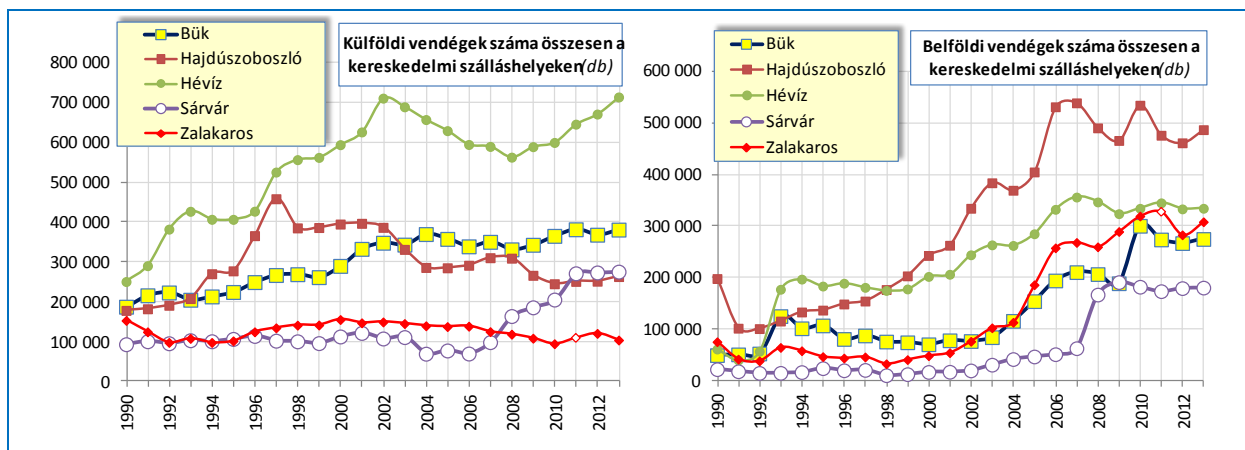
3. ábra: A vendégszám* alakulása öt fűrdővárosban 1990-2012



* kereskedelmi szálláshelyek

Forrás: TEIR adatai alapján szerkesztve

4. ábra: A kül- és belföldiek vendégéjszakaiknak* alakulása öt fűrdővárosban 1990-2013



* kereskedelmi szálláshelyek

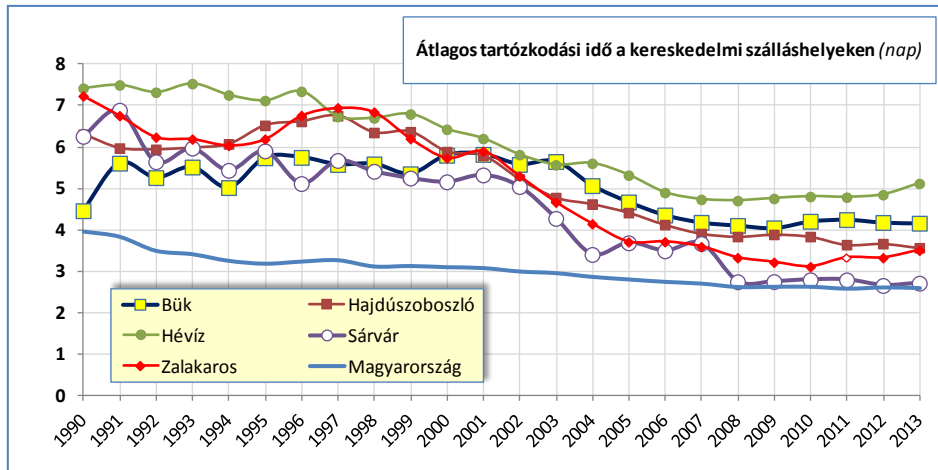
Forrás: TEIR adatai alapján szerkesztve

A folyamat egyfelől pozitív, amennyiben jelentős hazai kereslet támadt az egészségturisztikai szolgáltatások iránt (bár a 2010 utáni visszaesése némileg árnyékolja e képet), másfelől ezt sajnálatos módon nemcsak relatíve csökkenő külföldi részarány kísérte, de a helyenként ab-

szolút mértékben visszaeső (Hajdúszoboszló, Zalakaros) vagy stagnáló (Bük) beutazó vendégszám (csökkenő nemzetközi versenyképesség?) is.

Az *átlagos tartózkodási idő* vonatkozásában egyértelmű és egyöntetű csökkenés mutatkozik az ezredforduló óta, mely folyamat legkevésbé Hévízt, leginkább Sárvárt érintette, mely különbségek mögött a helyi szolgáltatás-portfoliók sajátosságai is meghúzódnak.

5. ábra: Az átlagos tartózkodási idő a kereskedelmi szálláshelyeken 1990-2013



Forrás: TEIR adatai alapján szerkesztve

A vendégszám bővülést – a nagy léptékű fürdőfejlesztések mellett – természetesen követték a *fogadóképesség bővítését* célzó beruházások is. A vizsgált településeken összességében másfélszeresére bővült két évtized alatt a szálláshely-kapacitás, mely átlag mögött a több mint háromszorosára növekedett sárvári, és kétszeresére emelkedett büki ágyszám, illetve az alig változott (20%-kal nőtt) hajdúszoboszlói és zalakarosi kapacitás jelentik a végleteket.

A hazai verseny tehát erős, s a jelentős expanziós trend mellett negatív jelenségeket is mutató mezőnyben a alapvető átrendeződések nem zajlottak le. A vasi domináns fürdővárosokban az országos trendek sok tekintetben érvényesülnek, pozícióromlás nem következett be, sőt Sárvár – a szereplők közt kivételes – előretörése által a *térségi helyzet jelentős javulása rögzíthető*.

Új szereplők?

Az évtizedek óta a klasszikus fürdővárosok által uralt ágazatban és települési versenyben a jelek szerint – a komoly belépési korlátokkal is összefüggésben - nehezen jelenik meg új meghatározó szereplő, habár ilyen ambícióktól nem mentes a piac, illetve a fejlesztéspolitika. A rendszerváltás óta számos helyen megfogalmazódott a termásvíz hasznosításának szándéka, vagy a kisléptékű fürdők nagyszabású fejlesztésének elképzelése, a helyi gazdaság egészség-turisztikai impulzusok általi dinamizálásának víziója. Sokhelyütt az elképzelések megvalósítása terén is történtek lépések, nem ritkán komoly (magán- és/vagy közösségi) beruházások is történtek. A tapasztalatok egyfelől arra utalnak, hogy *ritka az olyan eset, amikor nagyságrendi ugrás valósulhat meg*, másfelől a *néhány pozitív példa* a komoly eredmények elérésnek lehetőségét is mutatja.

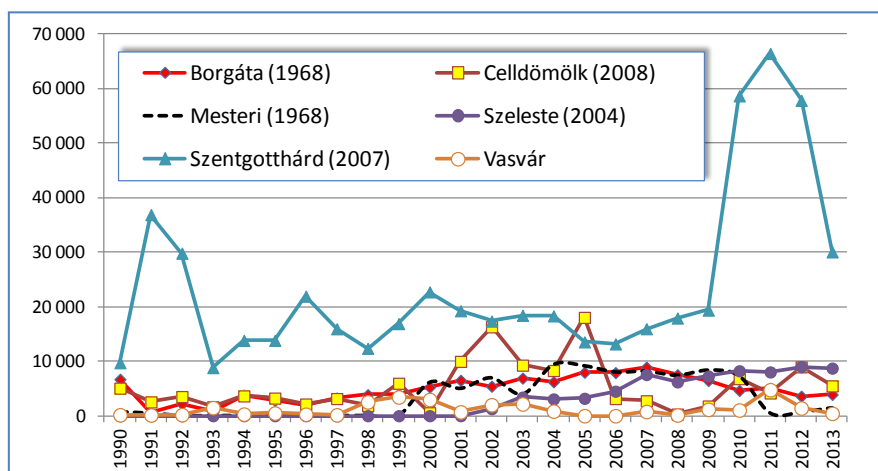
2. táblázat: A „gyógyturizmusban érdekelt települések” a vendégéjszakák számának alakulása alapján csoportosítva

Vendégéjszakák számának változása 1990-2012 (ezer fő)	Vendégéjszakák 1990 (bázis) (ezer fő)										Összesen (db település)
	0-1	1-5	5-10	10-25	25-50	50-100	100-200	200-500	500-1000	6586 (Bp.)	
- 300 – -100				Visegrád				7	2		9
-100 – -50	Mórahalom		Cserkesztő			2	5	1		Győr, Sopron	8
-50 – -10				6	9	3	3			Zalakaros	21
-10 – 0	2	6	7	4	2	1					22
0 – +10	26	5	5	1	1		Gyula				38
+10 – +50	6	3	5	2	3	1		1		Bük, Hévíz, Hajdúszoboszló	21
+50 – +100	1			1	1	1		2			6
+100 – +300	3				1			1			5
+300 – +500						1	1	3		Sárvár	5
+826 (Bp.)				Egerszalók, Alsópáhok, Hegykő							1
Összesen (db település)	38	14	17	14	17	9	9	15	2	Karcag/ Berekfürdő	136

Forrás: saját feldolgozás KSH (2013.) adatai alapján; az adathiányok TEIR-ből pótolva

A rendszerváltás óta lezajlott változások alapján 2. táblázat azt jelzi, hogy *elsősorban a klaszterikus fürdőhelyek a nyertesei az expanziós folyamatoknak*, s a feltörekvők közt (a bázisidőszakban 50 ezer fő alatti forgalmú helyek esetében) *mindössze hét* olyan eset fordult elő, ahol a vendégéjszakák bővülése 50 ezer fő feletti (közülük is Visegrád és Tapolca feltehetően nem pusztán az egészségturizmusnak köszönheti mutató-emelkedést).

3. táblázat: A „gyógyturizmusban érdekelt települések” a vendégéjszakák számának alakulása alapján csoportosítva



Forrás: TEIR adatok alapján

A vasi egészségturizmus jövőjére vonatkozóan is valószínűsíthető tehát, hogy *jelentős kihívókkal, ágazatot dinamizáló szereplőkkel nem reális számolni*. Mindamelllett, úgy a fenti kivételek léte, mint a térségi idősorok áttekintése óvatosságra int a túlzottan határozott kijelentéseket illetően. A megye fürdőinek általános tapasztalata – a statisztikák szerint, látogatottsági, fürdőüzemeltetési, jövedelmezőségi szempontokat nem tekintve – az, hogy az új fejlesztések érzékelhető többlet-vendégforgalmat eredményezhetnek a kereskedelmi szálláshelyeken, de azok nagyságrendje *ritkán lépi túl az évi tízezer vendégéjszakát*. A figyelemre méltó kivételt Szentgotthárd jelenti (ahol a különböző finanszírozási, tulajdonosi, üzemeltetési és egyéb problémák dacára rövid idő alatt 60 ezer fölé ugorhatott mutató, s ha e problémák miatt épp visszaesés mutatkozik is), példát mutatva arra, hogy komoly és tudatos beruházási tevékenység esetén *nem lehetetlen a belépés a fürdővárosok piacának felsőbb szegmenseibe*.

A megye turizmusának szerkezete mindaddig egyértelmű tendenciát mutatott: folyamatosan és markánsan nőtt a két domináns település részaránya a vendégéjszakák számát illetően. *E kialakult helyzet tartós fennmaradása, illetve trend megtörése ellen ható tényezők nem látszanak.* Mindamelllett, egy-egy új szereplő megerősödése az idősorok tapasztalatai alapján nem kizárható. Leginkább reálisnak ítéhető új elemként Szentgotthárd megerősödése prognosztizálható, a helyi fürdőhöz és a remények szerint újra megnyitó szállóhoz kötődő vendégéjszakák százezer körüli szintre emelkedése összességében mintegy hét százalékponttal csökkentené a Bük és Sárvár együttes súlyát a megyei tortából, ami a települési diverzifikáltságot kis mértékben oldaná ugyan, de az ágazati koncentrálttság továbbra is fennmaradna.

Összegzés

Összességében rögzíthető, hogy a megye idegenforgalmában az egészségturizmus nemcsak őrzi súlyát, de jelentősen bővítette is azt. Habár más jellegű turisztikai termékek fejlesztésére jelentős volt az igény (és a stratégiai dokumentumokban megfogalmazott szándék/óhaj), jelentős, vendégéjszakákban is megjelenő eredmények e téren nem mutatkoznak, amit jól jelez, hogy a két kiemelkedő fürdővároson kívüli forgalom abszolút mértékben is kifejezetten visszaesett.

Az egészségturizmus a megyében a rendszerváltás óta folyamatosan jól teljesített, meg tudott újulni, új lendületet tudott venni, mutatói az országost tendenciáknál kedvezőbbek. A folyamatokat a kialakult versenystruktúra adottságai miatt az igazán nagy szereplők (üzemek és települések) határozzák meg, melyek erőviszonyai így a térségi folyamatokat (esetleges átrendeződéseket) is megszabják. A megye szempontjából kedvező, hogy a helyi fürdők/fürdővárosok tartják, illetve erősítik pozícióikat, ami a térségi vendégforgalom magas szintjét folyamatosan biztosította az elmúlt két évtizedben - az egyébként viszonylag kiegyenlített és stabilan bővülő nagy aktorok közt egyedül Sárvár tudott látványos pozíciójavulás kivívni, mely erősödés természetesen tükröződik a vizsgált adatokban. A kisebb fürdők egyes képet mutatnak, jellemzően korlátozottan mutatkozik dinamizáló hatásuk, de Szentgotthárd példája a kitörés lehetőségét is felvillantja.

A megye egészségturizmusában a két kulcsszereplő számára azonban – habár a trendek kedvezőnek tűnnek – nem extrapolálható mechanikusan a mai növekedési pálya (miként természetesen az ambiciózus feltörekvők esetében sem garantálható az expanzió), mivel a piaci verseny rendkívül erős. A versenyben meghatározó hazai szereplők folyamatosan kihívásokat támasztanak, de a versenyben figyelmet érdemelnek a döntéshozók részéről – és további tanulmányoknak adnak témát - a környező országok dinamikusan fejlődő egészségturisztikai jellemzői és mozgásai, illetve a folyamatosan átrendeződő célpiacok folyamatosan módosuló preferenciái is.

Irodalom:

- KSH (2013): A gyógyturizmusban érintett települések Magyarországon, Központi Statisztikai Hivatal, 2013. augusztus
- NTH (2013): Nemzeti turizmusfejlesztési koncepció 2014–2024, Nemzetgazdasági Minisztérium, Nemzetgazdasági Tervezési Hivatal,
<http://www.kormany.hu/download/8/41/11000/NTK.pdf>
- Puczkó, L. – Smith, M. (2008): Egészségturizmus: gyógyászat, wellness, holisztika. Akadémiai Kiadó

EGY VERTIKÁLIS PERSPEKTÍV VETÜLETI RENDSZEREN ALAPULÓ SZFÉRIKUS CSILLAGÁSZATI TANESZKÖZ: A NAP ÉVES MOZGÁSÁT BEMUTATÓ FORGATHATÓ KORONG

Péntek Kálmán

*NyME TTMK Szombathely, Károlyi G. tér 4.
pentek@ttk.nyne.hu*

Összefoglaló: A dolgozat egy szférikus csillagászati taneszközt, a Nap égbolton történő mozgását szemléltető forgatható korongot (univerzális asztrolábiumot) mutatja be. A készülék első változatát Philippe de la Hire (1640-1718) alkotta meg 1701-ben. A taneszköz modern és átdolgozott változatát jelen cikk szerzője készítette el. Azokat a legfontosabb csillagászati és földrajzi feladatokat mutatjuk be, amelyek ezzel a taneszközzel könnyen megoldhatóak.

Abstract: In the paper we present the spherical astronomy tool – called rotatable daily arc plate (universal astrolabe) – which represents the moving of the Sun in the sky. The first version of this tool was made by Philippe de la Hire (1640-1718) in 1701. The modern and improved version was designed by the author of this paper. We present the most important astronomical and geographical processes, which we can easily solve by the using of this tool.

1. BEVEZETÉS

A Pergai Apollóniosz (Kr. e. 265-190) görög matematikus és csillagász Kr. e. 200 körül konstruálta meg a planiszférikus asztrolábium nevű csillagászati mérőeszközt. A tudós Alexandriában tevékenykedett, Konika (Kúpszeletek) című 8 kötetes művében kidolgozta kúpszeletek geometriáját olyan időtálló matematikai igényességgel, hogy már tudós kortársaitól is kiérdemelte teljesen elismerve munkáját a Megasz Geometrosz, vagyis a Nagy Geométer nevet.



1. ábra. Planiszférikus asztrolábium

Apollóniosz planiszférikus asztrolábiuma rögzített földrajzi szélességen ábrázolja az égboltot sztereografikus vetületben. Segítségével megoldhatók a korong alakú eszköz egyes részeinek alkalmas elforgatásával és beállításával a szférikus csillagászat klasszikus alapfeladatai. Ezek a készülékek művészi finomságú kivitelben fémből készültek, s használatukkal a hajósok eredményesen tájékozódhatnak a tengeren, de mérnöki, földmérési és építészeti feladatok megoldása során is eredményesen és hatékonyan alkalmazták. A műszert később a középkorban arab matematikusok és csillagászok tökéletesítették és fejlesztették tovább (1. ábra).

Az asztrolábium bármely földrajzi szélességen is használható tökéletesített változatát – az univerzális asztrolábiumot – Ibrahim al-Zarqali (1029-1087), továbbá Gemma Frisius (1508-1588) dolgozta ki. A műszer vetületi rendszere a sztereografikus projekció volt most is, azonban új, ekvatoriális nézetben (2. ábra). Az univerzális asztrolábium egy másik változatát fejlesztette ki 1551-ben Juan de Rojas y Sarmiento, aki ortografikus vetületi rendszert alkalmazott szintén ekvatoriális nézetben (3. ábra).



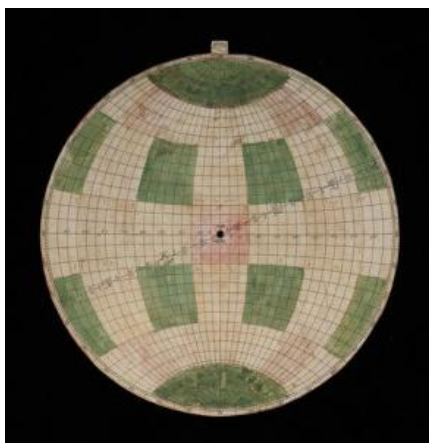
2. ábra. Az Al-Zarqali és Frisius-féle univerzális asztrolábium



3. ábra. A Rojas-féle univerzális asztrolábium

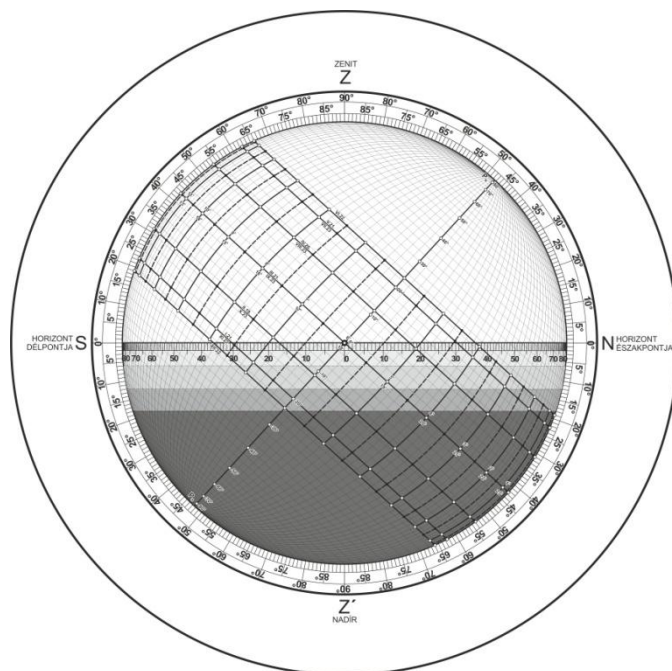
Az univerzális asztrolábiumnak mindkét változata kettős rétegben ábrázolja az égbömböt. Az égi egyenlítő mentén elhelyezkedő szögskála sztereografikus projekció esetén a korong pereme felé ritkul, míg ortografikus projekció esetén a perem felé haladva besűrűsödik az egyes vetületi rendszerek sajátosságaiból adódóan. Ez a nem lineáris skála megnehezítette mindkét típusú univerzális asztrolábium használhatóságát. Az eszköz működése akkor lett volna lényegesen pontosabb és eredményesebb, ha a korong skálázása ügyes vetületi rendszerben jó közelítéssel lineáris lehetett volna.

A kvázi lineáris skálázás problémáját Philippe de la Hire (1640-1718) francia matematikus, csillagász és térképész oldotta meg, amikor 1701-ben publikálta a vertikális perspektív projekción alapuló univerzális asztrolábiumát. Magát az eszközt pedig Nicholas Bion (1652-1733) műszertervező és finommechanikus konstruálta meg (4. ábra). Azonban a csillagászati és navigációs számítások elterjedésével, továbbá a logaritmus használatával az asztrolábiumok veszítettek jelentőségükből, elkezdtek háttérbe szorulni, viszont Philippe de la Hire vetületi rendszerét több világtérképen is eredményesen alkalmazták (Morrison, J. E. (2010), Snyder, J. P. – Voxland, Ph. M. (1989), Stegena L. (2010)).



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

A XIX. században a közép- és felsőfokú oktatásban megjelentek az asztrolábiumok szerkesztési elvein alapuló, általában kartonból elkészített és sokszorosított csillagászati taneszközök. Francia és német mintára hazánkban a Juan de Rojas-féle asztrolábiumon alapuló forgatható korongot fejlesztett ki Lóskay Miklós 1904-ben. A Kogutowicz Manó által vezetett Magyar Földrajzi Intézet Rt által gyártott korongnak „A Nap és a csillagok járása a Föld tet-szöleges helyén” címet adta és Kövesligethy Radó (1862-1934) csillagász és geofizikus készí-tett hozzá útmutató füzetet 1903-ban (5. ábra). (Kövesligethy R. (1903), Lóskay M. (1904), Péntek (2010)).



5. ábra. A Lóskay-féle forgatható korong

A Lóskay-féle korong modern, átdolgozott változatát e dolgozat szerzője készítette el 2012-ben (Péntek K. (2012)), azonban jelen dolgozatunkban a Philippe de la Hire-féle projek-ció ismeretében szükségesnek tűnik egy új, hatékonyabb taneszköz kidolgozása. Ez jelen dol-gozatunk témája.

2. A PHILIPPE DE LA HIRE-FÉLE PROJEKCIÓ

A Philippe de la Hire-féle vetület a centrális perspektív térképi vetületek egy különleges fajtája. Alapfelülete egy egységnyi sugarú gömbfelület (amely lehet a Földgömb, vagy esetünkben az éggömb) egyik félgömbje (a Földgömb pl. keleti félgömbje, esetünkben pedig a keleti éggömb), képfelülete az alapfelület félgömbje peremkörének síkja (a Földgömb kezdő meridiánjának síkja, éggömb esetén az égi meridián síkja), a vetítés centruma az alapfelület félgömbjének szimmetria középpontjából kiinduló, a képfelület középpontján áthaladó félegyenesen fekvő, az alapfelület gömbjének egy nem belső pontja. Könnyen beláthatjuk, ha a vetítés centruma az alapfelület szimmetria középpontjának átellenes gömbi pontja, akkor a leképezés egybeesik a klasszikus sztereografikus projekcióval. Észrevehetjük azt is, ha viszont a vetítés centruma a félegyenesen eltávolodik minden határon túl a kiindulási gömbfelülettől, akkor eredményül a jól ismert ortografikus projekciót nyerjük.

A leképezési egyenletek levezetéséhez tekintsük az egyszerűség kedvéért a Földgömb keleti félgömbjét alapfelületnek, s az analitikus tárgyalás esetén alkalmazzunk klasszikus (λ, φ) földrajzi koordinátákat. Ekkor az alapfelületünk pontjait a

$$(1) \quad P(x, y, z) = P(\cos \varphi \cdot \cos \lambda, \cos \varphi \cdot \sin \lambda, \sin \varphi)$$

összefüggéssel jellemezhetjük, ahol $0^\circ < \lambda < 180^\circ$, $-90^\circ < \varphi < 90^\circ$ teljesül. Ekkor képfelületünk az xz sík, amelyet az $y = 0$ egyenlettel írhatjuk le, a vetítés centrumát $C(0, -d, 0)$, $1 \leq d$ koordináták jellemzik. A P pont C centrumról történő vetítésével előálló P' képe a PC vetítősugar és a képsík metszéspontja lesz. Egyszerű számítások eredményeként a P pont P' képét a

$$(2) \quad P'(x', 0, z') = P' \left(\frac{\cos \varphi \cdot \cos \lambda}{\frac{\cos \varphi \cdot \sin \lambda}{d} + 1}, 0, \frac{\sin \varphi}{\frac{\cos \varphi \cdot \sin \lambda}{d} + 1} \right)$$

összefüggéssel jellemezhetjük, ahol most is $0^\circ < \lambda < 180^\circ$, $-90^\circ < \varphi < 90^\circ$ teljesül. Ezért a vizsgált perspektív vetület leképezési egyenletei az

$$(3) \quad x' = \frac{\cos \varphi \cdot \cos \lambda}{\frac{\cos \varphi \cdot \sin \lambda}{d} + 1}, \quad z' = \frac{\sin \varphi}{\frac{\cos \varphi \cdot \sin \lambda}{d} + 1}$$

alakban írhatók fel.

Vegyük észre, hogy a (3) egyenletek $1 \leq d$, $d \rightarrow 1$, határesetben megadják a sztereografikus projekció

$$(4) \quad x' = \frac{\cos \varphi \cdot \cos \lambda}{\cos \varphi \cdot \sin \lambda + 1}, \quad z' = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi \cdot \sin \lambda + 1}$$

alakú leképezési egyenleteit, $1 \leq d$, $d \rightarrow \infty$, határesetben pedig az ortografikus projekció

$$(5) \quad x' = \cos \varphi \cdot \cos \lambda, \quad z' = \sin \varphi$$

alakú leképezési egyenleteit.

Tetszőleges $1 \leq d$ értékkel jellemzett vetítési centrum esetén az alapfelületen fekvő egyenlítő darabját, amely egy félkör, olyan (λ, φ) földrajzi koordináták jellemeznek, amelyekre $0 < \lambda \leq 180^\circ$ és $\varphi = 0^\circ$ teljesül. E félkör fele, vagyis a teljes egyenlítő egy negyedköríve a $0^\circ < \lambda \leq 90^\circ$ és $\varphi = 0^\circ$ összefüggésekkel adható meg, amelynek vetülete

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

Ez az alakzat a képfelület körlemezének egy (ábrázolásban szokásosan vízszintesen megjelenített) sugara, amelyre nyilván még teljesül a $0 \leq x' \leq 1$ egyenlőtlenség is.

Philippe de la Hire nyomdokán haladva vizsgáljuk meg, hogy mekkora d érték esetén képződik le ezen egyenlítői negyedkör $\lambda = 45^\circ$ értékhez tartozó középpontja a képszakasz (mint körsugár) felezőpontjára, vagyis mekkora d esetén áll fenn a

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

összefüggés. Ezen egyszerű egyenlet megoldásaként adódik a

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

érték.

Ugyanezen eredményre jutunk akkor is, ha a centrálmeridián $\lambda = 90^\circ$ és $0^\circ \leq \varphi < 90^\circ$ negyedkörének

$$(9) \quad x' = 0, \quad z' = \frac{\sin \varphi}{\frac{\cos \varphi}{d} + 1}$$

vetülete mentén (a képfelület körlemezének függőlegesen ábrázolt sugara) vizsgáljuk a vetítési centrum $1 \leq d$ alkalmas távolságát.

Figyeljük meg, hogy (6) és (9) összevetésével tetszőleges $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ esetén érvényes

$$(10) \quad z'(90^\circ - \alpha) = x'(\alpha),$$

továbbá a képsíkban az egyenlítő és a centrálmeridián merőleges átmérőpárjára teljesülnek az alábbi szimmetriák is:

$$(11) \quad x'(180^\circ - \lambda) = -x'(\lambda), \quad 0^\circ < \lambda \leq 90^\circ$$

és

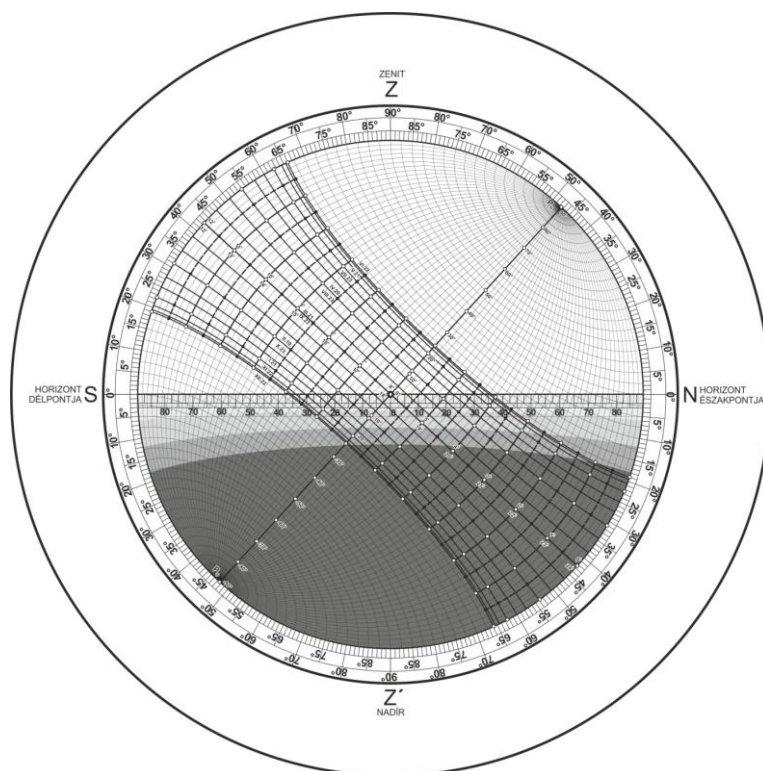
$$z'(-\varphi) = -z'(\varphi), \quad 0^\circ \leq \varphi < 90^\circ$$

Számítsuk ki ezután $\alpha = 0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, \dots, 90^\circ$ értékek választásával a (10) összefüggésben szereplő kifejezéseket 4 tizedes pontossággal! Ekkor az alábbi táblázatot nyerhetjük:

$\alpha [^\circ]$	$z'(90^\circ - \alpha) = x'(\alpha)$
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

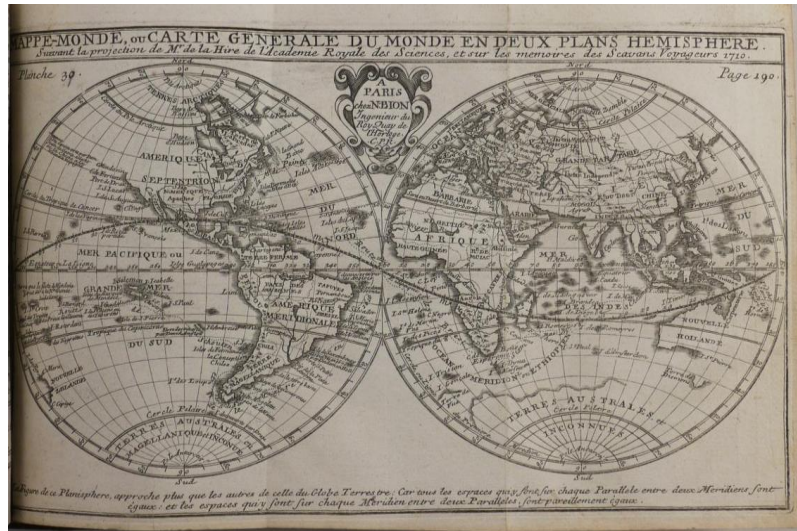
Megvizsgálva ezen értéket megállapíthatjuk, hogy 2 tizedes pontossággal a félegyenlítő, illetve a centrálmeridián vetületeként előálló „tengelyek” mentén a beosztás a képsíkon lineáris.

A (8) összefüggésben szereplő d értékével megszerkesztett vetület $2,5^\circ$ -os sűrűséggel előállított hálózatát láthatjuk a 6. ábrán. A fentiekben a Földgömb keleti félgömbjét képeztük le a kezdőmeridián xz síkjának körlemezére a $C(0, -d, 0)$ pontból történő perspektív vetítéssel. Teljesen hasonlóan képezzük le ezután a Földgömb nyugati félgömbjét is a kezdőmeridián xz síkjára a $C'(0, d, 0)$ pontból, mint vetítési centrumból való centrális perspektív vetítéssel. Könnyen beláthatjuk, hogy ennek eredménye a konstrukció xz síkra való szimmetriája folytán az előzővel egybevágó hálózatot hoz létre a vetületen. Ezzel a teljes gömbfelületet sikerült leképezni a kezdőmeridián körlemezére egy kétrétegű vetülettel.



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

Megvizsgálva a földrajzi fókálózat fentiekben előállított vetületét megállapíthatjuk, hogy az egyenlítő és a centrálmeridián képe egy merőleges helyzetű átmérőpárként jelenik meg a vetületen, a paralelkörök, valamint a meridiánok képei pedig ellipsziszívek lesznek. A Philippe de la Hire-féle vetület alapján konstruálható a klasszikus univerzális asztrólabium mintájára a „lineáris skálázású” asztrólabium, valamint e vetületet alkalmazó világtérkép is (7. ábra) (Péntek K. (2014)).



7. ábra. A Philippe de la Hire-féle világtérkép

A Földgömb mintájára természetesen az éggömb is leképezhető síkra a Philippe de la Hire-féle vetület felhasználásával. Ekkor szokásos módon a földi egyenlítőnek az égi egyenlítő, a földrajzi pólusoknak az égi pólusok, a földi kezdőmeridiánnak az égi meridián felel meg. A Napnak az éggömbön történő évi mozgását bemutató eszköznek a Philippe de la Hire vetületén alapuló megkonstruálását mutatjuk be az alábbiakban.

3. A NAP ÉVES MOZGÁSÁT SZEMLÉLTETŐ KORONG

A készülék két rétegből álló lapos korong alakú taneszköz, amelynek rétegei a két körlemez középpontjain átmenő tengely körül elforgatható módon vannak összeillesztve. A felső réteg fóliából készült, átlátszó, rajta az éggömb Philippe de la Hire-féle ekvatoriális vetületében az éggömb került ábrázolásra $2,5^\circ$ -os sűrűségű hálózatával. Az alsó réteg kartonból készült, körkörösén a peremen tartalmazza skálákat a meridián mentén, továbbá a horizont mentén, a szürke három árnyalatával kijelöli a szürkületi sávokat, rögzíti a fő égtájak helyét, valamint a zenit és nadír pontokat (7. ábra). Az eszköz teljesen analóg módon épül fel az ortografikus vetületi rendszeren alapuló koronggal, amelyet részletesen ismertet Péntek (2012) tanulmánya.

Ezután néhány szférikus csillagászati alapfeladatot tárgyalunk röviden a korong alkalmazhatóságát bemutatva e feladatok megoldásán keresztül (Péntek K. (2012)).

a) A megfigyelő földrajzi helyének beállítása korongon

Közismert, hogy álláspontunk földrajzi szélessége megegyezik az égi pólus horizont feletti magasságával. Álláspontunk földrajzi hosszúsága a korong beállítása szempontjából nem játszik szerepet.

A világtengely földrajz helyzetünk szerinti beállításához kiindulásul forgassuk a korong felső fólia lemezét olyan helyzetbe, hogy a horizont SN átmérője és a világtengely $P_N P_S$ átmérője kerüljön fedésbe úgy, hogy $P_N = N$ és $P_S = S$ teljesüljön. Most az égi egyenlítő éppen a zenitnadír irányt jelöli ki.

Ha az északi félgömbön levő észlelők vagyunk, akkor a korong felső lemezét e fenti alaphelyzetből az óramutató járásával ellentétesen forgassuk el olyan φ nagyságú szöggel ($0^\circ < \varphi \leq 90^\circ$), amely megegyezik álláspontunk földrajzi szélességével. Ennek értéke Budapest esetén $\varphi = 47^\circ 30'$. Ezt a helyzetet szemlélteti a 10. ábra.

Ha a déli félgömbön helyezkedünk el, akkor a korong felső lemezét a kiindulási alaphelyzetből az óramutató járásával megegyező irányban forgassuk el olyan φ nagyságú szöggel ($-90^\circ \leq \varphi < 0^\circ$), amely azonos álláspontunk földrajzi szélességével. Ennek értéke pl. Rio de Janeiro esetén $\varphi = -23^\circ$.

Vegyük észre, hogy P_N a korong jobb felén, P_S pedig a korong bal felén mozog ezen beállítás közben.

b) A Nap delelési magassága és éjféλι mélysége

Először beállítjuk a korongot saját földrajzi szélességünknek megfelelően az a) feladat szerint. Ezután már könnyen meghatározhatjuk az év egy tetszőleges napján a delelő Nap horizont feletti magasságát, valamint éjfélkor a Nap horizont alatti mélységét. Keressük meg az év vizsgált dátumának megfelelő deklinációjú Nappályát.

Ha olyan napon keressük a Nap pályájának ellipszis ívét a korongon, amikor deklinációja $0^\circ, \pm 11^\circ 30', \pm 20^\circ$ vagy $\pm 23^\circ 30'$ (s a dátum a megfelelő kivastagított íven szerepel is), akkor határozzuk meg ezen ellipszis a felső és alsó félkörlemezhez tartozó peremi végpontjánál leolvasható szögértéket. Az ellipszis ív felső végpontjának peremen leolvasható szöge szolgáltatja a Nap delelési magasságát, míg alsó végpontjának peremén leolvasható (a mi földrajzi szélességünkön horizont alatti) szöge szolgáltatja a Nap éjféλι mélységét. A delelési magasság értéke pl. napéjgyenlőség, nyári napforduló és téli napforduló idején rendre $42^\circ 30', 66^\circ$ és 19° . Az éjféλι mélység értéke e három időpontban pedig $-42^\circ 30', -19^\circ$ és -66° .

Megjegyezzük, hogy ezen szögek természetesen egyszerűen ki is számíthatók, s ezzel tudjuk ellenőrizni korongunk pontosságát és helyes működését. A delelési magasság kiszámításánál a

$$(12) \quad h = 90^\circ - \varphi \pm \delta$$

összefüggést, míg az éjféλι mélység meghatározásakor a

$$(13) \quad h = \varphi - 90^\circ \pm \delta$$

összefüggést alkalmazzuk. Mindkét esetben h jelenti a delelési magasság, illetve az éjféλι mélység előjeles irányiszögét, φ földrajzi helyünk szélességét (esetünkben $\varphi = 47^\circ 30'$, végül δ a Nap deklinációja az év adott napján, értéke a Föld tengelyferdesége miatt a $-23^\circ 30' \leq \delta \leq 23^\circ 30'$ intervallumban változik).

Ha olyan napon kívánjuk meghatározni a delelő Nap magasságát, vagy éjféλι mélységét, amikor deklinációja különbözik az előző részben látott kitüntetett értékektől, akkor keressük meg a kihúzott vastag vonallal jelölt Nappálya ellipszis ívek körül azt a kettőt, amelyek a keresett dátumot időben legszorosabban megközelítik. Ezen Nappályák időbeni távolsága mintegy 1 hónap, egyikük időben megelőzi, másikuk időben követi a vizsgált dátumot. Ekkor alkalmazzunk időarányosan lineáris interpolációt a Nap deklinációjának, s a Nap pálya ellipszisének meghatározásához. Helyének meghatározásához segítség a felső fólia lemez hálózatainak $2,5^\circ$ -os sűrűségű beosztása. Ezután már ugyanúgy járunk el, mint a fentiekben tárgyalt speciális esetekben, a Nappálya ívének felső végpontja a Nap delelési magassága, míg alsó végpontja az éjféλι mélységet határozza meg.

c) A Nap kelési és nyugvási időpontjának meghatározása

Először beállítjuk a korongot a saját földrajzi szélességünknek megfelelően az a) feladat szerint. Ezután valódi nappalban mérve könnyen meghatározhatjuk a napkelte és napnyugta időpontját.

Ha olyan napon keressük a napkelte és napnyugta időpontját, amikor a Nap deklinációja $0^\circ, \pm 11^\circ 30', \pm 20^\circ, \pm 23^\circ 30'$ (s e dátum a megfelelő kivastagított íven szerepel is), akkor keressük meg ezen ellipszisív és a horizont átmérőjének metszéspontját. Olvassuk le ezután az égi egyenlítő mentén feltüntetett időskálán a metszéspont időadatát, amely egy délelőtti és vele fedésben egy délutáni időpontot jelent. Ezt a leolvasást az időskálán a vetület hálózatának $2,5^\circ$ -os beosztása miatt 10 perc pontossággal tehetjük meg. Ennél pontosabb időértéket a metszéspontot közrefogó két szomszédos skálaosztás időtartamára alkalmazott lineáris interpoláció felhasználásával kaphatunk. Ilyen módon például április 20-án a napkelte időpontja $5^h 12^m$, a napnyugta időpontja pedig $18^h 48^m$ valódi napidőben mérve.

Ha olyan időpontban akarjuk a napkelte és napnyugta időpontját meghatározni, amely dátumhoz tartozó Nappálya nem szerepel kihúzva a korongon, akkor a b) feladat mintájára alkalmazhatunk most is lineáris interpolációt.

d) A Nap kelési és nyugvási irányának meghatározása

Először most is beállítjuk a korongot saját földrajzi szélességünknek megfelelően az a) feladat szerint. Ezután egyszerűen meghatározhatjuk a napkelte és napnyugta irányát jellemző szöget, amely napkeltekor a horizont E keleti pontjától, napnyugtakor a horizont W nyugati pontjától mért szögeltérés. Könnyen beláthatjuk, vetületünkben $E=W$ pont éppen az SN horizont felezőpontja, vagyis a korong középpontja egyben.

Ha olyan napon vizsgáljuk a jelenséget, amikor a Nap deklinációja $0^\circ, \pm 11^\circ 30', \pm 20^\circ, \pm 23^\circ 30'$ (amely dátum a megfelelő Nappálya íven szerepel is), akkor határozzuk meg a Nappálya ellipszisívének és a horizont vonalának metszéspontját. Ekkor a horizont mentén található gyakorlatilag lineáris skáláról le tudjuk olvasni az $E=W$ ponttól mért szögtávolságot. E szög előjele megállapodás szerint negatív, ha a Nappálya és a horizont metszéspontja $E=W$ ponttól balra (S irányába) tér el, s pozitív, ha az $E=W$ ponttól jobbra (N irányába) tér el. Napéjegyenségek, nyári napforduló és téli napforduló idején rendre ez a szög rendre $0^\circ, 36^\circ$ és -36° jó közelítéssel. (A számított pontos érték az utóbbi két esetben $\pm 36^\circ 10'$.)

Ha pedig olyan napon kívánjuk a napkelte és napnyugta irányát meghatározni, amikor a Nappálya nem szerepel kihúzva a korongon, akkor a b) feladat mintájára most is alkalmazhatunk lineáris interpolációt.

e) A nappal és az éjszaka időtartamának meghatározása

Beállítjuk először a korongot saját földrajzi szélességünknek megfelelően az a) feladat szerint.

Ezután meghatározzuk a napkelte és a napnyugta időpontját a c) feladatban látott módon. Ha ezután a delelés 12^h időtartamából kivonjuk a kelés időpontját, akkor megkapjuk a délelőtti időtartamát. Teljesen hasonlóan, ha a napnyugta időpontjából kivonjuk a delelés 12^h időtartamát, akkor a délutáni időtartamát nyerjük. Végül a nappal hossza előáll, mint a napnyugta időpontjának és a napkelte időpontjának különbsége. Figyeljük meg, hogy a delelés időpontjára nézve a napkelte és napnyugta szimmetrikusan következik be jó közelítéssel az adott napon, tehát a nappal időtartama a délelőtti, vagy a délutáni, időtartamának megduplázásával is nyerhető.

Folytatva a c) feladat példáját április 20-án a délelőtti időtartama $12^h - 5^h 12^m = 6^h 48^m$, a délutáni $18^h 48^m - 12^h = 6^h 48^m$, a nappal időtartama pedig $18^h 48^m - 5^h 12^m = 13^h 36^m = 2 \cdot 6^h 48^m$.

Ha viszont a vizsgált napon az éjszaka időtartamát szeretnénk meghatározni, akkor a nappal időtartamát kell csupán a teljes nap 24^h időtartamából kivonni. Így tehát április 20-án az éjszaka időtartama $24^h - 13^h 36^m = 10^h 24^m$.

Ha olyan napon kívánjuk a nappal és az éjszaka időtartamát meghatározni, amikor a Nappálya nem szerepel kihúzva a korongon, akkor az előző feladatok mintájára most is alkalmazhatunk lineáris interpolációt.

f) A szürkület időtartamának meghatározása

A szokásos módon először a korongot állítsuk be saját földrajzi szélességünknek megfelelően az a) feladat szerint. A korong segítségével egyszerűen meghatározhatjuk akár a hajnali, akár az alkonyi polgári, navigációs, csillagászati szürkület időtartamát, akár ezek együttes idejét.

A horizont SN átmérőjétől lefelé haladva a korong alsó rétegén megtalálhatjuk a -6° mélységben húzódó polgári szürkület alsó határát, a -12° mélységben haladó navigációs szürkület alsó határát, végül a csillagászati szürkület -18° mélységben található alsó határát. Ezeket egy-egy ellipszis ív jelöli ki a korong alsó rétegén egyre sötétebb szürke színnel megjelölve. A -18° -os mélység alatt található a csillagászati éjszaka tartománya.

Ha olyan napon vizsgáljuk a jelenséget, amikor a Nap deklinációja $0^\circ, \pm 11^\circ 30', \pm 20^\circ, \pm 23^\circ 30'$ (ezek ívei kihúzva szerepelnek a korong felső fóliarétegén), akkor a c) feladat mintájára határozzuk meg a Nappálya ívének a $-6^\circ, -12^\circ$ és -18° szürkületi mélységek határvonala ellipszisívével, valamint a 0° horizonttal alkotott metszéspontjait. Az égi egyenlítő mentén mérhető időskálán határozzuk rendre ezek időpontjait. Ha a Nappálya horizont /polgári/navigációs/csillagászati szürkületi határral való metszéspontjainak időpontja rendre t_0, t_1, t_2, t_3 pl. a vizsgált nap hajnalán, akkor a $|t_0 - t_1|, |t_1 - t_2|, |t_2 - t_3|$ és végül $|t_0 - t_3|$ szolgáltatja sorban a polgári, navigációs, csillagászati, illetve a teljes szürkület időtartamát. Így például napéjgyenlőség idején hajnalban $t_0 = 6^h, t_1 = 5^h 25^m, t_2 = 4^h 48^m$ és $t_3 = 4^h 05^m$, ezért a fentiek szerint $|6^h - 5^h 25^m| = 35^m, |5^h 25^m - 4^h 48^m| = 37^m, |4^h 48^m - 4^h 05^m| = 43^m$ lesz rendre a polgári, navigációs és a csillagászati szürkület időtartama, végül pedig a teljes szürkület időtartama $|6^h - 4^h 05^m| = 1^h 55^m$. Az alkonyi szürkület esetén analóg módon járhatunk el.

Ha pedig olyan napon kívánjuk a szürkületi időtartamokat meghatározni, amely dátumhoz tartozó Nappálya nem szerepel meghúzva a korongon, akkor szintén lineáris interpolációval juthatunk eredményre.

4. BEFEJEZÉS

Az előző fejezetben bemutatott valamennyi feladat természetesen megoldható a korong segítségével tetszőleges φ földrajzi szélességű helyen ($-90^\circ < \varphi < 90^\circ$), ehhez csupán az a) feladatban részletezett módon kell a korongot a megfelelő helyzetbe forgatni. Így egyszerűen egy meridián mentén az egyenlítőtől az északi, vagy a déli sarok felé utazva tanulmányozhatjuk a Nap évi mozgását az éggömbön. Állítsuk be korongunkat rendre a $\varphi = 0^\circ$ (egyenlítő), $\varphi = \pm 23^\circ 30'$ (ráktérítő, illetve baktérítő), $\varphi = \pm 45^\circ$ (félúton az egyenlítő és valamelyik pólus között), $\varphi = \pm 66^\circ 30'$ (északi, illetve déli sarkkör) és végül $\varphi = \pm 90^\circ$ (északi pólus, illetve déli pólus) földrajzi szélességű helyeknek megfelelően és vizsgáljuk meg a Nap évi mozgását. Utunk során olyan érdekes jelenségekkel találkozhatunk, mint a zeniten delelő Nap, a „fehér éjszakák”, vagy az „éjféli Nap” jelensége. Ezek részletesebb elemzését az olvasóra bizzuk. Támpondot találhatunk munkánkhoz Péntek K. dolgozatában (Péntek K. (2012)).

Számos további szférikus csillagászati feladat is megoldható még a Philippe de la Hire vetületén alapuló forgatható korong segítségével, amelyek vizsgálatával a jövőben kívánunk foglalkozni.

IRODALOM

Kövesligethy R.: Használati utasítás Lóskay Miklósnak a Nap és a csillagok járását a Föld tetszőleges helyén feltüntető napi-ív-korongjához, Magyar Földrajzi Intézet Rt., Budapest, (1903), 15. p.

Lóskay M.: A Nap és a csillagok járása a Föld tetszőleges helyén, Magyar Földrajzi Intézet Rt., Budapest, (1904), 2.

Morrison, J. E.: The Astrolabe, Ed. Janus, (2010), 437. p.

Péntek K.: Ábrázoló geometriai módszerek alkalmazása a szférikus csillagászatban: az ortografikus meridián projekció, *NymE SEK Tudományos Közleményei XVII. Természettudományok 12.* (2010), 27-49. p.

Péntek K.: Az ortografikus meridionális vetületi rendszeren alapuló csillagászati készülék: a Nap évi mozgását bemutató forgatható korong, *NymE SEK Tudományos Közleményei XVIII. Természettudományok 13.* (2012), 37-64. p.

Péntek K.: Egy érdekes térképi vetület matematikai és csillagászati alkalmazásai. In: Dimenziók: Matematikai közlemények II. kötet. NymE Erdőmérnöki Kar, Matematikai Intézet; Soproni Tudós Társaság, Sopron, (2014) pp. 3-8.

Snyder, J. P. – Voxland, Ph. M.: An Album of Map Projections, U.S. Geological Survey Professional Paper 1453, Denver, (1989), 249. p.

Stegen L.: Vetülettan, Tankönyvkiadó, Budapest, (2010), 231. p.

ILLEGÁLIS HULLADÉKLERAKÓK EGER TERÜLETÉN

Misik Tamás

*EKF, Környezettudományi és Tájökológiai Tanszék, 3300 Eger, Leányka u. 6.
misikt@ektf.hu*

A TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0016 kutatási projekt egyik szeletét teszi ki a hulladék potenciál felmérése Egerben és a környező 22 településen. Ennek egyik legnagyobb célkitűzése volt az illegális lerakók feltérképezése, azonosítása és a lerakott hulladékok komplex értékelése adatlapok segítségével. A megyeszékhely belterületein 22 darab lerakót találtunk. Eger belterületei előzetes várakozásainkhoz képest szennyezettebbnek bizonyultak. Kulcsszók: depónia, inert hulladék, települési vegyes hulladék, tömeg, összetevők

1. BEVEZETÉS

A települési szilárd hulladékgazdálkodás az egyik legösszetettebb és legbonyolultabb megoldandó probléma a modern társadalmakban. Az Európai Unió ajánlása szerint mérsékelni kell a települési hulladékgazdálkodásban a hulladékok által kifejtett környezeti hatást, fokozni kell az energetikai hasznosítást és végül fejleszteni kell az anyagában hasznosítást (Marculescu, 2011).

A hulladékgazdálkodás hazánkban és Unió szerte egyaránt a környezetpolitika egyik legsikertelenebb területe. A települési szilárd hulladék kezelésének leggyakoribb módja a lerakás, és súlyos problémát jelent az illegális hulladéklerakás is. A 2000-es évek elején Magyarországon 4,7 millió tonna kommunális szilárd hulladék (MSW) képződött, aminek 85%-át lerakták. Ezzel a mutatóval hazánk a régi EU 15 között Görögországgal, Írországgal és Portugáliával állt hasonló szinten (Fazekas, 2001). Ezen a téren az elmúlt bő egy évtizedben folyamatos a fejlődése hazánkban, csökken a lerakás aránya és ezzel párhuzamosan növekszik a hasznosítás részesedése. Az illegális hulladék elhelyezés azonban továbbra is az egyik leggyakrabban tetten érhető környezetvédelmi probléma az országban, tulajdonképpen az országon belül gazdasági fejlettségtől és életszínvontól függetlenül.

A nemzetközi együttműködéssel megvalósuló kutatásunk a regionális keret helyes megválasztását és a megújuló energiapotenciál, valamint a fogyasztópiac feltárását tűzte ki célul. Eger és a kiválasztott 22 település, az Egri-borvidék, és javarészt az Egri- Bükkalja mint komplex turisztikai régió, mint természetföldrajzi kistáj teremtette meg a kutatás térbeli alapjait. A tizenöt tematikus munkacsoportra osztott kutatás valamennyi helyben elérhető megújuló energiaforrás felhasználásának lehetőségét és geográfiai-gazdasági korlátait elemzi. A geológiai és geotermikus adottságok, a talajviszonyok, a biomassza-potenciál térbeli helyzete, a szélviszonyok jellemzői, az egyéb klímaelemek minőségi és mennyiségi tényezői, valamint a régió infrastrukturális és társadalmi attitűdviszonyai együttesen határozzák meg a térségben rejlő potenciál energiaátalakításhoz kapcsolódó kérdéseit. A résztvevő partnerek olyan gyakorlati tapasztalattal rendelkező magáncégek és nemzetközi szervezetek, melyek magas minőségű, gyakorlati tudást adnak át a projektben részt vevő fiatal kutatóinknak, és kutatási aszisztenseinknek, hallgatóinknak egyaránt (Paletta, 2014). A TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0016 kutatási projekt egyik szeletét teszi ki a hulladék potenciál felmérése.

Heves megye az Észak-magyarországi régióban hulladékgazdálkodás tekintetében nem jár az élen, így ez a helyzet is különösen lényegessé teszi a témához kapcsolódó ismereteink bő-

vítését, a fejlődési lehetőségek tisztázását. A projekt egyik kiemelkedő feladata volt az illegális hulladékok lehetőleg teljes körű feltérképezése mind a 23 település belterületein, illetve a települések közötti összekötő utak mentén. Kíváncsiak voltunk, mennyire általános környezetvédelmi probléma a modellrégió területén az illegális hulladéklerakás, mely hulladéktípusok elhelyezése a leggyakoribb, milyen az illegális depóniák átlagos mérete, illetve vannak-e szennyezettebb térségek a régió belül. Mennyire köthető a fő útvonalakhoz, a forgalmasabb, településeket összekötő utakhoz az illegális szemetelés? Jelen tanulmányunkban az Eger lakott területein belül elhelyezett lerakókra fókuszálunk, így nem vettük be elemzésünkbe a Felnémeten talált lerakókat sem.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. Az elemzés mintaterülete

A kutatás által „alkotott” kistérség topográfiailag az Északi-középhegység és az Alföld határterületeit foglalja magába. Nyugaton a Mátra-hegység nyúlványai, délen az Alföld északi pereme alkotja a természetes határait. Változatos természetföldrajzi adottságok jellemzik a kistérséget (Az egri kistérség területfejlesztési koncepciója, 2005). A kistérség népessége az országos átlagot meghaladóan csökken. A mezőgazdasági termelés a hegyek déli lejtőire szorítódik, illetve az előtte elterülő síksági részekén folyik. A kistérség az Egri történelmi Borvidék része. Az itt található települések kiváló adottságú környezete elsődlegesen a turizmusnak kedvez, ezen belül kiemelt jelentőséggel bír a gyógy és termásvíz kincs (Hauser, 2009). A hulladék potenciál felmérése Egerben és a környező 22 településen zajlott. A települések nagyobb része Heves megyében, Eger nagyjából 15 km-es hatósugarán belül található.

2.2. Az illegális hulladéklerakók felmérése

Az illegális lerakók vizsgálatánál egy előre kidolgozott adatlapot használtunk, amelyet két részletben mutatunk be a könnyebb áttekinthetőség érdekében (1. és 2. táblázat). A második táblázat második részében olyan részek is találhatóak, amelyeket a térfogat- és tömegszámítások érdekében utólag építettünk be. Az eredményekben a hulladéktest formáját a könnyebb áttekinthetőség érdekében nem tüntettük fel, ennek ugyanis csak a hulladék térfogatának kiszámításánál volt jelentősége. Alapvetően két tipikus geometriai forma figyelhető meg terepen (ennek megfelelően két képletet használtunk a hulladékok térfogatának számításához): a szabályos, nagyjából azonos hosszal és szélességgel rendelkező gúla és az elnyújtott hasáb. A pontos koordinátákat a helyszínen mértük be okostelefon segítségével a Vodafone Navigation Hungary (by Vodafone Magyarország Zrt.) alkalmazással, továbbá a GARMIN etrex típusú GPS készülékkel, majd később a Google Earth nevű ingyenes számítógépes program segítségével pontosítottunk, és adtuk meg a végső helyzetét a lerakóknak. Az ArcGis térképi adatbázisba vitelének érdekében a kapott koordinátákat EOVS koordinátákra is átszámoltuk.

Az első felmérésre 2013 júniusában, a másodikra 2013 decemberében és 2014 januárjában, az utolsóra pedig 2014 októberében került sor. Egerben az illegális lerakók feltérképezése még tovább zajlott 2014 novemberében és 2015 januárjának elején. Minden egyes alkalommal készült fotódokumentáció is helyszínenként 3-3 fotóval. Az elvégzett terepi munkát ugyancsak megörökítettük. A GPS koordináták megadása után adtunk egy rövid leírást a lerakott hulladék helyszínéről. Ezt követően megmértük a hulladéktest legnagyobb kiterjedése mentén a hosszát, a szélességét és az átlagos magasságát. A méretek meghatározásánál végül megadtuk a lejtőszöveget. A két legjellemzőbb hulladéktest formához igazítva a

$$(1) \quad V = ab\pi m / 12 \text{ (gúla) vagy a} \quad (2) \quad V = (a-b)bm / 2 + b^2\pi / 12 \text{ (hasáb)}$$

képletekkel kiszámoltuk a lerakott hulladék térfogatát, ahol V = hulladéktest térfogata m^3 -ben kifejezve, a = hosszúság, b = szélesség, m = magasság és $\pi = 3,14$.

1. táblázat. Az illegális lerakók felvételezésénél alkalmazott adatlap első része

Illegális lerakók			Hulladék mérete				
Sor-szám	Helye: XY koordináták	Helyszín rövid leírás	a: Hosszúság (m)	b: Szélesség (m)	m: Magasság (m)	Lejtőszög (°)	Térfogat (m ³)

A hulladéktestben megállapítottuk, hogy milyen hulladékokat raktak le számottevő mennyiségben. A legjellemzőbb hulladékokat leírtuk, továbbá az EWC kódok (European Waste Catalog) segítségével is azonosítottuk őket. Végül a tipikusabb hulladékfajták arányát is meghatároztuk.

2. táblázat. Az illegális lerakók felvételezésénél alkalmazott adatlap második része

Hulladék mérete	Hulladék típusa		Lerakott hulladékok aránya	Hulladéktest forma	Megjegyzés
Tömeg (t)	Leírás	Hulladék EWC kódja			

A legjellemzőbb hulladékfajták és EWC kódjaik az alábbiak voltak (nem a gyakoriságuk sorrendjében):

- PET palackok és egyéb műanyagok, EWC = 200139; biológiailag lebomló hulladékok, EWC = 200201;
- építési-bontási, más néven inert hulladékok, EWC = 170107; kevert települési hulladékok, EWC = 200301
- pincék kiépítéséből, átalakításából származó tufa, EWC = 170904; föld és kövek, EWC = 170504

A hulladéktest térfogatának és az egyes hulladékfajták arányának ismeretében pontosan ki tudtuk számolni a lerakott hulladék tömegét, amelyet tonnában adtunk meg. Ehhez ismernünk kellett a hulladéktestet alkotó anyagok anyagsűrűségét, amelyet kg/m³-ben adtunk meg, majd végül tonnára átszámoltuk az eredményeinket. A legfontosabb hulladékok anyagsűrűség adataik a következők voltak:

- PET palackok és egyéb műanyagok, 200 kg/m³; biológiailag lebomló hulladékok, 1000 kg/m³
- építési-bontási, más néven inert hulladékok, 2600 kg/m³; kevert települési hulladékok, 300 kg m³
- pincék kiépítéséből, átalakításából származó tufa, 1400 kg/m³; föld és kövek, 2600 kg/m³

3. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Eger városában és vonzáskörzetében természetesen jóval több illegális hulladékot találtunk, mint a környező településeken. Ez köszönhető a jóval nagyobb település méretnek, a nagyságrendekkel nagyobb népességszámnak és a forgalmas főutaknak, amik a városon áthaladnak. A tartalmi lehetőségek miatt azonban jelen tanulmányunkban csak a város lakott részein belül

található lerakókra koncentrálnak. Sajnos több alkalommal találtunk hulladékokat messze a város határain belül, gyakran elhagyott, üresen álló telkeken, vagy akár frekventált, forgalmas bevásárlóközpontok közelében is. A város területén áthaladó vasútvonalak is vonzzák magukhoz a hulladékokat, bár ez a jelenség sajnálatosan Magyarországon egyáltalán nem nevezhető egyedi jelenségnek. Ahhoz képest, hogy Eger mind a belföldi mind pedig a külföldi turisták szemében magasan pozícionált, bizony egyes területei a városnak elfogadhatatlan mértékben illegális hulladékokkal terheltek. A megtalált illegális hulladékpontokat a felmérésük időrendi sorrendjében tüntettük fel.

A városon áthaladó vasútvonalak mentén kevés lerakót találtunk. Ezek közül egy az Eger és Szilvásvár közötti alacsony forgalmú pálya mellett fekszik, a másik kettő a vasútállomás belterületén került elő. Az egyiket (amely főleg autó alkatrészeket tartalmazott, miután itt régen egy kicsi használtautó üzlet működött) 2014 tavaszára felszámolták és szerencsére azóta sem került oda hulladék. A másik lerakó kicsi, kevert települési hulladékot és PET palackokat tartalmaz, és sajnós folyamatosan van „utánpótlása” (3. táblázat). Eger egyik legnépszerűbb városrészében, a Lajosvárosban 2014 őszén rövid idő alatt 8 darab lerakót azonosítottunk. Ezek a depóniák sok esetben mélyen a városrész belsejében, gyakran üres telkeken, illetve az utcák közötti zöld területeken fordultak elő. A hulladéklerakók összetétele igen változatos volt, kiemelkedett a kevert kommunális hulladék 26,4%-os átlagos arányával. Ezeknek a hulladékoknak a mennyisége az alacsony anyagsűrűségük és a nem túl nagy hulladéktest méret miatt csekély volt (3. és 4. táblázat). A 2015 kora telén talált depóniák közül 6-ot is egymáshoz közel találtunk és nagy mennyiségben tartalmazott építési-bontási hulladékokat a Szala és Szalapart utak mentén. Ezen a területen egy lakópark közelében 5 olyan hulladéklerakót is felfedeztünk, amelyeknek a tömege meghaladta a 100 tonnát. A lerakott hulladékok átlagos hossza 20,4 m, átlagos szélessége 6,8 m, átlagmagassága 1,2 m, míg átlagos térfogata és tömege 157,2 m³ és 389,1 t volt (4. táblázat). Egy-egy jelentősebb kommunális lerakót találtunk még a Verőszala és az Árnyékszala utcákban, amelyek amúgy is jelentősen szennyezettek. Tartalmi korlátok miatt ezek adatait táblázatosan nem tüntettük fel.

3. táblázat. Az Eger területén talált illegális hulladéklerakók értékelése a 2013-as és 2014-es vizsgálatok alapján

Illegális lerakók			Hulladék mérete						Hulladék típusa		hulladék arányok (%)
Sorszám	Helye: XY koordináták	Helyszín rövid leírás	a: Hosszúság (m)	b: Szélesség (m)	m: Magasság (m)	Lejtőszög (°)	Térfogat (m ³)	Tömeg (t)	Leírás	Hulladék EWC kódja	
1.	É47°91014 K20°35785	Eger, Baktai út	2,90	1,20	0,40	0	0,78	1,11	kevert települési bádoglemez	200301 170405	25 75
2.	É47°92138 K20°37106	Eger, Cifrakapu utca	4,10	2,30	0,50	0	2,42	1,37	könnyű csomagolás üveg biológiailag lebomló lom	150102 200102 200201 200307	27,5 2,5 20 50
3.	É47°89182 K20°38269	Eger, Diófakút u. - vasúti felüljáró alatt	4,30	0,80	0,20	30	0,45	0,09	PET palack műanyagok	200139	100
4.	É47°90101 K20°38656	Eger, vasútállomás - Ady Endre u.	3,50	1,70	0,40	55	1,37	0,99	biológiailag lebomló kevert tel.	200201 200301	60 40
5.	É47°89294 K20°38194	Eger, vasútállomás	3,80	1,35	0,40	15	1,14	0,63	autó alkatrészek kevert tel.	160119 200301	85 15
6.	É47°86539 K20°35960	Eger, Kőkút út	12,40	2,70	0,65	40	10,42	10,16	biológiailag lebomló ágymatrac	200201 200307	95 5
7.	É47°91566 K20°34617	Eger, Kőkút út	2,20	2,80	0,55	35	0,89	0,83	pvc padló, borászati melléktermék műanyag hordó	200139 020701 200139	49 49 2
8.	É47°91319 K20°35019	Eger, Tulipánkert u. 49. szám	11,60	1,75	0,70	30	6,83	11,20	biológiailag lebomló építési-bontási	200201 170107	60 40
9.	É47°91309 K20°35014	Eger, Csordás út 3. számmal szemben	8,20	4,90	0,60	60	11,13	11,13	biológiailag lebomló	200201	100
10.	É47°91300 K20°35019	Eger, Tátra utca vége	6,50	0,40	0,20	0	0,29	0,74	építési-bontási	170107	100

4. táblázat. Az Eger területén talált illegális hulladéklerakók értékelése a 2013-as és 2014-es vizsgálatok alapján

Illegális lerakók			Hulladék mérete						Hulladék típusa		hulladék arányok (%)
Sorszám	Helye: XY koordináták	Helyszín rövid leírás	a: Hosszúság (m)	b: Szélesség (m)	m: Magasság (m)	Lejtőszög (°)	Térfogat (m ³)	Tömeg (t)	Leírás	Hulladék EWC kódja	
1.	É47°86097 K20°36610	Eger, Tátra utca 13. számmal szemben	1,50	1,50	0,10	0	0,06	0,01	PET palack	200139	100
2.	É47°86097 K20°36610	Eger, Aradi utca 6. számmal szemben, üres telek	3,30	1,90	0,30	20	1,34	0,50	PET palack kevert tel. beton	200139 200301 170101	55 40 5
3.	É47°53492 K20°23414	Eger, Rozália temető	4,60	2,70	1,20	40	4,99	4,83	biológiailag lebomló kevert tel.	200201 200301	95 5
4.	É47°91302 K20°36403	Eger, Iskola és Kertalja u. találkozása	20,10	18,20	1,75	45	116,93	290,49	föld és kövek építési-bontási kevert tel.	170504 170107 200301	70 25 5
5.	É47°91655 K20°35999	Eger, Szala út	102,00	16,80	1,20	30	932,67	2285,0	építési-bontási aszfalt (tört)	170107 170302	90 10
6.	É47°91636 K20°36039	Eger, Szala út	14,50	4,60	1,60	50	41,97	109,20	építési-bontási tufa téglák	170107	50 50
7.	É47°91618 K20°36016	Eger, Szala út	27,20	5,70	1,55	40	103,48	269,10	építési-bontási	170107	100
8.	É47°91772 K20°36080	Eger, Szalapart u.	6,00	3,50	1,10	30	8,02	2,40	pvc padló, műanyag zsákok, kevert tel.	200139 200301	75 15 10
9.	É47°91795 K20°36098	Eger, Szalapart u.	6,20	6,00	0,30	40	9,60	3,89	kevert tel. biológiailag lebomló	200301 200201	85 15
10.	É47°91592 K20°35950	Eger, Szala út	30,00	13,80	0,90	45	150,43	391,04	építési-bontási	170107	100

A 2015 elejéig Eger területén megtalált 22 darab lerakó átlagos méretei a következők voltak: hossz = $12,82 \pm 21,44$ m; szélesség = $4,41 \pm 5,11$ m; magasság = $0,71 \pm 0,49$ m; lejtőszög = $28,64 \pm 18,66^\circ$; térfogat = $63,95 \pm 198,70$ m³; tömeg = $154,42 \pm 488,87$ t. A lerakók teljes térfogata $1406,85$ m³, míg össztömege $3397,16$ tonna volt. A lerakókon összesen 13 hulladékfajtát azonosítottunk, amelyek közül az építési-bontási, a biológiailag lebomló és a kevert települési fordult elő leggyakrabban. A biológiai eredetű és a kommunális hulladékok azonban kis mennyiségben voltak jelen, így csupán 0,99 és 0,59 tömegszázalékát adták a teljes mennyiségnek. Az inert hulladékok azonban kicsit több mint 83 tömegszázalékát tették ki az összes lerakott hulladéknak.

Eger belterületei előzetes várakozásainkhoz képest szennyezettebbnek bizonyultak. Ezért kiemelt feladat a jövőben, hogy a civil kezdeményezések és az önkormányzati törekvések együtt hatékonyan lépjenek fel az illegális hulladékélelragadás ellen, különösen a város turisztikailag látogatott részein.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Ebergényi Tanácsadó Iroda. 2005. Az Egri Kistérség területfejlesztési koncepciója és programja. Eger, 2005. május.
2. Fazekas, I. 2001. Az Európai Unió környezetvédelmi politikája és a magyar integráció. Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen, pp. 99-105.
3. Hauser, R. 2009. Térségi együttműködés a fejlesztésekben: vizsgálati eredmények az Egri kistérségben. *Periodica Oeconomica* 2, 123-133.
4. Marculescu, C. 2011. Thermal-chemical treatment of solid waste mixtures. *Energy Procedia* 6, 558-564.
5. Paletta. 2014. Status report of the energy region Eger research model area.

SOPRON TERÜLET- ÉS TÁJHASZNÁLATI KONFLIKTUSAI, KIEMELTEN A HULLADÉKOK KÉRDÉSE

Kovács Nóra

*Nyugat-magyarországi Egyetem, 9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4.
kovacs.nora@emk.nyme.hu*

Absztrakt

A város környezetvédelmi konfliktusai jellemzően a talaj, a vizek, a levegő szennyezései, másodlagosan az ezekből kinövő terület- és tájhasználati problémák. Ezeket a környezeti elemeket, a hozzá tartozó földhasználatot csak a megfelelő emberi hozzáállással lehet megőrizni a jövő generációk számára. A tanulmány a Sopron és környékén jellegzetes konfliktusokat vázolja fel.

Kulcsszavak

Sopron, Csér, konfliktusok, terület és - tájhasználati konfliktusok, hulladéklerakó

Bevezető

A konfliktusok az emberekben általában negatív érzéseket, negatív gondolattársításokat keltenek, sokan negatív jelenségként ítélik meg, amelyeket célszerű elkerülni. Léteznek olyan nézetek, amelyek az élet természetes kísérőjének tekintik a konfliktusokat, amelyeket meg kell tanulnunk kezelni, sőt bátorítani kell a felszínre kerülésüket, mert ez serkent a változtatásra, a környezethez való dinamikus alkalmazkodásra.

Konfliktusnak tekintjük, ha bármely témában érintett felek közül az egyik azt érzékeli, hogy a számára fontos kérdéshez mások ellentétesen viszonyulnak. Típusuktól függően a lehetséges beavatkozások is különböznek, az informálódásnak, a tématerülethez kapcsolódó információk körültekintő feltárásának és megfelelő értelmezésének azonban kiemelkedő szerepe van (Katona – Szabó 2006).

A kutatási területem a környezeti konfliktusok jogi és szociológiai vizsgálata. Rövid ideje foglalkozom a témával, és elsőként a Sopron és környékén jellegzetes konfliktusok feltárását kezdtem meg. Az eddig összegyűjtött konfliktusokat vázolom fel a következőkben.

Soproni terület- és tájhasználati konfliktusok

A konfliktusok feltárását elsődlegesen interjú segítségével végeztük. Arra a kérdésre, hogy mi okoz a város területén környezetvédelmi konfliktusokat, a helyi önkormányzat környezetvédelmi osztálya a következőképpen nyilatkozott:

A soproni, helyi környezetvédelmi szabályozás helyi rendeletekhez kötött. A nagyobb léptékű környezetvédelmi, szabályozási kérdések szakhatósági hozzájáruláshoz, teljes önkormányzati véleményezéshez kötöttek.¹ A város jellegzetes környezetvédelmi problémái közé tartozik a zajvédelem. Jellegzetes eseteik a helyi fűnyírás zavaró hatása, egyéb motoros berendezések használata kisvállalkozásokban, (fűrész, autószerelés), valamint a nagyobb köztéri események esetén a hangos zajongás. A természetvédelmi területek, helyi védettséget élvező

¹ 346/2008 (XII.30) kormányrendelet a fás szárú növények védelméről
284/2007 (X.29) Kormányrendelet a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól
27/2008 (XII. 3) Kvvm-Eüm környezeti zaj és rezgésterhelési határérték megállapításáról
2012. évi CLXXXV. tv a hulladékról
1996 évi LIII. törvény a természet védelméről

területek védelméről helyi jellegvédelmi rendelet gondoskodik, évente 1–2 esetben fakivágással kapcsolatosan érkeznek bejelentések. A levegőminőséggel kapcsolatosan internetes adatok alapján tájékozódhat az érdeklődő, és helyi rendeletben szabályozott az egyes szennyező anyagok koncentrációja. A légszennyező anyagok közül a pollenszennyezések, a nitrát-dioxid, a szálló por (PM10) feldúsulása zavaró a városban. A helyi ipar nem jelentős szennyező forrás, a városon kívül, külterületen elhelyezettek a nagyobb környezetvédelmi terheltséget jelentő üzemek. Helyi csomópontokban, a Várkerületen, nagyobb forgalmú bevezető utakon, pl. Híd utca, nagyobb a levegő autóforgalomból eredő terheltsége. A parlagfű és egyéb allergén anyagokból eredő egészségügyi problémák esetenként bejelentésre kerülnek, ennek elkerülése végett, amennyire lehet önkormányzati részről rendszeres a zöldfelületek ápolása.

Az eddigieket kibővítve a „Sopron város településfejlesztési koncepciója, integrált településfejlesztési stratégiája” dokumentumokból dolgoztunk, amelyben kellően részletes a helyi környezetvédelmi, területhasználati és tájhasználati konfliktusok leírása.²

Sopron sokszínű táji megjelenése kedvező megítélést kap, értékke válik. A város kiemelkedően magas környezeti potenciállal rendelkezik, mozaikos tájszerkezetű. A város és a környező táj kapcsolata a városperemi zöldfelületek és a városi szövetbe benyúló zöldfolyosók kialakításával erősödik, a patakok menti, valamint az infrastruktúra-folyosókat kísérő zöldsávok ökológiai-környezeti értékük növelésével megőrzésre kerülnek. Gyakran megfigyelhetők Sopronban a további területhasználati konfliktusok: Nagyrészt a Belvároshoz, különösen a történelmi belvároshoz és a Várkerülethez köthetőek. Konfliktus, hogy az itt lakók jellemzően csendes, nyugodt életkörülményeket szeretnének, míg a térség kereskedelmi-szolgáltató egységei a forgalom növelésében, a városrész élettel való megtöltésében érdekeltek. Gyakran problémát jelent a parkolóhelyek hiánya: a lakók arra panaszkodnak, hogy nem tudnak megállni a lakásuk közelében, míg a szolgáltatók vendégriasztónak érzik, ha nem lehet közvetlenül az üzletük előtt parkolni. A várkerület átépítése, a Petőfi téri mélygarázs kiépítése elegendő parkolóhelyet kínál. Szintén területhasználati konfliktus forrása az elmúlt években folyamatosan fejlődő, mind több látogatót vonzó Volt fesztivál, amelynek helyszíne Natura 2000 védelem alatt áll, 2017 után már a rendezvénynek új helyszínt kell találni. Tájhasználati konfliktusok a tájképi harmóniára veszélyt jelentő nagy területek belterületbe vonása, a beépítések kitolódása a tájba.

