

Tartalom

dr. Milinki Éva.....	3
Selyem Anna és Emri Zsuzsa Az antiszociális személyiségzavar biológiai háttere.....	9
Bacskó Nikoletta és Emri Zsuzsa A skizofrénia elfogadottsága.....	25
Sípos Klaudia és Emri Zsuzsa Segíti-e a zene a tanulást?	41
Károly Antal, Csilla Kvaszingerné Prantner, Zsuzsa Emri What EEG can tell us about learning?.....	55
Szalay Krisztina és Emri Zsuzsa A környezeti nevelés nehézségei jelenlegi gimnáziumi oktatás kereteiben.....	67
Orbán Sándor A diverzitásbiológia szerepe a környezeti nevelésben.....	77
Szalóki Zoltán, Gál Sándor, Varga János A fenntartható fejlődés a nevelésben és az oktatásban.....	89
Regős János és O. Ferencz Ilona Az oceanográfia „földrengető” megújulásai a 21. században	103
Szűcs Péter, Baranyi Gergely, Zöllei Tamás Az Erdőtelki Arborétum mohafloisztikai vizsgálatának előzetes eredményei....	121
Győrössy Dorottya, Szabadi Kriszta, Sosovicska Bernadett, Estók Péter Denevérek akusztikai kutatása – a hangelemzés metodikája.....	127
Vig Zsófia, Horotán Katalin, Varga János Élőhelyimeret oktatás és madártani megfigyelés az erdőtelki Arborétumban	133

ACTA ACAD. AGRARIENSIS SECT. BIOLOGIAE XLIV. 2017

ACTA ACADEMIAE AGRARIENSIS

NOVA SERIES TOM. XLIV.

SECTIO BIOLOGIAE



REDIGIT
JÁNOS VARGA



EGER, 2017

**ESZTERHÁZY KÁROLY EGYETEM
TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEI**

ÚJ SOROZAT XLIV. KÖTET

**TANULMÁNYOK
A BIOLÓGIAI Tudományok
KÖRÉBŐL**

SZERKESZTI
VARGA JÁNOS

EGER, 2017

ACTA
ACADEMIAE AGRIENSIS

NOVA SERIES TOM. XLIV.

SECTIO BIOLOGIAE

REDIGIT
JÁNOS VARGA

EGER, 2017

A szerkesztőbizottság elnöke:

Dr. Orbán Sándor
az MTA doktora

Szerkesztőbizottság:

Dr. Fűköh Levente
PhD habil. egyetemi magántanár

Prof. emeritus Dr. Kikeli Pál István
Marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetem
Családorvosi Tanszék

Dudás György
A Bükk Nemzeti Park
igazgatóhelyettese

Dr. Vojtkó András
PhD főiskolai tanár

Dr. Estók Péter
PhD főiskolai docens

ISSN 1216-4216

A kiadásért felelős

az Eszterházy Károly Egyetem rektora

Megjelent az EKE Líceum Kiadó gondozásában/Published by Líceum Publisher EKE

Kiadóvezető/Head of publisher: Nagy Andor

Műszaki szerkesztő/Technical Editor: Csombó Bence

Megjelent/Year of publication: 2017

Példányszám/Number of samples: 50

Készítette: az Eszterházy Károly Egyetem nyomdája/Printed by
Károly Eszterházy University Press

Felelős vezető/Responsible for printing: Kérészy László





DR. MILINKI ÉVA

1954. augusztus 20.-án született Miskolcon. Általános és középiskolai tanulmányai szülővárosához kötődtek. 1972-ben nyert felvételt a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetemre, ahol 1977-ben okl. hidrobiológus és középiskolai biológia tanári diplomát szerzett. Egyetemi évei alatt szakmájukban elismert és kiváló pedagógiai érzékkel megáldott tanárai irányításával klasszikus hidrobiológiai ismereteket és azok gyakorlati alkalmazását sajátíthatta el.

1977 – 1983-ig Miskolcon az Északmagyarországi Vízügyi Igazgatóságnál gyakorlati szakmai tapasztalatokra tett szert hidrobiológusként, viszont már ezen időszak alatt is egyre gyakrabban merült fel benne, hogy valamilyen oktatási területen szeretné a pályáját folytatni.

1983-ban nyílt lehetősége arra, hogy az egri Tanárképző Főiskolára kerüljön tanársegédként. Az intézmény fő profilja akkoriban a pedagógusképzés volt, így jogosan érezhette azt, hogy most pontosan ott van, ahova vágyott. Annak az időszaknak a fő meghatározója az oktatókkal szemben az a koncepció volt, hogy minden *diszciplínát* tanítson végig minden kezdő oktató, mivel a leendő pedagógusok képzéséhez, egy szélesebb szakmai spektrumot átfogó tantárgyi ismeretek szükségesek. Ennek jegyében kollégáival olyan mennyiségű komplex oktatási segédanyagokat készítettek el, melyek számszerűsítése ma már szinte lehetetlen.

1983 – 86-ig tanársegédi, 1986 – 93-ig adjunktusi, majd 1993-tól főiskolai docensi munkakört töltött be. A 80-as évektől a felsőoktatást érintő valamennyi képzési formában, strukturális átalakítás vette kezdetét, amely kidolgozásába aktívan vett részt, de a fő hangsúlyt a továbbiakban az oktatói munkája színvonalának fejlesztésére helyezte. A több mint 30 éves oktatásban eltöltött idő alatt az eredeti elvárások és a különböző felsőoktatási reformok eredményeként számos tárgy oktatása került hozzá a következő időrendi megosztásban:

1983 – 2009 között a biológia szakos tanárok elméleti- és gyakorlati képzéséhez kapcsolódva Állatszervezettant és szövettant, Állatélettant, Ember biológiája és egészségtanát, Hidrobiológiát oktatott. Ezen tárgyakhoz kapcsolódóan Általános szövettani,

illetve Általános környezet-egészségtani jegyzetet állított össze (*Pro Renovanda Cultura Hungariae pályázat* - Általános Környezetegészségtan 1999) továbbá terepgyakorlati jegyzőkönyv elkészítésében vett részt.

2002-től bevezetésre került *biológus laboratóriumi operátor* képzés keretében 5 évig Táplálkozásbiológia előadást és gyakorlatot, Immunológia alapjai előadást, szövettani gyakorlatot, valamint Humánanatómia (humánbiológia II) előadást és gyakorlatot tartott.

2006 -tól a BSc képzés keretében Humánbiológia előadás és gyakorlat, Hidrobiológia előadás és gyakorlat, szabadon választható tárgyként Ökotoxikológia előadás, illetve 2011-től MA képzés keretében „Az ember egészségtana” előadás és genetika gyakorlatok megtartása tartozott az oktatási feladatai közé.

A Biológiai Intézet által meghirdetett Gyógynövény-fűszer növény-termesztő és feldolgozó FSZ képzéshez kötődően Ökotoxikológia és környezetvédelem tárgyat oktatott, melyhez TÁMOP-pályázat keretében elektronikus tananyagot is készített „Ökotoxikológia – Környezetvédelem” címmel (TÁMOP – 4.1.2. A/1 -11/ 1 -2011-0038.)

A Biológia Intézeten belüli oktatói tevékenysége kiegészült a felsőoktatás strukturális kereteinek megváltoztatásával más intézetekbe való átoktatással is:

2000-es évektől a Testnevelési és Sporttudományi Intézetnél Humánbiológia előadást tartott.

2006-tól az Élelmiszertudományi Intézetnél az élelmiszerellenőrzés és fogyasztóvédelem szakirányú képzésben „*Táplálkozásélettan és toxikológia*” elméleti és gyakorlati órák tartását látta el. A fogyasztóvédelem szakirányú képzéshez TÁMOP-pályázat keretében „*A táplálkozástudomány élettani alapjai*” címmel elektronikus tananyagot készített (TÁMOP – 4.1.1. C -12/1/ KONV-2012-0014 pályázat).

2000 – 2002 között a Filozófia Tanszéken etika szakos hallgatóknak humánbiológia tárgy keretében „Hominid evolúció és ennek filozófiai aspektusai” című kurzust vezetett.

2006-tól a Földrajz és Környezettudományi Intézetnél Hidrobiológia előadás megtartása volt az oktatási feladata.

A fentiekben felsorolt oktatási tevékenységei mellett az órákon kívüli tevékenységeinél is elsődlegesen olyan programokba kapcsolódott be, melyek egyrészt az EKF képzési struktúrájának népszerűsítéséhez, illetve a környezetvédelem és az ezzel szorosan összefüggő egészségmegőrzés prevenciókhoz csatlakoztak.

EKF képzési struktúrájának népszerűsítéséhez: TTK szinten, mint a TTK Kari PR felelőse a "Kutatók Éjszakája" programsorozat szervezésében, lebonyolításában és szakmai előadások tartásában aktívan bekapcsolódott be (néhány előadás címe: Mikrokozmosz, mint energia bomba, Mikroalgák, mint szervezetünk vitalitásának fokozói, Vérszerződés-genetikai fenntarthatóság, Vámpírok bálja, Női szerepek és praktikák az állatvilágban).

A Varázstoronyban működő Természettudományi Pályaorientációs és Módszertani Központ által szervezett rendhagyó órák, iskolai vetélkedők szervezésébe, mikroszkopikus bemutató órák tartásába aktívan vett részt (Állati mikroszervezetek, Amiről a vízcseppek mesélnek....)

A fentiekben felsoroltak mellett, a Biológiai Intézet természettudományokat népszerűsítő programjainak koordinálásába is bekapcsolódott. A főiskola képzését bemutató „Nyílt Napokon”, „Roadshow –kon, illetve a sárospataki karunkon a tanárképzési profil bővítése, valamint a pedagógus pálya vonzóbbá tétele érdekében a főiskolai hallgatóknak és külső érdeklődőknek „Az élet keletkezése” címmel tartott előadást (2013).

Kutatási tevékenysége: az oktatói munka dominanciája mellett az intézet kutatási profiljába kisebb szerepvállalással tudott bekapcsolódni. Doktori dolgozatát az „*Egerszalóki tározó planktonszerkezetének szezonális változásai*”-ból írta, és későbbiekben ezt a témát a víztesteket érő szerves- és szervetlen mikroszennyezők ökotoxikológiai hatásainak kutatásával bővítette ki. Kutatási eredményeit magyar és angol nyelvű szakmai folyóiratokban megjelent 43 db. közleményem foglalta össze, melyekből 7 db. referált folyóiratban került közlésre. A Biológiai Intézetében minden évben megrendezésre kerülő „Magyar Tudomány Ünnepe” rendezvényen előadások keretében mutatta be vizsgálati eredményeit (Mikroszennyezők hatása a vízi élőlényekre 2007, Mikroalgák elemző hatását vizsgálata és gyakorlati hasznosíthatóságuk funkcionális élelmiszerek előállításánál 2010, Spirulina és Chlorella mikroalgák bioakkumulációs képességének hatékonysága 2011, Egészségkonceptió a XXI. században, egészségnevelés lehetőségei a főiskolai oktatásban 2013, Táplálkozásavartól a tudatzavarig 2014).

Kutatási pályázati projekteken való részvétele:

- OTKA 023 632 pályázat – zooplankton vizsgálatok (2000),
- NKTH finanszírozott RET pályázat /09 – 2005. Magyar Kutatási Alap No. T033 038 sz. kutatási program.

2010 – 2014 között a hallgatók tudományos diákköri munkájának koordinálását, illetve az intézet TDK tevékenységének szervezési feladatait látta el, mint TDK tanárelnök.

A főiskola kutatási tevékenységének népszerűsítésére 2008-ban az EGERFOOD szervezésében megrendezett lakossági fórumon „*Funkcionális élelmiszerek egészségmegőrző és egészségjavító hatásai*” címmel tartott előadást.

Intézményen kívüli tevékenysége is a természettudományok népszerűsítése, a környezet-és egészségvédelem iránti pozitív attitűd kialakítása jegyében történt:

Környezetvédelem iránti elköteleződésének kezdeti állomását jelentette, hogy 1977-ben bekapcsolódott a Hidrológiai Társaság munkájába. Ennek szervezésében vett részt 1979-ben a Bajkál-tó kutatásával foglalkozó tanulmányúton. 1996-ban pedig a Kuwaiti Egyetem Biológiai Tanszékén, szakmai tapasztalatcserén vett részt.

Egerben az ÉLETFA Környezetvédő Szövetségnek (civil szervezet) a vezetőségi tagja és több mint 15 éve rendszeresen és aktívan vesz részt az ott folyó szakmai projektek munkájában (pl. Kis-tó projekt). A civil szervezet rendezvényein pl. Víz Világnapja, Lakossági kerekasztal rendszeresen tartott és tart előadásokat.

Az intézménynél eltöltött évek alatti tevékenységét elsődlegesen az oktatói – nevelői munka iránti elköteleződése határozta meg. A munkában eltöltött 34 év alatt kollégáival a tanári (oktatói) pálya iránti elköteleződések mentén éltek mindennapjaikat és fonódott egybe életük több ezer szállal. Munkatársai és sorstársai közül, sajnos már csak ketten maradtak az Intézetben, egyeseket végleg elvesztett, másokkal egészségi állapotuk megromlása miatt szakadt meg a mindennapos kapcsolata. A kitörölhetetlen veszteségeket enyhítette számára, hogy napjainkra tanári munkájához már csatlakoztak volt tanítványai, akik közül többen ma már hozzá hasonlóan tanári- vagy oktató tevékenységet végeznek, vagy már országosan elismert kutató tevékenységet folytató szakemberekké váltak.

Elmondása szerint az elmúlt évtizedek felidézésekor a bánat érzését csak az elvesztett kollégák emlékének fájdalma okozza számára, de visszatekintve az oly gyorsan eltelt a 34 évre, az örömök, a lelki megnyugvást adó dolgok maradtak meg túlsúlyban emlékei közt. Azok az örömök melyeket együtt élhetett át kollégáival és tanítványaival, valamint azok a pillanatok, melyek az Intézeten és Tanszéken belül is az egymást segítő és támogató munkával teltek el. Az intézménybe eltöltött évtizedek alatt megadatott, számára hogy felneveljen egy, az életben saját erejéből boldoguló, tehetséges leányzót és úgy érzi, hogy az ő terelgetéséhez, útkereséséhez is számtalan esetben kapott olyan fogódzókat, tanácsokat kollégáitól melyek saját gondolatainak felül bírálatára ösztönöztek.

Az intézményben és a tanszéken eltöltött évtizedeinek tapasztalatait így összegezte *„34 év elteltével nyugodtan és elégedetten lépek nyugdíjas éveimbe, mivel itt vannak azok a tehetséges fiatalok, akik folytatják, és még eredményesebben viszik tovább az intézetre váró szakmai kihívásokat. Minden a természet rendje szerint halad, a közös emlékeinket pedig megőrizzük”*.

Eger, 2017, október 26.

AZ ANTISZOCIÁLIS SZEMÉLYISÉGZAVAR BIOLÓGIAI HÁTTERE

SELYEM ANNA¹ ÉS EMRI ZSUZSA²

¹ Biológia BSc szakos hallgató, EKE

² Eszterházy Károly Egyetem TTK Biológiai Intézet Állattani Tanszék,
3300 Eger, Leányka u. 6.

E-mail: emri.zsuzsa@gmail.com

Abstract

The antisocial personality disorder (ASPD) is the most reliably diagnosed condition among the personality disorders yet its treatment is very difficult and only a few options are available. The symptoms of ASPD are divided into two major subtypes: the primary form is believed to be an intrinsic idiopathic deficit, while the secondary form is the result of indirect factors such as abuse or trauma exposure. The two groups show similar symptoms although their physiological, sociological and forensic attributes are different. The most characteristic difference between the two groups is the level of anxiety. Persons with primary ASPD show very low level of anxiety, slow heart rate, and low level of sympathetic alarm. In this paper we briefly review historical and contemporary theories regarding this condition then we summarise research findings about the genetic, neurochemical and physiological factors of this disorder. Scientific evidence suggests that ASPD especially its primary form has a neural basis with strong genetic heritability. The new results specifying the biological basis of this condition also help us to develop new and more effective treatments for this disorder.

Bevezetés

Az antiszociális személyiségzavar azért is különösen érdekes téma, mivel a betegség megközelítése korszakonként változott. Nemcsak kialakulásáról, megjelenési formáiról módosultak elképzeléseink az idő folyamán, hanem a kórkép általános megítélése is változott, hol a kábítószerfüggőkkel kerültek egy csoportba ezek a betegek, hol pedig megítélésük egybeesett az erőszakos bűnelkövetőkével.

Az össznépszerűség 1-3%-a érintett (HARE, 1999), az arány a diagnosztikai kritériumokkal változik, és az elsődleges antiszociális személyiségzavarban szenvedők alkotják a kisebb hányadát a betegeknek. A diagnosztizálás főként verbális teszteken alapszik (interjúk, személyiségtesztek, PCL - psychopathy checklist). A kutatások során képzőanyag eljárással (PET, CT), EEG-vel, bőrellenállás méréssel egészülhet ki a diagnosztika, míg a biológiai háttér feltárását molekuláris biológiai eljárások segítik.

Az antiszociális személyiségzavar jellemzői

Az antiszociális személyiségzavart (DSM IV-TR Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders <http://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm>) vagy disszociális személyiségzavart (BNO 10 Betegségek Nemzetközi Osztályozása, ICD 10 - International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision, <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2010/en>) a mentális és viselkedészavarok közé tartozó betegség. A személyiségzavarok tünetei egymással összefüggő biokémiai és neurológiai elváltozásokon alapulnak, a személyiséget nem olyan kiterjedten változtatják meg, mint a pszichózisok, csak egy-egy területet érintenek (ÁDÁM, 1972; BAGDY, 2004).

Az antiszociális személyiségzavarral (ASPD) rendelkező személyek általában nem tesznek különbséget helyes és helytelen cselekvések között, nem veszik tekintetbe mások jogait, kívánságait. Az ilyen személyek életében a társas kapcsolatok másodrendűek, bizonyos esetekben a társas közeg inkább, mint konfliktusforrás jelentkezik (GYÖRGY, 1967). A többiekre nem mint „fajtársra”, hanem mint potenciális vetélytársra és áldozatra gondolnak. Az ASPD-vel rendelkező emberekre nagyfokú egocentrizmus - úgynevezett hideg empátia jellemző: mások motivációit képesek megérteni, de az ő reakcióik függetlenek azoktól. Kommunikációjuk, beszédmodoruk nagyfokú, de a logikus valóságtól nem elrugaszkodott. Viselkedésüket félelem nélkülség és érzelemmentesség jellemzi. Téveszmék nem jelennek meg, hibáikból tanulni képtelenek (HARE, 1999).

A stresszel járó szituációkra általában gyengébben reagálnak, mint egészséges társaik, bizonyos esetekben még a szimpatikus reflexek is elmaradhatnak: például a pulzus szám emelkedése, pupilla tágulat stb. Ennek hátterében a jobb agyfélteke funkciózavara állhat, amely veszély esetén a vegetatív idegrendszer kisebb mértékű aktiválódásában, illetve a normálisan is alacsony szívfrekvenciában mutatkozik meg (BAKER és mtsai 2009).

Nem minden típusú stresszhelyzetre jellemző a gyengébb reakció, leginkább a félelmet kiváltó ingerekre alakul ki a normálisnál kisebb fiziológias válasz. Egyéb érzelmeket (szomorúságot, undort, zavartságot) kiváltó ingerekre, illetve pozitív ingerekre adott válaszaik kevésbé sérülnek, akár normálisak is lehetnek (MARSH, 2011). Korábbi élet-történetből adódó kulcsingerekre viszont esetenként a normálisnál hevesebb reakció tapasztalható. Impulzivitásuk miatt viselkedésük nem arányos a külső inger erősségével, reakciójuk feltehetően egy sérült, nem megfelelően végbemenő tanulási folyamat eredménye (HARE, 1999; BAGDY, 2004). A normál populációban a tanulás/nevelés két alapvető komponenst tartalmaz: az utánczást és a büntetés/jutalmazással történő motivációt. Ezek a tanulási módok az ASPD-s személyeknél hibásan működnek, egyrészt azért mert náluk a félelem nem motiváló erejű, másrészt mert más személyek felé igen ritkán mutatnak valódi érdeklődést, így a mintakövetés és motiváció érzelmi alapjai nem érvényesülnek (HARE, 1999).

Ezt a típusú személyiségzavart leggyakrabban két altípusra osztják fel: elsődleges és másodlagos típusra. A felosztás Karpmantól (1941) származik, aki az elsődleges típust tartotta idiopátikus, szervi/neurológiai elváltozásokon alapuló formának, míg a másodlagos formát környezeti, indirect faktorok (trauma, abúzus) eredményének. Az elsődleges típusba sorolt ASPD-s személyekre alacsony szintű szimpatikus izgalom jellemző, általában a normálisnál érzéketlenebbek a környezeti stresszre, illetve a többiek felé tanúsított empátiájuk hiányos. Szorongás nem jellemző rájuk, képesek nagy kockázatot jelentő cselekmények végrehajtására is (BRINKLEY és mtsai, 2004). Ridegek, unalomra hajlamosak, viselkedésük manipulatív. Az általuk elkövetett cselekmények proaktív (kontrollált, tudatos) agresszióknak tekintendők, mivel célja nem pusztán a fajtárs forrásokból való kiszorítása (rivalizálás), hanem fontos szerep jut benne a pszichikai haszon-szerzésnek is, az uralom gyakorlásának a szituáció, illetve az áldozat felett (RÓZSA 1977, HAJDU 2011). A másodlagos vagy neurotikus csoportba sorolt ASPD-s személyekre a nagyfokú izgatottság jellemző. A viselkedés általában korai traumás élmények miatt torzul, az antiszociális elemek a viselkedésükben az intrapszichés konfliktus levezetéséből ered (MEALEY, 1995). Impulzivitás és gyenge viselkedési kontroll jellemzi őket. Cselekményeikre inkább a reaktív agresszivitás jellemző, a környezetükben jelenlévő személyekben (valós vagy vélt) veszélyforrást látnak, antiszociális viselkedésük indulatos válaszuknak tekinthető az észlelt frusztrációra (HAJDU, 2011).

Ez a felosztás természetesen nem kizáró jellegű, az elsődleges típusnál is jelen lehet korai traumás élmény, de nem ez a kizárólagos kiváltó ok. A kialakuláshoz hozzájárulhat születés előtti, illetve a születés környékén bekövetkező károsodás is, például

elhanyagolás, korai szeparáció. Az elhanyagolás következtében a másokba vetett bizalom megrendül, emiatt alakulhat ki olyan viselkedés, amelyben az érintett személy bármi áron ki akarja elégíteni szükségleteit, mivel ezt a környezettől (szülőtől) hiába várja el (HARE, 1999). Az abúzuson átesett gyerekekre általában jellemző a fokozott harciasság, állatokkal való kegyetlenkedés, tárgyakkal szembeni destrukció. Ezek a viselkedések és a másokba vetett bizalom hiánya eredményezheti a személyiségfejlődési zavart, a gyenge én kialakulását (GYÖRGY, 1967). Korábban a kábítószer- és más szerfüggőket is az ASPD-hez sorolták (ÁCS, 1973), de a két kategória nem teljesen fed át. Igaz ugyan, hogy az ASPD-s személyek közt viszonylag sok drogfüggő található, de nem feltétlenül jellemző rájuk. Más erős stresszhatással és ennek megfelelően magas dopamin, endorfin szinttel járó magatartási formákat is választhatnak: ezek főként agresszivitással és szexualitással kapcsolatosak. Hasonlóan a függőséghez a kiválasztott cselekmény ismétlődik, mintázata/lefolyása azonos, egyre gyakrabban következik be, kontroll felette nem figyelhető meg, és ugyanúgy ahogy a függőséget okozó szer szedését, a választott cselekvést is az egyén addig folytatja ameddig fizikailag alkalmas rá, függetlenül a rá vagy a környezetre nézve kártékony hatásaitól (BOÓR, 2004).

Az egyes agyterületek szerepe a szociális viselkedés kialakításában

Szociális viselkedés alapját a szociális kogníció képezi, amely nélkülözhetetlen ahhoz, hogy a környezetünkben levő többi személy/élőlény jelzéseit érzékeljük és azokra adott viselkedési válaszainkat a szociális környezetünknek megfelelően alakítsuk (FETT és mtsai, 2014). A szociális kognícióba beletartoznak mindazok a viselkedésbeli képességek, amelyeket az egyed a fajtársakkal való együttélés során használ: a fajtárs felismerése, fajtársak közötti kötődés, fajtársakkal való kommunikáció vagy kooperáció. A szociális viselkedés kialakításához szükség van egy olyan felismerő rendszerre, amely a környezet passzív tárgyait elkülöníti az aktív elemektől, amelyeknél a megfelelő reakció kialakításához szükséges azok viselkedésének jóslása, illetve fel kell készülni bizonyos jövőbeli akciókkal való szembesülésre (anticipáció) is (PATIN és HURLEMANN, 2015). Az ehhez szükséges képességek alapvetően 3 fő összetevőre bonthatók: (1) a másik élőlény viselkedésének felismerése és dekódolása (mozgásforma, mozgás céljának beazonosítása: amigdala speciális neuronjai; tekintet követése: sulcus temporalis superior) (2) a másik viselkedésének speciális idegi reprezentációja amely az amigdalahoz és a mediális temporális lebenyhez köthető, (3) tanulási folyamatok a mások viselkedésére kialakuló speciális reprezentációk hatására amely a temporális lebeny és a verbális kommunikáció éppségéhez köthető (MIKLÓSI, 2005).

A kognícióban részt vevő agyterelűtek nagy része limbikus rendszerhez tartozó struktúra.

Amigdala

Mandula alakú magcsoport, amely a temporális lebeny kéreg alatti területén található mediálisan. Fontos szerepet játszik a szorongás, félelem, az agresszió és az érzelmi memória kialakításában (PAPE és PARE, 2010). Növekvő amigdala ingerléskor megfigyelhető, hogy egy várakozás jellegű válasz átfordul haragba illetve félelembe (Macchi, 1989). A környezeti ingerekkel kapcsolatos információk a laterális amigdalában konvergálódnak. Ez a terület a *capsula externa* GABAerg neuronjainak gátló hatása alatt áll. A laterális amigdala a centrális amigdalát idegzi be. A centrális amigdala két részre osztható, laterális része a szorongás kialakításában játszik szerepet, míg a mediális része alkotja az amigdala fő kimenetét, aktiválásával félelmi reakciók, mint például a megdermedés váltható ki. Az amigdala működését számtalan neuropeptid is befolyásolja, például a hipotalamuszból érkező oxitocin melynek a szerepét már kimutatták a szociális viselkedésben (Nieh és mtsai, 2013). A két ASPD-nél eltérő amigdala működést figyeltek meg. Az elsődleges ASPD-nél hipoaktivitás tapasztalható, míg a másodlagos típusnál hiperaktivitás. Ez egybeesik azzal a tapasztalattal, hogy az elsődleges típusnál csökkent reakciót látunk félelmet kiváltó ingerekre, míg a másodlagos típusnál az antiszociális viselkedés egyfajta megelőző támadás. A különbség az amigdala aktivitásában bizonyítja a szorongás eltérő jelentőségét a két típusnál: az antiszociális viselkedés kialakítására az elsődleges ASPD-s személy pont a szorongás hiánya miatt lehet képes, míg a másodlagos típusnál az antiszociális viselkedés a nagyfokú szorongásra adott reakcióként értelmezhető (de BRITO és mtsai, 2013).

Hipotalamusz

Hipotalamuszon belül először elektromos stimulációval bizonyították egy agressziót kiváltó szubregió jelenlétét macskában és rágcsálókban is. Az agresszív viselkedés kialakításában szerepet játszó neuronok a hipotalamusz ventromediális magjának ventrolaterális területén található, területi elhelyezkedésük átfedést mutat a párházi magatartást kontrolláló neuronokkal (NIEH és mtsai, 2013).

A hipotalamusz a hipofízis mellékvese tengely mentén a szimpatikus reakciók kialakításában is részt vesz. Hipotalamusz kontrollálja az általános aktivációs szintet, a lokális szerotonin, vazopresszin, P anyag, glutaminsav, dopamin és GABA szinteken keresztül. A kísérletek azt bizonyítják, hogy az érzelmi komponens alapján kétféle hipotalamikus mechanizmus áll a támadási magatartások mögött. A magas szimpatikus aktiválással

járó reaktív agresszió nál megnövekedett mediobazális hipotalamikus aktivációt látunk, amely a vazopresszin szint növekedésével és a szerotoninerg neurotranszmisszió csökkenésével jár. Az alacsony szimpatikus aktiválással járó proaktív agresszió a laterális hipotalamusz aktivitás növekedését okozza, és a szerotonin szint is nő (HALLER, 2013).

Sulcus temporalis superior

A *sulcus temporalis superior* a szociális viselkedés szempontjából releváns mozgások érzékelésében szerepet játszó terület, különösen az arckifejezések felismerésében fontos. A frontális és paralimbikus rendszerrel, valamint vizuális kérgi területekkel is kapcsolatban áll. Fenyegető és kedves arckifejezések hatására nemcsak a vizuális rendszerben, hanem a *sulcus temporalis superior*-ban is kialakul a vizuális feldolgozásra jellemző béta frekvenciájú oszcilláció. A béta sáv megjelenése az arckifejezésre kialakított emocionális reakció kialakításakor jön létre (JABBI és mtsai, 2015).

Gyrus Cinguli

A *gyrus cinguli a corpus callosum* körül helyezkedik el, kapcsolatban van a talamusszal, a szeptális régióval, *rhinencephalon*-nal, a ventrális striopallidummal, hipotalamuszszal, agytörzsszel, a Meynerti maggal, paralimbikus kérgi területekkel, prefrontális kéreggel és szenzoros asszociációs területekkel, ezen felül integrálja a memóriával és az emóciálitással kapcsolatos köröket (MACCHI, 1989). A *gyrus cinguli* számos kognitív funkcióért felelős köztük az érdeklődésért, figyelemért. Befolyásolja az ébrenléti szintet és a tudatosságot. Sérülésekor romlik a memória (Alzheimer kór, traumás agysérülések depresszió), figyelemzavar alakul ki (figyelemhiányos hiperaktivitás-zavar, depresszió, traumás agysérülések), illetve megbomlik az egyensúly a külső és belső gondolati világ között (skizofrénia, autizmus). Funkcionálisan dorzális és ventrális területekre bomlik. A ventrális területek aktiválódnak akkor, amikor gondolataink befelé irányulnak, amikor álmodozunk, autobiográfiai adatokat idézünk fel vagy a jövőre vonatkozó terveket készítünk. A dorzális területek erőteljesen kapcsolódnak a prefrontális kéreghez és valószínűleg a fókuszált vagy diffúz figyelem kialakítását felügyelik, illetve változtatják figyelmünk irányát a külső vagy belső gondolatok között (LEECH és SHARP, 2014).

Hippokampusz

Hippokampusz szerepét a memória, tanulás, különösen a feltételes reflexek kialakításában már régóta ismerjük. Ventrális-dorzális tengelye mentén az egyes területek funkciója eltérő, míg a dorzális hippokampusz sérülése asszociációs tanulási problémákhoz vezet, különösen a félelemben alapuló kondicionálás sérül, a poszterior hippokampusz inkább a viselkedés szempontjából fontos "ismerős" dolgok kiválasztásában vesz részt (STRANGE és

mtsai, 1999; EYSENCK 1964) elmélete szerint a szocializáció büntetéseken és jutalmakon keresztül elért feltételes reflex, vagyis végső soron a megfelelő morál kialakulása a hippokampuszhoz kapcsolódó asszociatív tanulás épségéhez kötött. Emiatt a hippokampusz sérülése, alulműködése szerepet játszhat az ASPD-s személyiség kialakulásában. Kísérleti eredmények csökkent poszterior hippokampális térfogatot mutattak ki ASPD-s személyeknél, és a csökkenés mértéke korrelált a betegség súlyosságával (LAAKSO és mtsai, 2001). A hippokampusz kiterjedt összeköttetésekkel rendelkezik egyéb asszociációs tanulásban szerepet játszó területekkel is, mint például az amigdalával és a prefrontális kéreggel, úgyhogy félelemmel kapcsolatos reakciók kialakításában valószínűleg az amigdalával együtt vesz részt (PHILLIPS és LEDOUX, 1992).

Frontális kéreg

A frontális kéreg az érzelmek felső kontrollját biztosítja. Fejlődéstanilag az egyik legfiatalabb terület, érése lassú, egészen a fiatal felnőtt korig tart. Ventromediális régiója a döntéshozatalban vesz részt, korai sérülésekor antiszociális viselkedés alakul ki a morális és szociális következetesség hiányában. Dorzolaterális területei az új ingerek felfogásában vesznek részt (GRASTYÁN, 1983). A prefrontális kéreg gazdag dopaminban, és a magas dopamin szint a prefrontális kéreg megfelelő fejlődésében is szerepet játszik. A *Rhesus* majmoknál a dopamin receptorok blokkolásakor romlottak a feladatmegoldási funkciók (BIRKÁS, 2005). *Prefrontalis cortex* fontos szerepet játszik döntéshozatalban, segítségével erősödnek meg a kedvező döntések és tűnnek el a hibásak. Működési problémáinál nő az esélye az elérendő cél szempontjából nem optimális döntéseknek, az ezzel előidézett flusztrációnak és a reaktív agresszióknak. Antiszociális viselkedést mutató gyerekeknél elkerülő kondicionálásnál és emocionális memórianyomok kialakításánál is, csökkent mértékű volt az amigdala aktivitás és a prefrontális kérgi aktivitás is. Ezen felül az antiszociális viselkedést mutató személyeknél a prefrontális kéreg felnőttkori elvékonyodása kisebb mértékű, vagyis a normális populációban felnőttkorra lejátszódó érési folyamatok náluk csak részben mennek végbe (BLAIR, 2008).

A neurotranszmitterek szerepe az érzelmi reakciók és a szociális viselkedés kialakításában

Érzelmi reakciók kialakításában a katekolaminoknak (noradrenalin, adrenalin) dopaminnak és a szerotoninnak tulajdonítanak kitüntetett szerepet, de számos hipotalamikus neuropeptiddel (vazopresszin és oxitocin) valamint az ópiátokkal együtt vesznek

részt az érzelmi és szociális viselkedés kialakításában. A katekolaminok és a dopamin szint egymással szoros összefüggést mutat, mivel a szintézisük részben közös útvonalon halad (FONYÓ, 1999).

Acetilcolin

Állatkísérletekben az acetilcolin agresszív választ fokozó hatását mutatták ki. A hatás a mediális hipotalamusz neuronjainak muscarinos acetilcolin receptorain keresztül érvényesül, és düh-szerű reakciókat okoz (SIEGEL és VICTOROFF, 2009).

Noradrenalin

Több hipotézis szerint is a noradrenalin szerepet játszik a hangulati zavarok kialakításában, alacsony szintje levertséghez, depresszióhoz, míg magas szintje mániás állapothoz vezet. (CZÉH, 2011). Dopaminnal együtt részt vesz a védekezést kísérő düh és a préda támadási reakció kialakításában is. Ez a hatás a hipotalamuszban az alfa2 és a D2 receptorokon keresztül érvényesül (SIEGEL és VICTOROFF, 2009).

Dopamin

A dopamin noradrenalinná alakítását a dopamin-béta-hiroxiláz enzim végzi. Alacsony dopamin-béta-hidroxiláz aktivitás antiszociális viselkedéssel és a gyermekkori abúzussal illetve a kötődés hiányával szintén korrelációt mutat (GALVIN és mtsai, 1991). A dopamin a memória kialakításában, a szimpatikus reflexek és az ingerkereső viselkedésformák kialakításánál játszik szerepet, jutalmazó funkciót tölt be (BOÓR, 2004). Az ASPD-s személyekre jellemző, hogy alacsony a monotónia tűrésük, fokozottan hajlamosak az unalomra, aminek a hátterében az állhat, hogy vagy kevesebb mennyiségű dopamint állít elő szervezetük vagy receptoraik száma, affinitása alacsonyabb (VARGA, 2008). A dopamin receptorokat alapvetően két típusra osztjuk: DI (D1 és D5) illetve a DII (D2, D3, D4). Minden típus G fehérjéhez kapcsolt 7-transzmembrán receptor, aktiválódásuk az adenilát cikláz, foszfokináz enzimek, K^+ , Ca^{2+} csatornák működésére hat, vagy arachidonsav felszabadulását okozza (VARGA, 2008). A dopamin pályák közül a mezokortikális pálya a motiváció, érzelmek kialakításában játszik szerepet. Alulműködésekor érzelmi sivárság alakul ki, a felszabadult dopamin nem éri el a jutalmazó rendszer aktiválásához szükséges küszöböt. Ennek oka lehet a receptor polimorfia, vagy kis mennyiségű dopamin termelődése is (PÉTER, 1984). Ilyen alulműködés drog-függőknél a szer hiányában illetve ASPD-s személyeknél is tapasztalható. Az ASPD-s betegek ismétlődő viselkedési mintái főleg olyan cselekményekhez kapcsolódnak, amelyek fokozott stresszel illetve örömmérzettel járnak, hasonlóan a különböző addikciókban szenvedőkhöz. Feltehetően önkéntelenül olyan viselkedéseket választanak, amelyek magas dopamin felszabadulást eredményeznek (BOÓR, 2010).

Szerotonin

A szerotonin a hangulat, az impulzus kontroll kialakításában játszik szerepet. Alacsony szintje esetén szorongás/depresszió alakul ki. Öngyilkosságot megkísérlőknél különösen alacsony szintet mutattak ki. Magas szintje viszont eufóriát okoz. Több pszichózással járó kórképben is szerepet játszik például a skizofréniában (GYIRES és FÜRST, 2007). Az efferens szerotonerg hálózat sűrűn projektál a kortikolimbikus agresszió központokba (LUKÁCSNÉ, 2010). A szerotoninerg rendszer érintettsége valószínűleg inkább a másodlagos ASPD-s személyekre jellemző, mivel a szorongásos reakciók náluk figyelhetőek meg, a korai traumatikus élmények miatt kevesebb szerotonin termelődhet náluk (GYÖRGY, 1967). A szerotonin receptoroknál szintén két alcsoportot különböztetünk meg. Az 5-HT₁ receptorok preszinaptikus gátlók. A raphe-magokban 5-HT_{1A} receptor típus található mely a feedback gátlás révén e sejtek kisülési frekvenciáját csökkenti. Ez a receptor típus a limbikus rendszerben is jelen van (SZILÁGYI, 2005). Az agykéregben és a limbikus rendszerben az 5HT_{2A} receptor fordul elő és serkentő posztiszinaptikus hatása van (LUKÁCSNÉ, 2010). A másodlagos ASPD-s személyeknél az alacsonyabb szerotonin szint miatt az antiszociális viselkedés járhat büntudattal / szorongással, de ez a hatás nem kellően erős ahhoz, hogy az adott viselkedéssel felhagyjon.

A poszttraumás stresszben (PTSD) szenvedő betegeknél mutatták ki a felfokozott pszichikai hangulatot (*hyperarousal*) csökkentő szerotonin-2A receptorra ható agonisták (clonidin), és a nem szelektív szerotonin antagonisták (propranolol) hatékonyságát. A másodlagos ASPD és a PTSD közt több hasonlóság fedezhető fel, minkét esetben megfigyelhető az impulzivitás, és mivel az ASPD e típusánál a korai traumák játszanak szerepet nem kizárható, a PTSD jelenléte. Emiatt nem meglepő, hogy a fentebb említett PTSD-ben hatásosnak bizonyult gyógyszereket ASPD-ben is alkalmazzák (MARTÉNYI, 2005)

A szerotonin és a dopamin lebontását a monoamin oxidáz (MAO) enzim végzi. Diszfunkciója esetén a monoaminok szintjét csak a visszavétel csökkenti, emiatt újból és újból ingerületet válthatnak ki. Ha dopamin hatását hosszabb ideig tartja fent, az növeli az agresszióra és az impulzivitásra való hajlamot. A szerotonin szint emelkedése viszont szorongás oldó hatású, ahogy ezt néhány MAO gátló ilyen hatása is mutatja (LUKÁCSNÉ, 2010).

Opiátok

GABA-val együtt gátolják a védekező düh kialakulását mü-opioid receptor aktiválásával. Ópiát megvonás viszont agresszív viselkedést vált ki, valószínűleg az ilyenkor kialakuló alacsony centrális katekolamin szint következtében (SIEGEL és VICTOROFF, 2009).

Az ópiátok szerepet játszanak a kötődés kialakításában. Állatkísérletekben kimutatták, hogy a kappia-opioid receptorok a *nucleus accumbens* "shell" régiójában szerepet játszanak a párválasztáskor kialakuló agresszió kialakításában, blokkolásukkor mindkét nemben eltűnik ez a típusú agresszió (RESENDEZ és mtsai, 2012).

Glukokortikoidok

A glukokortikoidok a stressz reakciókban játszanak fontos szerepet. A mellékvesekéreg által termelt hidrokortizol stressz esetén befolyásolja a vér glükóz szintjét, stimulálja a glükoneogenezist serkenti a glükóz felvételét egyes sejtekbe. A biokémiai folyamatokat olyan irányba tereli, hogy a szervezet a lehető legtöbb energiát fordíthassa reakcióira (SZILÁGYI 2005). Fiatalkori fokozott stresszhatásnál a fejlődésre fordítandó energiát a stressz reakciók használják el. A túlzott glukokortikoid szint például gátolja a hippokampális neuronok proliferációját, és ezzel a hippokampusz fejlődését (CHÉH, 2011).

Környezeti hatások szerepe az antiszociális személyiség kialakulásában

Prenatális hatások:

Számos kutatás bizonyította, hogy a várandósság alatt a magzatot ért traumák és az anyát érő stressz is előidézhethet pszichológiai és fiziológiai zavarokat a magzatban, többek közt csökkenti a neurogenézist hippokampális régióban, így a *gyrus dentatus*-ban a szemcsesejtek száma alacsonyabb marad, és emiatt a téri tájékozódás és a tanulás zavarokat szenved. A korai és a késői magzati korban elszenvedett stressz miatti változások oka a megnövekedett kortizol szint. A hippokampusz térfogatának csökkenése stressz következtében vagy mesterségesen megemelt glukokortikoid szint hatására számos klinikai megfigyelés is dokumentálta (CZÉH, 2011).

Posztnatális hatások

A fejlődésben lévő szervezetben a rossz életkörülmények markánsabb hatásokat váltanak ki, mint a felnőtt populációban. A fizikai stressz, mint a táplálékhiány, abúzus vagy környezeti hatásoknak való fokozott kitettség gátolhatja a normális érési folyamatok lezajlását. Ha e mellé még a gondozás és nevelés hiányosságából adódó ingerszegénység is társul, akkor az idegrendszer fejlődése elmarad kortársaikétól. A különböző fejlődési szakaszokban jelentkező stresszorok más-más súlyosságú visszamaradást okozhatnak, a rendellenes fejlődés érinthet egy-egy területet, de súlyos esetben okozhat *pseudo-debilitást* is (GYÖRGY, 1967).

A korai csecsemőkori elhanyagolás különösen jelentős mivel a neuronok közötti kapcsolatok kiépülése, a dendritok növekedése és a szinapszisok kialakulása a születés utáni hónapokban robbanásszerűen indul meg. Ehhez a folyamathoz megfelelő tápanyagokra és környezeti ingerekre egyaránt szükség van. Az anyával való szoros kapcsolat többféle mechanizmuson keresztül fejti ki hatását a fejlődésre: például a ringatás, hintázás olyan szomatomotoros reakciókat vált ki, amelyek a frontális lebeny, a limbikus rendszer és a kisagyi sejtek fejlődéséhez szükségesek. Ezek a területek az érzelmek átéléséhez, az elvont gondolkodáshoz is szükségesek. Az életük első 5 hónapját kórházban vagy más izolált körülmények közt töltő gyerekeknél ezek a funkciók károsodnak. (BAGDY, 2004). A stressz tolerancia kialakulása is erős összefüggést mutat a korai anyai gondoskodással, egereknél mutatták ki, hogyha az anya nem gondoskodott megfelelően utódairól azoknál a glükokortikoid receptorok szintéziséért felelős génszakasz erősebben metillálódott és így kevesebb receptor szintetizálódott (CZÉH, 2011).

Genetikai háttér

Az antiszociális viselkedés erős örökletességet mutat, és általánosságban az elsődleges ASPD mögött erősebb genetikai hajlamot feltételeznek, mint a másodlagos ASPD mögött. (BAKER és mtsai, 2009).

A személyiségzavarok hátterében számos gén szerepére rámutattak, és hasonlóan a strukturális elváltozásoknál tapasztaltakhoz ezek a gének több hasonló tünetű megbetegedésben is szerepet játszanak. A C-521T a D4 receptor kialakításában szerepet játszó gén, amely egy nukleotidban tér el a normálistól kapcsolatba hozható ezeknél a betegségeknél megjelenő fokozott újdonság kereséssel és impulzivitással (PEMMENT, 2013). Az APSD-s személyeknél található D4 receptor variáció kisebb mértékű cAMP szintézist vált ki, emiatt ezek a személyek a megfelelő dopamin válaszok kialakításához nagyobb ingerekre van szükségük (VARGA, 2008). A preszinaptikus membránban található SNAP-25 dokkoló fehérje MnII T/T és Ddel T/T allélek előfordulása gyakoribb APSD-s személyeknél, mint a normál populációban, és valószínűleg a transzmitter felszabadulás megváltozását eredményezi, és ezzel befolyásolhatja az agyi összeköttetések alakulását illetve a tanulási folyamatok eredményességét (PEMMENT, 2013). A MAO-A gén mutációja szintén szerepet játszik az antiszociális viselkedés kialakulásában. A MOA-A génről íródik át az összes MOA típus.

Kisebb aktivitású, vagy nem funkcionális MOA hatására a dopamin és szerotonin szint nő, a megnövekedett transzmitter szint pedig korrelál az agresszió mértékével. Alacsony MOA szintet olyan gyerekekben is kimutattak, akik súlyos abúzuson estek át. Az abúzuson átesett gyerekek közül későbbiekben agresszióra azok a gyerekek voltak hajlamosak, akiknél a MAO szint tartósan alacsony maradt. Ez a kölcsönhatás a környezet és a genetikai állomány között mutatja a két tényező együttes szerepét az ASPD-s személyiség kialakításában (PEMMENT, 2013). A dopamin mellett az explorációban szerepet játszik a szerotonin transzporter fehérje polimorfítása is, biztosítva a fokozott újdonságkeresést fékező erős félelmi reakciók gátlását. A szerotonin transzporter gén polimorfizmusából a gén expresszióját szabályozó promóter régió hosszúságának poliformizmusát vizsgálták legkiterjedtebben. A polimorfizmusra egy 20-23 bázispár hosszú szakasz 16 illetve 14szeres ismétlődése (BOÓR, 2004; AUERBACH, 1999) kísérletei szerint a kétszeresen hosszú allélt hordozó csecsemők szignifikánsan kevesebb félelmi reakciót mutatnak, mint rövid-rövid allélt hordozó társaik. A HTR2B szerotonin receptor gén Q20 alléljának szerepet tulajdonítanak az impulzivitás kialakulásában. Ez az allél 3-szoros gyakoriságot mutat finn bűnözők között, bár úgy tűnik önmagában nem befolyásoló tényező, hanem a magas tesztoszteronszinttel együtt hat (BEVILACQUA és mtsai, 2010).

Összefoglalás

A dolgozatban igyekeztünk bemutatni azokat az ismereteket, amelyek alapján az ASPD-s személyiség kialakulását és viselkedését magyarázhatjuk. Az antiszociális viselkedés egyes elemeinek neurobiológiai és genetikai korrelátumai már ismertek, és ezek közelebb vihetnek a helyes diagnózishoz illetve a kezeléséhez is. Bemutatjuk, hogy a betegségben érintett viselkedések hierarchikus rendszert alkotnak, és a rendszer tagjai egymással és a külső környezettel is kapcsolatban vannak. Emiatt nehéz az egyes elemekben feltárt változásokat és a környezet hatását szeparálni.

Az általánosan elfogadott felosztást, hogy az elsődleges ASPD inkább genetikai eredetű, míg a másodlagos ASPD inkább környezeti tényezőkre vezethető vissza a legújabb vizsgálatok is megerősítik, viszont fel kell hívnunk a figyelmet arra is, hogy a környezeti hatások mindig a személy génkészletén érvényesülnek, ezáltal a génkészlettől függően egyes külső környezeti elemek felerősödhetnek, más elemek pedig kisebb jelentőségűvé válhatnak. Emiatt feltételezhetően a másodlagos ASPD-nek is van genetikai háttere, csak ennél a típusnál főleg a későbbi epigenetikai hatások a dominánsak.

A betegség megítélésénél dominál a negatív felhang, nem meglepően, hiszen az ASPD-s személyek nagy része erőszakos bűnelkövető. Ez az erőteljes negatív viszonyulás ugyanakkor akadályozza annak az érdekes kérdésnek a vizsgálatát, hogy milyen adaptív jelentősége lehet ennek a viselkedésformának, ami miatt ezek az egyedek kultúráktól, rasszoktól, szociális helyzettől függetlenül konstansan jelen vannak a humán populációban. Populációbiológiai vizsgálatok mutatják, hogy inadaptív környezetben, ahol a források szűkösek, stresszor tényezők fokozottan jelen vannak, az agresszió, rivalizálás fokozottan érvényesül, illetve az önzetlen szociális viselkedési formák háttérbe szorulnak (MITANI és mtaí, 2012). Az ASPD-s személyek inadaptív környezetben előnyt élvezhetnek. Az elsődleges ASPD-nél megjelenő „hideg” agresszió miatt az ilyen egyének döntéshozatali képességét a stressz kevésbé rontja, racionálisabb döntéseket hoznak, és jobb stratégiát tudnak kidolgozni, mint a többiek. Nem érvényesül a büntudat és a félelem gátló hatása sem. A csökkent stressz reakciók további előnye, hogy az alacsonyabb érzelmi motilitás kevésbé veszi igénybe a szervezetet, nem alakulnak ki hangulati zavarok (depresszió stb) sem. Másodlagos ASPD-nél az impulzivitás jelent hasonló előnyt (GLENN és mtsai, 2011). A dopaminerg rendszer zavarával hozható kapcsolatba a nagyfokú explorációs késztetés és a kötődésre való képtelenség/independencia, emiatt elvándorlásra, új területek meghódítására könnyebben vállalkoznak, mint a normál populációhoz tartozó társaik, akiket a család, barátokhoz való kötődés és az ismeretlentől való félelem megakadályoz ebben. Az ASDP-re hajlamos személyek 18. életévük előtt előforduló deviációi közt kiemelkedően gyakori a szökési hajlam, amelyért csak részben tehető felelőssé a rossz szociális környezet, erőteljes szerepet játszik benne a felfedezési vágy is (HARE, 1999). Az újdonság keresésnek és normaszegő magatartásformáknak további hozadéka az eddigieknél hatékonyabb egyéni megoldások kialakítása (GLENN és mtsai, 2011). Ezeken felül mindkét típusnál előfordulhat a nagyfokú promiszkuitás, illetve partneri kapcsolatban alkalmazott manipulatív viselkedés, vagy csalás, vagyis a partneri kapcsolataikba kevesebb energiát fektetnek, mint partnerük. Emiatt az átlagosnál magasabb utódszámot érhetnek el ezzel biztosítva a viselkedésüket megalapozó genetikai tényezők elterjedését (HARE, 1999).

Mai társadalmunkban, ahol természeti környezet jelentősége kisebb, a környezetünket gyakorlatilag az ember által kialakított tényezők uralkodnak, az itt jelentkező konfliktusok nagyobb szerepet kapnak, emiatt az ASPD-s betegek konfliktuskereső magatartása nagyobb hátrányt jelent. Továbbá nem szabad azt sem figyelmen kívül hagynunk, hogy az ASPD-s betegeknek nemcsak antiszociális viselkedése jelent környezete számára terhet, hanem a betegséggel járó beszűkülés is, néhány cselekvési minta kényszeres ismétlése, még ha ezek a cselekvések önmagukban nem is ütköznek a társadalmi normákba, akkor is akadályozhatják a mindennapi feladatok konfliktusmentes ellátását.

Irodalom

- Ács B (1973) A gyógyító értelem. Minevera, Budapest.
- Ádám Gy (1972) Pszichofiziológia. Gondolat, Budapest.
- Auerbach J, Geller V, Lezer S, Shinwell E, Belmaker RH, Levine J, Ebstein R (1999) Dopamine D4 receptor (D4DR) and serotonin transporter promoter (5-HTTLPR) polymorphisms in the determination of temperament in 2-month-old infants. *Mol. Psychiatry* 4:369-73.
- Bagdy E (2004) Családi szocializáció és személyiségzavarok. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Baker L, Chandra A, Zeng RM, Lozano DI, Raine A (2009): Resting heart rate and the development of antisocial behavior from age 9 to 14: Genetic and environmental influences *Dev Psychopathol.* 21:939-960.
- Bevilacqua L, Doly S, Kaprio J, Yuan Q, Tikkanen R, Paunio T, Zhou Z, Wedenoja J, Maroteaux L, Diaz S, Belmer A, Hodgkinson CA, Dell'Osso L, Suvisaari J, Coccaro E, Rose RJ, Peltonen L, Virkkunen M, Goldman D (2010): A population-specific HTRB2 stop codon predisposes to severe impulsivity. *Nature* 468:1061-6.
- Birkás E (2005) A D4 dopamin receptor és a katekol-O-metiltranszferáz gének polimorfizmusának hatása a figyelmi rendszerek működésére gyermekkorban. PhD disszertáció Semmelweis Egyetem, Budapest. http://phd.semmelweis.hu/mwp/phd_live/vedes/export/birkasemma.d.pdf
- Blair RJR (2008) The amygdala and ventromedial prefrontal cortex: functional contributions and dysfunction in psychopathy. *Phy. Trans Royal Society B* 363:2557–2565
- Boór Krisztina (2004) A dopaminerg és a szerotonerg rendszer genetikai polimorfizmusainak vizsgálata kábítószerfüggő személyekben. PhD disszertáció, Semmelweis Egyetem. http://phd.semmelweis.hu/mwp/phd_live/vedes/export/boorkrisztina.d.pdf
- Brinkley CA, Newman JP, Widiger T, Lynam D (2004) Two approaches to parsing the heterogeneity of psychopathy. *Clinical Psychology: Science and Practice* 11:69–94.
- Czéh B (2011) A depresszió neuroplaszticitás teóriájának vizsgálata kísérleti állatokban, krónikus stressz paradigmák felhasználásával. Doktori disszertáció, German Primate Center, Leibniz Institute for Primate Research Clinical Neurobiology Laboratory http://real-d.mtak.hu/476/1/dc_209_11_tezisek.pdf
- De Brito SA, Viding E, Kumari V, Blackwood N, Hodgins S (2013) Cool and hot executive function impairments in violent offenders with antisocial personality disorder with and without psychopathy. *PLoS One.* 2013; 8:e65566.
- Eysenck HJ (1964) *Crime and personality*, Routledge & Kegan Paul, London, UK

- Fett A-KJ, Shergill SS, Krabbendam L (2014) Social neuroscience in psychiatry: unravelling the neural mechanisms of social dysfunction. *Psychological Medicine* 1-21 doi:10.1017/S0033291714002487
- Fonyó A (1999) Az orvosi élettan tankönyve. Medicina Könyvkiadó Rt. Budapest.
- Galvin M, Shekhar A, Simon J, Stilwell B, Ten Eyck R, Laite G, Karwisch G, Blix S (1991) Low dopamine-beta-hydroxylase: a biological sequela of abuse and neglect? *Psychiatry Res.* 39:1-11.
- Glenn AL, Kurzban R, Raine A (2011) :Evolutionary Theory and Psychopathy Aggression and Violent Behavior, 16:371-380.
- Grastyán E (1983) Az emóció. in: Oláh A, Pléh Cs (szerk.): Szöveggyűjtemény az általános és személyiségpszichológiához, Tankönyvkiadó, Budapest. 177-213.
- Gyires K, Fürst Z (2007) Farmakológia és farmakoterápia I. Farmakológia. A gyógyszeres terápia alapjai. Medicina, Budapest.
- György J (1967) Az antiszociális személyiség. Medicina, Budapest.
- Haller J (2013) The neurobiology of abnormal manifestations of aggression—A review of hypothalamic mechanisms in cats, rodents, and humans. *Brain Res. Bull.* 93:97-109.
- Hajdu E (2011) Kognitív folyamatok az agresszió hátterében. Szakdolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem <http://docplayer.hu/1158676-Kognitiv-folyamatok-az-agresszio-hattereben.html>
- Hare RD (2011) Kímélet nélkül. Háttér Kiadó, Budapest.
- Jabbi M, Kohn PD, Nash T, Ianni A, Coutlee C, Holroyd T, Carver FW, Chen Q, Cropp B, Kippenhan JS, Robinson SE, Coppola R, Berman KF (2015) Convergent BOLD and Beta-Band Activity in Superior Temporal Sulcus and Frontolimbic Circuitry Underpins Human Emotion Cognition. *Cereb Cortex.* 25:1878-88.
- Karpman B (1941) On the need for separating psychopathy in to two distinct clinical subtypes: symptomatic and idiopathic. *J Criminol Psychopathol* 3:112–137
- Laakso MP, Vaurio O, Koivisto E, Savolainen L, Eronen M, Aronen HJ, Hakola P, Repo E, Soininen H, Tiihonen J (2001) Psychopathy and the posterior hippocampus. *Behav Brain Res.* 118:187-93.
- Leech R, Sharp DJ (2014) The role of the posterior cingulate cortex in cognition and disease. *Brain* 137:12-32.
- Lukácsné Sziray Nóra (2010) :Az agyi noradrenerg és szerotonerg rendszer léziójának in vivo és in vitro hatásai patkányban. PhD értekezés, Semmelweis Egyetem, Budapest http://phd.semmelweis.hu/mwp/phd_live/vedes/export/sziraynora.d.pdf
- Macchi G (1989) Anatomical substrate of emotional reactions. in: Boller F, Grafman J (eds): *Handbook of Neuropsychology*, Vol. 3. Elsevier Science Publishers

- Martényi F (2005) A poszttraumás-stressz zavar gyógyszeres kezelésének három paradigmája. *Neuropsychopharmacologia Hungarica* 7:11-21
- Marsh AA, Finger EE, Schechter JC, Jurkowitz ITN, Reid ME, Blair RJR (2011) Adolescents with psychopathic traits report reductions in physiological responses to fear. *J Child Psychol Psychiatry*. 52:834–841
- Mealey L (1995) The sociobiology of sociopathy: An integrated evolutionary model. *Behav and Brain Sciences* 18:523-541.
- Miklósi Á (2005) Szociális kogníció, neurális alapok, plaszticitás és evolúció. *Magyar Tudomány* 1:51 <http://www.matud.iif.hu/05jan/08.html>
- Mitani JC, Call J, Kappeler PM, Palombit RA, Silk JB (2012) *The Evolution of Primate Societies*, University of Chicago Press
- Nieh EH, Kim S-Y, Namburi P, Tye KM (2013) Optogenetic dissection of neural circuits underlying emotional valence and motivated behaviors. *Brain Res* 1511:73-92.
- Pape HC, Pare D (2010) Plastic Synaptic Networks of the Amygdala for the Acquisition, Expression, and Extinction of Conditioned Fear. *Physiol Rev*. 90:419-463.
- Patin A, Hurlmann R (2015) Social Cognition. *Handb. Exp. Pharmacol.* 228: 271-303.
- Pemmet J (2013) Neurobiology of antisocial personality disorder: the quest for rehabilitation and treatment. *J Aggression and Violent Behav* 18. doi: 10.1016/j.avb.2012.10.004.
- Péter Á (1984) *Neurológia, neuropszichológia*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Phillips RG, LeDoux JE (1992) Differential contribution of amygdala and hippocampus to cued and contextual fear conditioning. *Behav. Neurosci.* 106: 274–285.
- Resendez SL, Kuhnmuensch M, Krzywosinski T, Aragona BJ (2012) κ -Opioid receptors within the nucleus accumbens shell mediate pair bond maintenance. *J Neurosci.* 32:6771-84.
- Rózsa J (1977) *Szexuális bűnözés*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.
- Siegel A, Victoroff J (2009) Understanding human aggression: New insights from neuroscience. *Int J Law and Psychiatry* 32:209-215.
- Strange BA, Fletcher PC, Henson RN, Friston KJ, Dolan RJ (1999) Segregating the functions of human hippocampus. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 96:4034–4039
- Szilágyi Tibor (2005) *Élettan – Idegrendszer* Marosvásárhely, Marosvásárhelyi Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetem. http://www.fizioms.ro/edu/curs/SzT/Elettan_idegrendszer_2005.pdf. Letöltve:2014.08.16
- Varga Zs (2008) A dopamin D4 receptor polimorfizmusának szerepe a temperamentum kutatásban. http://www.behav.org/Student_essay/neuro/varga_zsofia_dopamin_temperamentum.pdf. Letöltve:2010.02.05

A SKIZOFRÉNIA ELFOGADOTTSÁGA

BACSKÓ NIKOLETTA¹ ÉS EMRI ZSUZSA²

¹ Biológia BSc szakos hallgató, Eszterházy Károly Egyetem

² Eszterházy Károly Egyetem, TTK Biológiai Intézet Állattani Tanszék,

3300 Eger, Leányka u. 6.

E-mail: emri.zsuzsa@gmail.com

Abstract

Schizophrenia is a chronic, often debilitating neuropsychiatric disorder associated with considerable morbidity. Recent molecular biological studies support the fact that it is a polygenic disease. Its positive symptoms (hallucinations, delusions, suspiciousness and conceptual disorganization) are associated with hyperdopaminergic neurotransmission in the mesolimbic dopamine pathway, while negative symptoms (social and emotional withdrawal, blunted affect) and cognitive deficits may be caused by hypodopaminergic activity in the mesocortical pathway.

Schizophrenia affects approximately 1% of the population, a well-known neuropsychiatric disorder although the accuracy of the general knowledge is very questionable. In a questionnaire we investigated how much people know about the disorder and what level would they integrate schizophrenic patients into the society. People with accurate knowledge about schizophrenia either were medics or knew well a person with this disorder. These people were cautious with the social integrability of schizophrenic people, although they could imagine their employment in jobs under constant control and with small responsibility. Others with less accurate knowledge about the disorder were against the integration of schizophrenic people, they were afraid of them, and associated them with uncontrollable aggressive behavior and dissociated personality. The media should help to form a more tolerant attitude towards people with neuropsychiatric disorders by providing more balanced information about these people.