Sopron város környezetvédelmi konfliktusainak jó része közvetlenül érinti a talaj, felszíni és felszín alatti vizek környezeti elemeket. Gyakori, hogy a termőtalajok mennyisége csökken; a beépítések miatt, a művelési ág váltása során a talajok funkcióvesztése problémás. A csapadékvíz elvezetése, talajok beépítése, új burkolatok kialakítása növeli az eróziós károkat, továbbá gyakoriak a fémszennyezések. A felszíni, felszín alatti vizek esetén a patakok elszennyeződése, a gyakori nitrátszennyezések okoznak problémát. A nagyobb kereskedelmi telepek vonzzák a város beépített területének határát, ezáltal veszélyeztetik természetvédelmi szempontból a mozaikos területhasználatot. Sok jellegzetes tájjelem szorul vissza a város peremterületein gyorsan szaporodó lakóparkok építésével is. A lakott településrészek területéhez képest háttérbe szorultak a szőlők és a városon kívüli kertek. A mennyiségi terjeszkedésen felül a másik veszélyforrás a jellegbeli (minőségi) átalakulás, a lassú beépítés, amint az a Lőverekben jellemző. Az évszázadok óta művelés alatt álló településkörnyéki területek felhagyásuk után átalakulnak kertvárosias beépítésű lakóterületekké, vagy gazdasági területté. A védett erdők, a Szárhalmi-erdő esetén a beépítések természetvédelmi, erdővédelmi aggodalmakra adnak okot. A környező kistelepülések a városkörnyéki apróbb-nagyobb beépített foltokkal együtt a táj szétforgácsolódását okozhatják.

² Sopron Megyei Jogú Város Településfejlesztési Koncepciójának felülvizsgálata és Integrált Településfejlesztési Stratégiájának készítése. Sopron, 2014.

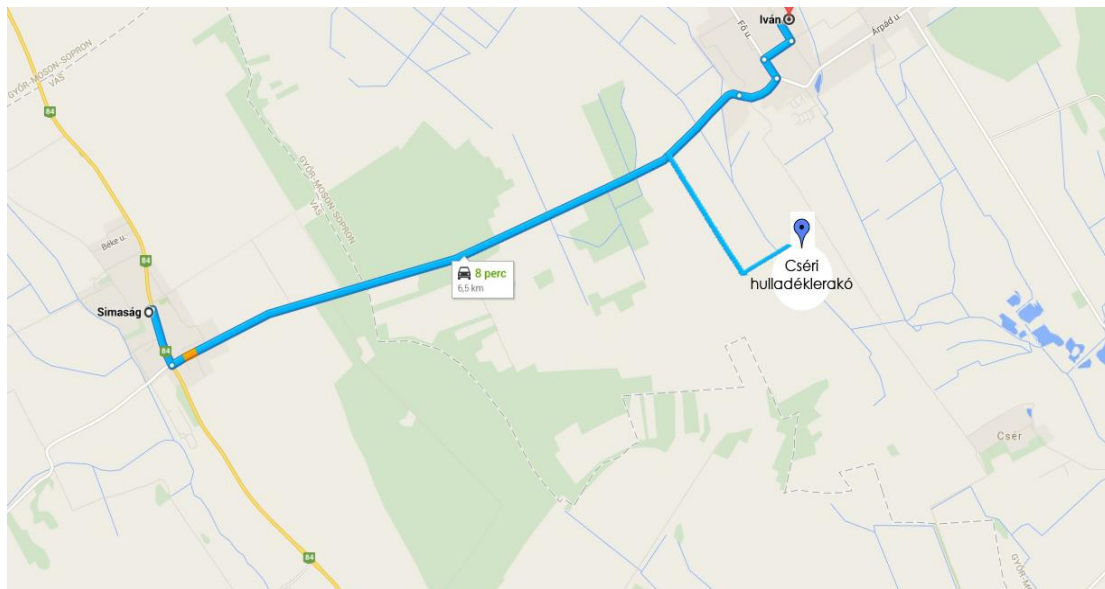
Hulladéklerakó Sopronban és Cséren

A kezelt hulladék és az illegálisan lerakott hulladék problémaköre a város egyik legkiterjedtebb környezetvédelmi kérdése. A háznál termelődő hulladékot a tulajdonos köteles elvitetni, elszállításáról maga köteles gondoskodni. Közterek tisztántartása már a helyi önkormányzat feladata. Az elszállító cég külön kiegészítő intézkedéseket hozott a szelektív hulladékgyűjtés elindításához, a zöldkomposzt külön gyűjtéséhez. A helyi lakosság tájékoztatására, rendszeresen szórólapok, lakossági fórumok és az internetes weboldal használatát vezették be.

Az ellátó és elszállító cég az STKH Sopron és Térsége Környezetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Nonprofit Kft.³ Összesen 39 településen (Agyagosszergény, Cirák, Csáfordjánosfa, Csapod, Csér, Dénesfa, Ebergőc, Egyházásfalú, Fertőboz, Fertőd, Fertőendréd, Fertőhomok, Fertőrákos, Fertőszentmiklós, Fertőszéplak, Gyórá, Harka, Hegykő, Hidegség, Himod, Hövej, Iván, Kapuvár, Kópháza, Nagycenk, Nagylózs, Petőháza, Pinnye, Pusztacsalád, Répceszemere, Répcevis, Röjtökmuzsaj, Sarród, Sopron, Sopronkövesd, Und, Újkér, Vitnyéd, Zsira) szállítja el és kezeli a hulladékot 2013. január eleje óta. A vállalat fő tevékenysége a kommunális és szelektív hulladékgyűjtés. A cég jelenleg 13 hulladékudvart rekultivál. Nemcsak Sopronban, hanem Fertődön, a fertőendrédi, a kapuvári, a nagycenki, a pusztacsaládi és a sopronkövesdi területeken a projekt során felülszigeteléssel, felső zárással kerül megvalósításra a hulladéklerakók rekultiválása. A hulladék felszedése, a szennyezett talaj elszállítása és a terület rendezése valósul meg Fertődön 3 területen, a fertőújlak-sarródi, a répceszemerei és a sarródi területeken.

Minden terület esetében biológiai rekultiváció is lesz, mivel így az érintett területek nagymértékben hozzájárulhatnak a roncsolt táj eltüntetéséhez, a biológiai élettér helyreállításához.

Csér kis település, Győr-Moson-Sopron megyében, a Répce folyó mentén, a Vas-Soproni síkságon fekszik. A 65-ös főút közelében, Kapuvártól délnyugatra 26 kilométerre, Fertődtől délkeletre 28 kilométerre található. Szomszédos települések: Csáfordjánosfa, Nagygeresd, Répceszemere, Iván, Nemesládony, Vámoscsalád (1. és 2. kép).



1. kép: A cséri hulladéklerakó földrajzi elhelyezkedése

³ <http://www.hulladek.sopron.hu>



2. kép: Építési munkálatok Cséren

A számos támogatással és egynéhány ellenvetéssel élő projekt 2005–2006-os évek kezdeti lépéseit követve, számos egyeztető tárgyalással 2014-ben minden szükséges engedély birtokába jutott, ma működő lerakó üzemel Cséren.

Tiltakozásra a zaj és várható porszennyezés miatt néhány község részéről került sor:

„Nemesládony község lakossága és a Képviselő testület véleményét, már a 2004-es falufórumon is kifejeztük egyértelműen. A lakosság nem akarja, hogy Nemesládony községgel közigazgatásilag határos területen ilyen létesítmény épüljön. A település nyugodt, tiszta levegőjű, a lakóházak több mint fele külföldi, vagy nem helyben lakók tulajdonában van. Ide az emberek pihenni, sétálni, erdei jó levegőt szívni jönnek. Úgy a helybeliek, mint a nyaralók egyöntetű ellenállása a hirdetés szövegéből megismertek alapján sem változott. Féltik a falut a kellemetlen szagoktól, a kibocsátott gázoktól, nem fogadják el és nem is támogatják a telep létesítését. A Képviselő testület a lakosságot képviseli, saját véleményük továbbra is az, hogy mint szomszédos település nem fogadjuk el a telep létrehozást. A lakossági ellenállás egységes és nagyfokú. A térképen megjelölt B változatú út megépítésével sem értünk egyet, ahhoz nem járulunk hozzá.”

Bár az ide tervezett hulladéklerakó megosztotta a helybélieket, Csér település polgármestere támogatóan nyilatkozott⁴ a helyiek nevében:

„Az aláírástól számítva évente kétmillió forintot kap a falu, amiért területéből biztosítja a lerakó helyét. Ebből a pénzből támogatjuk a nyugdíjasainkat, az iskoláztatást s tettük ingyenessé a faluban a szemétszállítást. Ebből szépítjük a települést, virágosítunk. Gondolhatja, mit jelent ez a kétmillió a számunkra, amikor az éves költségvetésünk nyolcmillió forint. Annyi, mint egy gazdagabb családnak. S ha megvalósul a komplex térségi hulladéklerakó projektje, éves szinten tízmillió forintos iparűzési adó bevétellel számolhatunk. Reméljük, jövőre már elkezdődik az építkezés.

A falu fejlődése érdekében pedig építőtellek kialakításában gondolkodunk, s bízunk abban, hogy a tőlünk nem messze fekvő bányatavaknál üdülőövezet is létrejöhet. Arra is büszkék vagyunk, hogy Csér 2013-ban ünnepli fennállása 700. évfordulóját. Akkor nagy ünnepet rendezünk, szoboravatással, hogy az utókor is emlékezzen – bücsűzött Várallyay István polgármester.”

⁴ http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/cser_kis_kuvait_lehet/2167185/

A projekt legnagyobb létesítménye, központi eleme Cséren a közel 20 hektáron átadott Regionális Hulladékkezelő Központ. A mechanikai hulladék-előkezelő rendszer kapacitását évi 19.000 tonnában határozták meg, a lerakótérben pedig 300.000 köbméternyi hulladék fér majd el. Itt kapott helyet a mechanikai előkezelő és a regionális hulladéklerakó, ahol biztonságosan szigetelt aljazatra helyezik majd el a másképp nem hasznosítható háztartási hulladékot. A teljes összegből a cséri központi telep mellett Sopronban a Harkai úton szelektív hulladékudvar épül, amelyben válogató, átrakó és bio-hulladékkomposztáló, valamint az ezeket kiszolgáló létesítmények kapnak helyet.⁵ Válogatás után ott csökkentik a hulladék térfogatát, amely préselt állapotban kerül Csérré. A rendszer része lesz a fertőendrési térségi központ mellett hat hulladékudvar, valamint 114 hulladékgyűjtő sziget (3. kép). A falvak családi házas környezetében a háztartások két gyűjtőedényt kapnak, egyik a lebomló, másik a le nem bomló szemet elhelyezésére szolgál. A műanyag palackokat zsákokban gyűjthetik szelektíven az családi házak lakói. A teljes beruházást – a tervek szerint – 2014. augusztus végéig befejezik.⁶



3. kép: Szelektív hulladékgyűjtés

Sopron polgármestere fontosnak tartotta kiemelni a viszonylag új telep átadásakor, hogy ezzel a valóban európai színvonalú környezetvédelmi fejlesztéssel a térség ismét példát mutatott. Hozzátette, a rendszer immár rendelkezésre áll, hatékony működéséhez viszont arra is szükség van, hogy a lakosság mielőbb elsajátítsa az ezzel együtt járó új, környezetbarát szokásokat. Ennek érdekében kiemelt figyelmet érdemes fordítani az iskolás korosztályok szemléletformálására.⁷

Összefoglalás

Összegzésként megállapítható, hogy a környezeti konfliktusok, az egyes környezetvédelmi vitás helyzetek gyakori megoldását, a nagyobb pereskedéssel járó esetek megoldását elősegíti a jó és hatékony kommunikációs módszerek használata. Esetünkben egy tíz éves tárgyalási folyamat zajlott le, az első környezetvédelmi engedélykérelem 2006-os kiadását 2012-ben, majd módosítással 2014-ben követte az egységes környezethasználati engedély közzszemlére bocsátása, majd elfogadása. A köztes tárgyalások közmeghallgatásokon, falufórumokon, gyakori megbeszélésekkel, egyeztetésekkel zajlottak le.

⁵ http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/epul_a_hulladeklerako_cseren/2339081/

⁶ <http://www.alternativenergia.hu/szelektiv-hulladekgyujtesi-rendszert-epitenek-ki-sopron-tersegben/62734>

⁷ http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/szazezer_ember_szemetet_fogadjak_cseren/2407454/

Felhasznált irodalom

Katona M. – Szabó Cs. (2006): Kommunikáció - Üzleti Kommunikáció. Képzőművészeti Kiadó. Budapest

Sopron Megyei Jogú Város Településszerkezeti Tervének Felülvizsgálata – Környezeti Értékelés. Váti Városépítési Kft. Sopron, 2012.

Sopron Megyei Jogú Város Településfejlesztési Koncepciójának felülvizsgálata és Integrált Településfejlesztési Stratégiájának készítése. Sopron, 2014.

Internetes hivatkozások

- http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/cser_kis_kuvait_lehet/2167185/
- <http://www.hulladek.sopron.hu>
- http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/sopron_tersegi_hulladekkezeles_megnyiltak_a_zoldudvarok/2424245/
- http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/cser_kis_kuvait_lehet/2167185/
- http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/szazezer_ember_szemetet_fogadjak_cseren/2407454/
- http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/keszek_a_hulladekudvarok/2404447/
- http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/elkezdodott_a_probauzem_a_cseri_hulladekfeldolgozoban/2393593/
- http://hvg.hu/itthon/20131103_Jovo_nyaron_indul_a_cseri_hulladeklerako
- http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/hulladeklerako_cseren_mar_megvan_a_kethar_mad_-_fotok/2355648/
- http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/a_tervek_szerint_halad_a_cseri_beruhazas/2351619/
- <http://www.alternativenergia.hu/szelektiv-hulladekgyujtesi-rendszert-epitenek-ki-sopron-tersegben/62734>
- http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/epul_a_hulladeklerako_cseren/2339081/
- http://www.kisalfold.hu/soproni_hirek/epul_a_hulladeklerako_cseren/2339081/

KONSTRUKCIÓS ÉPÍTŐKÉSZLET ÚJRAHASZNOSÍTOTT PAPÍRBÓL

Nemes József¹, Kártyás László²

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely, Károlyi G. tér 4.
njozsef@ttk.nyme.hu, kartyasl@freemail.hu*

Rövid összefoglaló

A közoktatásban elengedhetetlen, hogy a tanulók a megszerzett elméleti ismereteket a tapasztalás szintjén megerősítsék. A kifejlesztett építőkészlet, melyet megfelelő technológiával papír építőelemekké alakíthatóak. Az így gyártott elemekből különböző konstrukciójú szerkezetek építhetőek. Az építőkészlet nagy előnye, hogy az ismert pénzügyi problémák miatt a közoktatásban ezzel a megoldással minimális bekerülési költséggel lehet alapanyaghoz jutni.

Kulcsszók: környezettudatosság, hulladék, újrahasznosítás, papír, oktatás

Ne dobjuk ki az értéktelen papírt, ami valójában nagy értéket képviselhet!

Bevezetés

Kutatás egy olyan alternatívát foglal magába, amely új típusú papír újrahasznosítási lehetőséget ismertet. A hétköznapiakból számos változata elterjedt a préselt papírnak, itt a papírhulladékot elsősorban az oktatás területén lehetne felhasználni. Olyan alternatívára szeretnénk felhívni a nyilvánosság figyelmét, amely alkalmazása során az tanulók konstrukciós készségük növekedhet, valamint az oktatási intézményeknél felmerülő alapanyag problémák, hiányok kiküszöbölhetőek.

Először is fontos megismernünk a papír fogalmát, mely így hangzik: „A papír növényi rostok vizes szuszpenziójából a rostok összekuszálásával és a víz eltávolításával kialakított vékony, hajlékony lap.” (-, 2008.)

A papír cellulózból készül, a rostokat fizikai- és kémiai kötésekkel kapcsolják/tapasztják egymáshoz. A gyártás során olyan növényi anyagokat alkalmaznak, amelyek cellulózból és hemicellulózból állnak, ilyen a fa, de mellette megtalálható a szalma is.

A papírgyártás fejlődésének történetében két elkülönülő szakaszt különböztethetünk meg, kézi papírkészítés és gépi papírgyártás. A 20. században technikai és társadalmi változás átalakította a papíripar korszerűsítését. Így megindult a gyártás nagy mennyiségben és lerövidült az elkészítési folyamat. A gépek nagy hangsúlyt kaptak, két féle típust különböztethetünk meg: síkszítást és hengersizítést, az előbbivel vékony, míg az utóbbival vastag lapokat lehetett gyártani. A gyártás technológiáját tekintve, egy bonyolult összetett folyamat, több egymásra épülő lépések sorozatából épül fel. Megkülönböztethetünk három ciklust az első az alapanyag előkészítése, a második a lapkészítés papírgépen és a harmadik a kiszérelés. A papírkészítés során számos adalékanyagot felhasználnak, különböző sókat, savakat és lúgokat, valamint nagymennyiségű vizet emészt fel az előállítás.

A környezettudatosság érdekében hasznosítjuk újra, a papírtömeg jelentős részét ezzel csökkenthetjük az emberi tevékenység környezetre gyakorolt hatását! Csak annyit kell tennünk, hogy az elhasznált papírlapot/papírlapokat gondosan összegyűjtjük, feldolgozzuk és remek modellező alapanyagot kapunk, amiből konstrukciós építőkészlet állítható elő. Ezzel a lépéssel a környezettudatos gondolkodásmód alapjait sajátíthatjuk el!

A kutatással előállított eszközkészlet ötvözi a környezettudatos anyagválasztás és a tanulók konstrukciós képességének a növelését.

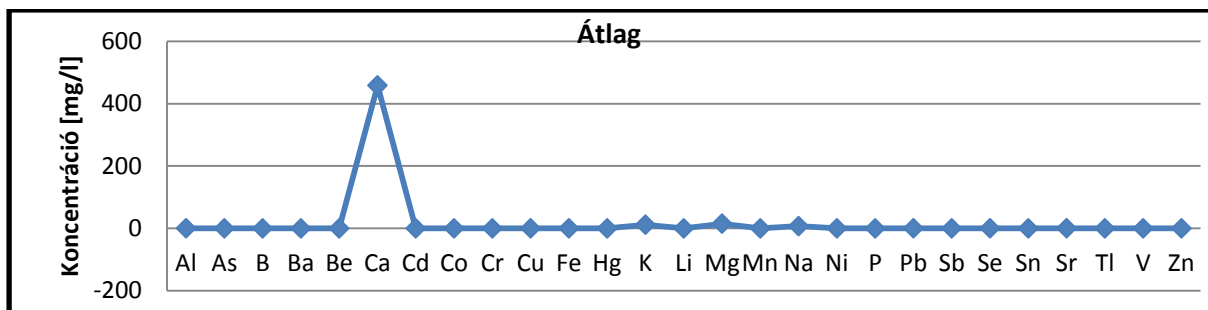


1. ábra. A papír brikett készítésének főbb lépései

A kivitelezés

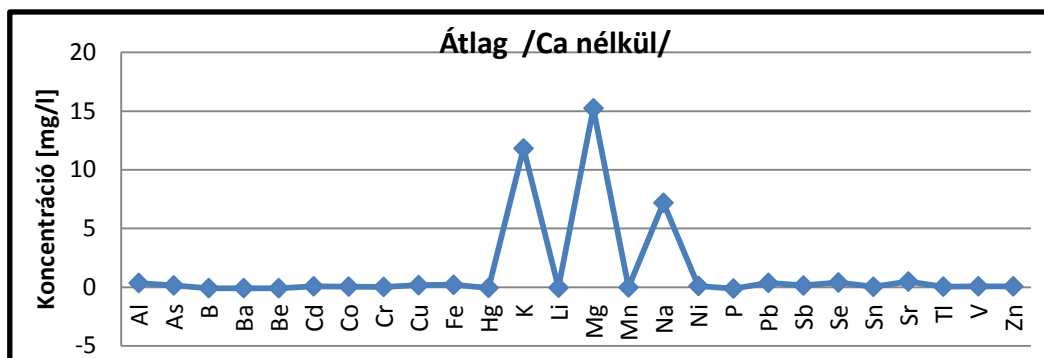
A KPPE készítésének első lépése a nyersanyag kiválasztása, osztályozása. A kísérletek tapasztalataiból a nyomtatott vagy tollal írt írólapokra esett a választás. A kiválasztott papírlapok feldolgozásának első lépése az aprítása, majd kellő vízmennyiség hozzáadása. Amikor a papírdarabkák átnedvesedtek, a rostszálak fellazultak, akkor kezdődhet meg a pépesítés, így készül el a papírpép. Egy darab A4-es lap áztatásához 25 cm^3 víz szükséges, kis idő elteltével a rostszálak közé behatolt a víz és fellazította a kötéseket, így pépes állagúra dagasztható. A papírpépből megfelelő kanállal adott mennyiséget egy formába helyezünk, amelyet kézi sajtólással kipréseljük. Jelen esetben az építőelemek $35 \times 35 \text{ mm}$ -es külméretű keretbe kerülnek préselésre. Az anyagra rákerül a pontosan illeszkedő nyomóforma test, majd erre vertikális irányú erőt fejtünk ki, a felesleges víz eltávozik a pépből, közben felveszi a nyomóforma alakját. A présből eltávolítjuk a papír brikettet, majd száraz meleg helyre tesszük, hogy meginduljon a szárítás/száradás, a maradék nedvesség elpárologjon. A teljes száradási idő szoba hőmérsékleten 1 hét. A brikett száradás után, készen áll a további anyag megmunkálásokra. Fontos, hogy csak teljesen száraz brikettel modellezzünk. A nem teljesen száraz alkatelemek az építendő modell méreteit deformálódhatja. Az így létrehozott modellezési alapanyag száraz és/vagy nedves megmunkálással előállítható a kívánt forma. A KPPE jól alakítható, fűrészeltető, csiszolható, festhető, ragasztható, a tulajdonságoknak köszönhetően kiváló építőelemként szolgál a modellezés területén.

A környezettudatosságot szem előtt tartva vizsgálat alá került a keletkezett papírpép, az elemi összetételét ICP-AES készülékkel. A mérési eredmények elemzésénél, azt a megállapítást tehetjük, hogy nem tartalmaz káros anyagot /eredményként kapott értékek elhanyagolhatóan alacsonyak/.



2. ábra

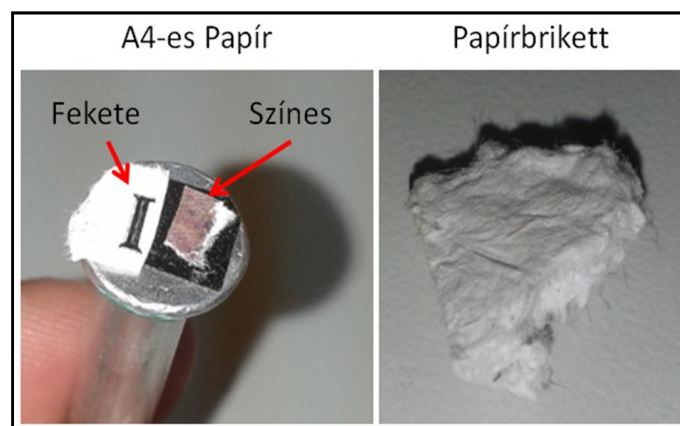
Az első elem ami a szemünkbe tűnik a kalcium [$458,235 \text{ mg/l}$], azért tapasztalhatunk nagy kiugrást mert csapvízben került pépesítve a papír, tehát magas a Ca tartalma van a víznek. Ha ezt az értéket kivesszük a diagramból, akkor nagyobb felbontásban jelennek meg az értékek valamint megbizonyosodhatunk arról, hogy nem tartalmaz a „papíroldat” káros anyagokat!



3. ábra

Ezen az ábrán a magnézium [15,239 mg/l] értéke a legnagyobb, az előbbi diagramon jelentős mennyiségű Ca van a vízben, ezek a kiugrások nem játszanak szerepet, mert a víz keménységére utalnak. A másik két elem a kálium és a nátrium, ezek pedig nem utalnak káros szennyezőanyagra. A többi elem elhanyagolhatóan kicsi!

Így kijelenthető, hogy a papírpép nem tartalmaz mérgező anyagot, ami a bőrön keresztül felszívódna!



4. ábra

Következő vizsgálat a fekete és a színes nyomtatott papír felületére irányult elektronmikroszkóppal. A két típusú festékanyag minősége, felületbefedése mellett kiterjedt a figyelmem a cellulóz szálak elrendeződésére. A méréseknek köszönhetően megbizonyosodtunk arról, hogy a használt írólapok kézi feldolgozása semmilyen veszélyt nem jelent a tanulók számára, a KPPE készítése során a környezetterhelés gyakorlatilag nulla, mivel a használt papír már tartalmazott elenyésző mennyiségű „szennyeződést”.

Eredeti képen /4. ábra/ a fekete nagy „I” betűnek a jobb felső sarka látható 300 szoros nagyításban. Jól megfigyelhető, ahogy a festék /szabálytalanul/ befedi a papír rostszerkezetét. A színes nyomtatású lap 300 szoros nagyításban már sokkalta simább felület látható, de ha ránagyítunk a részben befedett részekre, akkor észrevesszük, hogy ez a festékanyag pigment alapú, mert „apró” /5-8µm/ pár mikronos kör alakú egységek különíthetőek el.

Tehát a színes papír felületét egyenletesebben fedi be a festék, így a lapok vizes áztatásánál több idő szükséges, mert először a bevonó anyag nedvesedik át, majd utána a papírlap.

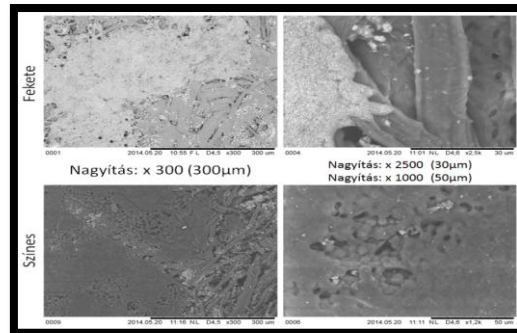
Három fő összetevőből épülnek fel a nyomdafestékek.

1. Színt adó komponens ún. pigment és az ehhez kötődő színezék.
2. Kötő (filmképző) anyag, amely a színt adó komponens és a nyomathordozó közötti kötést biztosítja. A kötőanyag határozza meg a festék tapadását, fényességét és keménységét.

3. Segédanyagok (Szabó)

Pigmentek: 1g pigment felülete nyomdafesték kötőanyagban diszpergálva/szétosztatva több mint 100 m² felület beborítására elegendő.

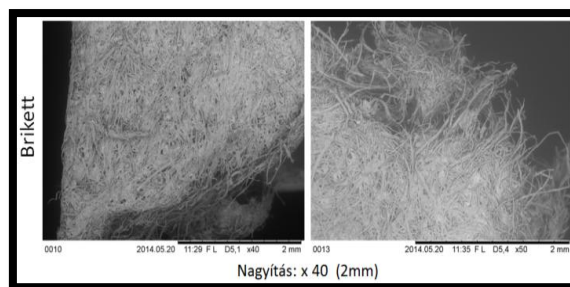
Megkülönböztetünk szerves és szervetlen pigmenteket (anyag összetételben báriumot és kobaltot is tartalmazhatnak mindemellett számos fém is jelen van).



5. ábra

A második minta a préselt papírtégla:

Ebben a mérésben érdekességképpen megfigyelhetjük a rostszálak elrendeződését/6. ábra/.



6. ábra

Ha minél több szál kapcsolódik egymáshoz, a papírbrikett szilárdsága annak függvényében nő.

Oktatás módszertana

Az egyik lehetséges alternatíva Konstruációs Préselt Papír Építőelem csomag felhasználhatóságát ismertetjük, melyek a technika tanórák, vagy délutáni szakkörök keretében vehetők igénybe. Tárgyaljuk a préselt papír "tégla" alkalmazhatósági lehetőségeit, részletesen tanórákra lebontva 1-8. osztályig, a már elkészített modellekkel alátámasztva és a KPPE nyújtotta lehetséges fejlesztési irányokat az oktatásmódszertan területén. A kutatás másik ága a közoktatási folyamatba való integrálása. Mivel a közoktatási műveltségterületek közül a Technika, életvitel és gyakorlat jöhet szóba, így a TÉGY tananyagtartalmához készítendő modell minták is ajánlásra kerüljenek.

A következő két pontban foglaljuk össze a papírmodellezés lehetőséget, mindezek előtt tanulmányoztuk az elsőtől a nyolcadik osztályig a tananyagot valamint a követelményeket. Szem előtt tartva a költséghatékonyságot és az illusztratívságot, vagyis a kiadásokat jelentős mértékben lehet csökkenteni és egyben a tanulók könnyebben elsajátíthatják az órai anyagot.

❖ Elsőtől a negyedik osztályig:

Brikett elemek alkalmazása a gyerekeknél. Fontos hogy az előre legyártott elemeket 1-3 osztályig alkalmazzák, mert még nehéz csoportmunkát kialakítani velük valamint a bonyolult

feladatokkal nehezen birkóznak meg. Később már 4. osztályban belekóstolhatnak a diákok a brikettek „gyártásába”!

Felhasználási lehetőség elsősorban az építőelemek megismertetésére alkalmas, valamint a műszaki ábrázolás területén, az elemek axonometrikus és vetületi ábrázolásaiban, vagyis a tér - sík probléma leképezésében való előnyös alkalmazása.



7. ábra

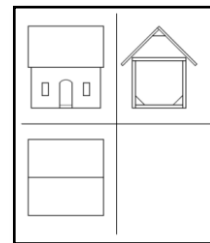
❖ Ötödiktől a nyolcadik osztályig:

Ebben a részben már magasabb szintre emelhetjük a papírbrikettezés módszerét. Az alapanyag előkészítéssel már kevésbé kell foglalkozni, mert már az elsőtől a negyedik osztályig a tanulók megismerkedtek vele, így több idő áll rendelkezésre az összetettebb konstrukciók elkészítéséhez. Az építkezésben nagyobb részletességgel ismerhetik meg a papír előnyeit és korlátait, különböző teszteléseket végezhetnek el, például egy áthidaló szerkezet teherbíró képességének vizsgálata. Mivel az alapanyag természetes nedvszívó tulajdonságát nem vesztette el, a tanulók azt is vizsgálhatják, hogy a nedvességtartalom növelésével hogyan változik a szerkezet teherbíró képessége.

A másik modellezéshez kapcsolódó témakör a műszaki ábrázolás, ebben a részben teret kap a korábban elkészített alkotások a már említett vetületi/axonometrikus ábrázolása. A diákok könnyen megépíthetik azokat a tárgyakat, melyekről vetületi ábrázolást készítenek, így kézben tartva gyorsabban elsajátíthatják a vetületképzés módszerét.

Elsőtől a nyolcadik osztályig spirálisan történik az ismeretanyag megszerzése/elsajátítása. Harmadik osztályig szükséges a KPPE csomag alkalmazása, előre legyártott papír elemekből dolgozhatnak, majd negyedik osztálytól már a tanulók saját maguk készítik el a modellek alapanyagait.

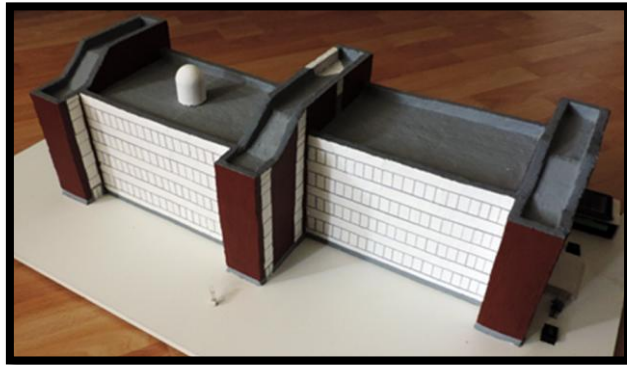
Ökológiai lábnyom csökkentése érdekében is előnyös lenne a fent vázolt eljárás alkalmazása a közoktatás rendszerébe. Az újrahasznosítás fontossága mára már nem lehetőség, hanem kötelesség. Ezt az oktatás területén nem csak hangoztatni kell, hanem példát mutatva a diákoknak, és egyben költségcsökkentést alkalmazni az oktatási intézményeknek.



8. ábra

Megvalósított makett

A képen látható modell 100%-ban újrahasznosított lapok felhasználásából készült, a homlokzat színezése vízbázisú falfestékkel készült.



9. ábra Megépített épületmodell

A következőkben bemutatásra kerülő modell a Nyugat-magyarországi Egyetem C-épületéről készült, préselt elemek felhasználásával. Az építmény szerkezeti tanulmányozása után a "tég-lák" megmunkálása után beépítésre kerültek az utómunkáknál egy végleges festést kapott a modell /méretét tekintve 1:100/.

A megvalósult modell az ökológiai lábnyom csökkentésének az egyik kimenetelét támasztja alá! A modell 100%-ban újrahasznosított lapok felhasználásából készült, melyet falfestékkel színeztem.

A modellezés kivitelezése jelentősen függ az intézmény költséghatáraitól, így megfontolásra kerül a technikai eszközök beszerzése. Az elsődleges szempontom, hogy a diákok mindegyike lehetőséget kapjon a munkafolyamatok megismerésére, azaz a barkácsolás alapfogásait elsajátíthassa. Ezért egy központilag összeállított úgynevezett KPPE csomagra lenne szükség, amely a papír modellezés minden lényeges elemét tartalmazza. Ezáltal a csomag beszerzési költsége és ideje lényegesen lecsökken, mintha az intézmény/osztály maga vásárolná meg az eszközöket külön-külön!

Befejezés

Egy alapgondolattal szeretnénk indítani a fejezetet, mely így hangzik:

„Alap nélkül nincsen felépítmény!”

Egy olyan biztos alapot szeretnénk megvalósítani, ami költséghatékony és egyben gyakorlati tapasztalatot nyújt az általános iskolák diákjai számára! Javaslatot szeretnénk tenni, a KPPE mint építési illetve modellezési alapanyagra, amely illeszkedik napjaink Zöld Oktatás gondolatára. Az oktatás magába foglalja a technika és életvitel számos órai anyagát, elméleti és gyakorlati jellegét, így lehetőség nyílik, a környezettudatosság elmélyítésére már gyerekkorban.

A teljes körű kivitelezéshez egy olyan csomagot kell összeállítani, amelyből elkészülhetnek a tankönyvek által példaként hozott modellek, - de saját ötletek is kivitelezhetőek - úgy, hogy a költségeket részben levesszük az iskolák "vállairól".

A tesztelését és a gyakorlatban való bemutatását saját erőből és támogatók keretein belül szeretnénk megvalósítani. Úgy gondoljuk, hogy a magyar oktatást segítheti ez az elképzelés!

A fő cél, hogy a leírtak a mindennapi oktatás keretein belül megvalósuljanak, eredményes fejlődést tapasztaljunk oktatás és az újrahasznosítás terén. Papírhulladékból rendkívül sokat termelünk, amelyet az ökológiai lábnyom csökkentése érdekében célszerű újrahasznosítani.

Irodalomjegyzék

- Bubcsóné, Klára Hornyák . -. *Technika 3. osztály.* -. Budapest: Műszaki, -.
Márton Ibolya. 2003.. *Első technika könyvem.* tizedik. Celdömölk: Apáczai, 2003.
Mesterházy Ferenc és Ujhelyiné Éva dr. Pető. 2003. *Technika és életvitel 4. osztály.* hely nélkül: Dinasztia, 2003.
Mosoni, Árpád és Dr. Vas, Miklós. 2003.. *Technika és életvitel 6. osztály.* Szekszárdi Nyomda Kft.: Nemzeti, 2003.
Pitrik, József. 2003. *Technika és életvitel 5. osztály.* nyolcadik. Celldömölk: Apáczai, 2003.
-. 2008.. www.kagaaqe.eoldal.hu. [Online] 2008. [Hivatkozva: 2015. február 10.]
http://www.kagaaqe.eoldal.hu/cikkek/papirkeszites-rovid-tortenete_-veveeqe.html.
Szabó, Tamás [Hivatkozva: 2014.. június 10.]
http://kepzesevolucioja.hu/dmdocuments/4ap/12_0965_007_110131.pdf.

HOLLÁN ERNŐ TANULMÁNYA MAGYARORSZÁG VASÚTHÁLÓZATÁNAK KIALAKÍTÁSÁRÓL

Nemes József

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Szombathely, Károlyi G. tér 4.
njozsef@ttk.nyme.hu*

*„...Száz vasutat, ezeret!
Csináljatok, csináljatok!
Hadd fussák be a világot,
Mint a testet az erek.
Ezek a föld erei,
Bennök árad a műveltség,
Ezek által ömlenek szét
Az életnek nedvei.*

Pest, 1847. december

Előzmények

Hollán Ernő 1824. január 13-án Szombathelyen született, gimnáziumi tanulmányait szülőhelyén végezte és fejezte be 1839-ben, majd a bécsi hadmérnöki akadémián (Ingenieur-Akademia) folytatta tanulmányait. Az akadémia végzése után 1844-ben a komáromi erődbe rendelik, ahol a felújítási munkák végzésébe hadnagyként kapcsolódik be. Komáromból később Lembergbe helyezték át, hol az 1848-ik év elején mérnökkari főhadnagy volt. Hollán rendszeresen kidolgozott emlékiratot küldött a magyar hadügyminisztériumhoz, s válaszul századosi kineveztetést kapott a 9-ik honvéd zászlóaljhoz. E zászlóalj Kassán (ma Szlovákia, szlovákul: Košice) szerveztetett, s első harcai Fehértemplomnál (Dél-Bánság, ma Szerbia, szerbül Бела Црква/Bela Crkva) voltak Knicsanin (a magyarellenes csapatok szerb vezér) ellen. Hollán még jelen volt Szenttamás (másképpen Bács-szenttamás, ma Szerbia, szerbül Србобран / Srbobran) ostrománál, azután áthelyezték Péterváradra (ma Szerbia, Петроварадин/Petrovaradin) a védelem rendezésére. Alig másfél éves katonai pályája alatt táborkari ezredességig emelkedett, s a magyar hadjárat, legutolsó szakaszában, mint hadtéri mérnökkari igazgató (Feld-Grenie-Direktor) tevékenykedett. Ily minőségben volt Péterváradon a szabadságharc leveréséig és a vár átadásáig. A szabadságharc bukása után civil mérnökként Szombathelyen tevékenykedik. 1851 végén letartóztatták, s szabadságát csak hat hónap múlva, 1852 májusában nyerte vissza. Úttörő munkát végzett a talajjavítás terén, és 1854-ben megírta geometriai munkáját a magyar felsőoktatás számára "Mértan alapvonalai, tudományosan rendszeresítve" címmel, melyet később a MTA is megjutalmazott. Mérnökként főleg alagcsövezéssel foglalkozott és 1856-ban megírta "Földcsövezés (drainage) Magyarországon" című művét.

A vasútépítés kezdetei a magyar királyság területén

A magyarországi vasúti közlekedés kezdetei a XIX. század első felére nyúlnak vissza, ekkor tervezték és építették hazánkban az első, közforgalmú kötöttpályás közlekedési eszközt, amelyet személyek és áruk szállítására használtak. Magyarországon az első közforgalmú vasút a Pest és Kőbánya közötti 7,5 km távolságon megépült lebegő lóvasút volt, melyet 1827-ben helyeztek üzembe. A lebegő vasút pályája leginkább a mai drótkötélpályákhoz volt hasonló.

Ez a vasút azonban nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket, a kocsi erős szélben kilengett, és emiatt több baleset is történt, végül 1828. március 20-án bezárták, majd lebontották.

A továbbiakban számos Magyarországot is érintő vasútfejlesztési koncepció látott napvilágot ebben a korszakban. Franz Xaver Riepl (1790. november 29. Graz - 1857. április 25. Wien) a Bécsi Politechnikai Intézet professzora 1830–31-ben birodalmi vasúthálózati tervet javasolt és Magyarországnak csak az északi, északnyugati részét kapcsolta volna be ebbe.

A hazai vasútügy fejlődésének fontos állomása volt az 1832-36.évi pozsonyi országgyűlés, amely megalkotta az első magyar vasúti törvényt, az 1836.évi XXV. törvénycikket. E törvény, állást foglalt egy sor fontos elvi kérdésben, amelynek rendezése a vasútépítés érdekében feltétlenül szükségesnek mutatkozott. A törvény kimondta, hogy a szállítási díjak fizetése alól a rendi kiváltság nem mentesít. Állást foglalt a magánvállalkozás mellett, kimondta a kisajátítás elvét, és az 1825-27.évi országgyűlési bizottság által javasolt 12 fő útvonalat kiegészítette egy 13. útvonallal, amely a magyar tengerpartokig vezet. Így szól az adott törvénycikk első paragrafusa.

„1. § Minden olly magányos személyek, vagy társasági egyesületek, mellyek

1-szor Pestről Bécs felé Austria határszéléig -

2-szor Pestről a magyar tengeri rév partokig -

3-szor Pestről Zimonyig -

4-szer Pestről Morva és Szilézia széléig -

5-szor Pestről Galícia határszéléig -

6-szor Pestről Erdélyig, Kolosvár felé -

7-szer Pestről Erdélyig, Nagy-Szeben felé -

8-szor Bécstől, s illetőleg Ausztriának határszéleitől egy részről a magyar tengeri révpartig, más részről Eszékig, s így tovább Török Országig -

9-szer Bécstől, s illetőleg Ausztriának határszéleitől Magyar Országban keresztül Krakóig

10-szer Nagy-Szombattól Kassáig -

11-szer Kassától Krakóig -

12-szer Miskolcztól Galícia s Orosz Ország felé -

13-szor Sziszekről a magyar tengeri révpartokig, az Ország kereskedésének előmenetelét eszközölő víz-csatornák, vas-utak, és ezekhez szükséges hidaknak, még pedig akár a feljebb kijelelt két végpontok közötti vonalnak egész kiterjedésében általánosan, akár pedig csak bizonyos részben, saját költségeiken leendő megkészítését vállalják magokra, a jelen Törvény által engedett kedvezéseket használhatják, és ennek oltalma alatt egyedül ezek állandanak.”¹

Mikor az első vasúttervek Magyarországon megjelentek, Erdély közjogilag és közgazdaságilag egyaránt laza kapcsolatban állt az anyaországgal. Mégis a legelső primitív tervek már gondoltak rá, sőt bizonyos vonatkozásokban jobban, mint ahogyan évtizedekkel később a valóság kialakult. A 1836: XXV. tc. (de utilibus operibus per societates vei privates struendis) Erdélyre vonatkozólag elég sovány vasút-politikai anyag ugyan, de az nyilvánvaló belőle, hogy az Erdélyhez vezető irányokat egyaránt Kolozsvár és Nagyszeben felé vélte megvalósíthatónak.

Az 1840. évi XL. törvénycikk kiegészítette az 1836:XXV. törvénycikkelyt a következővel. „Az 1836:XXV-dik törvényben az ott kijelelt vonalokra nézve a magános vállalkozók javára foglalt kedvezések egy, Bécstől Magyarországon keresztül Triestig vezetendő vasútépítési vállalatra is ezennel világosan kiterjesztetnek.”²

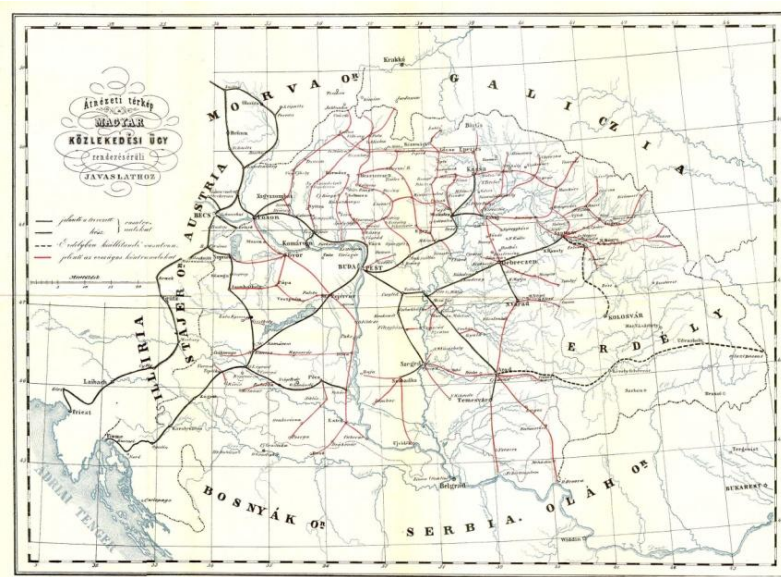
Az 1848. évi XXX. törvénycikk hatályon kívül helyezi az 1836. és az 1840. évi törvénycikkeket, és ideiglenes rendelkezést vezetett be. A határozat a következőket fogalmazta meg.

¹ 1836. évi XXV. törvénycikk az Ország köz-javát és kereskedését gyarapító magányos vállalatokról

² 1840. évi XL. törvénycikk

- „1. § Felhatalmaztatik a felelős ministerség, hogy a készülöben levő vasutak s megkezdeti vízszabályozásoknak, ha és a mennyire azok a közkereskedést előmozdítják, lehető folytatásához s befejezéséhez segédkezet nyujtson, s a közállomány befolyását ezekre nézve biztosítsa.
2. § A még meg nem kezdett vaspályavonalokon egyes társulatok által netalán tett felmérési s előmunkálati költségek kárpótlása iránt a felelős ministerség - fentartván azokra a közállomány építkezési jogát - lépjen egyezkedésre, a terjessze helybenhagyás végett a közelebbi törvényhozás elibe.
3. § A ministerium felhatalmaztatik: hogy Budapestből, mint a haza szívéből a határszélelig irányzandó 6 új vaspályavonalokat, előleges műtani megvizsgálás után, s különösen országos szempontból, figyelmezve a helyi körülményekre is, tervezzen, s ha lehetséges ezen irányokban a munkát, különösen pedig Fiume felé, tettleg is, idővesztés nélkül, megkezdesse.
4. § E czélokra felhatalmaztatik az összes ministerium, egész 10 millió forintig alapot alkotni, melly az ország által biztosittatik, s mellyből 8 millió forint erejéig vasutakra, 2 millió forintig pedig vízszabályozásra a szükséghez képest pénzüsszegek fordíttathatnak.
5. § A hatóságokban még most fennálló közmunkáknak törvényszerinti alkalmazására a ministerség ügyel fel, mellynek tisztéhez tartozand: a létező utak, hidak s más közlekedési eszközök fentartásáról is, az illető hatóságokkal egyetértve, ideiglenesen intézkedni.
6. § A vizek szabályozására eddig kijelölt pénzalapnak fölhasználására a felelős magyar ministerium ezennel továbbra is utasittatik.”

Az 1848. évi XXX. tc. tehát felhatalmazta a kormányt a Pestről kiinduló hat vasúti fővonal államköltségen történő megvalósítására. Ez megfelelt gr. Széchenyi István elgondolásának, hogy a hálózat Pestről, mint a magyar ipar és kereskedelem "gyűlpontjából" induljon ki. A szabadságharc leverése után az osztrák centralizációs törekvések a vasúti politikában is megnyilvánultak, ugyanakkor gazdasági okokból a vasutak építését is magánkézbe adták.



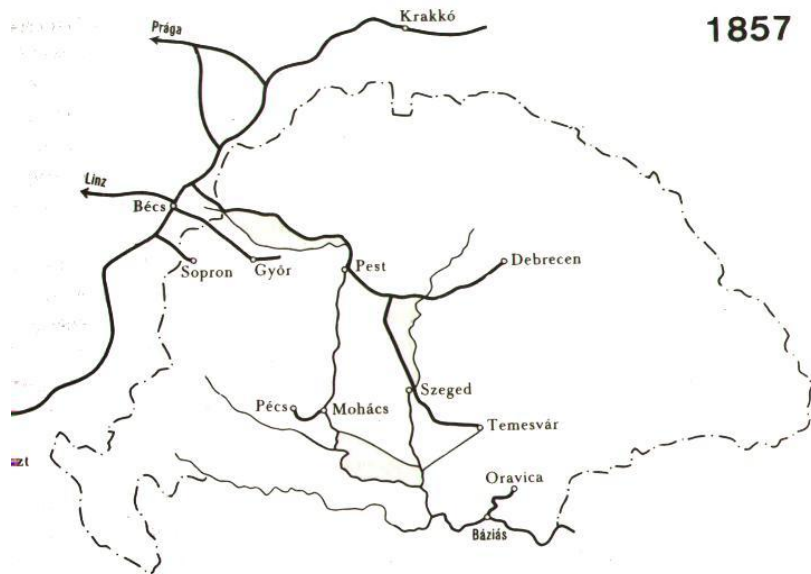
1. ábra Széchenyi István javaslata a magyar vasúthálózat kiépítésére (1848)

Az 1854. évi birodalmi vasúthálózati tervvel szemben Hollán fejtette ki a magyar álláspontot. Ebben az időben három nagy magánvasúti társaságnak volt meghatározó szerepe és - bár ez fellendülést hozott - helyi érdekek kiszolgálását és tervszerűtlenséget eredményezett.

A későbbiekben Prinz Gyula – talán egy kicsit túlzóan - így fogalmazott.

„A forgalom Budapesten összegyűjtése volt az ismert jelszó, ezenkívül azonban más elv és rendszer nincs is, más gazdasági érdekek nem is találnak kielégítésre. Az utvonalak elhelyezésében politikai és magánérdekek érvényesültek, a gazdasági és közlekedéscsopordrajzi feltételek

csak másod- vagy harmadsorban jönnek tekintetbe ... Az eredmény: félszázad után Magyarország közlekedésének tökéletlen földrajzi képe. Ősi karaván csapások élettelenek lesznek, forgalmukat illetéktelenül rabolja el az új irányvonal, melyet nem a természet, tehát az emberiség közös érdeke jelölt ki, hanem alárendeltebb érdekek, vagy a megfontolás sekélyisége.”³
 Az 1857-es vasúti térképből is jól látható, hogy Magyarország vasútvonalai inkább Bécs „szárnyvonalaiaként” jelent meg, a magyar közgazdasági érdekek gyakorlatilag nem.



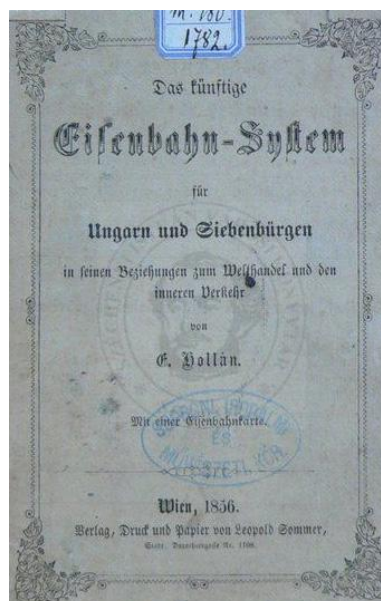
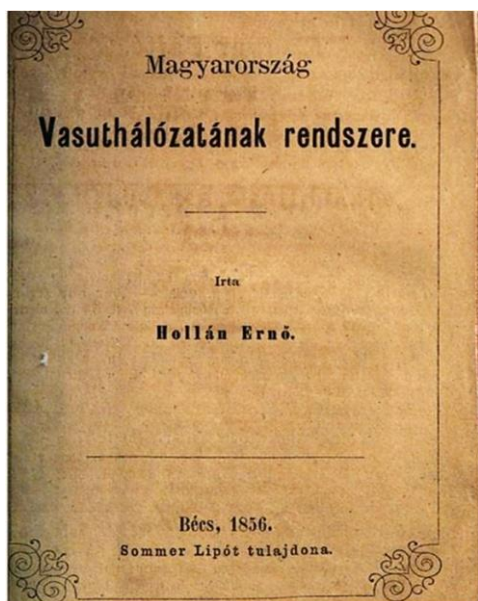
2. ábra Vasútvonalai 1857-ben

Magyarország vasúthálózatának rendszere

Hollán az ötvenes évek elejétől katonai-hadmérnöki tevékenységét befejezettnek vélte, így mérnöki tudását a polgári életnek kamatoztatta. A már említett geometriai munkássága, a földcsövezés problémái, de legnagyobb részt a vasúthálózat rendszerszerű kiépítésében való foglalatosságnak szentelte idejét. Ahogy már fentebb említve lett az ötvenes években Hollán próbálta a magyar érdekeket képviselni a birodalmi érdekekkel szemben. Hollán Széchenyivel jó barátságban volt, erről tanúskodnak Széchenyi napló bejegyzései. A „legnagyobb magyar” Hollán Ernőben látta terveinek megvalósulásának biztosítását. A következő idézet Széchenyi Hollánnak írt leveléből való. „Én Önt barátomnak nevezem, mert én valóban az vagyok, noha ily kényes ügyekben nem szoktam igen erősen szeleskedni; 's mert én vagyok az, azt hiszem, Ön is őszinte barátsággal viseltetik irántam! A szimpátiák nem szoktak egyoldalúak lenni!”⁴

³ Prinz Gyula: Magyarország földrajza, a magyar föld és életjelenségei. Bpest 1914. 103. o.

⁴ gr. Széchenyi István levele Hollán Ernőnek 1859. szeptember 8.



3. ábra Magyarország Vasúthálózatának rendszer magyarul és németül is kiadásra került

Hollán a vasúthálózat kiépítésének rendszerét társadalmi és gazdasági környezetbe helyezi. „A legrégebb időktől kezdve mostanig azt szemléljük a népek műveltség-története fejlődési folyamában, hogy legközelebb a természettől, folyók és tengerek alakjában nyújtott közlekedési eszközök jelölték a forgalom irányait, tevék virágzóvá a kereskedést, s eszközlék az anyagi jólét megalapítását; s ezáltal tágultabb eszmékör kicserélése és terjedése eszközöltetvén, annak haladásával párhuzamosan indult fejlődésnek a tudomány, művészet, polgárisulás, és általános műveltség.” Jól felismerve, hogy a társadalom életszínvonalának emelkedésében a mindenkori technikai eszközök célszerű és az embert szolgáló felhasználása szükségszerű és előremutató. Azt is jól előrelátta, hogy a vasúthálózatok kiépítése egészen új társadalmi és gazdasági viszonyokat fognak megteremteni. Ne felejtjük el, hogy ebben az időben a szárazföldi közlekedés csupán állati izomerő felhasználásával volt lehetséges, ami mind teher, mind sebesség viszonylatában nagyon csak korlátozott volt. A belsőégésű motor majd csak a XIX. század végén XX. század elején jöhet szóba, mint közlekedési eszköz.

Hollán jól látta azt is, hogy a vasutak építésével a „nagy világcsaláddal” is állandó összeköttetésbe léphetünk. Ehhez viszont tudta, hogy ez csak akkor alakulhat ki, ha a vasútvonalak fővonalai csatlakozhatnak a szomszéd államok vonalaihoz. Így fogalmaz:

„-oly vonalakat, melyek bennünket szomszéd államokkal és a távol külfölddel hoznak összeköttetésbe, és - olyakat, melyek a belforgalmat segítik elő.”

Mivel magyar törvényalkotás 1849 és 1867 között nem folyt, így a törvényi rendelkezéseket a birodalmi szabályozáshoz kellett igazítani. Ebben az időszakban az 1854. szeptember 14-i határozatával a LXXXII, 238 sz. törvénylapja⁵ gondoskodott, melyek értelmében a „vasutépítés iránt mindenkor külön engedélyért szükség folyamodni”. A birodalmi törvénylap szabályozta a szándékolt vaspálya építésének kezdeti és befejezési időpontjának megjelölését. Hollán a következőkben a magyar szempontokat tartja fontosnak megemlíteni. „Legyen szabad tehát nekünk egy összefüggő közlekedési rendszer terve alapvonalainak megállapításaira nézve Magyarországon, megjegyeznünk, hogy nálunk egy vasúti hálózat terve, nem annyira – miként más országokban volt az eset – a létező, de szállítási eszközök hiányában pangó kereskedés élénkítését, mintsem inkább egy itt csirázó forgalom virágzóvá és éretté fejlesztését célozza.” Hollán figyelembe veszi azokat a különbségeket, melyek hazánk és

⁵ Eisenbahnkonzessionsgesetz vom 14. September 1854, R.G.Bl.Nr. 238

más országok közlekedési állapotaira jellemzőek. Ebbe bele kell érteni, hogy nálunk inkább a mezőgazdaság ami a gazdaság fejlődését jelentheti, így a földművelők termékeinek olcsó szállítása is elsőrendű szempont a vasúthálózat tervezésénél.

Hollán nem felejtí megemlíteni, hogy a vasúti vállalatok létesítésénél a magyar földbirtokosok is aktívan ki veszik részüket. Többek között „Eszterházy és Batthányi hercegek, Apponyi György⁶ és Károly⁷, Waldstein János, Pejacsevics Péter⁸, és Kuhn grófok, Prandau báró, Eltz Károly gróf⁹, Zichy Edmund¹⁰ és Domokos¹¹ grófok, továbbá Károlyi György¹² és Festetics György¹³ grófok, Festetich Ágoston¹⁴, Erdődy Sándor gróf¹⁵, Zichy Henrik gróf¹⁶”

Hollán koncepciójában két jól elkülöníthető csoportra osztja az építendő vasútvonalakat. Az egyik az úgynevezett főközlekedési vonalak, amelyek „bennünket a szomszéd-államokkal és a távolabb külfölddel hoznak összeköttetésbe.” Ez esetben a végpontok adottak, csak az irányt kell meghatározni, de a belső vonal megvalósítását többféleképpen is kivitelezhetőnek találja.

⁶ Apponyi György, gróf (Pozsony, 1808. december 29. – Éberhárd, 1899. február 28.) 1848-ban Magyarország főkancellárja, konzervatív politikus, udvari kancellár, nagybirtokos, a Magyar Tudományos Akadémia tagja (1858). Az „ókonzervatív” arisztokratákkal együtt az 1848 előtti alkotmány helyreállítását szorgalmazta. Ebben az értelemben vett részt a kiegyezés előkészítésében, majd a főrendiház tagja lett

⁷ Apponyi Károly gróf, A. György testvérbátyja. (1805. - 1890 dec. 30.) A katonai pályára lépett és ott az 1848-iki olasz háborúban tábornokságig vitte. Azután nyugalomba vonult és jelleme és jótékonyága által közbecsület és szeretetet vívott ki.

⁸ P. Péter gróf, a rumai ágból, (1804 febr. 20. - Bécs 1887.) Cs. és kir. kamarás, belső t. tanácsos, főispán s utóbb horvát-szlavon-dalmát miniszter. Az 1848-iki horvát felkelés idején, melyet báró Jellachich bán a magyar haza és alkotmány ellen szervezett, P. ki akkor főispán volt, határozottan a magyar állameszme híve maradt, s midőn látta, hogy a magyarellenes párt uralomra emelkedik, ennek törekvéseit kárhóztatta és a horvátországi udvari kancellári állást, mellyel megkínálták, el nem fogadta, sőt a horvát országgyűlésre, a bán ismételt meghívására sem jelent meg, minek folytán főispáni hivatalától kir. leirat által megfosztatott. Ekkor jóságaira vonult. Az 1867-iki kiegyezés után 1871. kinevezték horvát bánná, mely tisztet 1876 febr. 25-ig viselte.

⁹ Eltz Károly (Aschaffenburg, 1823. január 29. -) egyik öse Anselm Kázmér 1864-ben nyert Magyarországon honfűsítást. Atyjától örökölte a Rajna vidékén nagy birtokait, szlavonországi nagybirtokos lett, mikor 1853-ban nőül vette bátyja Hugó özvegyét, Pejacsevich Ludvinát, aminek folytán a szerémszegeyi vukovári nagy uradalom birtokosa lett. Mint ilyen tagja a horvát tartománygyűlésnek is. Híve Khuen-Héderváry gróf politikájának. 1857-ben kamarás; 1886. augusztus 22-én pedig valóságos belső titkos tanácsos lett.

¹⁰ Zicsi és vázsonykői Zichy Edmund (Bécs, 1811. július 19.[1] – Bécs, 1894. január 27.) gróf, császári és királyi kamarás, belső titkos tanácsos, műgyűjtő, főrendiházi tag.

¹¹ Zichy Domokos, zichi és vásonkeői gr. (Bécs, Alsó-Au., 1808. júl. 21.–Majer, Beszterce-Naszód vármegye, 1879. okt. 30.): megyéspüspök. Görgey 1848. IX. 26. után öccsét, Ödönt árulásáért kivégeztette. A veszprémi nép ennek hallatára ~ letartóztatását követelte. Tudni vélték, hogy a független magyar kormány elfogató parancsot adott ki ellene, ezért ~ október első napjaiban Salzburgba menekült. November 26: a Honvédelmi Bizottmány a gyanúsított szökése s a veszélyben levő haza elhagyása miatt a veszprémi püspökséget megüresedettnek nyilvánította. 1849. III. 4: ~ a pápának is, a királynak is beadta lemondását, minek elfogadása után egy ideig Felsőszentivánon, majd Erdélyben telepedett le. Élete hátralévő részét betegen, de jótékonykodva töltötte. – A Kisfaludy Társaság alapító tagja volt.

¹² Nagykárolyi gróf Károlyi György Károly József János Baptist (Bécs, 1802. március 28. – Budapest, 1877. november 9.) főispán, politikus, mecénás, az MTA tagja. Széchenyi István és Wesselényi Miklós mellett a reformkor egyik legnagyobb formátumú alakja volt.

¹³ Gróf tolnai Festetics György (Bécs, 1815. április 23. – Bécs, 1883. február 12.) Vas és Zala vármegye főispánja, a király személye körüli miniszter, belső titkos tanácsos, koronaőr, királyi főudvarmester.

¹⁴ gróf Festetics Ágoston (Pest, 1805. január 29. – Budapest, 1882. január 31.) magyar nagybirtokos,

¹⁵ Erdődy Sándor, (1804. aug. 10., - 1881.) Erdődy Zsigmond és gr. Festetich Mária fia. Vasvármegye örökös főispánja, Varasd város örökös kapitánya, az 1840-44-iki országgyűlésen, mint híres ellenzéki szónok tűnt ki. A reform-párthoz tartozott s Batthyány Lajos miniszterelnök kinek benső barátja volt, őt szemelte ki az 1848-iki második, de meg nem alakult magyar miniszteriumba külügyminiszternek. Nagy barátja volt a tudományoknak, tagja volt a magyar tud. akadémia igazgató-tanácsának, másodelnöke a képzőművészeti társulatnak, mely egyesület szervezésében kiváló érdeme van. Tudományosságának híre eljutott Angliába, hol a földrajzi társaság tagjává választott. A tudomány és a közélet terén szerzett érdemei elismeréséül valóságos belső titkos tanácsossá, majd főlovászmesterré neveztetett ki.

¹⁶ Zichy Henrik (1812. november 4. – Füles, 1892. június 26.) gróf, császári és királyi kamarás, főispán, országgyűlési képviselő, valóságos belső titkos tanácsos és a főrendiház tagja.

Hollán az mellett érvel, hogy a fővonalak a lehető legrövidebb irányt vegyenek, annak ellenére is, ha egyes helyek kiesnek emiatt.

A belső összeköttetési vonalak fontosságát is részletezi. Szintén társadalmi szempontból kezdi a vizsgálatot, aztán az üzleti szempontokat tárgyalja. Inkább a teherforgalomban látja a belső vasút gazdaságosságát, mert a viszonylag kisebb népsűrűség miatt a személyszállítás önmagában nem lehet kifizetendő. Szintén megemlítendő, hogy Hollán jól látta azt, hogy a vasúthálózat csak a tehervontatással lehet rentábilisan fenntartható. Külön kiemeli, hogy ilyen esetekben kerülendő a „*díszépitkezés*”. Ennek ellenére hangsúlyozza, hogy „*igyekezni fogunk népes kereskedelmi és iparos helyeken át vezetni a vasutvonalokat, vagy ezekhez lehetőleg közeledni, hogy azokat a pálya üzletkörébe vonjuk; azokat azon előnyökben részesítettén, melyeket egy helyesen kifejlett közlekedés magával hoz.*”

Fővonalak

A koncepció három fővonalat nevesít meg, úgymint végcélul a Fekete-tengert, az Adriai-tengert és Isztambul. A kiindulási pontként „*Bécs mint a közbirodalom szíve*” szerepel, ez Hollán esetében sem volt kérdés.

A Fekete-tenger felé vezető vaspálya

A Fekete-tenger kikötőivel az összeköttetést több vonalon keresztül is vizsgálja. Az egyik lehetséges megoldás Bécs – Galac dunai kikötő, vagy Bécs – Várna vagy esetleg Bécs – Akierman (ma: Білгород-Дністрівський, Ukrajna) kikötőjével való kapcsolat. Hollán jól gondolta, hogy a Fekete-tenger kikötőivel való kapcsolat nemcsak Bécs szempontjából fontos, de Nyugat-, és Észak-Európával való tranzit kereskedelem szempontjából is számottevő fellendülést hoz. Nem beszélve, hogy ez a vasútvonal egyben Erdély bekapcsolását is eredményezi. Sőt Hollán e vasútvonalban látja az Ázsiai kereskedelem lehetőségeit is. „*A Duna, európai termények kivitelére jelöl utat, míg a vasutak e folyam mentében, a hegynek menetel nehézségeit kerülik el; - ügynökségek Trebizondban vasúti közlekedést nyitnak meg, Erzerum-, Persia- és benső Ázsia nagy területei felé, hogy a kelet-indiai termelésnek nagy kerüléssel sokszor nehezen hozzáférhető, és idővel mindinkább elapadó forrásait pótolhassa.*”

Az Adriai-tenger felé kiépítendő vasútvonal

Ebben az időben már működött a Cs. és Kir. Déli Államvasút (k. k. priv. Südliche Staatsbahn), amely Bécs – Graz – Ljubjana - Trieszt vonalon közlekedett. Hollán a növekvő forgalomra tekintettel javasol egy második „*déli vaspálya*” építést is, mely magyar területeken keresztül jutna el Trieszt kikötővárosig. Hollán itt is tovább tekint, de diplomáciai érzéket is mutat. Ezekben az években már tervbe van véve a Szuezi-csatorna építése, és ahogy említi a második adriai vasútvonal magyar területeken jusson el a tengerig.

Isztambuli vonal

Belgrád-Isztambul vonal tervezését egy angol tervező cég ezekben az években készíti el. Hollán szintén globálisan közelíti meg Isztambulhoz való vasúti kapcsolódást. Isztambul Ázsia kapuja, innen vasúti összeköttetéssel India, Kína térsége elérhetővé válik, ami már kontinenseken keresztül ívelő összeköttetést jelent. Amennyiben a Belgrád-Isztambul vonal Bécsig kiépül, onnan már Hamburgig, Párizsig vasúton lehet majd szállítani. Ahogy ezt Hollán írta, ehhez pedig szükséges „*ezen világforgalmi út létesítésére szükséges terület: a közép Dunavölgy.*” Napjaink eseményei közé tartozik a Budapest-Belgrád vasútvonal fejlesztése, mely napjainkban ugyanilyen fontos ez a déli vasútvonal.

Ennek a három fővonalnak a szükségszerűségét fogalmazta meg, de mindegyikéből kiolvasható, hogy a magyar érdekeket próbálta meg a birodalom érdekeihez is igazítani. Ne felejtjük el, hogy 1856-ban vagyunk, az úgynevezett Bach-korszak időszakában, amikor mindenekelőtt csakis a birodalmi érdekek számítottak, hiszen Magyarország nem volt független.

A dunántúli vasúthálózat

A tanulmányból megtudjuk, hogy a kormány a következő vonalakra adott már ki építési engedélyt.

- a) Bécsből, Sopron, Nagykanizsán át Eszék-felé,
- b) Szőnytól Székesfehérváron át, szintén Eszék felé, a két vonal Pécssett, vagy Pécsről délre Eszék felé egyesítve,
- c) Ezen egyesülés pontjától Eszéken át Zimonyig,
- d) Egy Budáról Nagykanizsán át Pölschachra (Poljčane, ma Szlovénia) vezető vonalra.

Az építés feltételei közt szerepelt, hogy az építést tíz év alatt kell befejezni, a vonalakat az üzletnyitástól számítva negyven év múlva az engedélyt és a vasútvonalat az állam beválthatja. Feltételek között szerepelt még, hogy a földmunkálatokat az alépítmény előkészítésére dupla vágány kialakítására kellett előkészíteni, de egy bizonyos bevétel eléréséig – ezt a tanulmányból nem ismerhetjük meg - csak egy sín pár kiépítése volt kötelező. A viteldíjakat, valamint a katonai szállítmányok kötelezettségeit a „kiváltsági okmányban” határozták meg.

A Buda – Kanizsa - Pölschach vonal esetében ebben az időben még nem döntött el, hogy Balaton északi vagy déli partján lesz-e kiépítve a vaspálya. Hollán a déli partot tartja elsődlegesnek, minthogy „...tekintettel a föld minőségére, ugyszintén a népesség és termelésre, föltétlenül a somogyparti irány érdemli az elsőséget”. Végül a vonal a déli oldalon épült ki.

A dunántúli vonalak közt még említést tesz Nagykanizsa és Zágráb között létesítendő vasútvonalról, mely megépítése esetén Zágráb közvetlen összeköttetésbe kerül Béccsel (Sopronon és Szombathelyen keresztül), valamint Budával (Székesfehérváron keresztül).

A Dunától balra lévő terület vasúthálózata

Elsőnek az úgynevezett galíciai vasútvonalat említi, mely dél felé a Fekete-tenger kikötőihez kapcsolódna, észak felé pedig Krakkó, Wroclaw lengyel városokon keresztül egész Hamburgig vezetne. Ezt a vonalat elsősorban gazdasági szempontból, pontosabban gabonaszállítási lehetőségként említi. Hollán említést tesz egy másik észak-nyugat dél-kelet irányú, mely a már Temesvárig megépült vaspályát meghosszabbítva Oravicig (Oravica, ma Románia) egészen az Al-Dunáig vezetne. Részletesen elemzi az erdélyi pálya kiépítésének lehetőségeit. Szintén nagy hangsúlyt helyez Erdély terményeinek és ásványkincseinek a világpiacra való szállításáról. Két lehetséges nyomvonalat említ, úgymint a Maros völgyét és a Szamos völgyét. Ezek közül is a Maros völgyét nevezi alkalmasabbnak. „Az út rövidegét és kényelmét tekintve a Marosvölgye e célra a Szamosvölgyénél alkalmasabb, minélfogva legcélszerűbbnek látszanék a magyar központi vasutat Temesvártól Lippán át a Maros jobb partján Károly-fehérvárig és onnét Szebenben és Brassón keresztül Galaczig vezetni, hogy innét a közlekedés Béccsel mint legrövidebb uton eszközöltessék.” Végül azt is elismeri, hogy a vasútvonal nyomvonala „magas katonai jelentéssel” is bír.

Fontosnak tarja az Ipoly és Sajóvölgy vasútvonalainak kiépítését is. A kiépítés szükségességét az Északi-Kárpátok bányakincseinek szállítása miatt tartja elengedhetetlennek.

A következőkben a Tiszavidéki Vasúttársaság lehetséges és fontosnak ítélt vasúti összeköttetéseit vizsgálja. Ide sorolja a Pest Kassa vonalat Miskolcon keresztül, mely a fentebb említett galíciai vonalhoz csatlakozhat és tovább Lengyelország felé. A társaság által kiépítendő második vonalként a Debrecen Miskolc kapcsolatot említi Nyíregyháza érintésével. A Szolnok Debrecen vasútvonalat már elkészültnek tekinti (1857. novemberben adták át), melyhez csatlakozhat a Debrecen Nagyvárad vonal. Harmadikként a Pest Arad vonalat tűzi ki célul, Békéscsabán keresztül. A vasútvonalon a közlekedés 1858. október 25-én indult meg. Ekkor már Bécs és Arad között közvetlen vasúti összeköttetés állt rendelkezésre. Megépítendő vonalak közé sorolja továbbá a Nyíregyháza - Vásárosnamény közötti kapcsolat megvalósítását is.

Vizsgálat alá veszi a különböző vasútépítési társaságok kölcsönhatását, azaz, hogy az egyik társaság vonalai pozitív hatásként jelenjen meg a másik társaság által épített vasútvonal for-

galmában. Hollán többször utal arra, hogy a gazdasági, kereskedelmi viszonyok fellendítése az egyik legfontosabb célja legyen a vasútépítésnek.

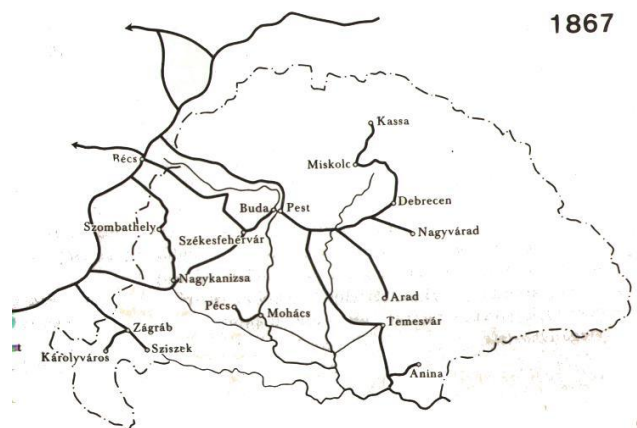
A tanulmány ötödik fejezete a vasútrendszer nemzetgazdasági jelentőségével foglalkozik. Elsődlegesnek tekinti a mezőgazdasági termények, mint belföldi, mint külföldi szállításának megteremtését, a tengeri kikötőkhöz való kiépítés pedig a „gyarmatárú” szállítás szükségességét is elősegíti. A tanulmányból kiderül, hogy Hollán tisztában volt az ország természeti kincseinek és egyéb javainak területi eloszlásával, az ipari alapanyagok (gyors) szállításának fontosságával. Ezenkívül, előnyösnek találja a műveltség terjesztésében is, ahogy ezt a következőkben megfogalmazta. „...egy ekint alakult rendszer alkalmazása az országos műveltség egyenlő emelkedése, és a közbeeső forgalom egyenmő gyarapodására;...”

Egy hadmérnök természetesen a vasútvonalak kiépítését stratégiai szempontból is vizsgálja. Az ország védelmi rendszerébe való beintegrálását is említi a vasútvonalak kiépítésénél. Így például a Kárpátok fővédelmi vonalával megegyező közlekedési utak (vasútvonalak) kiépítését tartja szükségesnek. A lényeg, hogy az ország határvonalaihoz közel párhuzamosan is épüljenek ki vasútvonalak. Tehát nemcsak (Pestről kiinduló) sugaras kiépítésű vonalak, hanem egy „körvasút” kiépítésének lehetőségét is felvázolja. Továbbá fontosnak tartotta a vonalak nyomvonalát úgy vezetni, ahol már meglévő „...megfelelő megerősített pontok és fegyverhelyek esnek.”

Összegzés

Hollán dolgozata egységes rendszerbe helyezi Magyarország földrajzi adottságaiból adódó vasúti közlekedési lehetőségeket. Felismerte, hogy a honi vasút kiépítése, nemcsak a hazai gazdasági viszonyok fellendítését teremti meg, de a tranzit szállítások, mint észak-dél és kelet-nyugat tekintetében fontos bevételeket jelenthet az ország számára. A dolgozatban – szinte - minden hazai javasolt fővonal megépítésénél leírja, hogyan csatlakozhat a szomszédos országok vonalaihoz, illetve azon keresztül távolabbi országok városaihoz. A tengeri kikötők esetében pedig már számol a tervben lévő Szezei csatornával, illetve az ázsiai kereskedelmi lehetőségekkel.

Hollán nemcsak a műszaki területen, hanem a politikai életben is aktívan tevékenykedett. Tagja volt a kiegyezést előkészítő 15 tagú bizottságnak, különösen a közlekedésügyi és hadügyi tárgyalásokban volt jelentős szerepe. A közmunka- és közlekedésügyi minisztérium államtitkáráként 1867. április 6-tól 1870. június 7-ig maradandó értékeket alkotott az ország vasúti hálózatának, igazgatási és műszaki szervezetének kiépítésében és fejlesztésében.



4. ábra Vasútvonalaink 1867-ben

A kiegyezést követően felgyorsultak az építkezések. Az 1867–1944 között megjelenő Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye megszakítások nélkül kisebb-nagyobb tanulmányokat közölt a vasútépítésekről. A Közlöny oldalain a korabeli mérnöki szaktekintélyek írásai kaptak helyet, tanulmányaikban a vasútépítés mérnöki megoldásait tárták részletesen az olvasóközönség elé. Több tanulmány mutatta be egy-egy vasútvonal építési folyamatát és annak kihatását a gazdasági és társadalmi életre.

Amikor Hollán vasutjaink előkészítésével hazánk gazdasági fejlődésének erőteljes fejlesztésére törekedett, nem került el a figyelmét, hogy majdan nagy arányokban meginduló műszaki munka nem nélkülözheti a magyar mérnökségnek a közreműködését. 1866-ban tartott beszédében erre nézve a következőket mondta: *“Ha idegenek végzik e munkát a hazai ipar is idegen lesz és ennek elhatalmasodása oly függésbe ejthet bennünket, amely veszedelmesebbé válhat nemzeti önállóságunkra, mint voltak Bach és Schmerling beolvasztási kísérletei.”*

PROBLÉMA ALAPÚ KÉMIATANULÁS AZ ÖVEGES PROGRAM KERETÉBEN

Füzesi István

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet,
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
E-mail: fistvan@ttk.nyme.hu*

A 2012-es-PISA felmérés eredményei szerint valamennyi vizsgált területen romlott a magyar diákok teljesítménye. A tanulók eredményei matematikából, szövegértésből és természettudományokból nem érik el az OECD-országok átlagát. A felmérés alapján külön probléma a magyar iskolások esetén, hogy problémamegoldó képességük is jelentősen elmarad az OECD-országok eredményeitől.