Bevezetés

A pszichiátriai betegségek közül, talán a skizofrénia az egyik legismertebb és egyben a legjobban félreértett betegség. Ez nem meglepő, hiszen egy spektrumbetegségről van szó, melynek diagnosztikus kritériumrendszere sokat változott az elmúlt évszázad során (KASSAI-FARKAS 2002). A skizofrénia görög eredetű szó, mely fordításban „hasadt elme”-t jelent. Ezért a köznyelv gyakran tévesen úgy gondolja, hogy a skizofréniában szenvedő betegek több személyiséggel és tudathasadással rendelkeznek, pedig nem ezek a tünetek a betegség egyetlen kísérői. Sajnos nincs olyan tünet, amely egyértelműen kizárná vagy bizonyítaná a betegség fennállását, bármelyik skizofréniára jellemző tünet előfordulhat más betegségek tüneteként is (http://www.hazipatika.com/betegsegek_a_z/skizofrenia/50). A diagnózist csakis tünetegyüttesek jelenlétével lehet felállítani. A skizofrén beteg képtelen összhangot teremteni az érzelmei, gondolatai és tettei között, inkább a mentális funkciók széteséséről vagy „hasadásáról” lehet beszélni.

A skizofréniában szenvedő betegek számára nehézséget jelent a mindennapi élet alapvető tevékenységeinek elvégzése. Sokaknak gondot jelent az összpontosítás és sérül a problémamegoldó képesség is, ami a munkateljesítmény rovására mehet (<http://drimmun.com/pszichiatriai-betegsegek/a-skizofrenia.html>). A szociális ranglétrán egyre lejjebb csúsznak, súlyosabb esetben a beteg napról-napra él, mintha nem létezne jövő a számára. Figyelme beszűkül, mások számára révetegség benyomását kelti, mintha a skizofrén beteg nem lenne teljesen jelen egy adott szituációban. A beteggel szinte lehetetlen érzelmi kapcsolatot kialakítani, közöny jellemzi, új kapcsolatok kialakítására embertársaival képtelen. Nem csak mások iránt mutat érdektelenséget, hanem önmaga iránt is. Az etikettet és szociális normákat gyakran nem veszi figyelembe. Súlyosabb esetekben a betegek alapvető biológiai szükségleteiket sem elégítik ki (pl. alvás, evés), egyszerűen megfelelnek róluk, így támogatásra van szükségük a mindennapokhoz. A saját állapotuk súlyosságát nem érzékelik. Kommunikációjuk is sérül, beszédük nem koherens, súlyosabb esetekben csak mozaikszerű gondolattöredékeiket közlik a külvilággal. Megfelelő családi háttér nélkül a betegek, a társadalom perifériájára sodródnak. Az elmúlt évtizedben, számos országban több pszichiátriai intézetet zártak be, a megmaradtakban pedig csökkentették az elhelyezhető betegek számát. Ennek köszönhetően a hajléktalanok körében megnőtt a pszichiátriai betegek száma. Mára a hajléktalanok és nyomorban élők jelentős része skizofréniában szenved (TRINGER, 2010).

Megbetegedések gyakorisága születési idő, nem és életkor szerint

A skizofrén betegek gyakran tél végén születnek (TRAMER, 1929), a téli hónapok jellemzői a vitaminhiány, vagy a hideg, a lehetséges etiológiai faktorok közé tartozhatnak. KENDELL és ADAMS (1991) elemezte 13661 skóciai kórházakban diagnosztizált skizofrén beteg születési idejét, és azt találta, hogy több skizofrén beteg született februártól-májusig. MEDNICH és munkatársai (1988) publikálták az 1957-es influenzajárvány utáni évben született, később skizofrén betegek számát, és ezzel a publikációval elindították a későbbi vírusetiológiai kutatásokat is. Számos teória jött létre a vírus-következményekkel kapcsolatban, de eddig általános érvényűt senki sem tudott prezentálni (BITTER és FÜREDI, 2000).

Becslések szerint a Föld 1%-a érintett ebben a betegségben, különböző vizsgálati adatok szerint a férfi és nő arány egyforma. KRAEPELIN és BLEUER a nemi megoszlásokat vizsgálta és mindketten a férfi nem korábbi betegségkezdését fedezték fel. (BLEULER, 1911) A WHO kutatásai alapján a betegség kezdetekor a férfiak 25,3 évesek átlagban, a nők pedig 28,9 évesek. A férfiaknál a legnagyobb incidenciacsúcs 20-39 év között látszik, későbbiekben ez fokozatosan csökken. A nők esetében kritikus periódus a gyermekszülés és a menopauza előtti szakasz, 40-45 éves kor között gyakoribb, egy kisebb incidenciacsúcs jellemzi ezt az időszakot (BITTER és FÜREDI, 2000).

A skizofrénia tünetei

A BNO klasszifikációs rendszer foglalja össze a diagnosztikai kritériumokat a mindennapi klinikai használat és a kutatás számára. A rendszer azt az elvet követi, hogy az elsődleges tünetek közül legalább egynek jelen kell lennie, míg a másodlagos tünetek közül bizonyos számú tünet hiányozhat. A diagnózis korai felállítása fontos, mivel a korai antipszichotikus farmakoterápia javítja a prognózist, illetve a nem kezelt skizofrénia idejével arányosan nő a kedvezőtlen kimenetel esélye. A skizofrénia diagnosztikai rendszere sokat változott és a rendszer alakulása máig folyamatban van (BNO-10, 1995; BITTER és FÜREDI, 2000; RÉTHELYI, 2011).

A skizofrénia diagnózisának felállításához ki kell zárni a szervi betegségeket, illetve skizofréniát nem lehet diagnosztizálni alkohol, vagy pszichoaktív szerek hatása alatt lévő, vagy elvonási tünettől rendelkező személyeken. A betegség aktív periódusának minimum

egy hónapig kell tartania, habár egyes alcsoportokban az alcsoportokhoz tartozó tünetek 12 hónapos jelenlétére van szükség a diagnózishoz (BITTER és FÜREDI, 2000).

A tünetek pozitív és negatív tünetekre való felosztása CROW nevéhez fűződik (1980): a normális pszichés működéshez képest értelmezte a tüneteket: azok a pozitív tünetek, ahol a működésben többletet talált (pl. hallucináció), a negatív tünetek pedig azok, ahol a normális pszichés működés hiányát tapasztalta (pl. érzelmi üresség). Az utóbbi időszakban a skizofrénia negatív tünetei kerültek a kutatók érdeklődésének középpontjába, mivel ezekből a tünetekből legalább eggyel rendelkeznek a betegek, ezek a tünetek folyamatosan fennállnak és ezek a tünetek a betegség központi jellegzetességeire utalnak (VENTURA és mtsai, 2015).

A skizofrénia pozitív tünetei

Hallucinációk: inger nélkül keletkezett hamis észlelések. A betegek 70%-a észlel auditoros, 25%-a vizuális hallucinációkat. Előfordulhat parancs-jellegű auditoros hallucináció is, a hangok a beteget utasítják, illetve kommentáló képzelgés, ekkor a hangok az illető cselekedeteit, kinézetét becsmérlik (<http://semmelweis.hu/pszichoterapiasozsaly/2015/04/a-szkizofrenia-tunetei-es-kezelese>) (TRINGER, 2010).

Téveszmék: általában az én-re vonatkozó, megingathatatlan téves gondolatok, amelyek távol állnak a beteg kultúrájától. A beteg nem tud elvonatkoztatni saját magától, mindennek valamilyen üzenete van a számára. Tartalmukat tekintve lehetnek üldöztestézés téveszmék (paranoid skizofrénianál), vonatkoztatásos téveszmék, melyben a beteg azt képzei, hogy valaki üzenetet küld számára, megnyilvánulhat kóros szervézés formájában, a páciens például úgy érzi, hogy agyát kicserélték, vagy zsigerei átrendeződtek. Ezen kívül lehetnek még vallásos; nagyzasos; bűnösségi; hipochondriás; stb. téveszmék is. Súlyosabb esetekben identitásavara is lehet a betegnek (<http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/miic-mmac/chap-eng.php>), (TRINGER, 2010).

Bizarr/dezorganizált viselkedés: Az előző tüneteknél ritkábban jelentkeznek. A bizarr viselkedés jelentkezhet higiénés, viselkedésbeli és megjelenési hiányosságként, gyermeki butaságként vagy zaklatottságként. A katatónia a bizarr viselkedés extrém formája, ilyenkor az egyén egyetlen pozíciót tart fenn órákig, vagy napokig (<http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/miic-mmac/chap3-eng.php>), (TRINGER, 2010).

A skizofrénia negatív tünetei

Érzelmi élet elszegényedése: Érzelmi élet eltompulását jelenti, gyakori a kiüresedtség érzése. A beteg arca merev, szemkontaktusa gyenge. Egészséges emberből sírást vagy nevetést kiváltó események nincsenek rá hatással, együttérzésre sem képes (<http://www.kalvaria.eoldal.hu/cikkek/reszletesen-a-skizofreniarol.html>), (TRINGER, 2010).

Anhedonia: Az öröm érzésének hiányát jelenti. Minden olyan örömforrás, mely az egyén korábbi életszakaszaiban fontos volt, elveszti szerepét. Az élvezetek átélési képességének csökkenésével a beteg kevesebb időt tölt a régebben kedvelt foglalkozásokkal, ezek helyett értelmetlen dolgokkal tölti az idejét. Ez az állapot az élet bármely területét érintheti, mint például a hobbit, a táplálkozást és a szexuális életet (<http://www.kalvaria.eoldal.hu/cikkek/reszletesen-a-skizofreniarol.html>), (TRINGER, 2010).

Aszociális viselkedés: A beteg nem érez vágyat a másokkal való kapcsolat tartására. Gyakran bizalmatlanok és eltávolodnak a külvilágtól visszavonulva a saját belső világukba, ami egyrészt a tüneteik következménye, másrészt környezetük tüneteikre adott negatív reakcióinak köszönhető negatívak (BOBES és mtsai., 2010).

A beszédhajlandóság csökkenése: Külső szemlélőnek a skizofrén beteg a belső üresség gondolatát kelti, a kérdésekre rövid válaszokat ad és nem hajlandó a beszélgetésekre, gondolatainak verbális kifejezése nehezen megy neki (TRINGER, 2010).

Kognitív tünetek

A gondolkodás zavara a skizofrénia egyik leggyakoribb tünetei közé tartozik. A beteg gondolkodási sémája eltér az egészséges emberek logikájától. Beszéde összefüggéstelen és csapong a témák között, elveszíti célirányultságát. A beszéd lehet enyhén zavart, teljesen zavaros és érthetetlen egyaránt. A problémamegoldás, az összpontosítás és a memória-zavar is a kognitív tünetek közé tartozik. A beteg figyelme gyakran kihagy, elkalandozik. A lényeges és lényegtelen között nehezen tud különbséget tenni. Egyesek képtelenek az olvasásra koncentrálni, vagy a filmbeli cselekményekre figyelni. Mások nem tudják kizárni a zavaró körülményeket, vagy feladataikat elvégezni. Szinte lehetetlenné válik számukra a részletekre figyelő munka, a döntéshozatal és a bonyolult tennivalók elvégzése (JONES és mtsai., 2006; TOPOLOV, 2016).

Szucid gondolatok: Napjainkban ismert tény a skizofréniában szenvedők magas mortalitási rátája. Számos más, korábban súlyos népegészségügyi problémát jelentő betegségek halálozási aránya csökkent, míg a skizofréniáé változatlan maradt. A betegek jelentős hányadát életük legtevékenyebb időszakában sújtja a skizofrénia, és sajnos a betegség megakadályozza őket álmaik, céljaik megvalósításában. Ennek következtében sokszor összetörtnek, kétségbeesettnek érzik magukat, és öngyilkossággal próbálkoznak. A másik tényező, amely öngyilkossághoz vezethet a folyamatos kezelés, a gyógyulásba vetett hit elvesztése, korábbi öngyilkossági kísérlet, depresszív tünetek megléte. A magasabb iskolai végzettséggel rendelkező betegek közt gyakoribbak az öngyilkos gondolatok a reményvesztettség és a dezintegrációtól való félelem miatt. Mivel a skizofrén emberek nem kommunikálják előre öngyilkossági szándékukat, így ennek megakadályozása is nehezebb, mint más pszichiátriai betegeknél. (BITTER és FÜREDI, 2000) Makkos szerint „*Szkizofréniában az öngyilkosság a vezető halálok, a skizofrén páciensek legalább 50%-ában jelentkeznek szucid gondolatok. Öngyilkossági kísérlet 20-40%-ban fordul elő, a betegek 4-13%-a befejezett öngyilkosság következtében hal meg.*” (MAKKOS, 2011). Az öngyilkossági kísérleteik sokszor drasztikusak (pl. öncsonkítás), ezért, váratlan drasztikus öngyilkossági kísérlet esetén az áldozat valószínűleg skizofréniában szenved. Vannak olyan esetek is, amikor a beteg éppen akkor végez magával, amikor állapota javult, amiatt, hogy ekkor képes realizálni betegségét, ekkor tudatosul benne, hogy milyen betegségfolyásra számíthat (CARLBORG és mtsai., 2010).

Egy amerikai kutatás 30 krónikus skizofrén beteg öngyilkosságait követte. A betegek 80%-a férfi volt, átlagosan 25.8 éves korukban követték el az öngyilkosságot, a betegség diagnosztizálását követően átlagosan 4.8 évvel. Az öngyilkosságoknak csak a 23.3%-a történt a kórházi kezelés alatt, 50%-át a kórházi elbocsátás utáni 3 hónapban hajtották végre, vagyis az öngyilkosságot jellemzően a kórházi kezelést követő javulás időszakában követték el. Az elkövetés módjai gyakorisági sorrendben általában a következők: lőfegyver, vonat elé ugrás, gyógyszer-túladagolás, önakasztás (ROY 1982). Az öngyilkosságot elkövető egyéneknél magasabb volt a depresszív szakaszok előfordulása. (CARLBORG és mtsai., 2010)

A skizofrénia kiváltó tényezői

A skizofrénia pontos kiváltó okai még nem ismertek, jelenlegi kutatások szerint környezeti, biológiai és genetikai tényezők állnak a háttérben. Az újabb molekuláris genetikai kutatások a betegség poligenetikus eredetére utalnak (International Schizophrenia

Consortium, 2009). A rokonsági fokkal arányosan nő a megbetegedés esélye, egy családban a skizofrénia halmozottan fordul elő (KASSAI-FARKAS, 2002). Környezeti tényezők közül a gyermek nem megfelelő nevelése is kiválthatja a betegséget, mint a túlságosan védelmező szülő, a túlzott érzelmi megnyilvánulások és kritikák, valamint a kettősenkötő szülő, mely azt jelenti, hogy a szülő szóban elfogadja, de magatartásában elutasítja gyermekét. Nem ritka a szokatlan hierarchia és szerepmegosztás a skizofrén beteg családjában és a nem megfelelő kommunikáció. További kockázati tényezők lehetnek a szülés közben fellépő komplikációk, születéskor jelentkező hipoxia, anya-újszülött közti vércsoport összeférhetetlenség, terhesség alatti vírusos megbetegedés (TRINGER, 2010). A skizofrénia kialakulása nagyvárosokban gyakrabban fordul elő. Ennek oka az lehet, hogy a nagyvárosokban csökken az önértékelés és gyakoribbak a reményvesztések. Minden olyan társadalom, mely versengésre biztatja tagjait, alacsony önértékelést alakít ki azokban az emberekben, akiknek be kell látniuk, hogy veszítettek, és ezeket az emberek sebezhetőbbek lesznek a pszichológiai problémákkal szemben (ARIETI, 1979).

Biológiai tényezők közül a dopamin-elmélet a legfontosabb a betegség megismerésének szempontjából. A 70-es évektől egyre több bizonyíték halmozódott fel a skizofrénia és a dopaminrendszer kapcsolatára. A dopamin-hipotézist alátámasztó tény, hogy a plazmában mért homovanilinsav (dopamin metabolitja) mennyisége a pszichotikus tünetek alatt nagy koncentrációban van jelen és az állapot javulásával koncentrációja fokozatosan csökken. A ventrális tegmentális terület dopaminerg neuronjainak a működése változik meg, aminek következtében az úgynevezett fázikus felszabadulás (kisülés sorozatok kialakulása) nő meg, ezzel a mezolimbikus dopaminerg felszabadulás fokozódik. A mezolimbikus dopaminerg rendszer túlaktivitása a pozitív tünetek kialakulását magyarázza. Ugyanakkor a prefrontális kéregbe érkező dopaminerg tónus viszont csökken, ez az alulműködés áll valószínűleg a negatív tünetek és a kognitív problémák hátterében (MAKKOS 2011). A dopaminerg rendszer mellett a szerotoninerg pályák és a glutamáterg rendszer is fontos szerepet játszik a különböző tünetek kialakulásában (LI és mtsai, 2016).

Mai napig vitatott tény az, hogy a droghasználat kiválthatja-e a skizofréniát. Egyesek szerint a betegség kialakulását kábítószer rendszeres, vagy akár egyszeri használata is kiválthatja, ugyanis hallucinációt, téveszmét és szorongást okozhat, mely a későbbiekben a skizofréniához vezethet. A hallucinogén szerek pl. LSD, vagy kannabisz-származékok használata előbbre hozhatja a már lappangó betegség kezdetét, valamint a kábítószer-használat során növekvő dózis a pszichotikus tünetek megjelenésének valószínűségét növeli (HAM és mtsai., 2017). Több kutatás bizonyítja, hogy a rendszeres kannabisz-fogyasztók körében később nagy valószínűséggel alakul ki tartós pszichotikus

állapot és a skizofréniában szenvedő betegek körében is a marihuána a leggyakrabban használt kábítószer (ARSENEAULT, 2002, ANDREASSON, 1987). Annak ellenére, hogy a 1960-as évektől kezdve a kannabisz-használók száma évről évre nő, a skizofréniával diagnosztizált betegek száma stagnál, emiatt a marihuána-fogyasztás valószínűleg nem befolyásolja a betegség kialakulását (<http://www.orvosikannabisz.com/aktualitas/heti-kannabisz-es-skizofrenia-szamokban/>).

A skizofrénia kezelése

A beteg kezelésbe vétele általában a hozzátartozók beleegyezésével történik, mivel a páciens többnyire nem képes belátni a betegségének súlyosságát. A család a skizofrén beteg megváltozott magatartása és a pszichotikus tünetek megjelenése miatt fordulnak orvoshoz. Először az érdeklődés csökkenését veszik észre a hozzátartozók, amely dolgok régebben a beteg kedvenc időtöltései voltak. Később a közönytől és az érzelmi élet elsivárosodásáról, heves megnyilvánulásokról számolnak be a családtagok. A mai napig egységes terápiás előírás nem létezik a betegség kezelésére (TRINGER, 2010). Marder megfigyelései szerint a pszichoszociális kezelésben részesülők kisebb dózisu farmakoterápiát igényelnek és a megfelelően gyógyszerrel kezelt páciensek intenzívebb pszichoszociális kezeléseket is tolerálnak. (MARDER, 2000).

Gyógyszeres kezelések

A skizofréniával diagnosztizált beteget először általában tradicionális első generációs neuroleptikummal (pl. klórpromazin, haloperidol) kezelik. Átlagos adaggal kezdik, a gyógyszerkészítményt 4-6 hétig adják a betegnek, ezután állapítják meg a további dózist, vagy a gyógyszerváltást, az eredmények és a mellékhatások függvényében. Ha a gyógyszerváltás mellett döntenek, a pszichiáterek választása gyakran valamilyen második generációs gyógyszerre (pl. clozapin, risperdal) esik, melyek mellékhatás-profilja jóval kedvezőbb az előbb említett első generációs antipszichotikumokkal szemben, és legalább ugyanannyira hatékonyak.

Az akut fázisban a kezelték háromnegyede javulást mutat a kezelés hatására. Ha a páciens negatív tünetei vannak előtérben, akkor a második generációs antipszichotikumokat alkalmazzák (GYIRES és FÜRST, 2011). A gyógyszeres kezelés hatékonysága függ a beteg hozzáállásától is, fontos felvilágosítani az esetleges kellemetlenségekről és mellékhatásokról, melyek elriaszthatják őket a kezeléstől. Általában csak egyféle gyógyszert

adnak a betegnek, de ha nagyfokú feszültség és nyugtalanság jellemző rájuk, vagy, ha súlyosabb alvászavarokkal küszködnek, akkor az ilyen esetekben benzodiazepinek adására kerül sor (TRINGER, 2010).

Fenntartó terápia

Antipszichotikumokkal való kezelés nélkül a skizofrénia való visszaesés 70%, ezért fenntartó kezelést alkalmaznak az orvosok. A fenntartó kezelés idejére azt a neuroleptikumot választják, mely az akut fázisban (hallucinációk, téveszmék, súlyos magatartási problémák) bevált gyógyszer volt. A kezelést az első megbetegedés után 12 hónapig, a relapszus (visszaesés) után 2 évig ajánlott folytatni, további visszaesések után határozatlan ideig kell folytatni. Alkalmazhatnak *per os* (szájon át történő), illetve depot-készítményeket. A körülmények és a beteg együttműködése alapján választanak a fenntartó kezelés formájáról. A tartós hatású depot-injekciók megkönnyíthetik a család és beteg életét, hiszen nem kell figyelniük a rendszeres gyógyszeradagolásokra.

A kezelést végző személy és a beteg között gyakoribb a találkozás, így a kezelő az esetleges együttműködési problémákat hamarabb észreveheti és lépéseket tehet annak érdekében, hogy a beteg ne essen vissza a betegségbe. Természetesen a tartós hatású terápiának is megvannak az árnyoldalai, mint a súlyos mellékhatások hirtelen megjelenése, illetve az injekció beadási helyén kialakuló duzzadt, fájdalmas duzzanat, mely akár hónapokig is megmaradhat. (MAKKOS, 2011)

Mellékhatások

Az első generációs neuroleptikumok neurológiai mellékhatásai a következők lehetnek: parkinsonizmus, akatízia, disztónia, tardív diszkinézia. Mégis ezek a mellékhatások mellett is gyakran alkalmazzák az orvosok és ennek több oka is van. Egyrészt a betegek nagy részénél nem alakul ki az extrapiramidális mellékhatás (disztónia, akatízia, parkinsonizmus, tardív diszkinézia) és ezek jelenléte nélkül tolerálható a készítmény. Másrészt a skizofrénia pozitív tüneteinek megszüntetésére és enyhítésére igazán hatásosak. Végül ritkábban alakulnak ki olyan mellékhatások, mint a szedatív hatás és a testsúly-gyapardás, amely a második generációs készítményekre jellemző (BITTER és FÜREDI, 2000).

Pszichoterápia

A pszichotikus kórképek kezelése elsősorban antipszichotikus gyógyszerekkel történik, a gyógyszeres terápia nem váltható ki pszichoterápiával. A pszichoterápiás technikákat kiegészítésként alkalmazzák, a szociális készségek fejlesztése és az életminőség javítása céljából.

Individuális terápia: A hagyományos pszichoterápiáról (a beteggel érzelmi kapcsolatot kialakító terapeuta) elmondható, hogy önmagában a skizofrénia kezelésében nem működik. A skizofrén betegek egyik leggyakoribb tünetéhez tartozó aszociális viselkedés miatt. A beteg a terapeuta közeledését inkább fenyegetésnek érzi, sokkal szívesebben izolálódik el a világtól, saját belső világába vonulva. A terapeutának nagyon elfogadónak kell lennie és azt az érzést kell fenntartania a páciensben, hogy nem akarja őt megváltoztatni. Nagyon fontos az is, hogy a beteg világát tiszteletben tartsa. A terápia csakis akkor működik, ha a terapeuta és a beteg között kialakult a bizalom (TRINGER, 2010).

Magatartásterápia: célja az anomáliák korrigálása, nem kommunikáló betegek számára a kommunikatív készségek fejlesztése és a pozitív megerősítés, ha a kívánt magatartásformát alkalmazza. A terapeuta alkalmazhatja a jól bevált zsetonmódszer technikát pozitív megerősítésként, ennek lényege, hogy az elvárt viselkedés jutalmat, viszont a nem kívánt viselkedés büntetést von maga után. A jutalmat érő magatartást precízen meg kell fogalmazni a beteg felé, és ha elvégzi, akkor zsetonokat kap érte. Ezek a zsetonok később beválthatók a betegnek fontos „árucikkekre” pl. édesség, cigaretta. Ez remek lehetőség arra, hogy a pácienseket motiválják és a megcélzott viselkedési formákat teljesítsék (TRIXLER és TÉNYI, 2006; VIZIN, 2014).

Csoportterápia: az egyéni pszichoterápia után a betegeket kis csoportokba integrálják. A hospitalizáció első hetének végén kezdődik a csoportterápia, melyet általában 2-3 terapeutával végzik a terápiát, akik 6-10 beteggel foglalkoznak. (ARIETI, 1974). A skizofrén páciensekkel folytatott munka során a leglényegesebb az, hogy a pácienseknek olyan lélektani teret kell kialakítaniuk, melyben a páciensek a pszichózisukat megoszthatják, illetve a csoportot biztonságosnak, befogadónak érezzék, amit nem könnyű elérni, hiszen a betegek a csoport tagjaival szemben is bizalmatlanok. (TRIXLER és TÉNYI, 2005)

Művészetterápia: a művészettel a beteg adekvátábban tudja kifejezni az önérzetének torzulásait és a terapeuta is jobban megértheti páciense vívódásait az általa festett, vagy rajzolt művekből, így a beteg korrekciójában is jobban tud segíteni. A skizofréniasok festési vágya erős kontrasztban áll a világ egyéb dolgai iránti érdeklődés hiányával. Mivel a pácienseknek nagy nehézségeik vannak a verbális kifejezésben, gyakran a non-verbális formák célravezetőbbek, mind a terapeuta és a beteg számára is egyaránt. A művészetterápia révén a skizofrén beteg elérheti az egyre növekvő önkifejezési szabadságot és nem csak a kreativitása fejlődik, hanem az alkotás örömét is átélheti. Fontos megemlíteni a táncterápiát is a művészetterápia kapcsán. A táncterápia megadja a másik emberrel

való együttes mozgás örömét, illetve saját pszichikuma jobban tudatosul. Ez a terápia remek csoportfoglalkozás, hisz amikor a páciens felveszi a csoport ritmikus mozgását, akkor hallucinációik és téveszméik kevésbé foglalkoztatják őket. A táncterápiára is igaz a szabad önkifejeződés, gyakran olyan dolgokat tudatnak környezetükkel, melyeket szavakban nem tudnának kifejezni (ARIETI, 1979).

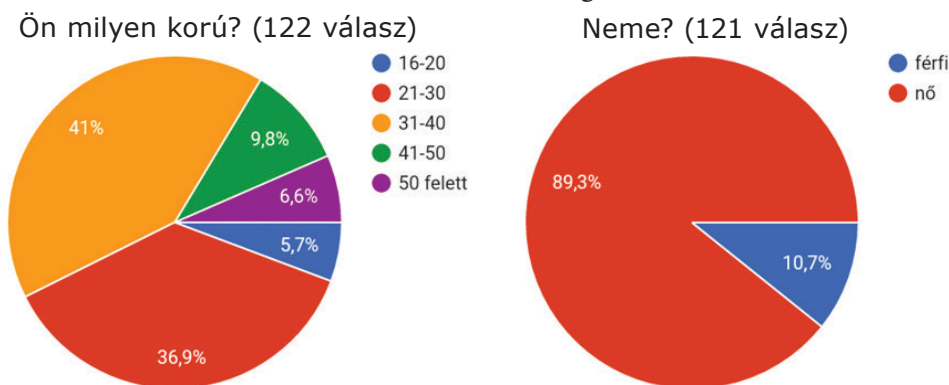
A skizofrénia elfogadottsága

Az elmebetegek megítélése a különböző történelmi korokban mindig is változott. Egyes mentális állapotokat nem minden korban értékelték betegségként. Sajátos, mágikus, vallásos színezetben jelentek meg és az adott kor embere a tünetek alapján ítélte meg a betegséget. A középkor folyamán a beteg sorsa attól függött, hogy téveszméi milyen természetűek voltak. Egyeseket tisztelték, másokat üldözték vagy betegnek tartották téveszméik miatt. A lykantropiás betegeket, akik állatnak képzelték magukat, kifejezetten üldözték, mert azt gondolták, hogy az illető állatokkal közösül. Az epilepsziát viszont „szent betegségnek” tekintették. Előfordult, hogy vasba verték és különböző tortúráknak vetették alá a mentális betegeket a középkor folyamán. Nem volt ritka az sem, hogy boszorkánynak, vagy eretneknek minősítették és kivégezték őket. A reneszánsz, majd a felvilágosodás kora nagy változást okozott a skizofrénia megítélésében. Előtérbe került az orvosi szemlélet és háttérbe a vallási megítélés. Az elmebetegeket tébolydákba zárták, ahol embertelen körülmények uralkodtak. Az intézmények célja a deviánsan viselkedők izolálása a társadalom többi tagjától. Majd a XIX. században elindult egy mozgalom, mely a mentális betegek emberi bánásmódját tűzte ki célul. Toleráns időkben az elmebetegek többsége családjukkal maradhatott. A toleránsabb idők után következtek a XX. század nagy diktatúrái, melyek nem tűrték el a devianciát és pszichiátriai betegek tízezreit pusztították el és érvénybe lépett az eutanázia törvénye. A szovjetrendszerben pedig a politikailag máshogy gondolkozó egyéneket elmeegógyintézetekbe zárták és megkapták a skizofrénia diagnózisát (TRINGER, 2010). A XXI. században a személyes szabadságjogok kerültek előtérbe, korlátozásokra csak végső esetben kerül sor. A többi mentális betegséggel együtt a skizofrénia megítélése változik, de a közvéleményre elsősorban ható média a skizofréniát még mindig a tudathasadással és fokozott agresszióval kapcsolja össze, emiatt a betegeknek kirekesztettséggel nagyfokú társadalmi előítéletekkel kell megküzdeniük (http://addictus.blog.hu/2016/11/18/skizofrenia_tevhitek_a_teveszmerol).

A skizofrénia elfogadottságának vizsgálata kérdőív segítségével

Kérdőívemben arról gyűjtöttem információt, hogy az emberek mennyire ismerik a skizofrénia betegségét, és mennyire elfogadóak a betegséggel szemben, illetve, az elfogadás mértéke függ-e ismereteik pontosságától. Kérdőívemet internetes felületen készítettem el és megosztás után 122 ember töltötte ki. A válaszadók zöme 21-40- év közötti nő volt (1. ábra), nagyrészüik felsőfokú végzettségű volt (2. ábra), és foglalkozásukat tekintve változatos képet mutattak. A kérdőívet kitöltők iskolázottsága magasan az országos átlag felett volt, foglalkozásuk szerint változatos képet mutattak. 45% felsőfokú végzettségű kitöltő mellett valószínű, hogy az érettségizettek egy része éppen valamelyik felsőoktatási intézményben tanul. Emiatt a kérdőívben tükröződő vélemények és ismeretek leginkább a felsőfokú végzettségűekre jellemzőek.

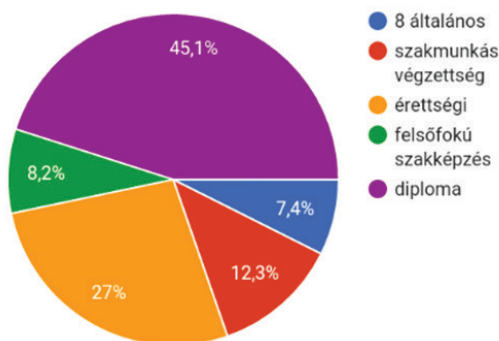
1. ábra: A kérdőívre válaszolók kor és nem szerinti megoszlása.



A kérdőívet zömében 21-40 éves nők töltötték ki, emiatt következtetésem is az ő ismereteiket és skizofréniairól alkotott nézetüket tükrözi.

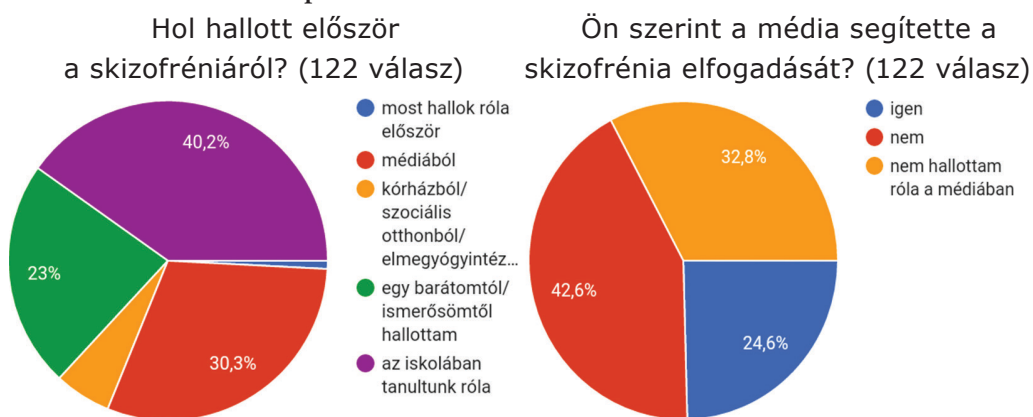
2. ábra: A kérdőívre válaszolók iskolai végzettsége

Önnek mi a legmagasabb iskolai végzettsége? (122 válasz)



A kérdőívet zömében diplomások töltötték ki. Több kérdést is feltettem annak érdekében, hogy megtudjam, az emberek mennyire ismerik a betegséget és összességében elmondható, hogy nagyon keveset tudnak róla, általában elutasítóak, vagy tartózkodóak. Két ember válaszolt minden skizofréniaival kapcsolatos kérdésre helyesen, és mind a ketten egészségügyben dolgoznak. Arra a kérdésre, hogy a média segítette-e a skizofrénia elfogadásában nemleges választ adtak (3. ábra).

3. ábra: Skizofréniaival kapcsolatos ismeretek forrása



A válaszadók zöme az iskolában tanult róla, de sokan először a médiából hallottak a skizofrénia betegségről. A jobb oldali ábra azt mutatja, hogy a válaszadók többségének véleménye szerint a média nem segítette a betegség elfogadottságát.

Talán, ha a média jobban felvilágosítaná az embereket a mentális betegségekről, a közvélemény megváltozna és humánusabban, toleránsabban közelednénk feléjük.

A mentális betegségek egyik legsúlyosabb terhe mind a társadalom, mind a család felé, hogy a mentális betegekkel szemben a munkaadók az indokoltnál bizalmatlanabbak, nem szívesen alkalmazzák őket. A skizofrénia ma még nem gyógyítható, és a kezelésekkkel sem mindig lehet a betegek állapotát stabilizálni (Millier és mtsai., 2014). A két kitöltő, aki egészségügyben dolgozva jól ismeri a betegséget, tartózkodó volt a skizofréniasok társadalmi integrálása tekintetében. Az egyikük alkalmazná a skizofrén beteget, de csakis olyan munkára, ahol állandó ellenőrzése alatt tarthatja, a másik semmiféle munkára nem alkalmazná őket. Valószínűleg ők a problémákkal találkoznak főleg, ilyenkor van szükség ismételt orvosi beavatkozásra, a problémamentes időszak az egészségügyben kevésbé hangsúlyosan jelenik meg. A skizofréniaival kapcsolatos kérdésekre több, mint 90%-ban jó választ adók közül a legtöbben magasabb arányúnak jelölték meg a kórházi kezelésre

szorulók számát, mint amennyi az a valóságban, a megjelölt 40-60% helyett kevesebb, mint 20%-uk szorul kórházi kezelésre. Arra a kérdésre, hogy alkalmaznák-e őket nemleges, vagy állandó ellenőrzés alatti választ adták. Arra következtettek ezekből a válaszokból, hogy a társadalmi elutasítottság, előítélet miatt a betegek, amíg tudják, titkolják betegségüket, emiatt ismerőseik, sőt sokszor a család is csak a betegség előrehaladott állapotában szerez arról tudomást. Valószínűleg emiatt is gondolják a valóságnál súlyosabbnak a betegséget. Ehhez társul a média által festett túlzó kép is, ami tovább növeli a betegekkel elutasítottságát és a velük kapcsolatos előítéleteket. A BME OMIKK „Munkavédelem - Ergonómia” c. folyóiratában Prof. Molnár Mária Judit, a Budai Egészségközpont neurológusa-pszichiátere szerint az orvosok megfelelő gyógyszerekkel kordában tarthatják a betegséget és a skizofrén beteg a család és a kollégák támogatásával visszatérhet a munka világába. Sőt, még a középvezetői pozícióban is megállhatja a helyét, ha megfelelően kezelt a beteg (http://www.hazipatika.com/psziche/szkizofrenia/cikkek/mi_es_szkizofrenia/a_szkizofrenia_lefolyasa/20120327163030). A 60%-nál kevesebb helyes választ adókról elmondható, hogy még tartózkodóbbak a skizofréniasok munkáltatása szempontból, mint a 60%-nál több helyes választ adók. Valamint azt is fontos megemlíteni, hogy a 60%-nál kevesebb helyes választ adó válaszolók zöme véleménye szerint a skizofrénia nem gyógyítható gyógyszerekkel, illetve gyógyszer szedése mellett is köz-és önvészélyesek lehetnek, vagyis ők általában félnek tőlük.

Azoknál az embereknél, akiknek az ismeretségi körében előfordul skizofrénias, a legtöbben a betegség kialakulásának leggyakoribb életkorát hibázták el. Közülük a legtöbben a gyermekkort jelölték meg helyes válaszként. Zömük alkalmazná a betegeket olyan munkára, melyek nem járnak nagy felelősséggel és olyan munkákra, melyeknél állandó ellenőrzés alatt dolgoznak.

Összegzés

Összességében elmondható, hogy a betegségről az emberek ismeretei hiányosak, legtöbben a manapság már ritka, gyógyszerekkel nehezen kordába tartható formájáról tudnak csak a skizofrénianak, és emiatt félnek ezektől a betegektől. Ebben valószínűleg szerepe van a médiának is, mivel média hírek formájában főleg ezek a szélsőséges esetek jelennek meg.

Kiegyensúlyozottabb tájékoztatással valószínűleg javítani lehetne ezen a helyzeten, ami nagyban javítaná a betegek és családjuk életminőségét is.

Irodalomjegyzék

- Andreasson, S., Allebeck, P., Engstrom, A., Rydberg, U. (1987) Cannabis and schizophrenia. A longitudinal study of Swedish conscripts. *Lancet*, 987:1483-6.
- Arieti, S. (1979) *Understanding and Helping the Schizophrenic*. A Touchstone Book, New York.
- Arseneault, L., Cannon, M., Poulton, R., Murray, R., Caspi, A., Moffitt, TE. (2002) Cannabis use in adolescence and risk for adult psychosis. *British Med J*, 325:1212-3.
- Bitter, I., Füredi, J. (2000) *Szkizofrénia*. Medicina, Budapest.
- Bleuler, E. (1911) *Dementia Praecox or the Group of Schizophrenias*. International University Press, New York.
- BNO-10 (1995) *A betegségek és az egészséggel kapcsolatos problémák nemzetközi statisztikai osztályozása*. Tizedik revízió I.-II. kötet. Népjóléti Minisztérium.
- Bobes, J., Arango, JC., Garcia-Garcia, M., Rejas, J., CLAMORS Study Collaborative Group (2010) Prevalence of negative symptoms in outpatients with schizophrenia spectrum disorders treated with antipsychotics in routine clinical practice: findings from the CLAMORS study. *J Clin Psychiatry*, 71:280-286.
- Carlborg, A., Winnerbäck, K., Jönsson, EG., Jokinen, J., Nordström, P. (2010) Suicide in schizophrenia. *Expert Rev Neurother*, 10:1153-64.
- Crow, TJ. (1980) Positive and negative schizophrenic symptoms and the role of dopamine. *Br J Psychiatry*, 137:383-6.
- Gyires, K., Fürst, Zs. (2011) *A farmakológia alapjai*. Medicina Könyvkiadó Zrt., Budapest.
- Ham S., Kim, TK, Chug S, Im HI. (2017) Drug abuse and psychosis: new insights into drug-induced psychosis. *Exp. Neurobiol.*, 26:11-24.
- International Schizophrenia Consortium, Purcell, SM., Wray, NR., Stone, JL., Visscher, PM., O'Donovan, MC., Sullivan, PF., Sklar, P. (2009) Common polygenic variation contributes to risk of schizophrenia and bipolar disorder. *Nature*, 460:748-52.
- Jones, PB., Buckley, PF., Kessler, D. (2006) *Schizophrenia*. London: Elsevier, Churchill and Livingstone, 7-18.
- Kassai-Farkas, Á. (2002) A szkizofrénia. *Hippocrates*, 4:392-395.
- Kendell, RE., Adams, W. (1991) Unexplained fluctuations in the risk for schizophrenia by month and year of birth. *Br J of Psychiatry*, 158:758-763.
- Li, P., Snyder, GL., Vanover, KE. (2016) Dopamine Targeting Drugs for the Treatment of Schizophrenia: Past, Present and Future. *Curr Top Med Chem*, 16:3385-3403.
- Makkos Z (2011) Második generációs antipszichotikum a szkizofrénia hosszútávú kezelésében. PhD értekezés. Semmelweis Egyetem http://phd.semmelweis.hu/mwp/phd_live/vedes/export/makkoszolta.d.pdf

- Marder, R. (2000) Integrating pharmacological and psychosocial treatments for schizophrenia, *Acta Psychiatr Scand Suppl*, 407:87-90.
- Mednich, SA, Machon, RA, Huttunen, MO, Bonett, D (1988) Adult schizophrenia following prenatal exposure to an influenza epidemic. *Arch. Gen. Psych.*, 189-192.
- Millier, A., Schmidt, U., Angermeyer, MC, Chauhan, D., Murthy, V., Toumi, M., Cadi-Soussi, N. (2014) Humanistic burden in schizophrenia: a literature review. *J Psychiatr Res*, 54:85-93.
- Réthelyi, J. (2011) A szkizofrénia diagnózisa Bleulertől a DSM-V-ig. *Neuropsychopharm Hung*, 13:193-203.
- Roy, A. (1982) Suicide in chronic Schizophrenia. *Br J Psychiatry*, 141:171-7.
- Topolov, MK., Getova, DP. (2016) Cognitive impairment in schizophrenia, neurotransmitters and the new atypical antipsychotic aripiprazole. *Folia Med*, 58:1.
- Tramer, M. (1929) Über die biologische bedeutung des Geburtsmonats, insbesondere für die Psychosenerkrankung. *Neurochirurgie und Psychiatrie*, 24:17-24.
- Tringer, L. (2010) A pszichiátria tankönyve. Semmelweis Kiadó, Budapest.
- Trixler, M., Tényi, T (2006) A szkizofrénia pszichoterápiája. *Medicina Könyvkiadó, Budapest.*
- Ventura, J., Subotnik, KL., Gitlin, MJ., Gretchen-Doorly, D., Ered, A., Villa, KF., Helleman, GS., Nuechterlein, KH. (2015) Negative symptoms and functioning during the first year after a recent onset of schizophrenia and 8 years later. *Schizophrenia Res*, 161: 407-413.
- Vizin, G. (2014) A viselkedésterápia módszerei és hatótényezői gyermek és felnőttkorban. <http://semmelweis.hu/klinikai-pszichologia/files/2012/06/dr.-Vizin-Gabriealla-Viselked%C3%A9ster%C3%A1pia-m%C3%B3dszerei-%C3%A9s-hat%C3%B3s%C3%A9nyez%C5%91i.pdf>

SEGÍTI-E A ZENE A TANULÁST? MOZART ZENÉJÉNEK HATÁSA KISISKOLÁSOK, GIMNAZISTÁK ÉS EGYETEMISTÁK TANULÁSÁRA

SÍPOS KLAUDIA¹ ÉS EMRI ZSUZSA²

¹ Biológia BSc szakos hallgató EKF;

² Eszterházy Károly Egyetem, TTK Biológiai Intézet Állattani Tanszék,
3300 Eger, Leányka u. 6.

E-mail: emri.zsuzsa@gmail.com

Abstract

In 1993 Rauscher and his coworkers made the claim that listening to Mozart's sonata for two pianos K448 for 10 minutes improved spatial reasoning skills in normal subjects for a short period of time. Later some investigators were unable to reproduce the findings while others confirmed it, nevertheless this finding triggered research about the effect of music on brain activity and confirmed that brain areas concerned with mental imaging overlap with those involved in music processing. It is suggested, therefore, that listening to music would prime their activation, and aid their performance during different mental tasks.

In my study I tested the effect of Mozart's sonata in a verbal test, in three age-groups of students: primary, high school and college students. Students read a short text either in silence or while listening to Mozart's sonata then we tested how correctly they can recall the text and they also filled a questionnaire about their learning habits and music preferences. Music did not improve their test results: the scores of primary school and college students were the same in both cases while high school students achieved poorer score with music than in silence. This group liked the least classical music and just started to develop their individual learning habits, probable their poor result reflected these facts. Although listening to music did not improve test scores, students generally believed in the beneficial effect of music on learning.

Bevezetés

A tanulás egész életünket átívelő folyamat. Tanulni sokféleképpen lehet, felolvasva a tananyagot, sokszor leírva a képleteket, asszociációval stb. Én is sok módszert kipróbáltam, hogy minél eredményesebb legyek, így kezdtem el zene mellett, zenével tanulni.

A zenét évszázadok óta használják relaxációs és terápiás célokra, az úgynevezett zeneterápiának számos területen mutatták ki jótékony hatását, használják például korai fejlesztők, rehabilitációs intézmények, fogyatékkal élők, egyes belgyógyászati, illetve hospice osztályok is. A sikeres alkalmazásokkal párhuzamosan a zeneterápia neurobiológiai hátterét vizsgáló tanulmányok is születtek. A múlt század végén láttak napvilágot elsőnek kifejezetten Mozart zenéjének hatásairól kutatások. Rauscher és munkatársai kutatásai szerint (1993) Mozart zenéje fokozza a tanulás hatékonyságát. Ezt az állítást a későbbi kutatások részben cáfolták részben finomították (CHABRIS, 1999; BRIDGETT és CUEVAS, 2000; HO és mtsai., 2003 CAMPBELL, 2009). Ezen publikációk eredményeit foglalom össze és egészítettem ki egy önálló kísérlet eredményével.

Mozart effektussal kapcsolatos vizsgálatok rövid ismertetése

Elsőként Alfred A. Tomatis írt Mozart zenéjének a pozitív hatásairól (1991), az ő tanulmánya irányította rá a figyelmet a Mozart zenéjének tanulásra, memóriára gyakorolt hatására. Munkássága a zene és a hallás kapcsolatát vizsgálta, és ő fektette le a zeneterápia alapjait, ő kezelt elsőnek sikerrel depressziót zenével.

Az első publikációt a Mozart effektusról Frances Rauscher és munkatársai publikálták, 1993-ban. Három csoportot hoztak létre diákokból, az egyik csoport csendben, a második kortárs és a harmadik csoport Mozart D-dúr szonátáját, két zongorára (K448) hallgatták. Ezután elvégeztek egy térbeli logikát igénylő feladatot, és a három csoport közül az teljesített legjobban, amelyik a Mozart darabot hallgatta. Később több kutató csoport is rekonstruálta az eredeti kísérletet, részben eltérő eredményekkel.

1999-ben két kutató csoport Mozart effektust vizsgáló kísérleteiből született Chabris meta-analízise. Chabris cikkében (1999) cáfolja Rauscher eredményét. Egyik kutatásban sem sikerült egyértelműen igazolni Rauscher állítását, Mozart zenéje sem az IQ-ra, sem a térbeli feladat elvégzésére nem volt hatással. Viszont azt kimutatták, hogy ha a hallgató élvezte a zenét, akkor jobban teljesítették a feladatot.

Bridgett és Cuevas (2000) kísérletében a tesztben résztvevők matematikai feladatlapokat oldottak meg. Ebben az esetben sem tudták kimutatni, Mozart zenéjének pozitív hatását. Kimutatták, hogy 10 perc Mozart vagy Bach hallgatása egyáltalán nem javítja a matematikai feladatok megoldásának eredményességét. Egy 2003-ban megjelent kutatásban a vizuális és a verbális memória és a zene kapcsolatát kutatták (Ho és mtsai., 2003). A teszt résztvevői között voltak olyanok, akiknek volt zenei alapképesítése, és olyanok is, akiknek nem. A teszt során két feladat típust végeztek el, az első a verbális memóriát mérte fel. Ezt egy korábban már használt, HKLLT nevű feladattal tesztelték, háromszor felolvastak egy idegen szót, majd vissza kellett mondani, ezután 10, és 30 perc múlva is fel kellett idézni. A vizuális memóriát Benedict által 1997-ben kidolgozott Brief Visuospatial Memory Test- Revised (BVM-T-R) teszttel vizsgálták. Ebben a tesztben 10 másodpercig mutatnak egy képet a résztvevőnek, majd le kell rajzolni a lehető legtöbb figurát a tesztlapra a megfelelő helyre. Azért ezt a tesztet használták, mert rövid és az eljárás hasonló a HKLLT-hez, ezért egyértelmű összehasonlítást ad a verbális és vizuális tanulási képességekről. A kutatás során kiderült, hogy azok, akiknek volt valamilyen zenei alapképesítésük, akár felnőttek, akár gyerekek voltak, jobban teljesítettek azoknál, akiknek nem volt zenei alapképesítésük. Más vizsgálatok szerint elősegíti a téri gondolkodást. (RAUSCHER, és mtsai., 1993, 1995; KENEALY és MONSEF, 1994; MCKELVIE és LOW, 2002; IVANOV és GEAKE, 2003; WILSON és BROWN, 2010), javítja a matematikai teszteredményeket (TAYLOR és ROWE, 2012; BRIDGETT és CUEVAS, 2000), vagy a hallott szavak megjegyzését (Ho és mtsai., 2003). A legtöbb kutatásban úgy találták, hogy elősegíti a rövid távú memória által rögzített emlékek elraktározását a hosszú távú memóriában.

A tanulás neurobiológiai szempontból

Neurobiológiai szempontból a tanulás két részre bontható. Az első lépésben a hippocampusnak van szerepe. A hippocampus az agykéreg minden érző és asszociációs területével közvetett reciprok kapcsolatban áll az entorhinális kérgen keresztül. Tehát eljut ide minden érzékszervből származó információ, itt társítódnak és átalakulnak olyan formába, mely alkalmas a hosszú idejű tárolásra. A második lépésben pedig az emlékek elszállítódnak a neocortexbe, és itt tárolódnak hosszú távon. Tehát a hippocampus nem tárolja, csak a memórianyomokat beégeti és a különböző érzékszervekből származó információkat társítja.

Már ismert tény, hogy a hippocampusnak két az EEG-n is regisztrálható jellegzetes, viselkedésfüggő aktivitás mintázata van. Az egyik 4 – 8 Hz-es, ami a theta frekvenciájú ritmikus aktivitásnak felel meg, vagyis időben ismétlődő változás. Ez a folyamat például a környezet felfedezése során figyelhető meg. A másik nagy frekvenciájú, szabálytalan

tevékenység, melyben nagy amplitúdójú éles hullámok vannak. Ez az aktivitás főleg éber, nyugalmi állapotban, táplálkozás és lassú hullámú alvás során jelenik meg. Ez a két EEG mintázat a memória rögzülés két különböző folyamatának feleltethető meg. A theta hullámok a memória akvizíciója, vagyis az emlékek kialakulása során jelennek meg, míg az éles hullámú fázis a memória konszolidációja, vagyis az emlékek rögzülése. Az éles hullámok pedig nem mások, mint a nagyszámú piramissejt szinkron kisülésének az eredményei, mely során egy-egy rövid explorációs fázis információ tartalmának beégetése történik. (FREUND, 2001, 2005).

A modern vizsgálati eljárások (fMRI, PET stb) bizonyították, hogy zenehallgatáskor kiterjedt kérgi területek aktiválódnak melyek között szerepel többek között a frontális kéreg, amigdala és a hippocampus (KOELSCH, 2010). A Mozart effektus azon alapul, hogy Mozart zenéje ezen területek neuronjait mintegy „ráhangolná” a sikeres tanuláshoz is szükséges aktivitási mintázat kialakítására (RIDEOUT és LAUBACH, 1996). Sokak szerint a hatás nem specifikusan a zenéhez, hanem a zene élvezetéhez kötődik, de ezt a feltevést cáfolta az a patkányokon végzett kísérlet, melyben Mozart zenéje elősegítette a patkányok téri tájékozódását (RAUSCHER és mtsai., 1998).

A saját vizsgálatomban verbális tesztet használtam, arra voltam kíváncsi, hogy megkönnyíti-e a zenehallgatás egy frissen olvasott szöveg felidézését.

Módszerek

A kutatásom során igyekeztem úgy megválasztani a résztvevőket, hogy reprezentatív mintát mutasson különböző fajta tanulási szokásokról, stratégiákról. Három korcsoportot vizsgáltam: általános iskolai harmadik osztályt, ahol még inkább a felügyelettel történő, közös tanulás a jellemző; főiskolai hallgatókat, akik már feltételezhetően kiforrott tanulási szokásokkal rendelkeznek és egy „átmeneti” korosztályt a középiskolai első osztályt, akik már önállóan tanulnak, de éppen most kerültek szembe újabb elvárásokkal, amelyeknek meg kell felelniük.

Ahol tudtam, a korosztályt két csoportra választottam külön, olyanokra, akiknek volt valamennyi - legalább három év (THOMPSON és mtsai., 2001) - zenei alapképzettségük, ez lehet hangszeres különóra, magán énekóra vagy énekkar vagy szolfézs óra, és azokra, akiknek nem volt zenei alapképzettségük.

Összesen 81 fő vett részt a kutatásban, ebből 23 fő harmadik osztályos, 35 fő gimnazista, akik közül 29 fő nem rendelkezett zenei alapképzettséggel és a maradék 7 fő rendelkezett zenei alapképesítéssel, és 22 fő főiskolai hallgató, közülük 14 fő biológia szakos hallgató és 8 fő ének-zene tagozatos.

Tesztfeladat és kérdőív

A résztvevők egy-egy szövegrész egyszerű elolvasása után a szöveg részleteit felidéző kérdésekre válaszoltak. Az egyik szöveg olvasása közben zenét hallgattak, Mozart D-dúr szonátáját két zongorára, a másik szöveget csendben olvasták el. A szövegeket a korosztályokhoz mérten válogattam össze. A főiskolai hallgatók két rendszertani leírást olvastak Alfred Brehm: Az állatok világa (<http://mek.oszk.hu/03400/03408/html/>) c. könyvéből. A gimnazisták egy ismeretterjesztő cikket kaptak az agárversenyzésről hazánkban (<http://kutya.hu/Cikk.aspx?id=5013>) és egyet a sisakos kameleonnól (<http://www.varosz.hu/tudastar/sisakos-kameleon/>). A harmadikosok egy magyar mondat (<http://docplayer.hu/3577003-Balogh-beni-magyar-kiralymondak.html>) és egy Szindbád történetet (forrás: <http://mek.oszk.hu/03200/03210/html/02.htm#32>) olvastak. A szövegekhez tartozó kérdések száma is változott az életkortól függően, így a harmadikosok tíz kérdésre, a gimnazisták tizenöt kérdésre, a főiskolai hallgatók pedig húsz kérdésre kellett választ adni. Minden esetben négy válaszlehetőség közül kellett a helyes választ kiválasztani. A tesztek kitöltése után a tanulási és zenehallgatási szokásaikról egy 11 kérdéses kérdőívet töltöttek ki a résztvevők.

Adatok (eredmények) értékelése

vtem ki. A zene melletti olvasás és zene nélküli olvasás eredményeit párosított Student's t-próbával (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/t-test.html>) hasonlítottam össze. A gimnazistáknál és főiskolásoknál lehetőség volt két csoport kialakítására zenei alpműveltség alapján, az egyik csoportba kerültek azok, akiknek volt valamilyen zenei alapképzettségük, tehát vagy játszanak hangszeren, vagy járnak magán énekórára, esetleg szolfézs órára. A másik csoportba pedig azok kerültek, akik csak az iskolai tanórákon kerültek kapcsolatba zeneművészettel.

Az egyes korosztályok teljesítménye zene nélkül, illetve zene mellett csak a gimnazisták között mutatott jelentős eltérést, lényegesen rosszabbul teljesítettek, ha zene mellett olvasták a szöveget. Az általános iskolások számára inkább zavaró volt a zene,

még a főiskolások között egyénileg variált, voltak olyanok, akiknél segített, míg mások számára inkább zavaró volt (1. táblázat).

1. táblázat: A tesztek korosztályonkénti eredménye. A táblázat az eredményeket a százalékos értékek átlaga \pm stdev formátumban. * $p > 0.05$ a zene és zene nélküli teszteredmények között.

Korosztály	Zene nélkül	Zene mellett
Harmadikosok	60,87% \pm 25,75%	54,78% \pm 19,74%
Gimnazisták*	74,63% \pm 11,69%	62,41% \pm 18,25%
Főiskolások	66,59% \pm 12,28%	62,05% \pm 15,33%

2. táblázat: A gimnazisták és főiskolások eredményei, ha két csoportra különválasztjuk őket. A táblázat az eredményeket a százalékos értékek átlaga \pm stdev formában mutatja be.

		Zene nélkül	Zene mellett
Gimnazisták	Zenei alapképesítéssel rendelkező	74,25% \pm 11,09%	63,91% \pm 17,14%
	Zene alapképesítéssel nem rendelkezők	76,19% \pm 14,84%	56,19% \pm 22,72%
Főiskolások	Zenei alapképesítéssel rendelkező	68,75% \pm 16,20%	58,13% \pm 17,92%
	Zene alapképesítéssel nem rendelkezők	65,36% \pm 9,90%	64,29% \pm 13,85%

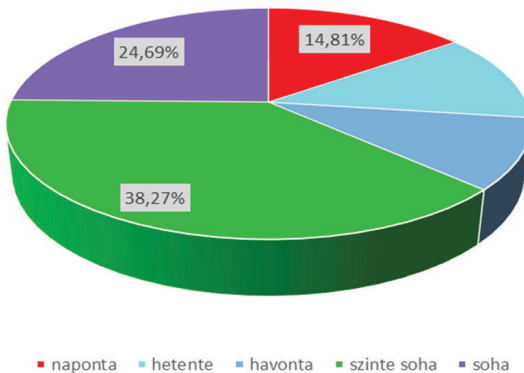
Ha a zenei alpműveltséggel rendelkezőket, illetve nem rendelkezőket különválasztjuk, akkor a gimnazistáknál a zene nélküli teszt teljesítménye nem különbözött a két csoportban, viszont zene mellett a zenét nem tanulók teljesítménye romlott. A főiskolásoknál pedig a tesztfeladatot zene mellett rosszul teljesítők inkább a zenei alpműveltséggel rendelkezők közül kerültek ki (2. táblázat).

Természetesen minden csoportban voltak, akik az átlagtól eltérő tendenciát mutattak. Volt olyan diák, akinek zene nélkül 50% lett az eredménye, míg zene mellett 80%, és a fordítottja is előfordult, a zene nélküli teszt 100%-os lett, míg a zene mellett csak 33,33%.

Kérdőívek eredményeinek kiértékelése

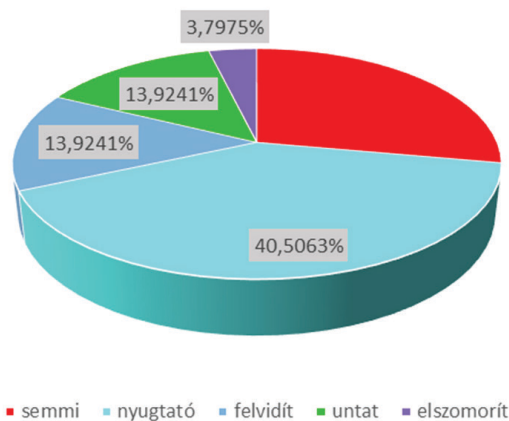
A kérdőív kérdései zenei képzettségre, zenehallgatási szokásokra és a résztvevő zene melletti tanulással kapcsolatos véleményére, tapasztalataira irányultak. A válaszadók 16,05%-a érezte úgy, hogy legjobban csendben tud tanulni, és 8,64%-a állította, hogy

semmiféle zaj nem zavarja. A többiek bizonyos mértékben tudnak zaj mellett tanulni. Zenét legalább alkalmanként a résztvevők legalább kétharmada hallgatott minden korosztályból. Gimnazisták között volt a zenét egyáltalán nem hallgatók aránya a legkisebb (2,8%) míg a tanuláshoz rendszeresen zenét hallgatók aránya a legnagyobb (27,8%). Természetesen az is befolyásolhatja, hogy milyen hatása van Mozart zenéjének, hogy valaki milyen stílusú zenét szokott általában hallgatni. A kérdőívben adott válaszok alapján nem volt olyan, aki nem hallgat semmilyen stílusú zenét. Bár sokan maguktól, szórakozásból nem hallgatnak klasszikus zenét, mégis minden korosztályban voltak olyanok, akik napi szinten hallgatnak klasszikus zenét (1. ábra). Havonta vagy még ritkábban hallgatnak klasszikusokat az általános iskolások 56,52%-a a gimnazisták 75%-a és a főiskolások 50%-a vagyis a válaszadók 69,96%-a.



1. ábra: Klasszikus zene hallgatásának gyakorisága a válaszadók között.

A harmadikosok 17,39%-a, a gimnazisták 11,11%-a és a főiskolások 18,18%-a, vagyis a válaszadók 14,81%-a napi rendszerességgel hallgat klasszikus zenét. A válaszadók több mint a fele havonta, vagy még ritkábban hallgat csak klasszikus zenét.



2. ábra: A klasszikus zene hatása a kísérletben résztvevőkre.

Ahogy minden hangnak, zajnak, zenének hatása van az emberre, így a klasszikus zenének is. Ez a hatás természetesen teljesen az egyéntől függ. A klasszikus zenét leginkább nyugtató hatásúnak, vagy semlegesnek ítélték a válaszadók (2. ábra).

A résztvevők nagy része nyugtató hatást tulajdonít a klasszikus zenének, harmaduk számára semleges, és a maradék harmada a válaszadóknak erősebb pozitív vagy negatív érzelmi hatást társít a klasszikus zenéhez. Elszomorítónak mindössze 3,8% tartja a klasszikus zenét.

Amiatt, hogy a szövegre kellett koncentrálniuk, Mozart szonátája csak háttérzajjá vált. Kíváncsi voltam, hányan ismernék fel a zenét, ha újra meghallanák, a résztvevők több mint a fele érezte úgy, hogy valószínűleg felismerné a hallott zenét (3. táblázat).

3. táblázat: Felismernéd a zenét, amit a teszt közben hallottál, ha újra meghallanád?