A teljesítmény romlása összefügg azzal, hogy a magyar természettudományos oktatás mind módszertani, mind oktatástechnológiai kérdésekben elmaradt a fejlett országok gyakorlatától. Gyakorlatilag hiányoznak a természettudományos oktatásból a tanulóközpontú oktatási technikák, a korszerű kísérletes eszközök, a korszerű oktatás és időszervezés.

A természettudományos közoktatás fejlesztése érdekében került meghirdetésre a „A természettudományos oktatás módszertanának és eszközrendszerének megújítása a közoktatásban (Öveges Program)” című pályázat. A pályázat egyik nyertese, a Nyugat-magyarországi Egyetem Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, európai uniós támogatás segítségével jelentős fejlesztéseket hajtott végre a természettudományos oktatás terén a 2014/2015-ös tanévben. Az iskola épülete egy új természettudományos laboratóriummal bővült, melyet a 21. század legmodernebb technikai eszközeivel szereltek fel. Az épület mellett az oktatás módszertana is megváltozott. A tanulóközpontú oktatási technikákkal a diákok az ismeretszerzési folyamat aktív, tevékeny részesévé válhatnak. A korszerű oktatási módszerek alkalmazását IKT eszközök is segítik.

Az előadás keretében bemutatásra kerülnek az aktív tanulás azon módszerei, melyeket az Öveges Program keretében a természettudományok és ezen belül különösen a kémia oktatása területén alkalmazhatók.

ADATOK A BORZAS LEN *Linum hirsutum* L. NOMINÁLIS ÉS KOPASZ ALFAJA A *L. h. subsp. hirsutum* L. ÉS *L. h. subsp. glabrescens* (Rochel) Soó ELŐFORDULÁSÁHOZ A SZLOVÁKIAI CSERES HEGYSÉGBEN (CEROVÁ VRCHOVINA)

Balázs Pál¹

¹*Balázs Pál, Selye János Egyetem, Tanárképző Kar, Biológia Tanszék, Hradná 21, 945 01 Komárno, Szlovák Köztársaság; balazsp@selyeuni.sk*

Összefoglaló

A *Linum hirsutum* L. alfajainak, a *L. h. subsp. hirsutum* L. és a *L. h. subsp. glabrescens* (Rochel) Soó, a szlovákiai Cerová vrchovina hegységben minden aktuális előfordulása közös. Homokkő mállásából keletkezett talajokhoz kötődik. A gyepekből, azok záródásával kiszorulnak. Mindkét alfaj Szlovákiában védett. Szlovákiai megmaradásukban a vizsgált terület jelentős szerepet tölt be.

Kulcsszavak: borzas len *Linum hirsutum* L., elterjedés, Cseres hegység (Cerová vrchovina, Szlovákia)

Abstract

Two subspecies of *Linum hirsutum* L. (*L. h. subsp. hirsutum* L. and *L. h. subsp. glabrescens* (Rochel) Soó) currently occur together in highland Cerova vrchovina, Slovakia. The occurrence of *Linum hirsutum* L. is associated with soils, which was formed from sandstone with erosion. Their population definitely declining with concluding of the grassland communities and this species disappear. Studied area has a significant role in their survival in Slovakia. Both subspecies are protected here.

Key words: *Linum hirsutum* L., occurrence, Cerová vrchovina Mts., Slovakia

Bevezetés

A szlovákiai Cseres hegység (Cerová vrchovina) a magyar flóratartomány *Pannonicum*, mátrai flóraidékének *Matricum* része. A vizsgált terület, szlovákiai viszonylatban elsősorban a szárazságtűrő-melegkedvelő, xerotherm flóra megóvásában nagy jelentőségű. Északi elterjedési határát éri el itt néhány pontusi, pannóniai, és szubmediterrán flóraelem.

A borzas len a szlovák flórában a pontusi és pannóniai flóraelemet képviseli. A vizsgált területen két formája fordul elő, melyeket leggyakrabban alfaj szinten különböztetnek meg. Ezek a nagyobb elterjedésű nominális alfaj a *Linum hirsutum* subsp. *hirsutum*, valamint a pannon endemizmusnak tekintett kopasz alfaj a *Linum hirsutum* subsp. *glabrescens*. A Szlovákiában érvényes természetvédelmi besorolás a nominális alfajt a VU-sebezhető, míg a kopasz alfajt Cr-kritikusan veszélyeztetett kategóriában tartja nyilván.

Cél és módszer

Munkánk célja, terepmunka keretében, az ismert előfordulások értékelése és esetleges új előfordulások feljegyzése volt. Megfigyeléseket folytattunk variabilitásuk és ökológiájuk tekintetében is. A taxonok határozása Simon (2000) szerinti.

Elterjedésük, különös tekintettel Szlovákiára

A nominális alfaj pontusi flóraelemnek tekinthető, mely elterjedésének északi határát a Szlovák köztársaság területén éri el. Előfordulása ismert a Középső-Vágmentéről (stredné

Považie) és Homonna (Humenné) környékéről is (Futák 1982), ami azt jelenti, hogy elterjedése észak felé jelentősen behatol a növényföldrajzi *Carpaticum*ba is.

A kopasz alfajt általában pannóniai endemizmusnak tekintik *Linum hirsutum* L. subsp. *glabrescens* (Rochel) Soó név alatt. Elterjedésének központja a Duna és Tisza köze, amit, elterjedésével több irányba, de a *Pannon* flóratartomány határát meg nem haladva, átlép. Északi elterjedésének ilyen területe a vizsgált terület is, Az első Csehszlovák köztársaság területén a taxont elsőként Domin (1933) közölte Sőreg (Šurice) környékéről.

Az ismert lelőhelyek számát, a vizsgált területen, a későbbi florisztikai, és természetvédelmi kutatások, mindkét alfaj tekintetében jelentősen kibővítették. Elterjedésük megismeréséhez jelentősen hozzájárultak pl. Holub, Moravec (1965), Hendrych (1968), Vágenknecht (1991), Balázs (1996), Vágenknecht, Balázs, Čerovský (1999), Balázs (2002).

A kopasz alfaj egyetlen olyan, ma is aktuális szlovákiai előfordulása, ami a vizsgált területen kívül, de a *Pannonicum* határain belül található, Kassa (Košice) melleti Nižná Hutka község határában van.

Előfordulásuk a vizsgált területen

A taxonok nagyobb egyedszámú aktuális előfordulásai: Jéne-Susa (Janice-Susa), Harmac-Farkasvölgy (Vlčia dolina), Harmac-Ugora-Szőlők, (Vinohrady-Ugora), Harmac-Butyka, nyugati lejtők, (Butyka-západné svahy), Darnya-Biríny alatti keleti lejtők (Pod Biríňom-východné svahy), Darnya-a falutól keletre és a 301-es kótától északra (Drňa-východne od obce a severne od kóty 301), Darnya-Meggyes (Vyšňový), Darnya-Nagykoma (Pri Brezovom vrchu-Nagykoma), Gömöralmágy mellett (Pri Gemerskom Jablonci), Korlát (Konrádovce), Sőreg (Šurice), Rátka-Sikó (Šikov-Dolná Galamba). A Darnya-Őzbérc (Drňa-Srnie) előfordulás a gyepek záródása következtében fragmentálódott. Több, irodalomban feltüntetett előfordulás sorsát az akác ellenőrizhetetlen terjedése pecsételte meg.

Megjegyzések a taxonok variabilitásához és ökológiájához

A Cseres hegység (Cerová vrchovina) területén, minden általunk megvizsgált előfordulás esetén a két, alfaj szintjén elkülönített, borzas len taxon együtt fordul elő, hol az egyik, hol a másik alfaj túlsúlyával.

Előfordulásuk elsősorban a harmadkori könnyen málló homokkövek, savanyú kemizmusú talajaihoz kötődik.

Domboldalak, hegyhátak, napnak kitett, nem teljesen záródott gyepeiben, hagyományosan, kézzel kapált szőlőkben, mély vágású mezei utak napnak kitett oldalain fordulhatnak elő.

A xeroterm gyepekben a *Botriochloa ischaemum*, *Festuca rupicola*, *F. pseudovina*, *Phleum phleoides*, *Bromus* sp. div., *Briza media*, *Astragalus onobrychis*, *Lotus corniculatus*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Dactylis glomerata*, *Plantago lanceolata*, *Linum tenuifolium*, *Trifolium* sp. div., *Hypericum perforatum*, *Thymus serpyllum*, *Teucrium chamaedrys*, *Achillea millefolium*, *Tragopogon dubius*, *T. pratensis*, *Galium verum*, *Eryngium campestre*, *Centaurea rhenana*, *Picris hieracioides*, *Nonea pulla*, *Carlina vulgaris*, stb., fajokkal jellemezhető együttesekben fordulnak elő.

A szőlőkben és mezei utak vágásainak oldalában előfordulásuk általában a *Melilotus officinalis*, *M. albus*, *Plantago lanceolata*, *Agrimonia eupatoria*, *Stachys recta*, *Silene vulgaris*, *Sanguisorba minor*, *Scabiosa ochroleuca*, *Knautia arvensis*, *Medicago sativa*, *Centaurea rhenana*, *Equisetum arvense*, *Achillea millefolium*, *Falcaria vulgaris*, *Eryngium campestre*, stb., fajokkal jellemezhető.

A taxonok előfordulási helyein különböző, hatásokra, mint pl. a víz eróziós tevékenysége, vagy a kapálás az úthasználat, stb., mikroeróziós folyamatok zajlanak. A gyepek záródásával a borzas len mindkét alfaja a növényközösségekből kiszorul.

Nagy variabilitást mutatnak a levelek és a szárok bozotosságában, a teljesen kopasztól a sűrűn pelyhes-bozontosig. A jellegzetes kék, általában égszín-, vagy világoskék szíromlevél szín mellett ritkán fehérén virágzó egyedek is előfordulnak.

Befejezés

Aktuálisan, a borzas len mindkét alfajának elterjedése a vizsgált terület keleti részére koncentráldik. A hegység nyugati részeinek populációinak jelentős része, valószínűleg a gazdálkodás módja megváltozásának és az akác terjedésének következtében tűnt el. A vizsgált területen megmaradt populációk, megfelelő természetvédelmi beavatkozásokkal biztosíthatják a taxon hosszútávú helyi túlélését.

Irodalom:

Balázs P., 1996: K súčasnému rozšíreniu ľanu chlpatého hladkastého-*Linum hirsutum* L. subsp. *glabrescens* (Rochel) Soó na území Slovenskej republiky. Ms.(Depon in: Správa CHKO Cerová vrchovina, Rimavská Sobota, 2 pp.

Balázs P., 2002: Poznámky k ekológii, rozšíreniu a variabilite ľanu chlpatého hladkastého na území Cerovej vrchoviny. Biologické dni 2002, Zborník referátov, FPV UKF v Nitre, Nitra, 289-290.

Domin K., 1933: Nový druh ľnu (*Linum pannonicum* Kerner) pro Československo. Věda Přír. Praha, 17: 70-71.

Futák J., 1982: *Linum* L.-Ľan. in: Futák et Bertová (eds.) Flóra Slovenska. Vol. 3 Vydavateľstvo SAV, Bratislava, 512-533.

Hendrych R., 1968: Ad floram regionis Filakoviensis in Slovacia addenda critica. Acta Univ. Carol.-Biol., Praha, 109-183.

Holub J., Moravec J., 1965: Floristische Materiale aus dem Hügellande Filakovská hornatina (Südslowakei), Biol. Pr., Bratislava, 1/6 5-91.

Simon T., 2000: A magyar edényes flóra határozója. Harasztok-virágos növények. Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest, 846 pp.

Vágenknecht V., 1991: Osobitný režim ochrany ľanu chlpatého hladkastého-*Linum hirsutum* subsp. *glabrescens* (Rochel) Soó. Ms. Depon in ŠOP Bratislava, 13 pp.

Vágenknecht V., Balázs P., Čerovský J., 1999: *Linum hirsutum* subsp. *glabrescens* (Rochel) Soó-ľan chlpatý hladkastý. in: Čerovský J., Feráková V., Holub J., Maglocký Š., Procházka F., Červená kniha ohrozených a vzácných druhov rastlín a živočíchov SR a ČR Vol. 5. Vyššie rastliny, Príroda, Bratislava, 227.

A FOTOSZINTEZIS MINT SZÁRAZSÁGSTRESSZ INDIKÁTOR

Schmidthoffer Ildikó, Márton Éva, Hajós Regina, Kovács Bálint, Skribanek Anna

*Nyugat-magyarországi Egyetem, TTMK, Biológia Intézet, Növénytan Intézeti Tanszék,
9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4.*

E-mail: schmidthoffer.ildiko@ttk.nyme.hu

A gabonanövényeket érintő időszakos vagy tartós vízhiány, valamint a népesség növekedésével fokozódik az igény a szárazságtűrő növények iránt, melyek vízhiányos környezetben is biztos terméshozamot produkálnak, ezzel is megkönnyítve az élelmiszer-előállítás.

A vízvesztés következtében a növények életműködéseik fenntartása érdekében jellemző fiziológiai változásokat szenvednek: lassul a megnyúlásos növekedésük, stresszhormonok termelődnek, csökken a gázcsere, a sztómák záródnak, ozmotikus koncentrációt növelő vegyületek szintetizálódnak, fokozódik a légzésintenzitás és egyúttal csökken a fotoszintézis sebessége, a növény hervad, súlyos esetben elpusztul. Mivel a fotoszintézist érintő, stressz hatására bekövetkező változások a klorofill fluoreszcenciában mutatkoznak meg elsőként (Sayed, 2003), ezért célkitűzésünk annak megállapítása, hogy ezek a paraméterek valóban alkalmasak a szárazságtűrő képesség megállapítására, és a különböző árpafajták szárazságtűrésének jellemzésére.

Víz kultúrában nevelt 10 napos kontroll és szárazságstresszelt (16 órán keresztül szárított) 22 köztermesztésben lévő tavaszi árpafajtát vizsgáltunk. A fotoszintézisben bekövetkező változásokat klorofill fluoreszcencia imaging-PAM (Heinz Walz GmbH, Germany), valamint LICOR6400 (LI-COR, USA) készülékkel mértük 3 ismétlésben párhuzamosan 3-3 növényen. A klorofill fluoreszcencia imaging-PAM készülék segítségével meghatároztuk a fotoszintetikus aktivitást (Fv/Fm), a nem fotokémiai kioltást (NPQ), a fluoreszcencia hozamot (Y). A LICOR6400 készülékkel sztómakonduktanciát (Cond), a levelek transpirációját (Tmmol), intercelluláris CO₂ koncentrációt (Ci), és mértük az egységnyi levélfelület fotoszintetikus aktivitását a CO₂ egyensúly meghatározásával.

A vizsgált paraméterek szárazságstresszre bekövetkező változását korreláltattuk egymással és a fajták szántóföldi szárazságtűrésével. A kapott eredmények alapján meghatároztuk a szárazságtűrés jellemzésére legalkalmasabb paramétereket, melyek alkalmasak lehetnek a nemesítési munka támogatására, a vonalak korai szelekciójára a szárazságtűrésre történő nemesítésben.

A konferencián való részvételt a Talentum műhely - A tudományért és tehetségért a Nyugat-magyarországi Egyetemen TÁMOP 4.2.2.B-15/1/Konv.-2015-0005 program támogatja.

A FENYŐTELEPÍTÉSEK HATÁSA A SOPRONI HEGYVIDÉK NAGYGOMBA VILÁGÁRA

Folcz Ádám¹, Börcsök Zoltán², Frank Norbert³, Molnár Dénes⁴

¹Tanulmányi Erdőgazdaság Zrt., Sopron, Honvéd u.1., folczadam@gmail.com,

²Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, Innovációs Központ, Sopron, Ady E. u. 5., zoltan.borcsok@skk.nyme.hu

³Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Erdőművelés Tanszék, Sopron, Ady E. u. 5., frank@emk.nyme.hu

⁴Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Erdőművelés Tanszék, Sopron, Ady E. u. 5., hellovarius@gmail.com

Jelen tanulmány a fenyőtelepítések nagygyombákra gyakorolt hatását vizsgálja a Soproni-hegység területén. A hegyvidék elhelyezkedése igen kedvező növényföldrajzi viszonyokat teremt a térség gombavilágának, amit a telepített fenyőállományok tovább növelnek. A napjainkban fokozódó fenyőpusztulás ezért jelentős hatással lehet a térség gomba és élővilágára.

Kulcsszavak: Soproni-hegyvidék, fenyőprogram, nagygyombák, fajgazdagság

Bevezetés

Magyarországon az elmúlt századokban jelentős fenyvesítési programok valósultak meg. Az első világháború után nagymértékben lecsökkent Magyarország erdősültsége, illetve a meglévő erdők faanyagminősége sem volt kielégítő, ugyanis a lombos erdőket akkoriban jellemzően rövid vágásfordulóval, sarjzatattással újították fél. A trianoni békeszerződés során elcsatolt területek biztosították korábban az értékes (főleg fenyő) ipari faanyagot az egész országnak. A harmadára csökkent Magyarországon az első világháború után jelentősen megnőtt az igény a jó minőségű ipari faanyagra.

Ekkoriban kezdődött meg egy erdőtelepítési, fenyvesítési program az országban. Ennek is eredménye, hogy Sopron környékére is jelentős fenyőállományokat telepítettek az XIX-XX században, noha elegyesen már a XVI. században megjelentek a fenyőfélék a térségben (Csapody 1975).

Jelen tanulmány célja, hogy bemutassa, hogy a Soproni hegyvidéken végzett fenyvesítések és azok ökológiai, növényföldrajzi hatásai milyen hatással vannak a térség nagygyomba világára, illetve hogy a napjainkban folyamatban lévő fenyő pusztulás milyen hatással lehet a hegyvidék nagygyomba fajkészletére.

A Sopron környékének növényföldrajzi és faállományviszonyai

A Soproni-hegyvidék az Alpok flóratartomány (*Alpicum*) kelet-alpesi flóraidékének (*Noricum*) Sopron-Kőszegi flórajárásába (*Celticum*) tartozik (Kárpáti 1956). A Soproni-hegység három flórajárás, sőt két flóratartomány közvetlen közelében fekszik, ami rendkívül érdekes florisztikai viszonyokat eredményez. A növénytakaró a keleti Alpokéhoz hasonló, de *noricumi* fajokban szegényebb. A hegység növényfajait főleg az európai elemcsoport tagjai alkotják, kiegészülve néhány montán, alpin-kárpáti és atlanti-mediterrán elemekkel (Csapody 1955). A Soproni-hegység erdeit Csapody (1961) vizsgálati eredményei szerint alapvetően nyolc természetes erdőtársulásba sorolhatjuk:

- Középhegységi (gyertyános-) bükkös, nyugat-dunántúli szubmontán bükkös
- Mészkerülő (acidofil) bükkös
- Dunántúli gyertyános-kocsánytalan tölgyes
- Mészkerülő gyertyános-kocsánytalan tölgyes
- Mészkerülő (szelídgesztenyés) kocsánytalan tölgyes
- Nyíres-fenyér
- Hegyvidéki kőrisliget
- Hegyvidéki égerliget

A Soproni-hegység erdeinek faállománytípusai a természetes erdőtársulások jellegzetes fajösszetételétől nagymértékben eltérnek, melynek fő okát a nagyarányú fenyvesítésben kereshetjük. Az 1. táblázatban láthatjuk hogyan változtak a lombos-fenyő illetve mag és sarj eredetű erdők aránya a Soproni hegyvidék területén. A táblázatból látható hogy a '60-as években több mint az erdők felét borították fenyő és fenyőelegyes állományok. Ezek közül is kiemelkedő arányban volt a lucfenyő melynek térfoglalása 1994-ben 24% volt, amely 2004-re 12%-ra, azaz felére csökkent.

1. táblázat: A Soproni hegyvidék erdőtípusainak alakulása (AESZ 2004)

év:	1787	1895	1954	1994	2004
Szálerdő %	10	34	71	75	73
Sarjerdő %	90	66	29	25	27
Lombos %	98	82	49	54	63
Fenyő %	2	18	51	46	37

Egyes kutatók a lucfenyőt, a Soproni-hegyvidék egyes részein szálszerűen őshonosnak tartják (Gencsi és Vancsura 1992, Schmidt-Vogt 1977), azonban vannak, akik ezt cáfolják (Szmorad 2011). Ugyan ez igaz a jegenye- és az erdei fenyőre (Szmorad 2011). A többi tűlevelű faj (*Larix decidua* MILL., *Pinus nigra* J. F. ARNOLD, *Pseudotsuga* sp.) Sopron környékén, egységes vélemény szerint nem őshonosak (Gayer 1928, Szmorad 2011), állományukat főként a XIX. században telepítették be (Tamás 2003, Csapody 1968). A fenyvesítések gazdasági céllal kezdődtek meg azonban ökológiai jelentőségük is kiemelkedő. Jó példa erre, hogy más mikroklímikus viszonyok uralkodnak fenyvesekben, mint pl. tölgyesekben (Reifsnnyder et al. 1971, Chen J. et al. 1999), aminek pl. közvetlen hatása van a levegő spóra tartalmára, a spórák mozgására, terjedésére (Guadarrama és Javier Álvarez-Sánchez 1999). Vagy vehetjük példának a fenyőállományok madárközösségeit, amik sokszor elmaradnak a lombos állományokétól, de mégis jelentősen színesítik egy térség madárvilágát (Winkler 2005).

A Soproni-hegyvidék nagyomba világa

A hegyvidék egy mikológiai szempontból igen fontos területe az országnak, hiszen szubalpesi elhelyezkedésének következtében igen változatos és gazdag nagyombavilága van (Bohus et al 1951, Kutszegi és Dima 2008, Folcz et al 2013). A hazai átlagot meghaladó csapadékviszonyok kedvezően hatnak a gombadiverzitásra. A növénytakaró és jellegzetességei döntő hatással vannak a funga kialakulására, és a termőtestek megjelenésére.

Sopron környékének gombáival foglalkozó első tudományos munka az 1950–1960-as évekből származik, melynek szerzője Lenky Jenő volt. Munkásságát Frank és Rimóczi (1998) revizionálta és publikálta. Ebben három év feljegyzései találhatók. A szerző 454 faj előfordulását jegyzi fel Sopron környékén. Meg kell emlékezni Csapodi (1963) írásáról, amely a Sop-

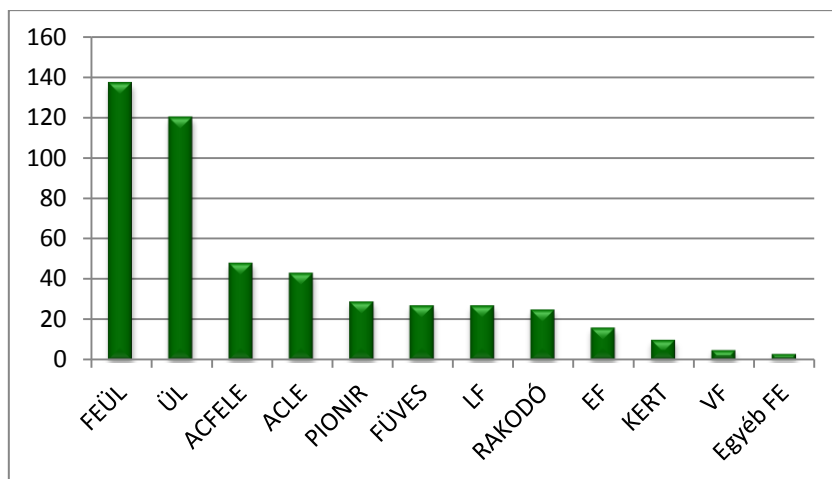
roni-hegységhez nyújt újabb információkat. Az elmúlt bő két évtizedben, több tanulmányban is található mikológiai adatokat a hegyvidék területéről. Babos (1989) átfogó munkája számos soproni gyűjtést tartalmazott, míg Frank (1999) a rozsdavörös fenyőtínóru (*Suillus tridentinus* (BRES.) SINGER) előfordulását publikálta. Kutszegi és Dima (2008) dolgozata szerint a Soproni-hegység a második legfajgazdagabb terület az országban az európai veszélyeztetettségű gerebenfajok (*Bankeraceae*) tekintetében. Az utóbbi években újra intenzívebbé vált a Sopron környéki mikológiai kutatások publikálása. Varga (2010)-ben természetvédelmi szempontból vizsgálta a Sopron környéki erdők nagygombavilágát szakdolgozatában.

Saját terepi kutatásaink első éveiben (2008–2011), mintaterületek nélkül, rendszeres terepi bejárásokkal vizsgáltuk a környék nagygomba világát. Célunk a gombák előfordulásának feljegyzése mellett az volt, hogy a későbbi mintaterület vizsgálatokhoz alkalmas területeket találjunk. A terepi bejárás során antropogén hatásoktól kevésbé érintett területeket is vizsgáltunk. A 2011-es évben az előző évek tapasztalatai alapján két gombacönológiai szempontból nagyméretű (kb. 2–3 ha) mintaterületet jelöltünk ki, ahol rendszeres felvételezéseket végeztünk. A következő év (2012) tavaszán összesen 14 mintaterületet jelöltünk ki, melyek nagyságát 900 m²-ben (30 × 30 m) állapítottuk meg a szakirodalomban fellelhető eddigi eredmények alapján (pl. Pál-Fám 2001., Siller et al. 2012). A mintaterületek mellett folytattuk a véletlenszerű terepi bejárásokat. Ezek során a 2013-as évben tudatosan felkerestünk számos olyan élőhelyet, melyek kedvezhetnek a ritka és/vagy védett fajok megjelenésének. A terepbejárásokat az időjárási viszonyok függvényében végeztük. A felmérések során begyűjtöttük és meghatároztuk a gombafajokat. A megtalált fajokról 2011–2013 évben fungáriumot és/vagy fényképes dokumentációt készítettünk, míg a korábbi években megtalált fajokról fotódokumentáció (és egyes esetekben fungárium is) készült. A dokumentációk és preparátumok a szerzők magángyűjteményeiben, illetve a Természettudományi Múzeum Növénytárában találhatóak. A felvételezések során feljegyzésre kerültek a megtalált fajok élőhelyei, a későbbi statisztikai és ökológiai vizsgálatok céljából. A saját terepi adatgyűjtések mellett a 2013 évben folyamatosan figyeltük a Soproni közpiacra ellenőrzésre beérkező gombákat, hogy az estelegetesen tévedésből begyűjtött védett fajokról még több információt szerezzünk.

Kutatásaink kapcsán született egy tanulmány, mely a Soproni-hegyvidék faállományainak mikológiai vizsgálatával foglalkozik (Folcz et al 2013). A Soproni-szálló tömb részletes vizsgálata során mikológiai felvételezések is történtek, melyek szintén újabb adatokat nyújtanak a hegyvidék nagygombavilágához (Molnar et al 2014). Eddigi eredményeink alapján fajlistát készítettünk és a fajokat csoportosítottuk jellemző faállományaik szerint. Ezáltal kiszűrésre kerültek azok a gombák melyek csak túlevelű fafajok állományaiban fordulnak elő.

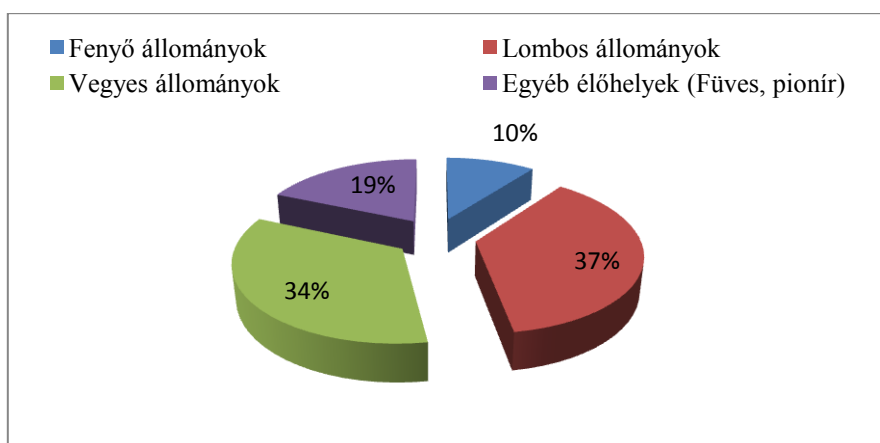
A fenyőtelepítések hatása a Soproni-hegyvidék nagygomba világára

A Soproni-hegyvidék főbb faállományainak gombavilágát az 1. ábra mutatja. Az ábra némileg eltér a Folcz et al. 2013-as tanulmányaiban leírtaktól, ennek oka, hogy azt a fajok megtalálási helyei alapján állítottuk össze, az alábbi pedig a fajok ökológiai igényei és a terepi tapasztalataink alapján. A 2. ábra élőhely szerinti csoportosításban mutatja be a gombákat. Az ábrák kapcsán érdemes megjegyezni, hogy a Soproni-hegyvidék savanyú mállású alapkőzetek alkotják (gneisz, fillit, csillámpala stb.), így az üde lombdők, füves élőhelyek is savanyú kémhatásúak.



1. ábra: A Soproni-hegyvidék faállományaihoz kötődő gombafajok száma (Folcz et al 2013. munkája alapján)

A hegyvidéken megtalált fajok összesen 35%-a kimondottan kötődik a fenyőfajokhoz és 10% kizárólag fenyő állományokban jelennek meg. Ilyen fajok pl. a Számos ritka a Pinus mikorrhizás *Sarcodon squamosus* (SCHAEFF.) P. KARST, ez a faj ezen kívül csak a Vendvidékről ismert. Szintén a savanyú talajú kéttűs fenyőállományok ritka, védett faja a *Gomphidius roseus* (FR.) P. KARST. Erősen savanyú talajú lomberdők, illetve fenyőelegyes lomberdők további veszélyeztetett a *Phellodon confluens* (PERS.) POUZAR , a *Phellodon niger* (FR.) P. KARST. és a *Sarcodon joeides* (PASS.) BATAILLE . Országos ritkaság a jegenyefenyő mikorrhizás *Lactarius salmonicolor* HEIM & LECL , a csak vörösfenyővel élő *Gomphidius maculatus* (SCOP.) FR. és *Hygrophorus lucorum* KALCHBR., a lucfenyő alatt előforduló *Hygrophorus pustullatus* (PERS.) FR., vagy *Cortinarius cinnamomeus* (L.) FR., amely szintén a Nyugat-Dunántúl jellemző pókhálósgombája. A példaként felsorolt ritka, vagy a térség jellegzetes fenyőhöz kötődő nagygombái mellett még számos faj kötődik a fenyőfélékhez.



2. ábra: A nagygomba taxonok élőhely megoszlása a Soproni-hegyvidéken

A különböző termőhelyen és zónában lévő fenyőállományok nagygomba fajösszetétele eltérő (Folcz 2013). Ez egyszerűen azzal magyarázható, hogy az egyes fajoknak azon kívül, hogy kötődnek a fenyőfélékhez, eltérő ökológiai igényeik vannak. Amennyiben a jövőben

eltűnnének a térségből a telepített fenyőállományok, akkor a gomba fajkészlet és diverzitás is ennek megfelelően jelentősen lecsökkenne.

Konklúzió

A hegyvidék alpesi klímahatása miatt betelepített fenyőállományok a gombák sokféleségét jelentősen megnövelik (Folcz et al 2013). Sajnos napjainkban ezek a fenyőállományok pusztulóban vannak. Az elegyetlen fenyőállományok fenntarthatósága meglehetősen nehézkes erdőgazdálkodási feladat. A fenyővel való elegyítés, különösen a mikrotermőhelyi tényezőket (hűvös völgyek, többletvíz stb.) kihasználó csoportos elegyítés megoldást nyújthat a hozzájuk kötődő fajok megóvására. Az üde lomberdők pl. bükkösök gombavilágának fejlettségében kiemelt szerepe van a savanyú talajfoltok és a fenyők megjelenésének (Tyler 1985). Korábbi tanulmányok bizonyítják, hogy az ültetvényszerűen létrehozott erdők és a természeteszerű erdők nagygomba fajkészlete között nincs szignifikáns különbség (Humphrey. et al. 2000). Természetesen vannak olyan tanulmányok is, melyek a fenyőtelepítések kedvezőtlen hatásairól számolnak be (Földes 1955), Szücs és Bidló (2013) eredményeik alapján megállapították, hogy a bükkösök helyén lévő kultúr lucfenyvesek mohaflórája kedvezőtlenebbül alakul a bükkösökhöz képest. A feketefenyő telepítés is kedvezőtlen hatással van pl. az aljönényzet fajösszetételére (Cseresnyés 2013). Természetesen az oktan fenyőtelepítésnek nincs értelme és jótékony hatása, de ezek sem gazdaságilag sem ökológiailag nem is indokoltak a térségben.

A táji ökoszisztéma fenntartásában nélkülözhetetlen szerepe van a növényi biodiverzitásnak és fajösszetételének (G. A. Van der Heijden et al 1998), amikor tehát a gombavédelemre koncentrálnak akkor fontos, hogy táj szintű léptékben foglalkozzunk élőhely védelemmel, hiszen pl. a fán élő gombák megőrzéséhez táji szintű védelmi intézkedésekre lehet szükség (Loudsale et al. 2008). Amennyiben a térség arra alkalmas területein, termőhelyein továbbra is fennmarad a tájba illő fenyőgazdálkodás, az kedvezően hatna a térség nagygomba világának és más élőlényközösségek megőrzési perspektíváira.

Felhasznált irodalom

- ÁESZ (2004): Erdőterv (Soproni Tanulmányi Erdőgazdaság Rt.). Szombathelyi Erdőtervezési Iroda.
- Babos M. (1989): Magyarország kalaposgombáinak (Agaricales s. l.) jegyzéke – *Mikológiai Közlemények*, 1–2 pp.: 3–234.
- Bohus G.; Kalmár Z. és Ubrizsy G. (1951): Magyarország kalaposgombáinak meghatározó kézikönyve. Akadémiai kiadó, Budapest, 512 pp
- Csapody I (1968): Sopron város (és volt úrbéres községei) egykori erdeinek története – *Erdészettörténeti Közlemények* (3-4)-pp.:3-16
- Csapody I (1975): A századforduló erdőgazdálkodása a soproni városi erdőkben – *Erdészettörténeti Közlemények* (8-10) pp.:111-119
- Csapody I. (1963): Sopron és környékének gombaflórája. (A soproni vándorgyűlésen elhangzott előadás kivonata) – *Mikológiai Közlemények*, 1: 7–12.
- Csapody, I (1961): Vegetációtérképezés és termőhelyfeltárás a Soproni-hegységben – *Acta Biologica Supplementum*. 12 pp.: 1-16
- Csapody, I. (1955): A sopronkörnyéki flóra elemeinek analízise – *Soproni Szemle* 9(3-4) pp.: 20-42.
- Cseresnyés I. (2013): Feketefenyvesek természetvédelmi megítélésének ökológiai alapjai, SZIE-MKK, Phd disszertáció, Gödöllő
- Folcz Á., (2013): A nagygombák indikátor szerepének alkalmazása az erdőgazdálkodásban erdőtípológiában – Konferencia kötet – Doktoranduszok Országos Szövetsége, Spiring Wind nemzetközi konferencia, NyME-KTK, Sopron pp.:321-327
- Folcz Á., Börösök Z., Dima B., Frank N. (2013): A Soproni-hegység bazídiumos nagygombáinak erdészeti szempontú vizsgálata – *Erdészettudományi közlemények* 3. pp. 179-194

- Földes S. (1955): A túlzott fenyvesítésről. – *Erdészeti Lapok* (5) pp.: 204–207
- Frank N. (1999): A rozsdavörös fenyőtinóru – *Suillus tridentinus* (Bres.) Singer – előfordulása Sopron környékén. – *Mikológiai Közlemények* 35(3): 5–8.
- Frank N., Rimóczi I. (1998): Lenky Jenő soproni gombagyűjtései és megfigyelései – *Tilia*, 6: 6–83.
- Gáyer Gy. (1928): Őshonos-e a lucfenyő és a vörösfenyő magyarország nyugati részében? – *Erdészeti Lapok* (67/2):53-57
- Gencsi L. Vancsura R. (1995): Dendrológia – Mezőgazda kiadó, Budapest 728 o.
- Humphrey J.W., Newton A.C., Peace A.J., Holden E. (2000): The importance of conifer plantations in northern Britain as a habitat for native fungi – *Biological Conservation*, 96/2, pp.: 241-252
- Chen J, Saunders Sari C., Crow T. R. , Naiman R. J., Brososke K. D., Mroz G. D., Brookshire B. L., Franklin J. F. (1999): Microclimate in Forest Ecosystem and Landscape Ecology – *Bioscience* 49 (4):288
- Kárpáti, Z. (1956): Die Florengrenzen in der Umgebung von Sopron und der Florendistrikt Laitaicum – *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 2: 281-307
- Kutszegi G. és Dima B. 2008: A Bankeraceae család (Basidiomycota) irodalmi áttekintése és morfológiai jellemzése, a Magyarországi fajok elterjedési adatai és határozókulcsa. – *Mikológiai Közlemények* 47/2 pp.: 149–180
- Loudsale D., Pautasso M., Holdenrider O., (2008): Wood-decaying fungi in the forest: conservation needs and management options – *European Journal of Forest Reserch* 127/1. pp.: 1-22
- M. G. A. van der Heijden, J. N. Klironomos, M. Ursic, P. Moutoglis⁴, R. Streitwolf-Engel¹, T Boller, A. Wiemken, I. R. Sanders¹ (1998): Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity – *Nature* 396. pp.: 69-72
- Molnár D., Folcz Á., Frank N., Király G.: (2014): Összefüggések egy szálalóvágással kezelt szubmontán bükkös állományszerkezete, gyepszintje és nagygomba-fajkészlete között – *Erdészettudományi közlemények* 4/1. pp.:37-46
- P. Guadarrama, F. Javier Álvarez-Sánchez (1999): Abundance of arbuscular mycorrhizal fungi spores in different environments in a tropical rain forest, Veracruz, Mexico – *Mycorrhiza*; 8/1.5, pp.: 267-270
- Pál-Fám F. (2001): Nagygomba cönológiai módszerek. Irodalmi összefoglaló – *Botanikai Közlemények* 88 (1-2): 145-172.
- Reifsnyder GM, Furnival GM, Horowitz JL. (1971.): Spatial and temporal distribution of solar radiation beneath forest canopies – *Agricultural Meteorology* 9 pp.: 21-37.
- Schmidt-Vogt, H.,(1977): Die Fichte. Ein Handbuch in zwei Bänden. I Taxonomie, Verbreitung, Morphologie, Ökologie, Waldgesellschaften, 647 Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin
- Siller I.; Kutszegi G.; Dima B.; Takács K.; és Ódor P. (2012): A faállomány szerkezeti jellemzőinek hatása a nagygombaközösségekre őrségi erdőkben – *Mikológiai Közlemények*, 51/1 pp.: 24–25
- Szmorad F (2011): A Soproni-hegység erdeinek történeti, növényföldrajzi és cönológiai vizsgálata – *Tilia* (16) pp.:1-273)
- Szücs, P. ,Bidló, A. (2013): Bükkös és lucos állományok mohaközösségeinek összehasonlítása a Soproni-hegységben – *Erdészettudományi Közlemények* 3
- Tamás, J. (2003): The history of Austrian pine plantations in Hungary – *Acta Botanica Croatica* 62(2) pp.:147–158
- Tyler G. (1985): Macrofungal flora of Swedish beech forest related to soil organic matter and acidity characteristics – *Forest Ecology and Management* 10/1-2 pp.:13-29
- Varga B. (2010): Nagygombák előfordulásának vizsgálata a Soproni-hegyvidék erdőtársulásaiban, NyME-EMK, Természetvédelmi és Növénytani Intézet, Szakdolgozat, Sopron.
- Winkler D. (2005): Fészkelő madárközösségek szukcessziójának vizsgálata a Soproni-hegységben, NyME-EMK, Phd disszertáció, Sopron

KÖVETÉSES SZÁJHIGIÉNIAI VIZSGÁLATOK

Keszei Fruzsina, Skribanek Anna

*NYME-SEK TTK, Biológiai Intézet,
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
E-mail: keszeifru@gmail.com*

A szájhigiéna az egészséges életmód egyik kulcsfontosságú területe. Fogaink épsége jelentős részben befolyásolja az élethosszt, az életminőséget. Korábbi vizsgálataink folytatásaképpen a gyermekek szájápolási és étkezési szokásainak feltárása volt a cél. Követéses vizsgálatunk során 1 év elteltével ugyanazon populáción és módszerrel végeztük a száj higiénijára vonatkozó méréseinket. A vizsgálatokat kiterjesztettük, azonos korú, de másik iskolába járó gyermekek csoportjával, így nemcsak arra a kérdésre kerestük a választ, hogy melyek a fogszuvasodás által leginkább veszélyeztetett korosztályok, hanem arról is tájékozódunk, hogy mennyire van szerepe a gyermekek fogápolási szokásainak befolyásolásában az iskolának, valamint van-e kapcsolat a szülők legmagasabb iskolai végzettsége és a gyermekek orális egészségi állapota között.

A kísérlet több részből állt. A tanulók egy szájápolással kapcsolatos kérdőívet töltöttek ki, majd stimulált és stimulálatlan nyálmintát vettünk tőlük. A stimulált mintákból szelektív táp-levesben kitenyésztettük a lactobacillusokat, majd turbiditás méréssel meghatároztuk a baktériumszámot. A stimulálatlan mintákat a pH meghatározáshoz használtuk. A vizsgált populációból két csoportot alakítottunk ki: a kontroll csoport nem részesült fogápolási oktatásban, míg a másik igen. Az oktatásban részesülteket, természetesen 1 év múlva újra vizsgáljuk.

Az eredmények pontosabb és részletesebb információt adtak arra, hogyan változott 1 év alatt a gyermekek orális egészségi állapota, valamint reményeink szerint a fogápolási oktatásban részesült gyermekek javuló trendet mutatnak a kontroll csoporthoz viszonyítva.

A konferencián való részvételt a Talentum műhely - A tudományért és tehetségért a Nyugat-magyarországi Egyetemen TÁMOP 4.2.2.B-15/1/Konv.-2015-0005 program támogatja.

ÚJABB ADATOK A DUNÁNTÚLI KELTÁK EMBERTANÁHOZ (Ács, Győr-Ménfőcsanak, Tolna)

Tóth Gábor

*Nyugat-Magyarországi Egyetem, TTMK, Biológia Intézet
9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. email: tabor@ttk.nyme.hu*

Bevezetés

A La-Téne kori késő vaskori kelták eredetét keresve, többféle tudományterület eredményeihez fordulhatunk. Régészeti emlékek arra utalnak, hogy a Közép-Franciaország és Csehország közötti területen határozhatjuk meg a Kr. e. 8. századtól kezdődően azt az anyagi homogenitást, amit az 5. század közepétől La-Téne civilizációnak lehet nevezni. Az antropológiai vizsgálatok megállapításai és összehasonlító elemzései is azt bizonyítják, hogy a magyarországi dunántúli kelták a csehországi betelepülési irányból érkeztek a Kárpát-medencébe (SZABÓ 2015, K. ZOFFMANN 2009).

Szerző az utóbbi években a Magyar Nemzeti Múzeum NÖK, a Savaria Múzeum, az ARGIS (Ausztria), a Dunamenti Múzeum (Szlovákia) támogatásával és a Campus Hungary pályázatának segítségével több La-Téne kori temető embertani anyagának vizsgálatát végezte el. Ehhez a munkához kapcsolódóan ismerteti az Ács – Bőnyi úti dűlő (3 váz), a Győr-Ménfőcsanak, Szélesföldek (11 váz) és a Tolna-Mözs, Községi Csádés-földek (13 váz) lelőhelyek feltárásaiból származó homo maradványok vizsgálatából leszűrhető eredményeket.

Anyag és módszer

Ács lelőhelyen 2009-ben Füköh Dániel-, Győr-Ménfőcsanak lelőhelyen 2010-ben Ilon Gábor (ILON 2012)-, Tolna-Mözs lelőhelyen 2009-ben Cséki Andrea (CSEKI 2012) régészek vezetésével tárták fel a vizsgálatba bevont La-Téne kori csontanyagot, sírokat (gödröket).

A nemi és életkori alapadatok becslése és a maradványok vizsgálata KNUßMANN (1988), ÉRY (1992) és MOLLESON (1986) összefoglalói, a testmagasság számítása SJØVOLD (1990) mindkét nemre, europid rasszkörre kidolgozott módszerével, a hosszúcsontok méretei alapján történt.

Eredmények

Az egyes sírok csontanyagának vizsgálati eredményeihez kapcsolódó osteometriai adatokat 1. és 2. táblázat tartalmazza.

Ács – Bőnyi úti dűlő:

Sírszám: STR 1. Hiányos, töredékes koponya és váz. Fogstátusz felvéve, megemlítendő, hogy a két életbeni fogvesztésen kívül vizsgálható 29 fog közül caries 13 esetben fordul elő. Nemi hovatartozása 23 jelleg alapján, súlyozás nélkül, figyelembe véve a csontok gracilitását: nő (-1,52). Életkora a négy korjelző, a juvenisek záródása és a fogazat alapján: 24-25 év. A sacrum és az L-5 csigolya ízületénél jobb oldalon, a lumbalis csigolyákon bal oldalon ligamentum ossificatio. Gerinc oldalirányú ferdesége. Végtagcsontok aszimmetriája.

Sírszám: STR 2. Hiányos, töredékes koponya és váz. Nemi hovatartozása morfológiai jelleg alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek alapján: 5-10 év.

Sírszám: STR 4. Hiányos, töredékes koponya és váz. Nemi hovatartozása morfológiai jelleg alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek alapján: 6-9 év.

Győr-Ménfőcsanak, Szélesföldek:

Sírszám: STR 1304. Hiányos, töredékes koponya és váz. Fogstátusz felvéve. Nemi hovatartozása 15 jelleg alapján, súlyozás nélkül: férfi (+0,67). Életkora a juvenisek és a koponya varratainak nyitottsága és a fogazat alapján: 18-20 év. Megemlítendő a mély fossa canina és a sutura coronalis előrehaladott csontosodása. Taxonomiailag rövidfejű europid csoportba sorolható.

Sírszám: STR 1380 „K”. Töredékes koponya és váz. Nemi hovatartozása morfológiai jelek alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek és a fogazat alapján: 1-2 év. Jobb parietalen anaemiára utaló poroticusság. (Orbiták nem vizsgálhatók.) Megjegyzés: koponya hosszúfejűnek imponáló. A csontokon homokkő réteg.

Sírszám: STR 1380 „Ny”. Töredékes koponya és váz. Nemi hovatartozása morfológiai jelek alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek és a fogazat alapján: 6-9 év. A koponya hosszú, keskeny (M1: 182, M8: 130, keskeny, magas arc). Megjegyzés: csontokon homokkő réteg. Szórvány tibia, 1,5-2 éves; tartozhat a 1380 „K” sírhoz.

Sírszám: STR 1380. Lábszont darabok. Nemi hovatartozása morfológiai jelek alapján nem megállapítható. Életkora a csontfejltség alapján: 5-10 év. Megjegyzés: tartozhat a 1380 „Ny” sírhoz.

Sírszám: STR 1779. Post mortem sérült koponya és váz. Fogstátusz felvéve, alsó frontfogakon fogkő. Nemi hovatartozása 22 jelleg alapján, súlyozás nélkül: férfi? (+0,36). Életkora az obliteratio, a symphysis, a fogazat és a bordavégek alapján: 25-30 év. Megemlítendő a Worm-féle csontok megléte. A bal oldali os parietalen a tuber mögött kb. 20 mm-es, szövődménymentesen gyógyult, kerek, horpasztott sérülés, mely csak a külső corticalis réteget és spongiosát érintette. A nyaki csigolyákon minimális peremképződés. A humerusokon fizikai stress okozta elváltozások. Jobb oldali humerus: fossa olecranii vonalában gyógyult törés, minimális elmozdulással (1. kép). A kapcsolódó ulna sérülés nélkül, kissé módosult ízfelszínnel. Taxonomia: mesocephal europid.



1. kép: Humerus gyógyult törése (STR 1779)

Sírszám: STR 4578-ból, állatcsontok közül. Koponya és váz töredékei. Nemi hovatarozása morfológiai jellegek alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek alapján: neonatus.

Sírszám: STR 6049. Koponya jobb oldala, váz. Fogstátusz felvéve, alsó frontfogakon fogkő. Nemi hovatarozása 20 jelleg alapján, súlyozás nélkül: férfi (+0,25). Életkora a négy korjelző és a fogazat vizsgálata alapján: 43-47 év. Fizikai stressz okozta elváltozások a humeruson, calcaneuson. Taxonómiailag: gracilis mediterrán.

Sírszám: STR 6328. Nyakszirt pikkely töredéke. Nemi hovatarozása morfológiai jellegek alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek alapján: 0-6 hónap.

Sírszám: STR 7642. Lapos koponya csont töredékek. Nemi hovatarozása morfológiai jellegek alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek és struktúra alapján: neonatus.

Sírszám: STR 8624. Hiányos, töredékes koponya és váz. Nemi hovatarozása morfológiai jellegek alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek és a fogazat alapján: 5-7 év.

Sírszám: STR 9010. Hiányos, töredékes koponya és váz. Nemi hovatarozása morfológiai jellegek alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek és a fogazat alapján: 6-7 év. Cribra orbitalia stad. I. l.s.

Megjegyzés: A lelőhelyről már ismertek kelta kori leletanyag embertani eredményei (KÖHLER és mtsai 2007, CZIGÁNY–EGRY 2007).

Tolna-Mözs, Községi Csádés-földek:

Sírszám: STR 17. Hiányos, töredékes koponya és váz. Fogstátusz felvéve, megemlítendő a jobb felső 2-es anatómiai hiánya, a helyén ferdén inplantálódott 3-assal. Három életbeni fogvesztés mellett 15 fog vizsgálható, amelyből 5 esetben caries azonosítható. Nemi hovatarozása 15 jelleg alapján, súlyozás nélkül: nő (-1,2). Életkora az obliteratio, a humerus belső szerkezete és a fogazat alapján: 50-65 év. Fizikai stressz okozta elváltozások a humeruson. Megjegyzés: zöldes színű patina: mindkét radius, mindkét ulna, mindkét tibia bokatója, mindkét fibula bokatója, jobb oldali caput és collum femoris.

Sírszám: STR 43. Hosszúcsont- csigolya- medence- koponya töredékek, fogak. Fogstátusz felvéve, 25 fog vizsgálható, amelyből 3 esetben caries azonosítható. Nemi hovatarozása 11 jelleg alapján, súlyozás nélkül: nő? (-0,6). Életkora az obliteratio és a fogazat alapján: 25-40 év. Megemlítendő a Worm-féle csontok léte. Megjegyzés: a 30-as számú leletkísérő csomagban vas „rög”. Zöldes színű patina: mindkét radius, mindkét ulna, medence töredék.

Sírszám: STR 54. Post mortem sérült koponya és töredékes váz. Fogstátusz felvéve, megemlítendő az 5 életbeni fogvesztés, valamint a vizsgált 24 fogból a 6 caries és egy radixig lepusztult fog. Nemi hovatarozása 19 jelleg alapján, súlyozás nélkül: nő (-1,32). Életkora az obliteratio, a humerus és a femur belső szerkezete és a fogazat alapján: 26-32 év. Megemlítendő a foramen olecrani. A bal oldali caput mandibulae-n ízfelszíni degeneratio. Taxonomia: gracilis mediterrán. Megjegyzés: zöldes színű patina: mindkét radius, mindkét ulna, mindkét tibia, mindkét fibula, jobb oldali clavicula, háti csigolya töredéke.

Sírszám: STR 57. Hiányos, töredékes koponya és váz. Nemi hovatarozása morfológiai jellegek alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek és a fogazat alapján: 10-14 év. Cribra orbitalia, Stad. I.

Sírszám: STR 68. Hiányos, töredékes koponya és váz. Fogstátusz felvéve, megemlítendő a jobb felső 6-os esetében az abscessus. Nemi hovatarozása 14 jelleg alapján, súlyozás nélkül: férfi (+0,71). Életkora az obliteratio, a femur belső szerkezete és a fogazat alapján: 30-40 év. A koponya belső felszínén Pacchioni-gödrök. Taxonomia: europid (rövidfejű formakör). Megjegyzés: állatcsont és fémdarab csontanyagban. Femur töredékeken és alkaron vasoxid.

Sírszám: STR 70. Hiányos, töredékes koponya és váz. Fogstátusz felvéve, megemlítendő a 2 életbeni fogvesztés, valamint a vizsgált 18 fogból az 5 caries és a frontfogakon a fogkő. Nemi hovatarozása 19 jelleg alapján, súlyozás nélkül: nő (-1,11). Életkora az obliteratio, a humerus és a femur belső szerkezete és a fogazat alapján: 26-32 év. Megemlítendő a foramen olecrani

l. u. és az ossa Wormiana. Taxonomia: europid (rövidfejű formakör). Megjegyzés: jobb humerus középrészén zöldes színű patina.

Sírszám: STR 261. Hiányos, töredékes koponya és váz. Nemi hovatartozása morfológiai jelleg alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek és a fogazat alapján: 1-2 év.

Sírszám: STR 381. Hiányos, töredékes koponya és váz. Fogstátusz felvéve, megemlítendő a 7 életbeni fogvesztés, a 13 vizsgált fogból 1 radix és 2 caries, valamint a fogkő. Nemi hovatartozása 14 jelleg alapján, súlyozás nélkül: nő (-1,21). Életkora az obliteratio, a humerus és a femur belső szerkezete és a fogazat alapján: 55-61 év. Koponya felvehető mérete: M1: (189). Taxonomia: europid (hosszúfejű formakör). Megjegyzés: zöldes patina mindkét tibián, mindkét fibulán, jobb radiuson és jobb ulnán.

Sírszám: STR 382. Koponya és váz. Nemi hovatartozása morfológiai jelleg alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek és a fogazat alapján: 14-16 év.

Sírszám: STR 383. Töredékes koponya és váz. Nemi hovatartozása morfológiai jelleg alapján nem megállapítható. Életkora a csontméretek és a fogazat alapján: 6-8 év.

Sírszám: STR 387. Töredékes koponya és váz. Fogstátusz felvéve, megemlítendő a 13 életbeni fogvesztés. Nemi hovatartozása 16 jelleg alapján, súlyozás nélkül: nő (-0,69). Életkora az obliteratio, a humerus és a fogazat alapján: 41-55 év. Minimális depressio biparietalis circumscripta. A thoracalis csigolyákon minimális peremképződés, mindkét humeruson fizikai stressz okozta erős izomtapadások. Taxonomia: europid (mesocran). Megjegyzés: zöldes patina mindkét ulnán, mindkét radiuson, mindkét csípőlapáton, mindkét tibián, fibula töredéken.

Sírszám: STR 418. Koponya töredékek, medence és alsó végtag darabok. (Szórványként csöves csont darabok; férfi, 25-35 év.) Nemi hovatartozása 2 jelleg alapján, súlyozás nélkül: férfi? (+1,0). Életkora a symphysis, a femur belső szerkezete, és a juvenisek alapján: 18-20 év.

Sírszám: STR 420. Hiányos, töredékes koponya és váz. Fogstátusz felvéve, megemlítendő a frontfogakon a fogkő. Nemi hovatartozása 9 jelleg alapján, súlyozás nélkül: nő (-0,67). Életkora az obliteratio, a femur és a fogazat alapján: 25-35 év. A humeruson fizikai stressz okozta elváltozások.

Megjegyzés: Valószínűleg ehhez a népességhez tartozik a Tolna-Mözs, Kenderföldedűlő lelőhelyről ismert kelta kori leletanyag is (TÓTH 2012).

Megbeszélés

A feltárási körülmények és a csontanyag vizsgálatának eredményei alapján mintáink egyik esetben sem reprezentálják az egykori népségeket. A régészeti adatközlésen és az egészségi állapotra vonatkozó őskörtani megfigyeléseken kívül azonban kísérlet tehető népeségtöredékeink embertani párhuzamainak/kapcsolatainak keresésére. A dunántúli kelták, a szlovákiai kelták eredményeiből (K. ZOFFMANN 2011), a nyugat-svájci, kelet-svájci és délnémetországi kelta kori eredményekből képzett összevont mintákkal (SCHWIDETZKY 1972, 1975) történt Penrose-alapú összehasonlítás alapján (fenntartásokkal ugyan) de megállapítható, hogy a ménfőcsanaki minta (Ny-Dunántúl) a kelet-svájci és a délnémetországi mintákkal mutat hasonlóságot, távolabb helyezkedik el a nyugat-svájci, még távolabb a szlovákiai és dunántúli mintáktól. A tolnai minta (DK-Dunántúl) pedig pont ezzel ellentétben, a szlovák és a dunántúli mintákkal mutat hasonlóságot, de a nyugat-európai mintákkal nem mutat párhuzamot.

Köszönetnyilvánítás: Campus Hungary B2/2R/7720 pályázata, Ilon Gábor a MNM NÖK II. számú Regionális Iroda vezetője és munkatársai részére a támogatásért és segítségért.

1. táblázat: A koponyák paramétereit

STR. Nem	Ács 1. ♀	Győr 1304. ♂	Győr 1779. ♂?	Győr 6049. ♂	Tolna 17. ♀	Tolna 43. ♀?	Tolna 54. ♀	Tolna 68. ♂	Tolna 70. ♀	Tolna 387. ♀
M.1.	181	178	188	194	172		164	183	170	184
M.5.		100					87			102
M.8.	138	145	144		133	155	140	155	(146)	147
M.9.	98	94	101		100		94	107	101	106
M.10.	117	124	(124)		114		118	131	(123)	130
M.11.	120	128					115			124
M.12.	108	119	120				112	111	106	111
M.17.		132					126			129
M.20.							113			
M.40.							81			
M.45.							(120)			
M.23.	504	524	547				493	538		527
M.43.	102	107	108		105		104		105	109
M.46.							89		94	
M.47.				118			99			
M.48.				68			60			
M.51.				34			37			
M.52.				38			33			
M.54.				24			25			
M.55.				52			41			
M.60.	50	55	59	50			49	53	52	
M.61.	59	68		55			57		62	
M.62.	48	42		42					45	
M.63.	38	42		33					36	
M.65.	(101)	115	(120)				(109)			117
M.66.	78	97	96				96		97	96
M.69.	25	31	32	31	21		23		30	29
M.70.	51	54	71		51	55	55		60	61
M.71.	29	31	35	28	27	30	27		32	30

2. táblázat: A vázcsontok paramétereit (jobb/bal)

STR. Nem	Ács 1. ♀	Győr 1779. ♂?	Győr 6049. ♂	Tolna 17. ♀	Tolna 43. ♀?	Tolna 54. ♀	Tolna 68. ♂	Tolna 70. ♀	Tolna 381. ♀	Tolna 387. ♀	Tolna 420. ♀
Clavicula											
M.1.		/134				131/					
M.6.	30/31	43/43	38/38			33/34		31/32	35/38	36/33	34/34
Humerus											
M.1.	284/	/317	330/	279/		310/		294/		306/301	
M.2.	278/	/315	323/			306/		291/		302/296	
M.4.		/60				49/		55/		54/55	
M.7.	51/50	63/63	64/62	52/52		58/	69/68	64/63	57/57	63/60	/58
Radius											
M.1.	208/	253/254	250/249			219/				222/220	
Ulna											
M.1.	229/220	281/	266/266							242/240	
Femur											
M.1.	411/407	447/443	458/457	/387		/418		402/	/403	402/401	

M.2.	406/398	443/438	454/451	/386		/410	400/	/402	400/397	
M.6.	23/23	30/28	29/28	22/22	24/	/26	26/25	24/24	28/28	22/24
M.7:	22/24	26/28	26/27	25/26	28/	/27	28/25	23/25	26/28	26/25
M.9.	27/27	31/31	32/31	32/32	34/	31/32	32/32	28/30	30/33	31/32
M.10.	21/22	26/26	26/26	22/23	22/	23/24	26/24	22/23	27/28	24/23
M.19.	39/40	45/44	47/47	39/40		43/43	53/53	42/43	42/41	41/41
M.20.		73/73	81/80							
M.8.	71/72	86/87	91/87	75/76	83/	/81	85/84	75/78	82/88	81/79
Tibia										
M.1.	321/317	370/368	362/365			/342	347/		/340	
M.1/b.	314/314	371/363	367/366			/341	348/		/337	
M.3.		69/69	72/71							
M.8/a.	26/26	34/34	32/31	27/27		31/30	32/31		30/29	29/
M.9/a.	18/18	24/24	24/23	18/18		20/20	23/22		23/23	19/
M.10/b.	61/60	80/78	75/73	63/64		72/70	74/75		68/66	68/
Fibula										
M.1.		/368	360/363							
Pelvis										
Pubis	/93	102/	/92							
Ischium	/84	94/	/99							
Cotilo	/56	37/	/36			33/	35/	/32		
Incisura	/	40/	/43			49/	52/	/34		
Sacrum										
M.2.		118	99							
M.5.		114	107							
Calcaneus										
M.1.		77/79	75/75			70/69	70/			
Testmagasság:	151,1	169,4	168,8	149,6		160,6	158,0	156,0	160,0	

IRODALOM

- CZIGÁNY J., EGRY I. (2007): Egy ritka lékelt koponya a ménfőcsanaki kelta temetőből. *Folia Anthropologica* 5: 37–44.
- CSEKI A. (2012): Tolna-Mözs – Községi Csádés-földek (Tolna megye, TO 02. lelőhely). In: Kvassay J. (szerk.): Évkönyv és jelentés a K. Ö. Sz. 2009. évi feltárásairól. Magyar Nemzeti Múzeum Nemzeti Örökségvédelmi Központ, Budapest. 16–17.
- ÉRY K. (1992): Útmutató csontvázleletek vizsgálatához. ELTE Kézirat, Budapest.
- ILON G. (2012): Győr-Ménfőcsanak, Széles-földek (KÖH 34305). In: Kisfaludi J. (szerk.): Régészeti Kutatások Magyarországon 2010. Kulturális Örökségvédelmi Hivatal, Nemzeti Múzeum, Budapest. 227–238.
- K. ZOFFMANN Zs. (2009): Kelta kori embertani leletek Hajdú-Bihar megyéből. *Ősrégészeti Levelek* 11: 115–121.
- K. ZOFFMANN Zs. (2012): A Kárpát-medencei vaskori népességekre vonatkozó embertani adatok áttekintése. *Folia Anthropologica* 11: 15–30.
- KNUßMANN, R. (Hrsg.) (1988): *Anthropologie I. Wesen und Methoden der Anthropologie*. Gustav Fischer Verl., Stuttgart-New York.
- KÖHLER K., BERNERT Zs., HAJDU T., KÖVÁRI I. (2007): Embertani adatok a Kárpát-medencei kelták történetéhez I. A vizsgált lelőhelyek embertani leleteinek főbb metrikus és morfológiai jellemzői. In: Korsós Z., Gyenis Gy., Penksza K. (szerk.): V. Kárpát-medencei Biológiai Szimpózium. Magyar Biológiai Társaság, Budapest. 103–111.
- MOLLESON, T. I. (1986): Skeletal age and palaeodemography. In: Bittles, A. H., Collins, K. J. (Eds.) *The biology of human ageing*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney. 95–118.

- SCHWIDETZKY, I. (1972): Vergleichend-statistische Untersuchungen zur Anthropologie der Eisenzeit. *Homo* 23: 245–272.
- SCHWIDETZKY, I. (1975): Comparative statistical studies on the anthropology of the Iron Ages (Last Millennium B. C.). *Journal of Human Evolution* 4: 561–468.
- SJØVOLD, T. (1990): Estimation of stature from long bones utilizing the line of organic correlation. *Hum. Evol.*, 5: 431–447.
- SZABÓ M. (2005): A keleti kelták. A késő vaskor a Kárpát-medencében. L' Harmattan Kiadó, Budapest.
- TÓTH G. (2012): Késő rézkori temető Tolna–Mözs (Kenderföldek-dűlő) lelőhelyről. *A NyME Savaria Egyetemi Központ Tudományos Közleményei XIX. Természettudományok* 14: 231–240.

BIOLÓGIAI NEM MEGHATÁROZÁSA ARCHEOLÓGIAI MINTÁKBÓL

Draskóczi Lilla, Schmidthoffer Ildikó, Tóth Gábor, Molnár Péter

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Természettudományi és Műszaki Kar,
Biológiai Intézet, Állattani Tanszék
9700, Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
e-mail: lilla.draskoczi@gmail.com*

Összefoglalás

Humán régészeti leletek vizsgálatánál fontos a biológiai nem meghatározása. Ezt általában a csontváz antropológiai jellegzetességei alapján végzik. Gyakran a nem meghatározása nehézkes (gyermek csontvázak) vagy a kevés csontanyag miatt nem lehetséges. A mintákban megőrzött DNS elemzése ilyen esetekben is lehetőséget biztosít a biológiai nem meghatározására. Célunk honfoglalás kori temetők csontanyagának vizsgálatára alkalmas molekuláris biológiai módszer beállítása volt.

A DNS kivonást avar korabeli fogakból végeztük, illetve modern kori fogakat használtunk pozitív kontrollnak. A kísérlet során először a fog külsejét lecsiszoltuk, hogy a továbbiakban a lehető legkevesebb szennyeződés és fertőzés kerüljön a mintába. A külső tisztítás után a foggyökéren keresztül a fogbélből távolítottunk el anyagot, mivel itt található a legkoncentráltabban a DNS.

A biológiai nem azonosítására egy speciális kitet (Phusion Human Specimen Direct PCR Kit) alkalmaztunk. A PCR reakcióhoz az irodalomban már ismertetett X és Y kromoszómára specifikus primereket valamint Thermo Scientific Phire Green Hot Start II DNA Polymerase-t használtunk, melyet a gyártó által mellékelte leírás szerint alkalmaztunk. Ezek által fel tudtuk erősíteni azt a DNS szakaszt, amely a férfi és női nemre jellemző. A szekvenciákat agaróz gélelektroforézissel jelenítettük meg. Az eredményeket fotó formájában archiváltuk.

A vizsgált fogmintákból 36 % volt férfi, 28% volt női minta és 36%-át nem tudtuk meghatározni (valószínűleg a kevés megőrzött DNS miatt), melyeket még további vizsgálatokkal megpróbálunk analizálni.

A kísérlet fő célja, hogy a biológiai nem meghatározására egy alternatív módszert ajánljon, melyet fel tudunk használni régi kori temetkezések szokásainak és a népesség arányának vizsgálatára.

Kulcsszavak: archeológia, fog, DNS kivonás, nem meghatározás

Bevezetés

A régészet fő kérdésköre az ember, és célja, hogy megállapítsa, hogyan éltek a közeli és távoli múltban. Ennek a célnak az eléréséhez csak korlátozott eszközökkel rendelkezünk, így az emberi csontmaradványok alapos vizsgálata elengedhetetlen az azonosításhoz (Mays, 1998). Az ismeretlen személyazonosságú embereknél, így az emberi csontmaradványoknál is az egyik legfontosabb lépés a nem meghatározása. Teljes felnőtt csontváz esetén ez általában nem jelent problémát, de hiányos régészeti leletek esetére is számos meghatározási módot dolgoztak ki, például a fogak vizsgálata alapján (Vodanović, 2007). A közelmúltig csak a csontok méretéből és alakjából tudták meghatározni az emberi maradványok nemét mind régészeti mind törvényszéki keretek között.

A mai kor egyik felfedezése hogy az ősi csontanyagokból visszamaradt DNS vizsgálattal laboratóriumi körülmények között, pontosan megállapítható a biológiai nem a DNS-ből kimutatott X és Y kromoszóma segítségével. Ezeknek a vizsgálatoknak a hasznossága akkor nagyon lényeges, amikor a hagyományos csonttani meghatározáshoz használt módszereket nem lehet alkalmazni a nem megállapítására, mert az eredmények nem egyértelműek, mint pl.: serdülő kor előtti csontvázaknál, ahol a másodlagos nemi jellegek nem alakultak ki vagy hiányos csontmaradványok esetében. A molekuláris genetikai biológiai módszerek alkalmazása a csontmaradványok nemének a meghatározására fontos információkkal járul hozzá a törvényszéki esetekhez és lehetővé teszi a régészeti elemzések bővítését (Stone, 1996). A polimeráz-láncreakció (PCR) módszer segítségével történik a nem meghatározása, ezt törvényszéki eseteknél is alkalmazzák, az eljárás során az X és Y kromoszómára jellemző régiók felerősítése történik (Morikawa, 2011).

A kutatás célja az volt, hogy találjunk egy arra alkalmas molekuláris biológiai módszert, amellyel biztonságosan megállapítható a nem az ősi csontmaradványoknál. Ezeket az eredményeket felhasználva pedig következtetéseket tudunk levonni a régi kori temetkezési szokásokra és a népesség arányra.

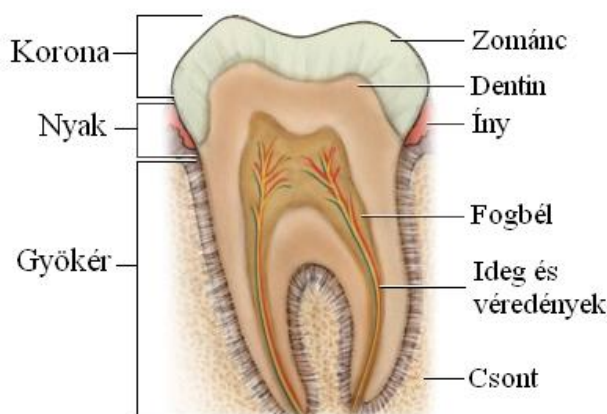
Módszerek

Régészeti minta

A kutatásban használt fogak Balatonudvariból származtak. Előzetes archeológiai módszerekkel a szakértők megállapították, hogy a leletek az avar koriak így kb. 1200-1400 évesek.

A minta előkészítése és a DNS kivonása

A fogak előkészítését és a DNS kivonást vízszintes és függőleges áramlású lamináris fülkében végeztük, amit a kísérlet megkezdése előtt 70%-os etanollal fertőtlenítettünk. A fűrőfejeket RNase-ExitusPlus oldatban (Applichem) és 70%-os etanolban sterilizáltuk 5-5 percen keresztül. A kísérlet során a fogak külsejét lecsiszoltuk, hogy minél kevesebb szennyeződés kerüljön a mintába illetve a foggyökér felőli részből eltávolítottunk egy keveset. Miután ezt a felszínt eltávolítottuk egy gömb alakú fűrőfejjel egy kisebb vájatot készítettünk a fogban. A mélyedésen keresztül egy hegyes fűrőfej segítségével a fog gyökércsatornáján felfúrtunk a fogüregig avagy a pulpáig, ahonnan a mintavétel történt (1. ábra).



A fog anatómiai felépítése
<http://img.webmd.com>

1. ábra Mintavétel a foggyökérből



A kutatás során használt fogminta

A fogpor mintavétele 1,5 ml-es eppendorf csőbe történt. A szükséges anyagmennyiség minimum 10 mg volt.

A DNS kivonásához Phusion Human Specimen Direct PCR Kitet (Thermo Scientific) alkalmaztuk. A 10 mg kivont fogporhoz hozzáadtunk 50 µl Dilution Buffert és 1,5 µl DNA Release Additive-t majd vortexeltük és szobahőmérsékleten állni hagytuk 2-3 percig. Ezután a csöveket 98 °C-os vízfürdőbe helyeztük 2 percig, majd a csöveket centrifugáltuk 10,000 rpm sebességen 2 percig. A DNS a felülúszóban volt.

PCR

A PCR reakcióhoz Phire Green Hot Start II DNA Polymeraset (Thermo Scientific) használtunk 50 µl-térfogatban, a gyártó által javasolt előírás szerint. 10 µl 5x Phire Green Reaction Bufferhez hozzáadtunk 1µl 10 mM dNTPs-t, 5-5 µl forward és reverse primert, 10 µl template DNS-t, 1 µl Phire Hot Start II DNS Polymerase-t és 18 µl vizet. A PCR program a következő volt: 98 °C 30 másodpercig, majd 98 °C, 50 °C, 72°C 10 másodpercig 40-szer ismételve és 72 °C 1 percig. A primerek kiválasztása Faeman (1995) alapján történt

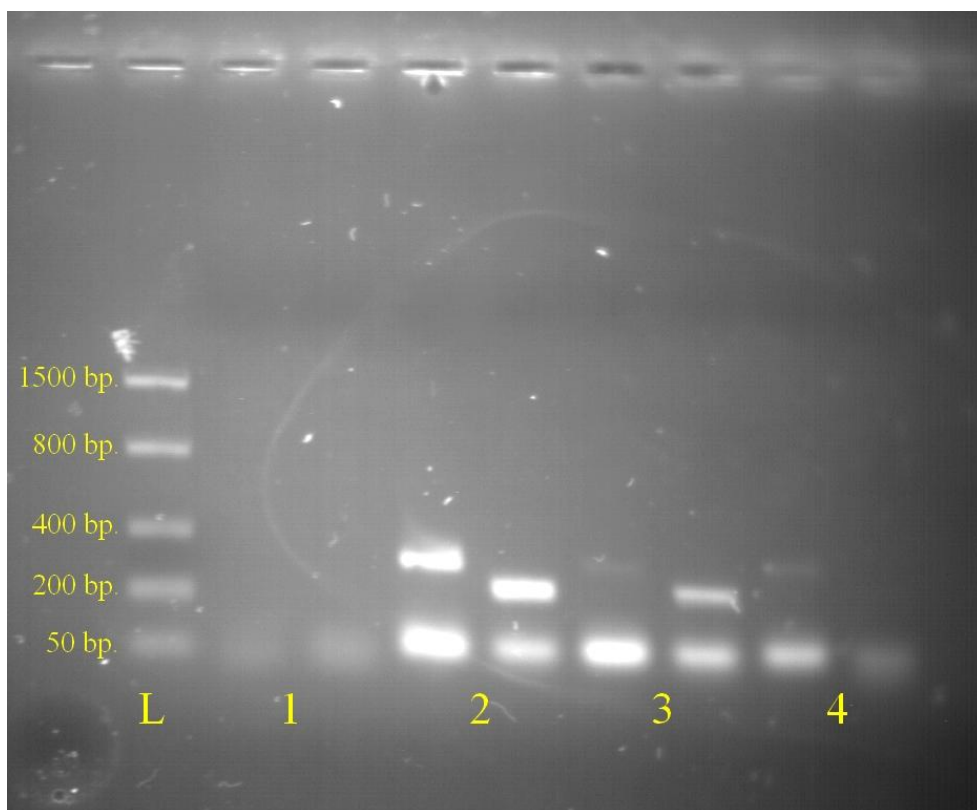
- Forward (XY): CAGCTTCCCAGTTTAAGCTCT
- Reverse X: TCTCCTATACCACTTAGTCACT
- Reverse Y: GCCCAAAGTTAGTAATTTTACCT

A PCR által felsokszorozott mintát 1%-os agaróz gélelektroforézissel jelenítettük meg. A gélen megjelenő szekvenciákat lefotóztuk és az eredményeket Microsoft Office Excelben elemeztük.

Eredmények

Összesen 11 darab fogból vontunk ki DNS-t, 2 negatív fogmintánál 3 különböző protokollt is kipróbáltunk, de egyiknél sem jött ki pozitív eredmény. Azok a fogak, amelyeknél nem tudtuk a nemet azonosítani, valószínűleg olyan régiiek hogy már nem tartalmaznak elegendő DNS mintát a sikeres vizsgálathoz. A 11 darab vizsgált fognál megállapítottuk, hogy 4 db férfi és 3 darab női minta volt (2. ábra). A kutatás során több primert kipróbáltunk melyeket előzetesen ismert nemű vérmintákon és fog mintákon teszteltünk a helyes működés miatt. Az ott kapott eredmények alapján választottuk a módszerek/PCR fejezetnél már leírt anyagokat.





Gélelektroforézis
2. ábra L: létra; 1: ismeretlen, 2: férfi; 3: férfi; 4: nő

Megvitatás

Ebben a projektben nem meghatározást végeztünk polimeráz láncreakció (PCR) segítségével, melyhez a DNS mintát foganyagból nyertük ki. Az adott DNS szakasz felsokszorozásához X valamint Y-kromoszóma specifikus primereket valamint genomális DNS-t használtunk. 11 fogból 7 esetben tudtuk a nemet meghatározni (3 női, 4 férfi és 4 ismeretlen).

A negatív minták újrvizsgálását elvégeztük a módszereknél leírtak szerint illetve Phusion U Hot Start DNA Polymerase-t (Thermo Science) és 2x Phusion U Hot Start PCR Master Mixet (Thermo Science) is kipróbáltuk. A két új anyaggal sem jártunk sikerrel, ezért valószínűsíthető hogy azok a fogak nem tartalmaztak annyi DNS-t amiből kimutatható lett volna a nem.