	Harmadikosok	Gimnazisták	Főiskolások	Összesen
Igen	39,13%	11,11%	40,91%	27,16%
Valószínűleg igen	13,04%	30,56%	45,45%	29,63%
Lehet	30,43%	22,22%	13,64%	22,22%
Nem	17,39%	36,11%	0,00%	20,99%

A fenti kérdésre adott válaszok százalékos aránya a különböző korcsoportokban. A legfiatalabbak voltak legbizonytalanabbak abban, hogy ráismernének-e a hallott zenére. A gimnazistákat ragadta meg legkevésbé Mozart szonátája, vagy ők zárták ki a zenét leginkább, mint zavaró háttérzajt, 36%-uk határozottan állította, hogy nem ismerne rá

Az utolsó kérdésre csak azoknak kellett válaszolniuk, akik szoktak tanulás közben zenét hallgatni. A kérdés az volt, hogy könnyebben fel tudják-e idézni a tanult anyagot, ha a zenét felidézik. A válaszadók többsége szerint ez a tantárgytól függ, de többség úgy érezte, hogy könnyebben, vagyis a teszteredményektől függetlenül a többség pozitív hatást tulajdonított a zenének.

Megbeszélés

A kutatásban azt vizsgáltam, hogy igaz-e a feltevés, hogy Mozart zenéje javítja a teljesítményt verbális feladatnál. Az általam vizsgált felállásban a zenének nem volt pozitív hatása a teszteredményekre, inkább zavarólag hatott a háttérzene. Természetesen minden korcsoportban volt, aki az átlagtól eltérő eredményt mutatott, de kísérletemben egyéb hatásokat nem zártam ki. Lehetett az átlagtól eltérő eredmény oka, hogy egy résztvevő

számára valamelyik szöveg érdekesebb volt, vagy a témája ismerős, esetleg aznap egyszerűen fáradtsága miatt teljesített másképp, mint az átlag.

Az eredeti feltevést, vagyis, hogy Mozart zenéje növeli az IQ-t és megkönnyíti az emlékező képességét többen cáfolták. 1994-ben két kutatócsoport is megpróbálta rekonstruálni az eredeti kísérletet, de mindkettő csak cáfolni tudta. Stough és mtsai az Aukland-i egyetemen az eredeti feladattól eltérő térbeli IQ-tesztet használtak és nem találtak különbséget a Mozart zenéjének hatására a feladat elvégzésében (STOUGH és mtsai 1994). A kudarc oka lehetett a másfajta teszt használata, emiatt egy másik kutatócsoport, Kenealy és Monsef viszont ugyanazt a tesztet, a Stanford-Binet tesztet használta, mégsem tudták kimutatni Mozart zenéjének pozitív hatását (KENEALY, 1994). 1997-ben egy finn kutatócsoport majmokon tesztelte, hogy van-e pozitív hatása Mozart zenéjének. Több különböző kísérleti körülményt alkalmaztak, például egyszerű ritmusokat, fehér zajt és természetesen Mozart szonátáját. A majmoknak egyszerű memória feladatokat kellett elvégezniük és az eredmények szerint az a csoport teljesített a legjobban, aki fehér zajt hallgatott. Tehát ez egy újabb sikertelen kísérlet volt Rauscher kísérletének reprodukálására (CARLSON és mtsai., 1997). Egy 2006-os kísérletben, viszont sikeresen megmutatták, hogy Mozart zenéje hatással van a tanulási folyamatokra.

Három részre bontották a kísérletet, Mozart előtt, Mozart után és csendben kellett elvégezni a feladatot melyben egy képernyőn rövid ideig láttak egy betűsört (13-21 db), amiben két karakter számmá változott. Majd megkérdezték, hogy milyen számokat láttak a képernyőn. Az eredmények az mutatták, hogy kicsi, de jelentős javulás mutatkozott, ha Mozart szonátája szólt, miközben elvégezték a feladatot (HO és mtsai., 2007).

A három korosztály közül a főiskolások tudták leginkább függetleníteni magukat a zenétől. A gimnazisták közül érezték legkevésbé úgy, hogy biztosan felismernék a zenét, ha újra hallanák és a legtöbben úgy, hogy biztosan nem (3. táblázat).

Valószínűleg ehhez az eredményhez hozzájárult, hogy a főiskolások ismerték már ezt a zenedarabot, vagy legalábbis Mozart zenéje nem hatott rájuk újdonságként. A másik két korosztály teljesítményét jobban befolyásolta a zene. Az általános iskola harmadik osztályosai már tudnak olvasni, megszokták az iskolai körülményeket, de legtöbbjük számára az olvasás még koncentrációt igényel. Általában még nincsenek kialakult tanulási szokásaik, tanáraik és a csoport szokásai dominálnak tanulási módjukban, és a csoportos tanulás miatt tanulás közbeni háttérzajhoz hozzá vannak szokva. Mozart zenéje viszont nekik jelenthetett leginkább újdonságot, így nem

meglepő, hogy teljesítményük a zene hatására inkább romlott, mint javult, bár nem változott szignifikánsan. A gimnáziumi, vagy középiskola első osztályban a tanulóknak szignifikánsan romlott a teljesítményük a zene hatására. (1. táblázat) Ez a korosztály érdeklődik legkevésbé a klasszikus zene iránt, a válaszadók 75%-a havonta egyszer vagy még ennél is ritkábban hallgat csak klasszikus zenét, és érdekes módon ők társítottak legkevésbé erőteljes érzelmeket ehhez a zenéhez 79,41%-uk semlegesnek, vagy nyugtatónak tartja a klasszikus zenét. Erre a korosztályra a frontális lebeny és ezzel összefüggésben a memória kapacitás növekedése jellemző (LUCIANA és WILSON, 1998), vagyis memóriakapacitásuk jó, de tanulási stratégiáik még nem feltétlenül fejlettek (SHIN és mtsai, 2007). A különböző tanulási stratégiák kialakulása és effektív használata inkább a következő korosztályra jellemző (LUCIANA és WILSON, 1998). Erre a korosztályra jellemző még, hogy hajlamosak a kockázatosabb stratégiákat választani, és saját képességeikben, esetünkben, memóriájukban, túlzottan megbízni (SHIN és mtsai 2007), emiatt a zene esetleges segítő hatását még nem tudták kihasználni, viszont zavaró hatásának kiküszöbölésére sem tettek kísérletet.

Egyes kutatások azt is igazolták, hogy nagyban befolyásolja a Mozart-hatást az is, hogy milyen a résztvevő hangulata (STEELE, 2000). Értekezésében rámutatott, hogy nem volt semleges kontrollkezelés. Mozart zenéje és a relaxációs kazetta ugyanolyan minőségben képes befolyásolni a hallgató hangulatát, ami pedig a teljesítő vagy a koncentráció képességet megváltoztatja. Stressz mentes, nyugodt állapotban az egyén jobban képes koncentrálni. Így, ha a kísérlet résztvevői éppen nyugodtak, a világ felé nyitottak voltak, vagyis befogadó képes állapotban ültek le a tesztet elolvasni, akkor általában jobban teljesítettek.

A válaszadók tanulási szokásai és zenéhez való viszonya

A válaszadók 16,05%-a csendben szeret tanulni, ez az arány életkorral enyhén csökken (4. táblázat).

4. táblázat: A „Zavar-e tanulás közben a zaj?” kérdésre adott válaszok százalékos aránya.

	Harmadikosok	Gimnazisták	Főiskolások	Összesen
Csend	17,39%	16,67%	13,64%	16,05%
Néha	8,70%	33,33%	31,82%	25,93%
Hozzászoktam	21,74%	5,56%	4,55%	9,88%
Nem is zavart	26,09%	0,00%	4,55%	8,64%
Nem tudom	13,04%	0,00%	0,00%	3,70%
Zenétől függ	13,04%	44,44%	45,45%	35,80%

Míg a harmadikosok nagy része általában valamilyen háttérzaj mellett tanul és emiatt úgy érzi, hogy a zene vagy zaj vagy sosem zavarta, vagy már hozzászokott, addig a két idősebb korosztály már határozott elképzeléssel rendelkezik arról, hogy milyen körülmények között tud éppen koncentrálni, milyen típusú zene segítheti tanulását vagy éppen teljes csendet szeretne-e.

A zene hatását a tanulásra az is befolyásolja, hogy a kitöltőnek volt-e valamilyen zenei alapképesítése (THOMPSON és mtsai., 2001), azok az emberek, akik behatóbban ismerik a zenét, kevésbé tudják ignorálni. Könnyebben felveszik a zene által sugallt hangulatot, így ha a két feladat között pihenésképp hallgatnak olyan zenét, amit kedvelnek, akkor valószínűleg jobban fognak teljesíteni. Az egyre idősebb korosztályokban egyre nagyobb azoknak az aránya, akik tanultak zenét. Az általános iskolások 26,08% rendelkezik valamilyen zenével kapcsolatos külön ismeretekkel a tanórákon felül, míg ez az arány gimnáziumban 44,44% és a főiskolásoknál már 72,72%.

A zenehallgatás mellett kialakult rosszabb teljesítmény a gimnazistáknál lehet, hogy klasszikus zenével szembeni ellenérzésüket tükrözi. Ebben a korosztályban volt a legmagasabb a klasszikus zenét csak esetenként hallgatók aránya, bár a zenehallgatás nem idegen ettől a korosztálytól, valamilyen zenét mindegyikük hallgat, és nem volt jelentős azok száma sem, akik kifejezetten negatív érzelmeket társítottak volna a klasszikus zenéhez (<15%). Ennek ellenére a koncentrációs képességüket és a felidézést nehezíthette a számukra érdektelen zenével történő társítás. Az egyes zenék hangulatát befolyásolhatja, hogy milyen hangnemben vannak megírva, erre példa, hogy a D-mollban írt darabokat általában szomorúnak találják. A vidám hangulatot viszont a tempó és a lüktetés adja. Jelen esetben a kutatásom során használt szonáta egy nyugodt és extrovertált személynek felszabadult, örömteli hangulatot kellene átadnia. Ez a hangulat a gimnazistáknál nem nagyon érvényesült.

Annak ellenére, hogy a teszteredményekben számottevő javulást nem tapasztalhatott a résztvevők többsége a zene hatását a tanulásra legalábbis bizonyos tantárgyaknál pozitívan ítélte meg. Főiskolások, akik leginkább tisztában vannak már a számukra eredményes tanulási stratégiával, volt a legmagasabb azok aránya, akik határozottan nem tulajdonítottak pozitív hatást a zenének (5. táblázat).

Valószínűleg ennél a kérdésnél a válaszadókat a zenéhez kapcsolódó pozitív érzelmeik vezérelték, és emiatt tulajdonítottak a teszt eredményétől függetlenül pozitív hatást a zenének.

5. táblázat: Ha zenével tanulsz, és később felidézed a zenét könnyebb-e a dolgozat megírása?

	Harmadikosok	Gimnazisták	Főiskolások	Összesen
Igen	46,67%	7,69%	30,77%	24,07%
Nem	20,00%	19,23%	30,77%	22,22%
Tantárgytól függ	33,33%	73,08%	38,46%	53,70%

A kitöltők nagy része pozitív hatást tulajdonított a zenének, határozottan úgy érezte, hogy legalább egyes feladat típusoknál segítheti a zene felidézése a tananyag felidőzését.

A zene pozitív hatását a különböző zeneterápiák során is kiaknázzák. A zeneterápiának passzív és aktív formáját különböztetik meg, az elsőben a zenehallgatás során kialakuló érzéseket használják fel terápiás célra, a másodikban pedig a páciens maga is zenél. Gyerekeknél és fiataloknál eredményesen alkalmazható viselkedési és fejlődési zavaroknál, viszont kevésbé hatásos érzelmi, önértékelési problémáknál (GOULD és mtsai., 2004). Autista gyerekeknél különösen eredményesen lehet javítani a verbális és szociális készségeket zeneterápia segítségével. Sokan találták eredményesnek a zenehallgatást és a zenei improvizációkat is autisták esetében (WHIPPLE, 2004; KIM és mtsai., 2009). Downszindrómánál ahol normális motoros kontroll hiánya limitálja a szenzoros tapasztalását a gyerekeknek, különböző kombinált terápiákkal lehet a szenzoros integráció kialakulását elősegíteni, és az ilyen kombinált terápiákba a zeneterápia is beilleszthető és fejlesztő hatású lehet (UYANIK és mtsai., 2003).

Összegzés

Kísérletemben a zene nem segítette a tanulást. Az eredmények függvényében az is kijelenthető, hogy egyes csoportok esetében kifejezetten zavaró tényező is lehet, elvonhatja a figyelmet arról, amire koncentrálniuk kellene. Bár a kitöltők szerint a zene pozitívan befolyásolja a tanulás hatékonyságát, ezt az érzésüket a kísérlet nem igazolta. Mozart zenéjének hatása a neuronok memória rögzítését segítő aktivitási mintázatának kialakulására nem mutatkozott a kísérletben, annak ellenére, ahogy a résztvevők válaszaiból kiderült, hogy a zenéhez pozitív hatást társítanak.

Irodalomjegyzék

- Bálint, P. (1972) Orvosi élettan: Egyetemi tankönyv I–II. Medicina, Budapest.
- Bridgett, DJ., Cuevas, J. (2000). Effects of listening to Mozart and Bach on the performance of a mathematical test. *Percept Mot Skills*, 90:1171–1175.
- Campbell, D. (2009) *The Mozart Effect*. Harper Collins, New York.
- Carlson, S., Rämä, P., Artchakov, D., Linnankoski, I. (1997) Effects of music and white noise on working memory performance in monkeys. *Neuroreport*, 8:2853–2856.
- Chabris, CF. (1999) Prelude or requiem for the ‘Mozart effect’? *Nature*, 400:826–827.
- Estefánné, Varga, M., Dávid M., Hatvani A., Héjja-Nagy K., Taskó, T. *Pszichológia elméleti alapok* URL: <http://old.ektf.hu/hefoppalyazat/pszielmal/index.html>
- Freund TF. (2001) A théta aktivitás keletkezési mechanizmusa és feltételezett funkciója. *Magyar Tud*, <http://www.matud.iif.hu/01okt/freund.html>
- Freund, TF. (2005) Lassú frekvenciájú agyhullámok és zajszűrés a hippocampusban, *Magyar Tud*, 166:5-9.
- Gold, C., Voracek, M., Wigram, T. (2004) Effects of music therapy for children and adolescents with psychopathology: a meta-analysis. *J Child Psychol Psychiatry*, 45:1054–1063.
- Ho, C. Mason, O, Spence, C. (2007) An investigation into the temporal dimension of the Mozart effect: Evidence from the attentional blink task. *Acta Psychol*, 125:117–128.
- Ho, YC., Cheung, MC., Chan, AS. (2003) Music Training Improves Verbal but Not Visual Memory: Cross-Sectional and Longitudinal Explorations in Children. *Neuropsychol*, 17:439–450.
- Ivanov, VK., Geake, JG. (2003). The Mozart effect and primary school children. *Psychol Music*, 31:405–413.
- Jenkins, JS. (2001) The Mozart effect. *J Royal Soc Med*, 94:170-172.
- Jones, MH. West, SD., Estell, DB. (2006). The Mozart effect: Arousal, preference, and spatial performance. *Psychol Aesthetics Creativity Arts*, 5(1):26–32.
- Kenealy, P., Monsef, A. (1994). Music and IQ tests. *The Psychologist*, 7:346.
- Kéri, Sz., Gulyás, B. (2003) Elektrofiziológiai módszerek a kognitív idegtudományban. In: Pléh, Cs., Kovács, Gy., Gulyás, B. (eds) *Kognitív idegtudomány*. Osiris Kiadó, Budapest, pp. 81-96.
- Kim, J., Wigram T., Gold C. (2009) Emotional, motivational and interpersonal responsiveness of children with autism in improvisational music therapy. *Autism*, 13:389-409.
- Koelsch, S. (2010) Towards a neural basis of music-evoked emotions. *Trends Cogn Sci*, 14:131-137.

- Luciana, M., Nelson, CA. (1998) The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four- to eight-year-old children. *Neuropsychologia*, 36:273-93.
- McKelvie, P., Low, J. (2002). Listening to Mozart does not improve children's spatial ability: Final curtains for the Mozart effect. *Brit J Dev Psychol*, 20:241-258.
- Rauscher, FH., Robinson, KD., Jens, JJ. (1998) Improved maze learning through early music exposure in rats. *Neurol Res*, 20:427-32.
- Rauscher, F.H., Shaw, G.L., Ky, K.N. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365:611.
- Rauscher, FH., Shaw, GL., Ky, KN. (1995). Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis. *Neurosci Lett*, 185:44-47.
- Rideout, BE., Laubach, CM. (1996) EEG correlates of enhanced spatial performance following exposure to music. *Percept Motor Skills*, 82:427-32.
- Shin, H., Bjorklund, DF., Beck, EF. (2007) The adaptive nature of children's overestimation in a strategic memory task. *Cogn Devel*, 22:197-212.
- Steele, KM. (2000) Arousal and mood factors in the "Mozart effect. *Percept Motor Skills*, 91:188-190.
- Stough, C., Kerkin, B., Bates, T., Mangan, G. (1994) Music and spatial IQ. *Personality and Individual Differences*, 17:695.
- Thompson, W.F., Husain, G., Schellenberg, EG. (2001) Arousal, mood, and the Mozart effect. *Psychol Sci*, 12:248-251.
- Tomatis, AA. (1991) *The Conscious Ear: My Life of Transformation through Listening*. Station Hill Press, Paris.
- Kayihan, UB. (2003) Comparison of different therapy approaches in children with Down syndrome. *Ped Internat*, 45:68-73.
- Whipple, J. (2004) Music in Intervention for Children and Adolescents with Autism: A Meta-Analysis. *J Music Ther*, 41:90-106.
- Wilson, T., Brown, T. (2010). Reexamination of the effect of Mozart's music on spatial task performance. *J Psychol*, 131: 365

WHAT EEG CAN TELL US ABOUT LEARNING?

KÁROLY ANTAL¹, CSILLA KVASZINGERNÉ PRANTNER², ZSUZSA EMRI¹

¹Department of Zoology, Eszterházy Károly University, Eger, Hungary,

²Institute of Humaninformatics, Eszterházy Károly University, Eger, Hungary

E-mail: antal.karoly@uni-eszterhazy.hu

Absztrakt

EEG felvételeken neuroncsoportok elektromos aktivitását tudjuk rögzíteni olyan időbeli felbontással, amely lehetővé teszi a kognitív folyamatok követését is. A neuronok elektromos aktivitása számos tényezőtől függ: az éberségi állapottól, attól hogy a szem nyitva vagy zárva van-e, az elvezetés alatt végzett feladat típusától, a figyelem mértékétől és az érzelmi állapottól. Attól függően, hogy az elektród a koponya mely részén helyezkedik el, más-más aktivitási mintázatot rögzíthetünk. Míg az EEG elvezetésben megjelenő, a kísérleti személy különböző állapotai közötti eltérések jól használhatók neuropedagógiai mérésekben, addig a genetikai különbségekből és a neuronális hálózat egyéni topográfijából adódó eltérések megnehezíthetik az eredmények kiértékelését. Ebben a cikkben Emotiv EPOC EEG készülékkel készített méréseket hasonlítunk össze. A mérésekben az Eszterházy Károly Egyetem 7 hallgatója (3 fiú) vett részt. A résztvevők EEG aktivitását nyugalmi állapotban (zenehallgatás behunyt szemmel), egy akció-dús filmjelenet és olvasás alatt vizsgáltuk. A felvételek jelentős egyéni különbségeket mutattak a különböző feladatok alatti alfa aktivitás mértékében és az alfa csúcs frekvenciájában is. Míg a vizsgált személyek egy részében a frontális elektródok teljesítmény-spektruma is erőteljes alfa aktivitást jelzett, addig másokban még nyugalmi állapotban is alig emelkedett ki ez a frekvenciatartomány. A legalacsonyabb az alfa aktivitáshoz kapcsolódó tevékenység is egyénileg változott: ez lehetett a film vagy az olvasás is. A béta és a gamma aktivitás általában a film alatt volt a legmagasabb. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy az EEG felvételek segíthetik a hatékonyabb tanulási folyamatok tervezését, de ehhez a résztvevők egyéni sajátosságait is fel kell tárnai, csak ezek ismeretében értelmezhetőek a feladatok során kialakult EEG változások.

Abstract

EEG data can help us to understand cognitive functions. The advantage of the EEG technique is that it measures neural activity directly with a good time resolution, and it is a relatively inexpensive, non-invasive technique. Brain electric activity depends on many factors, recordings reflect the position of the electrode, vigilance, engagement and emotions, and they also depend on individual features of the person like his/her genetic background or the topography of his/her neuronal connections. In this pilot experiment we measured the EEG activity during relaxation, movie watching or reading in 7 university students and compared their EEG spectra to reveal individual and task-dependent differences. The most reliable EEG wave, the alpha wave, showed considerable variability among participants, its several characteristics: amplitude, peak frequency, position and task dependency differed among the participants. Apart from individual variations common tendencies were also detected: the alpha band was the strongest in the recordings from the occipital sensor and it was the largest during relaxation. We concluded that individual characteristics of EEG recordings should be considered when we use EEG data to interpret cognitive processes.

Introduction

Recording and analyzing EEG data can help us to understand the cognitive functions relevant for learning and memory formation. EEG directly measures neural activity, with it we can monitor which brain regions are active during the different tasks. Although EEG cannot measure the electric activity of a single neuron, its time resolution is much better than of the brain imaging techniques (such as MRI or PET scanners). The electrical activity of the brain depends on many factors: it differs during wakefulness and the different sleep stages, changes when the eyes are open or closed and depends on the activity the person is doing (Barry et al., 2007; Klimesch et al., 1994). EEG activity thus reflects arousal, attention, engagement and also emotions. Because of its excellent time resolution EEG can capture cognitive processes in the time frame in which cognition occurs (Basar et al., 1999). Moreover EEG measurement is a noninvasive, relatively inexpensive method therefore it can be expansively used when pedagogical methods are tested (Ferrari, 2011). Its main limitation is that EEG activity displays large individual variations summing up from the genetic variance, the individuality of neuronal connections to the personal approaches to different tasks. This variability in EEG signals makes the analysis and the interpretation difficult.

Electroencefalogram (EEG)

The EEG recording shows different types of brain waves. These waves or oscillations are classified according their natural frequencies (alpha: 8–13 Hz, theta: 3.5–7 Hz, delta: 0.5–3.5 Hz, beta: 13–25 Hz and gamma: 30–70 Hz). Alpha rhythms are interpreted as an “idling rhythm” when the eyes are closed and the person is relaxed. Alpha rhythms are clearest in the occipital lobes, in the brain part responsible for seeing. Alpha oscillations also have another function: the so called functional alpha has been observed during sensory and cognitive processes (SCHÜRMAN and BASAR, 1999). It has been demonstrated that functional alpha activity is correlated with working memory and probably with long-term memory engram formation (BASAR et al., 1997; KLIMESCH et al., 1994). Alpha activity has a key role in optimal functioning, its enhancement has been shown during optimal cognitive and psychomotor performance, while poor performance, fatigue decreases the amplitude of alpha activity (BAZANOVA, 2012). Theta oscillations are related to cognitive processing and cortico-hippocampal interaction (BASAR et al., 1997; KLIMESCH et al., 1994; MILLER, 1991). Complex events, requiring frontal processing, induce large frontal theta response, as well as orienting, and selective attention (BASAR-EROGLU et al., 1992). Delta responses occur not only during slow wave sleep but it is also related to signal detection and decision making (BASAR-EROGLU et al., 1992). Beta waves are often seen in people who are awake, they are prominent in the frontal lobes, responsible for conscious thought and movement. Gamma oscillations seems to be important building-blocks of electrical activity of the brain, related to multiple cognitive functions including attention (MÜLLER and KEIL, 2004) and memory (HERRMANN et al., 2004; TALLON-BAUDRY et al., 1998), and several findings suggest that they represent more than just perception (JENSEN et al., 2007). Gamma oscillations may occur in different and distant structures and show phase locking, strong or weak time locking. Gamma oscillations possibly represent a universal code for central nervous system communication (BASAR et al., 1999; YORDANOVA et al., 1997). In humans the two hemispheres show asymmetric cortical activity. Especially frontal asymmetry studied in details since it is linked to emotions (HARMON-JONES et al., 2010). Activity increase in the left (dominant) hemisphere is associated to positive emotions such as motivation or enthusiasm while avoidance and other negative emotions are accompanied by an increase in right hemispheric activity (DAVIDSON, 1998).

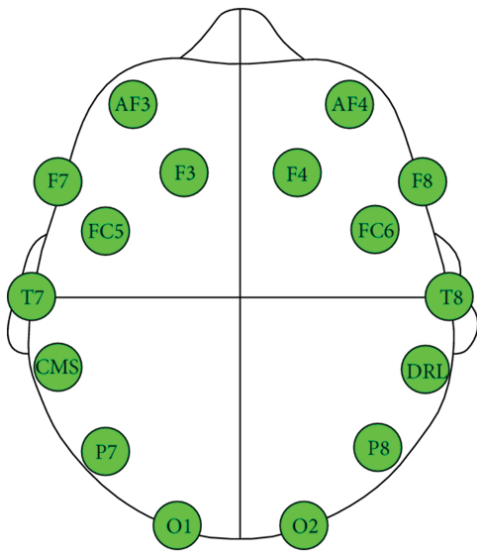
Aims of the study

Our study was aimed at exploring individual differences in EEG signals, especially in the alpha band. We measured the EEG during different tasks using Emotiv EPOC wireless EEG set. We wanted to compare data from the participants to reveal the extent of personal and task dependent features.

Methods

The Emotiv EPOC wireless EEG headset and accompanying software was used for data acquisition. The headset consists of 14 sensors positioned on the wearer's scalp according to the international 10–20 system (Fig. 1). Brain waves are measured in terms of amplitude (10–100 microvolts) and frequency (1–64 Hz).

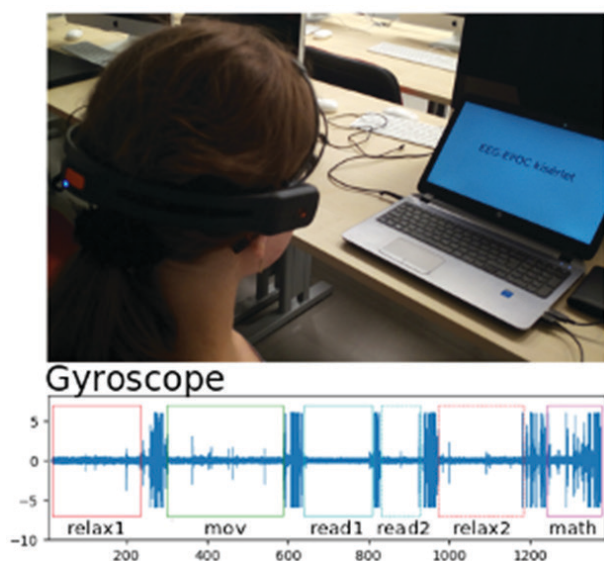
Figure. 1



Emotiv EPOCs electrode positioning, according to the 10–20 system, is used for EEG-signal recordings. The letters F, T, P and O stand for frontal, temporal, parietal and occipital lobes, respectively. There are four pairs of frontal electrodes, the most anterior and the one closest to the sulcus centralis named AF and FC, respectively. Even numbers (2, 4, 6, 8) refer to electrode positions on the right hemisphere, whereas odd numbers (1, 3, 5, 7) refer to those on the left hemisphere. CMS and DRL electrodes are the reference electrodes at P3 and P4 locations, respectively.

Seven right handed students from Eszterházy Károly University were recruited to participate. The age of the study participants was 21–29 years with 3 males, and four 4 females. The tasks during EEG measurement were presented on a laptop. First participants were listening to a relaxing music while their eyes were closed, then they watched a movie part they selected from our list. After the movie they had to read two different texts one about the biological basis of learning (an interesting topic for the participants) while the other was a dull legal text. After the reading they had another three minutes relaxation then they finished the experiment by doing a simple arithmetic exercise. Participants were asked to not move during the task, but they could reposition themselves between tasks (Fig. 2).

Figure 2.



Participants with the Emotiv EPOC EEG headset set next to a laptop presenting the tasks. They were asked to not move during the tasks. Gyroscope recording shows that the majority of movements occurred between tasks, participants stayed relatively motionless during the relaxing music (relax1-2) movie (mov) reading (read1-2) but during the mathematical (math) exercise they moved a lot.

Recordings were offline analyzed in Python (Python software foundation, 2.7.12), using the 'scipy.signal' (0.17.0) and 'spectrum' (0.7.1) packages (COKELAER, 2012–2017; JONES et al., 2001–2017). Raw data was high-pass filtered with 1 Hz cutoff frequency, then standardized to zero mean and unit standard deviation. To limit the effect of high peaks, we clamped the data to the $[-6, +6]$ range. For spectral analysis we used a Tukey window of 2 seconds with a shape parameter of 0.25, 1 second overlap between segments, and segmentwise linear detrending.

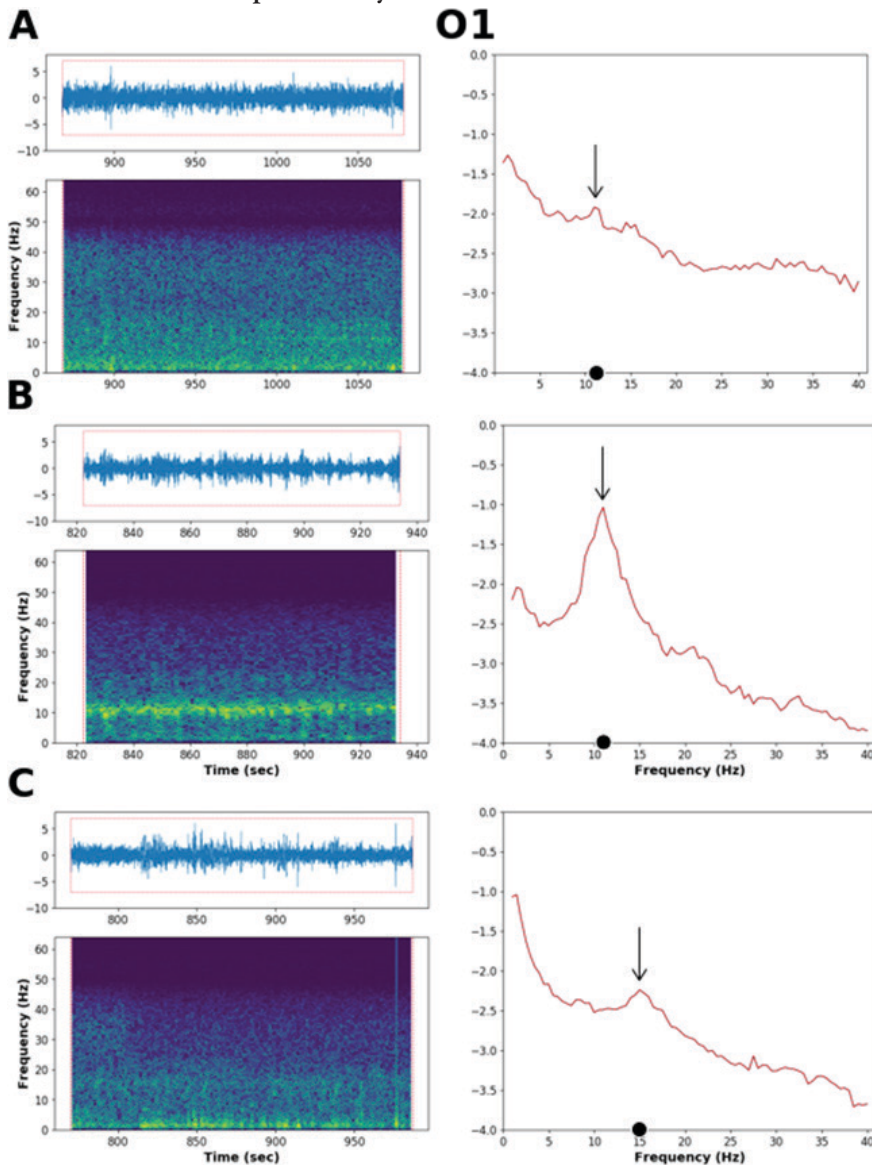
Results and discussion

Alpha frequencies

According to Gasser et al. (1985), the alpha rhythm is the most reliable EEG band. Evidence from animal models supports the view that alpha wave frequency is a result of the cortical network tuned by the thalamus, and it depends on T-type Ca^{2+} channel activity (LÜTHI and McCORMICK, 1998; STERIADE and TIMOFEEV 2003). The literature also shows that alpha rhythm is not a unitary phenomenon it demonstrates considerable variation depending on age, mental state, location of the recording electrode, as well as the cognitive task being performed (BASANOVA, 2012). During relaxation, when the eyes

are closed, it is the most prominent activity. An especially strong signal can be picked up by the occipital electrodes (O1-2). The EEG recordings of our participants during the relaxation task showed alpha activity with different powers (Fig. 3), some of the recordings demonstrated a hardly visible alpha peak in the EEG power spectra graphs (Fig. 3A) while in the graphs of the others the alpha peak was prominent (Fig. 3B).