A módszerek/PCR résznél ismertett primerek megbízhatóak és csak az X és Y kromoszóma allélokra érzékenyek. A sikeres DNS kivonást nem befolyásolja a minta lelőhelye és ideje (Faerman; 1995). Sikertelen meghatározni 11-ből 7 mintánál a nemet, melyek ezelőtt ismeretlen neműek voltak. Ez a módszer alkalmas a későbbi vizsgálatok során a nem meghatározására.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani a Talentum műhely - A tudományért és tehetségért a Nyugat-magyarországi Egyetemen TÁMOP 4.2.2.B-15/1/Konv.-2015-0005-nek, hogy támogatták a konferencián való részvételem.

Irodalomjegyzék

Faerman M., Filon D., Kahila G., Greenblatt C. L., Smith P., Oppenheim A. (1995): Sex identification of archaeological human remains based on amplification of the X and Y

amelogenin alleles; *Gene* 167 327-332

Mays S. (1998): *The archaeology of human bones*; Taylor & Francis

Morikawa T., Yamamoto Y., Miyaishi S. (2011): A New Method for Sex Determination Based on Detection of SRY, STS and Amelogenin Gene Regions with Simultaneous Amplification of Their Homologous Sequences by a Multiplex PCR; *Acta Med. Okayama*, 2011 Vol. 65, No. 2, pp. 113-122

Murakami H., Yamamoto Y., Yoshitome K., Ono T., Okamoto O., Shigeta Y., Doi Y., Miyaishi S., Ishizu H. (2000): Forensic study of sex determination using PCR on teeth samples; *Acta Med Okayama* 54(1) 21-32

Stone A. C., Milner G. R., Paabo S., Stonekint M., (1996): Sex determination of ancient human skeletons using DNA; *American Journal of Physical Anthropology* 99:231-238

Vodanović M, Demo Ž., Njemirovskij V., Keros J., Brkić H. (2007): Odontometrics: a useful method for sex determination in an archaeological skeletal population?; *Journal of Archaeological Science* 34 (2007) 905-913

AUTOANTITESTEK MEGHATÁROZÁSA RHEUMATOID ARTHRITISBEN

Aleksza Magdolna

*Nyugat-magyarországi Egyetem Természettudományi Kar
aleksza.magdolna13@gmail.com*

A rheumatoid arthritis gyulladással autoimmun megbetegedés: Az ízületek károsodásával, szervi szövődeményekkel jár. Bármely életkorban kezdődhet, a felnőtt lakosság 1-2%-a érintett. Jellemzően 3-4-szer több a női beteg. Sokszor jelentkezik egy családban halmozottan, ami feltételezi, hogy a betegség kialakulására való hajlam öröklődik.

Kezdetben a betegség lappangó, bár ritkán kezdődhet lázas állapottal, több ízület hirtelen gyulladással. Amíg a kezek kisízületei mindkét oldalon fájdalmassá, duzzadtá válnak, az első ujjpercek ízületei megkíméltek. Lábon a lábtőízületek gyulladhatnak be. A betegeknek reggelenként fél óránál is hosszabban tartó ízületi merevséggel kell megküzdeniük. A nagyízületek gyulladása kezdetben nem jellemző, ez a tünet a betegség késői szakaszában jelentkezik.

Az ízületek mellett más szervekben is kialakulhat elváltozás, ez sajnos a betegség súlyosabb lefolyását vetíti elő. A betegek 20%-ában a kézhatáron a bőr alatt rheumatoid csomók jelennek meg. Az ujjakon, a körömágy alatt vasculitis (érgyulladás) alakulhat ki, ami kifeléyesedhet. A nagyfokú csontritkulás megfelelő terápia mellett is létrejöhet. Idegrendszeri tünetek közül leggyakrabban a kezeken és lábakon kesztyű- illetve zokniszerű zsibbadás, fájdalom jelentkezik. Kialakulhat száraz mellhártya gyulladás, illetve a tüdőben is létrejöhetnek a rheumatoid csomóhoz hasonló képletek, melyek a röntgenképen kerek árnyékok formájában láthatók. Súlyos esetekben tüdőfibrozis alakul ki. Szemészeti szövődeményként említhető az ínhártya jóindulatú, viszkető gyulladása, amely spontán gyógyulhat.

A korai diagnózis felállításában a laboratóriumi vizsgálatok is a klinikus segítségére vannak. A gyulladás jeleit a laboratóriumi leleteken nyomon lehet követni: gyorsult a süllyedés, emelkedett a CRP és a fehérvérsejtszám. A betegségre jellemző autoantitestnek írták le a rheumatoid faktort (RF), mely laboratóriumban könnyen kimutatható. Az RF jelenléte bekevert a RA diagnosztikus kritériumai közé is. Szeropozitív RA-ról beszélünk pozitív RF esetén, a betegség korai szakaszában ez a betegek 50-60%-ára jellemző. Probléma, hogy késői szakaszban is szeronegatív marad a betegek mintegy 20-30%-a, az egészségesek 10-15%-a is pozitív és az RF más autoimmun betegségben is megjelenik. Vagyis az RF nem szenzitív és nem specifikus RA-re.

A citrullinált fehérjék előfordulását gyulladással betegségekben már korábban leírták. RA-ban az anti-CCP (ciklikus citrullinált peptid) került az érdeklődés középpontjába, mert ezen fehérje elleni antitestet szinte csak és kizárólag RA-ban mutatták ki. Az előzetes vizsgálatok alapján a betegség korábbi stádiumában jelenik meg, mint az RF, koncentrációja összefüggést mutathat a betegség aktivitásával. Saját beteganyagban próbáltunk saját eredményeket produkálni az RF és anti-CCP meghatározása során.

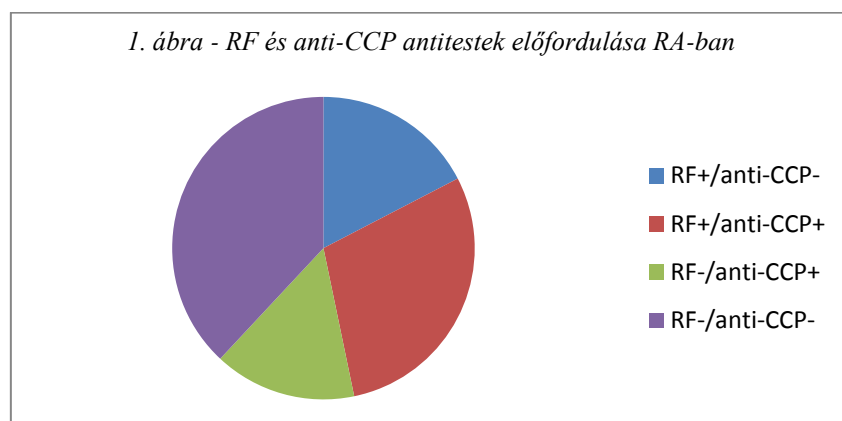
A rheumatoid faktor meghatározása Cobas Mira turbidiméteren történt, amihez DIALAB Kft által forgalmazott Human IgG szuszpenziót alkalmaztunk. Az anti-CCP meghatározás technikája az ELISA módszer volt, a használt kit az Euro-diagnosztika által forgalmazott termék.

93 rheumatoid arthritisben szenvedő beteget vizsgáltunk, 77 nőt és 13 férfit. Átlagéletkoruk $52,3 \pm 13,7$ év volt (minimum 16, maximum 80 év). Betegségük átlagos fennállási ideje $7,0 \pm 7,5$ év (minimum 1, maximum 29 év). Az RA-s betegek mellett elvégeztük 27 más autoimmun betegségben szenvedő (10 Sjögren-szindróma, 10 progresszív szisztémás sclerosis, 7

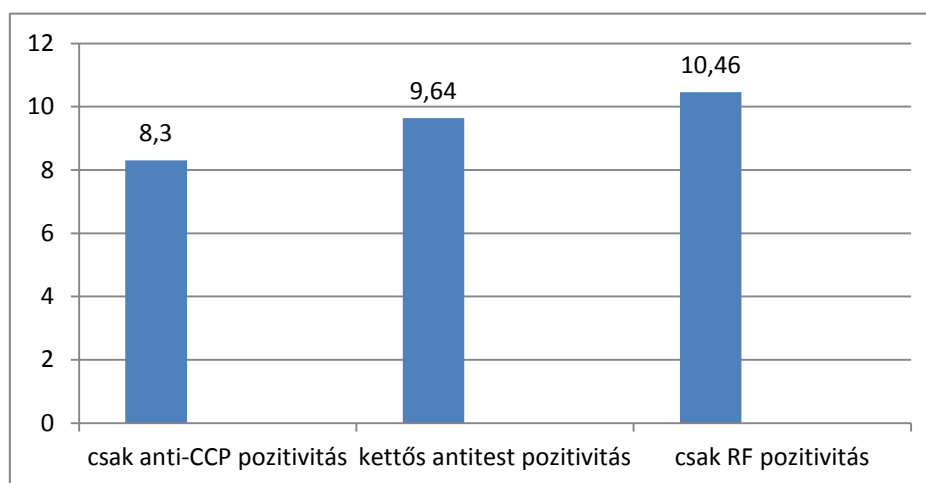
szisztémás lupus erythematosus) és 35 referens személy (26 nő, 9 férfi, átlagéletkor $35,5 \pm 12,2$ év, minimum 17, maximum 70 év) szerológiai vizsgálatát.

Az egészséges személyek esetében egyetlen alkalommal sem detektáltunk RF pozitivitást. Az anti-CCP pozitívítás egy esetben kétes pozitívnek adódott (a kontroll személy követéses vizsgálata zajlik, felmerül az RA jövőbeni kialakulásának lehetősége).

Az RA-ban szenvedő betegek esetében 43-an mutattak RF pozitivitást, anti-CCP antitestet 41 esetben detektáltunk (1. ábra).

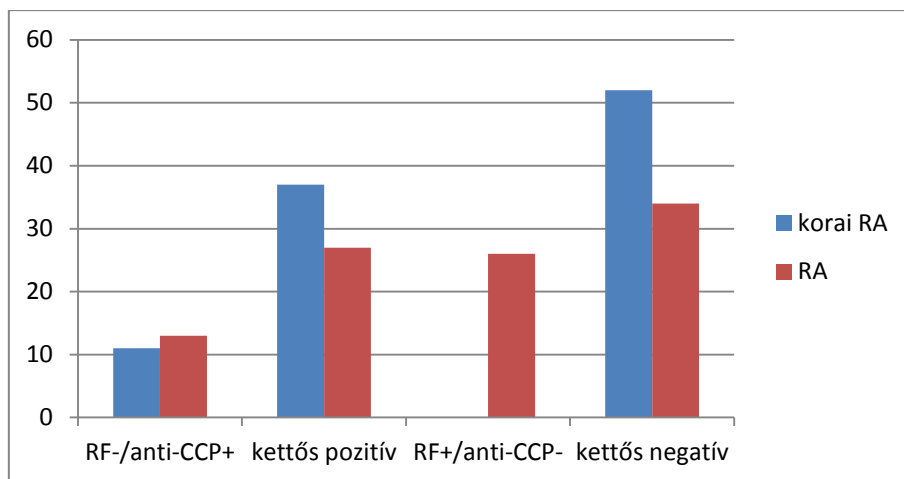


Vizsgáltunk az antitest pozitív eseteket a betegség fennállásának függvényében. Csak anti-CCP pozitív betegek esetében a betegség fennállásának ideje 8,3 évnek adódott. Azoknál a betegeknél, ahol mindkét antitest detektálható volt, 9,6 év a betegség fennállási ideje. Csak RF pozitívak esetében a diagnózis felállítása 10,46 évvel ezelőtt történt (2. ábra).



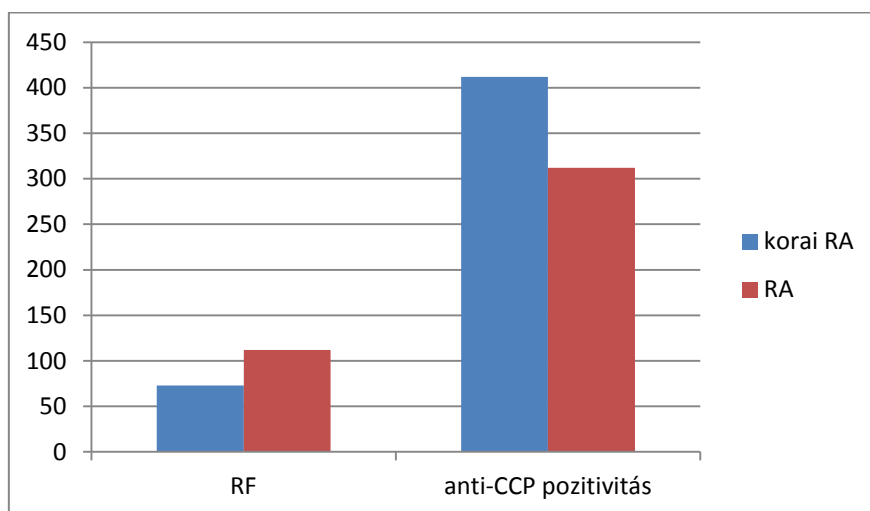
2. ábra – Antitest pozitívítások a betegség fennállási idejének (év) függvényében

Korai RA-ról beszélünk akkor, ha a diagnózis felállításától még nem telt el 2 év. 27 ilyen betegünk volt. Ezen betegek 52%-a mindkét antitestre negatív, csak anti-CCP pozitív 11%-uk, RF és anti-CCP kettős pozitív a vizsgáltak 37%-a. Egészen más a helyzet azoknál az RA-soknál, ahol a betegség fennállási ideje >2 év. A szeronegatív esetek aránya 52%-ról 34%-ra csökkent. A csak anti-CCP pozitívak aránya 13% (11 volt a másik csoportban). A kettős pozitívak aránya 37%-ról 27%-ra csökkent, aminek az az oka, hogy elég nagy százalékban (26%) megjelennek azok a betegek, akiknél csak RF detektálható (3. ábra).



3. ábra Antitest előfordulási gyakoriságok korai és nem korai RA-ban

Vizsgáltuk az antitestek megjelenésén túl a mennyiségüket is. A korai RA-sok és az RA-s betegek átlagéletkorában nem volt különbség. Az RF koncentrációja az betegség fennállásának idejével párhuzamosan enyhén nő, az észlelt különbség nem szignifikáns. Az anti-CCP antitest koncentrációja azonban korai RA-ban szignifikánsan magasabb, mint a betegség későbbi szakaszában (412 vs 312 U/ml, $p < 0,05$) (4. ábra).



4. ábra Az RF és anti-CCP antitestek mennyiségének összevetése

Vizsgálataink alapján elmondható, hogy gyakorlatilag az anti-CCP antitest nem fordul elő egészségesekben (esetleges pozitívítás esetén követni kell a célszemélyt, mert lehet számítani az ízületi érintettség megjelenésére). Korai RA-ban többségében az anti-CCP antitest önálló előfordulása figyelhető meg, az ellenanyag koncentrációja is ekkor a legmagasabb. A betegség fennállásának növekedésével valószínűsíthető, hogy az anti-CCP antitest szintje csökken, egyre több a kettős pozitív beteg, és egyre gyakoribbá válik a RF önálló előfordulása. Kísérleteink megerősítik azokat az irodalmi adatokat, mely szerint az anti-CCP hasznos markere lehet az RA diagnosztikájának, különös tekintettel a korai RA-ra.

Irodalomjegyzék

1. Luban S¹, Li ZG: Citrullinated peptide and its relevance to rheumatoid arthritis: an update. *Int J Rheum Dis.* 2010 Oct;13(4):284-7. doi: 10.1111/j.1756-185X.2010.01553.x.
2. Szodoray P¹, Szabó Z, Kapitány A, Gyetvai A, Lakos G, Szántó S, Szücs G, Szekanecz Z.: Anti-citrullinated protein/peptide autoantibodies in association with genetic and environmental factors as indicators of disease outcome in rheumatoid arthritis. *Autoimmun Rev.* 2010 Jan;9(3):140-3. doi: 10.1016/j.autrev.2009.04.006. Epub 2009 May 7.
3. Raptopoulou A¹, Sidiropoulos P, Katsouraki M, Boumpas DT: Anti-citrulline antibodies in the diagnosis and prognosis of rheumatoid arthritis: evolving concepts. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 2007;44(4):339-63.
4. Greiner A¹, Plischke H, Kellner H, Gruber R. : Association of anti-cyclic citrullinated peptide antibodies, anti-citrullin antibodies, and IgM and IgA rheumatoid factors with serological parameters of disease activity in rheumatoid arthritis. *Ann N Y Acad Sci.* 2005 Jun;1050:295-303.
5. Kapitány A¹, Szabó Z, Lakos G, Aleksza M, Végvári A, Soós L, Karányi Z, Sipka S, Szegedi G, Szekanecz Z.: Associations between serum anti-CCP antibody, rheumatoid factor levels and HLA-DR4 expression in Hungarian patients with rheumatoid arthritis. *Isr Med Assoc J.* 2008 Jan;10(1):32-6.

I. RÁKÓCZI FERENC VÉLT CSONTMARADVÁNYAINAK ELEMZÉSE

Analysis of supposed skeletal remains of Francis Rákóczi I
(Előzetes közlemény – Preliminary study)

Nagy Melinda¹, Csákyová Veronika², Mende Balázs Gusztáv³, Tóth Gábor⁴,
Fraenkel Emil⁵, Halász György⁶

¹*J. Selye University in Komárno, Faculty of Education, Department of Biology,
Bratislavská cesta 3322, 945 01 Komárno, Slovakia*

²*Department of Botany and Genetics, Faculty of Natural Sciences,
Constantine the Philosopher University in Nitra, Tr. Andreja Hlinku 1, 949 74 Nitra, Slovakia*

³*Hungarian Academy of Science, Research Center for the Humanities, Institute of Archaeology,
Úri u. 49, 1014 Budapest, Hungary*

⁴*University of West Hungary, Institute of Biology, Karolyi G. t. 4, 9700 Szombathely, Hungary*

⁵*P. J. Šafárik University, Fac. of Medicine, I-st Dep. Of Internal Medicine, 04000 Košice, Slovakia*

⁶*I. Henszlmann Historical Society, Timonova 27, 04001 Košice, Slovakia*

Abstract

Mitochondrial DNA was isolated from the supposed skeletal remains of Francis Rákóczi I with molecular genetic methods. The mtDNA sequences were determined on ABI Prism 310 Genetic Analyser (Applied Biosystems). Mitochondrial DNA is ideal for archaeogenetic research due to its smaller size than nuclear DNA has, the lack of repetitive sequences, the compact structure and the higher resistance to physical damage affecting it over the centuries. The mitochondria of the fertilized zygote are inherited almost exclusively from the oocyte leading to the maternal pattern of their inheritance.

Based on historical data, in the crypt also Sophia Báthory, mother of Francis Rákóczi I, had been buried. If mtDNA profiles of the two persons is completely identical, their relationship would be confirmed because they share a common maternal ancestor. Their identity could not be yet confirmed in this phase for the objective scientific reasons.

Key words: MtDNA, skeletal remains, Francis Rákóczi I, Kosice, archaeogenetics

Bevezetés

Az archeogenetikában több genetikai marker használatos, melyeket két nagy csoportba sorolhatunk: nukleáris DNS (nuDNS), mely a sejtmagban található; valamint a sejtmagon kívüli extranukleáris DNS. A sejtmagban található kromoszómák egyes DNS szakaszainak elemzésével meghatározható a nem, identifikálhatóak az egyedek és nem utolsó sorban kimutathatóak egyes genetikai háttérű vagy mikroorganizmusok okozta betegségek (Armstrong és mts., 2013; Brown és Brown, 2011; Lalremruata és mts., 2013).

Az extranukleáris DNS, például a mitokondriális DNS (mtDNS), azonban az egyik leggyakrabban használt genetikai marker. Több szempontból is alkalmasabb a régészeti minták vizsgálatára, mint a nukleáris DNS: nagyobb kópiaszámban van jelen a sejtben, nagyságát tekintve sokkal kisebb, mint a nukleáris DNS, jobban ellenáll a fizikai károsító hatásoknak, a DNS-reparáló mechanizmus hiánya miatt fellépő mutációk felgyülemlelnek benne, és rekombináció nélkül öröklődik egyik generációról a másikra anyai ágon (Chinnery és Hudson, 2013; Pakendorf és Stoneking, 2005; St John, 2012; Young és mts., 2006). A filogenetikai analíziseknél a mitokondriális DNS (mtDNS) felhasználása ezeknek a tulajdonságának köszönhetően rendkívül elterjedt.

Afrikával szomszédos területeire (Bramanti és mts., 2009). Továbbá, a legtöbb modern európai mtDNS leszármazási vonal vagy a H, V, U (beleértve a K-t is), J és T haplocsoportok valamelyikébe (ezek mind az R haplocsoport leszármazási vonalai); vagy az I, W és X, haplocsoportok valamelyikébe (ezek az N haplocsoport leszármazási vonalai) tartozik (Bramanti és mts., 2009, Derenko és mts., 2007, Mishmar és mts., 2003). A domináns haplocsoport Európában a H, ennek gyakorisága körülbelül 40% (Brotherton mts., 2013).

A Rákóczi család birtokai a mai Ukrajna, Románia, Magyarország és Szlovákia területén fekszenek, az érintett földi maradványok pedig Szlovákia területén találhatóak. Utóbbi alapján és a család származása alapján a lengyel, magyar és szlovák populációs adatokkal lehet majd összevetni az eredményeket.

A szlovákiai, magyarországi és lengyelországi populáció nagy része a leggyakoribb európai haplocsoportokba (H, HV, J, T, U, I, W, X) sorolható. Mint a legtöbb európai populációban, a szlovákiai, magyarországi és lengyelországi populációban is a H haplocsoport a leggyakoribb – 45,4% a szlovákiai populációban (Malyarchuk és mts., 2008), 39,2% a magyarországi populációban (Hay, 2014) és 43,9% a lengyelországi populációban (Hay, 2014). A szlovákiai populációban a többi haplocsoport frekvenciája a következőképpen alakul: U 15%, T 10,6%, J 9,2%, HV 6,8%, I 4,8%, W 2,9%, X 1,4% and K 1,4% (Malyarchuk és mts., 2008). A magyarországi populációban a többi haplocsoport frekvenciája a következőképpen alakul: U 13,4%, T 11,2%, J 10,1%, HV 0,8%, I 1,9%, W 5,2%, X 1,1% and K 6,8% (Hay, 2014). A lengyelországi populációban a többi haplocsoport frekvenciája a következőképpen alakul: U 18,7%, T 9%, J 7,9%, HV 1%, I 1,9%, W 3,6%, X 1,9% and K 4% (Hay, 2014).

A kutatási cél

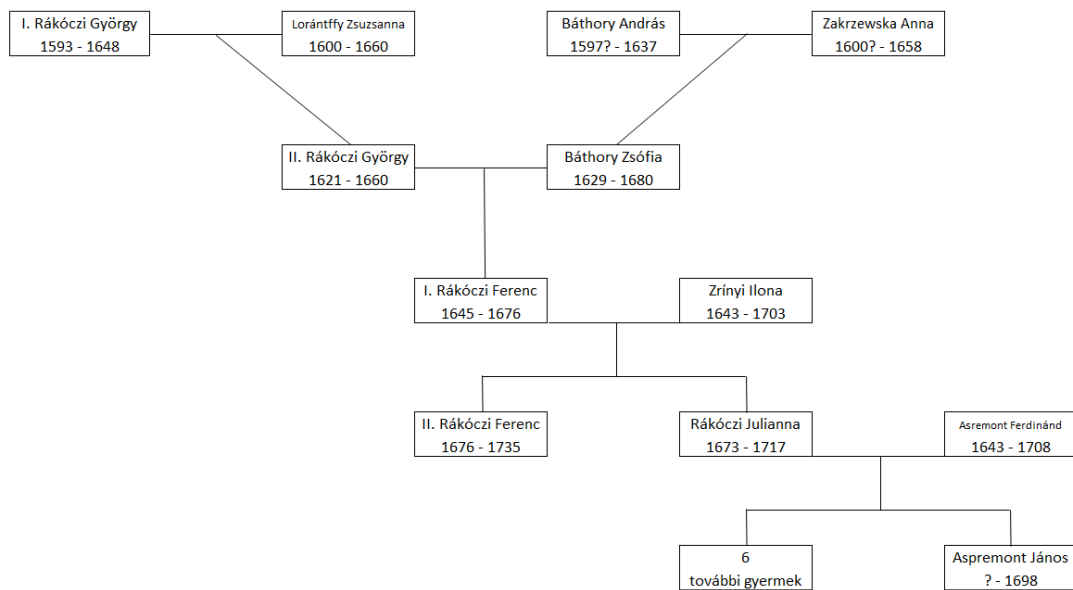
A kutatásunk fő célja volt megkísérelni a kassai premontrei templom kriptájában található I. Rákóczi Ferenc csontmaradványainak archaeogenetikai azonosítását.

A Rákóczi család

A Rákóczi család régi magyar nemesi család, mely országos jelentőségre a 16. század második felében kezdett emelkedni. I. Rákóczi Ferenc, 1645. február 24-én született Gyulafehérvárott II. Rákóczi György fejedelem és Báthory Zsófia egyetlen fiaként. Még atyja életében, 1652. február 18-án Erdély fejedelmévé választották. II. Rákóczi György 1660-ban életével együtt azonban trónját is elvesztette, így I. Rákóczi Ferenc sohasem léphetett trónra. I. Rákóczi Ferenc magyarországi birtokain (többnyire Patakon, vagy makoviczai uradalmában) nagy udvartartással élte életét. Anyja, Báthory Zsófia 1629-ben született, Báthory András (a fejedelemséget viselt Somlyai Báthory család tagja) és Zakrzewska (Zakreszka) Anna leányaként. 1643. február 3-án felesége lett II. Rákóczi Györgynek, és apósa kívánságára áttért a református hitre. Férje elhunyt után azonban nyíltan visszaállt római katolikusnak. Anyja befolyása alatt I. Rákóczi Ferenc is katolizált. 1666. március 1-én nőül vette Zrínyi Ilonát, 1667-ben pedig Sáros vármegye főispánja lett. Báthory Zsófia udvarában pedig otthonra leltek a jezsuiták, mint megbízalmasabb emberei, miközben birtokairól elkergette a protestáns papokat. I. Rákóczi Ferenc a Zrínyi és Frangepán-féle összeesküvésbe bonyolódván, az 1670-es tiszavidéki felkelés leveretése után csak anyja és a jezsuiták közbenjárására, nagy váltságdíj ellenében menekülhetett meg a büntetéstől. Báthory Zsófia később már a protestáns híveket is üldözni kezdte, s emiatt menyével, a római katolikus Zrínyi Ilonával is összetűzött, mivel az enyhébb bánásmódot ajánlott jobbagyaikkal szemben. (Révai Nagy Lexikona, 1924; Zoványi, 1977; Köpeczi és Várkonyi, 2004)

I. Rákóczi Ferenc a Sáros megyei Zboró melletti Makovicza várában halt meg 1676. július 8-án máig tisztázatlan körülmények között, majd Kassán temették el. Egy 4 éves leánya, Julianna és egy negyedfél hónapos fia, Ferenc, a későbbi II. Rákóczi Ferenc maradtak utána. Nem sokkal később, 1680. június 14-én, Báthory Zsófia is elhunyt Munkács várában, majd Kassán

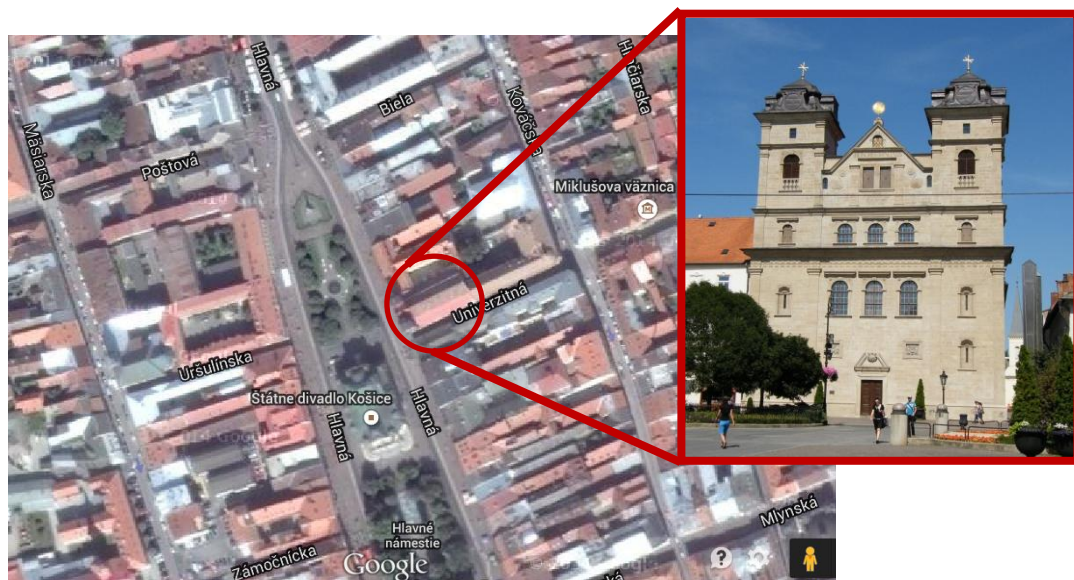
lett eltemetve. 1691-ben Juliannát nőül vette Aspremont Ferdinánd gróf, és 7 gyermekük született. (Zoványi, 1977; Köpeczi és Várkonyi, 2004)



2. ábra: A Rákóczi családfa (nem teljes)

A kriptá

Kassán a Fő utca 67-es házszám alatt ma a premontrei Szentháromság templomot találjuk. A középkorban ezen a telken a királyi ház (Domus Regia) állt. Ez volt a Felvidék gazdasági központja, és a királyi család szálláshelyeként is szolgált, ha Kassán jártak. A jelenlegi templomot Báthori Zsófia és I. Rákóczi Ferenc építtette a jezsuiták számára.



3. ábra: A premontrei Szentháromság templom Kassán (Google Maps)

A templom mindkét patrónusát ide szállították haláluk után, és itt lelték meg végső nyughelyüket a templom alatti kriptában. Hasonlóan itt temették el 1698-ban Aspremont Jánost – Rákóczi Julianna kisfiát (I. Rákóczi Ferenc unokáját).

Az említett történelmi személyiségeken kívül a kriptában 1845-ig további 34 papot és Kassa város számos fontos személyiségét temették el. Ezért a Rákóczi család tagjainak azonosítása nem egyszerű feladat.

Módszerek

A DNS-mintákkal való munka rendkívüli odafigyelést igényel. A mindenütt jelen lévő recens DNS molekulák a laboratóriumi munka során könnyen felülkerekedhetnek a degradált DNS molekuláin. Ezért szükséges a szennyeződés megelőzését szolgáló szigorú előírások betartása. Az izolációhoz a minták előkészítését Kalmár és mts. (2000) és Shapiro és Hofreiter (2012) protokolljai alapján végeztük.

A Kalmár és mts. (2000) és Tömöry és mts. (2007) által leírt standard DNS-izolálási módszereket alkalmaztuk egy kis módosítással. A sikeres izoláció után – amit a mintákban jelen lévő DNS és a DNS-mentes negatív kontrollok jeleznek – következett a kiválasztott DNS szakasz sokszorosítása (amplifikálása). Ez PCR-reakcióval (Polymerase Chain Reaction) történik. Így annyi PCR-terméket kaptunk, ami elegendő mennyiség a további vizsgálatokhoz.

Ezt követte az amplifikált szakasz szekvenálása. A szekvenáló reakciót ABI PRISM BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Ready Reaction Kit (Applied Biosystems)-elvégeztük, és a szekvenciákat ABI Prism 310 Genetic Analyzer (Applied Biosystems) analízátorral határoztuk meg.

Eredmények

A kutatás jelenlegi szakaszában a következőket állapíthatjuk meg. A kripta termeinek temetkezéseit és az egyes sírokat a templom építését követő három évszázadban többször is feldúlták. A koporsók megsérültek, a legtöbb esetben a csontmaradványok nem a koporsóban helyezkednek el, hanem azon kívül. Számos csontmaradvány egy halomban, a kripta egyik termének oldalfala közelében lett felhalmozva. A sírok jelöletlenek, a halomba rakott csontok állapota pedig nagyon rossz, elsősorban a kripta szellőzőrendszerének a közelmúltban történt elfalazása következtében.

A kripta egy különálló, névvel-címerrel nem jelölt, azonban építészeti és kialakítási szempontok alapján a Rákócziakhoz köthető termében egy férfi csontváz maradványait leltünk fel. A csontok mellett a rangos temetkezés tényét alátámasztó fémkoporsó töredékeit is megtaláltuk ugyanebben a teremben. Az előzetes antropometriai felmérés alapján a csontmaradványok neme és a becsült elhalálási életkora, valamint egyéb paramétere nem mond ellent annak, hogy a 31 éves korában elhunyt I. Rákóczi Ferenc csontmaradványainak vélelmezzük.

A mintavételt követő laboratóriumi elemzése sikeres volt – a mintából sikerült mitokondriális DNS-t izolálni. A maradványok azonosításához azonban további vizsgálatok és elemzések szükségesek.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a budapesti Magyar Tudományos Akadémia Bölcsészettudományi Kutatóközpont Régészeti Intézet Archeogenetikai Laboratóriumában zajlik a Visegrádi Alap (ID 51401102) támogatásával, melyet ezúton is köszönünk.

Felhasznált szakirodalom

Armstrong, S., Cloutier, L., Arredondo, C., Roksandic, M., Carney, M. 2013. Spinabifida in a pre-Columbian Cuban population: A paleoepidemiological study of genetic and dietary risk factors. In: *International Journal of Paleopathology*, 3, 2013, p. 19 – 29

- Behar, D. M., Villems, R., Soodyal, H., Blue-Smith, J., Pereira, L., Metspalu, E., Scozzari, R., Makkan, H., Tzur, S., Comas, D., Bertranpetit, J., Quintana-Murci, L., Tyler-Smith, C., Wells, R. S., Rosset, S., Genographic Consortium. 2008. The dawn of human matrilineal diversity. In: *Am J Hum Genet.*, 82(5), 2008, p. 1130-1140
- Bellance, N., Lestienne, P., Rossignol, R. 2009. Mitochondria: from bioenergetics to the Metabolic Regulation of Carcinogenesis. In: *Front Biosci.*, 14, 2009, p. 4015 – 4034
- Bramanti, B., Thomas, M. G., Haak, W., Unterlaender, M., Jores, P., Tambets, K., Antanaitis-Jacobs, I., Haidle, M. N., Jankauskas, R., Kind, C. J., Lueth, F., Terberger, T., Hiller, J., Matsumura, S., Forster, P., Burger, J. 2009. Genetic Discontinuity Between Local Hunter-Gatherers and Central Europe's First Farmers. In: *Science*, 326, 2009, p. 137 – 140
- Brotherton, P., Haak, W., Templeton, J., Brandt, G., Soubrier, J., Adler, C. J., Richards, S.M., Sarkissian, C. D., Ganslmeier, R., Friederich, S., Dresely, V., van Oven, M., Kenyon, R., Van der Hoek, M. B., Kørlach, J., Luong, K., Ho, S. Y., Quintana-Murci, L., Behar, D. M., Meller, H., Alt, K. W., Cooper, A., Genographic Consortium. 2013. Neolithic mitochondrial haplogroup H genomes and the genetic origins of Europeans. In: *Nat Commun.* 2013. 4:1764
- Brown, T., Brown, K. 2011. *Biomolecular Archaeology an Introduction*. 1th ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 2011. 336 p. ISBN 978-1-4051-7960-7
- Derenko, M., Malyarchuk, B., Grzybowski, T., Denisova, G., Dambueva, I., Perkova, M., Dorzhu, C., Luzina, F., Lee, H. K., Vanecek, T., Villems, R., Zakharov, I. 2007. Phylogeographic analysis of mitochondrial DNA in northern Asian populations. In: *Am J Hum Genet.* 81, 2007, p. 1025 – 1041
- Hay, M., *Distribution of European mitochondrial DNA (mtDNA) haplogroups by region in percentage (2004-2014)* (Last update: February 2014) URL: http://www.eupedia.com/europe/european_mtdna_haplogroups_frequency.shtml
- Howell, N., Elson, J.L., Howell, C., Turnbull, D.M. 2007. Relative Rates of Evolution in the Coding and Control Regions of African mtDNAs. In: *Mol. Biol. Evol.*, 24, 2007, p. 2213 – 2221
- Chinnery, P. F., Hudson, G. 2013. Mitochondrial Genetics. In: *Br Med Bull*, 106, 2013, p. 135 – 159
- Kalmár, T., Bachrati, Cs.Z., Marcsik, A., Raskó, I. 2000. A Simple and Efficient Method for PCR Amplifiable DNA Extraction from Ancient Bones. *Nucleic Acids Research*, 28, 2000, e67
- Köpeczi, B., R. Várkonyi, Á. 2004. *II. Rákóczi Ferenc*. 3. jav. kiad. Osiris Kiadó, Budapest, ISBN 963-389-508-1
- Lalremruata, A., Ball, M., Bianucci, R., Welte, B., Nerlich, A. G., Jürgen F. J., Kun, J. F. J., Pusch, c. m. 2013. Molecular Identification of Falciparum Malaria and Human Tuberculosis Co-Infections in Mummies from the Fayum Depression (Lower Egypt). In: *PLoS ONE* 8, 2013, e60307
- Macaulay, V., Hill, C., Rengo, C., Clarke, D., Meehan, W., Blackburn, J., Semino, O., Scozzari, R., Cruciani, F., Taha, A., Shaari, N. K., Raja, J. M., Ismail, P., Zainuddin, Z., Goodwin, W., Bulbeck, D., Bandelt, H. J., Oppenheimer, S., Torroni, A., Richards, M. 2005. Single, rapid coastal settlement of Asia revealed by analysis of complete mitochondrial genomes. In: *Science*, 308, 2005, s. 1034–1036
- Malyarchuk, B., Grzybowski, T., Derenko, M., Perkova, M., Vanacek, T., Lazur, J., Gornolcak, P., Tsybovsky, I. 2008. Mitochondrial Phylogeny in Eastern and Western Slavs. In: *Mol. Biol. Evol.*, 25 (8), 2008, p. 1651-1658
- Mishmar, D., Ruiz-Pesini, E., Golik, P., Macaulay, V., Clark, A. G., Hosseini, S. 2003. Natural selection shaped regional mtDNA variation in humans. In: *Proc Natl Acad Sci USA*. 100(1):171-176.

- Pakendorf, B., Stoneking, M. 2005. Mitochondrial DNA and human evolution. In: *Annu. Rev. Genomics Hum. Genet.*, 6, 2005, p. 165 – 183
- Révai Nagy Lexikona 1924. *Az Ismeretek Enciklopédiája*. XVI. Kötet, Révai Testvérek Irodalmi Intézet Részvénytársaság, Budapest, 1924.
- Shapiro, B., Hofreiter, M. 2012. *Ancient DNA Methods and Protocols. Methods in Molecular biology* 840, Springer Protocols. New York: Humana Press, 2012. 247 p. ISBN 978-1-61779-516-9
- Soares, P., Achilli, A., Semino, O., Davies, W., Macaulay, V., Bandelt, H. J., Torroni, A., Richards, M. B. 2010. The Archaeogenetics of Europe. In: *Current Biology*, 20, 2010, p. 174 – 183
- St John, J.C. 2012. Transmission, inheritance and replication of mitochondrial DNA in mammals: implications for reproductive processes and infertility. In: *Cell Tissue Res.*, 349, 2012, p. 795 – 808
- Tömöry, Gy., Csányi, B., Bogácsi-Szabó, E., Kalmár, T., Czibula, Á., Csősz, A., Priskin, K., Mende, B., Langó, P., Downes, C.S. 2007. Comparison of Maternal Lineage and Biogeographic Analyses of Ancient and Modern Hungarian Populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 134, 2007, p. 354 – 368
- Young, B., Lowe, J. S., Stevens, A., Heath, J. W. 2006. *Wheater's Functional Histology*, 5th edition, Churchill Livingstone Published March 2006, ISBN 044306850X, 448 Pages
- Zoványi, J. 1977. *Magyarországi protestáns egyháztörténeti lexikon*. 3. javított és bővített kiadás, a Magyarországi Református Egyház Zsinati Irodájának Sajtóosztálya, Budapest, 1977., ISBN 963 7030 15 8 <http://digit.drk.hu/?m=lib&book=3&p=228>

HÓDCSONTOK BRONZKORI, VASKORI LELETEK KÖZÖTT, HASZNOSÍTÁSUK RÉGEN ÉS MA

Nagy Gábor

Magyar Nemzeti Múzeum

1088 Budapest, Múzeum körút 14-16.

E-mail: nagaradoc@gmail.com, gabor.nagy@mnm-nok.gov.hu

A régészeti feltáráson a bronzkorból, az urnamezős kultúra, halomsíros, illetve kora vaskori kultúra rétegeiből került elő a közönséges hód (*Castor fiber*) több maradványa is.

A kora vaskori STR: 7289 házbelsőből előkerült két különböző hódtól származó darabolt állkapocs, egy felnőtt (adultus) és egy közel felnőtt (subadultus) állattól származtak, egy bordatöredék közepén vágásnyommal.

Az STR: 7423 gödörben, egy kifejlett állat koponyájának a bal oldali darabolt töredéke, emellett egy másik állat baloldali járomcsontja. Hiányoztak a metszőfogak, a darabolás nyomokat vizsgálva, valószínűleg kiemelték őket. A járomcsonton vágásnyomok találhatóak, ugyanitt egy baloldali könyökcsonton is darabolás nyomai láthatóak.

A halomsíros kultúrához tartozó (STR3569) statigrafiai egységből is előkerült hód maradvány. Egy baloldali felső metszőfog, melynek a külső felületét a fajra jellemző narancssárga színű zománc borítja.

A környezet mely körülveszi a feltárási helyszíneket sokat változott az évezredek alatt. Egyben azonban jelenleg is hasonlít a régmúltra. Folyók, patakok hálózák be a környéket ma is. A bronzkori környezet, a vízben, vízpartokon szívesen élő állatoknak ideális élőhelye lehetett. Az ártéri ligeterdők, a közeli erdők, gazdag állatfaunának nyújtottak menedéket. Az itt élt embereknek a hód mindig is különleges vadászsákmány lehetett, több célra hasznosíthatták. Elsősorban bőréből nagyon időtálló, vízhatlan prémet készíthettek, húsát fogyaszthatták, csontjait eszköznek, amulettnek, metszőfogait véső, faragó, kaparó szerszámnak használták.

Az újra betelepített hódok ma újra kezdik benépesíteni a több évezredes élőhelyeket, néhol már „túl sokan vannak, károkat okoznak a XXI. századi embereknek”.

Vajon tudunk-e egymás mellett élni, megtanuljuk-e „hasznosítani” a hódokat, mint tették eleink több ezer évig?

A KÖZÉPISKOLAI NÉMET NYELVOKTATÁS HELYZETÉNEK ÉS STRUKTÚRÁJÁNAK KAPCSOLATA A TERMÉSZETTUDOMÁNYOKKAL

Tóthné Bozi Edit¹, Tóth Gábor²

*¹Premontrai Rendi Szent Norbert Gimnázium,
9700 Szombathely, Széchenyi u. 2.*

E-mail: tbozi.edit@gmail.com

*²Nyugat-Magyarországi Egyetem, TTMK, Biológia Intézet,
9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4. E-mail: tgabor@ttk.nyme.hu*

Európában a 20. század második feléig, az angol nyelv térhódításáig, a német nyelv a tudomány nyelveként is működött. Egyes tudományágak területén (pl. régészet) mai napig is megőrizte vezető szerepét, de a természettudományok területén is gyakran megkerülhetetlen. Ily módon a klasszikus európai gyökerekkel bíró biológiai antropológia sem nélkülözheti a német nyelv- és szakirodalom ismeretét. A német nyelv a középiskolai nyelvoktatásban elveszítette vezető szerepét, ez magával hozta a szakirodalmi tájékozottság kényszerű beszűkülését is. Szükséges áttekinteni az iskolai nyelvi képzés struktúráját és anyagát ezen szempontok alapján is. Érdekes kérdés, hogy az idegen nyelvi szóanyag mekkora arányban képviseli az egyes tudományterületek (természettudomány, gazdaság, politika, jog, stb.) majdani szakszókincsének alapszavait.

TRENDEK A VADÁSZREPÜLŐGÉPEK LEGÚJABB GENERÁCIÓINAK FEJLESZTÉSÉRE ALKALMAZÁSÁRA

Békési Bertold¹, Szegedi Péter²

¹⁻² *Nemzeti Közszerológati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Üzemeltető Intézet, Katonai Repülő Tanszék, egyetemi docens 5008 Szolnok, Kilián u. 1.
E-mail: bekesi.bertold@uni-nke.hu, szegedi.peter@uni-nke.hu*

A negyedik generációs vadászrepülőgépek felváltásának gondolata már a 80-as években felmerült. Az ötödik generációs gépek kifejlesztése rendkívül lassan halad, mind nyugaton, mind keleten. A kilencvenes évek közepén az Egyesült Államok elsőként fejlesztette repülőképesé az ötödik generációs vadászrepülőgépet. Az F-22 és az F-35 volt a két első rendszerbe állított ilyen repülőgép. A cikk az ötödik generációs repülőgépek jelenlegi fejlesztési, aktuális helyzetét mutatja be, illetve néhány gondolat erejéig bepillantást nyújt, hogy milyenek lehetnek a hatodik generációs vadászrepülőgépek.

Kulcsszavak: vadászrepülőgépek, F-22, F-35, T-50, J-20, ATD-X

BEVEZETÉS

A különböző típusú vadászrepülőgépek generációiról amikor beszélünk nem túl sok fogalmunk van mit is jelent vagy egyáltalán, hol is van a váltás mitől ötödik generációs egy vadászrepülőgép.

Megelőző trendek főbb ismérvei

A második világháború előtt és alatt kifejlesztett repülőgépeket lehet az első generációs vadászrepülőgépek csoportjába sorolni. Megannyi technikai különbség ellenére nagyjából hasonló elvek alapján készültek. Ezek a repülőgépek szubszonikusak, azaz még nem tudták átlépni a hangsebességet. A II. világháború sok repülőgépével ellentétben már teljesen fémből épültek, nem használtak fel bennük fát vagy textíliát. A beépített fegyverzetüket gépágyúk alkották, emellett a szárnyak és a törzs alatt, nem-irányított rakétákat és bombákat hordoztak. Szárnyuk, a korábban általánosan használt egyenes szárny helyett nyilazott volt, ami lehetővé tette a nagyobb sebesség elérését. Ezek közül egyedül talán a Me-262 volt az a repülőgép, amelyet már gyakorlatilag a második generáció első gépének lehetett tekinteni [14] [24].

A második generációs repülőgépek a II. világháború utáni, illetve a hidegháború kezdetén épült sugárhajtású repülőgépek (például a MIG-15). Ezek a repülőgépek a német mérnököktől szerzett tudás alapján épültek, ezért sokban hasonlítottak egymásra. Főbb jellemzőikhez sorolhatjuk, hogy ezen generáció repülőgépei lépték át először a hangsebességet, fedélzetükön megjelentek az irányított légiharc-rakéták. A repülőgépekre a korábbi nyilazott szárny helyett az ekkor feltalált deltaszárnyat terveztek, amely kisebb légellenállás mellett nagyobb felületű és több tüzelőanyag elhelyezését tette lehetővé. Ez az időszak nagyjából az 1960-as évek végéig tartott. A legsikeresebb vadászrepülőgép ebben az időben talán a MIG-21 típus tekinthető. Ma is nagy számban állnak hadrendben, korszerűsítés után kis ráfordítással meglehetősen költséghatékonyan képesek feladataikat ellátni, bár üzembiztonságuk kívánnivalókat hagy maga után [14][24].

A harmadik generáció a 70-es, 80-as évek vadászrepülőgépei. Ezek a repülőgépek elérték a racionálisan elérhető legnagyobb sebességet és repülési magasságot, de ennek komoly ára volt: ezen repülőgépek fel- és leszállási tulajdonságai igen rosszak voltak. Ez nemcsak a piló-

ták és a repülőgépek épségét veszélyeztette, hanem az ilyen repülőgépeket alkalmazó légierőket rendkívül sebezhetővé tette. A repülőterek ideális célpontjai voltak az ellenség légicsapásainak, és a futópályák viszonylag kis sérülések esetén is használhatatlanná váltak a rendkívül nagy neki- és kifutási hosszal rendelkező repülőgépek számára.

Az 1960-as években elkezdték keresni a repülőgépek repülőterektől való függetlenítésének lehetőségét. Megjelentek a helyből felszálló repülőgépek, ezek egyáltalán nem igényeltek semmilyen repülőteret, a repülőgépek nagy többsége pedig az ekkor elterjedt változtatható nyílazású szárnyal rendelkező, amely előrenyitva lehetővé tette a kis fel- és leszállósebességet, erősen hátranyílazva pedig a nagy repülési sebességet [24].

A repülőgépek fegyverzetébe az irányított légiharc-rakéták mellett visszakerült a gépágyú, a földi célok ellen pedig ekkor terjedtek el az első irányított rakétafegyverek és bombák.

A repülőgépek avionikája egyre bonyolultabb lett, a sokféle irányított fegyver vezérléséhez akkora mennyiségű elektronikára volt szükség, ami fel sem fért volna egyetlen repülőgépre, ezért a harmadik generációs vadászrepülőgépek erősen specializáltak voltak, ugyanannak a típusnak gyakran gyártották több, eltérő feladatkörre optimalizált változatát (MiG-23 és MiG-25, F-14, Tornado, F2, F-111A és B helyből felszálló Harrierek). A szárnynyílazást változtató mechanika és a tetemes tömegű fedélzeti elektronika együttesen a repülőgépeket nehézkessé, rosszul manőverezhetővé, bonyolulttá és drágává tette. A nehéz üzemeltethetőség miatt a hidegháború végeztével ezeket a repülőgépeket gyorsan kivonták a hadrendből, ma már csak néhány légierő alkalmazza őket.

A negyedik generációs harci repülőgépek az 1970-es évek közepétől az ezredfordulóig a helyi háborúk, elsősorban a vietnami háború tapasztalatai alapján kifejlesztett repülőgépek. Jellemzőjük a rendkívül jó manőverező képesség, az elődökénél lényegesen kisebb tömegű, de hatékonyabb elektronika. Az USA feláldozva a megbízhatóságot, teletömte elektronikai fejlesztésekkel a gépeket. Hosszú távon ez jó stratégia volt, rövid távon rengeteg gondot okozott, nagyon sok volt a baleset. Az oroszok ekkor már komoly nehézségekkel küzdöttek, ezért inkább a megbízható, mechanikus megoldásoknál maradtak, például az irányítás területén. A MiG-29 kezdetleges módon irányítja a kormányokat, az F16 már elektronikusan végzi. Ezek a repülőgépek általában többfunkciósak, azaz egyaránt használhatóak légi harcra, csapásmérésre és felderítésre [24].

AZ ÖTÖDIK GENERÁCIÓS REPÜLŐGÉPEK

Az ötödik generációs gépek a legmodernebb harci repülőgépek. Komoly áttörés következett be a katonai repülőgépek végeláthatatlannak tűnő fejlesztési folyamatában az elmúlt időszakban. Nagy különbségek a kilencvenes években alakultak ki. A legismertebb negyedik generációs repülőgépek az F-16 Fighting Falcon A/B/C/D változatai, de ebbe a kategóriába tartozik a MiG-29, a Szu-27, az F-15 Eagle, az F/A-18 Hornet A/B/C/D változatai, és a Mirage 2000. Az ötödik generációs repülőgépek kifejlesztése rendkívül lassan halad, mind nyugaton, mind keleten. Ezért kialakítanak egy úgynevezett (4+) generációt, mely a negyedik generációs fejlesztései. Ilyen repülőgép a JAS 39 Gripen, az Eurofighter Typhoon, a Rafale, a Szu-34 és a J-10, valamint az F-16AM/BM/E/F/I, az F/A-18E/F Super Hornet és EA-18G Growler, a korszerűsített F-15C/D/E-k és az F-15I/K/SG-k.

A követelmény annyival nőtt, hogy a nagy sebességű manőverező képességet fejlesszék, és lehetőleg jobban láthatatlan legyen a radarok számára. Az első igény azért fontos, mert nagy sebességű manőverezéskor a repülőgépek nagy része rendkívül gyorsan veszít sebességéből. Ezért olyan hajtóművet kellett kifejlesztetni, amely manőverezéskor is nagy sebességen tudja tartani a gépet. A másik elvárás a láthatatlanság. Az új igény tehát kézzel fogható lett, a radarok számára minél kevésbé látható repülőgép, és ha véletlen észreveszik, akkor felvehesse a harcot, tehát harci repülőgép legyen [2][14].

A világ legmodernebb, szolgálatban álló harci repülőgépei, az amerikai F-22A Raptor mellett szépen lassan megjelent az új generáció többi tagja: az amerikai Lockheed-Martin F-35 Lighting II., az orosz Szuhoj PAK-FA (T-50), illetve a kínai Chengdu J-20-as és a Japán Mitsubishi ATD-X.

Az ötödik generációs repülőgépek jellemzői:

- alacsony észlelhetőség a rádiólokációs és infravörös tartományokban;
- a törzsbe süllyesztett fegyvertérben elhelyezett intelligens bombák és rakéták (a sisakba épített célzórendszerek pedig a pilóta fej- és szemmozgását követve dolgoznak);
- szupercirkáló üzemmód¹
- nagy manőverező képesség hangsebesség feletti üzemmódon;
- hangsebesség feletti utazó sebesség a hajtómű utánégető üzemmódja nélkül;
- sokoldalúság (vagyis nagy harci hatékonyság a légi, földi és tengeri célpontok megsemmisítésekor);
- A körkörös látást és érzékelést lehetővé tevő különleges optikai és elektronikai érzékelők.

Mindezeket kifinomult, számítógépek százaiból álló informatikai rendszer irányítja. A repülőgépek részben kompozit anyagokból készülnek, a sárkányszerkezetet hatalmas teljesítményű, akár tolóerő-vektorálható², azaz a gáz sugar-eltérítésen alapuló, szuper manőverező képességet biztosító hajtóművek emelik a levegőbe [4][5].

Különbségek az egyes koncepciók között

Az egyik legfontosabb követelmény az orosz ötödik generációs vadászgépnél a manőverező képesség - képes fenntartani repülőgép irányíthatóságát és stabilitását szuperkritikus állásszögeken nagy túlterhelések mellett, megtartva a harci manőverek biztonságát, valamint a repülőgép azon képességét, amely lehetővé teszi, hogy közvetlenül fegyvereket a célba juttassa. Meg kell jegyezni, hogy az USA ötödik generációs vadászrepülőgépeinél is követelményként szerepelt a fordulékonyág, de később több kísérleti vizsgálat után, az amerikaiak úgy döntöttek, hogy inkább a harci repülőgép teljes dinamikai harcászati rendszerére összpontosítanak [4].

Az USA visszalépése a szuper manőverezhetőség terén, a repülőgépek fegyverzetének gyors fejlődésének köszönhető (sisakra szerelt célmegjelölő rendszerek és az új önirányító rakéták rendszerek, amelyeknek már nincs szükségük az ellenség háta mögé kerüléséhez). Azt feltételezték, hogy a légi csaták közepes hatótávolságokon történnek és csak a végső esetben lesz szükség csak a manőverező légi harcra "ha valami nem úgy sikerül mint, ahogyan azt tervezték". A csökkentet radar észlelhetőség lehetővé teszi a megtervezett cél — elsőnek megláttam elsőnek lőttem — elvet, amely szintén erősítette a szupermanőverezhetőség gondolatának elvetését. Másrészt, az amerikai monopólium fokozatos eltűnése az ötödik generációs vadászrepülőgépeknél mégis rámutatott, hogy fontos a "szuper irányíthatóság". Ha két lopakodó repülőgép találkozik (feltételezve mindkettő radarja egyforma), akkor ezen repülőgépek harci taktikája visszatér a korábbi generációknál alkalmazottakhoz [4].

F-22 RAPTOR

Az F-22 Raptor (1. ábra) amerikai gyártású Fejlett Taktikai Vadászgép³, a világ első ötödik generációs harci repülőgépe. Az Amerikai Légierőnél az F-15 Eagle és az F-117 Nighthawk

¹ azt jelenti, hogy a repülőgépek képesek utánégető nélkül is hangsebesség feletti sebességgel haladni.

² a hajtóművekből kiáramló gáz irányának megváltoztatását, módosítását jelenti, ezzel nagyban javítva a repülőgép manőverező képességét

³ ATF - Advanced Tactical Fighter

repülőgépek helyettesítésére hozták létre fejlesztették ki. Az is várható volt, hogy az új típus a 90-es évek vége felé szolgálatba állhat, és az új évezred kezdetére az USAF⁴ új alaptípusává lehet. Kiemelkedő manőverező képessége, lopakodó kialakítása, fejlett avionikája és fegyverzete miatt jelenleg kevés olyan repülőgéptípus van, amely a siker reményével vehetné fel vele a harcot. Repülési képességei és manőverezőképessége a többi vadászrepülőgéppel szemben a szuperszonikus sebességtartományban is jó, utánégető használata nélkül is tartósan képes 1,5 Mach sebességgel repülni. A tolóerővektor-eltérítéssel felszerelt hajtóműve miatt igen kis sebességgel repülve is képes intenzív manőverezésre [3] [6].

A csökkentett észlelhetőségű gép kiváló radarral és fejlett adatátviteli rendszerrel rendelkezik, így az egy vagy több generációval korábbi ellenfeivel szemben óriási előnyrel rendelkezik. Még azok érzékelési zónáján kívül a teljes légi helyzetkép birtokában támadó pozícióba manőverezheti magát.

A csökkentett észlelhetőség fogalmának használata nem véletlen, a köznyelvben általában lopakodóknak nevezett harci gépek ugyanis korántsem teljesen láthatatlanok, pusztán arról van szó, hogy különféle műszaki megoldások kombinált alkalmazásával elérhető, hogy a detektálási távolság drasztikusan lecsökkenjen. Az ellenfél radarján gyakorlatilag csak akkor jelenik meg a Raptor, amikor már késő. Jellemző az F-22-es fontosságára és az alkalmazott technológia titkosságára, hogy még az Egyesült Államok legközelebbi szövetségesei sem vehettek a gépből [1].



1. ábra F-22 Raptor⁵⁶

Az F-22 hagyományos aerodinamikai elrendezésű, vállszárnyas konstrukció. A szárnyak belépőélén orrsegédszárnyat, a kilépőéleken fékszárnyat és csűrőlapokat helyeztek el. Az osztott függőleges vezérsíkokat kifelé megdöntötték (így nem zárnak be derékszöveget a szárnyakkal és a vízszintes vezérsíkokkal, ez csökkenti a rádiólokátoros észlelhetőséget). A vízszintes vezérsíkok teljes egészében elfordíthatóak, és magassági kormányként és, aszimmetrikusan kitérítve, csűrőként is szolgálnak. A két hajtóművet a törzs hátsó részében, egymás mellett helyezték el, fűvócsövük függőlegesen $\pm 20^\circ$ -ban kitéríthető, javítva a manőverező képességet. A repülőgép a levegőben utántölthető, a merev csöves rendszer fogadóberendezését a törzs felső részén helyezték el. Törzsféklapot nem alakítottak ki, az aerodinamikai fékezést kizárólag a kormányoszlop megfelelő kitérítésével végzik: a megosztott függőleges vezérsíkon lévő oldalkormányokat szimmetrikusan kifelé, a csűrőket, szintén szimmetrikusan felfelé, a fékszárnyakat pedig szimmetrikusan lefelé térítik ki. A repülőgép csűrőit és orrsegédszárnyait a megszokottól eltérően úgy alakították ki, hogy azok teljesen a törővépig érnek, így azok

⁴ United States Air Force - Az Amerikai Egyesült Államok Légierője

⁵ http://i.kinja-img.com/gawker-media/image/upload/s--oD90DXUI--/c_fit,fl_progressive,q_80,w_636/acrg8c748nvtmfqg91s.jpg (2015.05.15)

⁶ http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a4/F-22_Raptor_Internal_Weapons_Bay.jpg (2015.05.15)

kitérített helyzetükben nem vernek vissza több radarsugárzást. Az oldalkormányok kialakítása hasonló a függőleges vezérsíkon. Az F-35 vadászpilóta repülőgépen hasonló megoldást alkalmaznak.

A repülőgép sarkánya titánötvözetekből (39%), kompozit anyagokból (24%) és alumíniumötvözetekből (16%) áll. A futómű hagyományos tricikli elrendezésű. Az F-22 tervezésének letelejétől figyelembe vették az alacsony észlelhetőségre vonatkozó követelményeket, így a gép sarkányának kialakításánál nem csak az aerodinamikai szempontok érvényesültek. A repülőgép hatásos visszaverő keresztmetszete az USAF állítása szerint egy üveggolyóéval megegyező, azaz körülbelül 1–10 cm². Ez mintegy százada-ezrede az F-117, tizede-százada a B-2, hetede-kilencede az F-35, valamint kevesebb mint kétezrede a PAK FA hatásos visszaverő felületének [6].

F-35 LIGHTNING II

Az F-35 Lightning II (korábbi nevén X-35 JSF, azaz Joint Strike Fighter, angolul „Közös Csapásmérő Vadászpilóta repülőgép”) ötödik generációs, egy hajtóműves könnyű vadászbombázó repülőgép, melyet kiterjedt nemzetközi kooperációban a Lockheed Martin, valamint fő partnerei a BAE Systems és a Northrop Grumman fejlesztettek, az Egyesült Államok és több más ország (Egyesült Királyság, Ausztrália, Hollandia, Olaszország) számára. A repülőgéppel az F-16 Fighting Falcon, az F/A-18 Hornet, a Harrier és az F-117 Nighthawk repülőgépeket tervezik leváltani. Az F-35 program a várttól eltérően tetemes késésben és költségtúllépésben van a kezdetektől.

A Lockheed Martin bejelentette, hogy sikeresen elvégezték az F-35A Lightning II típusú, ötödik generációs vadászbombázó nagy állásszögű tesztjeit. A JSF (Joint Strike Fighter) program még 2012 őszen ért az F-35A nagy állásszögű tesztjeihez, melyek során próbára tették a gép repülési tulajdonságait és a digitális vezérlőrendszert egyaránt különböző üzemanyagszint és függesztmény konfigurációk mellett. A tesztek 100 százalékos biztonsággal zajlottak, egyszer sem kellett fékernyőt nyitni veszélyes bedugózás vagy irányíthatatlanná válás miatt. A 2. ábrán a Lockheed Martin F-35A egyik tesztrepülését láthatjuk [7][8].



2. ábra F-35A Lightning II⁷

A repülőgép hagyományos aerodinamikai elrendezésű, felső trapézsírnas konstrukció, osztott függőleges vezérsíkokkal. Az orrsegédszárny kivételével a kormányfelületek mozgását a hagyományostól eltérő módon oldották meg. Az EHAS (Electro-Hydrostatic Actuation System, elektro-hidrosztatikai mozgatórendszer), ellentétben a hagyományos repülőgépek központi hidraulika-rendszerével, minden egyes munkahengernél külön elektromos berendezéssel tartja fenn a hidraulikanyomást, de a berendezések energiaellátása elektromosan történt.

⁷ <https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/bf/b2/28/bfb228986304144d9b8d60eb67bec89b.jpg>

nik. A rendszer jóval nagyobb túlélőképességet biztosít a repülőgépnek, a korábban tervezett gépeknél a hidraulika-rendszer nyomásvesztése a gép kormányozhatatlanná válását eredményezte, ezért azt meg is többszörözték.

A repülőgéphordozó-fedélzeti F-35C szárnyfesztávja és vízszintes vezérsíkjának felülete nagyobb, hogy alacsonyabb leszállósebesség legyen elérhető.

A gép hárompontos, tricikli-rendszerű futóművel rendelkezik, egy-egy orr- és főfutókerékkel, a haditengerészeti változat erősebb, kétkerekes orrfutót kapott. Az F-35A-t a légierőnél használt merev csöves, a többi változatot hajlékony csöves légi utántöltő berendezéssel is ellátták.

Hajtóművéül a Pratt & Whitney F119-ből kifejlesztett F135-öt választották, de a megrendelések nagy száma miatt alternatívaként lehetővé teszik az F120 beépítését is, így egyik hajtóműgyártó sem szerez monopóliumot. A F-35B emelő csőlégcsavart a hajtómű hajtja meg egy tengelyen keresztül. A légcsavart a Rolls-Royce és az Allison gyártja, és 80 kN emelőerőt szolgáltat. A hátsó, ellipszis keresztmetszetű fűvócső elfordítását két, ferde csapággal oldották meg. Az oldalirányú stabilitás megteremtése miatt a szárnyak alatt is van két fűvócső [8].

SZUHOJ PAK-FA (T-50)

A Szovjetunió összeomlását követően Oroszország mint az egykori birodalom vezető állama hosszú mélyrepülésbe ment át társadalmi, gazdasági és katonai téren is. A nyilvánvaló nehézségek ellenére megőrizték azt a szellemi háttérrel, melynek révén a tervezők figyelemre méltó konstrukciók egész sorával álltak elő, ahogy a helyzet javulni kezdett. Ezek közül a PAK-FA - a furcsa típusjelölés a "légierő perspektivikus repülő komplexuma"⁸ projekt megnevezés orosz eredetijének mozaikszavából keletkezett - a legfigyelemreméltóbb [1].

Amerikai vetélytársaihoz hasonlóan számos újítást alkalmaztak: gyakorlatilag az egész szerkezet egy óriási lapos aerodinamikai felület. A gépen tetten érhető a csökkentett észlelhetőségre való törekvés jelei (3. ábra). Ám nagy figyelmet fordítottak arra is, hogy a hagyományos orosz iskolának megfelelően a gép kiemelkedő manőverező képességgel rendelkezzen. Ezt vektorálható hajtóművek beépítésével fokozták. Valós képességeit egyelőre nehéz megítélni, az azonban kijelenthető, hogy nagy lehetőségeket magában rejtő konstrukciót alkottak az orosz mérnökök [1].



3. ábra Szuhoj PAK-FA^{9,10}

⁸ Перспективный авиационный комплекс фронтовой авиации (ПАК ФА)

⁹ http://htka.hu/wp-content/uploads/2012/02/PAK-FA_T-50_03.jpg

¹⁰ <http://www.ausairpower.net/VVS/Sukhoi-T-50-PAK-FA-First-Flight-8S.jpg>

A lopakodó kialakítású repülőgép felszálló tömege a két leváltani tervezett típusé, a MiG–29 és a Szu–27 között van. Két hajtóműves, válszárnyas, hagyományos aerodinamikai elrendezésű repülőgép, melynek kompozitból készült, teljesen elforgatható, osztott függőleges vezérsíkjaikat kifelé döntötték. Viszonylag kis felületű, teljesen elforgatható vízszintes vezérsíkja szolgál magassági kormányként, emellett az előrefelé megnyújtott szárnytő (LERX¹¹) is elforgatható kacsaszárnyként működik. Ez a négy vízszintes vezérsíkos megoldás már korábban megjelent a Szuhoj vadászgépein, például a Szu–30-ason. Trapéz formájú szárnya az F–22-eséhez hasonló formájú, a törővég felé majdnem teljesen lecsökkenő húrhosszal, de belépőéle annál erősebben nyilazott, valószínűleg a nagyobb sebességre történő optimalizálás miatt. A belépő élen orrsegédszárnyat, a kilépőél belső felén fékszárnyat, a külsőn csűrőket helyeztek el. Futóműve hárompontos, tricikli elrendezésű, a főfutók és a kétkerekes orrfutó is a törzsbe, előrefelé húzódnak be. A pilótakabin teteje hátra felfelé csúsztatva nyílik. A prototípust, sok más orosz repülőgéphez hasonlóan, fékernyővel látták el, ez a törzs hátsó részének tetejéből engedhető ki.

A repülőgép radarkeresztmetszetének csökkentése elsősorban a mellső oldalon szembetűnő, a LERX, a szárny és a vízszintes vezérsík nyilazási szöge megegyezik. Hátról a gép könnyebben észlelhető, a hajtóművek elrejtése kevésbé volt fontos szempont. Hajtóműve a Szu–35BM-be beépített AL–41F1 utánégetős gázturbinás sugárhajtómű¹², melyet a jobb manőverező képesség elérése érdekében tolóerővektor-eltérítéses fúvócsövekkel szerelnek fel. A fúvócső mozgatása háromdimenziós, azaz a repülőgép mindhárom tengely körüli kormányzásába besegít (a két hajtómű nagy távolsága miatt az orsózó irányú manővert is tudja segíteni). A repülőgép alkalmas a szupercirkálásra, azaz képes a hangsebesség átlépésére vízszintes repülés közben is, az utánégetők használata nélkül is [9][10][11].

CHENGDU J-20

Az ötödik generáció tagjai közül a kínai szereplőről tudunk a legkevesebbet. A dinamikus fejlődő ázsiai nagyhatalom sokáig teljes titokban fejlesztett gépeiről egyelőre az állapítható meg, hogy két teljesen különböző konstrukcióról van szó. A nagyobb J-20-as (4. ábra) inkább tűnik nagy hatótávolságú vadásznak és/vagy csapásmérőnek. A kisebb és egyszerűbb J-31-es pedig olyan nagy példányszámban készülő repülőgép lehet, mint amilyenek az F-35-öst szánják az amerikaiak, bár külső kialakításában inkább az F-22-esre hasonlít.[1]



4. ábra Chengdu J-20 repülőgép¹³

¹¹ Leading-Edge Root Extension

¹² Jelenleg a T-50 repülőgépen kettő darab AL-41F1 (117 típusjelzésű) hajtómű van, amely a SZU-35SZ (117SZ típusjelzésű) modernizált változata, amely az AL-31F alapjain lett továbbfejlesztve (utánégetéskor 147 kN, utánégető nélkül 93 kN, összehasonlítva az AL-31F 125/75 kN tolóerejével). Úgy tűnik, hogy a jövőben, a T-50 megkapja a 176/107 kN tolóerővel rendelkező hajtóművet.

¹³ http://2.bp.blogspot.com/___rQoK9r_ycs/TSx6AM1jgvI/AAAAAAAAAGs/B_L5kpQKqQs/s1600/j-20-si-j-10.jpg; http://1.bp.blogspot.com/___rQoK9r_ycs/TSxQjSQVWLI/AAAAAAAAAGc/5s-YdYr30Z4/s1600/1294746388_40915.jpg; <https://resboiu.files.wordpress.com/2011/05/chengdu-j-20-black-eagle-04.jpg>

Nem férhet hozzá kétség, hogy az elektronika terén Kína nincs komoly lemaradásban az amerikai és az orosz ipar mögött. A hajtóművek esetében van még hova fejlődni a háttér-iparnak, az ilyen problémákat azonban hatékonyan hidalja át a kínai ipar. A kínai volumenű tömeggyártás megindulása után azonban lesz mi miatt aggódnia a többi ötödik generációs típus pilótáinak és a hadműveletek tervezőinek. [1]

Kínában 6 prototípus kísérletei folynak. Az első repülőgép tesztrepülésére 2011. január 11-én került sor. Oroszországban 2011 óta folynak a T-50-es repülőgép kísérletei, de mindösszesen 4 db repülő képes prototípus van és 1 db pedig a földi tesztlések céljára szolgál. 2014-ben kísérletek céljára 2 db J-20-as repülőgép jelent meg, míg Oroszországban ezen időszak alatt egyetlen T-50 repülőgép sem emelkedett a levegőbe. Jelentheti-e ez azt, hogy Kínában felgyorsult az 5. generációs repülőgépek gyártása? Igen is meg nem is. Ahhoz, hogy a repülőgépeket át lehessen adni a honvédség részére kb. 5-6 évnyi berepülési, tesztelési időre van szükség. Például a J-10 repülőgép az első repülését 1998-as évben hajtotta végre, a kísérletek pedig 2003-as év végére fejeződtek be. A J-10B 2008 végére szállt fel és csak a 2014-es évben állt szolgálatba, a J-11B 2003-ban emelkedett a levegőbe és 2008-ban állt szolgálatba, a J-15 első repülése 2009-ben volt és sorozatgyártása 2014-ben kezdődött meg. A tervek szerint a J-20 vadászrepülőgépet 2017-re szerelik fel az összes fedélzeti berendezésekkel és fegyverzettel és ekkor kezd el az üzemeltetését. Azonban a legfrissebb jelentések szerint, a tervek ki kell igazítani, és az üzemeltetése legkorábban 2018-ban kezdődhet el. [12][25][26]

A Chengdu J-20-as fedélzeti rádiótechnikai berendezések működésének tesztjeit a TU-204 repülőgépen folynak, csakúgy mint annak idején az F-22 repülőgép tesztjeit a Boeing 767 repülőgépen tökéletesítették. [12]

A J-20-asnak hasonló utat kell bejárnia - A fázistól B fázisig. A jelenlegi formájában a vadászrepülőgép kiváló lopakodó képességekkel és nagy sebességgel rendelkezik, hogy a "repülőgép-hordozók", AWACS repülőgépek és földi ellenséges radarok gyilkosává váljon. [13]

Azt tudjuk, hogy az alap elvárásokat és a koncepciót az oroszok is ismerték, az elkészült repülőgépek láthatóan felhasználták az F-22 tapasztalatait. Sok elgondolás azonban más. Míg az USA tökélyre akarta fejleszteni láthatatlanságát, addig az oroszok nem foglalkoznak azzal, hogy a gép hátulról mennyire bemérhető, a hajtóműveket nem rejtették el. Ezzel, és a szárny kialakításával viszont nagyobb manőverezést és nagyobb sebességet értek el. A kínai gép ugyanezt a koncepciót követi, a hasonlóság szembetűnő a hajtóművek kiképzésében (sőt, mivel van ilyen jellegű szerződés a két ország között, lehet hogy ugyanazon hajtóművekről van szó). Most, hogy már van pénz fejlesztésre, az oroszok és a kínaiak is belehúztak, az indiaiak pedig az orosz fejlesztésbe szálltak be. A kínai gép azonban meglepte a világot. Miután a kínaiak lézerrel lelőttek egy USA kéműholdat, a műholdas kémkedés nullára csökkent Kína felett. Tehát ilyen jellegű képek nem álltak rendelkezésre. Ráadásul Kínában nem bánnak éppen kesztyűs kézzel a kémekkel, tehát ez is nehéz kérdés volt. Olyannyira, hogy még a nevét sem nagyon tudták kideríteni. Pár héttel ezelőtt kezdtek képek kiszivárogni a gépről, mivel megkezdődtek a pályafutási tesztlések, és nem lehet láthatatlannak maradni. Tehát a minisztérium látva a gép kiszivárgásának hírét, maga is közzé tett pár fotót a repülőőről. A gép az elvárásoknak megfelelő formai kialakítást kapta, szögletes tervezés, rejtett fegyverzet, radar-elnyelő felületkezelés. Az viszont, hogy Kína itt tart a gép fejlesztésével, láthatóan meglepte a világot [1].

MITSUBISHI ATD-X SHINSHIN

A japán Mitsubishi Heavy Industries 2012. március 28-án megkezdte az első ötödik generációs vadászrepülőgépe, az ATD (ATD-X Shinshin) első repülési prototípusának összeszerelési munkálatait. A prototípus építése a japán védelmi minisztériummal kötött megállapodás alap-

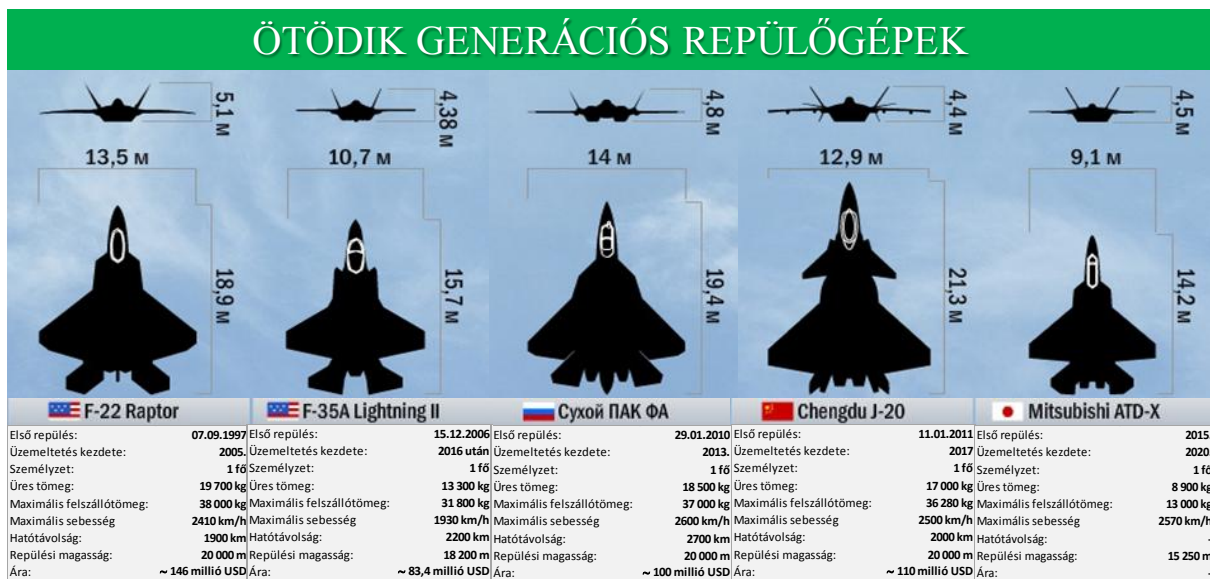
ján történik. A repülőgépet a lopakodó- és szuper manőverező képességhez szükséges technológiák fejlesztésére kívánják használni, amelyeket a későbbiekben japán vadászrepülőgépeken fognak alkalmazni.

Japán 2004 óta foglalkozik saját lopakodó vadászrepülőgépeinek fejlesztésével. Napjainkra a Mitsubishi Heavy Industries két statikus repülőgépet épített, amelyeken a gép konstrukciós kialakítását, valamint a berendezések elhelyezését dolgozták ki. Az ATD-X repülési prototípusa várhatóan 2015-ben fog levegőbe emelkedni, míg a repülőgép fejlesztése 2017-re fejeződhet be. A repülőgép „szűzfelszállása” előtt a repülőgépet gyártó cég elvégzi a repülőgép szerkezeti tesztjeit, beleértve a hajtóművek megbízhatóságát is.

Az előzetes tervek szerint a Shinshin fejlesztése során több lopakodó technológia is megvalósításra kerül; a rádióhullámokat szétszóró geometriai forma, rádióhullámokat elnyelő- és kompozit anyagok. A repülőgépet többek között Multimode Radarral (MMR), rádióelektronikai-harc és ellentevékenységi rendszerrel, valamint egyedi információs rendszerrel látják el.

Még az ATD-X tervezésének megkezdése előtt olyan információk láttak napvilágot, hogy a repülőgép fejlesztése során megvalósul az „önjavító, önellenőrző repülésvezérlés képessége” (Self Repairing Flight Control Capability – SRFCC). A rendszernek köszönhetően a fedélzeti számítógép meghatározhatja az egyes konstrukciós elemek elszenvedett sérülésének mértékét, és képes a megfelelően működő berendezések segítségével teljes mértékben helyreállítani a repülőgép irányíthatóságát.

2010-ben a japán védelmi minisztérium megkezdte a Shinshin vadászrepülőgép prototípusához megfelelő hajtóművek felkutatását. A hajtóművek teljesítménye maximál üzemmódon (utánégetés nélkül) el kell, hogy érje a 89 kN-t. A katonai vezetés kiemelt érdeklődést mutat a General Electric F404, a Snecma M88-2 és a Volvo Aero RM12 típusú hajtóművei iránt. Hajtóműtendert ez idáig nem írt ki a japán védelmi minisztérium.[15][16][21][22]



5. ábra Ötödik generációs repülőgépek összehasonlítása [17]¹⁴

¹⁴ Szerkesztették a szerzők

HATODIK GENERÁCIÓS VADÁSZREPÜLŐGÉPEK

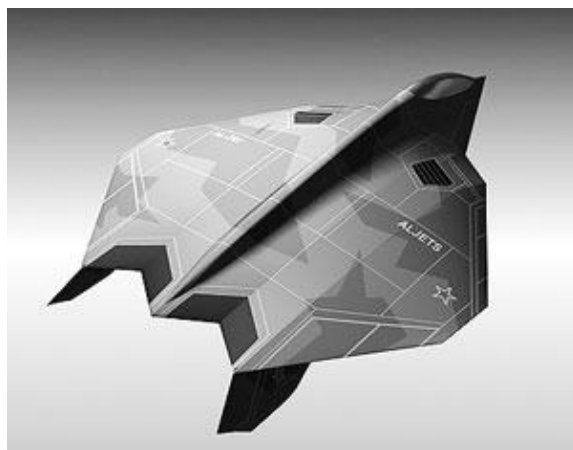
Míg az ötödik generációs repülőgépek iránt a szakmában léteznek bizonyos követelményrendszer, egyebek között az észrevétlenség, a szupermanőverezés, a szuperszonikus sebesség, addig a hatodik generációs gépek tekintetében a kritériumok még nem egységesek.

Az USA és Franciaország tervezés keretében fejleszt ilyen komplexumokat, A Lockheed Martin egy ilyen gép perspektivikus ábráját mutatta be. Vélhető, hogy a repülőgép pilóta nélküli lesz és újabb osztályú fegyvereket kap, többek között, elektromágneses ágyúkat vagy lézerfegyvert, valamint még nagyobb sebességet fejthet ki az ötödik generációs gépekhez képest.

Mindazonáltal az Egyesült Államokban a repülőgépek hatodik generációjának kifejlesztése még a követelmények kidolgozása kezdeti stádiumában tart. E tekintetben az amerikai légierő és haditengerészet szintén kutatásokat folytat. Feltételezhető, hogy a hatodik generációs gépek leghamarabb 2030-ban, de meglehet, hogy csak a 2040-es–2050-es években jelennek meg [18].

A nyugati projektekhez képest még kevesebbet lehet tudni arról, hogy a kínai katonaság milyen követelményeket támaszt a hatodik generációs gépek iránt.

A repülőgépek hatodik generációjának kidolgozása az ötödik generációs programok mellett további bizonyítéka annak, hogy Kína távlati perspektívában katonai szuperhatalomként látja magát, amely az USA-val egy szinten áll, sőt bizonyos tekintetben meg is előzi azt. Ugyanakkor az USA és Japán után Oroszország is elgondolkozott a 6. generációs repülőgépek kifejlesztésének gondolatával, mivel már az 5. generációs gépek repülési tesztjei folynak. Elképzelhető, hogy az első ilyen gép csak 10 év múlva száll fel. Hogy milyenek is lesznek a jövő repülőgépei azt már most is lehet sejteni. A hatodik generáción várhatóan nem csak a szokásos multifunkciós LCD képernyők vagy a sisakra szerelt célmegjelölő rendszerek lesznek, hanem a homloküvegen megjelenő információk teljes körű megjelenítése a pilóta sisakján. Mindenesetre, hasonló fejlesztések, munkák az ilyen rendszereken már évek óta folynak, például - az amerikai sisakra szerelt kijelző az F-35 részére.



6. ábra Hatodik generációs repülőgép terv¹⁵

A hatodik generációs vadászipülőgépek koncepciója nem más mint az ötödik generáció folytatódó fejlődése. Azonban a sok újítások és technológiák, mielőtt azokat az új repülőgépekbe be lehet vezetni, azokat az előző generációs vadászipűvek korszerűsítési munkálatai és élettartam meghosszabbításai során kell elmélyíteni. De a légi- és űrjárművekhez, amelyek

¹⁵ <http://img.vz.ru/upimg/m72/m727673.jpg> (2015.05.15)

elérik a hiperszonikus sebességet, lézerekkel és más arzenállal felfegyverezve az űr fantáziában, még várni kell akár közel 50 évet, vagy akár 100-at is - egészen a hetedik, és esetleg a nyolcadik generáció megjelenéséig. [20][23]

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Temesvári Péter: Ezek a repülők döntik el a jövő háborúit.
<http://www.origo.hu/techbazis/internet/20130412-ezek-a-harci-repulo-k-fogjak-eldonteni-a-jovo-haboruit.html> (letöltés: 2015.04.29.)
2. Negyedik generációs vadászpilóta. https://hu.wikipedia.org/wiki/Negyedik_gener%C3%A1ci%C3%B3s_vad%C3%A1szrep%C3%BCI%C5%91g%C3%A9p (letöltés: 2015.03.15.)
3. Lockheed Martin F-22A Raptor. Lockheed Martin F-22A Raptor – Az ATF pályázat győztese <http://htka.hu/2007/11/23/yf-22-lightning/> (letöltés: 2015.03.15.)
4. Истребитель пятого поколения. https://ru.wikipedia.org/wiki/Истребитель_пятого_поколения (letöltés: 2015.05.14)
5. Истребитель 5 поколения. http://vpk.name/library/5-e_porolenie.html (letöltés: 2015.06.22)
6. F-22 Raptor. http://hu.wikipedia.org/wiki/F%E2%80%9322_Raptor (letöltés: 2015.05.15)
7. Befejeződtek az F-35A nagy állásszögű tesztjei. <http://htka.hu/2013/05/21/befejezodtek-az-f-35-nagy-allaszogu-tesztjei-video/> (letöltés: 2015.04.29)
8. F-35 Lightning II. http://hu.wikipedia.org/wiki/F%E2%80%9335_Lightning_II (2015.04.29)
9. ПАК ФА. http://hu.wikipedia.org/wiki/ПАК_ФА (letöltés: 2015.04.29)
10. T-50 с двигателями «изд. 30» совершит первый полет в 2017 году. http://www.militaryparitet.com/tp/data/ic_ttp/7166/ (letöltés: 2015.05.15)
11. Первые образцы двигателя второго этапа для ПАК ФА выпустят в 2015 году. http://vpk.name/news/134072_pervyie_obrazcy_dvigatelya_vtorogo_etapa_dlya_pak_fa_vyipustyat_v_2015_godu.html (letöltés: 2015.06.26)
12. В Китае проводится очередная серия испытаний прототипов истребителей нового поколения J-20 Chengdu. <http://topwar.ru/72829-v-kitae-provoditsya-ocherednaya-seriya-ispytaniy-prototipov-istrebiteley-novogo-pokoleniya-j-20-chengdu.html> (letöltés: 2015.06.24)
13. J-20 «первого этапа» способен стать «убийцей авианосцев» и поступить на вооружение http://vpk.name/news/129886_j20_pervogo_etapa_sposoben_stat_ubiicej_avianoscev_i_postupit_na_vooruzhenie.html (letöltés: 2015.04.29)
14. Gyártó István: Kína titokban kifejlesztette az 5. generációs vadászpilótát. <http://jovonk.info/2011/01/05/kina-titokban-kifejlesztette-az-5-generacios-vadaszgepet> (letöltés: 2015.04.29)
15. Megkezdődött a japán ötödik generációs vadászpilóta prototípusának összeszerelése http://www.jetfly.hu/rovatok/repules/katonai/tipusok/megkezodott_a_shinshin_prototipusanak_osszeszerese/ (letöltés: 2015.04.29)
16. Mitsubishi ATD-X Shinshin. https://ru.wikipedia.org/wiki/Mitsubishi_ATD-X_Shinshin (letöltés: 2015.05.15)
17. Истребитель шестого поколения в России создадут по советским заделам - See more at: <http://www.nakanune.ru/articles/19565/> (letöltés: 2015.04.29)
18. Vaszilij Kasin: Kína és a hatodik generációs vadászpilóta http://hungarian.ruvr.ru/2012_12_31/K-na-es-a-hatodik-generacios-vadaszgep/ (letöltés: 2015.04.29)

19. Геннадий Нечаев: Какими будут истребители шестого поколения. <http://www.vz.ru/society/2015/2/4/727673.html> (letöltés: 2015.06.24)
20. Деловая газета «Взгляд» Какими будут истребители шестого поколения. <http://news.rambler.ru/29016089/> (letöltés: 2015.06.24)
21. Defense Ministry Reveals Prototype of First Japanese Stealth Fighter <http://globalaviationreport.com/2014/08/22/defense-ministry-reveals-prototype-of-first-japanese-stealth-fighter/>(letöltés: 2015.03.15.)
22. Kosuke Takahashi: Japanese MoD denies reports of 2015 first flight for ATD-X prototype. <http://www.janes.com/article/41815/japanese-mod-denies-reports-of-2015-first-flight-for-atd-x-prototype> (letöltés: 2015.05.14)
23. Какими будут истребители шестого поколения <http://news.rambler.ru/29016089/> (2015.05.15)
24. Vadászrepülőgép. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Vad%C3%A1szrep%C3%BC1%C5%91g%C3%A9p> (letöltés: 2015.05.15)
25. A.V.Karpenko: Многоцелевой истребитель 5-го поколения J-31 (Китай) «Невский Бастион»<http://bastion-karpenko.ru/j-31/> (letöltés: 2015.06.24)
26. J-20 «Первого этапа» способен стать «убийцей авианосцев» и поступить на вооружение. http://www.militaryparitet.com/ttp/data/ic_ttp/7846/ (letöltés: 2015.05.15)

FELKÉSZÜLÉS EGY UAV VERSENYRE

Szegedi Péter¹, Békési Bertold², Molnár András³, Stojcsics Dániel⁴, Makkay Imre⁵

¹⁻²Nemzeti Közszerológálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, Katonai Üzemeltető Intézet, Katonai Repülő Tanszék, egyetemi docens 5008 Szolnok, Kilián u. 1.

³Óbudai Egyetem Neumann János Informatikai Kar, dékán, egyetemi docens
1034 Budapest, Bécsi út 96/B

⁴Óbudai Egyetem Neumann János Informatikai Kar, adjunktus 1034 Budapest, Bécsi út 96/B
⁵egyetemi tanár, 3000 Hatvan, Munka u 29.

E-mail: szegedi.peter@uni-nke.hu, bekesi.bertold@uni-nke.hu, molnar@uni-obuda.hu,
stojcsics.daniel@nik.uni-obuda.hu, drmi48@gmail.com

A Török Légierő Akadémia parancsnoka 2014 októberében levélben megkereste a Nemzeti Közszerológálati Egyetem rektorát és egy egyben meghívta az egyetem UAV fejlesztéssel foglalkozó csapatát a „Future Flight Designe 2015” nemzetközi versenyre. Az eseményre a versenykiírásnak megfelelően egy csapattal „HUNOK” néven jelentkeztünk. Az UAV fejlesztéssel foglalkozó csapat az Óbudai Egyetem Neumann János Informatikai Kar oktatói és hallgatóival kiegészülve indult a versenyen. A szerzők és egyben a csapat tagjai is a Török Légierő Akadémia szervezésében immár harmadik alkalommal kiírt és megrendezett nemzetközi versenyre való felkészülés előzményeit kívánják bemutatni.

Kulcsszavak: UAV, HUNOK, FFD 2015, pilóta nélküli repülőgépek versenyre

BEMUTATKOZÁS

A Török Légierő Akadémia parancsnoka 2014 októberében egy levélben kereste meg a Nemzeti Közszerológálati Egyetem rektorát, amelyben meghívta az egyetem pilóta nélküli repülő eszközök (UAVs) fejlesztésekkel foglalkozó csapatát az Isztanbulban, 2015 május 8-10 között megrendezésre kerülő FFD 2015 „Future Flight Designe 2015” nemzetközi pilóta nélküli repülő eszközök versenyére. Az idén harmadik alkalommal megrendezett nemzetközi megmérettetésnek az isztanbuli Hezarfen repülőtér adott otthont. A versenyen intézetek, főiskolák, akadémiák, egyetemek csapatai indulhattak. A csapatok tagjai (kivéve a pilóta) az intézmény teljes idejű hallgatói kellett, hogy legyenek és egy intézmény több csapatot is nevezhetett, illetve az intézmények összefogva közös csapatként indulhattak.

A HUNOK csapat

Az UAV fejlesztéssel foglalkozó csapat úgy döntött, hogy elfogadja a kihívást és az Óbudai Egyetem Neumann János Informatikai Kar oktatói és hallgatóival kiegészülve elindul a TurAFA (Turkish Air Force Academy, Törökország) által rendezett FFD 2015 versenyen.

A versenyre 2014. december 23.-án nyújtotta be a jelentkezését a HUNOK csapat. Prof. dr. Makkay Imre ny. ezredes egyetemi tanár, dr. Békési Bertold alezredes egyetemi docens, dr. Szegedi Péter alezredes egyetemi docens és Fábrián Kristóf, Kiss Zsolt és Kolláth Gábor honvéd tisztjelöltek alkották a HUNOK csapatot Nemzeti Közszerológálati Egyetemről, míg dr. habil. Molnár András egyetemi docens, dékán, dr. Stojcsics Dániel egyetemi adjunktus és Lovas István és Sziklai Zsolt hallgatók alkották a csapat Óbudai Egyetemről érkező részét (1. ábra).



1. ábra A HUNOK team és a verseny házigazdái

A VERSENYKIÍRÁS ÉS A SZABÁLYOK

Az FFD 2015 célja volt, hogy lehetőséget teremtsen pilóta nélküli légi járművek tervezésére és építésére, ösztönözve az eredeti és egyedi tervek megvalósulását, továbbá, hogy teret biztosítson a repülő eszközök működőképességének bizonyítására, az elkészült járművek széleskörű bemutatására, megmérettetésére.

Egy technikai jelentés benyújtása is a nevezés elfogadásának a feltétele volt. Ennek a jelentésnek maximum 60 oldalban tartalmaznia kellett:

- egy összefoglalót a teljes felkészülési folyamatról, indokolva, hogy miért esett a választás az alkalmazott technológiákra, a megépített repülőgépre,
- egy leírást a rendszer képességeiről, elemzést az előzetesen meghatározott követelményrendszer teljesítéséről,
- a csapat szervezésének folyamatát, felépítését, feladatkörök meghatározottságát, teljesíthetőségét, és szabályozottságát,
- időtervet, fő fázisok, döntési és ellenőrzési pontok megjelölésével.

A szervezők az FFD 2015-t, a „MOTHER SHIP UAV”-k versenyeként hirdették meg (a végző kiírásban módosították a téma megnevezését „UAV Mothership & Swarm”-ra, ami a kezdeti tartalmat nem befolyásolta). [6]

Mi az a „MOTHER SHIP UAV”?

A „MOTHER SHIP” egy olyan rádió távirányított repülőgép, amely egyrésztől minél több kis méretű repülésre alkalmas eszközt (MAV, Micro Air Vehicle) képes szállítani és a 2. 3. feladatoknak megfelelő módon repülés közben a fedélzetről indítani, kidobni, másrésztől amelyet a csapatok erre a versenyre terveztek és építettek, kereskedelmi forgalomban kapható alanyagokat és alkatrészeket felhasználva. Az eszköznek önerőből kellett felszállnia (semmilyen külső energia forrás használatát nem tették lehetővé a szabályok) és a felszálló út hossza nem lehetett hosszabb 20 méternél. Az elektromotoros légcavaros hajtóművel hajtott repülőgép energia ellátó rendszerébe 40 A-es biztosítékot kellett építeni, hogy az előírt áramkorlátozás garantálva legyen. A fedélzeten elhelyezett maximálisan 3 kg tömegű villamos energiaforrás (LiPo, NiCad, NiMH akkumulátor egyaránt engedélyezve volt) felhasználásával működtetett eszközről a repülés alatt nem lehet ledobni, illetve elveszteni semmilyen alkat-

részt (mint például futómű, stb.), kivéve ha a repülési feladat megkövetelte (pl. 2., 3. feladatok esetén).

Csak kereskedelmi forgalomban kapható légsavart lehetett alkalmazni, akár a feladatokként váltva az alkalmazott típust, méretet, de a repülőgépek konfigurációjának megváltoztatására (pl.: biplánról monoplánra változtatni) nem adtak lehetőséget a szabályok. Az RC és a szerzők működtetéséhez független energia forrásokat kellett használni.

A biztonság szem előtt tartása a repüléssel foglalkozók számára nem ismeretlen. A repülési feladatok megkezdése előtt biztonsági és technikai bevizsgálásnak kellett alávetni az elkészített UAV-eket. Az előre megadott biztonsági követelmények teljesítése feltétele volt a repülési feladatok megkezdésének.

Az átvizsgálás kiterjedt:

- a repülőeszköz minden elemének rögzítettségének, sértetlenségének, integritásának (minden felszerelést, hasznos terhet úgy kellett biztosítani, hogy a repülés alatt ne veszélyeztesse a működtetést (a tömegközéppont ne mozdulhasson el));
- a légsavar és a motor megfelelő integritásának;
- a villamos rendszer műszeres ellenőrzésére;
- a gyors „áramtalanítás” lehetőségének ellenőrzésére (a repülőgéptörzs könnyen elérhető részére áramtalanító szerkezetet kellett beépíteni, amelyet csak a repülés megkezdése előtt a felkészülési körletben lehetett „élesíteni”);
- a rádió távvezérlő előre meghatározott módon való működésének (a motor indul, motor leáll funkciójának, a kormányok működésének) ellenőrzésére.

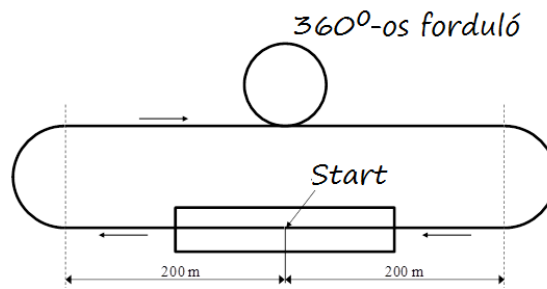
Fokozottan ellenőrizték a Radio fail-safe funkció működőképességét (automatikusan be kellett, hogy kapcsoljon, amikor az összeköttetés a légijármű és a földi irányítás között megszakadt), minden alkalommal a feladatok megkezdése előtti földi ellenőrzéskor be kellett mutatni, hogy az RC adó kikapcsolására működésbe lép a rendszer. Ekkor a biztonsági üzemmódban az eszköz vevője „motor állj”, „magassági kormány teljesen fel”, az „oldal kormány teljesen jobbra”, a „csűrő lap teljesen kitérítve” (jobbra, vagy balra), és a „fékszárny teljesen le” állásba vezérli a megjelölt berendezéseket. A csapatok csak a verseny bíróság által a szabályoknak megfelelőre értékelt repülő eszközzel kezdhették meg a repülési feladatok teljesítését. [6]

A REPÜLÉSI FELADATOK

A versenyt az isztanbuli 681 méter hosszú kifutópályával rendelkező szilárd (aszfalt) burkolatú Hezarfen repülőtéren rendezték meg. A technikai ellenőrzésen átesett repülőeszközökkel három repülési feladatot kellett teljesíteni. A repülés előtti felkészítésében a pilóta és további 2 fő (csak hallgatók, honvéd tisztjelöltek) vehetett részt. Az előkészítő területen a teamnek 5 percen belül kellett repülésre kész állapotba hozni a repülőt, beleértve a hasznos teher behelyezését a gépbe. Az értékelő bizottság hívásra a startvonalra kellett állítani a repülőt, és a feladat teljesítés csak közvetlen utasításra volt megkezdhető. A további feladatok megkezdésének feltétele volt a megelőző feladat sikeres teljesítése. Az egyes feladatok teljesítésére 5-5 lehetősége volt minden csapatnak. A feladatok értékelhetőségének a kifutón történő sérülésmentes landolás minden esetben feltétele volt.

Az első repülési feladat

Az első feladat, repülés végrehajtása volt 4 db fél literes ásványvizes palack vízzel, mint szállítandó hasznos teherrel az 2. ábrán látható repülési útvonalon. A 20 méteren belüli felszállást követően a pályát háromszor kellett végig repülni a lehető legrövidebb idő alatt, majd sikeresen leszállni. A hasznos terhet, a palackokat biztonságosan kellett rögzíteni a repülőgép belsejében, bennük a fél liter víz meglétét a repülés után ellenőrizték.



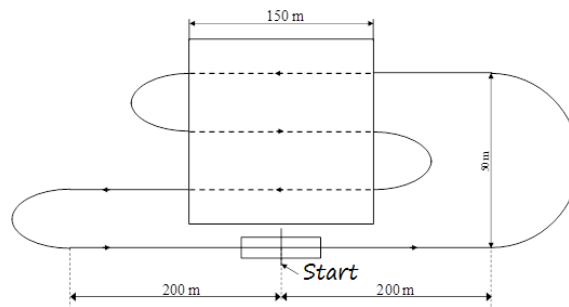
2. ábra Az első repülési feladat

Az első feladat pontozása az $M_1 = \frac{t_{ref}}{t_{team}}$ összefüggés alapján történt, ahol t_{ref} az első feladatot leggyorsabban teljesítő csapat ideje, a t_{team} az adott csapat számára szükséges idő.

A második repülési feladat

A második repülési feladat egy zárt hurok teljesítése volt, a 3. ábrán látható repülési útvonalon 3 darab MAV-val a fedélzeten. A 150 méteres célterület felett minden forduló alkalmával egy-egy MAV-t kellett leoldani a „MOTHER SHIP”-ből. A fedélzetről kidobott MAV-oknak bizonyítaniuk kellett repülési és leszállási képességeiket.

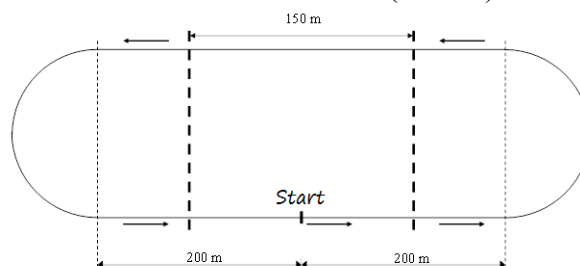
A feladat pontozása az $M_2 = 100 \cdot R$ összefüggés alapján történt, ahol az R a sikeresen katalpált, repült és landolt MAV-ok számával arányos szám (3 sikeres MAV esetén $R=1,5$; 2 sikeres MAV esetén $R=1,0$; 0, 1 sikeres MAV esetén $R=0,5$).



3. ábra A második repülési feladat

A harmadik repülési feladat

Az utolsó repülési feladatban a lehető legtöbb MAV-ot kellett leoldani a „MOTHER SHIP”-ről a 4. ábrán látható repülési útvonalon megjelölt 150 méteres célzóna felett. A feladat megkezdése előtt a hordozó repülőgépen szállított MAV-ok számát meg kellett adni a verseny bíróság számára. A felszállásnak ennél a feladatnál is az előzőekben meghatározott 20 méteren belül kellett megtörténnie és a három kört lerepülve, az utolsó körben a MAV-ok leoldása egyesével történhetett a 150 méteres cél terület felett (4. ábra).



4. ábra A harmadik repülési feladat

A feladat pontozása az $M_3 = 100 \cdot \left(\frac{n_{team}}{n_{ref}}\right)$ összefüggés alapján történt, ahol n_{team} a verseny során a legtöbb sikeresen a célterület felett kidobott, repült és landolt MAV-ok száma, az n_{ref} az adott csapat által sikeresen katapultált MAV-ok száma. Látható, hogy az előző összefüggés egy viszonyszámot generálva a legtöbb MAV-ot katapultáló csapat minden más résztvevő feladatra kapott pontszámát csökkentette, így növelve saját győzelmi esélyeit. [6]

FELKÉSZÜLÉS A VERSENYRE

A tervezés megkezdéséhez alapvetően a versenykiírásban szereplő követelmények jelentették a kiindulási szempontrendszer. Elemezve a követelményeket és a rendelkezésre álló lehetőségeket megkezdtük az elvégzendő feladatok ütemezését, és a végrehajtás erőforrás igényeinek meghatározását. Egy több síkon zajló tervező és szervező munka vette kezdetét.

A második és harmadik feladat teljesíthetőségének alapkövetelményei a gyorsaság, a jó manőverezhetőség és a rövid felszállási út (20 méter) teljes terheléssel. Az első feladatnál ez a nagy teherbíró képességgel egészült ki. Ezeknek a képességek együttes elérése komoly előkészítő munkát igényelt. Közös beszélgetések, ötletelések, kutatások kezdődtek, hogy milyen legyen az elkészítendő repülőgép felépítése, milyen olyan ismert megoldások jöhetnek szóba, amelyekre alapozva elkészíthetjük a MOTHER SHIP-et, majd később pedig a MAV repülőeszközeinket. [2, 3, 4,5]

A számos tervezési követelményt csoportosítottuk és priorizáltuk. Elsődleges szempontként jelöltük ki a bekerülési, üzemeltetési és egyéb költségek minimalizálását. A tervezési és méretezési feladatok kidolgozása időigényes folyamat, így a rendelkezésünkre álló idő korlátos volta miatt számos tervezési és méretezési lépés pontos, számításokon alapuló kivitelezését tapasztalati úton határoztunk, illetve valósítottuk meg. A tesztrepülések alkalmával vizsgáltuk feltételezéseink életképességét, javítottuk hibáit küszöböltük ki hiányosságait.

A mielőbbi emelkedéshez és a stabil repüléshez szükséges felhajtóerő létrehozásához a vonóerő irányának változtatásával létrehozott emelőerő komponensben ítéltük meg a megfelelő megoldást (ESTOL, Extremely Short Takeoff and Landing).

Arra a következtetésre jutottunk, hogy a rövid nekifutást ESTOL megoldás alkalmazásával biztosítjuk, majd a tesztrepülések alkalmával a gyakorlatban próbáljuk ki működőképességét. A konfiguráció kiválasztásánál a Bell Boeing V-22 Osprey¹ multifunkcionális katonai repülőgépet vettük alapuk. Megvizsgáltuk a repülőgép tulajdonságait (a függőleges fel-, és leszálló (VTOL, Vertical Takeoff and Landing), illetve a rövid fel-, és leszállási (STOL, Short Takeoff and Landing) képességét) és úgy döntöttünk, hogy alap tervezési modelként használjuk fel a „MOTHER SHIP” szállító repülőgép elkészítéséhez.

A szárnyakon elhelyezett iker motoros gondolás megoldás kivitelezhetőnek tűnt és a gondola mozgatásával a légcsavarok által létrehozott vonóerő vektorának iránya változtatható. A repülőgépet a szárnyra szerelt két (a törzs két oldalán elhelyezett) motorgondolával építettük meg, amely gondolák a vízszintes síkból felfelé 15 fokban téríthetők el, hogy a rövid felszállás során a szükséges emelő erő biztosítható legyen a teljesítmény korlát (a motoronkénti 40 A-s áramkorlát) betartásával (5. ábra).

Feltételeztük, hogy a két motor által biztosított vonóerő, illetve a hatékonyabb csűrő hatás (és stabilizáló hatás) lehetőségének kihasználásával a fordulók rádiusza is csökkenthető, aminek következményeként a repülési idő (a feladatok teljesítésének ideje) csökkenni fog. Ennek a képességnek az alkalmazása a pilótától nagyobb fokú felkészültséget követel, amit vele egyeztetetten vállaltunk, úgy ítélve meg a lehetőséget, hogy jelentő előnyökkel járhat a benne rejlő veszélyekhez képest is.

¹ A repülőgépet úgy tervezték, hogy egyesítsék, egy hagyományos helikopter fel-, és leszálló képességét egy légcsavaros repülőgép nagy hatótávolságával nagy repülési sebességével.



5. ábra A motorgondolák elhelyezése

Az egyik legfontosabb részegység a törzs volt, melynek az elsődleges funkciója a repülőgép fő egységeinek összefogása mellett a hasznos teher szállítása. A törzzsel szemben támasztott követelményeink a következők voltak: legyen könnyű, tartós, kellően merev és erős, hogy elviselje az üzemeltetés során (felkészülés és verseny) felmerülő igénybevételeket. A meghatározott követelmények teljesítése érdekében a törzse EPP habból készült, és balsa fával és szénszálalás téglalap keresztmetszetű csövekkel erősítettük meg (6. ábra). [7]



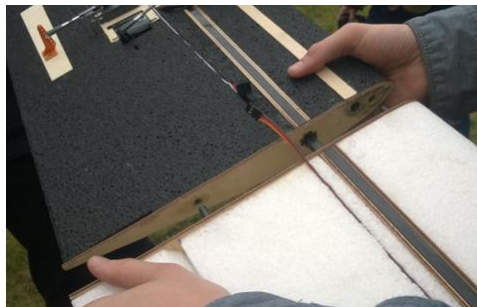
6. ábra A törzs megerősítése balsa fával és szénszálalás téglalap keresztmetszetű csövekkel

A légi jármű másik fontos része a szárny, aminek tervezése számos paramétertől függ. A tervezéshez és kivitelezéshez szakirodalomban megtalálható elveket és módszereket követtük. Ennek során szembesültünk olyan korlátozó tényezőkkel, mint például a stabilitás, az irányíthatóság, gyárthatóság, költség, és a repülésbiztonság problémaköre. Figyelembe véve a lehetőségeinket (pl.: a verseny helyszíne, a szállítás), úgy döntöttünk, hogy a szárny három részből fog felépülni. Külső részei könnyen lecsatlakoztathatók a szárnyközép részről. Utóbbi négy műanyag csavarral kapcsolódik a törzshöz. A kapcsolódó felületek balsa fával megerősítettek. A szárnyközép és a szárnyvég részek közötti teherviselő kapcsolatot egy szénszálalás zártszelvény biztosítja, amit kiegészít két kör alakú szénszálalás cső, hogy a szárny csavarodását megakadályozza (7. ábra).



7. ábra A szárnyvégek kapcsolódása a szárnyközéphez

A vezetékek, csatlakozások a habba lettek integrálva. Az elektromos kapcsolatok könnyen bonthatók (8. ábra). A nagy kormány felületek mozgatásához szükséges erőt biztosító szerzőkre balsa fával megerősített felületeket ragasztottunk.



8. ábra Elektromos csatlakozás a szárnyon

A 9. ábrán látható hagyományos farok kialakítást választottuk, mert egyszerűen legyártható és könnyen felszerelhető (biztonságosan rögzíthető) a törzsre (ragasztható).



9. ábra A modell farok része

Egy a levegőnél nehezebb légi járműnek a levegőben történő megfelelő manőverezéshez valamilyen meghajtó rendszerre is szüksége van. A versenykiírásnak megfelelően villamos motorokat használva biztosítottuk a légi jármű mozgásához szükséges meghajtó erőt. Figyelemmel az előírt meglehetősen nagy tömegű hasznos teherre és a viszonylag rövid felszállási útra, két villanymotor alkalmazása mellett döntöttünk. A két motort a szárnyközépre mozgatható motorgondolákra építettük (10. ábra), így elég hely maradt a törzsben az akkumulátoroknak és a vizes palackok elhelyezésére.



10. ábra A motorgondolák elhelyezkedése a szárnyközépen

A két villanymotor fordulatszáma külön-külön vezérelhető, így lehetőségünk volt a vonóerő vektor nagyságának változtatásával is befolyásolni a légi jármű hossz- és keresztengely körü-

li mozgását. A differenciált meghajtás úgy viselkedik, mint egy aktív csűrőkormány. Három-fázisú, kefenélküli villanymotorokat alkalmaztunk, mivel ezeknek rövid a reakció idejük, és megbízható a működésük. A motor típusa: AXI 282612 kV-os 760 (11. ábra).



11. ábra A MOTHER SHIP erőforrása

A „főfutók” EPP alapanyagból készültek és egy hajlított lemez szerkezetű futószár segítségével a törzs oldalára lettek rögzítve. Az orr-futóművet, a törzs első harmadában félig süllyesztve építettük be. A futómű rendszer harmadik része a törzs utolsó harmadára ragasztott a balsa fából készített csúszó sín. A 12. ábra a repülőgép három részből álló futómű rendszerét mutatja be.

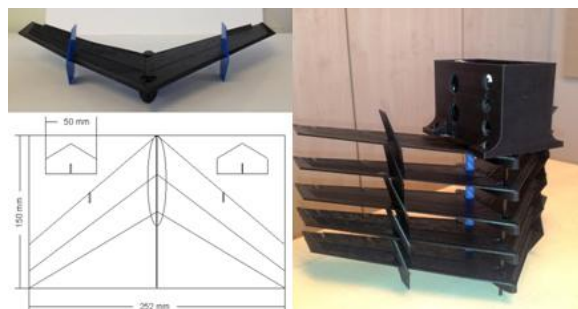


12. ábra A futómű rendszer

A MIKRO REPÜLŐESZKÖZÖK, A MAV-ok

A „MOTHER SHIP” fedélzetéről indított MAV (Micro Unmanned Vehicle) önálló repülési (vitorlázó) képességgel rendelkező, hagyományos, vagy csupaszárny elrendezésű pilóta nélküli repülőszerkezet egyaránt lehetett, amely biztonságosan (károsodás nélkül) volt képes landolni. A MAV tervezésekor a könnyű és gyors sorozat gyárthatósági kritériumot önmagunknak fogalmazzuk meg és döntöttünk a 3D nyomtatóval elkészíthető felépítés mellett. A 3D technológia lehetővé tette a könnyű, gyors és nagyon pontos sorozatgyártást. A prototípus modell könnyen elkészíthető volt közvetlenül a számítógépen készített vezérlő program segítségével. A tartós ABS-ből készített modellek erősek, festhetők, csiszolhatók, forgácsolhatók és rugalmasak voltak.

A 13. ábrán az első próba MAV és a kidobó szerkezet látható. A MAV-okkal elvégzett tesztrepülések felfedték, hogy nem képesek önálló repülésre, illetve biztonságos landolásra, és a kioldó berendezésre is csak öt darab fért el belőlük.



13. ábra Az első MAV rendszer

A további tesztek és fejlesztések eredményeként kialakult a MAV-ok, 14. ábrán látható, végleges formája.



14. ábra A módosított MAV

A függőleges vezérsíkokat eltávolítottuk, és pótlásukra a hátra nyilazott szárnyra 45° -ban döntött szárnyvégeket ragasztottunk. Ez a módosítás azt eredményezte, hogy több MAV-ot lehetett felfűzni a kidobó mechanizmusra, továbbá javította a MAV siklási képességét.

A MAV KIDOBÓ MECHANIKA KÉSZÍTÉSE

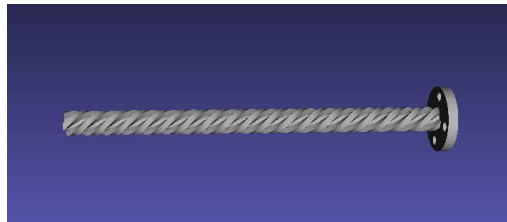
A versenyfeladat szempontjából a MAV kidobó mechanika egy önállóan kezelhető és tervezhető alrendszer. Az egység tervezése során figyelembe vettük, hogy a MAV kidobás a modell távirányítójáról működtethető, illetve gyorsan fel-, és leszerelhető legyen. A prototípus tervezésénél a további szempontok is figyelembe lettek véve, mint például:

- kisméret és tömeg;
- egyszerűség (a lehető legkevesebb mozgó alkatrész);
- a mikro légi járműveket (MAV) könnyen rászerezhetőek legyenek.

A megoldást egy végtelenített RC szervomotorral meghajtott menetes szár és a MAV-ok törzsébe fűrt menetes rész együttes alkalmazásában találtuk meg. Az elv egyszerű. A menetes szárat a motor segítségével a megfelelő irányba elforgatva, egymás után fel lehet fűzni a MAV-okat. A kieresztés folyamata pedig ennek a fordítottja.

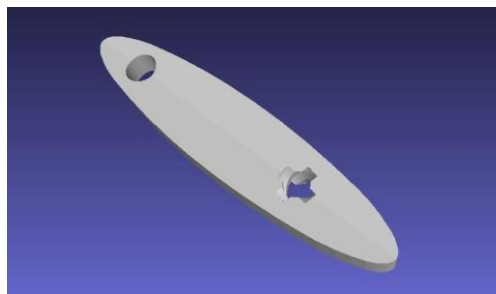
Az RC szervomotorra azért esett a választás, mert a hordozógépen is számos ilyen aktuátor található, így annak vezérlése a gép működtetéséhez szükséges modul egyik szabad csatornájának a kihasználásával egyszerűen megoldható.

A menetes szár és a hozzá tartozó „anyacsavar” kialakításához egy viszonylag új, a prototípusgyártásban is egyre gyakrabban alkalmazott 3D nyomtatás technológia adott megoldást. A nyomtatás extrudálással történik, azaz magas hőmérsékletű fúvókán átréselt műanyag rétegekből épül fel az objektum. Kétféle anyag létezik. Az egyik az ABS (acrylonitrile butadiene styrene), a másik a PLA (polylactic acid). A PLA sokkal merevebb szerkezetű, mint az ABS. Ezt a tulajdonságot figyelembe véve, a menetes szár PLA-ból készült el (15. ábra), míg a MAV-okat ABS-ből készítettük. A nagy magasságból kidobott MAV-ok a puhább, rugalmasabb műanyagoknak köszönhetően sokkal ellenállóbbak lesznek.



15. ábra Nagy emelkedésű nyomtatott menetes szár 3D terve

Tervezés során, az anyacsavarnak megfelelő menet a MAV törzsében kapott helyet, ami a 16. ábrán látható.



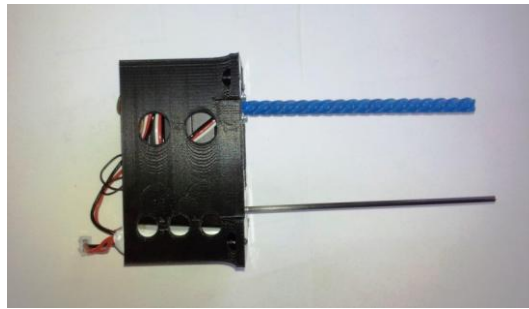
16. ábra MAV törzse (megvezető nyílás és menet)

A tesztelés után a szervomotor egy konténerben kapott helyet, amit szintén 3D technológiával készítettünk el. Úgy lett kialakítva, hogy a motor mellett a vezérléshez szükséges vevő és az akkumulátor is elférjen (17. ábra). A konténer 64 mm széles, 96 mm hosszú, 57 mm magas és négy csavarral lehet a raktérbe rögzíteni. A tömege csökkentésének az érdekében, az oldala további lyukakat fűrtünk.



17. ábra A konténerben elhelyezett szervomotor, vevőmodul és akkumulátor

Mivel MAV-ok egy tengelyre vannak felfűzve, ezért a menetes szár forgatása közben azok elfordulnának. Ennek megakadályozására egy vezető rúddal lett ellátva a modul. (18. ábra)



18. ábra Összeszerelt modul, a szénszál as megvezető rúddal együtt.

A rúd 3 mm átmérőjű szénszál as anyagból készült. A MAV törzsén egy további nyílás kapott helyet, melyen keresztül a rúd áthalad és megakadályozza az elforgást (16. ábra). Az akadálytalan működés érdekében a nyílás a rúd méretének a duplája, továbbá a rúd hossza 10mm-er hosszabb, mint a menetes szár. Ennek köszönhetően végig a tengely mentén van megvezetése a MAV-nak, illetve ledobáskor a törzs nem tud rászorulni a szénszál as rúdra. [1]

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők és egyben a csapat tagjai is a Török Légierő Akadémia szervezésében immár harmadik alkalommal kiírt és megrendezett nemzetközi versenyre történt felkészülésének tapasztalatait kívánták bemutatni. Egy olyan folyamatot, amely során egy saját tervezésű, fejlesztésű és gyártású távirányított prototípusú repülőeszközzel kellett részt venni egy dinamikus versenyen, ahol a prototípus életképességét is bizonyítani kellett. A hallgatóknak és az ezen a területen kutató oktatóknak egyaránt értékes gyakorlati tapasztalatokat nyújtott a szigorú versenykiírásoknak történő megfelelés, vagyis a mérnöki tevékenység „soft” és „hard” részének gyakorlati megtapasztalása.



A versenyre való felkészülésünkről tudomást szerezve a BHE Bonn Hungary Electronics Hungária Kft. támogatásra érdemesnek érezve a csapat erőfeszítéseit egy nagylelkű szponzori segítséget ajánlott fel, amit ezúton is nagyon szépen köszönünk. Külön köszönet Dr. Kazi Károly igazgató úrnak, címzetes egyetemi docensnek, és Papp Tímeának a szíves és segítőkész támogatásért és segítségért.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. FFD 2015 Technical Report of the MELÁK unmanned aerial vehicle by HUNOK TEAM 2015.
2. Mohammad H. Sadraey: Aircraft Design A Systems Engineering Approach, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, Chennai, India. 2013, ISBN 978-1-119-95340-1
3. Christos Kassapoglou: Design and analysis of composite structures with applications to aerospace structures, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, Noida, India. 2010, ISBN 9780470972632

4. Ian Moir, Allan Seabridge: Design and development of aircraft systems, A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, New Delhi, India, 2013, ISBN: 978-1-119-94119-4
5. Jan R. Wright, Jonathan E. Cooper: Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads, John Wiley & Sons Ltd, 2007, West Sussex, England
6. FFD 2015 Competiton Rules
7. Dr. Pásztor Mária: Műanyagok alkalmazása, utóműveletek –
<http://www.muanyagipariszemle.hu/2012/01/uj-muszaki-habtipusok-14.pdf>, letöltve:
(2015.03.24.)

AZ UAV-ON ALKALMAZHATÓ SZENZOROK

Szegedi Péter¹, Békési Bertold²

¹⁻² *Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztviselőképző Kar, Katonai Üzemeltető Intézet, Katonai Repülő Tanszék, egyetemi docens 5008 Szolnok, Kilián u. 1.
E-mail: szegedi.peter@uni-nke.hu, bekesi.bertold@uni-nke.hu*

Az elmúlt évek során egyre nagyobb igény volt a felhasználók részéről, hogy olyan gépeket, berendezéseket, eszközöket fejlesszenek/alkalmazzanak, amelyek segítségével meggyorsíthatják és automatizálják a feladataik végrehajtását, vagy amelyek képesek több, akár komplexebb feladatot pontosabban, akár nagyobb távolságban és lehető legrövidebb idő alatt, a legkisebb energia, költség ráfordításával elvégezni. Ez az igény a mai napig átjárja a robotikai/mechatronikai rendszerek (például: a pilóta nélküli repülőeszközök) fejlesztését, a kitűzött célt/teljesítendő feladatot, hogy olyan eszközöket fejlesszünk/alkalmazzunk, amelyek gyorsabbak, pontosabbak, erősebbek, ..., stb., mint korábbi modelljeik.

Kulcsszavak: szenzorok, szenzor rendszerek, UAV, repülés szabályozó rendszer

BEVEZETÉS

A pilóta nélküli repülőgépek nagy bonyolultságú, összetett elektronikai-mechanikai rendszerek, amelyek a legkülönbözőbb katonai, polgári, feladat-végrehajtásban kapnak szerepet, mint embert helyettesítő/kiegészítő eszköz. Ezek a szerkezetek összetett, a technológiák fejlődését tükröző, műszaki alkotások, amelyben a mechanika, hidraulika, elektrotechnika, irányítás-technika, elektronika, informatika, stb. ismeretei ötvöződnek, kutatási eredményeit felhasználják, illetve beépítésre kerülnek. Összetettségük abból is adódik, hogy ahhoz, hogy „önálló” mozgásuk biztosított legyen minden olyan paramétert (az idő függvényében változó) pontosan ismerni kell, amely szükséges a működésükhöz, (ehhez a valóságban mindig társul valamilyen mértékű paraméter bizonytalanság, hiba), így az érzékelésekből és mérésekből származó jelek feldolgozása igazából számos különböző differenciálegyenlet¹ folyamatosan megoldását jelenti. Megoldásukhoz szükséges ismerni/becsülni az egyenletek paramétereit, és ezt az egész komoly matematikai problémát valós időben és folyamatosan kell tudni kezelni. Például a drón pozíciójának és orientációjának időpillanatról időpillanatra történő meghatározása, ami még távolról sem jelenti a feladat (mechanikai szempontból vett) teljes értékű leírását. Ezek a komplex rendszerek a környezetükből gyűjtik az autonóm működésükhöz szükséges információkat, szenzorok segítségével érzékelik pozíciójukat és egy döntési folyamat eredményeként működésüket, helyzetüket, mozgásukat (hat szabadságfokú²) a három dimenziós térben korrigálják. [3, 4, 7, 8]

¹ Blakelock, J. H. Automatic Control of Aircrafts and Missiles, John Wiley & Sons, New York, 1965.; McLean, D. Automatic Flight Control Systems, Prentice Hall, New York, 1990.

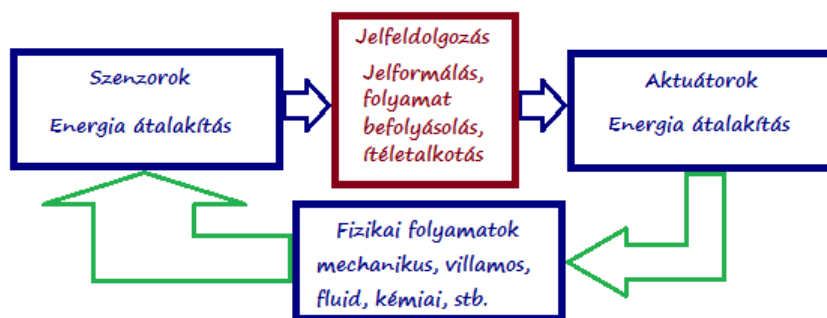
² A dinamikai rendszerek fontos jellemzője a szabadságfok, amely megmutatja, hogy a tömeg mozgását hány egymástól független koordinátával adhatjuk meg.

MECHATRONIKAI RENDSZEREK ÁLTALÁNOS FELÉPÍTÉSE

A mechatronika³ rendszerek a gépészet az elektronika és az informatika elveivel, törvényeivel magyarázható és ezen tudományterületeken elfogadott törvényszerűségek alapján működő szerkezetek, amelyek érzékelőikén keresztül felismerik környezetüket, azok meghatározott változásait, rendelkeznek kiértékelő, döntést hozó és végrehajtó alrendszerrel, egységekkel. A feladattól függően az optimális működés, feladat végrehajtás érdekében tervezik és valósítják meg. Ezek a berendezések mindennapi életünk részeként az élet különböző területein segítik munkánkat, életünket, ott vannak például:

- otthonainkban, mint „okos” konyhai berendezések, játékok, stb.;
- az iparban, mint automata gyártósorok, vagy NC megmunkáló eszközök, ipari robotok, stb.;
- de jelen vannak a repülésben is, mint repülőgép-irányító, és navigáló rendszerek vagy éppen biztonsági, utasbiztonsági rendszerek, stb.

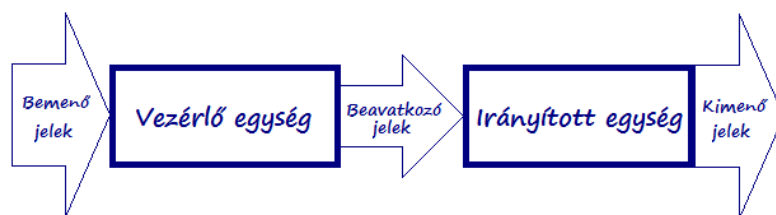
Megtalálhatók bennük azok a funkcionális egységek, amelyek biztosítják a feladat végrehajtását. A rendszerben fellelhetők a szenzorok (érzékelők), amelyek biztosítják a környezet, illetve változásának detektálását, a jelfeldolgozó, döntéshozó egység, amely az érzékelőtől érkező jeleket kiértékeli, majd egy szabályrendszer alapján létrehozzák az aktuátorok (végrehajtó egységek) bemenő jeleit, amelyek hatnak a környezetre, illetve befolyásolják a szabályozott jellemzőt, válaszokat generál, 1. ábra. A kimeneten megjelenő jelek (időfüggvények) rendszerint elő van írva, például hogy a rendszer adott pontján milyen legyen például az elmozdulás, kitérés vagy akármilyen más mechanikai, egyéb paraméter.



1. ábra A mechatronikai rendszer általános felépítése

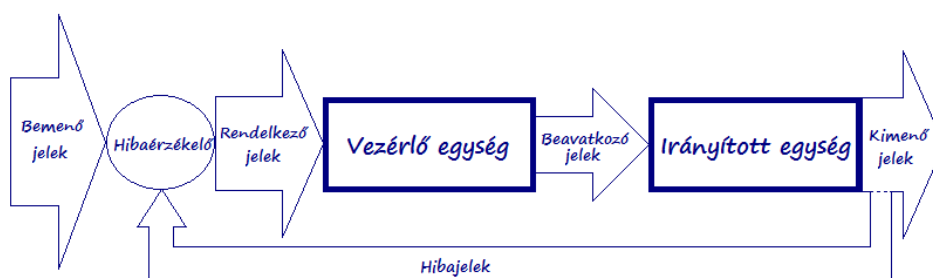
Egy mechatronikai rendszert több alrendszerre lehet felosztani (1. ábra), amelyek kölcsönös kapcsolatban vannak egymással, amelyek működését és kapcsolatát egymással fizikai elvek alapján, matematika összefüggések felhasználásával írhatunk le, vagyis modellezhetjük illetve érthetjük meg működésüket. Mindkét esetben a cél, hogy az elvárt, meghatározott feladat végrehajtás érdekében tisztázott legyen a rendszer működése. Az ok-okozati kapcsolatok ismertek és a működés külső, belső paraméterei beazonosítottak legyenek. A rendszer adatokat fogad, átalakít, jeleket dolgoz fel és jelez, vagy éppen beavatkozik. Szabályzástechnikai értelemben ezeket a rendszereket két alapegységre bonthatjuk, 2.; 3. ábrákon látható módon, egy vezérlő és egy irányított egységre.

³ ”Napjainkra világossá vált, hogy a mechatronika inkább tekinthető korszerű mérnöki szemléletmódnak,”; http://www.mogi.bme.hu/letoltes/MECHATRONIKAI%20&%20IR%C3%81NY%C3%8DT%C3%81STECHNIKAI%20T%C3%81RGYAK/MECHATRONIKA%20ALAPJAI%20%28MECHATRONIKA%20BSC%29/Mechatronika_alapjai_bevezeto.pdf



2. ábra A vezérlés elvi vázlata

Amint a 2. ábrán és a 3. ábrán látható, a bemenőjeleket a vezérlő egység alakítja át beavatkozó jelekké, majd ezek képezik az irányított egység gerjesztéseit. A bemutatott működési vázlatok a vezérlési, illetve szabályozási folyamatokat szemléltetik.

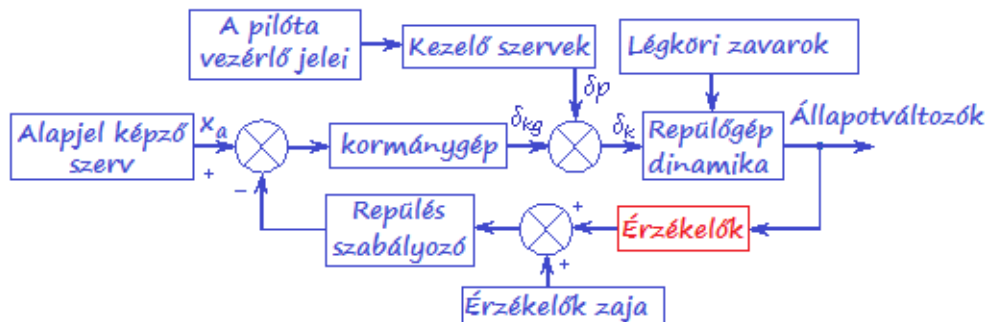


3. ábra A szabályzás elvi vázlata

A folyamatok irányításának legegyszerűbb megoldása a vezérlés (2. ábra), a pontosabb irányítást, az eredmény követését csak a szabályozás (3. ábra) teszi lehetővé. [1, 7, 9, 17, 18]

A ROBOTPILOTA RENDSZEREK ÁLTALÁNOS FELÉPÍTÉSE ÉS MŰKÖDÉSI ELVE

A repülőgépek tervezésének korai szakaszában a kormányzás alapvető eszközei a pilóta és a kormányzervek közötti mechanikus erőátviteli eszközök voltak. Ebben az időben a repülőgép térbeli helyzetének meghatározása vizuálisan, beállítása a földi horizonthoz képest manuálisan, illetve egyszerű műszerekkel történt. A repülőgépek fejlődésével a fedélzeti berendezések, többek között a robotpilóták is korszerűsödnek. Ezek az eszközök a repülőgép mozgásjellemzőit állandó értéken tartó, vagy előírt módon megváltoztató automatikus berendezések. Napjainkban a robotpilóta elnevezés mellett az automatikus repülésvezérlő rendszer megnevezés is teret nyert. A repülőgépvezetés automatizálása során fontos a repülőgép mozgását meghatározó paraméterek pontos meghatározása és időbeli változásának megismerése. Elsődleges feladat a repülőgép stabilizálását biztosító vezérlési törvények definiálása (a robotpilóta által létrehozott kormánylap-kitérítés és a repülőgép elmozdulása közti kapcsolat), valamint a kormányzervek megadott pontosságú és sebességű kitérítésének létrehozása a vezérlési törvények szerint. A korszerű robotpilóták már nem csak a stabilitás növelését végzik, hanem képesek előre programozott útvonalrepülésre, önálló manőverezésre és navigálásra, automatikus fel- és leszállásra, a meghatározott nagyságú külső zavarok hatásainak csökkentésére, vagyis aktív repülésszabályozásra.



4. ábra Automatikus repülésszabályozó rendszer blokkvázlata

A robotpilóta vagy inkább integrált repülésirányító rendszer működését különböző mérőadók (érzékelők) teszik lehetővé (bedöntési, bólintási szög és szögsebesség adók, irányadó, túlterhelésadó, magasság-, állásszög adók), amelyek a repülőgép helyzete és a kormányservek helyzete alapján keletkezett, a mért (érzékel) jellemzőkkel arányos elektromos jeleket a kioldozó és végrehajtó berendezésbe továbbítják. A kapott utasítások végrehajtása a repülőgép-vezetőtől függetlenül előre megadott program szerint, vagy a pilóta által létrehozott és a kormánygépről érkező jelnek megfelelő kormánykitéréseknek megfelelően megy végbe [11]. A repülőgép robotpilóta rendszerének működési vázlatát a 4. ábrán látható. A repülésszabályozó bemeneti jele az x_a alapjel, amely lehet időben állandó, vagy előre megadott módon időben változó. A pilóta nélküli repülőgépek automatikus repülésének megtervezésekor a repülőgép repülési pályáját, repülési magasságát, sebességét, irányát, egyéb más repülési jellemzőjét az idő függvényében adjuk meg.

Az eltérés elve alapján működő, a 4. ábra szerinti értéktartó robotpilóta rendszerben az alapjel képző létrehozza a stabilizálni kívánt alapjellel arányos x_a jelet. A robotpilóta érzékelői méri a repülőgép pillanatnyi helyzetének megfelelő repülési paramétereket. Ha a repülőgép pillanatnyi és a kívánt repülési helyzete nem egyezik meg, akkor a különbségképző szerv előállítja a hibajelet. A hibajel jelformálás, illetve erősítés után kormánygépre kerül, amely leoldozza a hibajellel arányos jelet, és δ_{kg} jelet ad az összegzőre. Az összegző kimenő jele δ_k , olyan módon téríti ki a megfelelő kormányfelületet, hogy az azon ébredő légerő és nyomaték a repülőgépet a kívánt repülési helyzetbe hozza. A szabályozási folyamat mindaddig tart, amíg a hibajel zérussal lesz egyenlő. [3, 4, 11, 12, 13]

Robotpilótákkal szemben támasztott általános követelmények:

- a repülőgép kormányozhatóságának és előre megadott stabilitásának biztosítása az x, y, és a z tengely körül;
- a zavaró hatásokkal szembeni érzéketlenség;
- speciális feladatok biztosítása:
 - az automatikus le-, és felszállás;
 - repülési sebesség stabilizálása;
 - repülési magasság stabilizálása;
 - süllyedés, emelkedés végrehajtása;
 - műszer szerinti sebesség és „M” szám automatikus stabilizálása;
 - a repülőgép bármely helyzetből vízszintes repülési helyzetbe történő visszaállítása;
- üzembiztos, pontos működés az előre megadott hőmérsékleti, magassági és relatív nedvesség tartományon belül;
- minimális energia felhasználással működjön;
- minél kisebb súllyal és méretekkkel rendelkezzen. [14, 15, 16]

Az automatikus repülésszabályozó rendszerekkel tervezését, működését tárgyaló [3, 4] szakirodalmakban fellelhető, a repülő szerkezetek térbeli mozgását leíró egyenletrendszerek lehetővé teszik, hogy a drónok repülésének modellezését és magát a repülési folyamatot az azt befolyásoló mért repülési paraméterekkel arányos jeleket a repülésszabályozó rendszer jelfeldolgozó része a matematikai egyenletek valósidejű megoldása alapján értelmezve és biztosítsa a repülő eszközök a térbeli mozgásának kontroláltságát.

AZ ÉRZÉKELŐK

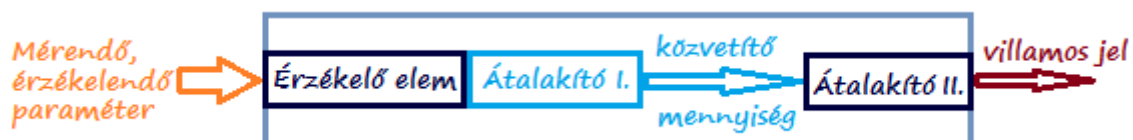
A szenzorikában számos fizikai effektust használnak fel információ gyűjtésre. Általános értelemben a szenzor (érzékelő) egy fizikai, kémiai, biológiai, technológiai, stb. (mint pl. hőmérséklet, távolság, nyomás, pH érték, szerszámélesség, helyzet, sebesség, stb.) hatásra, mint gerjesztésre, válasz jel (általában villamos mennyiség (feszültség, áram), de lehet pneumatikus, hidraulikus, vagy más jellegű mennyiség is kibocsátására alkalmas eszköz, egy jelátalakító, amelyet egy rendszer értelmez, feldolgoz. Vagyis képes detektálni a bemenetére érkező különböző megjelenítési formájú energiát és a kimenetén azzal arányos kimeneti jelet (pl.: villamos) létrehozni, amelyet a különböző jelfeldolgozó, jelátalakító egységek feladatuk függvényében fel tudnak dolgozni, ki tudnak értékelni. A szenzorok kimenő jele, amely a bemeneten levő mennyiséggel arányos lehet analóg és digitális jelformátumú.

A mérés technikában, irányítástechnikában és napjainkban már fogyasztói elektronika készülékeiben is elterjedten használják a rendszer működéséhez szükséges információk összegyűjtésére. A mérendő mennyiség, paraméter, állapotváltozó, időbeni változásával arányos információt pl. villamos jellé alakít, amely alkalmazható olyan szabályozó rendszerekben, mint például a repülésszabályozó rendszerek. Ezekben a rendszerekben a megfigyelt folyamatok jellemzőinek kijelzése, illetve a folyamatba történő közvetlen beavatkozás történhet meg a paraméterek módosítása érdekében. Az érzékelés, adott esetben a mérés eredménye gyakran visszacsatolt, beavatkozó jel, vagy akár valamilyen más fizikai megjelenésű információ (4. ábra).

Megkülönböztethetünk aktív (a kimeneti jel energiáját az érzékelő a mérendő rendszerből veszi) és passzív érzékelőket (a működésükhöz független segédenergiára van szükség). Fontos szempont, hogy a mérendő tulajdonság, és az érzékelő által szolgáltatott jel egymásnak kölcsönösen egyértelmű függvényei legyenek, és ezt a kapcsolatot más paraméter lehetőleg ne befolyásolja. A gyakorlatban ez ritkán valósítható meg, mert a szenzor kimeneti jelét általában, zavaró hatások befolyásolják kisebb-nagyobb mértékben, illetve a szenzorok is elektromágneses jeleket sugározhatnak, amelyek a többi érzékelő működését befolyásolhatja (elektromágneses kompatibilitás). [1, 2, 5; 6, 21]

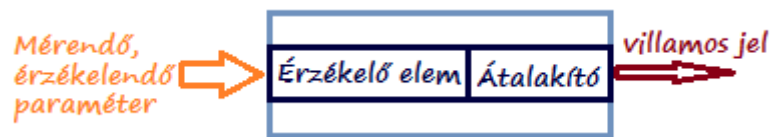
Az érzékelők általános felépítése

A jelek feldolgozásának foka szerint egyszerű szenzor, integrált szenzor, intelligens szenzorokat különböztetjük meg. Ha a mérendő mennyiséget, amennyiben azt az ismert fizikai elvek szerint nem lehet közvetlenül villamos jellé átalakítani, akkor először egy tranzit mennyiséggé kell alakítani, „közvetett mérés”, 5. ábra. A közbülső mennyiséget elsődleges villamos mennyiséggé kell átalakítani, melynek során különféle fizikai hatások jöhetnek szóba.



5. ábra Egyszerű érzékelő, „közvetett mérés”

Ha erre az „Átalakító I.”-re nincs szükség, akkor a „közvetlen mérés” lehetősége áll fenn, 6. ábra.



6. ábra Egyszerű érzékelő, „közvetlen mérés”

A 7. ábrán látható integrált érzékelőben az elsődleges villamos jel feldolgozására egy kiértékelő elektronika szolgál, amely a jel erősítésén kívül ellátja a nullponteltérések kompenzálását; a zavarjelek szűrését; a jel linearizálását; a méréshatár illesztését és a kimenőjel normálását.



7. ábra Integrált érzékelő

A jel digitális feldolgozásához az analóg kimenő jelet digitális jellé kell átalakítani, erre a feladatra szolgál egy A/D átalakító, 8. ábra. A mikroelektronikai alkatrészek fejlődése lehetővé tette, hogy a digitális kiértékelő egységet is (mikrokontrollert) a szenzorral közös házba integrálják. [10]



8. ábra Intelligens (SMART) érzékelő

A szenzorok osztályozása, csoportosítása sokféle szempont szerint történik a [1, 2, 5, 6, 10, 21] szakirodalmakban:

- mérendő mennyiség szerint;
- a jel megjelenítési formája alapján;
- a kimeneti jel létrehozásában szereplő kölcsönhatások szerint;
- működéséhez szükséges-e külső energiaforrás.

A konkrét mérési feladatra alkalmas szenzor kiválasztásához: a milyen fizikai jellemzőt, milyen méréstományban, milyen pontossággal kell mérni kérdésekre adott válaszok ismerete szükséges [10]. Függetlenül a csoportosításuktól, osztályozásuktól közősek a velük szemben támasztott követelmények, mint:

- a be-, kimenő jel közötti kapcsolat egyértelmű és reprodukálható legyen;
- a kimenőjel csak a bemenőjeltől függjön;
- lineáris kapcsolat legyen a bemenet és a kimenet között;
- a mérőrendszer ne hasson vissza a mért rendszerre;
- érzéketlenség külső zavarokkal szemben;
- a kimenőjelet normálható legyen;
- egyszerű tápellátás;
- ellenőrizhető működőképesség.

A szenzorokat számos paraméterrel lehet jellemezni, amelyek különböző csoportokba rendezhetők. Fontosabb jellemzők a statikus jelleggörbe, vagy karakterisztika, illetve a mérési tartomány és az élettartam.

A REPÜLŐSZERKEZETEK FEDÉLZETÉN ALKALMAZOTT ÉRZÉKELŐK

Az alkalmazott érzékelőtől függően az élel számos területén felhasználhatók a pilóta nélküli repülő eszközök. A repülőszervezetek fedélzetén alkalmazott szenzorok feladata egyrésztől biztosítani a repülőeszköz három dimenziós mozgásának koordinálásához szükséges információt. A repülési paraméterek meghatározására más-más fizikai elven működő mérő rendszereket (szenzorokat) használnak, úgy mint:

- gyorsulásmérőket;
- nyomásmérőket;
- giroszkópokat;
- magnetométereket;
- radarokat;
- GPS eszközöket.

Másrésztől, az UAV-kon hasznos teherként (payload) információgyűjtő, felderítő feladatok (katonai és polgári alkalmazás esetén egyaránt) elvégzéséhez a fedélzetén elhelyezett az információ érzékelésére, esetenként rögzítésére, akár kiértékelésére alkalmas berendezések alkalmazására van szükség. Az ilyen típusú eszközök bemeneti jeleinek előállítására is a berendezésbe integrált, vagy külön egységként alkalmazott érzékelők szolgálnak [19, 20].

ZÁRÓ GONDOLATOK

A drónokon, mint minden más repülőeszköz esetében is elsődleges a biztonságos működés és az ehhez szükséges eszközök helyes működése. A repülő eszközök egyik közös jellemzője, hogy rendelkeznek olyan érzékelőkkel, amelyek kimenő jeleit értékelve meghatározható a repülőgép mindenkorl térbeli orientációja, biztosítva a három dimenziós térben történő feladat végrehajtást. Az automatikus repülőgép szabályozó rendszerek biztosítják a repülés során bekövetkező események kezelését, a légi járművek lehető legkisebb veszéllyel járó felszállását, repülését és földet érését.

A pilóta nélküli eszközök, mint a különböző érzékelők mobil platformja, lehetőséget teremtenek a környezetünkben bekövetkező változások érzékelésére, előre jelezésére, felderítésére. Az alkalmazott, „SMART” szenzorok képesek biztosítani az információ valós idejű feldolgozását, továbbítását a végfelhasználó részére, meggyorsítva a döntési folyamatot, a szükséges beavatkozás minél gyorsabb megkezdését.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Bánlaki Pál, Lovas Antal: Szenzorika és anyagai, Typotex kiadó, Budapest, 2012, http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/0018_Szenzorika/Banlaki_Lovas_Szenzorika_es_anyagai_1_1.html (2015.04.22.)
2. Lambert Miklós: Szenzorok – elmélet és gyakorlat, INVEST-MARKETING BT, Budapest, 2009, ISBN 978-963-87401-1-3
3. McLean, D.: Automatic Flight Control Systems, Prentice Hall, New York, 1990
4. Blakelock, J.: H. Automatic Control of Aircrafts and Missiles, John Wiley & Sons, New York, 1965
5. G. S. Hegde: Mechatronics, New Jersey: Princeton University Press, 2010, ISBN: 978-0-691-14921-9

6. Clarence W. de Silva: Mechatronics An Integrated Approach, Boca Raton London New York: CRC Press, 2005, ISBN: 0-8493-1274-4
7. Mechatronika alapjai, Munkapéldány, utolsó változtatás: 2014. augusztus 24. http://www.mogi.bme.hu/letoltes/MECHATRONIKAI%20&%20IR%C3%81NY%C3%8DT%C3%81STECHNIKAI%20T%C3%81RGYAK/MECHATRONIKA%20ALAPJAI%20%28MECHATRONIKA%20BSC%29/Mechatronika_alapjai_bevezeto.pdf; letöltve: 2015. 04. 19.
8. Dr. Nagy Vince: Gépészeti Rendszertechnika, kézirat Győr, 2001. <http://rs1.szif.hu/~szauter/rendszertechnika.pdf>, letöltve: 2015. 04.22.
9. Reviczky László, Bars Ruth, Hetthéssy Jenő, Barta András, Bányász Csilla: Szabályozástechnika, Széchenyi István Egyetem, Universitas-Győr Kht., Győr, 2006.
10. Horváth Péter: A mechatronika alapjai, Értékünk az ember Humánerőforrás-fejlesztési Operatív Program, 2006, http://109.74.55.19/tananyagok/tananyagok/Jegyzetek/A_mechatronika_alapjai.pdf letöltve: 2015.04.22.
11. Szegedi Péter: Repülésszabályozó rendszerek szabályozóinak számítógépes analízise és szintézise, PhD értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2005.
12. Nelson, R. C. Flight Stability and Automatic Control, WCB McGraw-Hill, 1998.
13. Somodi, J. Irányítástechnika I. (Lineáris szabályozástechnika), kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest, 1967.
14. MIL–C–18244A (AS) Control and stabilization system: automatic, piloted air-craft general specification for, 1992.
15. MIL–F–8785C Flying Qualities of Piloted Airplanes, 1996.
16. MIL–F–9490D Flight Control Systems – Design, Installation and test of piloted aircraft general specification for, 1993.
17. Dr. Csáki Frigyes Bars Ruth: Automatika, Tankönyvkiadó, Budapest, második bővített kiadás, 1972.
18. 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>
19. Randal W. Beard, Timothy W. McLain Small Unmanned Aircraft Theory and Practice, Princeton University Press, New Jersey, 2012, ISBN 978-0-691-14921-9
20. Dr. Békési Bertold, Kubovics Balázs: Robotrepülőgépeken alkalmazott magasságmérési elvek és eszközök. In: Mesterházy Beáta (szerk.) XI. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia. Konferencia helye, ideje: Szombathely, Magyarország, 2012. 05. 19 Szombathely: NyME, 2012. pp. 111-118. (ISBN:9-639290-69-6)
21. Dr. Pödör 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

GONDOLATOK A JÖVŐBENI FEGYVEREK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEIRŐL

Békési Bertold¹, Szegedi Péter²

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

A hadiipar és új technológiák, eszközök fejlesztése napjainkban teljes mértékben összefonódik egymással. Olyan eszközök, fegyverek tesztelése folyik, amelyek nemrég még csak a fantasztikus irodalom kedvelői előtt volt „ismert” illetve a néhány fejlesztő mérnök tervező asztalán volt látható. A hadiipari fejlődése egyet jelent a technológiák fejlődésével, ami azt is jelenti, hogy az eredetileg katonai célú kutatásokból a biztonságon túl is profitál a társadalom, a civil lakosság.

A cikkben az aktuálisan megismerhető katonai csúcstechnika, néhány fegyver, fegyverrendszer bemutatásán keresztül igyekeznek bemutatni a hadviselés természetének változását, a fegyverek jövőbeni alkalmazásának lehetséges módját.

Kulcsszavak: haditechnikai újítások, fegyverrendszerek, katonai célú kutatások

BEVEZETÉS

Egy rövid elmélkedésre invitáljuk a tisztelet olvasót egy vitatható erőfeszítésről, arról, hogy mely fegyvereknek, milyen hatása lehet a jövő harctevékenységeire, a hadviselés természetének folytonos és folyamatos változására. Fejlesztésük különböző fázisaiban lévő, kreatív elme által megálmodott és mérnöki kezek segítségével létrehozott haditechnikai eszközök, technikai újítások – a jövőbeni alkalmazásuk is feltételezhető –, amelyek alapvetőhatással lehetnek két, vagy több, mai értelemben vett hagyományos haderő – mint, pl.: Kína és az Egyesült Államok hadereje – között kialakuló jelentősnek ítéltető (kiterjedését, időbeli lefolyását, és intenzitását tekintve) összecsapásra. Illetve, amelyek alkalmazása a két szemben álló fél képességeit vizsgálva aszimmetrikusnak nevezhető forgatókönyv szerint lezajló – pl.: városi harc – konfliktusban is lehetséges.

Fontos szempont lehet, hogy hogyan válasszuk ki a szükséges képességet, mint pl.: a világ legjobb ötödik generációs lopakodó harci repülőgépeinek is lehet alapvetőhatása, bizonyos helyzetekben, de a nagy sebesség, amely alkalmatlanná teszi arra, hogy elidőzzön a városi harcokra jellemző méretű és elhelyezkedésű célok felett teszi a harci repülőt nehézkesen alkalmazhatóvá, vagy teljesen használhatatlanná arra, hogy például felismerje és célba vegyen kis, városokban harcoló egységeket. Nem is beszélve, arról hogy ilyen fegyverrendszert használni arra, hogy harcképtelenné tegyenek néhány AK-47 gépkarabéllyal felfegyverkezett irreguláris katonát, aligha költségghatékony megoldás. Erre a feladatra minden bizonnyal sokkal hatékonyabb, és valószínűleg sokkal olcsóbb megoldás különleges erők alkalmazása, például hyperstealth páncéllal és könnyű, „intelligens” kis kaliberű lőszerrel működő géppisztollyal felszerelve. Vagyis hogy hogyan határozzuk meg a fegyverek fejlesztésének irányát, filozófiáját, célját.

Számszerűsíthető-e, meghatározható-e az elérendő vagy kívánt hatást kiváltó eszköz fejlesztési célja kizárólagosan a pusztító képesség vagy a halálos áldozatok számát használva mérce-

ként? Vagy éppen ellenkezőleg, a fegyver, fegyverrendszer képességeit kell úgy kialakítani, hogy elérjük, vagy alkalmazhatatlanná tegyük az ellenséges célpontokat, eszközöket miközben minimalizáljuk a emberi veszteségeket, illetve az eszközök végleges megsemmisítését? Vagy melyek azok a fejlesztési irányok, amelyek megakadályozhatják a kinetikus hadviselési módszerek alkalmazhatóságát, akár úgy, hogy megelőzve az ellenfelet megbénítják azon képességét, hogy katonai, vagy egyéb műveleteket folytasson?

Szem előtt tartva a hadviselésnek azt a tulajdonságát, hogy a múlt, a megtörtént események hatása alapvetően meghatározza a jövőbeli természetét, megpróbáltunk kiválasztani néhányat azoknak a fegyvereknek, illetve fegyverrendszereknek a listájáról (nyilvános forrásokat felhasználva), amelyek többsége már a fejlesztés azon szakaszában van, hogy „egy rövid pillanat” alatt meg változtathatja a hadviselés jövőbeli viselkedését.

A kiválasztás természeténél fogva hiányos, de alkalmas lehet arra, hogy megmutassa azokat a fegyverek fejlesztése területén lévő trendeket, amelyek valószínűleg befolyásolni, jellemezni fogják az elkövetkező évtizedeket, és gondolatokat generáljon, hogy hogyan változhatnak meg úgy a történések, hogy ne csodálkozzunk azon, hogy *a háború, már az első lövés eldőrenése előtt véget is ért* [1].