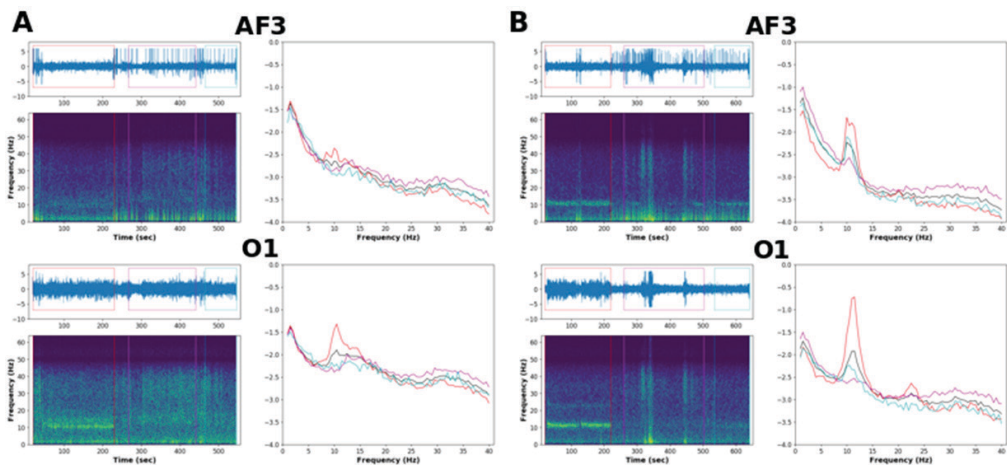
Figure 3. Variabilities in alpha activity.



EEG signals recorded by the left occipital electrodes in three participants during relaxation with closed eyes. The recordings of the O1 electrodes (left upper trace), color-coded time-frequency spectrograms (left bottom): warmer colors denote higher power, and the power spectra graphs (right) of the EEG activity are shown.

- A)** A participant displaying very weak alpha activity. The alpha band only visible at the end of the relaxation period, and no clear peak (arrow) appears at the power-spectra graph.
B) A participant showing strong alpha activity and a clear peak (arrow) in the alpha band.
C) Another participant with weak alpha activity. The power-spectra graphs shows that the alpha peak (arrow) frequency is around 15Hz (black circle), while in the other two individuals peak frequencies were lower, ~ 10 Hz.

Figure 4. Changes in EEG activity with the position of the sensor and the task performed.



The peak frequency varied too, it was usually ~ 10 Hz (Fig. 3A-B) but in one participant the alpha peak frequency was close to 15 Hz (Fig. 3C). During the different cognitive tasks alpha activity decreased (Fig. 4), but the extent of this decrease displayed high individual variations among the participants. Some of them showed the lowest alpha activity during the reading (Fig. 4A) while others during the movie (Fig. 4B). In resting condition alpha activity reflects resting-state arousal level (Barry et al., 2007), while during cognitive tasks it increases with engagement (Haegens et al., 2014). With the position of the electrode the amplitude of the alpha peak changed, the power spectra graphs showed the highest peak when they were calculated from occipital recordings (O1, O2) while the frontal electrodes (AF3-4 F3-4 F7-8 FC5-6) recorded weaker alpha activity (Fig. 4). The difference in alpha

peak could be prominent (Fig. 4A) or could be alpha activity being nearly as strong in frontal recordings as in occipital ones (Fig 4B). Identical positions at the two hemispheres showed similar alpha peaks (not shown).

The alpha activity in frontal lobe recordings was less prominent (AF3) than in the occipital recordings (O1). **A**) Some of the participants showed hardly visible alpha peak at frontal recordings (AF3), while the alpha activity was salient in the occipital recording (O1) especially during relaxation (red). During the other tasks alpha activity decreased in both locations, this participant showed the lowest alpha peak during reading (green) and the highest beta or gamma activity during the movie (purple). **B**) Another participant showed strong alpha peak in all recording. The frontal alpha peak indicated two different alpha frequencies. The lower and higher bands were prominent during relaxation (red). When alpha peak decreased during the different tasks the lower frequency band was reduced more robustly than the higher frequency band. In this participant during the movie (purple) alpha activity was the lowest while beta and delta activities were the highest.

Beta and gamma frequencies

Beta waves are associated with alertness, active task engagement, and motor behavior (NEUPER and PFURTSCHELLER, 2001) while gamma waves are believed to facilitate feature binding in sensory processing (SKINNER et al., 2000; TALLON-BAUDRY, 2003). During our tasks these frequencies were not prominent, although when participant watched the movie (visual as well auditory stimuli) higher beta and gamma activities were recorded than either during relaxation (auditory stimulation only) or during the reading (Fig. 4).

Conclusions

We studied variability in individual alpha activity both within and across participants, in the occipital and frontal cortex under different experimental conditions. In our recordings even the alpha activity, the most reliable activity of the EEG spectrum (GASSER et al., 1985) showed considerable variability. The alpha frequency displayed inter-subject variability reflecting the genetic background of the participants as well as their overall cognitive performance. Moreover it showed intra-subject variability reflecting fluctuations in their performance. Therefore knowing the range within which the

alpha rhythm operates both between and within subjects, will be crucial in order to interpret results that try to explain performance differences in terms of alpha activity modulations.

The alpha system is known to support the selective modulation of cortical activity through thalamic gating mechanisms (STERIADE and TIMOFEEV, 2003). The changes in the temporospatial organization of the EEG in this range is believed to reflect adaptive mechanisms of the brain plasticity (LINAS et al., 1998; PUTZ et al., 2006), which are important in several cognitive functions as it was shown in several psychological investigations (BAZANOVA and AFTANAS, 2008).

Acknowledgement

We wish to thank the students for their participation in our study and also for their enthusiasm and patience.

The last author's research was supported by the grant EFOP-3.6.1- 16-2016- 00001 („Complex improvement of research capacities and services at Eszterházy Károly University.”)

References

- Barry, RJ., Clarke, AR., Johnstone, SJ., Magee, CA., Rushby, JA. (2007): EEG differences between eyes-closed and eyes-open resting conditions. *Clin Neurophysiol.* 118:2765-73.
- Basar, E., Basar-Eroğlu, C., Karakas, S., Schürmann, M. (1999): Are cognitive processes manifested in event-related gamma, alpha, theta and delta oscillations in the EEG? *Neurosci Lett*, 259:165-168.
- Başar-Eroğlu, C., Başar, E., Demiralp, T., Schürmann, M. (1992): P300-response: possible psychophysiological correlates in delta and theta frequency channels: a review. *Int J Psychophysiol*, 13:161–179.
- Bazanova, O. (2012): Comments for Current Interpretation EEG Alpha Activity: A Review and Analysis. *J Behav and Brain Sci*, 2:239-248.
- Cokelaer, T. (2012–2017): Spectrum Analysis Tools. Available at <http://github.com/cokelaer/spectrum>, accessed last: 2017.10.10.
- Davidson, RJ. (1998): Anterior electrophysiological asymmetries, emotion, and depression: conceptual and methodological conundrums. *Psychophysiology*, 35:607-614.

- Ferrari, M. (2011): What Can Neuroscience Bring to Education? *Edu Phil Theory*, 43:1. doi: 10.1111.
- Fries, P. (2015): Rhythms for cognition: Communication through coherence. *Neuron*, 88:220-235.
- Gasser, T., Bacher, P., Steinberg, H. (1985): Test–retest reliability of spectral parameters of the EEG. *Electroencephalography and Clin Neurophys* 60:312–319.
- Haegens, S., Cousijn, H., Wallis, G., Harrison, P.J., Nobre, A.C. (2014): Inter- and intra-individual variability in alpha peak frequency. *Neuroimage*. 92:46-55.
- Harmon-Jones, E., Gable, P.A., Peterson, C.K. (2010): The role of asymmetric frontal cortical activity in emotion-related phenomena: a review and update. 84(3):451-62.
- Herrmann, C.S., Lenz, D., Junge, S., Busch, N.A., Maess, B. (2004): Memory-matches evoke human gamma-responses. *BMC Neurosci*. 5, 13.
- Jensen, O., Kaiser, J., Lachaux, J.P. (2007): Human gamma-frequency oscillations associated with attention and memory. *Trends Neurosci*. 30, 317–324
- Jones, E., Oliphant, T., Peterson, P. and others (2001–2017): SciPy: Open source scientific tools for Python. Available at <http://www.scipy.org/>, accessed last: 2017.10.10.
- Koizumi, H. (2000): The concept of developing the brain: a natural science for learning and education. In: Koizumi H, editor. *The Trans-Disciplinary Symposium on the Frontier of Mind-Brain Science and its Practical Applications, Part II*. Tokyo: Hitachi, p. 217 –9.
- Koizumi, H. (2004): The concept of ‘developing the brain’: a new natural science for learning and education. *Brain Dev*, 26:434–441.
- Klimesch, W., Schimke, H., Schwaiger, J. (1994): Episodic and semantic memory: an analysis in the EEG theta and alpha band. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 91:428–441.
- Llinas, R., Ribary, U., Contreras, D., Pedroarena C. (1998): The neuronal basis for consciousness. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 353:1841–1849.
- Lüthi, A., McCormick, D.A. (1998): H-Current: Properties of a Neuronal and Network Pacemaker. *Neuron*, 21:9-12.
- Miller, R. (1991): *Cortico-hippocampal Interplay and the Representation of Contexts in the Brain*. Springer, Berlin.
- Müller, M.M., Keil, A. (2004): Neuronal synchronization and selective color processing in the human brain. *J. Cogn. Neurosci*. 16, 503–522.
- Neuper, C., Pfurtscheller, G. (2001): Event-related dynamics of cortical rhythms: frequency-specific features and functional correlates. *Int J Psychophysiol*. 43:41–58.
- Putz, P., Braeunig, M., Wackermann, J. (2006): EEG correlates of multimodal ganzfeld induced hallucinatory imagery. *Int. J. Psychophysiol.*, 61:167–178.

- Python Software Foundation. Python Language Reference, version 2.7. Available at <http://www.python.org>, accessed last: 2017.10.10.
- Schürmann M., Başar E. (1999) Alpha oscillations shed new light on relation between EEG and single neurons. *Neurosci Res.* 33:79-80.
- Skinner, J.E., Molnar, M., Kowalik, Z.J. (2000): The role of the thalamic reticular neurons in alpha- and gamma-oscillations in neocortex: a mechanism for selective perception and stimulus binding. *Acta Neurobiol Exp.* 60:123–142.
- Steriade, M., Timofeev, I. (2003): Neuronal Plasticity in Thalamocortical Networks during Sleep and Waking Oscillations. *Neuron*, 37:563-576.
- Tallon-Baudry, C. (2003) Oscillatory synchrony and human visual cognition. *J Physiol Paris.* 97: 355–363.
- Tallon-Baudry, C., Bertrand, O., Henaff, M.A., Isnard, J., Fischer, C. (2005): Attention modulates gamma-band oscillations differently in the human lateral occipital cortex and fusiform gyrus. *Cereb. Cortex* 15, 654–662.
- Yordanova, Y., Kolev, V., Demiralp, T. (1997): The phase-locking of auditory gamma band responses in humans is sensitive to task processing, *NeuroReport*, 8:3999–40

A KÖRNYEZETI NEVELÉS NEHÉZSÉGEI JELENLEGI GIMNÁZIUMI OKTATÁS KERETEIBEN

SZALAY KRISZTINA¹ ÉS EMRI ZSUZSA²

¹ Eszterházy Károly Egyetem Jászberényi Campus,

² Eszterházy Károly Egyetem TTK Biológiai Intézet Állattani Tanszék,
3300 Eger, Leányka u. 6.

E-mail: emri.zsuzsa@gmail.com

Abstract

Considering the importance of environmental protection for the future of mankind, the low general knowledge of the Hungarian population about it is a problem that needs urgent intervention. In this article we discuss reasons why pupils during their high school studies fail to acquire the sufficient knowledge about topics related to this important issue. In Hungarian high schools environmental protection and sustainable development are taught in few number of lessons, furthermore, this is not an individual subject, only the part of biology, geography, chemistry and other subjects of natural sciences. These subjects are not popular in the circles of students because they are difficult to learn. At teachers training colleges, the factual materials are taught in high number of lessons, therefore the problem is hidden in secondary education. The definitions and processes concerning environmental protection are the part of the syllabus but their quantity and complexity are too high for the number of lessons dedicated them. Only the most mindset pupils are able to acquire enough knowledge to choose these natural scientific subjects at their final exam. To reverse this tendency future revisions of high school syllabus should take into consideration this problem.

Bevezetés

Nyelvvizsgára felkészítő tanárok tapasztalata, hogy a tizenéveseknek a középfokú angol nyelvvizsga szóbeli tételei közül néhány nem a nyelvtudás, hanem a témához tartozó ismeretek hiánya miatt megy nehezen. A nyelvvizsgák szóbeli részén hangsúlyosan jelennek meg például a környezetvédelemmel kapcsolatos témák. A vizsgázónak definiálnia kell idegen nyelven az ezekhez tartozó kulcsfogalmakat, beszélniük kell

néhány mondatban az ide kapcsolódó jelenségekről, és el kell tudniuk mondani saját véleményüket is. A vizsgáztatókat a következő fogalmak érdeklik: üvegházhatás, jelenléte, mi okozza, hatásai az emberi környezetre, állatok és növények élőhelyeire, magára a populációra; globális felmelegedés, ennek hatásai [1]. Fontos, hogy tudják, hogy mit lehet tenni ezek mérséklése érdekében, és mit tehetnek ők saját maguk. Az egyébként jó felkészültségű tanulóknak meglepően nehezen mennek ezek a tételek, mivel ismereteik szegényesek és hiányosak ezekről a témákról. Az üvegházhatásról az egyik, amúgy jó felkészültségű diák például ennyit tudott: káros, mesterséges jelenség, sok van néhány gázból a Föld levegőjében, ettől felmelegszik a levegő, ez okozza a globális felmelegedést. Emiatt olvad a sarki jég, a tengerek vízszintje emelkedik. Ezekben a negatív folyamatokon úgy lehet segíteni, ha biciklivel járunk az iskolába, lekapcsoljuk a villanyt, ha nem kell, fogmosás közben elzárjuk a csapot és szelektíven gyűjtjük a hulladékot. Vannak ugyan pozitív kivételek, de sajnos, a tájékozatlanság környezetvédelemből és ökológiából általánosnak mondható. Ebben a cikkben szeretnénk felsorolni néhány okot, ami miatt a helyzet, hogy a középiskolások közül még az érdeklődő, jó képességű diákok is alig rendelkeznek ismeretekkel környezetükről, kialakulhatott.

A környezeti nevelés bevezetésének javasolt megközelítése

A magyar lakosság környezeti ismereteit, készségeit illetve a környezetvédelem érdekében tett erőfeszítéseit vizsgáló felmérések szerint a környezet kiemelt szerepet tölt be értékrendünkben, de az egyén cselekvéseit ritkán irányítja a környezettudatos gondolkodásmód, a fenntarthatóságra való törekvés. Az anyagi jólét megszerzése sokkal fontosabb mint környezetünk megőrzése [2]. Az Eurobarométer felmérése szerint környezeti ügyekben nőtt 2007 és 2011 között a lakosság tájékozottsága, de még mindig alatta marad az Európai Unió átlagának. Környezeti ismeretek tekintetében az NKP-3 [3] során tett erőfeszítések ellenére sem sikerült felzárkózunk az uniós átlaghoz, és ráadásul a megváltozott gazdasági helyzet miatt hazánkban a lakosság jóval kisebb része tartja szem előtt a környezetvédelmi szempontokat vásárlásaikor, mint az Európai Unió más országaiban [4]. Ezen a helyzeten az NKP-3 keretében az oktatási rendszer különböző szintjein bevezetett környezeti nevelésre irányuló tananyagok és a környezeti nevelést és szemléletformálást segítő szakmai és civil szervezetek igyekeznek segíteni.[2]. Több elemzés is készült arról, hogy a jelenlegi kerettanterv milyen mértékben segíti elő a környezeti nevelést. Varga János 2009-es tanulmánya [5] szerint a bevezetett kerettanterveknek enyhén pozitív hatása volt a környezeti nevelés helyzetére, valószínűleg abból fakadóan, hogy legalább megtörtént a

témakörök, tananyag tartalmak kijelölése a környezeti nevelési tevékenységek számára. A környezeti nevelés iskolákban, tanórák keretében zajló részének sikeressége is több tényezőn múlik: rendelkezésre állnak-e a megfelelő ismeretanyagokat tanítási segédleteket tartalmazó szakirodalmak, olyan szaktanárok, akik képesek ezen ismeretek átadására, megfelelő mennyiségű idő, amely alatt a diákok az ismeretanyagot elsajátíthatják, források, amelyek segítségével a környezeti nevelés elveinek mindennapi gyakorlatban történő alkalmazását, vagy a környezettudatos viselkedés népszerűsítését, demonstrálását célzó programokat finanszírozni lehet.

Óraszámok a gimnáziumokban

A nemzeti köznevelésről szóló 2011. évi CXC. törvény [6] alapján a pedagógus kötelessége – a gyermek életkori sajátosságait szem előtt tartva – környezettudatosságra és egészséges életmódra nevelni a gyermekeket. Középiskolákban ennek a feladatnak, környezetvédelem tantárgy hiányában, több tantárgy (biológia, kémia, földrajz fizika stb.) tananyagába beépített ismeretek átadásával tud megfelelni. Ezeknek a természettudományos tantárgyaknak az óraszám alacsony, a tananyag pedig sok. Fakultáció nélkül a biológia, fizika és kémia óraszám a 4 év alatt összesen akkora, mint a magyar nyelv és irodalomé [7]. Annak ellenére, hogy a természettudományok robbanásszerű fejlődése jellemzi az elmúlt évtizedeket, és ezt tükrözően a tananyag egyre bővül, a gimnáziumi óraszámok egyáltalán nem követik ezt a nagyarányú ismeretgyarapodást. Bekerült a középiskolai tananyagba a Gaia elmélet, a hulladékprobléma, az emisszió fogalma, a hőszennyezés, a környezetvédelmi adó, az ivóvíz nyeresének módjai és az ivóvízbázisokat fenyegető veszély többek közt. Megtaláljuk az alternatív energiaforrások között a hullámzási és az árapály energiát is. Sajnos, ezeket a fogalmakat csak megemlítik, tehát ilyen kérdésnél fel kell tudni sorolni a diákoknak ezeket, de semmilyen bővebb magyarázat nincs. Természetesen ez csak a környezetvédelmi rész. Ráadásul a természettudományos tárgyak nehezebben tanulhatóak, mint a humán tantárgyak, ha szeretnénk, hogy a tanulók ilyen irányú ismeretekkel is rendelkezzenek, és szívesen válasszák érettségi tárgyként ezeket, azért tenni kellene valamit, mivel a földrajzot kivéve ezekből a tárgyakból kevesen érettségiznek.

A középiskolákban a kerettanterv alapján ajánlott óraszámok biológiából, fizikából heti 2, 3 tanévben, míg földrajzból és kémiából heti 2 óra van, 2 tanévben. [8]. Ehhez jön a fakultáció heti 2 órában, két tanéven át. Összehasonlításként a humán tárgyak óraszám eleve magasabb, ehhez ugyanannyi fakultációs óraszám társulhat, és ráadásul a két utolsó középiskolai évben még heti 2,5 illetve heti 3 órában úgynevezett modul tantárgyakat is oktatnak, amelyek szintén a diákok humán műveltségét, tájékozottságát gyarapítják. A természettudományos tárgyak ismeretanyaga, tanulhatósága és óraszám közötti

ellentét miatt sok helyen az a gyakorlat, hogy természettudományos tárgyakból több fakultációs órát tartanak, mert másképpen nem tudják a tanulókat az emelt szintű érettségire felkészíteni. Az emelt szintű érettségien kompetencia jellegű feladatok vannak, melyek igen nagy tudást kívánnak a tanár részéről, és rengeteg tanulást a diákok részéről [9]. Emiatt nagyon kevés azon tanulók száma, akik fizikát, kémiát vagy biológiát választják érettségi tantárgyként. Az országos érettségi statisztika adatai tükrözik a természettudományos tárgyak népszerűtlenségét [10]. A 2016. évi májusi érettségikor Magyarországon 425382 tanuló érettségizett, 8121 tanuló tett középszintű biológia érettségét 60 %-os átlageredménnyel, 704 középszintű kémiát 62 %-os, 2755 középszintű fizikát 72 %-os eredménnyel, 9279 középszintű földrajzot 54 %-os eredménnyel, 18840 középszintű informatikát 59 %-os eredménnyel. Láthatjuk, hogy egyedül az informatika népszerű, bár az érettségi átlageredménye elég gyenge. Jobban sikerültek az érettségik a többi természettudományos tárgyból, vagyis akik választották azok lelkiismeretesen készültek, valószínűleg nem azért esett ezekre a tárgyakra a választásuk, mert így úszhatják meg legegyszerűbben az érettségit. Sajnos, vannak olyan összetevői ennek a helyzetnek, melyek a középiskolai oktatástól függetlenek. A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki karára úgy is lehet felvételizni, hogy nem kötelező fizikából érettségizni. A Szent István Egyetem Mezőgazdasági karára szintén nem kötelező feltétel a biológia érettségi. Természetesen az első félévek során mindkét egyetemen rengeteg hallgatónak nem sikerülnek a vizsgái, sokan ismételnék, olyan hiányosságai vannak, hogy sok esetben korrepetáló órákat tartanak az oktatók mechanikából és más tárgyakból. Ez a helyzet rossz a hallgatóknak és a felsőoktatási intézet oktatójának egyaránt.

Tanárok felkészítése környezetvédelmi ismeretekből

A környezetvédelmi problémákkal kiemelten a most éppen megkérdőjelezett környezet tanár szak foglalkozik, emellett a biológia és földrajz tanárok képzésében szerepel hangsúlyosan. A biológiatanárok képzésénél az EKF mesterképzésén 3 tárgyat is oktatnak, mely kifejezetten környezetvédelem témakörű, itt minden környezetvédelemmel kapcsolatos téma megtalálható, és alkalmazkodva a XXI. századi elvárásokhoz kifejezetten a fenntarthatóság elvének megfelelően. Komplex, magas színvonalú oktatás folyik, pedig biológia szakról van szó, tehát a környezetvédelem itt társtudomány. Ez a 3 tantárgy felöleli az egész témakört és mellettük természetesen van ökológia élőhelyismeret és élőlényismeret is a hazai társulások ismertetéséhez a kötelező tantárgyak között. A „Föld globális környezeti problémái”, „A Megújuló energiaforrások”, valamint a „Természet- és környezetvédelem tantárgyak” kollokviummal zárulnak és nem választható, hanem kötelező tantárgyak [11]. A földrajz tanári szaknál is hasonlóan széleskörű ismeretekhez jutnak a leendő tanárok. Hasonlóan a biológusokhoz, a földrajz tanárok tanrendje is tartalmazza

„A Megújuló energiaforrások” tantárgyat, amely keretében a hallgatók megismerkednek a legfontosabb megújuló energiaforrások típusaival, összevetve a hagyományos energiaforrások által nyújtott lehetőségekkel, egymáshoz viszonyított elterjedésükkel, továbbá a klímaváltozás kockázatával és mérséklésének lehetőségeivel. A „Természet- és környezetvédelem” tantárgy keretében természet- és környezetvédelem fogalmak, alapelvek, globális környezeti problémák: éghajlatváltozás, ózonprobléma, savas ülepedés, vizek szennyezettsége, urbanizáció, talajok termőképességének csökkenése kerül ismertetésre. A tantárgy keretében tanulják a természet- és környezetvédelem legfontosabb hazai feladatait, nemzetközi egyezményeit, hazai és nemzetközi szervezeteit (IUCN, UNEP, WWF), és a természetvédelem struktúráját (Nemzeti Parkok, Tájvédelmi Körzetek, Természeti Területek). Külön kitérnek a természet- és környezetvédelem közötti különbségekre, feladataikra és az emberi tevékenység hatásaira. Ezekon kívül szó van a klímaváltozásról, talajerózióról, levegőről, növényzetről és vízről, mint erőforrásról. [12]. Az osztatlan tanárképzésben biológia tanárok „Konzervációbiológia”, „Természet- és környezetvédelem” tantárgyakat, míg a földrajz tanárok „Megújuló energiaforrások” és „Természet- és környezetvédelem” tantárgyakat tanulnak [13].

A tanári képzés keretében egy-egy fontosabb fogalomról és jelenségről többször is tanulnak a hallgatók, több tárgyból több oldalról megvilágítva kerülnek elő, és ráadásul mivel a szaktárgyak egymásra épülnek, a szükséges előismeretek tényanyaga nem a környezetvédelmi tárgyak tananyagát gyarapítja. Összességében a hallgatók részletes betekintést nyernek környezetvédelmi témakörökbe, ismereteikről először a tantárgyi kollokviumokon majd a zárószigorlaton adnak számot. Ezek alapján azt állapíthatjuk meg, hogy a tanári képzés a tanításhoz szükséges tudást biztosítja.

Környezetvédelmi témakörök tanítása a gimnáziumokban

Ha ezek után a gimnáziumokban tanított anyagot és példaként két természettudományos tantárgy óraszámát nézzük, akkor sokkal ellentmondásosabb képet kapunk. Alapul véve a földrajzot és a biológiát, ezek óraszámát, és a tananyagot, amit a rendelkezésre álló idő alatt kellene a diákoknak elsajátítani, megállapíthatjuk, hogy ez tanár és diák részéről egyaránt rendkívül nagy erőfeszítéseket kíván. Nézzünk egy rövid elemzést a Mozaik-os tankönyvcsalád biológia és földrajz tankönyvei alapján. Ehhez a tankönyvcsaládhoz tanmenet és tanterv is található a kiadó honlapján [14].

Földrajz:

Két tanévben tanított tantárgy, az éves óraszám 74, általában ez heti 2 órát jelent. Környezetvédelmi témájú tananyag 14 órán kerül szóba, de összesen 6 óra az, mely csak

kizárólag környezetvédelmi témájú. A kimeneti követelményekben az összes földrajzi vonatkozású környezeti téma szerepel, a diákoknak ismerniük kell a környezetkárosító tényezők földrajzi okait, az emberi tevékenység okozta környezetkárosító folyamatokat, azok megelőzésének, elhárításának lehetőségeit. Szerepelnek a globális környezeti és gazdasági problémák kialakulására vonatkozó példák, és ezen problémák mérséklésének lehetőségei is az elsajátítandó ismeretanyagban. Az elsajátítandó ismeretanyag témaköreit tekintve semmivel sem marad el a felsőoktatásban leendő szaktanároktól elvárt ismeretektől. Ha ezt az anyagot órákra bontjuk, még inkább láthatjuk az aránytalanságot a tananyag mennyisége és a rendelkezésre álló idő között. Vegyünk példának egy adott óra anyagát:[15]

41. óra: A légkör jelentősége, védelme

Fogalmak: globális felmelegedés, üvegházhatás, ózonréteg elvékonyodása, savas eső, radioaktív szennyeződés, fosszilis energiahordozók, Csernobil.

Folyamatok, összefüggések: A légköri gázok összetétele, változása, az emberi tevékenység következményei, a káros hatások elleni védekezés lehetőségei.

Ezt kellene 45 percben a pedagógusnak elmagyarázni, az összefüggéseket megvilágítani. Azt hiszem, önmagában egy-egy fogalom a felsoroltakból 45 percet érdemelne. Itt nagyon sok érdekes, motiváló dolgot lehetne megmutatni a diákoknak. Rengeteg gyakorlati példát lehetne felhozni, ábrákat elemezni, kiselőadást hallgatni, de nincs rá idő. A teljes 45 perc (vagyis ha az előző tananyagok számonkérésére nem fordítunk időt) arra elég, hogy a legfontosabb definíciók végére érjünk. Még rosszabb a helyzet, ha a környezetvédelmi témájú ismeretanyagot egyéb ismeretanyagok közé kell beágyazni. Példa egy ilyen órára [15]:

49. óra: A forró (trópusi) övezet. Az egyenlítői öv

Fogalmak: passzátszél rendszer, felszálló és leszálló ág, egyenlítő öv, trópusi őserdő és szintjei, jellegzetes fajai, trópusi vörösföld (laterit), mállás, talajerózió, talajcsuszamlás, kilúgozódás, kapás földművelés, ültetvényes gazdálkodás.

Folyamatok, összefüggések: Felmelegedés, szélrendszer, csapadékmennyiség és időbeli eloszlása, sok csapadék, bővizű folyók, trópusi őserdő, trópusi vörösföld, mállás, sok csapadék, kilúgozódás, gyenge termőképességű talaj, erdőirtás, talajerózió, erdőégetés, üvegházhatás.

Rengeteg új fogalom, új folyamat, a végén az üvegházhatás. Ugyanaz a probléma, mint az előző esetben. Hogyan képes ezt egy pedagógus 45 perc alatt megtanítani? A tankönyv

jó, rengeteg ábrával, kész van hozzá a tanmenet, tanterv, rengeteg kiegészítő és a pedagógus munkáját segítő kiadvány áll rendelkezésre. Csak döbbenetesen sok az anyag, nagyon mély és részletes. Ez egy tantárgy a sok közül. Ilyen mennyiségű anyaggal nehéz megbirkózni a pedagógusnak és a tanulóknak egyaránt. Azon kívül, hogy frontális osztálymunka módszerrel végigküzdik magukat az anyagon, nem marad idő másra. Szóbeli számonkérésre vagy kiselőadásra, ami segíti a diákok szókincsfejlődését, előadókészségét, szintén nincs idő.

Szeretnék idézni a tankönyvből [15]:

„A 20. század első felében rohamosan nőtt az üvegházhatást felerősítő gázok koncentrációja a légkörben. Ennek következtében felgyorsult a légkör globális felmelegedése.”