A HYPER STEALTH VAGY QUANTUM STEALTH TECHNOLÓGIA

Láthatatlansági köpeny?! Manapság is egy örült, futurisztikus dolognak tűnik, amelyről a me-seíróknak köszönhetően mindenkinek van elképzelése, de a létezésében csak kevesen hisznek. A természetben előforduló alapanyagokat, ásványokat felhasználva, a tudósok régóta kutatnak olyan anyagokat, amelyek nagymértékben csökkenthetik a célok hő- és vizuális felderíthetőségét. Eddig, csak olyan anyagokat sikerült kifejleszteni, amelyek meghatározott hullámhosszú fény tartományban működnek, így lehet, hogy az álcázott tárgy vagy személy láthatatlan az infravörös tartományban, vagy a mikrohullámú tartományban, de egyszerre mindkettőben nem. A Quantum Stealth technológiával készült eszközök állítólag a látható fény és az infravörös frekvencia tartományban is egyaránt működnek. Az adott objektum körül hullámvezetők segítségével megtörik a fényt, így az álcázott objektumot nem, vagy csak nehezen lehet észlelni. A technológia (biztonsági okokból szinte semmit sem lehet tudni róla) láthatatlanná teszi a felhasználót a látható frekvenciatartományban (beleértve az infravörös tartományt is) működő, valamint a termikus érzékelők számára egyaránt. Ha ez valóban így, a Quantum Stealth technológia teljesen újraértelmezi az álcázást, indukálva azt a kérdést, hogy van-e valami félelmetesebb, mint egy láthatatlan hadsereg?

Az ilyen irányú fejlesztések eredményei lehetővé tehetik, hogy a katonák (az általánosan kiképzettől különleges erőkhöz) számára az a képesség, hogy ellenséges területen észrevétlenül hajtson végre feladatokat, vagy legalább is elég időt álljon a rendelkezésére, hogy a kezdeményezést magához ragadja, magától értetődő. Az ilyen eszközök csökkenthetik a sebesülések, sérülések kockázatát, miközben növelik a sebészeti pontosságú és meglepetésszerű támadások kivitelezésének, illetve szabotázs és mesterlövész tevékenységek végrehajtásának képességét a katonai műveletek során. Természetesen ez a technológia is komoly veszélyeket rejthet, például, ha terrorista csoportok számára is elérhetővé válik [1, 2, 8, 9].

AZ ELEKTROMÁGNESES ÁGYÚ

Az elektromágneses (EM) ágyú mágneses mezőt használja kémiai hajtóanyagok, mit például a puskapor vagy üzemanyag helyett ahhoz, hogy kilőjön egy lövedéket nagytávolságra, 2000 m/s - 2490 m/s sebességgel. A fejlesztés alatt álló eszköz már bizonyította, hogy képes egy lövedéket 185,2 Km távolságra kilőni, 32 megajoule energiát felhasználva. Az EM tüzérségi eszköz képessége számos előnyt nyújt támadó és védekező műveletek végrehajtásakor, a pre-

cíziós csapások végrehajtásától a légvédelmi ellentevékenységek végrehajtásáig. Továbbá nem szükséges alkalmazni, tárolni a hagyományos lövedékek kilövéséhez, indításához szükséges veszélyes robbanóanyagokat és tűzveszélyes anyagokat.

A haditengerészeti EM fegyver rendszert már 2005 óta fejleszti az U.S. Office of Naval Research. A projekt 2012-ben kezdett fázisában a sorozat lövési képesség fejlesztésével foglalkoznak. Az amerikai haditengerészet tervei szerint az EM ágyú hatótávolságát kiterjeszti 200 tengeri mérföldre, amelyhez 64 mega-joule energiára van szükség. Így egy lövés az előzetes kutatások szerint mintegy 6 millió ampernyi áramot igényel. Várhatóan még évek fognak eltelni, mire a tudósok megtalálják annak a módját, hogy hogyan készítsenek ekkora energiát tárolni képes energiatárló eszközöket (kondenzátorokat), illetve olyan az ágyúépítéshez szükséges alapanyagokat, technológiákat, amelyek segítségével készített ágyú nem fog darabokra esni minden lövés után [1, 3].

AZ ŪRFEGYVEREK

Az ūrfegyverkezés elleni nemzetközi nyomás ellenére több országban is folynak kutatások, fejlesztik azokat a technológiákat, amelyek a felettünk lévő ūrt a jövő műveleti területévé, hadszínterévé teheti. A lehetőségek legalább annyira határtalanok, mint amennyire szokatlannak, például a Holdra telepített rakétakilövőkötől az ott települt aszteroida elfogó rendszerekig, amelyek átirányíthatják az aszteroidákat egy a Föld felszínén lévő cél felé. Nyilvánválnó, hogy nem minden scenárió vitelezhető ki technológánk jelen fokán és remélhetőleg örökre megmaradnak a sci-fi regényekben, de már most prognosztizálható, hogy az ūr, mint hadszínter jelen van a köztudatban, illetve hatással van a hadtudomány alakulására.

A másik ilyen lehetőség az, hogy műholdakat, mesterséges ūrbolygókat fegyvereznek fel nukleáris/nem nukleáris, elektromágneses impulzus (EMP) fegyverekkel. Nagy magasságban felrobbantva egy műholdról indított elektromágneses impulzus fegyvert, a hadviselő fél megbéníthatja az ellenség katonai műveletek végzéséhez szükséges vezetési, irányítási rendszerét, megfigyelési és felderítő, titkosszolgálati berendezéseit, illetve elektromos hálózatát, műholdjait, számítógépeit, stb. A használt EMP fegyver méretétől függően a támadás képes lehet egy egész ország területén, vagy nagy pontossággal kisebb területeken lehetetlenné tenni a kommunikációt. Egy hasonló elven működő „mesterlövész” típusú fegyver elméletileg akár véget is vethet a háborúnak az első lövés eldörrenése előtt.

Az alacsony magasságú platformokról, vagy földi telepítésű rakéta rendszereken keresztül (pl. ICBMs) tüzelő elektromágneses impulzus fegyverek támadhatók, elfoghatók, vagy megelőző csapások mérhető rájuk, viszont a műholdakra telepített EMP fegyverek, a legtöbb ország műveleti képességén (hatótávolságán) túl lennének, kivéve azokat, akik, föld-ūr, vagy levegő-ūr úgynevezett „antisatellite” képességgel vagy a világűrbe telepített felfegyverzett műholdakkal rendelkeznek. Továbbá a világűrbeli indított összeköttetéseket, vezetési-irányítási, információs, kommunikációs csatornákat, rendszereket megbénító támadás sokkal rövidebb lenne, mint a megtámadott ország védelmi rendszerének a reakció ideje, hogy hatástalaníthatja az EMP fegyvert.

Egy másik technológia, amely iránt az érdeklődés gyengült az évtizedek során, az amely nagy energiájú világűrbe telepített lézerekkel pusztítja az ellenség által kilőtt emelkedési (teljes indítási) („boost-phase intercept” or BPI phase) fázisban repülő ballisztikus rakétákat. Ennek a BPI fázisú rakéta megsemmisítésnek az előnye, hogy a leglassabb fázisban történik, így egy sikeres feltartóztatás valószínűsége nagyobb. Ellentétben a jelenleg használt a rakétavédelmi rendszerekkel (pl. AEGIS rakétavédelmi rendszer), amelyet az ellenséges interkontinentális rakéta kilövő állomásokhoz lehető legközelebb kell telepíteni és üzemeltetni, a világűrbe telepített lézer platformok képesek működni olyan nagy magasságokban (akár a világűrben) is,

amelyek jóval túlmutatnak a célbavett országok azon képességén, hogy megsemmisítsék az indított rakétát, illetve megelőzzék a kilövést.

Amikor több ország illetve az úgynevezett „Rogue States” államok is szert tesznek olyan erőforrásokra, amelyek biztosítják számukra a hozzáférést a nagy hatótávolságú, akár nukleáris ballisztikus rakéták birtoklására, akkor a világűrbe telepített lézer rakétaelfogó rendszerek iránti érdeklődés, illetve a költséges fejlesztési programjaik finanszírozása valószínűleg nőni fog. Azonban a feladatok, a nehézségek továbbra is meglesznek az űrállomásokra, illetve mesterséges űrbolygókra telepített kémiai megawatt-lézer rendszerek kifejlesztésében [1, 4, 7]

HIPERSZONIKUS CIRKÁLÓ RAKÉTÁK ÉS A „PROMPT GLOBAL STRIKE” (AZONNALI GLOBÁLIS CSAPÁS)

Amióta háborúkat vívnak egymással természetesnek mondható az a kíváncsi, hogy minél gyorsabban és bárhol képesek legyenek csapást mérni a szembenálló félre. A cirkáló rakéták megjelenése azzal a képességükkel, hogy pontosan nagy távolságokra szállítanak robbanófejeket, a modern kori hadviselésre rendkívüli hatással voltak. De egy olyan korban, ahol egy pernyi különbség is dönthet vereség és győzelem között, a cirkáló rakéták túl lassúnak bizonyultak. Például, nyolcvan percbe telt, hogy az Arab-tengeren lévő amerikai hadihajóról indított földi támadást végrehajtó cirkáló rakéták (LACM) elérjék az afganisztáni Al Qaeda kitépő táborokat 1998-ben a kenyai és tanzániai amerikai nagykövetségek elleni terrortámadásokat követően. A Mach 5-nél gyorsabban repülő, hiperszonikus rakétákat használva, ugyanazokra a célpontokra, mindössze 12 percre lett volna szükség. Ezen elvárás megvalósítása érdekében indították el 2001-ben az úgynevezett „prompt global strike” (azonnali globális csapás) programot az amerikai hadsereg kezdeményezésére. Az amerikai erődesztítések az X-51A hiperszonikus cirkáló járműre (HCV) programra koncentrálták. Illetve az amerikai haditengerészet állítólag egy fejlett tengeralattjáróról indított hiperszonikus rakétával kapcsolatos kutatásokat végez.

A globális csapás akár több célt is szolgálhat, az állami és a katonai vezetés-irányítási rendszerek illetve egyéb nagy értékű célok elleni támadástól a sebészeti pontosságú mobil terrorista csoportok megsemmisítéséig a felsorolásnak és az alkalmazásnak is „csak a képzelet szab határt”. Nem beszélve arról, hogy extra előnyöket jelent a terepkövető üzemmódban támadó hiperszonikus cirkáló rakétáknak a rendkívüli sebesség a meglévő légvédelmi rendszerekkel szemben.

Oroszország, Kína és India is tett lépéseket, hogy fejlessze a hiperszonikus technológiáját, annak érdekében, hogy hasonló eredményeket érjen el, felhasználva hagyományos robbanófejeket. Ezek a lépések arra készítették a védelmi elemzőket, hogy figyelmeztessenek a már globálissá váló fegyverkezési versenyre [5, 6].

PILÓTA NÉLKÜLI JÁRMŰVEK

A védelmi ipar talán legfontosabb projektjeinek egyike az elmúlt évtizedben a pilóta nélküli (légi, földi, vízi) járművek fejlesztése. Ahogy a technológia fejlődik, a drónok, ahogy mostanában nevezik a pilóta nélküli légi járműveket (UAV), gyorsan veszik át azokat a feladatokat, amelyek az emberek által vezetett eszközöké voltak, illetve segítenek az emberekre nézve túl nagy kockázatokkal járó feladatok elvégzésében. Néhányan odáig jutottak gondolataikkal, hogy a pilóta által vezetett légi (vagy akár szárazföldi, illetve vízi) eszközöket elavultnak nevezik. Talán még nem érkezett el az idő arra, hogy így vélekedjünk, de az UAV-k szerepe egyre jelentősebb a légi, földi és tengeri műveletekben, tevékenységekben is.

A ma drónjai, a bombákat hatástalanító robotoktól a mini tengeralattjáróig, a hajófedélzetről indítható felderítő helikopterektől a nagy magasságban tevékenykedő precíziós támadásokat

végrehajtó légi eszközökig a legtöbb esetben a feladatuk végrehajtása, illetve a feladatra történő felkészítésük (mérnökök, illetve szakemberek által végzett tevékenység) során is igényelnek emberi beavatkozást. Továbbra is szükséges az emberi felügyelet a teljes küldetés ideje alatt, és fokozottan igaz ez a célok kijelölésére.

A tudósok szerint rövidesen, de ez talán még nem a közeli jövőben a mesterséges intelligencia fejlettsége eljut arra a szintre, hogy a drónok olyan az embertől független döntéseket hozzanak, amelyek kihatással lehetnek életre és halálra. Mivel a kutatások középpontjában vannak a „tűzelj és felejtsd el” képességek fejlesztése, amelyek a drónokat olyan feladatok elvégzésére teszik alkalmassá, mint például sokáig, órákon át elhúzódóan legyenek a cél közelében elemelve és várva az alkalmat, hogy majd a másodperc törtrésze alatt döntsenek nem csak a csapásról, hanem a lehetőségének bekövetkezéséről is [1].

ÖSSZEFOGLALÁS

A jelen fejlesztéseinek néhány példáját kiragadva igyekeztünk bemutatni, hogy az eddig csak a sci-fi irodalom oldalain olvasható történetek ugyanúgy valósággá válhatnak, mint ahogy elődeink fantáziájában is megjelent például a repülés és ma már mindenki számára természetes, hogy a légtér nem csak a madaraké.

Természetesen a fejlesztés alatt álló eszközök, mint például 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. Hovatóvább, a harci szerepkörüket kiterjesztve, felruházni a robotokat élet-halál feletti döntések meghozatalának lehetőségével, helyettesítve a kiképzézt katonákat, akiknek egészségét aggódo családjaik tekintete követ, egy egyszerű és logikus lépésnek is tűnhet, aminek technológiai akadályai nem lesz, és csökkentheti a fegyveres erő alkalmazásának pszichológiai korlátját.

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, amelyekkel 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.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. J. Michael Cole: Five Futuristic Weapons That Could Change Warfare. <http://nationalinterest.org/commentary/five-futuristic-weapons-could-change-warfare-9866> (letöltve: 2015.04.22.)
2. Guy Cramer: Quantum Stealth; The Invisible Military Becomes A Reality. <http://www.hyperstealth.com/Quantum-Stealth/> (letöltve: 2015.04.22.)
3. Naval Air Warfare and Weapons Department. Electromagnetic Railgun. http://www.onr.navy.mil/~media/Files/Fact-Sheets/35/Electromagnetic%20Railgun_Dec%2029%202014.ashx (letöltve: 2015.04.25.)
4. Weapons for Space War. <http://www.space.com/19-top-10-space-weapons.html> (letöltve: 2015.04.25.)
5. Amy F. Woolf: Conventional Prompt Global Strike and Long-Range Ballistic Missiles: Background and Issues. <https://fas.org/sgp/crs/nuke/R41464.pdf> (letöltve: 2015.04.25.)

6. Noah Shachtman: Hypersonic Cruise Missile: America's New Global Strike Weapon <http://www.popularmechanics.com/military/a1101/4203874/> (letöltve: 2015.04.27.)
7. Andrei AKULOV: Prompt Global Strike: Another Stride to Ambitious Incarnation <http://m.strategic-culture.org/news/2014/02/13/prompt-global-strike-another-stride-ambitious-incarnation.html> (letöltve: 2015.04.27.)
8. Geoffrey Ingersoll, Robert Johnson: New Camouflage Technology Could Make US Troops Invisible. <http://www.businessinsider.com/cnn-new-camouflage-technology-makes-troops-invisible-2012-12#ixzz3fPOfYsyJ><http://www.businessinsider.com/cnn-new-camouflage-technology-makes-troops-invisible-2012-12> (letöltve: 2015.04.29.)
9. Bridgette Meinhold: Texas Researchers Design World's First Battery-Powered Invisibility Cloak <http://www.ecouterre.com/texas-researchers-design-worlds-first-battery-powered-invisibility-cloak/> (letöltve: 2015.04.29.)

HŐMÉRSÉKLET ÉS RELATÍV NEDVESSÉGTARTALOM MÉRÉSE AZ EGYETEMI SPORTCSARNOKBAN

Adonyi Dávid Attila, Horváth Eszter, Ódor Noémi

*Nyugat Magyarországi Egyetem, Természettudományi és Műszaki Kar,
9700 Szombathely Károlyi Gáspár tér 4.*

E-mail: adonyidavid@gmail.com; heszti15@gmail.com; odornoemi94@gmail.com

A Sporttudományi Intézet- Egyetemi Sportirodától kaptunk egy kérést, hogy térképezzük fel az Egyetemi Sportcsarnokot hőháztartási szempontból, mivel energetikai korszerűsítés előtt áll az épület. A közel 30 éves épület egy részét már felújították, de pályázati pénzből további fejlesztéseket terveznek.

Környezeti fizikai méréseket alkalmazva térképeztük fel az épületet. 10 ponton végeztünk hőmérséklet- és relatív nedvességtartalom méréseket, valamint hőkamerával térképeztük fel az épületet. A méréseket két turnusban végeztük 2015.03.04-2015.03.11. és 2015. 03.25.-2015.04.09. között, óránkénti hőmérséklet rögzítéssel. IButton DS1922 típusú hőmérőket, IButton DS1923 típusú relatív nedvességtartalom mérőket és Fluke T132 hőkamerát használtunk.

A mért adatainkat rendszereztük és kiértékeljük. Poszterünk a mérési eredményeket mutatja be.

A konferencián való részvételt a Talentum műhely - A tudományért és tehetségért a Nyugat-magyarországi Egyetemen TÁMOP 4.2.2.B-15/1/Konv.-2015-0005 program támogatja.

ÉRZÉKENYSÉGVIZSGÁLATOK A RegCM KLÍMAMODELLEL A KÁRPÁT-MEDENCE TÉRSÉGÉRE

André Karolina¹, Pieczka Ildikó², Pongrácz Rita³, Bartholy Judit⁴

*Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszék,
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A,
e-mail: 1. karol@nimbus.elte.hu, 2. pieczka@nimbus.elte.hu,
3. prita@nimbus.elte.hu, 4. bartholy@caesar.elte.hu*

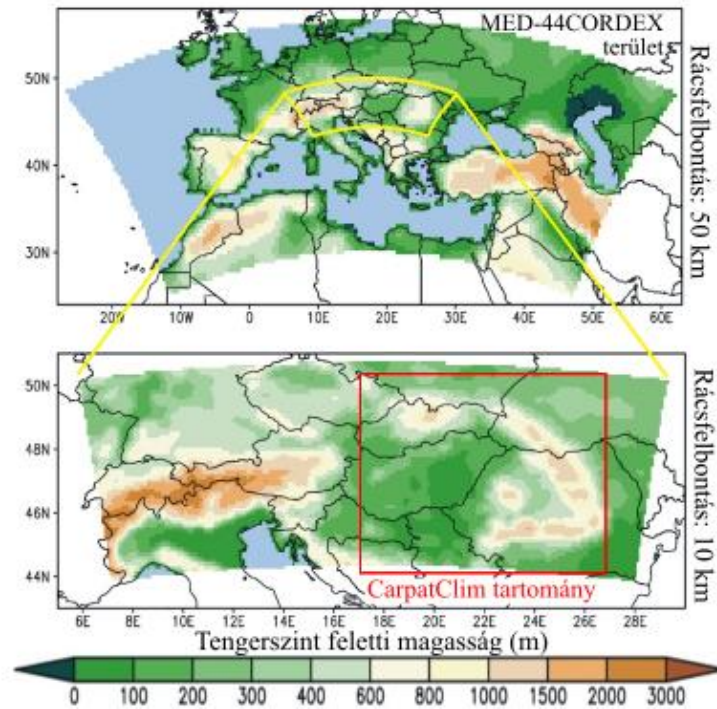
Regionális éghajlati modellek felhasználásával részletesebb képet kaphatunk a jövőben várható éghajlatról, mint globális modellek alkalmazásával. A RegCM felhasználásával 50 km-es, majd további finomítással 10 km-es horizontális felbontású szimulációkat készítettünk. Az éghajlati projekciókat megelőzően a modell által alkalmazott csapadéksémákra vonatkozóan érzékenységvizsgálatot is végzünk 10 km-es rácsfelbontáson, melynek eredményeit összegezzük ebben a cikkben.

Kulcsszavak: éghajlatváltozás, csapadék parametrizáció, CarpatClim, NATÉR, RCMTÉR

Bevezetés

Tanszéki kutatócsoportunk részt vesz a CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment – Koordinált Regionális Éghajlati Leskálázási Kísérlet) nemzetközi együttműködésben, amelynek célja a jövőben várható éghajlat – globális modellekhez képest – részletesebb leírására alkalmas regionális éghajlati modellfuttatások összehangolása. Ezen belül a Földközi-tenger térségének modellezése a Med-CORDEX (Somot et al., 2012) alprogramhoz kapcsolódik. Ennek keretében a múltra és a jövőre vonatkozó modell-szimulációkat készítettünk a RegCM regionális éghajlati modell felhasználásával. A Kárpát-medence térségére fókuszáló modellfuttatásainkhoz első lépésként 50 km-es horizontális felbontással végzünk modellszimulációkat. Ez a viszonylag durvább rácsfelbontás hazánk mérete miatt még nem alkalmas arra, hogy éghajlatváltozási hatástanulmányokat alapozzon meg, azonban megfelelő peremfeltételeket szolgáltat a további dinamikus alapú leskálázáshoz. Az 50 km-es felbontásban előálló eredményeinket tehát a finomabb, 10 km-es felbontású szimulációk készítéséhez használjuk fel (1. ábra), amelyekre a hazai végfelhasználók igényt tartanak a hatástanulmányok, adaptációs vizsgálatok készítéséhez. A hatásvizsgálatok, további elemzések elősegítése érdekében a kapott eredmények az RCMTÉR alrendszer egyik elemeként bekerülnek a fokozatosan kiépülő hazai NATÉR rendszerbe.

A jövőben várható éghajlatváltozás vizsgálata előtt érzékenységvizsgálatot és részletes validációs elemzést végzünk, melynek során a múltra vonatkozó futtatások eredményeit összevetjük a homogenizált állomási adatokon alapuló rácsponti idősorokat tartalmazó CarpatClim adatbázissal (Szalai et al., 2013). Az érzékenységvizsgálatokhoz többféle beállítást használtunk, például a BATS (Biosphere-Atmosphere Transfer Scheme – Bioszféra-Atmoszféra Transzfer Séma; Dickinson et al., 1993) közelítésben lévő ún. szubgrid sémát (Giorgi et al., 2003), mely a rácsfelbontásnál kisebb folyamatok figyelembe vételére alkalmas. Egy másik vizsgálati cél a konvektív csapadéokra vonatkozó parametrizációs beállítások közül kiválasztani azt, amelyik a leginkább alkalmazható a Kárpát-medence térségében. Jelen írásunkban ez utóbbi vizsgálatot mutatjuk be a végleges beállításra vonatkozó validációs eredmények mellett.



1. ábra: Az 50 km-es (fent) és a 10 km-es (lent) horizontális felbontású modellszimulációkban alkalmazott tartomány domborzata.

A RegCM regionális éghajlati modell

A RegCM korlátos tartományú hidrosztatikus éghajlati modellt eredetileg az amerikai Nemzeti Légkörkutató Központban (NCAR: National Center for Atmospheric Research) fejlesztették ki, s jelenleg a Triesztben működő Nemzetközi Elméleti Fizikai Központ (ICTP: Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics) közvetítésével hozzáférhető kutatási célokra. A korábbi verziókhöz képest az általunk újonnan adaptált modellverzió (Elguindi et al., 2011) új felszíni, planetáris határréteg és légkör-tengerfelszín fluxus sémákat tartalmaz, továbbá a korábbi sugárzás-átviteli és határréteg sémák is módosításra kerültek. A jelenlegi modell már párhuzamos futtatásra is alkalmas, ami lényeges tulajdonság a futtatások minél rövidebb gépidő alatt történő kivitelezéséhez.

Elvégzett vizsgálatok

A különböző modellfuttatások legfontosabb jellemzőit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: A vizsgált 10 km horizontális felbontású modellszimulációk legfontosabb jellemzői. „A” és „B” jelöli a két érzékenységvizsgálatot, a félkövér kiemelés pedig a validáció során felhasznált futtatásokat jelzi.

Modellfuttatás	Meghajtó modell	Konvektív séma	Alkalmazott lezárás	BATS szubgrid aktiválása	Rendelkezésre álló időszak	
A	H-kevertFC-s	RegCM4.3 (50 km)/HadGEM2	kevert	FC	igen	1971–2005
	H-kevertFC-ns	RegCM4.3 (50 km)/HadGEM2	kevert	FC	nem	1971–1975
B	E-Kuo-s	RegCM4.3 (50 km)/ERAINT	Kuo	–	igen	1981–1990
	E-kevertFC-s	RegCM4.3 (50 km)/ERAINT	kevert	FC	igen	1981–2000
	E-kevertAS-s	RegCM4.3 (50 km)/ERAINT	kevert	AS	igen	1981–1990

A/ BATS szubgrid séma vizsgálata

A BATS szubgrid sémáját aktiválva egy finomabb rácsháló definiálásával vesszük figyelembe az eredeti rácsfelbontásnál kisebb skálán zajló folyamatokat, amelyekhez a földhaszná-

lat, a domborzat és a talajtextúra megadása szükséges. A meteorológiai változók közül a hőmérséklet leskáálása a durvább és finomabb rácshálózat közötti magasság-különbségeken alapulva és az átlagos vertikális gradienst figyelembe véve történik. A relatív nedvesség nem változik, a konvektív csapadék pedig a durvább rácscella 30%-án véletlenszerűen oszlik meg. Ezután kerül sor a BATS séma alkalmazására a finomabb rácson, végül a felskáálásra, a finomabb rácshálózatra kapott értékek összegzésével. Ennek a sémának az eredményekre gyakorolt hatását vizsgáltuk két szimuláció segítségével, az 1971–1975 időszakra, globális klímamodellből származó kezdeti- és peremfeltételeket használva.

B/ Csapadéksémákkal kapcsolatos érzékenységvizsgálat

A RegCM-szimulációk csapadék outputjainak parametrizációs beállításra való érzékenységet különböző csapadéksémák használatával vizsgáltuk az 1981–1990 időszakra. Elemzéseink során a RegCM-futtatáshoz beállítható sémák közül a módosított Kuo (Anthes, 1977), valamint a kevert MIT-Emanuel/Grell sémát alkalmaztuk. A kevert sémában a tengeri felszínnek esetén az MIT-Emanuel közelítés (Emanuel, 1991, Emanuel and Zivkovic-Rothman, 1999) szerepel, a szárazföldi felszínnek felett viszont a Grell (1993) sémával számolunk. Ez utóbbi esetén kétféle lezárást alkalmaztunk: AS (Arakawa and Schubert, 1974, Grell et al. 1994) és FC (Fritsch and Chappell, 1980).

A Kuo sémában a konvekció akkor indul meg, amikor egy instabil légoszlopban a nedvesség-konvergencia elér egy bizonyos küszöbértéket. Ez a közelítés viszonylag egyszerű és általában durvább felbontáson jobban működik, mint finomabb felbontáson (Elguindi et al., 2011). A Grell sémában a felhők leírására két stabil cirkulációt használnak: egy felszálló, illetve egy leszálló áramlást. Amikor egy telített légréz emelkedik, akkor megtörténik a kondenzáció. Az ehhez a sémához alkalmazott két lezárás közötti fő különbség az, hogy az AS lezárás a konvektív fluxusokat és a csapadékot a légkör állapotának változásával kapcsolja össze, míg az FC lezárás a konvektív fluxusok és a légkör instabilitási foka közötti összefüggést használja fel. Az MIT-Emanuel közelítésben a konvekció akkor következik be, amikor a semleges felhajtóerő szintje a felhőalap felett található. Ez a séma a szárazföldi felszínnek felett általában felülbecsüli a csapadékot, a Grell séma pedig a trópusi óceánok felett kevésbé pontos (Davis et al., 2009). Emiatt érdemes a két séma kombinációjaként beépített kevert MIT-Emanuel/Grell sémát használni.

Validáció

A validációs vizsgálatok során két hosszabb RegCM-futtatás eredményeit elemeztük. Ezekhez egyrészt a Brit Meteorológiai Szolgálat által előállított HadGEM2 (Hadley Centre Global Environment Model version 2: Hadley Központ Globális Környezeti Modell 2. verzió) outputok szolgáltatták a kezdeti- és oldalsó peremfeltételeket. Másrészt az ERA-Interim reanalízis adatok biztosították a meghajtást. A modellfuttatásaink 1981–2000 időszakra vonatkozó eredményeit összevetettük a referenciaként használt CarpatClim adatbázissal (Szalai et al., 2013).

Eredmények

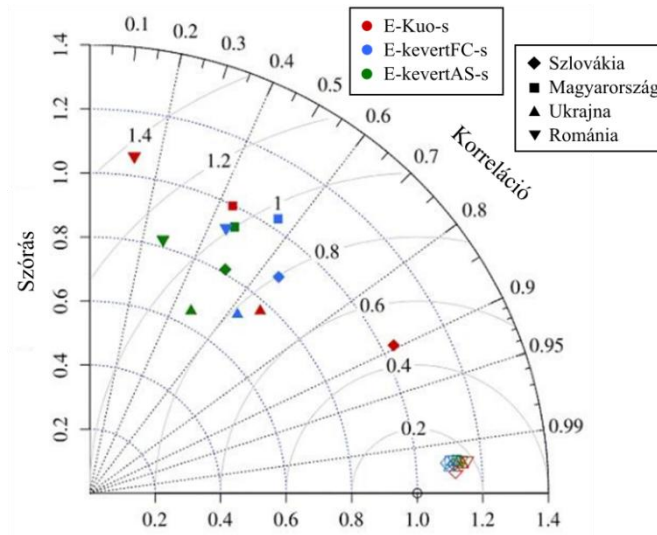
Elemzéseink során hosszabb időszakokra vonatkozó éves, illetve évszakos hibákat vizsgáltunk a hőmérsékletre és a csapadékösszegre. A térképes megjelenítések mellett ún. Taylor-diagramokon (Taylor, 2001) mutatjuk be az egyes modell-szimulációk pontosságát, illetve a referencia adatbázistól való eltérésüket. Ehhez a CarpatClim adatbázis által lefedett tartományba eső négy régióra – Szlovákia, Magyarország, DNy-Ukrajna és Románia – területi átlagokat tekintünk (2. ábra).



2. ábra: A 10 km horizontális felbontású szimulációk esetén a vizsgált régiók megjelenése a teljes integrálási tartományon belül.

E cikkben a területi korlátokra tekintettel a csapadéksémákra vonatkozó érzékenységvizsgálat és a validációs vizsgálat eredményeit mutatjuk be részletesebben.

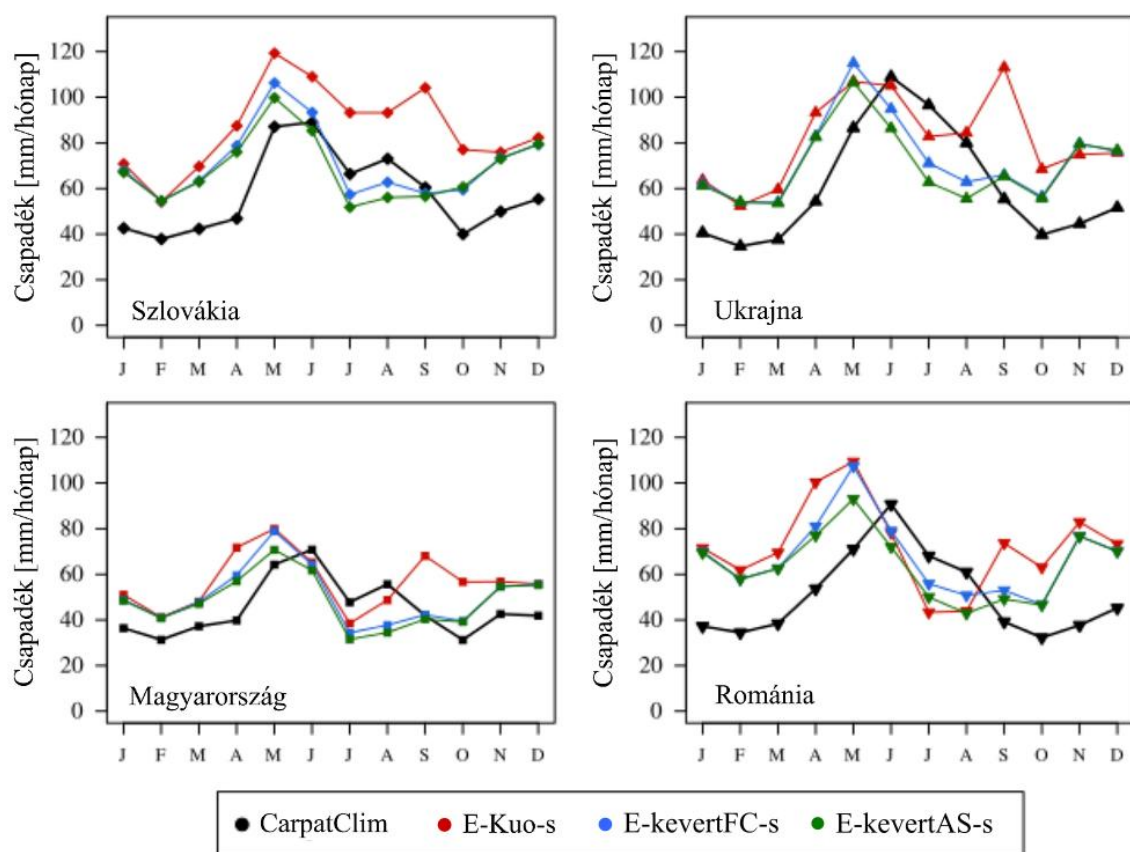
A BATS szubgrid séma vizsgálata során (Bartholy et al., 2015) arra a következtetésre jutottunk, hogy a séma bekapcsolásával jobb eredményeket kaphatunk, mintha nem lenne bekapcsolva, ezért mind a csapadéksémák elemzésekor, mind a hosszabb szimulációkra vonatkozó validációs értékeléskor alkalmaztuk a BATS szubgrid sémát.



3. ábra: Csapadéksémákkal kapcsolatos érzékenységvizsgálat – A havi átlaghőmérséklet (üres szimbólumok) és csapadékösszeg (teli szimbólumok) időbeli menetének Taylor-diagramja (1981–1990).

Elsőként a csapadéksémákra vonatkozó érzékenységvizsgálat eredményeit részletezzük az alábbiakban. A havi átlaghőmérséklet és csapadékösszeg időbeli menetét elemző Taylor-diagram a 3. ábrán látható. Erről egyértelműen leolvasható, hogy a hőmérséklet (üres szimbólumok) esetében mindhárom beállítással hozzávetőlegesen egyforma a modellszimuláció hibája, továbbá az is jól látszik, hogy ez a hiba nem számottevő. A csapadék esetében a Kuo parametrizáció alkalmazásával (piros teli szimbólumok) jól elkülönül a négy régió, ami a hiba területi változékonyságára utal. A modellszimuláció Szlovákia területére eredményezte a legpontosabb csapadékbecsléseket ezzel a parametrizációval. A másik parametrizációt vizsgálva azt mondhatjuk, hogy mind a négy régió esetében az FC lezárás alkalmazásával kaptunk pontosabb becslést a Taylor-diagramon megjelenített mindhárom mérőszám (korrelációs együttható, szórás, négyzetes hiba) tekintetében.

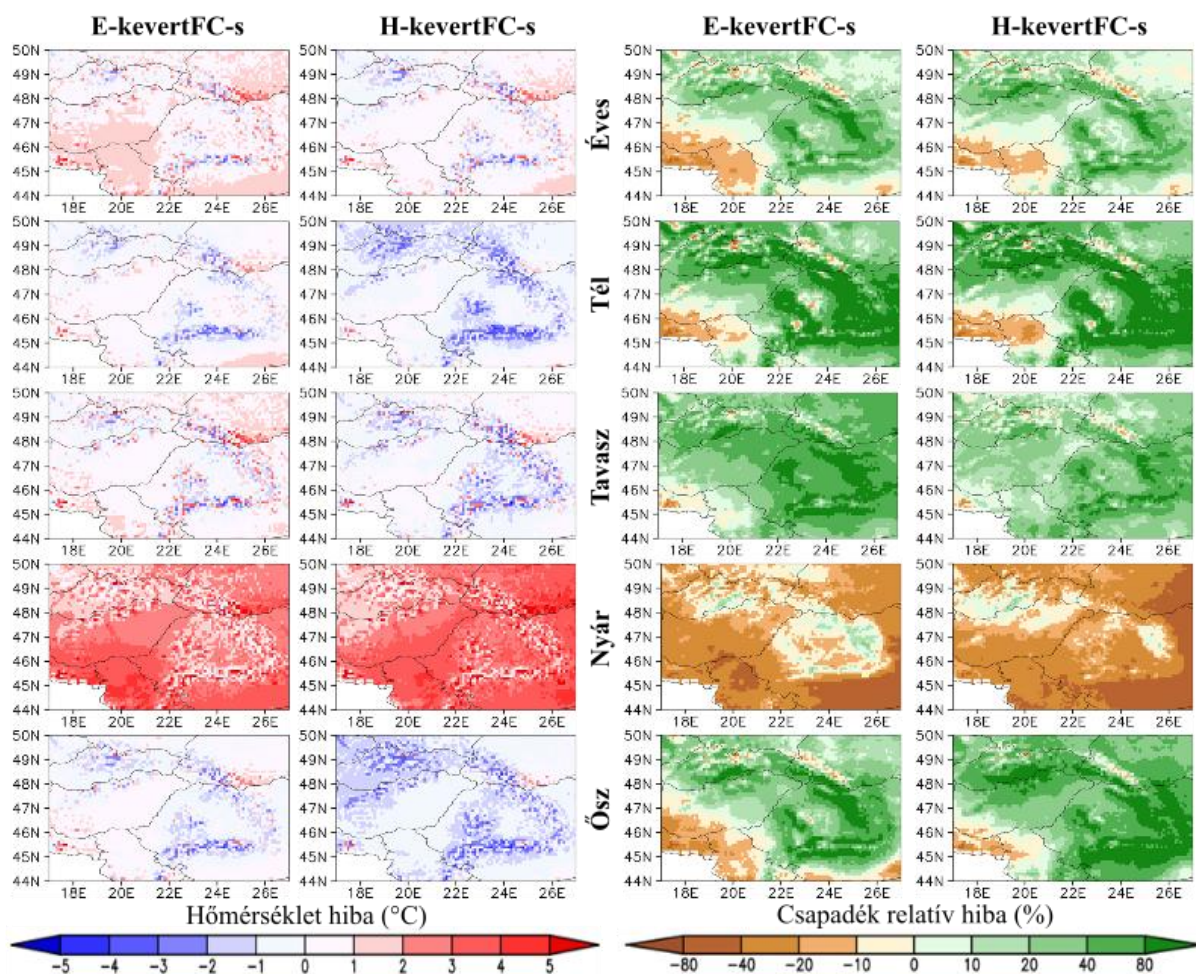
A fenti komplex jellemzés mellett megvizsgáltuk a havi csapadékösszegek éven belüli átlagos menetét (4. ábra). A CarpatClim adatai alapján mind a négy vizsgált régióban általában a nyári félévben nagyobbak, a téli félévben kisebbek a havi csapadékok. A maximális havi csapadékmennyiség júniusra tehető. A modell-szimulációk összességében alulbecsülik a nyári csapadékösszeget, a többi időszakban pedig felülbecsülnek. Szlovákiában a Kuo parametrizáció alkalmazásával egész évben felülbecslést tapasztalunk. Ugyancsak a Kuo-féle parametrizáció esetén Ukrajnában a szeptemberi csapadékösszege a többi becsléshez képest szokatlanul nagy felülbecslést kapunk. Ennél a szimulációnál a másik három régióban is megfigyelhető a relatíve magasabb becslt szeptemberi csapadékösszeg, de nem annyira feltűnő az eltérés, mint Ukrajnában. A Kuo-féle parametrizációval ellentétben a kevert MIT Emanuel/Grell séma mindkét lezárással alkalmazva elfogadhatóan reprodukálta a csapadék évi menetét, a referencia adatokhoz képest egy hónapos előbbre tolódás figyelhető meg mind a négy vizsgált régióban: a júniusi helyett májusi csapadékmaximummal. Habár a tavaszi felülbecslés magasabb, a nyári alulbecslés egyértelműen kisebb mértékű az egész Kárpát-régióban az FC lezárás esetén, mint az AS lezárással.



4. ábra: Csapadéksémákkal kapcsolatos érzékenységvizsgálat – Az átlagos havi csapadékösszegek éven belüli eloszlása (1981–1990).

A csapadék évi menetére kapott eredmények megerősítik a korábban bemutatott Taylor-diagram (3. ábra) alapján levonható következtetést, amely szerint összességében a regionális éghajlati viszonyok legjobb leírása a kevert MIT-Emanuel/Grell konvektív csapadék parametrizációs séma, FC lezárással történő alkalmazásával érhető el. Éppen ezért a további munkánk során ezt a modellfuttatást vizsgáltuk hosszabb időszakra integrálva.

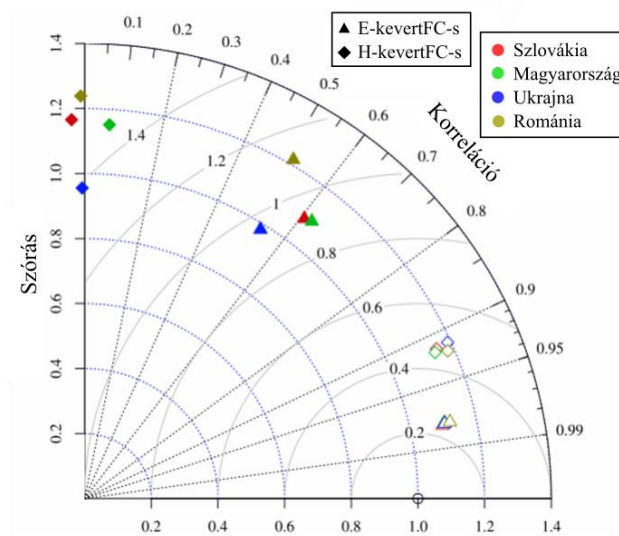
A validációt két modellszimulációra is elvégeztük (1. táblázat) egy hosszabb, két évtizedes (1981–2000) időszakra. A számított átlagos éves, illetve évszakos hőmérsékleti- és csapadékhibákat az 5. ábra foglalja össze térképes formában.



5. ábra: Validáció – az átlaghőmérséklet (balra) és az átlagos havi csapadékösszeg (jobbra) éves, illetve évszakos átlagos hibájának térbeli eloszlása 1981–2000 időszakra, kétféle RegCM modellfuttatás esetében.

Az átlagos éves hiba a HadGEM2 globális modell által meghajtott RegCM-szimuláció esetén kisebb, mint az ERA-Interim reanalízis adatok által meghajtott RegCM-szimuláció esetén. Az évszakonkénti átlagos hibamezők alapján ennek az az oka, hogy a hőmérséklet esetén a nyári nagyobb felülbecslést a másik három évszak nagyobb alulbecslései összességében jobban kompenzálják a HadGEM2 meghajtással végzett szimulációban. A hibamezők térbeli szerkezetét tekintve általában a hegyvidéki területeken inkább alulbecslés mutatkozik, míg a síkvidékeken felülbecslés.

Az éves csapadékösszeg esetében a délnyugati területen a modellszimulációk szárazabb, más területeken – főként a hegyvidéki régiókban – nedvesebb éghajlati viszonyokat eredményeztek a referencia adatokhoz viszonyítva. A csapadék esetén a téli és az őszi nagyobb felülbecslések és a nyári nagyobb alulbecslések együttesének eredménye az évi skálán kisebb mértékű hiba a HadGEM2 meghajtású RegCM-szimulációban. Az évi és évszakos csapadékra kapott hibamezők térbeli szerkezetére jellemző, hogy a hegyvidéki területeken a tél és az ősz jelentősen nedvesebb a modellszimulációk alapján, mint a CarpatClim. Nyáron viszont a vizsgált régióban szinte mindenhol alulbecsülte a csapadékot mindkét modellszimuláció.



6. ábra: Validáció – A havi átlaghőmérséklet (üres szimbólumok) és csapadékösszeg (teli szimbólumok) időbeli menetének Taylor-diagramja (1981–2000).

A 6. ábrán a havi átlaghőmérsékletekre és csapadékösszegekre vonatkozó Taylor-diagram látható. Ez a megjelenítés a térképekhez képest komplexebb és összegeztebb formában alkalmas a hibák számszerűsítésére, valamint a kétféle modellfuttatás összehasonlítására. Leolvasható, hogy – mind a hőmérséklet, mind a csapadék esetében – a HadGEM2 által meghajtott RegCM-szimuláció hibái nagyobbak, mint az ERA-Interim reanalízissel meghajtott futtatásé. A hőmérsékleti hibák esetében minimális a területi változékonyság, míg a csapadéknál a négy régió közül Ukrajnában tapasztaljuk a legkisebb, Romániában pedig a legnagyobb hibát.

Összefoglalás

Munkánk során a RegCM regionális klímamoddellel készített 10 km-es horizontális felbontású szimulációkkal végeztünk érzékenységvizsgálatokat, valamint hosszabb futtatások validációs értékelését.

A csapadéksémák vizsgálata alapján levonható az a következtetés, hogy a kevert MIT-Emanuel/Grell parametrizáció, az FC lezárással alkalmazva összességében a hőmérséklet és a csapadék pontosabb szimulációját eredményezi a másik két vizsgált beállításhoz képest.

A validációs elemzés alapján a hőmérséklet hibájának jellegzetes térbeli eloszlása van: a hegyekben általában alulbecslés, vagy csak kisebb mértékű felülbecslés jellemző, míg a síkvidékeken nyáron jelentősebb felülbecslés tapasztalható. A RegCM-szimulációk a nyarat általában melegebbnek és szárazabbnak mutatják, mint amilyen a referencia adatbázis alapján volt – főleg a Kárpát-régió alacsonyabb fekvésű vidékein. A csapadékhiba térbeli szerkezetére a hegyvidéki területeken egyértelműen felülbecslés jellemző.

Köszönetnyilvánítás. Kutatásainkat támogatta az OTKA K-78125 és a K109109 számú pályázata, az Európai Unió és az Európai Szociális Alap a FuturICT.hu TÁMOP 4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0013 kutatási pályázat keretében, az AGRÁRKLIMA2 projekt (VKSZ_12-1-2013-0001) és az Európai Gazdasági Térség (EGT) Támogatási Alap „Alkalmazkodás az Éghajlatváltozáshoz” Program (EEA-C13-10). A validációs adatokat a CARPATCLIM Adatbázis szolgáltatta, amelynek előállítását az Európai Közösség támogatta a JRC intézeten keresztül kiírt kutatási program keretében.

Irodalomjegyzék

- Anthes, R.A., 1977: A cumulus parameterization scheme utilizing a one-dimensional cloud model. *Mon. Wea. Rev.*, 105: 270-286.
- Arakawa, A., Schubert, W.H., 1974: Interaction of a cumulus cloud ensemble with the large scale environment. Part I. *J. Atmos. Sci.*, 31: 674–701.
- Bartholy, J., Pongrácz, R., Pieczka, I., Kelemen, F.D., Kis, A., André, K., 2015: Regional climate model experiment using RegCM subgridding options in the framework of Med-CORDEX. 95th Annual Meeting of the American Meteorological Society. Phoenix, AZ. Paper 591, 6p. <https://ams.confex.com/ams/95Annual/webprogram/Manuscript/Paper262821/BJ-et-al-AMS2015.pdf>
- Davis, N., Bowden, J., Semazzi, F., Xie, L., Öno, B., 2009: Customization of RegCM3 regional climate model for eastern Africa and a tropical Indian Ocean domain. *J. Climate*, 22: 3595–3616.
- Dickinson, R., Henderson-Sellers, A., Kennedy, P.J., 1993: Biosphere-atmosphere Transfer Scheme (BATS) Version 1e as Coupled to the NCAR Community Climate Model. *NCAR Technical Note* NCAR/TN-387+STR, DOI: 10.5065/D67W6959
- Elguindi, N., Bi, X., Giorgi, F., Nagarajan, B., Pal, J., Solmon, F., Rauscher, S., Zaakey, A., Giuliani, G., 2011: Regional climatic model RegCM user manual version 4.3. 32p. ITCP, Trieste, Italy.
- Emanuel, K.A., 1991: A scheme for representing cumulus convection in large-scale models. *J. Atmos. Sci.*, 48: 2313–2335.
- Emanuel, K.A., Zivkovic-Rothman, M., 1999: Development and evaluation of a convection scheme for use in climate models. *J. Atmos. Sci.*, 56: 1766–1782.
- Fritsch, J.M., Chappell, C.F., 1980: Numerical prediction of convectively driven mesoscale pressure systems. Part I: Convective parameterization. *J. Atmos. Sci.*, 37: 722–1733.
- Giorgi, F., Francisco, R., Pal, J., 2003: Effects of a subgrid-scale topography and land use scheme on the simulation of surface climate and hydrology. Part I: Effects of temperature and water vapor disaggregation. *J. Hydrometeorol.*, 4: 317-333.
- Grell, G.A., 1993: Prognostic evaluation of assumptions used by cumulus parameterizations. *Mon. Wea. Rev.*, 121: 764-787.
- Grell, G.A., Dudhia, J., Stauffer, D.R., 1994: Description of the fifth generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5), Tech. Rep. TN-398+STR, NCAR, Boulder, Colorado, USA. 121p.
- Somot, S., Ruti, P., and the Med-CORDEX modelling Team, 2012: The Med-CORDEX initiative: towards fully coupled Regional Climate System Models to study the Mediterranean climate variability, change and impact. *Geophys. Res. Abstr.*, 14: EGU2012-6080.
- Szalai, S., Auer, I., Hiebl, J., Milkovich, J., Radim, T. Stepanek, P., Zahradnicek, P., Bihari, Z., Lakatos, M., Szentimrey, T., Limanowka, D., Kilar, P., Cheval, S., Deak, Gy., Mihic, D., Antolovic, I., Mihajlovic, V., Nejedlik, P., Stastny, P., Mikulova, K., Nabyvanets, I., Skyryk, O., Krakovskaya, S., Vogt, J., Antofie, T., Spinoni, J., 2013: *Climate of the Greater Carpathian Region*. Final Technical Report. www.carpatclim-eu.org.
- Taylor, K.E., 2001: Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram. *J. Geophys. Res.: Atmospheres* (1984–2012), 106(D7): 7183-7192.

BUDAPEST FERENCVÁROS ÉPÜLET- ÉS KÖZTERÜLET-FELÚJÍTÁSAINAK HATÁSA A HŐMÉRSÉKLETI VISZONYOKRA

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, tante@nimbus.elte.hu, prita@nimbus.elte.hu,
bartholy@caesar.elte.hu*

Rövid tartalom:

Kutatásaink során Budapest IX. kerületének felszínhőmérsékleti és hősziget-intenzitás viszonyait és változásait vizsgáltuk. A többféle alkalmazott módszer közül itt a 90 m térbeli felbontású ASTER műholdképek felhasználásával kapott eredményeinket mutatjuk be. Elemzéseink alapján a kerület nagyobb részben mesterséges burkolatú, valamint ipari területein egyértelműen magasabb intenzitás értékeket detektáltunk, mint a parkos zöld felületek esetén.

Kulcsszók: városi hősziget, ASTER műholdkép, felszínhőmérséklet, Terra műhold, IX. kerület

Bevezetés

A Föld népességének egyre nagyobb hányada él nagyvárosokban, és a jövőben e tendenciának az erősödése várható. Ennek következménye a városok számának és kiterjedésének növekedése. Az emberi tevékenység és a természetes környezet mesterséges felszínekkel való megbontása jelentős hatással van a városok helyi éghajlati viszonyaira. Ezek a módosult környezeti feltételek az emberek mindennapjait is befolyásolják, hiszen az időjárás és a közvetlen környezet klímaváltozásaira is érzékenyen reagálhat az emberi szervezet (pl., Törő, 2010). Mindezen tényezők igazolják a városklimatológiai kutatások létjogosultságát. A felszín borítottságának megváltozásából adódóan módosulnak a szokásos felszín-légkör kölcsönhatás folyamatai, melyek egyik következménye a városi hősziget jelensége. A városi hősziget a város és a környezete között észlelhető hőmérsékletkülönbséggel, azaz a városi hősziget-intenzitás értékével jellemezhető (Oke, 1973).

A nemzetközi kutatások mellett Magyarországon is több évtizede foglalkoznak a városklíma különböző kérdéseinek vizsgálatával (pl.: Probáld, 2014; Unger et al., 2014; Pongrácz et al., 2010). A hazai elemzések többféle módszertannal, különböző technikák felhasználásával készülnek. Például hagyományos telepített felszíni mérőhálózat, illetve járművekre szerelt mérőműszeres mérések (Unger, 2004; Bottyán et al., 2005) segítségével. Bizonyos városméret felett azonban ezek a módszerek nehezen használhatók. A rendelkezésre álló műholdas mérések segítségével viszont nagyobb városok vizsgálatára is lehetőség nyílik. Az ELTE Meteorológiai Tanszékén műholdas adatok felhasználásával folynak kutatások – elsősorban Budapestre (pl.: Dezső et al., 2012). Az eddigi, egész Budapestre kiterjedő nagyobb léptékű értékeléssel ellentétben, ebben a cikkben kisebb területre fókuszálva részletesebb elemzéseket végzünk a főváros IX. kerületére.

Budapest-Ferencváros önkormányzata sokrétű városfejlesztési programjával próbál életteret biztosítani lakosainak. A rendszerváltás után fontossá vált a rossz állapotú fizikai környezet minőségi fejlesztése és a problémákkal küszködő társadalmi rétegek támogatása. A terület heterogenitásából adódóan azonban nem lehet egységesíteni a fejlesztéseket, átalakításokat, ezért a különböző adottságokkal rendelkező, másfajta terület-felhasználású kerületre-

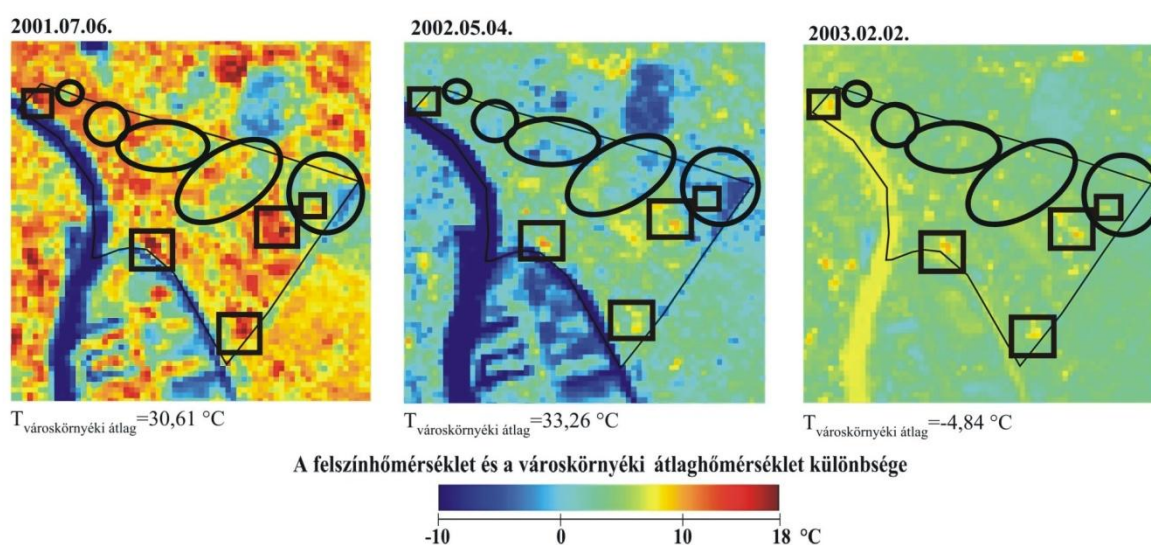
szekre eltérő városmegújítási programokat indítottak. A Középső-Ferencváros területének átfogó rehabilitációs terve már 1993-ban elkészült (IX. kerület Ferencváros Önkormányzata, 2009), és a '90-es évektől napjainkig tartanak a munkálatok a rehabilitációs területen. A terv egyik legfontosabb része a zöld területek növelése, amit a tömbrehabilitációk során egybenyitott házak belső udvarának parkosításával, az ún. közös zöld terek létrehozásával valósították meg. A Belső-Ferencváros területén szintén több zöld területet hoztak létre. A József Attila-lakótelep egységes kiépítése során a háztömbök közötti szabad területekre fákat telepítettek. Kutatásaink során a IX. kerület felújítási terveinek, és a zöldterület kiépítéseknek a hatását vizsgáltuk. Első lépésként 1 km felbontású műholdas adatokat használtunk fel. Ezek ugyan 2001-től napjainkig folyamatosan rendelkezésre állnak és így a tendenciák feltárásához megfelelőnek tekinthetők, térbeli reprezentációjuk viszont a háztömbök skálájánál jóval durvább. Ennélfogva az egyes átalakítások tipikus területi kiterjedését nehezen lehet pontosan kijelölni. A részletesebb vizsgálatokhoz finomabb – 90 m – felbontású műholdképek felhasználásával is készítettünk eseti elemzéseket a Ferencvároson belül. A távérzékeléssel mért felszínhőmérséklet mellett mérési expedíciót szervezünk a léghőmérséklet és a relatív nedvesség rendszeres regisztrálására a Belső-Ferencvárosban és a rehabilitációs területen. Mivel a mérési program csak 2015. március végén indult, ezért az eredmények teljes körű feldolgozására és az év különböző időszakainak áttekintésére még nincs lehetőség. Ebben a cikkben a finom térbeli felbontásban rendelkezésre álló műholdas mérések elemzését mutatjuk be.

Felhasznált adatok

A műholdas mérések legnagyobb előnye a felszíni mérésekkel szemben, hogy felhasználásukkal egyidejűleg nagy területről juthatunk információhoz. Az amerikai NASA – National Aeronautics and Space Administration: Nemzeti Repülési és Űrhajózási Hivatal – 1999-ben kutatási céllal pályára állított Terra műholdja (NASA, 1999) mintegy 705 km magasan, kvázipoláris pályán kering. Így a Föld egy adott mérsékeltövi térségéről potenciálisan naponta kétszer biztosít információt. Hazánk térsége fölött a Terra műhold rendszerint délelőtt 9–10 UTC és este 20–21 UTC körül halad át (Dezső et al., 2005). A műholdon több szenzor is található (NASA, 1999), melyek közül az itt bemutatott vizsgálathoz az amerikai-japán együttműködésben kifejlesztett ASTER – Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer: Továbbfejlesztett űrbeli hőmérsékleti emissziót és a visszavert sugárzást mérő sugárzásmérő – szenzor méréseiből származtatott felszínhőmérsékleti adatokat használjuk fel. Az ASTER összesen tizennégy csatornán végez spektrális sugárzásméréseket, ezek közül öt hőmérsékleti infravörös csatornát – a 8,125-8,475 μm , a 8,475-8,825 μm , a 8,925-9,275 μm , a 10,25-10,95 μm és a 10,95-11,65 μm hullámhossz-tartományt – használ fel a felszínhőmérséklet számításához (ASTER, 2001). A finom, 90 m térbeli felbontás következtében ezek az információk alkalmasak arra, hogy a háztömbök térskálájára vonatkozó elemzések kiindulási alapjául szolgáljanak. A szenzor működtetése viszont nem folyamatos – a műholdpálya során a csaknem 100 perces keringési időből csupán 8 percen keresztül végez méréseket. Így összességében viszonylag ritkán áll rendelkezésre adott területről megfelelő információ, s emiatt időbeli változások detektálására, trendelemzésekre nehezen használható. A IX. kerületet lefedő rendelkezésre álló felszínhőmérsékleti mezők csak esettanulmány jelleggel vizsgálhatók. Kutatásainkban 2001-2003 időszakban készült ASTER mérésekkel dolgoztunk.

Eredmények

A rendelkezésünkre álló képek alapján három időpontra végeztünk részletesebb elemzéseket Budapest IX. kerületére. Az *1. ábrán* látható a három vizsgált napra (2001. július 6., 2002. május 4., 2003. február 2.) a IX. kerületet lefedő kivágatra az ASTER mérései alapján készített felszínhőmérsékleti anomália térkép. Mindhárom időpontban kiemeltük az átlagnál melegebb, illetve hidegebb területeket.














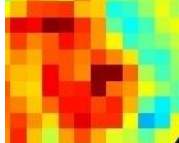
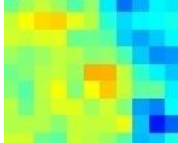


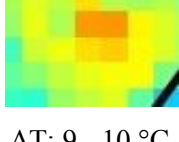

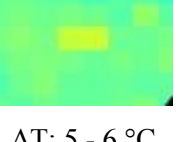


1. ábra: A három kiválasztott nap ASTER képe (azonos színskálával) és az azonosított átlagosnál melegebb (számozott), illetve hidegebb (betűjellel ellátott) területek, melyek részletes elemzése rendre az 1. és 2. táblázatban szerepel




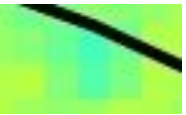

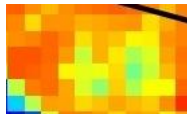



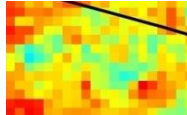
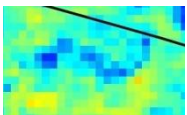
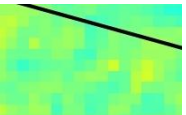

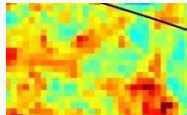
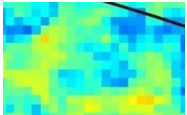
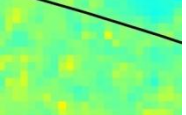

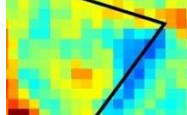
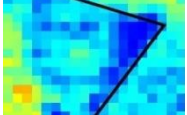

A három napra azonos színskálával jelenítettük meg a rácscellákra vonatkozó felszínhőmérsékletet és a korábbi vizsgálataink (Dezső et al., 2012) során az adott napra meghatározott városkörnyéki átlaghőmérséklet különbségét. A három kép hasonló hőmérsékleti szerkezetet mutat a Duna kivételével, ami a tavaszi és nyári napon a leghidegebb terület, télen viszont csak elszórtan találhatunk nála melegebb részeket. Azonosítottunk öt-öt olyan objektumot, amely mindegyik napon kiemelkedően melegebb, illetve hidegebb, azaz a városkörnyéki átlagnál jóval magasabb, illetve alacsonyabb felszínhőmérsékletű volt.

A 1. táblázatban láthatjuk a melegebb területeket Google Earth műholdképen, mellettük a három napra az ASTER mérések tartalmazó kivágatukat, és a terület rövid leírását az ASTER képek időpontjára vonatkozóan (2001-2003). A Vásárzsarnok (1.), az elhagyott ipari terület (2.) és az élelmiszerüzletek a József Attila-lakótelepen (5.) különálló építmények, melyekre jól meghatározható a detektált magasabb felszínhőmérsékleti érték. A 3. és a 4. terület viszont nagyobb kiterjedésű, így a Google Earth képen csak a legmagasabb hősziget intenzitással jellemezhető képpontokat – azaz a 3. területen belül egy benzinkutat, a 4. területen belül pedig egy gyárat/üzemet – mutatunk be részletesebben. 2001 júliusában 9-13 $^{\circ}\text{C}$ volt az átlagos hőmérséklet-különbség a városkörnyéki átlaghoz képest, ami a legnagyobb a három vizsgált nap közül. A nyári nagyobb mértékű besugárzás hatására a városi felszínhőmérsékletek legnagyobb különbségei rendszerint május és augusztus között jelentkeznek (Dezső et al., 2005). A teljes kerületet tekintve gyengébb, ám az azonosított pontokon ugyancsak erős hősziget intenzitású volt a vizsgált tavaszi nap: 2002 májusában 9-12 $^{\circ}\text{C}$ között alakultak a kapott anomáliaértékek, kivéve a József Attila-lakótelepen található üzletek esetén (ahol csak 3-4 $^{\circ}\text{C}$ volt). Habár a lakótelepen a közvetlen környezeténél egyértelműen melegebb objektumokat jelöltünk ki, de a többi azonosított ponthoz viszonyítva kisebb hőmérsékleti anomália a házak közötti fejlett növényzet kedvező hatását tükrözi. Végül a harmadik vizsgált napon, 2003 februárjában a városkörnyékre jellemző átlagos felszínhőmérséklet fagypont alatt maradt, ehhez képest 5-9 $^{\circ}\text{C}$ között mozogtak a hősziget-intenzitások az öt kijelölt területen.

1. táblázat: Az 1. ábrán számokkal jelölt öt melegebb objektum Google Earth felvétele, közelített ASTER kivágatai, meghatározott hősziget-intenzitás értékei (ΔT) a három vizsgált napon, valamint a terület leírása

Google Earth felvétel és számjele	ASTER kép: 2001.07.06.	ASTER kép: 2002.05.04.	ASTER kép: 2003.02.02.	Terület leírása a 2001-2003 közötti időszakra vonatkozóan
 1	 ΔT : 12 - 13 °C	 ΔT : 9 - 10 °C	 ΔT : 6 - 7 °C	Vásárcsarnok
 2	 ΔT : 12 - 13 °C	 ΔT : 11 - 12 °C	 ΔT : 8 - 9 °C	Gyár/üzem/ iparterület, elhagyott épület
 3	 ΔT : 12 - 13 °C	 ΔT : 8 - 9 °C	 ΔT : 7 - 8 °C	Benzinkút (Soroksári út és Határ út kereszteződésénél)
 4	 ΔT : 12 - 13 °C	 ΔT : 9 - 10 °C	 ΔT : 7 - 9 °C	Gyár/ üzem/ iparterület
 5	 ΔT : 9 - 10 °C	 ΔT : 3 - 4 °C	 ΔT : 5 - 6 °C	Üzletek a József Attila lakótelepen

2. táblázat: Az 1. ábrán betűkkel jelölt öt hidegebb objektum Google Earth felvétele, közelített ASTER kivágatai, meghatározott hősziget-intenzitás értékei (ΔT) a három vizsgált napon, valamint a terület leírása

Google Earth felvétel és betűjele	ASTER kép: 2001.07.06.	ASTER kép: 2002.05.04.	ASTER kép: 2003.02.02.	Terület leírása a 2001-2003 közötti időszakra vonatkozóan
 A	 $\Delta T: 6 - 7 \text{ }^\circ\text{C}$	 $\Delta T: -1 - 0 \text{ }^\circ\text{C}$	 $\Delta T: 3 - 4 \text{ }^\circ\text{C}$	Markusovszky tér fejlesztendő közpark
 B	 $\Delta T: 7 - 8 \text{ }^\circ\text{C}$	 $\Delta T: 0 - 1 \text{ }^\circ\text{C}$	 $\Delta T: 3 - 6 \text{ }^\circ\text{C}$	Ferenc tér parkos, fás füves terület
 C	 $\Delta T: 4 - 6 \text{ }^\circ\text{C}$	 $\Delta T: -5 - 1 \text{ }^\circ\text{C}$	 $\Delta T: 3 - 6 \text{ }^\circ\text{C}$	Szent István és Szent László kórház parkja
 D	 $\Delta T: 3 - 5 \text{ }^\circ\text{C}$	 $\Delta T: -3 - 2 \text{ }^\circ\text{C}$	 $\Delta T: 3 - 6 \text{ }^\circ\text{C}$	Merényi Gusztáv kórház, lakótelep, elhagyatott gondozatlan terület
 E	 $\Delta T: -3 - 8 \text{ }^\circ\text{C}$	 $\Delta T: -7 - 2 \text{ }^\circ\text{C}$	 $\Delta T: 1 - 4 \text{ }^\circ\text{C}$	József Attila Lakótelep házai közötti fás, zöld területek

A 2. táblázatban az előzőhöz hasonló elrendezésben található az öt azonosított hűvösebb terület. Mind az öt kisebb-nagyobb rész parkot, fás udvarokat, gondozott zöld területeket foglal magába. Jól látható, hogy ezek a pontok a környezetükhöz képest hűvösebbek, de felszínhőmérsékletük sok esetben még így is több fokkal meghaladja a városkörnyéki átlaghőmérsékletet. Nyáron, júliusban detektálhatók a legmagasabb értékek, a felszínhőmérséklet még ezekben a pontokban is átlagosan 3-8 °C-kal meghaladja a városkörnyéki átlaghőmérsékletet, ki-

véve a József Attila-lakótelep déli határát alkotó erdős sávban, ahol a városkörnyéki átlaghőmérsékletnél alacsonyabb felszínhőmérsékletet detektáltak. Mindhárom napon ez az erdő a leghűvösebb rész a kerületen belül, májusban és júliusban is csak a Duna hidegebb ennél. Összességében májusban kaptuk a legalacsonyabb értékeket. Ekkor $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$ között alakultak az intenzitások. A gyengébb besugárzású téli időpontban, februárban a teljes kerületet tekintve jól látható, hogy sokkal kisebbek a különbségek, mint a vizsgált tavaszi és nyári napon. Ugyanez elmondható a hidegebb területek esetén is. A József Attila-lakótelep kivételével szinte teljesen azonos, $3-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ közötti hőmérséklet-különbségeket tapasztalunk, míg a telepen mindössze $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal haladja meg a felszínhőmérséklet a városkörnyéki átlaghőmérsékletet.

Az ASTER műholdképek alapján végzett esettanulmányok alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a zöld, növényzettel borított területeken alacsonyabb hőszigetintenzitás-értékek tapasztalhatók, mint a beépített burkolt területeken.

Összefoglalás

A városi hősziget-hatás kérdése — a globális felmelegedés hatását erősítve — napjainkban egyre nagyobb jelentőséggel bír. Ezen összefoglalóban Ferencváros, Budapest IX. kerületének különböző területi adottságú, más-más felszínborítottságú részein vizsgáltuk a hősziget intenzitás alakulását.

A 90 m területi felbontású ASTER műholdfelvételek alapján 2001-2003 között három napra végeztünk esettanulmányt, melynek eredményeképpen azonosítottuk mindhárom napon a leghidegebb és a legmelegebb helyszíneket a kerületen belül. Az átlagosnál alacsonyabb hősziget-intenzitású terület például a Ferenc tér, a József Attila-lakótelep, valamint a Szent István és Szent László kórház parkja. Az átlagnál melegebb helyszínek pedig a Vásárcsarnok, a használaton kívüli, valamint jelenleg is aktív iparterületek, üzletek, benzinkút.

A műholdas elemzéseket kiegészítendő helyszíni léghőmérsékleti és relatív nedvesség méréseket is végeztünk a Belső-Ferencvárosban és a rehabilitációs területen. A 2015. tavaszi mérési expedíciót a 2015. nyári és őszi mérésekkel folytatva részletes összehasonlító elemzést tervezünk a felújítási programok éghajlati hatásainak értékelésére.

Köszönetnyilvánítás

A műholdas felszínhőmérsékleti adatbázis előállítása és rendelkezésre bocsátása az amerikai NASA-nak köszönhető, melyhez a Földfelszíni Megfigyelőrendszer Adatközpontján keresztül jutottunk hozzá. A Rehabilitációs programmal kapcsolatos részletes információkhoz Budapest Főváros IX. kerület Önkormányzat Főépítész Csoportjának közreműködésével jutottunk hozzá. A dolgozat keretében végzett kutatásokat támogatta az OTKA K109109 számú projektje, a FuturICT.hu TÁMOP 4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0013 kutatási pályázat, az AGRÁRKLIMA2 projekt (VKSZ_12-1-2013-0001) és az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja.

Irodalomjegyzék

- ASTER 2001: ASTER Higher-Level Product User Guide, Version 2.0, Jet Propulsion, Laboratory, California Institute of Technology, 80p.
- Bartholy J., Pongrácz R., Dezső Zs. 2005: A hazai nagyvárosok hősziget hatásának elemzése finomfelbontású műholdképek alapján – Agro-21 füzetek, 44, pp. 32-44.
- NASA 1999: Science writers' guide to Terra – NASA Earth Observing System Project Science Office, Greenbelt, MD. 26p.
- 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.

- Budapest Főváros IX. kerület Ferencváros Önkormányzata, Főépítészeti Iroda – Budapest, 2009: Integrált városfejlesztési stratégia, I. kötet, 220p.
- Budapest Ferencváros Rehabilitáció, 2010 – Ferencvárosi Önkormányzat, Budapest, 80p.
- Dezső Zs., Bartholy J., Pongrácz R. 2005: Satellite-based analysis of the urban heat island effect – *Időjárás*, 109, pp. 217-232.
- Dezső Zs., Bartholy J., Pongrácz R., Lelovics E. 2012: Városi hősziget vizsgálatok műholdas és állomási mérések alapján – *Légkör*, 57, pp. 170-173.
- NASA 1999: Science writers' guide to Terra – NASA Earth Observing System Project Science Office, Greenbelt, MD. 26p.
- 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.
- Probáld F., 2014: The urban climate of Budapest: past, present and future – *Hungarian Geographical Bulletin*, 63 (1), pp. 69–79.
- Oke T.R. 1973: City size and the urban heat island – *Atmospheric Environment*, 7, pp. 769-779.
- Törő K., szerk. 2010: Az éghajlatváltozás hatásai az emberi szervezetre – *Medicina Könyvkiadó*, Budapest. 266p.
- Unger J. 2004: Intra-urban relationship between surface geometry and urban heat island: review and new approach – *Climate Research*, 27, pp. 253-264.
- Unger J., Lelovics E., Gál T. 2014: Local Climate Zone mapping using GIS methods in Szeged – *Hungarian Geographical Bulletin*, 63 (1), pp. 29-41.

GALILEI VÍZÓRÁTÓL A WEBKAMERÁIG MOZGÁSOK NYOMKÖVETÉSÉNEK MÓDSZEREI A MECHANIKA TANÍTÁSÁBAN

Finta Zsanett

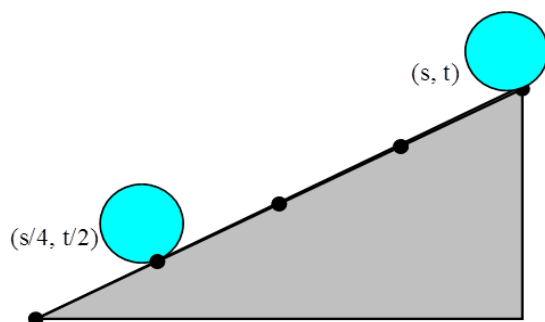
*ELTE Fizika Doktori Iskola Fizika Tanítása Program
MSc, matematika-fizika tanár, Szombathelyi Nagy Lajos Gimnázium
fintazsanett@gmail.com*

A fizika tanítása során kiemelkedően fontos szerepet tölt be az *önálló tanulói kísérletezés*: a kísérlet mintegy a kutatások “motorja”, a fizikatanítás legfontosabb alapvető módszere. A diákoknak lehetősége van önálló kutatás jellegű tevékenységek végzésére, illetve, hogy gyakorlatok, mérések segítségével ismereteiket elmélyítsék, megszilárdítsák, miközben egyfajta rutinra tesznek szert s egyúttal fejlődnek a gyakorlati képességeik. Ez az egyik legjobb eszköz a tanulók természeti jelenségek iránti érdeklődésének felkeltésére és a természettudományos gondolkodásuk fejlesztésére. Amit a tanulók a saját szemükkel látnak, jobban megmarad az emlékezetükben, később könnyebben felidézik. Ezért nagyon fontos, hogy a mindennapi élet jelenségei megjelenjenek a fizika órákon, a köztük lévő összefüggéseket, törvényeket bemutassuk és megmagyarázzuk.

A fizika tanításában a *kinematika* meghatározó fontosságú tananyag. Többnyire ezzel a tananyagrésszel történik a tanulók bevezetése a fizikai mennyiségi szintű tárgyalásába. Itt mutatjuk meg először a megfigyelés, kísérletezés, mérés, fogalom és elméletalkotás egymásra épülő gondolatsorát. Rendkívül lényeges, hogy ezt a folyamatot meggyőző és jól reprodukálható mérésekre alapozzuk. Azonban egy mozgó, kiterjedt test helyzetének megadása adott koordinátarendszerben, az idő függvényében nem éppen egy egyszerű kísérleti feladatot jelent. Az ilyen típusú eljárásokat összefoglaló néven *nyomkövetési módszereknek* nevezzük. Ezek a mindennapi életben számos helyen megjelennek, a GPS-szel történő helymeghatározástól a mobiltelefonok cellaállomásokhoz történő hozzárendelésén át a szerszámgépek fejének mozgásáig.