Ebben a két mondatban rengeteg információ van. Elfogadható az a tény, hogy egy-egy tankönyvnek korlátozott a terjedelme, de nem biztos, hogy a tanulók tisztában vannak azzal, miért a 20. század első felében történt ez. Nincs ábra erről, pedig bőven lehet adatot találni. Az üvegházhatást okozó gázokat talán ismertetni kellene, csak a szén-dioxidot említik. Igen korlátozott az erre fordítható idő a tanórákon belül és nagyon kevés az óraszám, de ilyen fontos anyagrészeknél érdemes lenne újragondolni a tanmenet egészét. Nem számíthatunk arra, hogy a diákok érdeklődését felkelti az ebbe a két mondatba besűrített információ, és az összefüggéseket otthon további szakirodalom, internet segítségével megértik, majd a téma fontosságára és érdekességére való tekintettel további könyvekből, cikkekből, médiából bővítik ismereteiket. Amíg a tankönyvi anyag ennyire tömör definíciókat tartalmaz csak, addig arra sem igazán számíthatunk, hogy a médiában egyre hangsúlyosabban szereplő, környezeti problémákat tárgyaló műsorokat sikerül összekapcsolniuk ezekkel a tanórákon tárgyalt alapfogalmakkal.

Biológia:

Három tanévben tanított tantárgy. Az óraszámok a 10. évfolyamon heti 1,5 óra, vagyis egyik félévben kettő, a másikban heti egy óra, majd 2 tanévben heti 2 óra. Itt is rendelkezésre áll a tankönyvíró által készített kerettanterv. A 12. évfolyam tananyagában foglalkoznak környezetvédelemmel [16]. Az év végi követelmények talán még a földrajzi témáknál is komplexebb, részletesebb ismeretanyagot kérnek számon. A tanulóknak fel kell ismerniük a biodiverzitás megőrzésének fontosságát, hogy az örökítő anyag változatosságának csökkenése a földi élet számára veszélyes. Ismerniük kell, hogy az egyes emberi tevékenységek esetenként akár szélsőséges mértékben is megváltoztatják a földi környezetet, illetve a természetes folyamatokat olyan mértékben felgyorsítják, amit az evolúció nem képes követni. Ki kell alakítani azokat a képességeket, készségeket, melyek

használatával képessé válnak a folyamatos környezettudatos magatartásra, biztosítva ezzel a hétköznapi élet minden területén a fenntartható fejlődés lehetőségét. A környezetvédelemhez tartozó rész „A bioszféra jelene és jövője” fejezetben található, erre 5 óra adott. A tananyag magában foglalja a következő témákat: főtermék-központú, rövidtávra tekintő gazdálkodás; humánökológia; civilizációs hatások és ártalmak; genetikai változottság jelentősége; az ember tevékenységének hatása a saját és a többi élőlény evolúciójára, a saját és környezete egészségére. Ezekon kívül még szerepelnek a tananyagban olyan témák is, hogy milyen alternatív lehetőségei vannak a fejlődésnek, és mi gondolunk a bioszféra jövőjéről. Nagyon nehéz egy ennyire összetett kérdéskört ennyire rövid idő alatt megtanítani. Ilyen mennyiségű tananyagnál lehetetlen a szemléltetés, összefüggések feltárása, példák ismertetése. Az alapfogalmak és definíciók ismertetésén felül semmire nem marad idő. Ekkora ismeretanyag elsajátítása nagy erőfeszítésbe kerül a diákoknak, a kimeneti követelményekben elvárt készség szintű ismeretek elsajátítására, amelyekkel környezettudatos életvitelüket megalapoznánk, nem kerül sor.

Ugyan egyre több támogatást és lehetőséget kapnak az iskolák saját környezetvédelmi programjuk kidolgozására [17, 18] és sok segédanyag is rendelkezésre áll a programok minél érdekesebb érdemi tartalmakkal történő feltöltéséhez [19-22] ezek a programokban a megfelelő előismeretek hiányában csak néhány, a téma iránt nagy érdeklődést és elköteleződést mutató diák esetében járulnak hozzá tudásanyaguk szélesítéséhez és elmélyítéséhez. A Corvinus egyetemen készült felmérés szerint környezeti kérdésekkel kapcsolatos tájékozottságuk kialakításában a középiskolások legfontosabbnak tartják a médiát, majd belső érdeklődésüket és csak harmadikként az oktatást [23]. A tanárok részéről felmerülő probléma, hogy a programok, tevékenységek folyamatos finanszírozása nem megoldott, a felkészülést, programok felügyeletét a pedagógusok sokszor ingyen, saját szabadidejükben végzik [24].

Összefoglalás

A természettudományos tárgyak népszerűtlensége évek óta ismert tény a középiskolákban. Ezt nagyon látványosan bizonyítja az érettségi statisztika. Ha valahol sokan érettségiznek valamely természettudományos tárgyból, az az adott tantárgyat tanító pedagógusnak köszönhető. Ezeket a tantárgyakat lehet nagyon érdekes, figyelemfelkeltő módon tanítani, tanári, tanulói kísérletekkel, terepgyakorlással, csoportmunkával. Ez azonban azzal jár, hogy eltérnek a tanmenettől, ezt pedig sokan nem merik megtenni.

Sokat akarunk megtanítani, kevés órában. Nem meglepő a diákok érdektelensége, passzivitása, ellenkezése. A biológia csak egy tantárgy a sok közül, egy a természettudományos tantárgyak közül, mellette van még a többi. Ha megnézzük a tanmeneteket, ennek alapján komoly biológiatudással rendelkező tanulóknak kellene befejezni a középiskolát. Ezzel szemben tudják a gyakorló pedagógusok, hogy mennyire keveset tudnak. Kevesen tanulnak tovább olyan felsőoktatási intézményekben, ahol természettudományos tantárgyak oktatása folyik. Remélhetően ez a folyamat megfordul a közeljövőben, hiszen egyre kevesebb ilyen szakember végez és ez már a társadalomra is hatással van.

Irodalomjegyzék

- http://www.bmenyelvvizsga.bme.hu/adat/letoltheto_feladat/4/fajlok/3temalista_angol_kozep.pdf
- http://eionet.kormany.hu/admin/download/5/64/b0000/NKP4_tervezet_K%C3%96ZIG_TS_i_Egyeztet%C3%A9s.pdf
- http://www.kvvm.hu/cimg/documents/96_2009_OGY_hatarozat_NKP_3.pdf
- http://ec.europa.eu/environment/pdf/ebs_365_en.pdf
- <https://www.ofi.hu/tudastar/okologia-kornyezeti/kornyezeti-neveles>
- http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1100190.TV
- <http://www.nefmi.gov.hu/kozoktatas/tantervek/kerettantervek>
- http://eduline.hu/kozoktatas/2013/1/29/uj_kerettantervek_kozoktatas_tantargyak_ora_BO74EW
- http://dload.oktatas.educatio.hu/erettsegi/feladatok_2014tavasz_emelt/e_bio_14maj_fl.pdf
- https://www.ketszintu.hu/publicstat.php?stat=_2014_1&reszletes=1&eta_id=14&etj_szint=K
- http://oktatas.ektf.hu/tikkalauz_2016/units/T_BIO_M_N_BIO_M_N_5_40_2016.pdf
- http://oktatas.ektf.hu/tikkalauz_2016/units/T_FDR_M_N_FDR_M_N_5_40_2016.pdf
- http://oktatas.ektf.hu/tikkalauz_2016/units/BIO_T_FDR_O_N.pdf
- <http://www.mozaik.info.hu/Homepage/Mozaportal/MPtmttsa.php?type=TM#3>
- Jónás I, Kovács L, Szöllősy L, Vívári A (2015) Földrajz 9 - Természetföldrajzi környezetünk. 3. kiadás, Mozaik tankönyvkiadó, Budapest.
- Gál B (2015) Biológia 12 - Az életközösségek biológiája. Az evolúció és az öröklődés. 10. kiadás, Mozaik tankönyvkiadó, Budapest.
- <http://ofi.hu/okoiskola>

- <http://sulihalo.hu/ajanlo/erdei-iskolak/5898-erdei-iskola-erdei-iskolak-ifusagi-tabo-rok-szallasok-erdei-szallas-erdei-iskola-programok>
- http://www.nefmi.gov.hu/letolt/kozokt/knmp_kezirat10.pdf
- Kuknyó János (szerk) (2006) A környezeti nevelés MPKKI, Nyíregyháza.
- Fernengel A, Gulyás P, Gyulainé Szendi É, Havas P, Horváth K, Horváthné Papp I, Ilosvay Gy, Ligeti Cs, Lehoczky J, Sára E, Schróth Á, Sipos I, Susa Á, Vízny I (2000) Útmutató a környezeti nevelés helyi szintű tervezéséhez. www.okm.gov.hu/letolt/kozokt/kornyezet_0528.doc
- <http://www.zoldmuzeum.hu/virtualis-okomuzeum>
- Zsóka Á, Marjainé Szerényi Zs, Széchy A (2011) A környezeti nevelés szerepe a fenntartható fogyasztás és életmód kialakításában. http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/472/1/ZSA_MSZZS_SZA_ff2011.pdf
- <https://www.ofi.hu/tudastar/okologia-kornyezeti/kornyezeti-neveles>

A DIVERZITÁSBIOLOGIA SZEREPE A KÖRNYEZETI NEVELÉSBEN

ORBÁN SÁNDOR

Eszterházy Károly Egyetem, TTK Biológiai Intézet, Növénytani Tanszék,
3300 Eger, Leányka u. 6.

E-mail: orban.sandor@uni-eszterhazy.hu

Abstract

The teaching of biological diversity (biodiversity) and its methodological foundation play an important role in Biology teaching and environmental teacher training in the higher education system. It enables future teachers to teach students in secondary and primary schools to biodiversity knowledge, its vulnerability and the gradual reduction of it by the human activities. Learn about effective environmental and ecological interventions to stop biodiversity loss and to protect ecosystem services effectively.

Bevezetés

A *biológiai sokféleség* a földi élet, az élővilág változatosságát jelenti, amelynek megléte és fennmaradása alapvetően fontos az emberi élet feltételeinek, illetve a jól-létünk biztosítása érdekében. A biológiai sokféleség magában foglalja a szárazföldi és a vízi ökológiai rendszerek változatosságát, továbbá a fajok közötti és a fajokon belüli (genetikai) sokféleséget. A biológiai sokféleség az emberi élethez elengedhetetlen *ökoszisztéma-szolgáltatásokat* nyújt: többek között biztosítja az egészséges ételkészítést, a tiszta édesvizet, a tiszta levegőt, az ökológiai alapjait, az élőhelyet és gyógyszer-alapanyagot biztosít számunkra, szerepet játszik a katasztrófák, a járványok és betegségek elkerülésében, hatásainak enyhítésében, valamint az éghajlat szabályozásában. A biodiverzitás fenti definíciója a hazai biológiai sokféleség megőrzési stratégiájában megjelent leírást tartalmazza (28/2015. (VI. 17.) OGY határozata *biológiai sokféleség megőrzésének 2015-2020 közötti időszakra szóló nemzeti stratégiájáról*).

Az, hogy parlamenti határozat szabja meg a biológiai sokféleség, továbbiakban biodiverzitás, megőrzésének stratégiáját egy középtávú időszakra, alátámasztja a téma fontosságát. A biodiverzitás vizsgálata, mint módszer jelent meg a környezet állapotának kifejezésére

és elsősorban a diverzitás csökkenése volt a természetes vegetáció és fauna pusztulásának mértéke. Leggyakrabban a fajdiverzitást vizsgálták és a természetes társulások fajvesztességét mérték. A módszer használata akkor kezdett látványosan fejlődni, amikor az emberi tevékenység környezetre való hatását kezdték intenzíven kutatni a biodiverzitás módszerével. A biodiverzitás drasztikus csökkenésére hazánkban először Juhász Nagy Pál könyve hívta fel a figyelmet, mely könyv húszévi vajúdas után közvetlenül a Riói Egyezmény után jelent meg (JUHÁSZ-NAGY 1993).

A *diverzitás=sokféleség* általános jelenség a földi körülmények között, azaz nemcsak a biológiai objektumok sokfélék, hanem a környezetünkben előforduló összes objektum, atomok, vegyületek, tárgyak, élelmiszerek, ipari technológia és technikai anyagok és jelenségek is pl. éghajlat, domborzat, tavak, folyók, árvizek, szociológiai jelenségek (pl. káosz, pánik). A modern technológia következményei – információ áramlás, informatikai rendszerek és hálózatok működése, vagy az univerzum diverzitása - mely mostanában került a tudomány előterébe. Megfigyelésem szerint a biodiverzitás ember általi csökkentésével arányosan nő a technológiai és technikai diverzitás, részben azért, mert ezzel próbáljuk pótolni a biodiverzitási veszteségeket (ökoszisztéma szolgáltatások degradálását), másrészt az emberiség számának exponenciális növekedésével a megélhetéshez szükséges mesterseges anyagok száma is exponenciálisan növekszik. A technikai fejlődés erősödése tehát a biodiverzitás csökkenésének legfőbb velejárója. A napjainkban divatossá vált fenntarthatóság lenne hivatott arra, hogy a technikai fejlődés és a biodiverzitás összhangját megteremtve egy hosszabb ideig megmaradó földi ökoszisztémát hozna létre.

A biodiverzitás csökkenése – beleértve a fajok számának csökkenése mellett az élőhelyek degradálódását, a környezet sokszor drasztikus megváltozását – az utóbbi évtizedekben globális problémává vált, mivel a hozzá kapcsolódó környezeti változások nem maradnak az egyes országok határain belül, sőt kontinensek határait is átlépi. Az ökoszisztéma-szolgáltatások leromlása folytán közvetlen kapcsolatban vannak az emberi életminőséggel. 1992-óta egyezmények egész sora született a biodiverzitás megőrzésének szolgálatában. Ezekhez Magyarország is csatlakozott és eredménye ennek a hazai diverzitás kutatás fellendülése és több nemzeti intézkedés és stratégia kidolgozása. (ld. még STANDOVÁR – PRIMAK 2001).

A biodiverzitás csökkenésének globális hatásaival külön fejezetben foglalkozik a négyévente összeállításra kerülő Global Environmental Outlook (rövidítése GEO), melyből 2016-ban már a hatodik összefoglaló jelent meg. Az összeállítás az ENSZ szervezésében készül és a globális környezeti problémák kezeléséhez ad segítséget a világ minden

részéről felkért több mint 2000 tudós és kutató bevonásával összeállított nemzetközi áttekintés, kitekintés. A GEO_6 már annyi összegyűjtött anyagot foglal magába, hogy az előző publikációkhoz hasonlóan nem készült globális összefoglalója, hanem regionális kötetek születtek, mely régiók lefedik a kontinenseket. Az anyagok nagyon tanulságosak és az interneten hozzáférhetőek. Legfontosabb részük, melyben a kutatók és az ENSZ megfelelő szervezetei felhívják a figyelmet, hogy a fenntarthatóságot figyelembe véve az adott területen milyen környezeti menedzselést tartanak szükségesnek az emberek egészsége és jóléte érdekében.

Ahogy a biológiai sokféleség kutatása és oktatása szélesedik, véleményem szerint a biodiverzitás értelmezésével egy új diszciplína kezd létrejönni a tudományban, melyet „diverzitásbiológiának” neveznek. Az MTA szervezetében már van Diverzitásbiológiai Tudományos Bizottság a VIII. osztályon belül. Ez tulajdonképpen egy integrált tudományterület, mert magába foglalja az eddigi összes leíró biológiai tudományokat az anatómiától a genetikáig, a rendszertantól a biogeográfiáig, molekuláris biológiáig, összevonva a növényi és állati és egyéb élő objektumokat egy közös diszciplináris rendszerbe. A sokszínűség mindegyik résztudományra jellemző. Tehát a hasonlóan integrált, mint a környezettudomány vagy a természetvédelem, ezért édes testvére lett azoknak, közép-pontban az élőlényekkel, az élőhelyekkel és az ezeket befolyásoló tényezőkkel, köztük az emberi behatásokkal.

A külföldi nagy egyetemeken az is megfigyelhető, hogy önálló biodiverzitás tanszékek illetve osztályok vannak (Department of Biodiversity). Nálunk még ilyen egyetemi egységek nincsenek, de sok intézményben működnek biodiverzitási kutatócsoportok, melyek összekapcsolják a botanikai, zoológiai és környezettani kutatásokat és a természetvédelmet. A Debreceni Egyetemen a Biodiverzitási alprogram van a Juhász Nagy Pál Környezettudományi Doktori Iskolán belül.

Külföldi irodalmakban a 80-as évek óta igen sok kutatásról számolnak be a biodiverzitásra neveléssel kapcsolatban (pl. CASTRO és mtsi. 2016, RENANDROS és POYÑA MOLI 2011).

Az oktatásunk stratégiáit ha nézzük a természettudományban, szeretnénk áttérni a szűken diszciplináris képzésekről a szabadabb, integrált tantárgyak oktatására, pl. természetismeret (kémia, fizika, biológia, földrajz közös tanítása), de ilyen a környezettan is a természettudományok között és nagy integrálós lehetősége az informatikának, a fenntarthatóságra nevelés eszköztárának van. Erre ad lehetőséget ez a dolgozat, mely megpróbálja összefoglalni azokat a tantárgyakat és kurzusokat a hazai felsőoktatásban, melyek

a biodiverzitás oktatásában fő szerepet játszanak. A hazai biológiai sokféleség stratégia fontos feladatát foglalja meg a tanárképzés számára, amelynek kulcsszerepe van az új szemléletű és módszertani oktatás megvalósításában.

A biodiverzitással kapcsolatos nemzetközi és hazai dokumentumok

Néhány különösen fontos nemzetközi egyezmény:

Riói egyezmény a biodiverzitásról 1992, Washingtoni egyezmény a veszélyeztetett élőlények nemzetközi kereskedelméről; Washingtoni egyezmény a bálnavadászat korlátozásáról; Ramsari egyezmény a vizes élőhelyekről; Bonni egyezmény a vándorló állatok védelméről; Berni egyezmény a vadon élő állatok, növények és élőhelyek védelméről; Római egyezmény az élelmezési és mezőgazdasági célú növényi génforrásokról; Párizsi egyezmény a világ kulturális és természeti örökségének védelméről; Párizsi egyezmény a sivatagosodás elleni küzdelemről (ENSZ); New York-i keretegyezmény az éghajlatváltozásról és annak Kiotói jegyzőkönyve (ENSZ); Bécsi egyezmény az ózonréteg védelméről; Genfi egyezmény a levegőszennyezésről; Cartagenai jegyzőkönyv a biológiai biztonságról (forrás Wikipedia).

A Biológiai Sokféleség Egyezményt már megszületésének évében, 1992-ben aláírta Magyarország, majd az Országgyűlés döntött annak megerősítéséről és kihirdetéséről az 1995. évi LXXXI. törvénnyel került sor. Az Egyezmény előírásai értelmében minden részes félnek, így hazánknak is nemzeti stratégiát kell kidolgoznia a biológiai sokféleség megőrzésére és fenntartható hasznosítására.

Magyarország *első biológiai sokféleség megőrzési stratégiáját* (2009–2014) a harmadik Nemzeti Környezetvédelmi Program mellékleteként fogadta el az Országgyűlés, azonban ennek *időtávja 2014-ben lejárt, ezért szükségessé vált a felülvizsgálata és a megújítása.*

A biológiai sokféleség megőrzésének 2015–2020 közötti időszakra szóló új nemzeti stratégiája (a továbbiakban: *Nemzeti Biodiverzitás Stratégia*) megalkotásának másik oka, hogy az élővilág változatosságának továbbra is tapasztalható csökkenése miatt időközben jelentős *nemzetközi és európai uniós kötelezettségek* születtek, amelyeket be kell építeni az egyes országok adottságaihoz igazodva a nemzeti tervezési folyamatokba.

Ennek értelmében Magyarországnak is feladata, hogy *a biológiai sokféleség megőrzésének világszintű stratégiai tervében* (2011–2020) foglalt célkitűzések megvalósításához

hozzájáruljon és kidolgozza ennek megfelelően a nemzeti célkitűzéseit. Ezen kívül hazánk az Európai Unió által 2011 júniusában, a magyar EU elnökség alatt elfogadott *2020-ig szóló biodiverzitás stratégiájának* is meg kell, hogy feleljen. Az Európai Unió célja, hogy 2020-ra megállítsa a biológiai sokféleség csökkenését és az ökoszisztéma szolgáltatások hanyatlását, és az állapotukat a lehetőségekhez mérten helyreállítsa. Emellett fokozottabb mértékben kíván hozzájárulni a biológiai sokféleség globális csökkenésének mérsékléséhez, vagyis a biodiverzitás-védelem területén vezető szerepet szán magának nemzetközi léptékben is.

A Nemzeti Biodiverzitás Stratégia (2015–2020) elsősorban Magyarország biológiai sokféleségének megőrzésére és fenntartható hasznosítására vonatkozó átfogó stratégia, amelyet az uniós szempontoknak megfelelően önálló dokumentumként szükséges elfogadni. Követendő szempont, hogy e Stratégia célkitűzései összhangban legyenek a 4. Nemzeti Környezetvédelmi Programmal, továbbá egymás végrehajtását kölcsönösen támogassák. Nemzeti Biodiverzitás Stratégia természetvédelemmel kapcsolatos gyakorlati kérdéseit a 4. Nemzeti Természetvédelmi Alapterv szabályozza. A Nemzeti Biodiverzitás Stratégia szorosan kapcsolódik az Országgyűlés által elfogadott Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégiához, mint hosszú távú koncepcióhoz; az abban tárgyalt négy alapvető erőforrás közül elsősorban a természeti erőforrásokhoz, a biológiai sokféleséghez kapcsolódó célkitűzéseket és intézkedéseket fogalmazza meg.

A Nemzeti Biodiverzitás Stratégia (2015–2020) kidolgozása és egyeztetése megfelel a kormányzati stratégiai irányításról szóló 38/2012. (III. 12.) Korm. rendeletben foglaltaknak. (1. Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020: <http://www.cbd.int/sp/> 2. EU Biodiversity Strategy to 2020 (COM (2011) 244 final)

A biodiverzitás kutatás legfontosabb állomása volt a biológiai, ökológia kutatóintézetek, múzeumok és felsőoktatási intézmények bevonása egy közös kutatási projektbe, melynek feladata a magyarországi flóra és fauna, valamint ezek elterjedése és a kapcsolatos életterek feldolgozása volt. Ennek a kutatásnak a módszertani kidolgozására, a feladatok elvégzésére és az eredmények publikálására jött létre a Nemzeti Biodiverzitás-Monitorozó Rendszer 1996-ban.

A Nemzeti Biodiverzitás-Monitorozó Rendszer módszertani könyvsorozatának kötetei 1997-ben jelentek, melyek alapján elindulhatott az egész országra kiterjedő élőlény monitorozás. A kötetek szerzői és szerkesztői Horváth F. és mtsi (1997), Fekete G. és mtsi. (1997), Kovácsné Láng E. – Török K. (1997), Török K. (1997), Merkl O. – Kovács T. (1997), Ronkay L. (1997), Báldi A. és mtsi (1997), Csorba G. – Pecsénye K. (1997).

1998 óta működik a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer (NBmR), amely a magyarországi biológiai sokféleség állapotát és hosszú távú változásait kiválasztott komponensekkel, állandó helyszíneken, egységesített módszerekkel vizsgálja. A feladatok megvalósítása országos (központi) és területi (helyi) szinten zajlik. A rendszer működésének több mint 10 éve alatt többé-kevésbé folyamatos volt a vizsgált élőlénycsoportok és mintavételi helyek bővítése, a módszertanok fejlesztése. Jelenleg számos monitorozott élőlénycsoport esetében több ismétlésből álló, a változások elemzésére alkalmas adatsorral rendelkezünk.

Az NBmR működése keretében keletkezett adatok a Természetvédelmi Információs Rendszerbe (TIR) kerülnek, mely az élővilág-védelmi, biodiverzitás monitorozási, földtani, tájvédelmi, természetvédelmi terület- és vagyonkezelési stb. adatok, komplex térinformatikai támogatással megvalósuló műszaki információs rendszere. A TIR-ben a biotikai adatok fogadására és kezelésére önálló biotikai modul áll rendelkezésre.

Emellett 2009 óta működik egy önkéntes, internet alapú természet-megfigyelő program, a „Vadonleső”, amely a nagyközönség bevonásával jól felismerhető védett állat- és növényfajokról gyűjt elterjedési adatokat. A Vadonleső programba érkező adatokat a természetvédelmi szakemberek folyamatosan ellenőrzik, és az ellenőrzött adatok a monitorozásból származó adatokat egészítik ki.

Az Európai Unióhoz történt csatlakozásunkkal a madárvédelmi (2009/147/EK, a 79/409/EGK) Az Európai Unióhoz történt csatlakozásunkkal a madárvédelmi (2009/147/EK, a 79/409/EGK újrakodifikált változata) és az élőhelyvédelmi (92/43/EGK) irányelvekből adódóan a monitorozási és jelentéstételi kötelezettségeink jelentősen bővültek. Az új elvárások ismeretében az NBmR egy újabb projekttel bővült („Közösségi jelentőségű fajok és élőhelyek monitorozása (Natura 2000)”), és megtörtént a mintavételi módszertan továbbfejlesztése és kibővítése a közösségi jelentőségű fajok/élőhelyek tekintetében. Az új projekt többek között az élőhelyvédelmi és madárvédelmi irányelvek alapján a közösségi jelentőségű fajok/élőhelyek természetvédelmi helyzetéről hatévente készítendő jelentésekhez szolgáltat alapadatokat. *A közösségi jelentőségű fajok és élőhely-típusok több mint 80%-ára rendelkezésre áll mintavételi protokoll.* A folyamatos adatgyűjtés mellett a hazánkban előforduló közösségi jelentőségű fajok egy része a természetvédelmi helyzet valamely komponense tekintetében még mindig ismeretlen természetvédelmi helyzetű, illetve az országosan elterjedt vagy nagyon ritka, nehezen vizsgálható élőhelyekre és fajokra vonatkozóan nem rendelkezünk országosan reprezentatív alapadatokkal. Az „ismeretlen” besorolás hátterében, több esetben az érintett fajok életmenetére,

és ökológiai igényeire vonatkozó információhiány áll, amely az alap kutatások szükségességére hívja fel a figyelmet. Az élőhelyvédelmi irányelv 17. cikke alapján 2013-ban készített jelentés szerint a Magyarországon előforduló, *az élőhelyvédelmi irányelv hatálya alá tartozó 208 közösségi jelentőségű faj 2%-a esetén volt „ismeretlen” a természetvédelmi helyzet.* Komponensek szerinti bontásban az elterjedési terület (range) esetében: 3 faj, az állomány nagyság tekintetében: 17 faj; a faj élőhelynél: 4 faj; a jövőbeli II. Az adatgyűjtéshez, a célfajokkal kapcsolatos ismeretek bővítéséhez és a monitorozó módszertanok továbbfejlesztéséhez az uniós forrásokból megvalósított pályázatok eredményei is jelentősen hozzájárulnak. Ezek közül kiemelendő a 2008–2009 folyamán megvalósított, az élőhelyvédelmi és madárvédelmi irányelveknek megfelelő monitorozás előkészítése című Átmeneti Támogatás pályázat, és a Svájci-Magyar Együttműködés 4. Prioritásterületén (Környezeti kezdeményezések, biodiverzitás és természetvédelem) támogatást nyert pályázatok, melyek megvalósítása 2012-ben indult.

A folyamatos adatgyűjtés mellett a hazánkban előforduló közösségi jelentőségű fajok egy része a természetvédelmi helyzet valamely komponense tekintetében még mindig ismeretlen kilátások tekintetében pedig: 9 faj esetén szerepel „ismeretlen” kategória. *A közösségi jelentőségű 46 élőhelytípus közül egyik sem kapott „ismeretlen” besorolást.*

A madárvédelmi irányelv 12. cikke alapján évente szükséges jelentést készíteni, azonban 2013-ban készült első alkalommal olyan jelentés, amely a fajok természetvédelmi helyzetéről szól.

A tudományos információk megfelelő használatát, valamint a tudomány és a szakpolitikai döntéshozatal közötti kapcsolat erősítését segíti a biológiai sokféleséggel és az ökoszisztéma szolgáltatásokkal kapcsolatos kormányközi platform (IPBES). A nemzetközi platform 2012. áprilisban alakult és Magyarország 2012. novemberben vált a tagjává. A platform 25 fős ágazatközi szakértői testületének első két évében két magyar szakértő is képviseli régióinkat.

Az Európai Unió által létrehozott *Natura 2000* területek egy olyan összefüggő európai ökológiai hálózat, amely a közösségi jelentőségű természetes élőhelytípusok, vadon élő állat- és növényfajok védelmén keresztül biztosítja a biológiai sokféleség megóvását és hozzájárul kedvező természetvédelmi helyzetük fenntartásához, illetve helyreállításához. Olyan zöld infrastruktúra, mely biztosítja Európa természetes élőhelyeinek ökoszisztéma szolgáltatásait, valamint jó állapotban való megőrzöttségét. A *Natura 2000* hálózat alapja az 1979-es madárvédelmi irányelv (*Birds Directive*), illetve az azt 2009-ben felváltó

kodifikált változat, valamint az 1992-es élőhelyvédelmi irányelv (*Habitats Directive*). A teljes hálózat Európa szárazföldi területeinek mintegy 18%-át fedi le, ez körülbelül teljes Németország területével egyenlő.

A biológiai sokféleség szerepe a környezet nevelésben

A természeti értékekkel kapcsolatos hatékony szemléletformálás érdekében fontos, hogy a biodiverzitás megőrzésének cél- és eszközrendszere az Óvodai nevelés országos alapprogramjában, a Nemzeti Alaptervben, továbbá a köznevelés kerettanterveiben valamint a felsőoktatás kapcsolódó szakjainak kimeneti követelményeiben – különös tekintettel a pedagógus szakokra – jelen legyen. Az országgyűlési határozat tehát világosan megfogalmazza az óvodától a felsőoktatásig a hatékony szemléletformálást a természeti értékekkel kapcsolatban. Az alsó- és középfokú oktatásban a biológiai sokféleség oktatására számos iskolán belüli és iskolán kívüli módszertani lehetőség van, erről több tanulmány is számot ad (BERKI 2011, HORVÁTH 2013, NAGY 2017).

A felsőoktatás tekintetében a biológiatanár szakon és a természetismeret-környezettan szakon a természetvédelmi biológia követelménye ad részletes támpontot a biodiverzitás oktatásához. Az alábbi, a 8/2013 (I.30.) EMMI rendelet tartalmazza a teljes a szöveget az alábbiakban.

„Természetvédelmi biológia

A biológiai sokféleség típusai és mérése. Biodiverzitás megoszlása a Földön. A biodiverzitás értékelése. A fajok kihalása az ember előtt és az emberi tevékenység következtében. Kihalással fenyegetettség, természetvédelmi kategóriák. Élőhelyek pusztulása, fragmentációja, leromlása. Túlzott hasznosítás, idegenhonos fajok. Kis populációk problémái. Populáció védelem alapjai. *Ex situ* védelem. Génforrások megőrzésének aktív módjai: génbanki megőrzés. A klímaváltozás hatásai a természeti környezetre. Védett területek típusai, tervezése, létrehozása. Természetvédelmi kezelés. A nem védett területek jelentősége. Élőhely-helyreállítás. Természetvédelmet szolgáló jogi, gazdaságpolitikai eszközök társadalmi környezet. Biodiverzitás monitorozás céljai, főbb módszerei, hazai és nemzetközi programjai. Védett növény-, állatfajok és területek Magyarországon. A föld kiemelkedő jelentőségű védett területei.”

A fenti követelményt azért változtatás nélkül idézem, mert a második alapját adják a biológiai sokféleség oktatásának, azaz van egy elsődleges lehetőség is, hiszen a növény és állat szervezattan, a növény, gomba és állatismeret, az élőhelyismeret és ökológia, a növény és állatrendszertan, növény és állatföldrajz, etológia, genetika és számos kötelezően választható természetismereti és környezetvédelmi tárgy tulajdonképpen a sokféleség bemutatásával, megismertetésével foglalkozik.