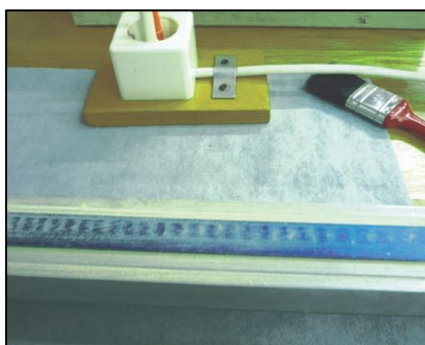
A poszteren összefoglalását láthattuk azoknak az eljárásoknak, amelyeket ma egy középiskolában órai kísérletezés során alkalmazhatunk. A számítógép megjelenése és a technika rohamos fejlődése alapvető változásokat hozott ezen a területen is. A klasszikus módszerek – úgymint az elektrosztatikus nyomrögzítés, a stroboszkopikus módszerek, fénykapuk, kódlécek alkalmazása – mellett megjelentek az új, modern eljárások, mint a lézeres és ultrahangos távolságmérés (pl. vektoroszkóp), a GPS-en és a videotechnikán alapuló eljárások (pl. Videopoint, Webcam-Laboratory). Némelyik eljárás tökéletesen alkalmas arra, hogy velük a diákok végezzenek mérést, kísérletet, akár egyénileg, párban vagy kisebb csoportokban, úgymint fénykapuk, kódlécek használata, vagy akár az ultrahangos, lézeres távolságmérés, és nem utolsósorban az okostelefonokkal végzett munka. Ki kell hangsúlyoznunk, hogy a klasszikus módszerek mérési elvének megismerése nélkül átlépve a modern eljárásokra a dolog elveszti a fizikai tartalmát.

A legelső és talán legismertebb kísérlet Galilei nevéhez kapcsolódik, aki egy csepegővízórát és a nyomképet használta arra, hogy megállapítsa, hogy egy lejtőn mozgó test helyzetét milyen időfüggvény adja meg. Ezt nevezzük ma *négyzetes úttörvénynek*.



1. ábra A kísérlet sémája: a golyót az s hosszúságú lejtő felső végéről engedve el, t idő alatt ér az aljára. A lejtő negyedéről indítva feleannyi idő alatt gurul le. A módszer bemutatása a tanórán frontális munkaformában, tanári kísérlet gyanánt történhet.

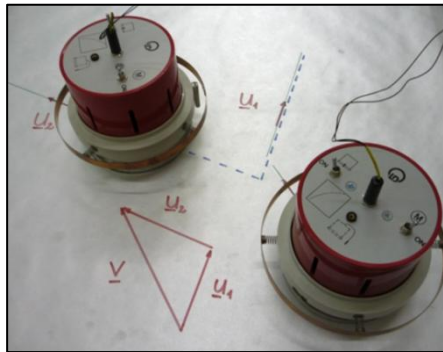
Az *elektrosztatikus nyomrögzítés*nél kénport használunk egy kiskocsi mozgásának vizsgálatához. A jelenséget azzal magyarázhatjuk, hogy a keletkezett elektromos tér mintegy "felszipantja" a felvitelkor negatív elektromos töltést kapott kénport a csúszkára, vagy letaszítja az alumíniumlemezeze.



2. ábra A kiskocsi „nyoma” a fémlemezen

A síkban, súrlódásmentesen lezajló mozgások vizsgálatára tökéletesen alkalmas a *légpárnás asztal*. Az eszköz egy lapos doboz, amelynek egyik oldalfalához kompresszor csatlakozik, fedőlapján pedig furatok sorakoznak.

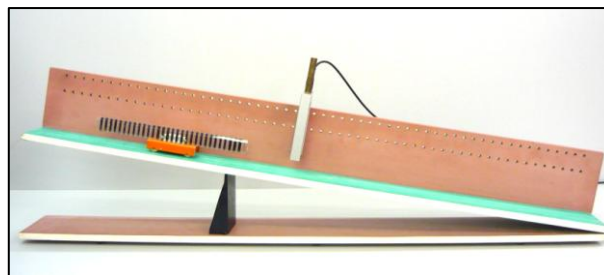
A kompresszorról dobozba sűrített levegő az asztal fedőlapján lévő lyukakon kiáramlik, és az asztal lapjára helyezett sík felületű, nem túlságosan nehéz testeket megemeli, és az asztal síkja fölött légpárnán lebegtet. Légpárnás asztal segítségével számos jelenséget szemléltethetünk, úgymint egyenes vonalú egyenletes mozgás, egyenletesen gyorsuló mozgás, rugalmas és rugalmatlan ütközések, forgó mozgás, lendület-megmaradás törvényének igazolása, súlyzómodell mozgása és a Newton-törvények.



3. ábra Leybold 337801 Large Air Table

A fénykapukat működési elvük alapján két fő csoportba oszthatjuk: léteznek „diszkrét” és „folytonos” érzékelők. Kifejezetten alkalmasak olyan típusú problémák vizsgálatára, melyeknél egy mozgó test kitérés-időadatait kívánjuk felvenni abból a célból, hogy ezekből, az információkból meghatározzuk a test sebességét és gyorsulást, majd a kapott eredményeket grafikusán ábrázoljuk.

Az U alakú fénykapus eszköz két fő részből áll: egy fényadóból és egy fényérzékelőből. Az adó egy infravörös fényemittáló dióda (infra-LED), a vevő legtöbbször egy infravörös fényre érzékenyített fotótranzisztor (FTR). Ha a fényút szabad, a tranzisztor vezet; zárt fényút esetén pedig a tranzisztor emitterpontjának feszültsége leesik, a tranzisztorkapcsoló lezár. Amikor az adó és az érzékelő között elhaladó test a fény útját megszakítja, a vevő ellenállás- és feszültségváltozással jelzi az interfész felé



4. ábra Mérés fénykapu segítségével. Lejtőn mozgó kiskocsi kódléccel.

A fizikaórákon számos alkalommal használhatjuk az *ultrahangos illetve a lézeres távolságmérő eszközöket* a vonalzóval vagy mérőszalaggal végzett hagyományos mérések kiváltására. Különösen nagyobb távolságok mérésekor előnyös, hogy nem kell segítség a mérőszalag végének rögzítéséhez. Előnyösen használható akkor is, ha nehezen megközelíthető helyeken, illetve akadályok (például padok) között kell mérni.

A hang kibocsátása és a forráshoz történő visszaérkezés közt eltelt időt megmérve lehetőség van a céltárgy helyzetének meghatározására az

$$L = \frac{1}{2} c_{\text{hang}}(T) \cdot \Delta t$$

összefüggés alapján.

Az ultrahangos helymeghatározó rendszerek egyik fajtája a *V-SCOPE*, mely térbeli, 3 dimenzióban végbemenő mozgások nyomon követését is lehetővé teszi. A mért adatok egy számítógépen kerülnek rögzítésre, majd ezeket egy megfelelő program kiértékeli. A működési elve

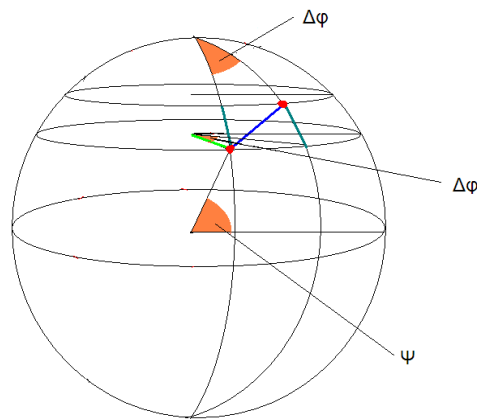
a GPS működési elvéhez hasonló, csak itt elektromágneses-hullámok helyett ultrahangot használunk.



5. ábra Körmozgás vizsgálata V-SCOPE segítségével

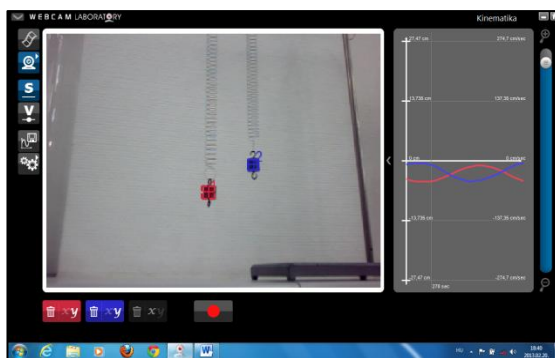
A GPS-el történő helymeghatározás módszere analitikus geometriai alapokon nyugszik, a vevőberendezés pedig rádiójeleken kommunikál a műholdakkal. Mivel ismerjük a rádióhullámok terjedési sebességét, és ismerjük a rádióhullám kibocsátásának és beérkezésének idejét, ezek alapján meghatározhatjuk a forrás távolságát.

Az adatok feldolgozásához számos ingyenes és fizetős program áll rendelkezésre, most az *ORIGIN*-t használtuk. Ez egy olyan szoftver, amellyel adatok elemzését és ábrázolását végezhetjük. Az *Origin* egy Windows-alapú alkalmazás, követi annak menü- és ikonrendszerét, de futtatható Intel-alapú Macintosh számítógépeken is.



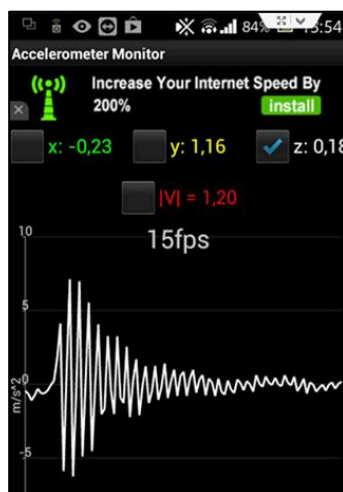
6. ábra Koordináták a Földön

A *Webcam Laboratory* szoftver lehetővé teszi, hogy az érdeklődők egyetlen "hétköznapi" webkamera segítségével végezhetnek természettudományos megfigyeléseket, kísérleteket. A program legnagyobb előnye, hogy nem szükséges semmilyen extra kiegészítőt vásárolni hozzá. Ha egyszerre több testet szeretnénk vizsgálni, nincs más dolgunk, mint eltérő színű tárgyakat választani, és a program a színük alapján automatikusan felismeri az objektumokat. A szoftver több funkcióval rendelkezik a mozgások követése mellett, használhatjuk mikroszkópként, mozgásérzékelőként, adatgyűjtőként valamint készíthetünk gyorsított felvételt is.



7. ábra Két különböző, rezgő test mozgásának vizsgálata

Végül egy lehetséges módját láthatjuk az okostelefonok fizika órán történő felhasználásának. Ennek legnagyobb előnye, hogy ma már szinte minden diák rendelkezik ilyen készülékkel. Az interneten keresgélve számos kinematikai méréshez kapcsolódó ingyenesen letölthető applikációt találunk. Mi egy gyorsulásmérőt felhasználva végeztünk a II. Győri Tudományfesztivál Kísérletbazár elnevezésű rendezvényén mérőkísérleteket körmozgás, inga- és rezgőmozgás valamint szabadesés témakörében.



8. ábra Csillapított rezgés gyorsulás-idő grafikonja

Az okostelefonok egyik legsokoldalúbban használható szenzora a háromtengelyes gyorsulásmérő, mellyel különböző mozgástípusok gyorsulásértékeit határozhatjuk meg. Érdeemes a mért adatokat számítógépre exportálnunk és azokat kivetítve a gépen vagy a táblánál kiértékelni, akár tanári irányítással, akár kisebb csoportokban. Az adatexportálás a legtöbb szoftver esetén megvalósítható.

A mobiltelefonos mérések nagy előnye, hogy bárhol, bármikor végezhető, így akár iskolán kívüli feladatra, összetettebb projektmunkára is tökéletesen alkalmasak. Nem igényel óra előtti felkészülést, előzetesen csak egyszer kell telepítenünk a kívánt alkalmazásokat és már használhatjuk is.

Fontos azonban megjegyeznünk, hogy mielőtt elkezdenénk használni ezeket az eszközöket, a diákoknak elengedhetetlen megismerkedniük az előkerülő fogalmak, mennyiségek pontos,

precíz definíciójával, az eszközök által használt módszerek, számítások menetével. Elméleti megalapozás nélkül ezek a módszerek szimplán számítógépes illetve telefonos játéknak tekinthetők.

Hivatkozások

1. Finta Zsanett: Mozgások nyomkövetésének módszerei fizikai kísérletekben (szakdolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem – Természettudományi Kar, 2013, témavezető: Dr. Bérces György)
2. Radnóti Katalin – Nahalka István: A fizikatanítás pedagógiája (Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002)
3. Oprea, M., Miron, C. (2013). *Mobile phones in the modern teaching of physics*, Romanian Reports in Physics, Volume 66, Number 4, 2014
4. Galeriu, C. (2013). *An Arduino-Controlled Photogate*, The Physics Teacher 51, 156

EFFECT OF INITIAL SOIL MOISTURE CONDITION ON CONVECTIVE PRECIPITATION

Júlia Göndöcs¹, Hajnalka Breuer²

*Eötvös Loránd University, Department of Meteorology,
Pázmány P. sétány 1/a, Budapest, H-1117
email: ¹julia.gondocs@gmail.com, ²bhajni@nimbus.elte.hu*

Short summary: Weather forecast models require soil moisture as an input in order to estimate surface heat and moisture fluxes affecting the near surface temperature and humidity. As convective cloud formation and thus precipitation relies on surface conditions, the correct initial condition of soil moisture is important. In this study, the effect of incorrect initial soil moisture condition on convective precipitation is investigated using WRF simulations.

Keywords: numerical weather simulation, convective precipitation, soil moisture

Introduction

The soil moisture is one of the essential climate variables (GCOS, 2010), second after precipitation, affecting the weather on short (hours to days) and the climate on longer (months to years) time scales. On longer scales, it even determines the biogeochemical cycle and the growth of vegetation. On short time scales, based on the incoming solar radiation, it is responsible for partitioning the surface available energy to latent and sensible heat flux. The ratio of these two is responsible for the moisture transport into the atmosphere near the surface and for the buoyancy, which are needed for convective cloud development (Pielke, 2001).

The spatial distribution of soil moisture is determined by the precipitation on both short and long time scales, by the vegetation and by the soil type. Horizontal gradient in soil moisture can induce mesoscale circulation as proven by both measurements (e.g. Segal *et al.*, 1995, Taylor & Ellis, 2006) and simulations (e.g. Pielke & Avissar, 1990; Raman *et al.*, 2005) which has an effect on cloud development. As it can be seen, soil moisture and precipitation have a two-way interaction. From the point of view of the soil moisture, the feedback can be either positive or negative. It is positive when cloud development occurs over dry soil, but the cloud advects toward a wet area, where it intensifies and precipitates. On the other hand, the feedback is negative when the precipitation occurs over the dry area (Schär *et al.*, 1999; Froidevaux *et al.*, 2014). The intensification of precipitation over a wet area is a result of higher convective available potential energy (CAPE) (Pielke & Zeng, 1989; Frye & Mote, 2010). However too much soil moisture can inhibit cloud development, as the cooling processes linked to enhanced evaporation, stabilize the atmosphere. Since depending on model setup and geographic region, the feedback can be either positive or negative (Hohenegger *et al.*, 2009), the feedback analysis must be analysed thoroughly. The aim in study is to quantify the effect of soil moisture on precipitation and the feedback mechanism.

Model

Simulations have been carried out with the WRF (Weather Research and Forecasting Model) model, developed by the NCAR (National Center of Atmospheric Research) and the NCEP (National Centers for Environmental Prediction) (Skamarock *et al.*, 2008). The WRF is a nonhydrostatic, limited area model, capable of simulating mesoscale meteorological pro-

cesses on a wide range of scale (from 100 km to 100 m). Several physical options can be chosen by the user in order to serve all kinds of applications. The model uses a terrain following η -coordinate system. In the simulations 44 levels were used, which was chosen to be denser in the planetary boundary layer. The main model area with 15 km of horizontal resolution covering Central-Europe included a nested area with 5 km resolution covering the Carpathian Basin. All presented results refer to the inner domain. The time step setting of the model has to meet the requirement of the CFL (Courant–Friedrichs–Lewy) numerical stability condition. This was achieved by using 60 s and 20 s respectively for the outer and inner domain. Subgrid-scale processes must be calculated in the models with parameterizations. Such processes are radiation transfer, cloud microphysics, deep convection, planetary boundary layer processes and surface/soil processes. From the available schemes the following were chosen respectively: RRTM (**R**apid **R**adiative **T**ransfer **M**odel) (Mlawer *et al.*, 1997), Thompson *et al.* (2004), New Kain-Fritsch (Kain, 2004), BouLac (Bougeault & Lacarrère, 1989) and Noah (Chen & Dudhia, 2001).

Data

Soil texture distribution

The WRF comes with a built-in soil texture distribution, which has a horizontal resolution of 5' in Europe using the FAO (**F**ood and **A**griculture **O**rganization) database. However, in Hungary a more accurate soil texture distribution is available provided by the Institute of Soil Sciences and Agricultural Chemistry, Centre for Agricultural Research, of the Hungarian Academy of Sciences. The **D**igital **K**reybig **S**oil **I**nformation **S**ystem (DKSIS) (Pásztor *et al.*, 2010) soil texture distribution was integrated into the WRF model on a 1 km horizontal resolution. The two soil texture distributions are essentially different (Göndöcs, 2013). In the DKSIS distribution, the prevailing soil texture is loam (24%) and its variants: sandy loam (13%) and silty loam (16%). In the central parts of the country, sand is dominant covering about 6% of the whole country. Clay textures are mostly found near the Tisza River (9%).

Soil parameters are also available in the model, defined as in the USGS (Cosby *et al.*, 1984) database. For Hungarian soils, a more relevant and up-to-date parameter database the MARTHA (Hungarian Detailed Soil Hydrophysical Database) was developed (Makó & Tóth, 2008; Makó *et al.*, 2011). The required soil parameters for 12 soil textures were determined from this database, and applied in the WRF model.

Land use distribution

The default land use distribution in the WRF is the USGS (United States Geological Survey), which is available on a 1 km horizontal resolution. Since evapotranspiration is also dependent on the land use, this database was updated with the more accurate CORINE database. The main land use is the dryland/cropland/pasture covering about 56% of the domain. The deciduous broadleaf forest covers about 20% of the area, while the sum of needle leaf forests and mixed forests are 3%. The cities are more pronounced in the CORINE database (5%), and new land use types such as the shrubland (6%) and wetland can be found.

Initial and boundary conditions for the WRF

The WRF simulations were created using the data of the GFS (**G**lobal **F**orecast **S**ystem) model. The data is available on half-degree horizontal resolution and in every 6 hours. The initial conditions contain data on soil moisture, soil temperature and atmospheric data such as temperature, geopotential height, relative humidity, wind speed for 27 standard pressure levels. The simulations cover 32 days where convective precipitation was observed in Hungary during the summer of 2012. There was no distinction between days with free convection and

frontal precipitation, resulting measured daily precipitations ranging from a few mm-s to 40 mm.

Soil moisture content

There are some validation studies using in-situ measurements to validate the surface schemes in NWP models. The Noah scheme have been reported to overestimate the soil moisture in lower soil levels (>10 cm) (Godfrey & Stensrud, 2008). In order to have knowledge on the probable error of the GFS model, the initial conditions were compared to in-situ measurements near Szeged. Two sets of measurement campaign results can be seen on Fig. 1, from 2012 and 2013. In 2012, the summer was extremely dry; the soil moisture was below wilting point. The four field measurements are about a km apart all with different agricultural vegetation (Breuer *et al.*, 2014) and soil texture. As it can be seen, the model overestimates the measurements during summer with about $0.1 \text{ m}^3/\text{m}^3$. The next year was more favorable, the soil moisture was within the normal range for sandy and loam soils apparent at the sites. Still however the model result is on average $0.06 \text{ m}^3/\text{m}^3$ higher than the measurements. The average saturation soil moisture content for the sites is $0.4 \text{ m}^3/\text{m}^3$, meaning a 20% difference on average.

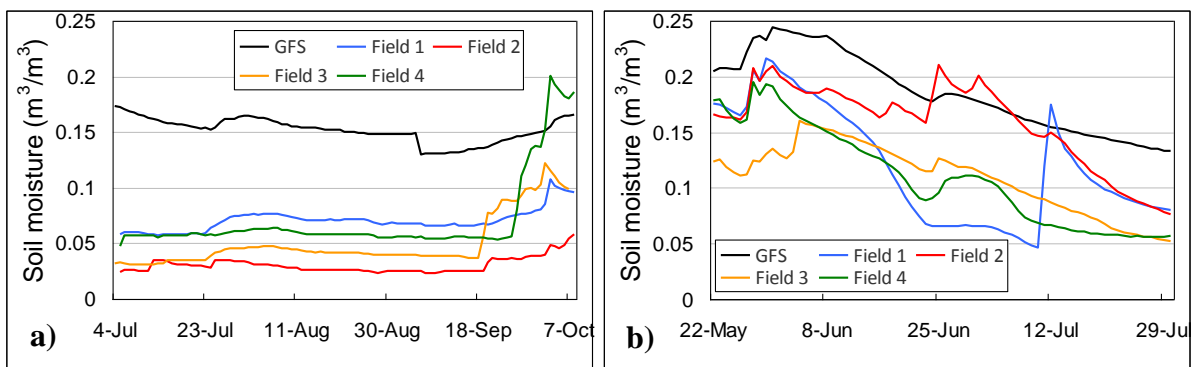


Figure 1: Measured and simulated (GFS) soil moisture at 10–40 cm depth near Szeged a) July 8 – October 5, 2012, b) May 22 – July 30, 2013.

WRF simulation setup

Taking into account that the GFS model has a different soil texture (FAO) and soil parameter database (Cosby *et al.*, 1984) than the one we used, the soil moisture had to be rescaled. Using the DKSIS soil texture distribution and the saturation soil moisture content values in the MARTHA database, the rescaling was based on determining the respective relative soil moisture contents. Simulations created with this soil moisture initial condition are considered the reference simulations. As it was previously shown the soil moisture error can be as high as 40%, averaging on 20%, therefore simulations were created by changing the soil moisture with 30% in both directions (SM+30; SM-30).

On the center figure of Fig. 2, the average soil moisture distribution is shown. It can be seen that the driest soils are found where sandy soils are prevailing at the Danube-Tisza interfluvium, in Nyírség, and south west to the Lake Balaton. Soil moisture is ranging on average from $0.1 \text{ m}^3/\text{m}^3$ to $0.35 \text{ m}^3/\text{m}^3$. The 30% soil moisture decrease resulted a $0.064 \text{ m}^3/\text{m}^3$ change, while the increase $0.068 \text{ m}^3/\text{m}^3$ (Fig. 2 left and right pane). The least changes are on one hand attributed to the sandy soils, since the MARTHA and USGS soil parameters differ the least in case of these soils. On the other hand the soil moisture increase in sandy soils result only a momentary gain in water; because sand have a low soil moisture retention, the excess water runs off.

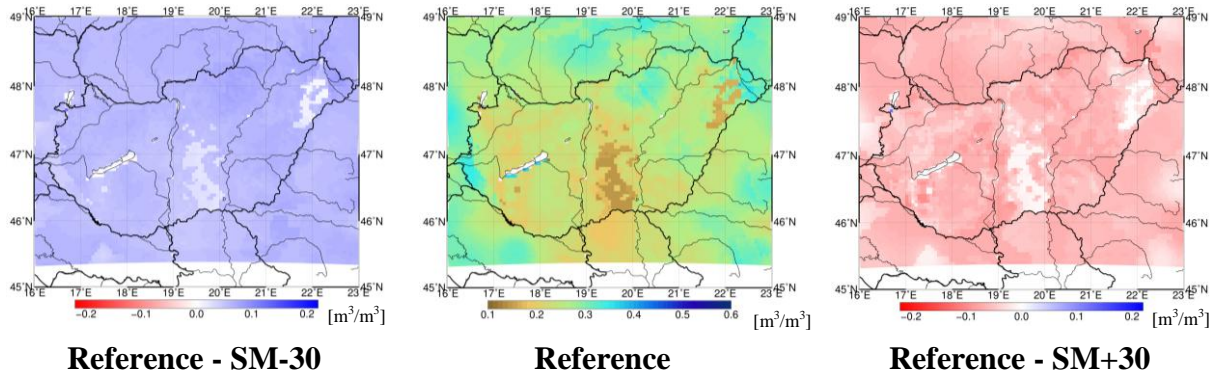


Figure 2: Average soil moisture of the reference simulations (center). Difference in soil moisture from the reference simulation in case of left) 30% decrease, right) 30% increase of soil moisture.

Results

On average (spatial and time) the difference between the simulations are not significant at first glance (Table 1). The latent heat flux decreased in the dry simulation with about 17 W/m^2 , which is amount to about 15% change. This resulted a $0.3 \text{ }^\circ\text{C}$ change in temperature at 2 m. In parallel to the latent heat flux, the sensible heat flux increased for the dry simulation with 12 W/m^2 , which is a 35% increase. At it can be seen, the average vertical wind speed also increased. The average precipitation shows that in overall the moist simulation resulted 6.5% higher precipitation than the reference run. The only variable, which not follows the drying/moistening effect, is the convective available potential energy, which is the lowest for the reference run.

	Temperature at 2 m [K]	Latent heat flux [W/m^2]	Sensible heat flux [W/m^2]	Precipitation [mm]	Updraft [cm/s]	CIN [J/kg]	CAPE [J/kg]
SM-30	292.17	90.17	44.88	17.78	0.69	-32.17	312.6
ref	291.81	107.6	32.25	18.08	0.425	-26.83	299.7
SM+30	291.53	118.98	23.97	19.27	0.34	-26.7	344.6

Table 1: Spatial and time average of state variables for each simulation. Green background: reference, blue background: lower than reference, red background: higher than reference.

Latent heat flux and temperature

The relationship between soil moisture and latent heat flux for all three simulations shows an unusual curve (Fig. 3). As it is expected, from dry to wet soils the latent heat is increasing. The linear relationship changes at around $0.3 \text{ m}^3/\text{m}^3$ and $0.22 \text{ m}^3/\text{m}^3$ for the reference and SM-30 simulations respectively. It has to be noted, that the average soil moisture content is around at these two amounts for the respective simulations. The sharp decrease is associated with cloud formation and current precipitation. The average amount of soil moisture content for the simulations is proven to be a marking point for temperature relations as well. For all simulations, the trend is similar, as the soil moisture increases, the temperature drops with about $8\text{--}10^\circ\text{C}$. The shift in linear change between simulations is associated with the average soil moisture content change.

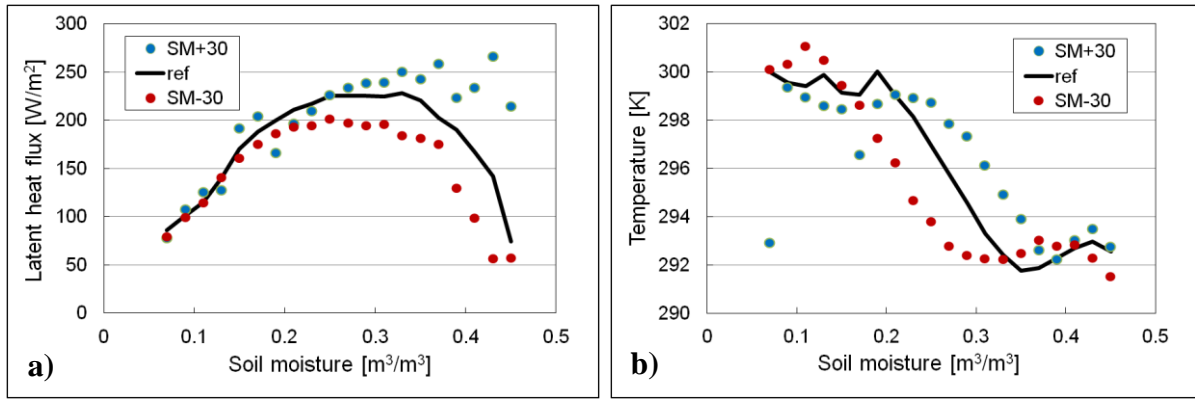


Figure 3: Average (32 days) a) latent heat flux b) temperature at 2 m as a function of soil moisture content for the three simulations.

The average distribution of 2 m temperature for the three soil moisture state simulations can be seen on Fig. 4. Based on the geography of Hungary, the warmest region is in the southeast, where flatlands can be found. The surrounding parts of the Carpathians are the coolest in the regions, and mountain areas in north Hungary are also visible. Considering the simulations, the SM-30 is the warmest as the lower soil moisture decreased the moisture in the near surface atmosphere, enabling the surface energy budget to enhance warming. The greatest average difference is around 1 °C. The soil moisture change does not affect the temperature in areas higher than 500 m altitude.

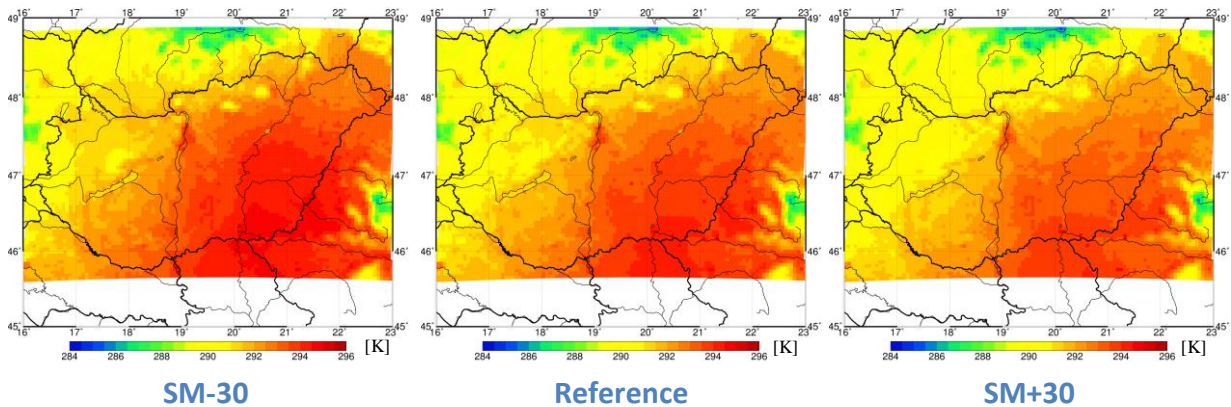


Figure 4: Spatial distribution of average (32 days) temperature at 2 m for the three simulations.

Planetary boundary layer processes

The convective available potential energy (CAPE) is a measure of convection intensity, if convection occurs, and also shows the probability of free convection formation. It is largely dependent on the temperature and humidity of the atmosphere in the planetary boundary layer (PBL). Based on the CAPE, the vertical velocity can be estimated if measurements or model simulations are not available. The greater the CAPE, the greater the updraft is in an air column. As it can be seen on Fig. 5, the maximum of CAPE (450–550 J/kg) for each simulation is located near the average soil moisture content. For all simulations two other local maxima are visible. The ones on the high end of soil moisture are a result of high latent heat flux. The ones on the dry end of the soil moisture scale are a result of high sensible heat flux, which enables greater buoyancy. The difference in the average maximum values between the driest and moistest runs reaches 200 J/kg. On average, however the lowest CAPE was found for the

reference run (Table 1). The reason behind this discrepancy is that for while in SM+30 the added moisture, and in SM-30 the high buoyancy increased the possibility of convection, for the reference run these effects were balanced out.

When considering the maximum updraft, the highest average maximum wind speeds (0.6 m/s) occurred for the SM-30 run. However generally the higher the soil moisture was, the greater the vertical wind speed became (2.5–5 times difference between dry and wet soils), owing to the relation to CAPE.

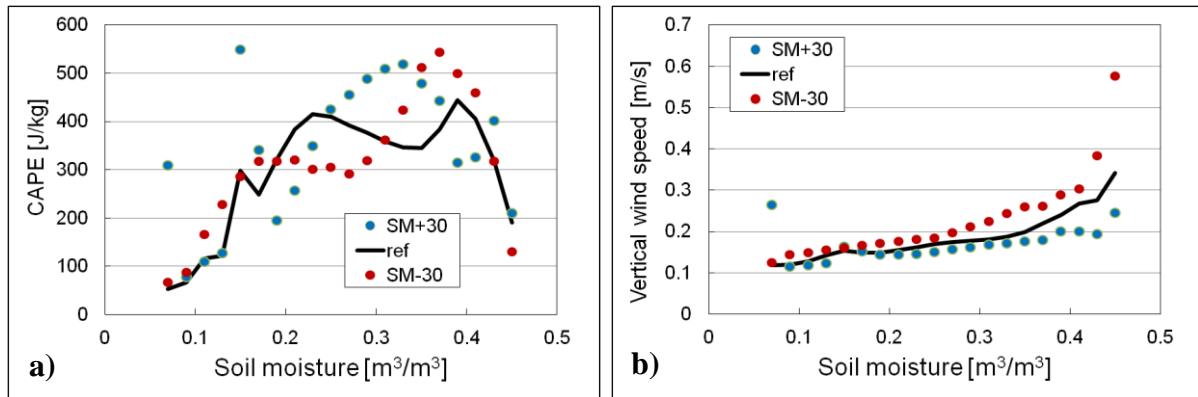


Figure 5: a) Convective available potential energy (CAPE) b) maximum vertical wind speed as a function of soil moisture.

Precipitation

From the previous results, it is expected that the soil moisture increase would increase the amount of precipitation, as it can be seen in Table 1. Generally, from the spatial distributions it can be said that the soil moisture increase resulted higher sum of precipitation indicating a positive feedback. However as it can be seen on Fig. 6, the change is not linear. Even though the average precipitation difference between SM-30 and SM+30 is 1.5 mm, which is around an 8.2% change, there are regions, e.g. in northern Hungary for the SM-30 run, where the precipitation decrease is around 30% (>50 mm). This is balanced out with the southern regions, where more than 20% increase (≈ 30 mm) in precipitation occurred. When the soil moisture was higher, the increment of precipitation is a slightly more uniform (Fig. 6c). There are regions with over 50% change (>75 mm) in the center of the model area.

Interestingly the number of cells with precipitation is higher for the SM-30 simulation than for the SM+30 with 4.5%, while the precipitation is 10% less.

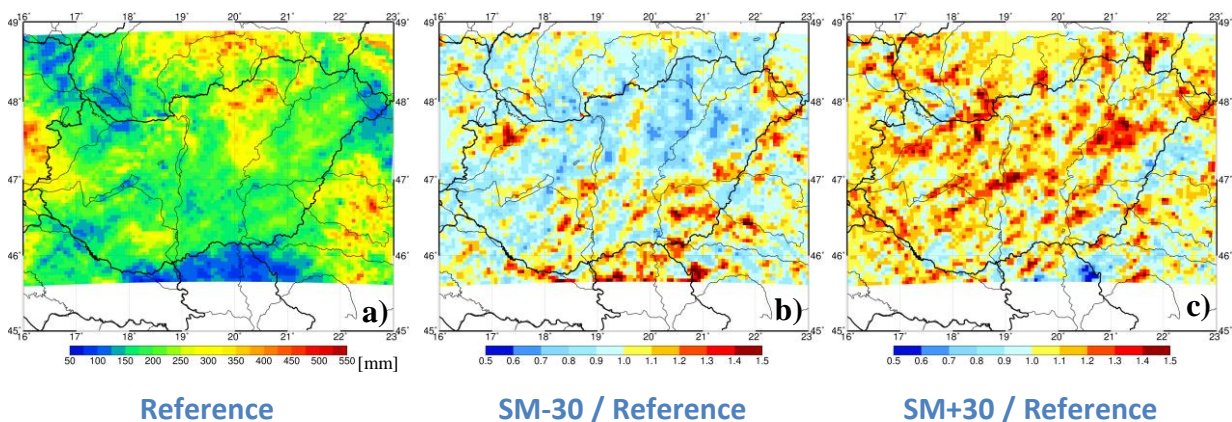


Figure 6: a) Cumulated precipitation for the 32 days. Ratio of cumulated precipitation between b) SM-30 and REF, c) SM+30 and REF.

When the sum of precipitation is averaged for soil moisture values, a slightly different view is depicted (Fig. 7a). Though with higher soil moistures the precipitation is increasing, the driest run is characterized by the highest average precipitation (50 mm/24h). The reason behind this behavior can be explained by Fig. 7b. Normalizing the precipitation with the incidence of soil moisture values it can be seen that for SM-30 only a few grid points are characterized with high soil moisture. Taking into account that for these runs the maximum vertical velocity is the highest, the high amount of soil moisture enhanced the convection, resulting high precipitation. It can be said for all the simulations, that the highest normalized precipitation is not found at the average soil moisture content values (or even at the highest incidence points), but rather at the high end of soil moisture values of each simulations indicating a positive feedback.

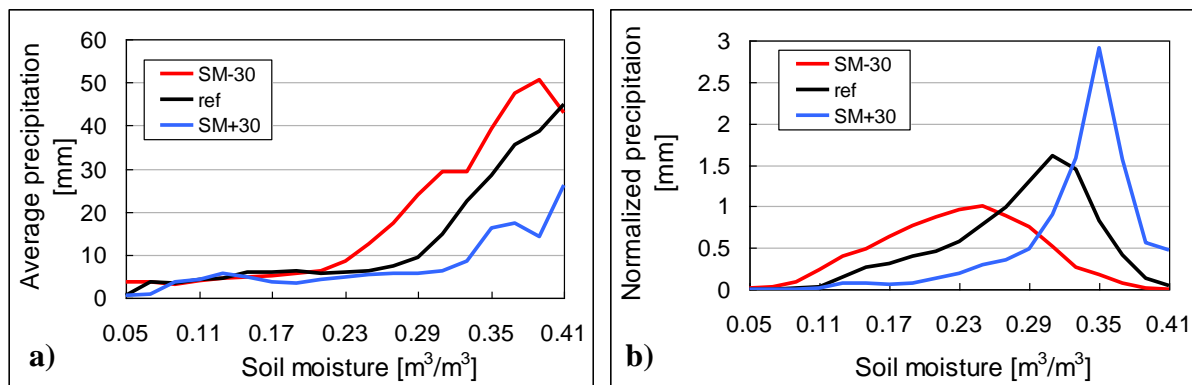


Figure 7: a) Average 24-hour sum of precipitation b) normalized 24-hour sum of precipitation as a function of soil moisture.

Conclusions

In this study it was shown that the simulation of convective precipitation with a numerical weather prediction model is sensitive to the initial soil moisture content. The created artificial changes in initial conditions are within the boundaries of real errors. The soil moisture through evapotranspiration has an effect on boundary layer atmospheric stability and thus precipitation. It is also shown that in these simulations the relationship between soil moisture and precipitation is based on positive feedback. It has to be noted however that too much soil moisture can hinder the convection severing the positive feedback. Without further ado, the exact relationship between soil moisture and convection is still unclear, despite the long history of this research area.

Acknowledgements

The in-situ soil moisture measurements, DKIS soil texture distribution and MARTHA soil database was provided by the OTKA K-81432 project.

References

- Bougeault P., Lacarrere, P., 1989: Parameterization of Orography-Induced Turbulence in a Mesobeta-Scale Model. *Mon. Wea. Rev.*, 117: 1872–1890.
- Breuer, H., Ács, F., Horváth, Á., Németh, P., Rajkai, K., 2014: Diurnal course analysis of the WRF-simulated and observation-based planetary boundary layer height. *Advances in Science and Research*, 11: 83–88. (doi:10.5194/asr-11-83-2014)
- Chen, F., Dudhia, J., 2001: Coupling an Advanced Land Surface–Hydrology Model with the Penn State–NCAR MM5 Modeling System. Part I: Model Implementation and Sensitivity. *Mon. Wea. Rev.*, 129: 569–585.

- Cosby, B. J., Hornberger, G. M., Clapp, R. B., Ginn, T. R., 1984: A Statistical Exploration of the Relationships of Soil Moisture Characteristics to the Physical Properties of Soils. *Water Resour. Res.*, 20: 682–690.
- Froidevaux, P., Schlemmer, L., Schmidli, J., Langhans, W., Schär, C., 2014: Influence of the Background Wind on the Local Soil Moisture–Precipitation Feedback, *American Meteorological Society*, 71: 782–799.
- Frye, J. D., Mote, T. L., 2010: The synergistic relationship between soil moisture and the low-level jet and its role on the prestorm environment over the Southern Great Plains, *J. Appl. Meteorol. Climatol.*, 49: 775–791, doi:10.1175/2009JAMC2146.1.
- GCOS, 2010: Implementation plan for the Global Observing System for climate in support of the UNFCCC — 2010 update, report, World Meteorol. Organ., Geneva Switzerland. 186 p.
- Godfrey, C.M., Stensrud, D.J., 2008: Soil Temperature and Moisture Errors in Operational Eta Model Analyses. *J. Hydrometeorol.*, 9: 367–387.
- Göndöcs, J., 2013: A talajtextúra és felszínhasználat területi eloszlásának hatása a konvektív csapadéokra, Szakdolgozat, ELTE Meteorológiai Tanszék, 37 pp.
- Hohenegger C., Brockhaus, P., Bretherton, C. S., Schär, C., 2009: The Soil Moisture–Precipitation Feedback in Simulations with Explicit and Parameterized Convection. *J. Climate*, 22: 5003–5020.
- Kain, J. S., 2004: The Kain-Fritsch convective parameterization: an update. *J. Appl. Meteorol.* 43: 170–181.
- Makó, A., Tóth, B., 2008: MARTHA: az első részletes talajfizikai adatbázis Magyarországon. *Agronapló*, 2008/3: 46–47.
- Makó, A., Tóth, B., Hernádi, H., Farkas, Cs., Marth, P., 2011: A MARTHA adatbázis alkalmazása a hazai talajok víztartó képesség becslésének pontosítására. *Talajvédelem. Különszám*: 51–58.
- Mlawer, E. J., Taubman, S. J., Brown, P. D., Iacono, M. J., Clough S. A., 1997: Radiative transfer for inhomogeneous atmospheres: RRTM, a validated correlated-k model for the longwave. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 106: 16663–16682.
- Pásztor, L., Szabó, J., Bakacsi, Zs., 2010: Digital processing and upgrading of legacy data collected during the 1:25.000 scale Kreybig soil survey. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*, 45: 127–136.
- Pielke, R. A., 2001: Influence of spatial distribution of vegetation and soils on the prediction of cumulus convective rainfall. *Reviews of Geophysics*, 39: 151–177.
- Pielke, R. A., Avissar, R., 1990: Influence of landscape structure on local and regional climate. *Landsc. Ecol.*, 4: 133–155.
- Pielke, R. A., Zeng, X., 1989: Influence on severe storm development of irrigated land, *Nat. Weather Dig.*, 14(2): 16–17.
- Raman. S., Sims, A., Ellis, A., Boyles, R., 2005: Numerical simulation of mesoscale circulations in a region of contrasting soil types. *Pure and Applied Geophysics*, 162: 1698–1714.
- Segal, M., Arritt, R.W., Clark, C., Rabin, R., Brown, J., 1995: Scaling evaluation of the effect of surface characteristics on potential deep convection over uniform terrain. *Mon. Wea. Rev.*, 123(2): 383–400.
- Schär, C., Lüthi, D., Beyerle, U., 1999: The Soil–Precipitation Feedback: A Process Study with a Regional Climate Model, *American Meteorological Soc.*, 12: 722–741.
- Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D. O., Barker, D. M., Duda, M. G., Huang, X.-Y., Wang, W., Powers, J. G., 2008: A Description of the Advanced Research WRF Version 3 NCAR/TN–475+STR, June 2008. – NCAR Technical Note.
- Taylor, C. M., Ellis, R. J., 2006: Satellite detection of soil moisture impacts on convection at the mesoscale, *Geophys. Res. Lett.*, 33: L03404, doi:10.1029/2005GL025252.
- Thompson, G., Rasmussen, R. M., Manning, K., 2004: Explicit forecasts of winter precipitation using an improved bulk microphysics scheme, Part I: Description and sensitivity analysis, *Mon. Weather Rev.*, 132: 519–542.

NATURAL GAS SUPPLY SECURITY IN EUROPE IN THE LIGHT OF THE RECENT UKRAINIAN-RUSSIAN CRISIS

Herczeg, András

Institute of Information Technology, Corvinus University of Budapest

H-1093 Budapest, Fővám tér 13-15.

E-mail: andras.herczeg@uni-corvinus.hu

Abstract

The paper reviews the existing transmission infrastructure (new pipelines and LNG terminals) and with the latest production (the role of off-shore and shale gas) and storage developments assesses their effect on the reliability of the European natural gas system. In the light of the priorities of the current EU energy policies, based on the available secondary data, the calculations prove that with certain assumptions (such as an EU agreement on a cost-sharing mechanism, certain level of restrictions to optimize the bottlenecks), it is possible to maintain a constant natural gas supply to Europe, while no natural gas from Russian sources arrive to the integrated EU market.

Key words: economic risk, energy security, Europe, natural gas, Russia

1. Introduction

The recent Crimea crisis and the potential sanctions against Russia projected a very fundamental change in the energy policy of the European Union (EU). The first time in the past decades the EU truly examined the option that it will not accept any natural gas supply from Russia as part of the sanctions that were implemented against the country. That approach completely differs from the practice of the previous Ukrainian-Russian conflicts (respectively 2006 and 2009) when the EU aimed to avoid any disruptions of the Russian natural gas flow to Europe, as it could have significantly damaged the economies of the Central and Eastern European countries. There are still opposing arguments that without the Russian supply the natural gas demand of Europe cannot be met.

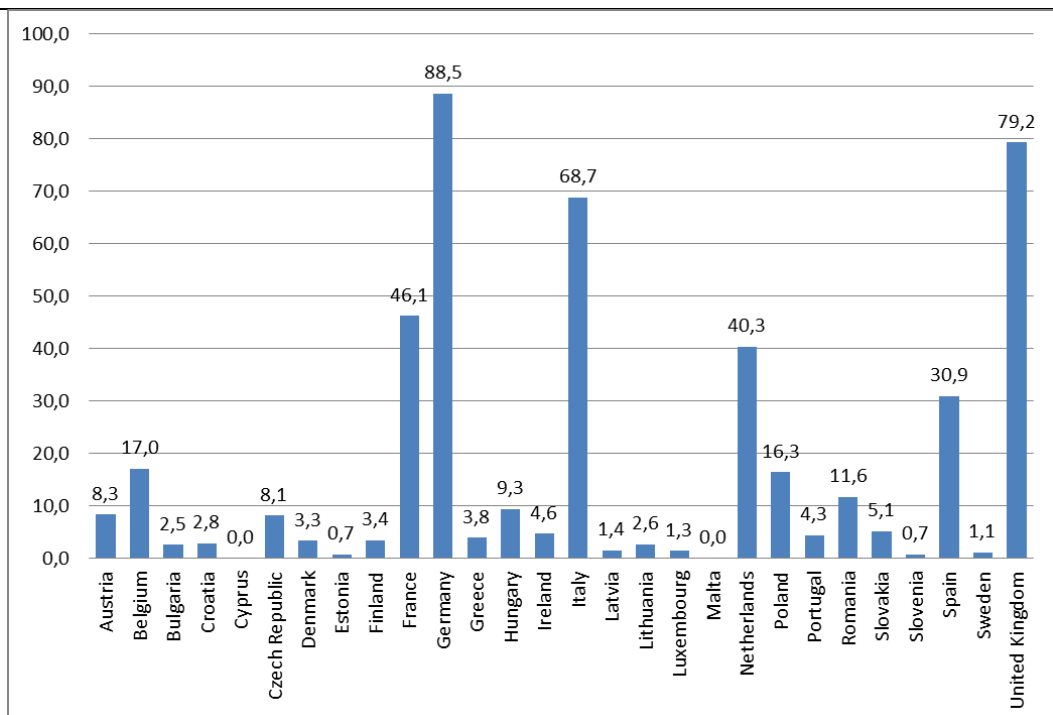
The paper shows that the natural gas consumption of the EU could be met *from the standpoint of the available alternate pipeline capacities* through the existing infrastructure, even if no Russian supply would reach the natural gas network of the EU. However, to utilize these adequate alternative supply source and proficient legislation are still needed.

2. Natural gas demand of the European Union

The consumption of the EU member states (EU-28) summed up to 462 bcm in 2013, while Europe in general (EU member states, Norway, Switzerland and the non-EU member Balkan states) consumed 471.4 bcm natural gas in 2013.¹ 29% of the latter were supplied by Russian sources. 2013 was the third year in the row, when European natural gas needs were under pressure, primarily due to the reduced reliance on natural gas based power plants.

¹ For more data and details on the European natural gas trends see Eurogas statistics; <<http://www.eurogas.org/statistics/>>

2013.² 29% of the latter were supplied by Russian sources. 2013 was the third year in the row, when European natural gas needs were under pressure, primarily due to the reduced reliance on natural gas based power plants.



The natural gas consumption of EU-28 in 2013 (bcm)

Source: Eurogas

Any sanction that affect Russian sources (either triggered by Russia or the EU) poses substantial risks, which can be puzzling to mitigate. In the case of the EU-28 and the other non-EU Balkan states any restrictions would affect 250.9 bcm import capacity and 134.8 bcm actual throughput.³ A crisis would hit other post-Soviet countries as well, such as Ukraine and Moldova, therefore 163 bcm of natural gas needed to be compensated from other sources.

	2013	bcm/yr NG
EU-28		462,0
Switzerland		3,7
Norway		4,3
Serbia and Montenegro		1,2
Bosnia and Herzegovina		0,2
Macedonia		0,0
Moldova		2,4
Ukraine		25,8
European consumption		499,6

Europe's natural gas consumption with the additional supply needs of Ukraine and Moldova in 2013 (bcm)

Source: BP, Eurogas, Gazprom, author's compilation

The import sources of the EU-28 were Russia (27%), Norway (23%), Algeria (23%) and Qatar (4%). The role of the latter decreased by 2% compared to the previous year due to the heavy competition on the LNG market. The Russian supply accounted for 36% of the natural gas in Germany, 23% in France and 27% in Italy.

² For more data and details on the European natural gas trends see Eurogas statistics; <<http://www.eurogas.org/statistics/>>

³ Source: 2013 Gazprom Export data: <<http://www.gazpromexport.ru/en/statistics/>>

In optimal case (assuming that European countries have enough cross-border capacities within the integrated market), the offset of the European consumption can be met in different ways:

- 1) increasing indigenous production growth,
- 2) amplifying natural gas import of non-Russian origin via the north and the south pipelines,
- 3) intensification of LNG imports and
- 4) cutting off of the consumption (e.g. larger reliance on power plants that are not using natural gas as a fuel).

The seasonality and the temporarily inequalities should be balanced by the storage capacities.

$$\begin{aligned} \text{Consumption}_{\text{Europe}} &= \text{Production}_{\text{Europe}} + \text{Import}_{\text{pipeline}} + \text{Import}_{\text{LNG}} - \text{Export} \\ &+/- \text{Changes in stocks} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Import}_{\text{pipelines}} &= \text{Import}_{\text{Russia}} + \text{Import}_{\text{North Sea}} + \text{Import}_{\text{Algeria}} \\ &+ \text{Import}_{\text{other pipelines}} \end{aligned}$$

$$\text{Import}_{\text{LNG}} = \text{Import}_{\text{Qatar}} + \text{Import}_{\text{other LNG sources}}$$

3. European pipeline and LNG capacities

According to GIE and ENTSOG data, Europe's natural gas import capacities are 684.2 bcm, out of which 36.7% (250.9 bcm) comes from Russia. 21,5% (147,1 bcm) of the import capacities are from the North Sea, while 11% (75 bcm) are from the directions of Africa and Asia. The LNG capacities account for 30.9 % (211.2 bcm).

2013	bcm/yr NG	
Total via Ukraine:	149,2	21,8%
Total via Belarus:	60,7	8,9%
Total directly from Russia:	41,0	6,0%
Total from Asia and Afrika (via pipelines):	75,0	11,0%
Total from the direction of the North Sea:	147,1	21,5%
Total LNG:	211,2	30,9%
Import capacities	684,2	100,0%

European import capacities in 2013 (bcm)
Source: ENTSOG, GIE, author's compilation

3.1 Russian sources

Russia has one of the largest natural gas reserves in the world: 32.9 Tcm according to BP, which amounts 17.6% of the world's currently known natural gas reserves.⁴

Europe is able to receive natural gas from Russia in three different ways:

- 1) via Ukraine 149.2 bcm
- 2) via Belarus 60.7 bcm
- 3) directly to Europe (Finland and Germany) 41 bcm

⁴ BP (2013): Statistical Review of World Energy 2013; June 2013;
<<http://www.bp.com/en/global/corporate/about-bp/energy-economics/statistical-review-of-world-energy-2013.html>>

The most significant pipeline via Ukraine is the Brotherhood pipeline, via Belarus is the Yamal-Europe pipeline, while the major direct connection is the Nord Stream pipeline.

Cross-border natural gas pipeline interconnections	max. Capacity (GWh/day NG) (2013)	max. Capacity (bcm/yr NG)	Country of EU entry
Via Ukraine:			
Uzhgorod (UA) - Velké Kapušany (SK) (Brotherhood)	2 548,0	86,4	Slovakia, Czech Republic, Austria, Germany, France, Slovenia, Italy
Drozdovichi (UA) - Drozdowicze (PL)	135,5	4,6	Poland
Beregovo (UA) - Beregdaróc (HU) (Brotherhood)	598,2	20,3	Hungary, Serbia, Bosnia and Herzegovina
Tekovo (UA) - Mediesui Aurit (RO)	113,0	3,8	Romania
Orlovka (UA) - Isaccea (RO) (a)	251,0	8,5	Romania
Orlovka (UA) - Isaccea (RO) (b) (Trans-Balkan Pipeline)	753,0	25,5	Romania, Bulgaria, Greece, Turkey, Macedonia
Total via Ukraine	4 398,7	149,2	
Via Belarus:			
Narva	31,2	1,1	Estonia (Latvia, Lithuania possible)
Várska	41,0	1,4	Estonia (Latvia, Lithuania possible)
Korneti	200,0	6,8	Latvia (Estonia, Lithuania possible)
Kotlovka	323,0	11,0	Lithuania (Latvia, Estonia possible)
Tieterowka	7,2	0,2	Poland
Kondratki (Yamal-Europe)	1 021,0	34,6	Poland, Germany, The Netherlands, Belgium, Great Britain
Wysokoje	167,3	5,7	Poland
Total via Belarus:	1 790,7	60,7	
Directly from Russia:			
Imatra	249,0	8,4	Finland
Greifswald (Nord Stream)	959,9	32,6	Germany, France, Czech Republic and other
Total directly from Russia:	1 208,9	41,0	
TOTAL IMPORT FROM RUSSIA:	7 398,3	250,9	

Import pipelines from Russia to Europe in 2013

Source: ENTSOG, GIE, author's compilation

Until the recent years 80% of the European natural gas export arrived via Ukraine, which was reduced considerably to 50-60% with the commissioning of the Nord Stream pipeline in 2011. Unfortunately for Europe, the Nord Stream does not offer real supply diversification; yet, it still improved the security of the transit by a direct alternative. According to the EIA estimations (incorporating the published Gazprom and Eastern Bloc Energy data), at present 16% (85 bcm) of the European consumption flows through the Ukrainian transit system. The quantities via Ukraine show substantial seasonality: the daily winter amount of 340 million m³ decreases to 170 million m³/day during the summer months. Even if a longer intermittence occurs in the Ukrainian natural gas transit, several positive changes compensate the distress thanks to the newly built import pipelines, interconnectors and storages. Nevertheless, it should be remembered that in 2009 the lack of Russian supply via Ukraine jeopardized the energy supply of 18 European countries, and in many instances (mostly in Southeastern Europe) caused real end user supply crisis. BCG estimated that during the two weeks period the spot price of the natural gas jumped almost with 40%, reaching 32 €/MWh.⁵ At the current market conditions, if the crisis would only cause disruptions in the supply via Ukraine, the amplitude would be much less. The reason is that the utilization of the Nord Stream has been low (45%) during the past year; therefore, it can be a proper alternate route with the other pipelines for the Russian molecules.⁶ However, during the proposed sanctions against Russia that pipeline would dry up as well.

The solution for the risks of the east-west routes are addressed by the ongoing construction of the north-south natural gas corridor in Central Eastern Europe, which makes possible for the whole region to reach further gas supplies via the Polish (and later the Croatian) LNG terminal. The new pipeline also improves the supply options to Ukraine from the Western direc-

⁵ Source: Boston Consulting Group; <https://www.bcgperspectives.com/energy_and_environment>

⁶ According to the decision of the European Commission (EC) the Nord Stream's pipeline will fall under the Third Energy Package, which will prevent utilization of the pipeline capacity at 100% capacity. Source: EU Limits Utilization of Nord Stream Pipeline for Gazprom, 03/12/2014, <http://www.energia.gr/article_en.asp?art_id=28483>

tion. The latest development in the project was the inauguration of the natural gas interconnection pipeline between Hungary and Slovakia in March 2014.⁷ The only missing link of the corridor is the Polish-Slovakian section, which should be completed soon to allow the unobstructed flow of natural gas between Croatia and Poland in both directions. While the north-south pipeline are crucial from the sourcing standpoint, Ukraine - which depends on Russian gas for about half of its domestic needs -, can use the east-west pipelines (otherwise reserved for the transit of the Russian supply) during crisis time in a so-called reverse mode to purchase natural gas from Slovakia, Poland and Hungary. German RWE started supplying natural gas to Ukraine via Poland after a price increase by Gazprom, which made it cheaper than the Russian fuel.⁸

3.2 Northern sources

While the oil production has been declining on the North Sea, the natural gas production has been acting just the opposite. The fruits of that are harvested mostly by Norway, although Great Britain and the Netherlands also developed significant production infrastructure as well. The significance of the Norway natural gas reserves can be understood, once it is taken into account that direct pipelines exist to Great Britain from the Norwegian fields that were built without even touching Norwegian shores. At present Great Britain buys more than 50% of its natural gas from the Nordic country, while its production is slowly decreasing. To compensate the latter, large investment programs are needed to modernize the aging infrastructure and to develop new drilling capacities that still pose a challenge for the British oil and natural gas companies.⁹

Cross-border natural gas pipeline interconnections	max. Capacity (GWh/day NG) (2013)	max. Capacity (bcm/yr NG)	Country of EU entry
North Sea:			
St. Fergus (Vesterled) & Tampen Link	671,0	22,8	Great Britain
Easington	770,0	26,1	Great Britain
Dunkerque	585,0	19,8	France
Zeebrugge ZPT	46,4	1,6	Belgium
Emden (NPT)	432,0	14,7	Germany
Emden (EPT1)	1 060,0	35,9	Germany
Dornum / NETRA	774,0	26,2	Germany
Total from the direction of the North Sea:	4 338,4	147,1	
<i>Natural gas pipelines from the direction of the North Sea</i>			
<i>Source: ENTSOG, GIE, author's compilation</i>			

3.3 African and Asian sources

Natural gas arrives from African (primarily Algerian and Libyan) sources to Italy (49 bcm/yr capacity) and to Spain (23.9 bcm/yr capacity). Due to the Libyan conflict the natural gas supplies were disrupted frequently that impacted especially the Green Stream pipeline, which carried 9 bcm/yr of fuel before the outbreak of the fighting. The latter forced Italian Eni to

⁷ 'Hungarian and Slovakian Prime Ministers have interconnected the two countries' natural gas networks'; MGT press release 03/28/2014;

<<http://www.gaztransit.hu/en/press-room/news/SitePages/newsDetails.aspx?newsID=15>>

⁸ 'RWE starts Ukraine gas supplies after Russia price increase; 04/15/2014,

<http://www.bloomberg.com/news/2014-04-15/rwe-starts-ukraine-gas-supplies-after-russia-price-increase-1-.html>>

⁹ 'North Sea faces record fall in oil and gas production'; telegraph.co.uk, 08/21/2013,

<<http://www.telegraph.co.uk/finance/newsbysector/energy/oilandgas/10255755/North-Sea-faces-record-fall-in-oil-and-gas-production.html>>

shut down the pipeline from February 2013 until October 2013.¹⁰ The throughput capacity from Turkey is 2.1 bcm currently that carries primarily Azerbaijan source to Greece. As the Trans Adriatic Pipeline (TAP) project is developing the throughput capacity will be increased significantly (design capacity from 10 to 20 bcm/yr) and will provide the shortest and most direct link from the Caspian region. Additionally, from the direction of Bulgaria an export line enters to Turkey as part of the Trans-Balkan pipeline; however, this line only one-way at present.

Cross-border natural gas pipeline interconnections	max. Capacity (GWh/day NG) (2013)	max. Capacity (bcm/yr NG)	Country of EU entry
From Asia and Africa (via pipelines):			
Kipi	60,5	2,1	Greece
Gela (Green Stream)	354,0	12,0	Italy
Mazara del Vallo (Transmed)	1 091,0	37,0	Italy
Almeria (Medgaz)	266,0	9,0	Spain
Tarifa	440,0	14,9	Spain
Total from Asia and Afrika (via pipelines):	2 211,5	75,0	
<i>Afrikából és Ázsia felől érkező földgázt szállító import vezetékek Európába</i>			
<i>Source: ENTSOG, GIE, author's compilation</i>			

3.4 LNG

The global LNG trade account for 332.4 bcm in 2013¹¹, which a little less than the peak in 2011.¹² The largest LNG exporter is by far Qatar, while the largest importer is Japan (responsible for the 37% of the LNG imports). Yet, a major change is expected on the market, as the Japanese nuclear policies are slowly changing once again as the country powers up its nuclear power plants.¹³ The spot LNG shipments were 33% of the total LNG market, 44% of that were sold by Qatar and Nigeria and 74% of the trade oriented towards Asia, primarily to the Chinese market.¹⁴ American LNG developments are in the spot lights for a while, as the world keenly awaits the finish of actual liquefaction projects that will start delivering soon. The US market entry is going to be a game changer, since LNG buyers are already modifying their procurement strategies and pricing mechanisms (for instance contracts have been signed based on Henry Hub prices for supplies coming from the US). The LNG have some special characteristics that suggest markets will remain segmented, with prices fluctuating from one region to another and that will continue to be a financial risk if sanctions are in place. On the other hand Europe is already prepared for the growing LNG demand, as after 2009 several regasification terminals were commissioned and the LNG import capacity in the EU LNG rose by 2013 with 30%, reaching a maximum capacity of 211.2 bcm/yr. In 2014 further LNG terminals will be commissioned (for instance in Poland) that will further increase the energy security of the most vulnerable countries.

¹⁰ 'Libya, Eni resume Greenstream gas pipeline throughput'; Oil and Gas Journal, 10/03/2013; <<http://www.ogj.com/articles/2011/10/libya-eni-resume-greenstream-gas-pipeline-throughput.html>>

¹¹ 236,8 MT. Source: IGU (2014): 'World LNG Report'; <<http://www.igu.org/gas-knowhow/publications/igu-publications/igu-world-lng-report-2014-edition.pdf>>

¹² 241,2 MT (approx. 339,04 bcm), Source: IGU (2014): 'World LNG Report'; <<http://www.igu.org/gas-knowhow/publications/igu-publications/igu-world-lng-report-2014-edition.pdf>>

¹³ 'Warily Leading Japan's Nuclear Reawakening'; nytimes.com, 03/20/2014, <http://www.nytimes.com/2014/03/21/world/asia/warily-leading-japans-nuclear-reawakening.html?_r=0>

¹⁴ The spot market sales were 77.3 MT LNG in 2013. Source: IGU (2014): 'World LNG Report', <<http://www.igu.org/gas-knowhow/publications/igu-publications/igu-world-lng-report-2014-edition.pdf>>

Cross-border natural gas pipeline interconnections	max. Capacity (GWh/day NG) (2013)	max. Capacity (bcm/yr NG)	Country of EU entry
LNG:			
Revythoussa	139,7	4,7	Greece
Cavarzere (Porto Levante / Adriatic LNG)	290,0	9,8	Italy
OLT LNG / Livorno	165,0	5,6	Italy
Panigaglia	128,0	4,3	Italy
Fos Cavaou / Fos Tonkin	410,0	13,9	France
Barcelona	544,3	18,5	Spain
Sagunto	279,1	9,5	Spain
Cartagena	376,8	12,8	Spain
Huelva	376,8	12,8	Spain
Sines	212,8	7,2	Portugal
Mugardos	115,2	3,9	Spain
Bilbao	223,3	7,6	Spain
Montoir de Bretagne	370,0	12,5	France
Zeebrugge LNG	461,0	15,6	Belgium
Gate Terminal (I)	407,6	13,8	The Netherlands
Teesside	127,0	4,3	Great Britain
Isle of Grain	650,0	22,0	Great Britain
Milford Haven	950,0	32,2	Great Britain
Total LNG:	6 226,6	211,2	

Existing European LNG import capacities
Source: *ENTSOG, GIE, author's compilation*

4. Conclusion: The impacts of a possible sanction from the standpoint of the EU

Theoretically (based on the available import capacities and possible alternate sources) Europe's natural gas consumption could be set off from non-Russian natural gas source. Yet, the current political and market conditions suggests that in certain conditions the system could not be sustained for longer than couple months.

2013	bcm/yr NG
EU-28	462,0
Switzerland	3,7
Norway	4,3
Serbia and Montenegro	1,2
Bosnia and Herzegovina	0,2
Macedonia	0,0
Moldova	2,4
Ukraine	25,8
European consumption	499,6
EU-28:	160,6
Indigenous production (data: 2012)	160,6
Total via Ukraine:	149,2
Total via Belarus:	60,7
Total directly from Russia:	41,0
Total Russian import capacity:	250,9
Total from Asia and Afrika (via pipelines):	75,0
Total from the direction of the North Sea:	147,1
Total LNG:	211,2
Total non-Russian import capacity	433,3
Europe (without Belarus and Ukraine):	90,7
Ukraine:	33,0
Storage capacity	123,67
Balance (theoretical)	94,3
+/- Changes in stocks (storages)	123,7

European consumption and available sources in 2013
Source: *BP, ENTSOG, Eurogas, GIE, author's compilation*

The risks include the following:

- 1) It may be necessary to procure, to manage and to distribute the available natural gas from a higher strategic (so called pan-European) level. This may overwrite the market rules of the liberalized natural gas markets to minimize the effects of the price pressure. Further, a framework should be established (at least temporarily) to ensure a greater solidarity between the member states: for example a cost-sharing mechanism may be needed for those countries that have no direct access to the alternate import sources such as the LNG or the northern gas field.
- 2) Another risk, which also strongly correlates with the above that even an integrated, centralized European regulation may face supply difficulties: even with existing import capacities and with higher price levels. The reasons is that the LNG spot capabilities and the increasable North Sea production capacities are limited and may not be enough source to compensate for the Russian demand. Regardless, with a more global approach it may be possible to redirect LNG forward capacities (for instance as Japanese LNG demand soars up) to maximize the utilization of the existing import capacities.
- 3) One of the most crucial challenge is that at disadvantageous market conditions when the pipeline usages are pushed to the limits (for instance during a cold winter), the existing European cross-border capacities will not be enough to transport the natural gas from the west-east and the north-south direction. That threatens mostly the non-EU countries as most of the EU member states (Austria, Hungary, Slovakia) has extensive storage capacities with stocks enough for more than 100 days. While this can be managed if storages are full before the winter season; regardless, the additional supply need of Ukraine and the Balkan countries will decrease their flexibility in a crisis situation due to the solidarity factor.
- 4) Countries with extensive storage capacities should utilize seasonality to completely top up their facilities. For instance, GIE data shows that due to the low demand and the high cost of storage, the Hungarian facilities were below 40% before the winter of 2013. In a winter crisis situation that would last more than a month; however, only fully banked storages facilities could balance the regional natural gas system. Unfortunately, there is no European financial framework to compensate these countries for the excessive costs of the additional storage.
- 5) Any delay in infrastructure development (e.g. Polish-Lithuanian interconnector) may prevent meeting even with the basic natural gas needs in an unfavorable weather and hostile political circumstances in those places where a lack of interconnectors and storages exist (primarily in the case of the Baltic countries).

5. References

- BP (British Petroleum); <www.bp.com>
- EC (European Commission); <<http://ec.europa.eu/energy/>>
- EIA (U.S. Energy Information Administration); <www.eia.gov>
- ENTSOG (the European Network of Transmission System Operators for Gas); <www.entsog.eu/>
- Eurogas; <www.eurogas.org>
- Gazprom; <www.gazprom.ru/>
- Gazprom Export; <www.gazpromexport.ru/>
- GIE (Gas Infrastructure Europe); <www.gie.eu.com/>
- GSE (Gas Storage Europe); <transparency.gie.eu/>
- IGU (International Gas Union); <www.igu.org>
- Shale Gas Europe; <<http://www.shalegas-europe.eu/>>

PATOLÓGIÁS ESETEK BALATONUDVARI AVAR KORI TEMETŐJÉNEK CSONTANYAGÁBÓL

Horváthné Tobischka Katalin¹, Tóth Gábor², Kordos László³

¹*Nyugat-magyarországi Egyetem, Bolyai János Gyakorló Gimnázium
9700 Szombathely, Bolyai u. 11.*

²*Nyugat-magyarországi Egyetem, Biológia Intézet,
9700 Szombathely Károlyi Gáspár tér 4.*

³*Nyugat-magyarországi Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet,
9700 Szombathely Károlyi Gáspár tér 4.
E-mail: tobischka@gmail.com*

Balatonudvari-Fövényes lelőhelyen 2009-2011 között feltárt avarkori-honfoglalás kori 658 darab sír csontanyagának feldolgozása közben számos érdekes patológiai eset került elő. Az avar kori leleteken találhatóak például rosszul forrt, szövődményes törések, genetikai módosulatok, csontdaganat, tölcsérmell vagy a ritkaságszámba menő parietális foramina.

Kulcsszavak: antropológia, avarok, csontanyag, honfoglalás, parietális foramina, patológia.

Bei der Verarbeitung der Knochen der zwischen 2009-20011 aus den awarischen und Landnahme-Zeiten stammenden in Balatonudvari-Fövényes ausgegrabenen Gräbern wurden zahlreiche merkwürdige pathologische Fälle entdeckt.

Unter den awarischen Funden waren unter anderen mit Komplikation geheilte Brüche, genetische Variationen, Knochentumor, Trichterbrust oder als Seltenheit geltende Parietal foramina.

Stichwörter: Anthropologie, Awaren, Knochen, Landnahme, Parietal Foramina, Pathologie.

NYITOTT SZEMMEL INFRAVÖRÖSBEN, KÖRNYEZETÜNK REJTELMEI, AVAGY A MINDENNAPOK FIZIKÁJA

Kártyás László

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Természettudományi és Műszaki Kar,
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
E-mail: kartyasl@freemail.hu*

A kutatásom során a hétköznapokból számos területet vizsgáltam/vizsgálók hőkamerával, a technika betekintést enged az infravörös sugárzás fantasztikus világába, ezt az élményt szeretné prezentálni /kiadványban/ a tanárok, a diákok és az érdeklődők felé.

Az elektromágneses sugárzás infravörös sugárzás vagy a régi magyar megnevezése szerint, „hőmérsékleti sugárzás”, a hőkamera képes olyan dolgokat érzékelni, amit az emberi szem nem lát.

A vizsgálataim a következőkre terjedtek ki:

Először az oktatás területén mértem alapvető fizikai, kémiai változásokat, - mint párolgás, lecsapódás, hígítás, oldás, stb. - kísérő hő jelenségeket. A továbbiakban kiterjesztettem a figyelmemet a biológiára, az iparra, a színháztechnikára, az uszodatechnikára, a gyártástechnikára, a gépészetre valamint a mindennapok jelenségeire. Az egyik legjelentősebb témának minősül napjainkban az energia megtakarítás, ezt a területet a fűtéstechnikától egészen a szigeteléstechnikáig tanulmányoztam és hőfotókon megjelenítettem a mérési eredményeimet. Hőszigetelés területén a NYME SEK TTK C épületének energetikai korszerűsítését kísértem figyelemmel, a teljes folyamatot hőkamerával dokumentáltam, az építési munkálatok után az épületet minőség-ellenőrzés céljából átvizsgáltam.

A mérési eredmények, hőképek figyelemfelkeltő tartalmakkal bírnak, melyek segíthetik az oktatást és jól reflektálnak a hiányosságokra, pontatlanságokra, melyek ismeretében orvosolhatóak a problémák.

A kutatásom anyagával szeretném szemléltetni, az elkészült mérés sorozatokon megjelenített információanyagokat az adott célterületről, mindenkinek a szíves figyelmébe ajánlom, hogy ismerjék meg a hőkamera által biztosított nézőpontot a bennünket körülvevő környezetünkről!

A konferencián való részvételt a Talentum műhely - A tudományért és tehetségért a Nyugat-magyarországi Egyetemen TÁMOP 4.2.2.B-15/1/Konv.-2015-0005 program támogatja.

A SZÁLALÓ ÜZEMMÓD JELENTŐSÉGE A BIOLÓGIAI SOKFÉLESÉG MEGŐRZÉSÉBEN

Molnár Dénes¹, Folcz Ádám²,

¹Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet, Erdőművelés Tanszék, Sopron, Ady E. u. 5., hellovarius@gmail.com

²Tanulmányi Erdőgazdaság Zrt., Sopron, Honvéd u.1., folczadam@gmail.com,

A szálalás egy olyan erdőgazdálkodási üzemmód, amely vegyes szerkezetű faállomány fenntartásával törekszik az egységes erdei tájkép fenntartására. Kutatásunk során vizsgáltuk, hogy mely sajátosságaiban tér el szignifikánsan a vágásos üzemmódtól. Megállapítható, hogy a szálaló erdőalak kedvez a biológiai sokféleségnek, köszönhetően a változatos faállomány-szerkezetnek, amelyet jól indikál pl. a nagygombák fajgazdagsága.

Kulcsszavak: vágásos üzemmód, szálaló üzemmód, biodiverzitás

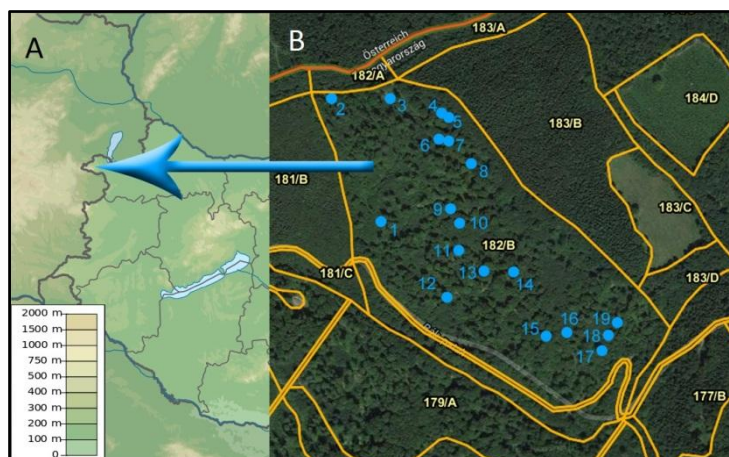
Bevezetés

Az erdőgazdálkodási tevékenység és az erdészeti nyilvántartás alapegysége az erdőrészlet, amelyen belül az alkalmazott üzemmód meghatározott, az erdőállomány gazdálkodói szempontból egységesnek tekinthető. Erdőrészleteink túlnyomó többségét vágásos üzemmódban kezelik, amely általában egy-két fafajból álló, egykorú, többé-kevésbé homogén szerkezetű erdőképet eredményez. Ezzel szemben a folyamatos erdőborításban cél az elegyesség, a termőhelynek megfelelő mozaikos szerkezet, a természetes folyamatok előtérbe kerülnek a gazdálkodás során (Pommerening és Murphy 2004, Kondor 2010, Vitková és mtsai 2013).

Kutatásunk során arra kerestük a választ, hogy melyek azok a számszerűsített strukturális jellemzők, amelyek egy adott erdőrészlet biodiverzitását jellemzik, illetve milyen különbségek lelhetők fel a vágásos és szálaló szerkezetű erdők között a vizsgált mutatók tekintetében. Vizsgálatunkhoz részletes faállomány-felvételezést végeztünk el, illetve vizsgáltuk az erdőrészlet gombáit, mint indikátor szerveket.

A mintaterület bemutatása

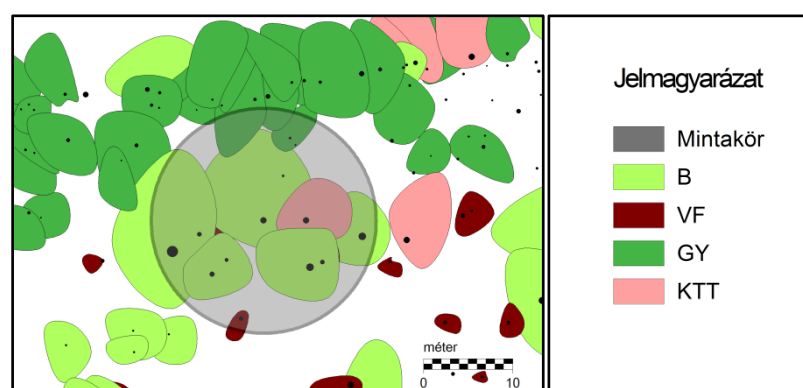
A vizsgálatra a Soproni-hegység erdészeti tájban, a Hidegvíz-völgy felső szakaszán elhelyezkedő, Roth Gyula által létesített kísérleti területen került sor (Sopron 182/B erdőrészlet). Az erdőrészlet földrajzi fekvését az 1./A ábrán láthatjuk. A 19,40 hektáros erdőrészlet tengerszint feletti magassága 460-510 m közötti, potenciális erdőtársulása a nyugat-dunántúli szubmontán bükkös (*Cyclamini purpurascens* – *Fagetum*) (Borhidi, Sánta 1999). A kutatás helyszínén 1937-ben kezdték meg a hosszú időtartamú felújítást, a szerkezeti változások jól dokumentáltak. A kezdetek óta az erdőállomány differenciálódott, a kiinduló lomb- és fenyő-elegyes bükköshöz képest jelentős változás történt a fafajok elegyarányában is, mivel a bükk uralkodó fafajjává vált (Koloszár 2013).



1. ábra: A kutatási terület (Sopron 182B erdőrésztlet) elhelyezkedése (A) és a mintakörök elrendezése (B) (Molnar et. al. 2014)

A felvételezési módszer bemutatása

Vágásos erdőkről a hazai erdészettudomány megfelelő mennyiségű referencia adattal rendelkezik, a száralak jellemzéséhez azonban szükség volt egy megfelelő mintaterület kiválasztására. A Soproni-hegységben 1937-ben létrehozott asztalfői kísérleti területen a vegyes korú erdőállomány kialakítása előrehaladott állapotban van, a faállomány erdőrésztlet szinten jól közelíti a Prodan-féle elméleti száralakot (Molnár et. al. 2014). A területről Field-Map rendszer segítségével teljes törzstérképet és részletes faállomány-felvételt készítettünk, vizsgáltuk a nagygombák megjelenését. A Field-Map egy szoftver-hadver együttes, amely segítségével széleskörű térinformatikai adatgyűjtési és adatfeldolgozási feladatokat láthatunk el, magunk szabhatjuk meg az adatbázis struktúráját, amely a terepi mérés során az adatgyűjtés alapját alkotja. A hat hónapig tartó terepi munkákat 2013 őszén kezdtük meg. A 15 cm-es mellmagassági átmérőt elérő fákhöz az erdőrésztlet egészen koordinátát, fafajt, mellmagassági átmérőt, magasságot, koronavetületet, élő koronahosszt, valamint, egészségi állapotot és törzsmínőséget jellemző értéket (a TAEG Zrt. munkatársainak útmutatásai szerint) rendeltünk.



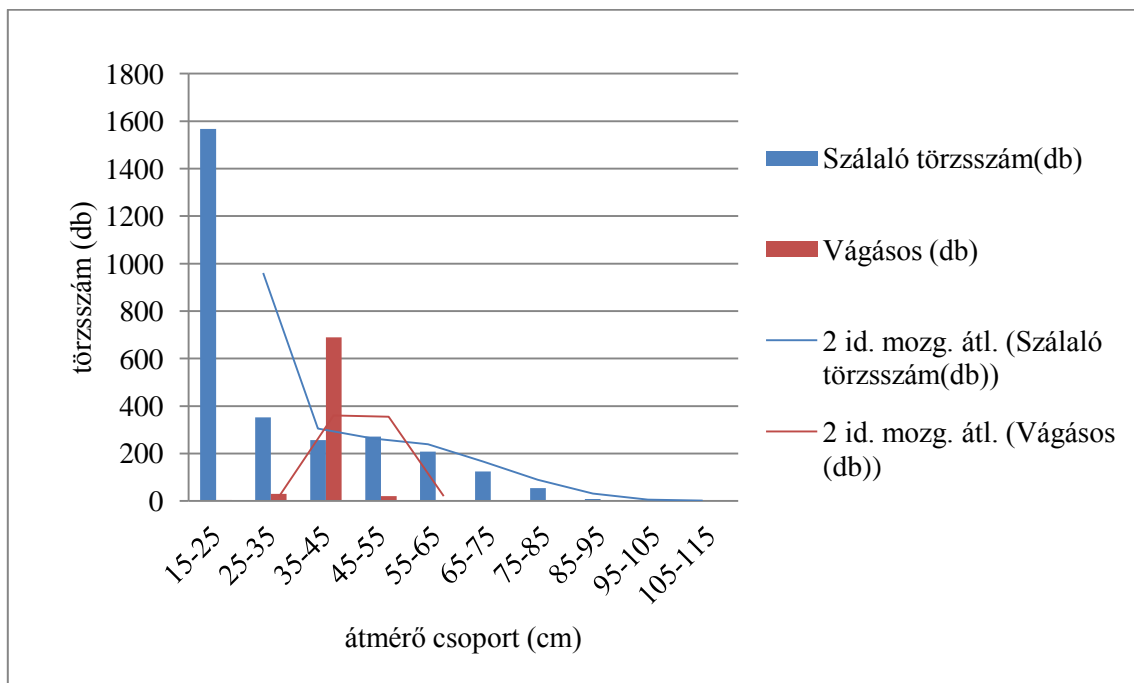
2. ábra: A Field-Map rendszerrel készített koronavetületi törzstérkép egy 500 m² területű mintavételezési pont körül

Az adatokat DigiTerra Map térinformatikai szoftver segítségével dolgoztuk fel, majd méretarányosan ábrázoltuk a koronavetületeket és a fák pozícióit. A mikológiai vizsgálatok-

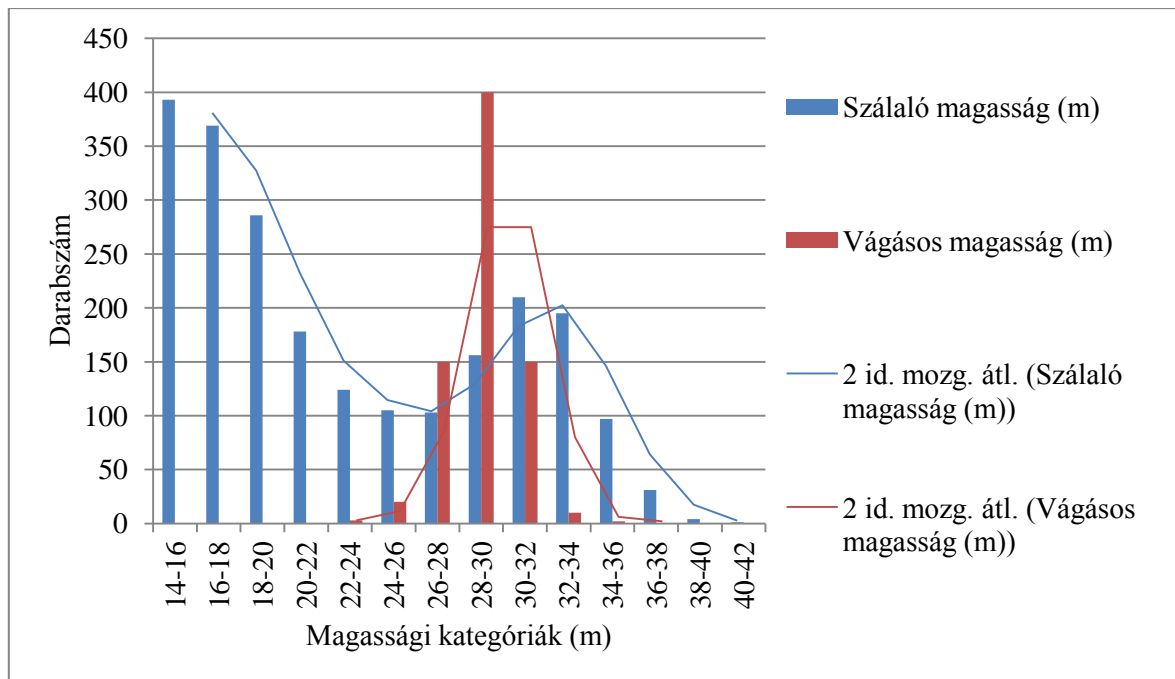
hoz az NBmR erdőrezervátum-kutatás nagyombák vizsgálatára alkalmazott módszerét vet-tük alapul, melynek lényege, hogy 500 m²-es mintaterületeken fajlista és abundancia becslés készül évente legalább három alkalommal (Pál-Fám és mtsai 2007). Hektáronként 1 db min-takört (összesen 19-et) jelöltünk ki digitális üzemtéri térképen, különböző fázisban lévő ál-lományrészekben (1./B ábra). A terepi adatgyűjtésekre összesen három alkalommal került sor.

Eredmények

Felvételezéseink alapján elkészítettük a Sopron 182/B erdőrészlet faállományának mellmagassági átmérő, illetve fmagasság-eloszlását, és azokat grafikonon ábráztuk (3. és 4. ábra). A két üzemmód összehasonlításához egy 80-90 éves vágásosan kezelt bükkös elmé-leti átmérő és magasság-eloszlását is feltüntettük az oszlopdigramokon. A 3. és 4. ábrán lát-ható, hogy a két üzemmód faállományának két legalapvetőbb mérhető paramétere jelentősen eltér, teljesen más jelleget hordoz. Míg egy döntően egykorú egyedekből álló, vágásos erdő-ben az átmérő és magasság értékek többé-kevésbé normál eloszlást követnek (Pretzsch 2010), addig a szálaló erdőben exponenciálisan csökkenő jelleget öltenek (Keyser és Loftis 2013). Ezekből a sajátosságokból fakad a két üzemmóddal kezelt faállomány teljesen eltérő tájképi jellege és strukturális diverzitása.



3. ábra.: Szálaló és vágásos üzemmódban kezelt erdőrészlet mellmagassági átmérő viszonyai



4. ábra.: Szálaló és vágásos üzemmódban kezelt erdőrészlet átlagos famagassági viszonyai

A szálaló erdő heterogén szerkezete, a vegyeskorúság és szintezettség általában nagyobb növényteret biztosít egy-egy faegyednek. Az igen változatos faállomány struktúra kedvezően hat a nagygombák fajkészletére. A szálaló tömbből 162 bazídiumos nagygomba taxont sikerült beazonosítanunk. A fajok életforma szerinti megoszlását összehasonlítva Folcz és mtsai (2013) által írt tanulmány adataival, melyben a hegyvidék faállományainak nagygombavilágát vizsgálja, azt tapasztalhatjuk, hogy a szálaló üzemmódban kezelt erdő-tömbben a szaprotróf és parazita fajok aránya magasabb az összes erdőállományban együttesen tapasztaltakénál. Ez annak a következménye, hogy a szálaló gazdálkodási mód sajátosságaiból adódóan előfordulnak magányosan álló öreg, legyengült, elhalóban lévő faegyedek, amelyek megtelepedést biztosítanak a parazita és szaprofita életmódot is folytató fajoknak.

Konklúzió

Eredményeink szerint erdőrészlet szinten a szálaló erdőalak kedvez a biológiai sokféleségnek. Jelentős különbséget a tér- és időbeli mintázatok megfigyelésénél tártunk fel. A szálaló erdőkép a vágásosnál diverzebb képet mutatott a kor és magassági osztályok eloszlásán felül a lombkoronaszintek záródásviszonyai, és a törzs pozíciók eloszlásában is. A magas lignikol és nektrotróf parazita gombák aránya azt jelzi, hogy a kis és közepes méretű elhaló faegyedek, az állandóan jelenlévő holt faanyag és tuskók növelik az élőhelyi mozaikot. Összességében megállapítható, hogy ökológiai szempontból a folyamatos erdőborítást megcélzó szálaló üzemmód egy igen előnyös erdő struktúrát alakít ki, amely kedvező életfeltételeket biztosít számos élőlénycsoport megjelenésének.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti Bodonyi Gábor, Barton Iván és Marcsisin Tamás erdőmérnök hallgatókat a terepi adatgyűjtésben való részvételükért. Kiemelt köszönet illeti meg Fábrián Ferenc erdőmérnököt a kutatásban nyújtott segítségért.

A kutatás a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0004, 'Silva naturalis' A folyamatos erdőborítás megvalósításának ökológiai, konzervációbiológiai, közjóléti és természetvédelmi szempontú vizsgálata' projekt keretében valósult meg.

Felhasznált irodalom

- Borhidi A., Sánta A. (eds.) (1999): Vörös könyv Magyarország erdőtársulásairól. Természet Búvár Alapítvány Kiadó, Budapest.
- Folcz Á., Börcsök Z., Dima B., Frank N. (2013): A Soproni-hegység bazídiumos nagygombáinak erdészeti szempontú vizsgálata – *Erdészettudományi közlemények* 3. pp. 179-194
- Keyser, T. L., Loftis, D. L. (2013): Long-term effects of single-tree selection cutting on structure and composition in upland mixed-hardwood forest of the southern Appalachian Mountains. *Forestry* 86: 255-265
- Koloszár J. (2013): A Roth-féle szálaló erdő története – 1936 és 2011 közötti időszak. NymE-ERFARET Nonprofit Kft., Sopron
- Kondor I. (2010): A szálaló erdőgazdálkodás lehetőségei Magyarországon. In Horváth S., Horváth T., Lett B., Nagy I., Puskás L., Stark M. (eds.): Múlt és jövő II. - Tarvágásból szálalásba. Szabó Vendel egyéni vállalkozó
- Mátyás Cs. (2002): Erdészeti-természetvédelmi genetika. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Molnár D., Folcz Á., Frank N., Király G.: (2014): Összefüggések egy szálalóvágással kezelt szubmontán bükkös állományszerkezete, gyepszintje és nagygomba-fajkészlete között – *Erdészettudományi közlemények* 4/1. pp.:37-46
- Pál-Fám F.; Siller I. és Fodor L. (2007): Mycological monitoring in the Hungarian Biodiversity Monitoring System. *Acta Mycologica*, 42: 35-58
- Pommerening, A., Murphy, S. T. (2004): A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. *Forestry* 77 (1): 27-44
- Pretzsch, H. (2010): Forest Dynamics, Growth and Yield. Springer-Verlag, Berlin.
- Vítková, L., Ní Dhubháin, Á., Ó'Tuama, P.; Purser, P. 2013. The practice of continuous cover forestry in Ireland. *Irish Forestry* 70: 141 –156.

MINTÁZOTT SEJTNYÉSZETEK KÉSZÍTÉSE TINTASUGARAS NYOMTATÓVAL

Nagy Attila, Molnár Péter

*Nyugat-magyarországi Egyetem Savaria Egyetemi Központ
Természettudományi és Műszaki Kar
Biológia intézet Állattani Tanszék
Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4. C épület
pmolnar@pminfonet.com*

Absztrakt

A sejtenyészeten alapuló *in vitro* módszereknek a fő hátránya az *in vivo*, állatokon végzett kísérletekhez képest, hogy a tenyészet készítése során elveszik a szervekre, szövetekre jellemző komplex szerveződés. Ennek következtében számos jelenség (pld. szinaptikus plaszticitás, tanulás neuronhálózatokban) ilyen rendszereken csak nehezen vizsgálható. Az utóbbi években számos módszert fejlesztettek ki sejtenyészetek mintázására, vagyis szövetszerű tulajdonságok kialakítására *in vitro*. Ezek közül talán a legegyszerűbb a tintasugaras nyomtatás, mellyel komplex, több sejtípusból álló, összetett geometriájú sejtenyészetek hozhatók létre. A módszer beállítása érdekében egy HP Deskjet 440 c nyomtatót alakítottunk át.

Kiiktattuk a papíradagolót és kívülre helyeztük a fotocellás papírérzékelőt, ami a nyomtatóban elindítja a nyomtatási folyamatot, valamint építettünk egy állványt, mely lehetővé tette a tárgylemezekre és a fedőlemezekre való nyomtatást. A nyomtatót kezelő szoftverként MS Office Word 2013 programot használtunk, mellyel a grafikus formákat megalkottuk.

A tintával való nyomtatásokkal végrehajtott mérések eredményeként, megkaptuk a minimális nyomtatható vonalvastagságot 1pt ~ 0,300 mm és a maximális vonal vastagságot 16pt ~ 4,8 mm. Biotintaként poly-L-lysinet (PLL) használtunk, mely vegyületet neuronális tenyészetekben gyakran alkalmazzák felületkezelésre. Különböző vastagságú PLL vonalakat nyomtattunk fedőlemezekre.

Az így felületkezelt, felület nyomtatott fedőlemezeket, csirke embrió kiperparált neuronjaiból álló sejtes oldatba helyeztük. A nyomtatott formákon megtapadtak és differenciálódtak a neuronok. A párhuzamosan, közel nyomtatott vonalakon a neuronok axonjai egymással hidat képeztek. A módszerrel létrehozott neuronális mintázatokon fiziológiai, farmakológiai és toxikológiai vizsgálatokat fogunk végezni, egyrészt, hogy több sejtípusból álló összetett, funkcionális szövet-analógokat hozzunk létre és bemutassuk, hogy az ilyen rendszerek mennyiben adnak több információt az egyszerűbb *in vitro* rendszereknél.

Kulcsszavak: toxikológia, farmakológia, sejtenyészet, felület, nyomtatás, biotinta, neuronok.

Bevezetés

A szövetépítés a biológiában egy feltörekvő tudományág, mely célja, hogy emberi beültethető szerveket hozzunk létre károsodott szervek pótlására *in vitro*. (Langer & Vacanti 1993). A szövetépítés egyik fő módszere, hogy létrehozunk egy strukturált, 3D scaffoldot, amely tulajdonságaiban szimulálja a sejteket körülvevő extra celluláris mátrixot, melyet megfelelő sejtekkel népesítünk be. A megfelelően megtervezett és strukturált scaffold szabályozza és meghatározza a sejtek osztódását és differenciációját (O'Brien 2011). A szövetépítés területén hatalmas léptékű fejlődés figyelhető meg az utóbbi években.

Az azonos módon differenciálódott, azonos funkciókkal rendelkező sejtek együttesét nevezük szövetnek. Tehát nem minden tenyészet alkot szövetet. Egy szövetben a sejtek egymással kölcsönhatásba lépnek és biokémiai mechanikai jeleket közvetítenek egymás felé. Az így létrejövő 3D kommunikációs hálózatok tartják fent egy szövet specificitását, és a homeosztázisát. A génextpresszió szintje is eltérő 2D és 3D tenyészetekben. A szövet tenyésztésénél az a fő szempont, hogy nem elkülönült sejteket szaporítunk, hanem sajátos szövet együttest tartunk fent, hogy az megőrizze sajátos tulajdonságait (Pampaloni et al. 2007) Tenyésztett szöveteket tudományos kutatás céljára is felhasználhatunk, mint például a sejt migráció tanulmányozása. (Semmelweis Egyetem J Lang, 2013). A 3D környezetben tenyésztett sejtek tulajdonságai különböznek a hagyományos 2D tenyészetekben tapasztaltaktól. Például kimutatták, hogy a fibroblasztok elhelyezkedése és a transzmembrán adhéziós molekulák eloszlása eltérő 3D és 2D tenyészetekben. (Pampaloni et al. 2007)

A szövettenyésztési eljárásokat sokszor alkalmazzák a tumor biológiában mivel sejtek mikro-környezetének zavara részt vesz a rák kialakulásában. A rosszindulatú daganatok legfőbb jellemzője a malignus transzformáció. Ez egy többlépéses folyamat, amelynek során az egymást követő genetikai változások miatt új tulajdonságok jelennek meg a szövetekben, korlátlanul osztódó sejtek jönnek létre, és más szövetekbe is behatoló, invazív sejtek kialakulását eredményezi. A tumor sejtekben megszűnik a szabályzás, így instabilak lesznek. (Hanahan & Weinberg 2000).

3D szövetkultúrák létrehozására több módszert fejlesztettek ki. A szövet-szelet tenyészet lényege, hogy 200–400 μm vastag szeleteket készítünk, melyeket steril körülmények között tartunk. A szeletek egy megfelelő hordozófelületen tapadnak, és a sejtek egy-két hétig tartják eredeti elrendeződésüket és kapcsolataikat. Létezik explandátum tenyészet is melyek készítése során kipreparált kb.: 1 mm^3 –nél nem nagyobb szövetdarabkákat helyeznek egy olyan felületre ahol a sejtek letapadnak és vándorolni tudnak. A vándorlás szinte azonnal megindul, melynek sebessége a sejtek migrációs aktivitását tükrözi. (Madarász E., ELTE Hallgatói jegyzet)

Más módszereket is kidolgoztak magasabb rendű szervezettséggel rendelkező sejt kultúrák létrehozására. Az egyik ilyen módszer a fotolithográfia. A módszert a mikrocsipek készítésénél alkalmazták először majd a biológiában is felhasználták. Ez egy olyan mintázási eljárás mely során néhány 10 nanométeres felületen képesek mintákat létrehozni. Tudnak felületet és mikrocsatornákat nyomtatni az eljárással. (Whitesides et al. 2001) A lithográfia során maszkokat alakítanak ki egymás felett (pl.: fehérje) és bizonyos rétegek, oldószerekkel és egyéb eljárásokkal könnyen eltávolíthatóvá válnak. Ez a módszer alkalmas a neuron tenyészetekben, a sejtek növekedésének befolyásolására (Kane et al. 1999). A soft lithographia legjobban a nyomtatás őséhez a nyomda gépek működéséhez hasonlítható, csak mikrométeres nagyságrendben. Az eljárás során van egy elsődleges (PDMS) minta melyet bélyegzőszerűen használnak és ezzel többször is reprodukálhatják az adott felületet (Sorribas et al. 2002).

Tintasugaras nyomtatással több sejt típusból álló, összetett geometriájú tenyészetek hozhatók létre. A mintázásnak alapvetően két útja van, vagy a sejtek letapadását, növekedését elősegítő extracelluláris mátrixot nyomtatjuk (Fedorovich et al. 2007) vagy magukat a sejteket. (Boland et al. 2006) A tintasugaras nyomtatás felhasználható arra is, hogy DNS, RNS vagy fehérje molekulákat juttassunk a sejtekbe, mivel a nyomtatás során a sejtmembránon ideiglenes csatornák képződnek a sejtek életképességének lényeges csökkenése nélkül. (Owczarczak et al. 2012). Ma már a sejt nyomtatás technikáját szövetek létrehozására is használják vegyítve a 2 dimenziós és a 3 dimenziós nyomtatási technikákat. Ezekkel a módszerekkel akár a vastag és összetett szövetek is gyárthatók (Cui et al. 2012). Például bioprinter segítségével már ereket, csontokat, és bőrszövetet is hoztak létre (Norotte et al. 2009), valamint egy patkány ülőideg

sérülését javították nyomtatott graftal (Owens et al. 2013). Bár már 3D sejtnyomtatók is hozzáférhetőek mi egy 2 dimenziós tintasugaras nyomtatóból építettük meg a saját Bio printerünket. Az egyszerűség kedvéért nem a sejteket, hanem a sejtek letapadását biztosító vegyületet nyomtattuk. Ezeken a mintákon többek között toxikológiai kísérletek hajthatók végre, például több, párhuzamos vizsgálatot lehet elvégezni kör alakú neuronális tenyészeteken. Ilyen mintázatokon vizsgálhatók a neuronok ingerület átviteli tulajdonságai is. A gyógyszerek fejlesztése során a gyógyszerek csak kis része (8%) jut túl az elsődleges vizsgálatokon. Mivel 3D kultúrákkal jobban reprodukálható a célszövet, ezért az ezekre alapuló tesztek sokkal hatékonyabbak és informatívabbak lehetnek a hagyományos vizsgálatoknál, és ebből következően jelentősen felgyorsulhat a gyógyszerfejlesztés folyamata (Pampaloni et al. 2007).

Módszerek

Bio printer készítése

Az átalakítást egy HP Deskjet 440 c nyomtatón végeztük el. Ez az átalakítás sok tintasugaras nyomtatón elvégezhető, de azért választottunk egy régi fajta nyomtatót, mert patronjai könnyen tisztíthatók és a nagyobb méretű fűvókák kevésbé tömődnek el. A nyomtató felbontása 300 dpi. Eltávolítottuk a nyomtató külső műanyag burkolatát, majd a bekapcsoló gombot áthelyeztük a nyomtató oldalára. Kikittattuk a papíradagolót és építettünk egy állványt mely lehetővé tette a tárgylemezekre és a fedőlemezekre való nyomtatást. Ezután kívülre helyeztük a fotocellás papír érzékelőt, így kézzel szabályozható a nyomtató indulása. A sít, amelyen a nyomtató fej mozog feljebb állítottuk, hogy a nyomtató fej ne sodorja le a tárgylemezeket (Owczarczak et al. 2012). A tintapatronokat felnyitottuk, eltávolítottuk a bennük lévő szűrőt, majd alaposan kimostuk és alkohollal sterilizáltuk.



1. ábra A folyamatábrán a nyomtató átalakításának főbb lépéseit láthatjuk



2. ábra Patronok tisztítás után

Bioprinting:

A nyomtatót kezelő szoftverként MS Office Word 2013 programot használtunk, mellyel a grafikus formákat megalkottuk. A printer tulajdonságait tintával teszteltük. Sejtek mintázásához biotintaként poly-L-lysine-t (PLL) használtunk, mely vegyületet neuronális tenyészetekben gyakran alkalmaznak felületkezelésre. Az előre megtervezett mintákat fedőlemezre nyomtattuk. Száradás után alkohollal fertőtlenítettük. A tárgylemezeket 24-lyukú plate-ekbe helyeztük, és 500 mikroliter sejtes oldatot pipettáztunk rá. 37 °C -on 5%-os CO₂ -n 4-5 napig tenyésztettük.

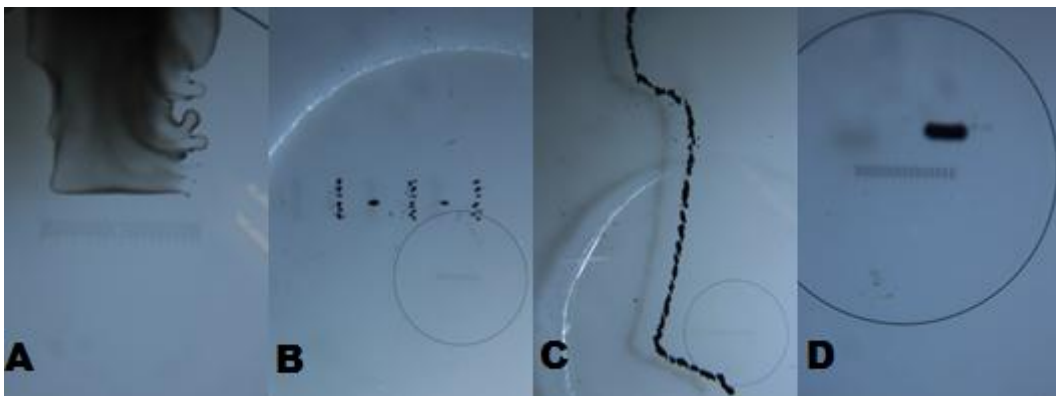
Sejtenyészetek készítése:

Csirke neuronális sejtenyészet

9 napos csirke embrió agyát steril fülke alatt kioperáltuk. A sejteket 5 ml DMEM médiumban 1 mm³-es darabokra aprítottuk, majd pipettázással disszociáltuk. A sejteket lecentrifugáltuk (200g 5 perc), majd 5 ml friss tápfolyadékban reszuszpendáltuk. A sejteket szétosztottuk 24 lyukú platekbe, melyekbe poly-L-lysine-nel felületkezelt tárgylemezeket helyeztünk. A sejteket 37 °C -on 5%-os CO₂ -n 4-5 napig tenyésztettük.

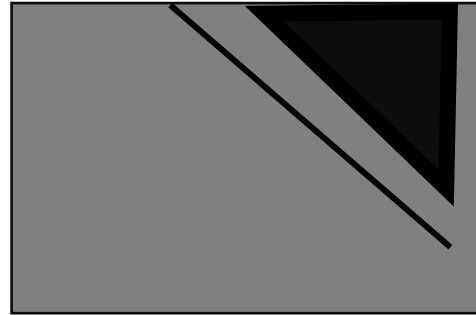
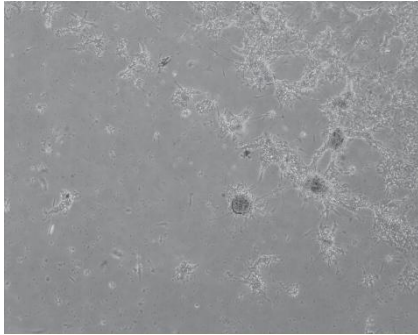
Eredmények

Először tintával nyomtattunk a tárgylemezekre. Ekkor a végrehajtott mérések eredményeként megkaptuk a minimális nyomtatható vonalvastagságot (1pt ~ 0,300 mm) és a maximális vonalvastagságot (16pt ~ 4,8 mm).

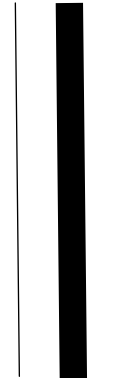
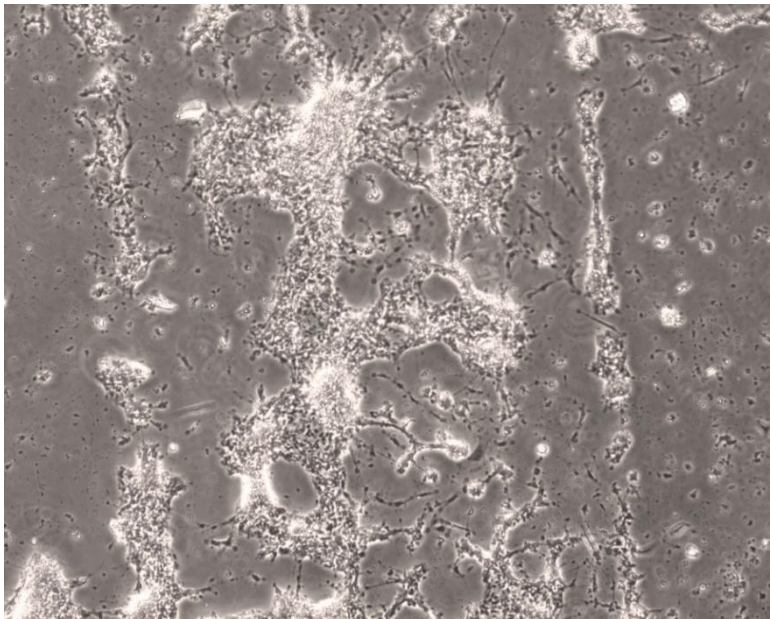


3. ábra A mérést igazoló próbanyomatások. A: Maximálisan nyomtatható vonal vastagság
B: Minimális méretű ismétlődő minták C: Szabálytalan görbe D: A fejmagasság beállítás után egybefüggő minta is készíthető. A képeken látható mérő skála teljes hossza 1 mm.

Ezek után poly-L-lysine-t (PLL) nyomtattunk a tárgylemezekre. Ez úgy történt, hogy a tiszta patron fűvóka feletti peremes részét 200 mikroliter PLL oldattal feltöltöttük majd a patron parafilmel lefedtük. A tárgylemezeket a felhasználás előtt NaOH-ban előkezeltük majd desztillált vízzel lemostuk, alkohollal sterilizáltuk. Ezek után megszerkesztettük a mintákat és ki-nyomtattuk őket a tárgylemezekre. A kísérletek során azt vizsgáltuk, hogy a mintázott tárgylemezen hogyan tapadnak le a neuronok és milyen formákat lehet alkotni (4,5,6,7-es ábra.).



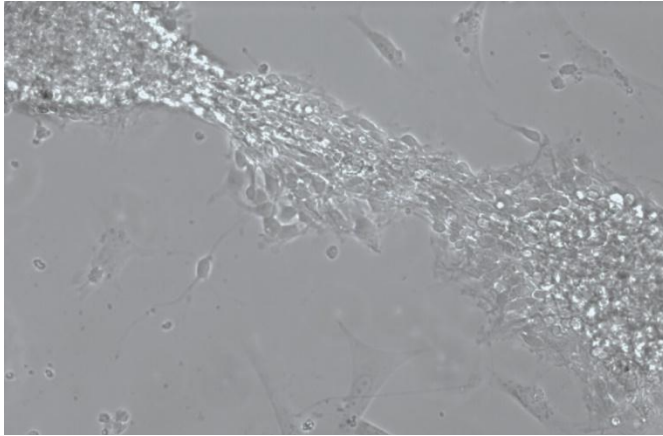
4. ábra Nyomtatott vékony vonal. Jól látható a nyomtatott (jobb felső) és a nem nyomtatott (bal alsó) felület közti elhatárolódás



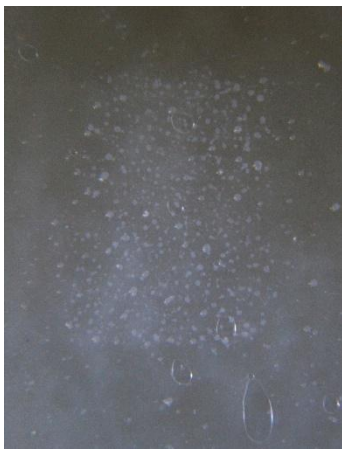
5. ábra: 3 egyenes vonal egymás mellet. 2 azonos vastagságú és a középső vastagabb. A mellette található minta alapján.



6. ábra A túl közel nyomtatott neuronok axonjai egymással hidat képeznek. A mellette található minta alapján.



7. ábra 3 pt vastagságú vonal, jól látható a felület kezelt terület. A mellette található minta alapján.



8. ábra Formaldehiddel fixált téglalap alakú tenyészet. Mellette a nyomtatott ábra.

Kiértékelés

A kész mintázott sejtenyészeteket lefényképeztük egy Olympus inverált fáziskontraszt mikroszkóp valamint egy Olympus sztereo mikroszkóp segítségével. Jól kivehető volt a mintákon megtapadt sejtek sokasága. Néhány tenyészetet formaldehiddel fixáltuk. Jól láthatók még az egyenes vonalak. Elkülöníthetők a nyomtatott és nem nyomtatott felületek egymástól. A kísérletek során megfigyelhető volt az is hogy a jövőben szükséges a minták geometriájának optimalizálása, mivel az egymáshoz közel létrehozott neuronális minták között hidak jönnek létre. A tintával való nyomtatások során a nyomtató fejmagasság is utánállítást követelt, mert a formák nem voltak folytonosak, egybefüggőek. A kísérletek során a tenyészetek nem fertőztek be.

Konklúzió

A tintasugaras nyomtatás könnyű és hatékony módszernek bizonyult a sejt mintázatok létrehozására. A minták geometriájának optimalizálása szükséges, mivel az egymáshoz közel létrehozott neuronális minták között hidak jönnek létre. Ez nem feltétlen jó eredmény, de lehetőségeket adhat további vizsgálatok végrehajtására a mesterségesen létrehozott neuron hálózatok ingerület átvivő képességének megfigyelésében. A kísérletek során a tenyészetek nem fertőztek be tehát az alkoholos sterilizálás megfelelőnek bizonyult.

A felület nyomtatás új lehetőségeket ad a tenyészetek létrehozásához, mely során szabályos geometriai formákon hajthatók végre a farmakológiai toxikológiai és fizioológiai vizsgálatok.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk megköszönni a Talentum műhely - A tudományért és tehetségért a Nyugat-magyarországi Egyetemen TÁMOP 4.2.2.B-15/1/Konv.-2015-0005-nek a támogatást. Továbbá köszönöm a támogatást a Master Computer Kt.-nek

Felhasznált irodalom

- Boland, T. et al., 2006. Application of inkjet printing to tissue engineering. *Biotechnology Journal*, 1(9), pp.910–917.
- Cui, X. et al., 2012. Thermal inkjet printing in tissue engineering and regenerative medicine. *Recent patents on drug delivery & formulation*, 6(2), pp.149–55. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3565591&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- Egyetem, S.L.J., 2013. Kis molekulatömegű szerves vízi szennyezőanyagok hatása a sejtadhézióra és migrációra – A sejt adhézió és migráció alkalmazhatósága ökotoxikológiai végpontként – Láng Júlia Anna.
- Emilia, M., 15. * A sejtbiológia gyakorlata 15.1. Sejt- és szövettenyésztés: módszertani alapismeretek M. *Hallgatói jegyzet*, pp.720–734.
- Fedorovich, N.E. et al., 2007. Hydrogels as extracellular matrices for skeletal tissue engineering: state-of-the-art and novel application in organ printing. *Tissue engineering*, 13(8), pp.1905–1925.
- Hanahan, D. & Weinberg, R. a, 2000. the hallmark of cancer. *Cell*, 60, pp.319–326. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10647931>.
- Kane, R.S. et al., 1999. Patterning proteins and cells using soft lithography. *Biomaterials*, 20(23-24), pp.2363–2376.
- Langer, R. & Vacanti, J.P., 1993. - ARTICLES Tissue Engineering. *Science*, 260, pp.920–926.
- Norotte, C. et al., 2009. Scaffold-free vascular tissue engineering using bioprinting. *Biomaterials*, 30(30), pp.5910–5917.
- O'Brien, F.J., 2011. Biomaterials & scaffolds for tissue engineering. *Materials Today*, 14(3), pp.88–95. Available at: [http://dx.doi.org/10.1016/S1369-7021\(11\)70058-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1369-7021(11)70058-X).
- Owczarczak, A.B. et al., 2012. Creating Transient Cell Membrane Pores Using a Standard Inkjet Printer. *Journal of Visualized Experiments*, (61), pp.1–6.
- Owens, C.M. et al., 2013. Biofabrication and testing of a fully cellular nerve graft. *Biofabrication*, 5(4), p.045007. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24192236>.
- Pampaloni, F., Reynaud, E.G. & Stelzer, E.H.K., 2007. The third dimension bridges the gap between cell culture and live tissue. *Nature reviews. Molecular cell biology*, 8(10), pp.839–845.
- Sorribas, H., Padeste, C. & Tiefenauer, L., 2002. Photolithographic generation of protein micropatterns for neuron culture applications. *Biomaterials*, 23(3), pp.893–900.
- Whitesides, G.M. et al., 2001. Soft Lithography in Biology. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 3, pp.335–73. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11447067>.

TEREPI MÉRÉSEK SZEREPE A KÖRNYEZETI OKTATÁSBAN

Németh László, Béres Csilla

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet,
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.*

E-mail: nemethl@ttk.nyme.hu; csberes@ttk.nyme.hu

Az egész nyugati világban a természettudományos oktatás válságának lehetünk tanúi. 2007-ben hozták nyilvánosságra a Rocard Bizottság jelentését, melyben az Európai Unióhoz tartozó országokban a természettudományos oktatás megújításának szükségességét vizsgálták. A jelentés szerint az EU-tagállamokban szinte egységesen csökken a felsőoktatásba jelentkező mérnökök száma, és a természettudományos szakokra jelentkezők is egyre kevesebben vannak. A természettudományok oktatásában számos probléma jelentkezik: folyamatosan csökken a diákok természettudományos motivációja, a természettudományos tantárgyak népszerűsége mélyponton van, a diákok nagy többsége elfordul a természettudományos pályáktól. A hanyatló érdeklődés legfőbb okaként a Rocard Bizottság a természettudományos tantárgyak oktatási módszerét teszi felelősnek.

A terepi mérések kiemelkedő oktatási, nevelési forma nemcsak a környezettannal foglalkozó hallgatók, hanem bármely természettudományos szakot művelők számára. Lehetővé teszi számukra a tapasztaláson alapuló, valós környezetben, tevékenykedtető, cselekvő módon megvalósuló ismeretszerzést.

Fák vízforgalmának- és víztartalmának meghatározását választottuk példaként. Vízforgalmi mérési módszerek áttekintése után a hőáramlás mérésen alapuló vízszállítási sebességmérés módszereit mutatjuk be egy terepi mérés keretében. Értelmezzük, hogyan befolyásolja egy globális változás (klímaváltozás) a helyi erdők életét, fennmaradását, a globális problémák hogyan jelentkezhetnek lokálisan.

LEVEGŐHŐMÉRSÉKLET ALAKULÁSA KÜLÖNBÖZŐ BESUGÁRZOTT FELÜLETEK FÖLÖTT, A VÁLTOZÁSOK VIZSGÁLATA

Németh László, Zentai Zoltán, Puskás János

*Nyugat-magyarországi Egyetem, Földrajz és Környezettudományi Intézet,
9700 Szombathely Károlyi Gáspár tér 4.*

E-mail: nemethl@ttk.nyme.hu; zzoltan@ttk.nyme.hu, pjanos@gmail.com

2011 novembere óta nyolc mérési helyen folytatunk vizsgálatokat a kőszegi szőlőkben. Mérjük a levegő hőmérsékletét különböző kitettség szerint, a talajtól különböző magasságban, valamint a levegő hőmérsékletet és relatív nedvességtartalmát a szőlőtőkéken a termés magasságában óránkénti mintavétellel. 2013. augusztusban indítottunk egy hasonló vizsgálatsorozatot a Kissomlyó- és a Somló-hegy szőlőterületein.

2015. március 20-án délelőtt részleges napfogyatkozás volt Magyarország területén, a Hold a Napnak körülbelül 60 %-át takarta ki. A jelenség Szombathelyen 9:35-kor vette kezdetét, és 11:56-kor ért véget és maximális fázisa 10:44-kor következett be. A napfogyatkozás csökkentette a besugárzás mértékét és a hőmérséklet napi menetében jól érzékelhető változásokat hozott.

A napfogyatkozás időtartama alatt a három szőlőterületen gyűjtött 20 levegőhőmérséklet adatsorunkat vizsgáltuk meg. Egy további méréssorozatban a hőmérsékletek és a relatív nedvességtartalom alakulását 10 különböző helyszínen, különböző besugárzási feltételek mellett mértük, Szombathelyen és Kőszegen, percenkénti mintavétellel.

A poszteren bemutatjuk a napfogyatkozás idején, különböző besugárzási körülmények között mért hőmérsékleti értékeket.

MAGYAR DIÁKOK TELJESÍTMÉNYE A PISA TESZTEN

Szalay Krisztina

óraadó tanár, SZIE ABPK, sz.krisztina@invitel.hu

Összefoglaló

A magyar diákok évek óta gyengén szerepelnek a PISA teszten. Mivel régebben jobb teljesítményt nyújtottak, az okok feltárása sokat segíthet az eredmény javításán. Ezen tanulmány azt vizsgálja, milyen okai lehetnek diákjaink rossz teljesítményének, és hogyan függ össze a gyenge PISA teljesítmény jelenlegi oktatási rendszerünkkel.

Abstract

Hungarian students appear weakly in PISA test. Their achievement was better previously so the exploration of causes can help in order to make better the results. This article examines the possible reasons for this bad performance and how it is connected with our present educational system.

Kulcsszavak: PISA teszt, oktatási rendszer, iskola, Finnország

1. Bevezetés

A 2012-es, 34 ország diákjait érintő Pisa tesztben a magyar diákok megint gyengén szerepeltek. Sajnos, a sor vége felé kullogunk. Amíg 2009-ben még csak a matematika eredmények nem érték el az OECD átlagot addig 2012-ben már az olvasás és a természettudományok eredményei is messze átlag alattiak voltak. (<http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/46619703.pdf>) Ezen a rossz eredményen el kellene gondolkodni a magyar pedagógus társadalomnak, és oktatási rendszerünket is át kellene vizsgálni. Rengeteg forrás hosszasan tárgyalja a jelenség okait, melyek közül néhányat igyekszem az alábbiakban röviden bemutatni. A visszaesés azért is sajnálatos, mert régebben diákjaink nagyon jól szerepeltek más megmértetéseken. Természettudományos felkészültségük kifejezetten jó volt, sok rangos versenyt nyertek tanítványaink. Tanári pályánk egyik legnagyobb kihívása emiatt is a diákjaink nemzetközi teljesítményének érdemi javítása.

2. Mi a PISA teszt?

Az OECD országok indították útjára ezt a háromévenkénti periodicitású nemzetközi mérést 2000-ben. (Oktatási Hivatal PISA 2012 Összefoglaló jelentés.2012). Miért ilyen kiemelt szerepű ez a vizsgálat? Először is több tantárgyat vesz be a vizsgálatba, szövegértési feladatokon keresztül, a matematikai-logikai készséget és a természettudományos tárgyak tudását is méri. Nem szorítkozik feleletválasztós feladatokra, hanem a változatos formájú kérdésekkel kulcskompetenciákat mér. Való életből vett feladatokat ad a diákoknak és nemcsak arra kíváncsi, mit tanultak meg, hanem azt, hogy amit tudnak, hogyan tudják hasznosítani. A PISA a 15 éves tanulók tudását számszerűsíti, mivel ők még iskolakötelesek minden országban. A PISA egy angol betűszó, mely a Programme for International Student Assessment kifejezésből származik, magyar fordításban ez a Program a 15 éves diákok

tanulmányi teljesítményének nemzetközi mérésére nevet kapta. <http://www.ofi.hu/tudastar/jelentes-magyar/roviditesek-jegyzoke-090617>

A kompetenciák három nagy csoportjára épül. Méri a szociokulturális eszközök ismeretét, a készségeket, mellyel a tanuló összefüggésekben tud gondolkodni, továbbá olyan kompetenciákat, mellyel az egyének kapcsolatba kerülnek egymással, együtt oldanak meg problémákat. Érdekes, hogy a gyerekek a tesztkérdések mellett válaszolniuk kell egy háttérkérdőívre is, mely rákérdez a szociális körülményekre, tanulási szokásokra, iskolát érintő kérdésekre is. Ez nagyon fontos, mert ennek alapján a teszt készítői más következtetéseket is levonnak. (<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>) A PISA teszt alkalmas egy oktatási rendszer sokrétű és több szempontú diagnosztikus leírására. Az eredmények elemzésénél az összehasonlító táblázatok között vastagon szedett betűkkel találhatóak az összegzések, melyeknél a szerzők állításukat bővebben kifejtik, magyarázzák.

1. táblázat: A PISA teszt legfontosabb mérési területeinek kiemelt fontosságú jellemzői.

A PISA 2012 mérési területeinek legfontosabb jellemzői

	Matematika	Szövegértés	Természettudomány
Definíció	Az egyének az a képessége, hogy különböző kontextusokban megjelenő problémákat matematikailag megfogalmazzák, matematikai ismereteit alkalmazva megoldják és matematikailag értelmezik. Ide tartozik a matematikai gondolkodás, valamint a matematikai fogalmak, eljárások, tények és eszközök használata jelenségek leírásához, magyarázatához, előrejelítéséhez. Segítségével az egyén felismeri a matematika szerepét a világban, és konstruktív, elkötelezett, megfontolt állampolgárként megalapozott ítéleteket és döntéseket hoz.	Írott szövegek megértése, felhasználása és az ezekre való reflektálás, illetve a velük való elkötelezett foglalkozás képessége annak érdekében, hogy az egyén elérje céljait, fejlessze tudását és képességeit, és hatékonyan részt vegyen a mindennapi életben.	Az egyének az a képessége, hogy a természettudományi ismereteket és azok alkalmazása segítségével kérdéseket tesz fel, új ismereteket sajátít el, meg tud magyarázni természettudományi jelenségeket, és megfogalmaz természettudományi problémákkal kapcsolatos, bizonyítékokkal alátámasztott következtetéseket. Az egyén megérti az emberi tudásként és emberi felfedezők munkaként is értelmezhető természettudományok jellemző tulajdonságait, valamint azt, hogy a természettudományok és a technika hogyan alakítja fizikai, szellemi és kulturális környezetünket. Megfontolt állampolgárként hajlandó magát elkötelezni természettudományi vonatkozású problémák és elméletek mellett.
Tudásterület szerkezete	Átfogó területek <ul style="list-style-type: none"> • mennyiség • tér és alakzat • változás és összefüggések • adat és bizonytalanság 	A szöveg formátuma <ul style="list-style-type: none"> • folyamatos szöveg • nem folyamatos szöveg 	A természettudományok tudásterületei <ul style="list-style-type: none"> • fizikai rendszerek • élő rendszerek • a Föld és a világegyetem rendszerei • a technika rendszerei A természettudományi megismeréssel kapcsolatos ismeretek <ul style="list-style-type: none"> • természettudományi kutatás • természettudományi magyarázatok
Folyamatok	<ul style="list-style-type: none"> • A probléma megfogalmazása a matematika nyelvén • Matematikai fogalmak, tények, eljárások alkalmazása és érvelés • Matematikai kimenetek értelmezése, alkalmazása és értékelése 	<ul style="list-style-type: none"> • Hozzáférés és visszakeresés • Értelmezés és integráció • Reflexió és értékelés 	<ul style="list-style-type: none"> • Természettudományi problémák felismerése • Jelenségek természettudományi magyarázata • Következtetések levonása természettudományi bizonyítékok felhasználása alapján
Kontextus	Az alkalmazott matematikai műveltség alkalmazási szintjei <ul style="list-style-type: none"> • személyes • társadalmi • munkával kapcsolatos • tudományos 	Olvadási szituációk <ul style="list-style-type: none"> • személyes • iskolai • munkahelyi • nyilvános 	Az alkalmazott természettudományi műveltség alkalmazási szintjei <ul style="list-style-type: none"> • személyes • társadalmi • globális A természettudomány alkalmazási területei <ul style="list-style-type: none"> • élet és egészség • Föld és környezet • technológia

Forrás: http://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/nemzetkozi_meresek/pisa/pisa2012_tajekoztato.pdf

3. Konkrét eredmények:

2012-ben a magyar diákok átlageredménye matematikából 477, szövegértésből 488, természettudományból 494 pont volt, míg az OECD átlageredmény matematikából 494, szövegértésből 496, természettudományból 501 pont volt.

http://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/nemzetkozi_meresek/pisa/pisa2012_tajekoztato.pdf

A következtetés gyorsan levonható: a tanulók átlageredménye alacsonyabb az OECD átlagnál mindhárom műveltségi területen. Vezetnek a távol-keleti országok, amiben nagy része van kultúrájuknak, speciális attitűdjük itt nagyon előnyös. Gondolok itt munkakultúrájukra,

életfelfogásukra, mely az átlagos európai életfelfogástól igencsak messze van. Nekik a munka, a tanulás öröm, boldogságot okozó tevékenység, általában értékrendjükben előbb helyezkedik el, mint magánéletük boldogsága. Ehhez jön még a tanulás és tudás nagy értéke. Az első 10 helyen mindhárom műveltségi területen szinte ugyanazon országok osztoznak, Finnország, Észtország, Lengyelország, Svájc, Kanada. A posztkommunista országok közül Lengyelország teljesített nagyon jól. Ami nagyon elgondolkodtató, hogy matematikából sereghajtók vagyunk, de a másik két területen is eléggé hátul helyezkedünk el.

2. táblázat: Az országok helyezési tartománya a matematika, a szövegértés és a természettudományi eredmények alapján.

Az országok helyezési tartománya a matematikaeredmények alapján

Országok	Átlag-eredmény	S.H.	Helyezési tartomány	
			Leg-jobb helyezés	Leg-rosszabb helyezés
Korea	554 (4,6)	▲	1	1
Japán	536 (3,6)	▲	2	3
Svájc	531 (3,0)	▲	2	3
Hollandia	523 (3,5)	▲	3	7
Észtország	521 (2,0)	▲	4	8
Finnország	519 (1,9)	▲	4	9
Kanada	518 (1,8)	▲	5	9
Lengyelország	518 (3,6)	▲	4	10
Belgium	515 (2,1)	▲	7	10
Németország	514 (2,9)	▲	6	10
Ausztria	506 (2,7)	▲	10	14
Ausztrália	504 (1,6)	▲	11	14
Írország	501 (2,2)	▲	11	17
Szlovénia	501 (1,2)	▲	12	16
Dánia	500 (2,3)	▲	12	18
Új-Zéland	500 (2,2)	▲	12	18
Csehország	499 (2,9)	●	12	19
Franciaország	495 (2,5)	●	16	21
Egyesült Királyság	494 (3,3)	●	16	23
Ízland	493 (1,7)	●	18	22
Luxemburg	490 (1,1)	▼	20	23
Norvégia	489 (2,7)	●	19	25
Portugália	487 (3,8)	●	19	27
Olaszország	485 (2,0)	▼	22	27
○ Spanyolország	484 (1,9)	▼	23	27
○ Szlovákia	482 (3,4)	▼	23	29
○ Egyesült Államok	481 (3,6)	▼	23	29
○ Svédország	478 (2,3)	▼	26	29
Magyarország	477 (3,2)	▼	26	30
○ Izrael	466 (4,7)	▼	29	30
Görögország	453 (2,5)	▼	31	32
Törökország	448 (4,8)	▼	31	32
Chile	423 (3,1)	▼	33	33
Mexikó	413 (1,4)	▼	34	34

▲ Statistikailag szignifikánsan magasabb az OECD-átlagnál.
● Szignifikánsan nem különbözik az OECD-átlagtól.
▼ Statistikailag szignifikánsan alacsonyabb az OECD-átlagnál.
○ Szignifikánsan nem különbözik Magyarországi eredményétől.
Forrás: OECD, PISA 2012 database.

Az országok helyezési tartománya a szövegértés-eredmények alapján

Országok	Átlag-eredmény	S.H.	Helyezési tartomány	
			Leg-jobb helyezés	Leg-rosszabb helyezés
Japán	538 (3,7)	▲	1	2
Korea	536 (3,9)	▲	1	2
Finnország	524 (2,4)	▲	3	5
Írország	523 (2,6)	▲	3	6
Kanada	523 (1,9)	▲	3	6
Lengyelország	518 (3,1)	▲	4	9
Észtország	516 (2,0)	▲	6	9
Új-Zéland	512 (2,4)	▲	7	13
Ausztrália	512 (1,6)	▲	8	12
Hollandia	511 (3,5)	▲	6	14
Belgium	509 (2,2)	▲	8	14
Svájc	509 (2,6)	▲	8	14
Németország	508 (2,8)	▲	9	15
Franciaország	505 (2,8)	▲	10	16
Norvégia	504 (3,2)	▲	11	17
Egyesült Királyság	499 (3,5)	●	14	19
○ Egyesült Államok	498 (3,7)	●	14	20
○ Dánia	496 (2,6)	●	16	20
○ Csehország	493 (2,9)	●	16	23
○ Olaszország	490 (2,0)	▼	19	25
○ Ausztria	490 (2,8)	▼	18	26
Magyarország	488 (3,2)	▼	18	27
○ Spanyolország	488 (1,9)	▼	20	27
○ Luxemburg	488 (1,5)	▼	20	26
○ Portugália	488 (3,8)	▼	18	28
○ Izrael	486 (5,0)	▼	19	31
○ Svédország	483 (3,0)	▼	23	30
○ Izland	483 (1,8)	▼	25	30
Szlovénia	481 (1,2)	▼	27	30
Görögország	477 (3,3)	▼	28	31
Törökország	475 (4,2)	▼	27	31
Szlovákia	463 (4,2)	▼	32	32
Chile	441 (2,9)	▼	33	33
Mexikó	424 (1,5)	▼	34	34

▲ Statistikailag szignifikánsan magasabb az OECD-átlagnál.
● Szignifikánsan nem különbözik az OECD-átlagtól.
▼ Statistikailag szignifikánsan alacsonyabb az OECD-átlagnál.
○ Szignifikánsan nem különbözik Magyarországi eredményétől.
Forrás: OECD, PISA 2012 database.

Az országok helyezési tartománya a természettudomány-eredmények alapján

Országok	Átlag-eredmény	S.H.	Helyezési tartomány	
			Leg-jobb helyezés	Leg-rosszabb helyezés
Japán	547 (3,6)	▲	1	3
Finnország	545 (2,2)	▲	1	3
Észtország	541 (1,9)	▲	2	4
Korea	538 (3,7)	▲	2	4
Lengyelország	526 (3,1)	▲	5	9
Kanada	525 (1,9)	▲	5	8
Németország	524 (3,0)	▲	5	10
Hollandia	522 (3,5)	▲	5	11
Írország	522 (2,5)	▲	6	11
Ausztrália	521 (1,8)	▲	7	11
Új-Zéland	516 (2,1)	▲	10	14
Svájc	515 (2,7)	▲	10	15
Szlovénia	514 (1,3)	▲	11	14
Egyesült Királyság	514 (3,4)	▲	10	15
Csehország	508 (3,0)	▲	14	17
Ausztria	506 (2,7)	●	15	18
Belgium	505 (2,1)	●	15	18
○ Franciaország	499 (2,6)	●	17	22
○ Dánia	498 (2,7)	●	17	23
○ Egyesült Államok	497 (3,8)	●	17	25
○ Spanyolország	496 (1,8)	▼	18	23
○ Norvégia	495 (3,1)	▼	19	26
Magyarország	494 (2,9)	▼	19	26
○ Olaszország	494 (1,9)	▼	20	26
○ Luxemburg	491 (1,3)	▼	23	26
○ Portugália	489 (3,7)	▼	22	27
Svédország	485 (3,0)	▼	26	28
Izland	478 (2,1)	▼	28	29
Szlovákia	471 (3,6)	▼	28	31
Izrael	470 (5,0)	▼	28	32
Görögország	467 (3,1)	▼	29	32
Törökország	463 (3,9)	▼	30	32
Chile	445 (2,9)	▼	33	33
Mexikó	415 (1,3)	▼	34	34

▲ Statistikailag szignifikánsan magasabb az OECD-átlagnál.
● Szignifikánsan nem különbözik az OECD-átlagtól.
▼ Statistikailag szignifikánsan alacsonyabb az OECD-átlagnál.
○ Szignifikánsan nem különbözik Magyarországi eredményétől.
Forrás: OECD, PISA 2012 database.

Forrás: http://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatas/nemzetkozi_meresek/pisa/pisa2012_tajekoztato.pdf

4. Közoktatásunk a PISA eredmények tükrében

A PISA tesztek eredményei több kötetes formátumban megjelentek, a nyilvánosság számára elérhetőek. (Csapó, 2010). Az 5 kötet közül az első a tanulók teljesítményét mutatja a három műveltségi területen, a második a társadalmi háttér hatásairól, a harmadik a tanulási stratégiákkal foglalkozik. Mindegyik kötet más területre fókuszál, a kötetek elején állítások találhatóak. (Csapó, 2010). Ezek megkönnyítik helyzetünket, ha el akarunk igazodni. Szeretnék néhány állítást bemutatni, majd összevetni a mai magyar helyzettel.

Azokban az országokban, ahol többen járnak óvodába, jobbak az eredmények. (Csapó, 2010). Azt gondolom, ezt nem is lehet vitatni. Azok a gyerekek, akik rossz családi körülmények között élnek sokszor az óvodában látnak először filctollat, meséskönyvet, és itt szembe-sülnek a napi háromszori étkezés lehetőségével is, itt látnak folyóvizet, angol WC-t. Ezzel a ténnyel erősen szemben áll az, hogy kisebb településeken, ahol egy óvoda van, nem fér be minden gyermek, nincs elég férőhely. Az a gyerek marad otthon, akinek az édesanyja amúgy is otthon van, főállású anyaként, esetleg munkanélküliként. Igen, manapság kötelező az óvoda, de ettől a kijelentéstől nem lesz több férőhely. Márpedig a hátrányos környezetből érkező gyerekek szocializálódása, életre és ismeretszerzésre nevelése itt kezdődik!

Nem jobbak a teljesítmények azokban az országokban, amelyekben az iskolák versengenek a tanulókért. (Csapó, 2010). A szabad iskolaválasztás, ha sarkítunk egy kicsit, a népszerű iskolák szülők általi választása. Sok szülő azt gondolja jó iskolának, ahol a kicsik elsőtől fogva emelt óraszámokban tanulnak angolul. Véleményem szerint inkább olvasni, írni, számolni tanulni kellene, ezeket viszont a gyermekek egyéni érettségéhez és tempójához szabva. Nagyon nagyok a különbségek a gyerekek között és ez nem azt jelenti, hogy egyesek butábbak másoknál, hanem később érők. A sztárisiskolák „gyerekválogatása” szintén óriási gond. Gondoljunk sok új egyházi iskola népszerűségére, ahol a területen kívüli gyermekeket nem kötelező felvenni, viszont válogatni épp emiatt lehet, és a szülők is szívesen választják, mivel itt nincsenek roma származású gyerekek. Azt gondolom, az elsős szülőknek nem iskolát, hanem tanítót kellene választaniuk. El kellene menniük a bemutató órákra, hogy az ott látottak alapján dönthessenek erről.

Azokban az országokban, ahol a gyerekek, teljesítményük, képességeik szerint elkülönítve tanulnak, alacsonyabb az iskolarendszer összteljesítménye. (Csapó, 2010). A szegregáció évek óta indulatokkal teli téma Magyarországon. Szinte minden iskolában vannak jobb és rosszabb osztályok, sokszor a felső tagozatba kerüléskor bontják meg az osztályokat. Sok pedagógus szerint ez elengedhetetlen a jobb eredmények érdekében. Csakhogy ha az egyik osztály „jobb képességű” tanulókból áll, a párhuzamos osztály rosszabbakból, az összteljesítmény átlaga nem fog változni! Más kérdés, hogy vannak a PISA által mért átlagos teljesítmény mellett más célok is, amiket jól szolgálhat a szétválasztás. Ilyen cél például, a tehetségek kiemelése, differenciált erősítése.

A rossz teljesítmény, tekintet nélkül a tanulók szociális helyzetére, akár az iskolák, akár a gyerekek rossz teljesítményét értjük alatta, javítható különféle programok segítségével.

(<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>) Léteznek olyan országok, ahol azok a gyerekek, akiknél gyengébb iskolai teljesítményt várnak, korai fejlesztő programon vesznek részt már az óvodai évek alatt, vagy az első iskolai évben, amikor kiderül az átlagteljesítménytől való lemaradásuk, és külön fejlesztést kapnak. Kolumbia, Mexikó és Lengyelország külön információs infrastruktúrát dolgozott ki, melynek segítségével támogatják a tananyaggal küzdő tanulókat és az iskolákat is! Tehát, már az óvodában figyelik a kicsiket, már ott kiderül az esetleges tanulási nehézség, ezt időben kezdik korrigálni. Magyarországon az óvoda ad egy véleményt, mely szerint a gyerek vagy iskola érett vagy nem. Ráadásul e megállapítással szemben a szülőnek vétőjoga van! De itt még szó sincs egyéni fejlesztésről. Másrészt, aki első osztályban nem bírja a pedagógus által diktált tempót, menthetetlenül lemarad, és hátrányát később sem tudja behozni. Pedig csak bele kellene gondolni, hogy ezek a gyerekek 7x12, azaz 84 hónaposak átlagban, tehát aki mondjuk 10 hónappal fiatalabb, az 12 % különbség, ami nagyon sok egy ilyen idős gyereknél! Az egyéni különbséget még nem is említettem az egyéni felzárkóztatás melletti érvelésben, pedig minden gyerek idegrendszere más ütemben fejlődik. Igaz, hogy alsó tagozatban csak szülői beleegyezéssel már lehet buktatni, de véleményem szerint az elmaradáson az évismérlés sem segít!

A hátrányos helyzetű gyerekek máshol anyagi segítséget kaphatnak.

(<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>). Ezek a segítő programok olyan gyerekeknek szólnak, akik szociális-kulturális háttéré az átlagosnál rosszabb, itt a kognitív képességek másodlagosak. Brazíliában, Kolumbiában, Mexikóban a szülők pénzbeli támogatást kapnak, ha gyermekeik rendszeresen látogatják az iskolát. más országok, Németország, Izrael, Törökország, ingyenes étkezést és ingyenes iskolabuszokat

biztosítanak a tanulók számára. Nálunk az iskola bizonyos hiányzás után feljelenti a szülőt és a gyermekvédelem is beleavatkozik az ügybe, ha a gyerek nem jár iskolába, az ingyenes étkezés pedig a papíron kimutatott jövedelemhez kötött. Aki kisebb falvakban tanít, jól tudja, sokszor előfordul, hogy a legszegényebbek azért nem járnak télen iskolába, mert nincs meleg ruha. Iskolabusz sincs, miközben a havi bejárás még diákjeggyel is több ezer forintba rúghat.

Tanulási nehézséggel küzdő vagy szociális-kulturális háttér miatt perifériára szorult tanulók integrálása (<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>)
Néhány országban, annak érdekében, hogy ne legyen minőségi különbség az iskolák között és csökkentsék a szociális-kulturális háttér miatti különbségeket, újrarádták az iskolák által ellátott területek határait, vagyis ahol jelentős számú más etnikumhoz tartozó gyermek él, elosztották őket a környékbeli intézmények között. Az iskolaválasztás nem engedélyezett ezekben az országokban. Az ilyen tanulókat sok országban integrálják klasszikus osztályokba, de közben természetesen figyelnek rájuk. Magyarországon is működik az integráció, de egy normál 30 fő körüli osztályba egyetlen, mindenkivel foglalkozó pedagógushoz hogyan lehet így integrálni? Ezekhez a gyerekekhez fejlesztőpedagógus kellene, gyógypedagógus, és a járható útnak itt is a kiscsoportos felzárkóztatás bizonyulna! Nagy kihívás a differenciált tanítás, de magas osztálylétszámnál állandó jelleggel ez nem kivitelezhető! Ráadásul a kiemelkedő képességű gyerekekkel is kellene közben foglalkozni!

Speciális intézkedésekkel is emelni lehet a tanulás-tanítás minőségét.

(<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>). Mit értenek ilyen intézkedések alatt? Egész napos iskola, az iskolakezdési életkor rugalmas kezelése, a tanítás minőségének javítása, például a pedagógus fizetések emelése, illetve tanári továbbképzéseken való részvétel előírásával. Hiába azonban az egész napos iskola, ha nincs értelmes, szervezett, a gyerekek által élvezhető program! Az, hogy gyerekfelügyelet van, és meleg helyen vannak, még nem vonzó a tanulók számára. Ráadásul, az egész napos iskola sok helyen úgy értelmezett, hogy a gyerekek egész nap tanulnak. Természetes ezek után, hogy nem akarnak ott maradni. Elméletileg délutánig az iskolák kötelesek foglalkoztatni a gyerekeket, akik csak külön engedély alapján jöhetnek el előbb. De ezt megfelelő intézményi és személyi háttér nélkül nem lehet megnyugtatóan megoldani. A tanítás minőségénél pedig meg kell jegyezni, hogy az a pedagógus, aki szívét-lelkét és teljes szakértelmét beadja a munkájába, ugyanannyi pénzt keres, mint azok, akik csak azt várják, hogy a 45 perc elteljen. Sokszor halljuk, ez a hivatás egész élet során tartó tanulást kíván. De amikor heti 32 órát kötelező benn tölteni az iskolában, mellette még otthon is készülni, akkor nem mindenki érez hajlandóságot a további tanulásra, még ha a helyettesítését meg is tudják oldani. Azt gondolom, magának a pedagógusnak kellene eldönteni, milyen témában szeretné tovább képezni magát.

5. A finn közoktatási rendszer

Az alapfokú, kötelező oktatás 7-től 16 éves korig tart, ez felel meg a magyar általános iskoláknak. Ezután a diákok vagy a felső középiskolában (hazai gimnázium) vagy szakképző iskolákban tanulhatnak 3 évig. Utána következhetnek a felsőfokú tanulmányok, 3 vagy 5 éves főiskolán vagy egyetemen. Az iskolaelhagyók aránya kicsit több mint 1 %. (!) A 25-64 éves lakosság körében 73% a felső középiskolát végzetek aránya. A finnek oktatási rendszerének alapelvei igen figyelemreméltóak. Minden gyermeknek egyenlő esélye van a tanulásra, tekintet nélkül lakóhelyükre, szociális helyzetükre, anyanyelvükre. Ezt be is tartják! Az oktatás teljesen ingyenes, beleértve a tankönyveket, kiegészítő eszközöket, étkezésüket, utazásukat. Semmire, soha nem kérhet, és nem is kér az iskola pénzt a szülőktől. Minden tanuló a lakóhelyéhez legközelebb eső iskolában tanul, vagyis nincs szabad iskolaválasztás. Ami nagyon

releváns különbség a magyar rendszerhez képest, hogy nincs jegyadás, a gyerekeket saját magukhoz képest értéklik, és nem rangsorolják! A tanulókat egyénre szabottan támogatják, a tanár-tanítvány kapcsolat pedig partneri viszonyon alapul, nem tekintélyelven. Az oktatási rendszerük központi irányítású, de helyi szinten döntenek minden fontos kérdésben, pl. tantervet illetően is. (<http://www.ofi.hu/tudastar/benedek-mihaly-finn>). Megszüntették a differenciált képzés, nincsenek elitiskolák és nincs szakfelügyelői rendszer sem, minden szakmai, irányítási funkció helyileg szabályozott. A tanárok szabad kezet kaptak a tankönyvválasztást, oktatási segédanyagot és eszközt illetően. Az internet elérés alanyi jogon jár a gyerekeknek. Nem utolsó sorban, a tanári pálya presztízse hatalmas, ötszörös a túljelentkezés az egyetemre, amit a magas bérezés is indokol.

6. Környezeti nevelés Finnországban és más OECD országokban

Végül szeretnék még megmutatni valamit a finn oktatási rendszerből és más országok környezeti nevelési programjából. A környezeti nevelő a finn oktatási intézményekben önálló szak, de nemcsak iskolákban tanítanak, hanem állatkertekben, nemzeti parkokban, civil szervezetekben. Hazánkban, hiába folyik tanárképzés erre a szakra, az iskolák döntő többségében nem alkalmaznak ilyen pedagógusokat!

A finnek környezeti nevelési programjának van egy olyan része, mely egyedül álló talán a világon is. A gyerekek a fenntarthatóság elvét az építészettanítás keretén belül ismerik meg. Az épített és a természeti környezet egymáshoz való egészséges viszonyának megismerését célozza a program. Megismerik a diákok az energiatakarékos, természetes anyagokat felhasználó, emberléptékű építészeti lehetőségeit, maketteket, tervrajzokat készítenek ennek a jegyében. Úgy gondolják, a gyerekek a legnyitottabbak a világra és játékos tanulással ezen a területen is jó eredményeket érhetnek el. Ausztriában igen magas szintű a környezeti nevelés, ehhez biztosított a professzionális környezet. Középpontban a megtapasztalás-élmény elv helyezkedik el, sok nemzetközi programban vesznek részt, sok határaikon átnyúló kezdeményezést indítanak.

Az Egyesült Királyságban a környezeti nevelés részeként terepgyakorlatokon vesznek részt a diákok. Ehhez természetesen biztosítják az eszközöket, étkezést, szállást. Ők is úgy gondolják, hogy az élményközpontú, felfedező, kalandos-játékos tanulás a leghatásosabb. A helyszínei ennek a fajta oktatásnak nagy odafigyeléssel kiválasztott változatos természeti környezetben találhatóak, de sok híres történelmi helyszín is van közöttük. Fogalmazhatunk úgy, hogy a tanteremben tanultakat kiviszik a természetbe, itt alkalmazhatják az elsajátított ismereteket a diákok.

Németország a 2000-es években indított egy nagyon komoly programot, melynek fókuszában a tananyag-valóság összekapcsolása áll. A valós környezeti problémákra helyezik a hangsúlyt, ezek a tananyag komoly részét képezik. Kiemelnék egy érdekességet: megismertetik a gyerekekkel a tisztességes kereskedelem fogalmát, a mai fogyasztói társadalom visszasságait, és azt a mögöttes tényt, hogy az árucikkek sokszor rendkívül alacsony munkabérral készülnek, esetleg gyermekmunkával nem pedig korrekt feltételekkel. Más érdekesség az úgynevezett iskolacégek létrehozása. Ezt az jelenti, hogy pl. kerékpár javító műhelyek vannak az iskolában. A tanulók, amellet, hogy a javítást itt végezhetik, ösztönzést kapnak arra, hogy így járjanak iskolába, nem gépjárművel. A másik, nagyon megszívlelendő fontos dolog az iskolai büfék áruválasztéka. Ezt mindig helyi lakosok üzemeltetik, kizárólag bio-élelmiszereket és ebből készült ennivalókat árulhatnak.

Svédországban nagy sikerrel fut a zöld iskola projekt. Egy kormányrendeletben összefoglalták ehhez a kritériumrendszert, rengeteg iskola pályázik erre a címre. folyamatosan monitorozzák az iskolákat, és a címet megítélhetik, visszavonhatják, és újra adhatják. Spanyolország az iskolán kívüli környezeti nevelésben jeleskedik. Természetvédelmi területeiken, fontos turistahelyeiken számos tábor található, itt többféle célkitűzés van, de

nagy a hangsúly az aktív részvételen, akár környezetvédelemről, akár természeti vagy kulturális értékek megőrzéséről van szó.

Nagyon sok jó ötletet láthatunk tehát más országokban, mindenhol sikeresen alkalmazzák a játszva tanulás módszerét, érdemes lenne néhány módszert átvenni. E lehetőségeket – részben a hazai tapasztalatokkal is szembeesítve – az alábbi tanulmányban is olvashatjuk:

http://www.ofi.hu/sites/default/files/attachments/saly_erika_-_nemzetkozi_es_hazai_kornyezeti_nevelesi_tapasztalatok_osszefoglaloja.pdf

7. Következtetések

Sajnos, oktatási rendszerünk nem követi a sikeres finn modellt. Vannak felkapott, sztáriskolák és vannak az egyebek. Ahelyett, hogy valóban integrálnánk, szegregálunk, szinte tudomást sem véve a gyermekek egyéni sajátosságairól. Nem tudunk mit kezdeni az átlagostól eltérő diákokkal, osztályozunk az átlaghoz viszonyítva, buktatunk, lexikális tudást mérünk, az eredményen meg nem is csodálkozunk. A finn modell pedig valóságos, megismerhető és kézzel fogható. A régebbi magyar eredmények sem csodák voltak. El kellene gondolkodni azon, hogy mit lehet tenni!

8. Irodalomjegyzék

1. Oktatási Hivatal, 2014: PISA 2012 Összefoglaló Jelentés
http://www.oktatas.hu/koznevelas/meresek/pisa/pisa_2012_meres. utolsó letöltés: 2015.03.02.
2. Csapó Benő, 2010: A nemzetközi felmérések eredményei – következtetések a magyar közoktatás fejlesztésének megalapozásához
http://www.tarki-tudok.hu/files/mta_konferencia_csapobeno.pdf. utolsó letöltés: 2015.02.13.
3. Benedek Mihály, 2009: A finn csoda és ami mögötte van
<http://www.ofi.hu/tudostar/benedek-mihaly-finn>. utolsó letöltés: 2015.03.02.
4. Saly Erika, 2014: Nemzetközi és hazai környezeti nevelési tapasztalatok összefoglalója
http://www.ofi.hu/sites/default/files/attachments/saly_erika_-_nemzetkozi_es_hazai_kornyezeti_nevelesi_tapasztalatok_osszefoglaloja.pdf
utolsó letöltés: 2015.03.02.
5. Götz Attila, 2014: Csapnivaló a magyar PISA bizonyítvány
http://index.hu/tudomany/2014/04/23/csapnivalo_a_magyar_pisa-bizonyitvany/
utolsó letöltés: 2015.03.02.
6. Végh Györgyi, 2013: Nyilvánosak a PISA 2012 mérés eredményei
<http://www.budapestedu.hu/meres-ertekeles/hirek/pisa-2012-eredmenyek.html>
utolsó letöltés: 2015.03.02.
7. PISA 2012 Results in Focus
<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>
utolsó letöltés: 2015.03.02.
8. OECD Programme for International Student Assessment Database 2012
<http://pisa2012.acer.edu.au/interactive.php>. utolsó letöltés: 2015.03.02.

Szerzői index:

1. Adonyi Dávid Attila – 189
2. Aleksza Magdolna – 138
3. André Karolina – 190
4. Balázs Pál – 115
5. Bartha Lajos – 18
6. Bartholy Judit – 34, 190, 198
7. Békési Bertold – 151, 163, 175, 183
8. Béres Csilla – 241
9. Börcsök Zoltán – 119
10. Breuer Hajnalka – 211
11. Csákyová Veronika – 142
12. Dezső Zsuzsanna – 34, 198
13. Dian Csenge – 198
14. Draskóczi Lilla – 133
15. Finta Zsanett – 57, 205
16. Folcz Ádám – 119, 229
17. Fraenkel Emil – 142
18. Frank Norbert – 119
19. Fricke Cathy – 34
20. Füzesi István – 114
21. Garai Zoltán – 49
22. Göndöcs Júlia – 211
23. Hajós Regina – 118
24. Halász György – 142
25. Herczeg András – 219
26. Horváth Eszter – 189
27. Horváthné Tobischka Katalin – 227
28. Kártyás László – 97, 228
29. Keszei Fruzsina – 125
30. Kordos László – 227
31. Kovács Bálint – 118
32. Kovács Erik – 27
33. Kovács Nóra – 91
34. Kúti Zsuzsanna – 42
35. Makkay Imre – 152
36. Márton Éva – 118
37. Mende Balázs Gusztáv – 142
38. Mika János – 8, 41
39. Misik Tamás – 84
40. Mitre Zoltán – 57
41. Molnár András – 152
42. Molnár Dénes – 119, 229
43. Molnár Péter – 133, 234
44. Nagy Attila – 234
45. Nagy Gábor – 149
46. Nagy Melinda – 142
47. Nemes József – 97, 104
48. Németh László – 241, 242

49. Ódor Noémi – 189
50. Palkovits István – 65
51. Péntek Kálmán – 73
52. Pieczka Ildikó – 190
53. Pongrácz Rita – 34, 190, 198
54. Puskás János – 27, 42, 242
55. Rázi András – 41
56. Schmidthoffer Ildikó – 118, 133
57. Skribanek Anna – 118, 125
58. Somogyi Tímea – 42
59. Stojcsics Dániel – 152
60. Szalay Krisztina – 243
61. Szegedi Péter – 151, 163, 175, 183
62. Szócs Huba László – 56
63. Tóth Gábor – 126, 133, 142, 150, 227
64. Tóthné Bozi Edit – 150
65. Ustrnul Zbigniew – 41
66. Wypych Agnieszka – 41
67. Zentai Zoltán – 242