Valamennyi fenti tantárgy keretén belül lehet a sokféleség és annak megőrzésének fontosságára felhívni figyelmet és gyakorlatokat a fajok és a környezet megóvása érdekében. Legfőbb törekvés viszont az kell, hogy legyen, hogy a tanár szakos hallgatóinkat felkészítsük a jövő generáció nevelésére, akik aktívan részt vesznek a saját környezetük megvédésében és ezzel hozzájárulnak a biológiai sokféleség megőrzéséhez.

Az EKE-n évek óta folynak a modern környezeti és ökológiai módszereknek a kutatásai, ezek alapján sok írásos és elektronikus publikáció született, melyek a biodiverzitás oktatásának is modern alapokat biztosítanak.

A biológiatanár képzésben a biodiverzitás tudományos alapjait az ökológia tantárgyon belül ismeri meg a hallgató, melynél megismerheti a kutatáshoz szükséges statisztikai módszereket is, eloszlási görbéket, számítási statisztikákat. A többi fent felsorolt órák közül a növény-gomba és állatismeret, valamint az élőhelyismeret és biogeográfia kiemelendő, melyek közvetlenül hozzájárulnak a biodiverzitási ismeretekhez. Biztosan minden biológiai tárgy tartalmaz sokféleséggel kapcsolatos ismereteket, melyek a tanárra vannak bízva, hogy milyen módszerrel adják át.

A legtöbb módszertani kutatásnak az az eredménye, hogy a biodiverzitás a tanórán kívüli foglalkozásokon sajátíthatók el legjobban. Erre szolgál a terepgyakorlat, amely mind a tanárszakos, mind a természetvédelem-környezettan tanárok számára előír teljesítendő követelményeket. A 8/2013 (I.30.) EMMI rendelet által előírt terepgyakorlati követelményeket alább ismertetem:

„Terepgyakorlat

A növényismeret és állatismeret kurzusok keretében megismert növény- és állatfajok tanulmányozása különböző típusú magyarországi élőhelyeken.

A természetismeret-környezettan tanítás tanórán kívüli iskolai lehetőségei, formái, tartalma, szerepe: nemzetközi és hazai környezeti nevelési programok, a szakköri munka,

a versenyek, iskolai akciók szervezése, vezetése és működtetése, iskolanap, témanap (jeles napok), témahét. Ökoiskolai hálózat.

- Tanítás iskolán kívüli lehetőségei, formái, tartalma, szerepe: az erdei iskola, a terepgyakorlatok, a tematikus táborok, a tanösvények. Intézmények látogatása: üzemplátogatás szervezése, vezetése, múzeumpedagógia, zoopedagógia, védett épületek, területek látogatása. Környezeti neveléssel foglalkozó iskolák, oktatóközpontok és civil szervezetek megismerése.
- Készségfejlesztések: problémamegoldó, konfliktuskezelési, együttműködési, önálló ismeretszerzési, elemző, megfigyelő, kommunikációs, vita, előadói készségfejlesztés.”

Az EKE-n a biológiatanár képzésben évtizedek óta vannak növényrendszertani és állatrendszertani terepgyakorlatok, ökológiai, hidrobiológiai külső gyakorlatok, vizsgálatok. Mindezekhez több módszertani anyag is készült, melyek elsősorban segédanyagok, hogy a terepi vizsgálatokat segítsék.

Az új követelményeknek megfelelően átalakítottuk a tantárgyi struktúránkat, előtérbe helyeztük a növény- és állatismeretet, mielőtt a hallgatók a rendszertannal megismerkednének, több a természetvédelmi biológia részaránya elsősorban a kötelezően választható tárgyak között. A biodiverzitás oktatásában a hangsúlyt áthelyeztük a természetvédelmi biológia tantárgy körébe, azzal, hogy koncentrációként minden tárgyban szerepel, ahol a sokféleség szóba kerülhet.

Megvizsgálva több egyetem záróvizsga és tanári képesítő vizsga tétteleit és módszertani témaköreit azt tapasztaltam, hogy a biológiai sokféleséggel kapcsolatos dolgok egyelőre hiányoznak. Mivel a biodiverzitás fontossága erőteljesen megnövekedett az utóbbi 25 évben, ezért elvárható, hogy a kimeneteli követelményben is erőteljesen megjelenjen ez a globális probléma.

Felhasznált irodalom

- BÁLDI, A. – MOSKÁT, CS. és SZÉP T. (1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer IX. Madarak. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. ISBN 963 7093 52 4
- BERKI, I. (2011): A természet lényegi megismerésének igénye és oktatása. In: Együtt a környezetért (szerk.: Kovács Németh M.) Győr, Palotia Nyomda és Kiadó Kft. p. 277-281.

- CASTRO, P. – AZEITEIRO, U.M. – BACELAR-NICOLAU – FILHO, W.L. – AZUL, A.M. (szerk.) (2016): Biodiversity and Education for Sustainable Development. Springer International Publishing, Switzerland.
- CSORBA, G. és PECSENYE, K. (szerk.)(1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer X. Emlősök és genetikai sokféleség monitorozása. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. ISBN 963 7093 53 2
- FEKETE, G. – MOLNÁR, ZS. – HORVÁTH, F. (szerk.)(1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer II. A magyarországi élőhelyek leírása, határozója és a Nemzeti Élőhely Osztályozási Rendszer. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. ISBN 963 7093 45 1
- FORRÓ, L. (szerk.)(1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer V. Rákok, szitakötők és egyenesszárnyúak. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. ISBN 963 7093 4
- HORVÁTH, F. – RAPCSÁK, T. és SZILÁGYI, G. (szerk.)(1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer I. Informatikai alapozás. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. ISBN 963 7093 44 3
- HORVÁTH, K. (2013): Természeti értékek vizsgálata terepgyakorlatok során. www.fokusz.info/File/Kultura/iskola.pdf
- JUHÁSZ-NAGY, P. (1993): Az eltűnő sokféleség. Scientia, Budapest. p. 148.
- KORSÓS Z. (1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer VIII. Kételtűek és hullók. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. ISBN 963 7093 51 6
- KOVÁCSNÉ LÁNG, E. és TÖRÖK, K. (szerk.)(1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer III. Növénytársulások, társuláskomplexek és élőhelymozaikok. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. ISBN 963 7093 46 X
- MERKL, O. és KOVÁCS T. (1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer VI. Bogarak. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. ISBN 963 7093 49 4
- NAGY, É. (2017): A biológiai sokféleség iskolai oktatásának összehasonlító elemzése. (kézirat, p. 1-13). Líceum Kiadó, Eger.
- RANANDROS, A. – POYYA MOLI, G. (2011): Biodiversity Conservation through Environmental Education for Sustainable Development. A Case Study. International Electronic Journal of Environmental Education, Vol. 1/2. January 2011. p. 1-15.
- RONKAY, L. (1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer VII. Lepkék. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. ISBN 963 7093 50 8
- STANDOVÁR, T. – PRIMACK, R. B. (2001): A természetvédelmi biológia alapjai. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- TÖRÖK, K. (szerk.) (1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer IV. Növényfajok. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. ISBN 963 7093 47 8

A FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS A NEVELÉSBEN ÉS AZ OKTATÁSBAN

SZALÓKI ZOLTÁN¹, GÁL SÁNDOR², VARGA JÁNOS³

¹Biológiatanár-Játék és szabadidőszervező tanár MA levelező tagozatos hallgató,

²Eszterházy Károly Egyetem Gyakorló Általános,

Közép, Alapfokú Művészeti Iskola és Pedagógiai Intézet,

³Eszterházy Károly Egyetem TTK Biológiai Intézet Állattani Tanszék

E-mail:varga.janos@uni-eszterhazy.hu

Abstract

In this work an overview of the origin and development of the idea of sustainable development is given. Furthermore, the tasks and possibilities which can be addressed in kindergartens and primary schools are discussed.

Bevezetés

Az emberi társadalom a *bioszférát* alkotó *ökoszisztémák* részét képezi. Az ember tevékenységével közvetlenül és közvetve hat az ökoszisztémákra, melyek mindenkori állapota visszahat az emberi életminőségre.

Egyre nehezebb elképzelni, hogy az évről évre megszülető embertömeget (*demográfiai robbanás, demográfiai „katasztrófa”*), hogyan és miként tudja majd a Föld a jövőben eltartani. A *bioszféra* által biztosított *ökoszisztéma szolgáltatások* is egyre inkább kezdenek kimerülni, ami már napjainkban is érzékelhető formában figyelhető meg és egyre inkább, a jövőnket is fenyegető (*ökoszisztéma szolgáltatások degradálódása*), megoldásra váró problémaként jelentkezik az emberiség számára. Ennek következtében a fenntartható fejlődés „szükségességét” ideje korán kell az ifjúság, számára a különböző szintű oktatási folyamatokba beépíteni és az ismeretnyújtás, ismeretszerzés lehetőségeit kihasználva felébredtetni egyéni felelősségüket és egyúttal tudatosítani is bennük, hogy a „*földi életre*” nehezedő problémák megoldása közös összefogással, vagyis az egyes emberek aktív részvételével oldható csak meg (VARGA, J. 2016).

A fenntartható fejlődés megvalósítása közös ügy, a megoldását szorgalmazó nemzetközi egyezményekben megfogalmazott feladatok nem valósulnak meg önmaguktól. Ezekben az egyezményekben megfogalmazottakat meg kell ismerni és meg kell ismertetni, „... az írás nemcsak egy gondolat kifejezése, hanem az eltöprengés minden egyes szó jelentésén” (Paulo Coelho). A fenntartható fejlődés megoldására alapvető szemléletváltásra (paradigmaváltásra) van szükség, amelynek kialakításában az oktatás folyamatának is szerepet kell vállalnia. „Miközben az emberiség az őt körülvevő természetet vandál módon pusztítja, saját magát is ökológiai katasztrófákkal fenyegeti. (...) A felnövekvő generáció hogyan tanulná meg bárminek is a tiszteletét, ha maga körül csak emberkéz alkotta környezetet talál...?” (KONRAD LORENZ, 2001).

A jövőnkért érzett közös felelősség növekedésével mindenkinek van teendője nemcsak a jelen, hanem a jövő környezeti állapotának megőrzésében. Mindezek következtében az egyének befolyása is egyre hatékonyabb lehet jövőnk alakulása szempontjából. Kétségtelen tény, hogy a nemzetközi szervezetek, az egy országok kormányai, felelős beosztású és befolyásos egyének sokkal többet tehetnek a fenntartható fejlődés megvalósulásáért, mint akár egy egyszerű állampolgár, vagy akár egy kisebb város összes lakója, de a probléma megoldása csak összehangoltan, rendszerszinten, az egyes részproblémák megoldásához kapcsolódó aktív részvétellel lehetséges csupán. *Századunkban ökológiai válságnak, ökológiai világ krízisnek lehetünk szemtanúi, amelyek a bioszféra és az emberiség jövőjét katasztrófák sorával fenyegetheti, s amelyek elhárítása, vagy kezelése is csak globális méretekben, a Föld egész népességének összehangolt, együttes cselekvési programjával valósítható meg.*

A fenntartható fejlődés fogalma

1983-ban az Egyesült Nemzetek Szervezetének (ENSZ) Közgyűlés határozata alapján megkezdte munkáját az ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága, amelyet Gro Harlem Brundtland norvég miniszterelnöknő vezetett. A Bizottság 1987-ben, „Közös jövőnk (*Our common future*)” címmel kiadott jelentésében a gazdasági növekedés olyan új korszakának lehetőségét vázolta fel, amely a fenntartható fejlődés (*sustainable development*) gondolatára és globális megvalósítására épít. A fenntartható fejlődés azon alapul, hogy igyekszik megőrizni a természeti erőforrásokat, ami egyben megoldás lehetne a fejlődő országok nagy részében elhatalmasodó szegénység leküzdésére is. A fenntartható fejlődés „... olyan fejlődési folyamat (földeké, városoké, üzleteké, társadalmaké stb.), ami

kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy csökkentené a jövő generációk képességét, hogy kielégítsék a saját szükségleteiket.” (ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottságának jelentése).

Az ENSZ 1992-ben Rio de Janeiróban megtartott Környezet és Fejlődés című konferenciája dolgozta ki a „*Feladatok a XXI. századra*” Agenda 21 nevű akcióprogramot, amely a „*Fenntartható Fejlődés Oktatása*” stratégiájának alapjává vált.

Ez a program teret nyitott olyan helyi, országos és globális akciók számára, melyek a fenntartható jövőért kívánnak tevékenykedni („*a természeti tőke hatékony védelme érdekében szükséges a döntéshozók, a tudományos szféra, a civil szervezetek és az állampolgárok közötti párbeszéd és együttműködés*). Ez a program kiterjed a jelen és a jövő generációk gazdasági, társadalmi, kulturális, politikai és környezeti problémáira is. A fenntartható fejlődés ezen megközelítése olyan cselekvési útvonalat ajánl, amely gazdaságilag hatékony, társadalmi szempontból igazságos, felelősségteljes, a környezet tekintetében pedig egészséges (*a társadalmi fejlődés elviselhető, a gazdasági fejlődés méltányos, a környezet élhető = a fejlődés fenntartható*).

Agenda 21 nyomán megindult tízéves folyamatértékelést követően a „Fenntartható Fejlődés” világtalálkozón 2002-ben Johannesburgban megerősítették annak szükségességét, hogy a fenntartható fejlődés szempontjai kerüljenek be a formális oktatási rendszerbe az óvodai neveléstől a felsőoktatásig, váljanak meghatározóvá továbbá a nem formális és informális tanulásban (BAGI, É. 2006). A 2005 – 2015 közti időszak a *fenntarthatóságra nevelés évtizede* lett, a páneurópai régióban az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága (UNECE) az UNESCO-val együttműködve megalkotta és elfogadta „*A tanulás a fenntartható fejlődés érdekében*” stratégiát a régió számára. A stratégia célja, hogy a fenntarthatóság elvei, céljai, módszerei, az ezzel kapcsolatos értékek jelenjenek meg életünk minden színterén, az iskolában, munkahelyen, otthon és a különböző közösségekben.

„Az ENSZ (...) két alapvető kihívással néz ma szembe az oktatás. Meg kell tanítani mindenkit írni és olvasni, és fel kell készíteni arra, hogy építő módon tudjon hozzájárulni egy fenntartható társadalom életéhez. Láthatjuk tehát, hogy a fenntarthatóságra nevelés ma már nem az oktatás valamely szeletét vagy formáját írja le, hanem az oktatás átfogó eszme-rendszerét nyújtja” (BALOGH R.-ROHONYI P. 2014).

Millenniumi fejlesztési célok

Az ENSZ főtitkára (Kofi Annan) 2000-ben kezdeményezte a Millenniumi Ökoszisztéma Értékelést (*Millennium Ecosystem Assessment, MEA*), melynek céljai közt szerepel többek

közt egy tudományos alapú cselekvési terv készítése az ökoszisztémák megőrzése, fenntartása és az emberi igények hosszú távú kielégítése céljából, Millenniumi Fejlesztési Célok (*Millennium Development Goals* MGDs). Ebben egyértelműen megfogalmazódik, hogy az emberi jólét nagymértékben függ az természet által nyújtott szolgáltatásoktól, melyeket összefoglaló néven ökoszisztéma-szolgáltatásoknak (*ecosystem service*) nevezünk.

Fenntartható Fejlődési Célok

A 2000-ben megfogalmazott Millenniumi Fejlesztési Célok megvalósításának határideje 2015. év végén járt le. Az újabb feladatokat a *Fenntartható Fejlődési Célok* (*Sustainable Development Goals*, SDGs) tartalmazzák. Az *Agenda 2030*, a fenntartható fejlődés 2030-ig szóló ENSZ-programja. Az ENSZ New Yorkban megrendezett Fenntartható Fejlődési Csúcson (2015. szept. 25–27.) dolgozták ki az új globális fenntartható fejlődési keretrendszert (FARAGÓ T. 2012, 2013). Az *Agenda 30* tervezetet, a „*Világunk átalakítása: a fenntartható fejlődés 2030-ig szóló programja*” elnevezésű dokumentum tartalmazza. A 2015-től 2030-ig tartó időszakra az ENSZ égisze alatt meghirdetett új fenntartható fejlődési és egyben nemzetközi fejlesztési (NEFE) keretrendszer céljaiban a szegénység felszámolását és a fenntartható jövő felépítését tűzi ki célul 2030-ig. A hazai fenntartható fejlődési alapelvek, célkitűzések, átfogó feladatok meghatározására alakult meg *Országgyűlés Fenntartható Fejlődési Bizottsága*, FFB és az országgyűlés mellett működő *Nemzeti Fenntartható Fejlődési Tanács*, NFFT.

Az Fenntartható Fejlődési Célok együttműködési program a fenntartható fejlődéssel kapcsolatos, a világ minden országára vonatkozó cselekvési irányokat, célokat és az azok eléréshez szükségesnek tartott nemzetközi együttműködési feladatokat 17 új fenntartható fejlesztési célban határozza meg (BALOGH R.-ROHONYI P. 2014, 2015). A *Fenntartható Fejlődési Célok* a következő feladatok megoldására irányulnak:

- a szegénység felszámolása,
- az éhezés megszüntetése,
- az egészséges élet és jólét biztosítása,
- az oktatás általánosan elérhetővé tétele,
- a nemek egyenlőségének megvalósítása,
- a vízhez és a szanitációhoz (szennyvíz-elhelyezéshez) történő hozzáférés,
- a fenntartható energiához való hozzáférés,
- fenntartható gazdasági fejlődés, teljes foglalkoztatás,
- megfelelő infrastruktúra és fenntartható iparosítás,
- az egyenlőtlenségek csökkentése,

- fenntartható települések,
- fenntartható fogyasztási és termelési rendszerek,
- a klímaváltozás és hatásainak leküzdése,
- a tengeri erőforrások fenntartható használata,
- a szárazföldi ökoszisztémák, az erdők fenntartható használata, a sivatagosodás leküzdése, a talajromlás megállítása, a biológiai sokféleség csökkenésének megállítása,
- békés és befogadó társadalmak megteremtése, hatékonyintézmények kiépítése,
- a végrehajtási eszközök és a globális partnerség megerősítése.

A tervek szerint 2030.-g le kell építeni az államok közötti „egyenlőtlenségeket” és a világ egészének fejlődnie kell, viszont az iparosításnak „fenntartható módon” kell megvalósulnia.

Fenntartható fejlődés szemléletének formálása az oktatásban

Az Országgyűlés Fenntartható Fejlődés Bizottságának 4/2011. (VI.7.) számú bizottsági határozata döntött a bizottság mellett működő „Fenntarthatóságra nevelési kerekasztal (FNK)” létrehozásáról. Feladata közt szerep: javaslatok kidolgozása a Fenntartható Fejlődés Bizottság számára a fenntarthatóságra nevelés jelenlegi helyzetének áttekintése a fenntarthatóságra nevelés jogszabályi kereteinek erősítésére javaslatok készítése stb. A kerekasztal létrehozásának indoklásában fogalmazódik meg: „*a fenntarthatóságra nevelés, környezeti nevelés a környezeti és társadalmi szempontból egyaránt fenntartható fejlődésre való áttérés egyik legfontosabb eszköze*”.

A fenntarthatóságra oktatás feladata (CZIPPÁN, 2003) „*olyan emberi képességek és magatartások kialakítása, amelyek egy ökológiailag, szociálisan, gazdaságilag és politika-ilag fenntartható társadalom létrejöttéhez szükségesek.*”

A fenntartható fejlődés ismereteinek integrálása a meglévő oktatási rendszerekbe azt igényli, hogy oktatás minden szintjét és formáját egyre inkább áthassák a fenntarthatóság alapelvei, ami remélhetőleg elősegíti ismeretek befogadására, alkalmazására képes társadalmi bázis kiszélesedését is (VARGA A., KÉZY Á. 2007). A közoktatás előtt álló kihívás, hogy a társadalomban elősegítse azt a szükséges átalakulást, amely a fenntartható fejlődés útjára segíti a válaszúthoz érkezett emberiséget (HAVASI P. 2001).

Az oktatás folyamatában több fontos feladatra is ki kell terjeszteni figyelmünket. Az első *a jelenlegi környezeti állapot (élettelen és élő) megismertetése* és napjainkban kialakult káros környezeti változások megakadályozására irányuló feladatok megfogalmazása.

(A valóság tisztán látása elengedhetetlen része a környezettudatos magatartás formálásának. „Sokkal jobb a világot olyannak látni, amilyen, mint álomvilágban élni, bármennyire kelles és önbizalmat nyújtó legyen is az” (Carl Sagan).

Tudatosítani kell, hogy környezetünk kialakult káros változások többsége az emberi tevékenység következtében alakult ki (*antropogén* hatások), vagyis azt hogy *a bioszférában napjainkra összegződő globális problémák hátterében az emberiség nem átgondolt, olykor pazarló szokásai és viselkedése, húzódik meg*. Az emberiség története során fennmaradásának fokozatosan meghatározó és irányító, és napjainkra már-már veszélyeztető tényezőjévé nőtte ki magát. Ha a további kedvezőtlen irányultságú folyamatokat meg akarjuk akadályozni, nekünk is változni és változtatni kell korábbi életvitelünkön, és ehhez a változáshoz a gyökeres szemléletváltásnak is kell társulnia. „Nem oldhatjuk meg az előttünk tornyosuló problémákat ugyanazon a gondolkodási szinten, ahol létrehoztuk azokat” (Albert Einstein).

A jövőnkért közös felelősséggel tartozunk, az általunk is benépesített Földet csak közös összefogással és cselekvési programokkal óvhatjuk meg. A már kialakult globális környezeti problémák megoldása azonos gondolkodáson alapuló összefogáson alapulhat „Egynek minden nehéz, soknak semmi sem lehetetlen.”(Széchenyi István).

Ki kell alakítani a közösségi szemlélet mellett az egyéni felelősséget is sorsunkért, a problémák megoldását nem várhatjuk mindig csak másoktól. A környezeti problémák megoldásának első és leghatékonyabb eszköze a környezeti problémák kialakulásának megelőzése, amelybe minden embernek lehetősége van saját környezetének környezetkímélő hasznosítása által bekapcsolódni. A természet által biztosított javakat nem csak hasznosítjuk, hanem mindennapi tevékenységünkkel alakítjuk is a természetet. „Az élőlények nem csupán passzív elszennvedői a fizikai környezet változásainak, hanem aktívan alakítják azt” (Henri Bergson).

A fenntarthatóságra nevelés területén az oktatás folyamatában olyan kulcskompetenciákat (*metakompetenciákat*) kell fejleszteni, „amelyek birtokában az emberek szándékoznak és képesek mozgósítani illetve bővíteni ismereteiket, fejleszteni, alkalmazni képességeiket (egyénilag és közösségben is), hogy cselekedeteikkel hozzájáruljanak az emberhez méltó életföldi feltételeinek megőrzéséhez.” (EUT, 2004). A fentiek megvalósítása során a Jacques Delors (*Learning: The Treasure Within*) nevéhez fűződő kompetencia felosztás „az együttélés tanulása, a tudás tanulása, a cselekvés tanulása és a létezés tanulása” kialakításra kell törekednünk (<http://www.unesco.org/delors/>).

Napjaink környezethasználata, ökológiai lábnyom

Addig nem lehet használható fenntarthatósági stratégiákat felállítani, amíg valamilyen módon mérni nem tudjuk az emberiség környezethasználatát. Erre a problémára kerestek megoldást azok a kutatók, akik megalkották az *ökológiai lábnyom* (ÖL) fogalmát és kifejlesztették számítási eljárását (PAPPNÉ VANCÓS J. 2004).

A napjainkban kialakult környezeti állapot érzékeltetésre jó lehetőséget biztosít az ún. ökológiai lábnyom megismertetése egy átlagpolgár (és/vagy csoport, város ország) feltételezhető fogyasztási szokásainak termőföld területre átszámolási metodikájával készül. Az ökológiai lábnyom alapvetően egy az erőforrásmenedzselésben és társadalomtervezésben használt érték. Azt kifejezi ki, hogy adott technológiai fejlettség mellett egy emberi társadalomnak milyen mennyiségű földre és vízre van szüksége önmaga fenntartásához és a megtermelt hulladék elnyeléséhez. (A kifejezés WILLIAM REES és MATHIS WACKERNAGEL 2001 kanadai ökológusoktól származik). Az ökológiai lábnyom összetevőinek ismertetésére és számításának metodikájára itt nem térnénk ki.

Az ökológiai lábnyom számításakor figyelembe veszik az egyes csoportok (egy egyén, család vagy város) energia, étel, víz, építőanyag stb. fogyasztását, hogy ezekre alapozva megbecsülhessék, a szükségletek megvalósításához szükséges termelőképes földterület nagyságát. Egy ember (vagy egy adott terület népességének) a természetre gyakorolt hatását egy hektárban kifejezett mutatószámmal, az *ökológiai lábnyommal* lehet leírni. Az eltartó képesség megértését is segíti, ami nem más, mint „*egy adott terület amelyen, egy adott faj legnagyobb egyedszámú populációja, az adott élettérben a termékenység tartós károsítása nélkül végtelen ideig eltartható*” (WACKERNAGEL-REES, 2001).

Az ökológiai lábnyom eredményesen használható indikátora a fenntarthatóságnak. A fenntarthatóságnak ugyanis jelenleg nincs más olyan mutatója, amellyel a társadalom, a gazdaság és a környezet folyamatait együttesen lehetne értékelni (PAPPNÉ VANCÓS J., 2004).

A tanulók (általános vagy középiskolások) *az ökológiai lábnyomuk kiszámításával becsült relatív fogyasztásukat tudják megbecsülni.* Az ökológiai lábnyomuk meghatározásával az erőforrásokra alapozott szükségleteik gazdaságosabb felhasználására és a fogyasztói társadalomban bevett szokásaik megváltoztatására irányíthatjuk figyelmüket.

A tudatosság és érzékenység a környezet és a környezeti kihívások iránt

Ökoszemlélet avagy Zöld Óvoda. A fenntarthatóság társadalmi aspektusa is markánsan megjelenhet akár már az óvodákban is. Ezt a trondheimi képző intézményben alkalmazott

módszerek áttekintésével ismertetjük. A norvég óvodákban hétféle témakört kell oktatni/ tanítani/közvetíteni, de az óvodákra van bízva, hogy ezt miként oldják meg. Az óvoda nevelési és tanítási programjába igyekeznek *holisztikusan* beépíteni a zöld témaköröket is. A fenntarthatóság is átszövi a mindennapjaikat. Az „*öko*”-vá váláshoz 7 kritériumnak kell megfelelnie annak, aki el szeretné nyerni ezt a címet (KÖNCZEY R, KOVÁCS E., KOVÁCS LÁSZLÓNÉ, VARGA A. 2016):

- *Öko-csapat, közösség.* Ez a csapat/közösség felelős az intézményben (óvodában) az *öko-programért*. Fontos, hogy minél több szereplő vegyen részt a munkába.
- *Környezeti helyzetfeltárás, az óvoda és környékének környezeti helyzete.* A helyzetfeltárás keretében egy általános felmérést készítenek az óvoda környezeti jellemzőiről. Ez alapján határozzák meg, hogy mely területeken kell sürgősen változtatni, és mi az, ami rendben van (pl. hulladék, biodiverzitás, energia, víz, közlekedés, egészség). *A helyzetfeltárás elengedhetetlen az akcióterv előkészítéséhez, amit az óvodapedagógusok írnak le.*
- *Akcióterv* Az *öko-program* legfontosabb része. A helyzetfeltárás alapján készítik el. Általában rövid, közép és hosszú távú terveket készítenek el, *Egy-egy évben általában egy témakörre koncentrálnak* (fontossági sorrendben). Az akciótervben, ahol lehet, ott az óvoda programjához való kapcsolódást is meg kell jeleníteni, valamint fel kell tüntetni a költségigényeket is. Az akcióterv része a *monitorozás*, ellenőrzés, valamint a felelősök megnevezése.
- *Monitoring és értékelés.* Fontos lépés annak érdekében, hogy az óvodák láthassák az előrehaladást. Mivel a feladatokat a gyerekekkel együtt végzik, ez is köthető az óvoda programjához. *A monitorozás alapján készül el az értékelés, ez alapján pedig évről-évre megújításra kerül az akcióterv.* Az elért eredmények ünneplésre adnak okot, *az ünneplés pedig igen motiválóan hat a gyerekekre.*
- *Óvodai programhoz kapcsolódás.* Ez biztosítja, hogy az „*öko-ság*” valóban szervesen kapcsolódjon az óvoda nevelési programjához. A fenntarthatóság nem egy új területként jelenik meg, hanem közösen találják meg a kapcsolódási pontokat.
- *Tájékoztatás és bevonás.* Fontos része az *öko-óvodai programnak a családok és a helyi közösségek bevonása.* Így az elért eredmények is fenntarthatóbbak lesznek, ha a helyi közösség is magáénak vallja azokat. A legkülönbözőbb ötletek alkalmazhatók a helyi viszonyoknak megfelelően: pl. akciónapok, rendszeres hulladékgyűjtés, helyi környezetvédelmi lap indítása, információk eljuttatása minden háztartásba stb.
- *„Öko küldetés”.* Röviden megfogalmazott küldetés, ami kikerülhet emlékeztetőül minden óvodába, akár poszteren is. Tartalmazza az akcióterv főbb pontjait, és azt, hogy mire helyezik a fő hangsúlyt. Ezt a gyerekekkel többnyire közösen fogalmazzák meg, készítik el. Így a gyerekek jobban magukénak érzik az egész

programot, a benne való részvételt. Az első év sikeres teljesítése után kapja meg az intézmény a zöld zászlót. Minden következő évben is meg kell tenni az akciótervnek megfelelő következő lépést – általában egy-egy témakörre koncentrálni –, így évente újíttják meg az „öko-óvoda”/intézmény címet.¹

Az óvodáskorban szerzett élmények (ismertek) rendkívül fontosak, Csukás István szerint „*Ami egy gyerek agyában, lelkében zajlik, a mérhetetlen kíváncsiságot a világ iránt, ezt nem lehet elvenni tőle*”. Ehhez a kíváncsiság kielégítéséhez járulhat hozzá az öko-óvodában szerzett élmények.

Ökoiskola. Az „öko” szócska előtagként egyre több helyen szerepel. Van mar ökopiac, ökoturizmus, ökogazdálkodás. Ezekben a szóösszetételekben az „öko” szócska mindig arra utal, hogy a tevékenységet olyan módon végzik, hogy közben a lehető legnagyobb mértékig megpróbálják tiszteletben tartani az élővilág érdekeit, megpróbálnak minél kisebb károsodást okozni a az ökoszisztémának. Az ökoiskolák tehát, olyan iskolák, melyek a fent leírt elvek alapján igyekeznek működni. Az ökoiskolák filozófiája szerint az ökológiai és ökonómiai érdekek összeegyeztethetők. Az ökoiskola: az ökológia és az ökonómia harmóniája (www.okoiskola.hu).

Az emberiség jelenlegi legnagyobb kihívása a környezeti válság. A környezettudatosabb életvitel kialakítása a válsággal való megküzdés egyik fő eszköze. Ehhez a célkitűzéshez járulnak hozzá az ökoiskolák iskolafejlesztő munkájuk során azzal, hogy a jövő generációk nevelése során a környezettudatosan cselekvő állampolgár eszményképét tartják szem előtt. *Egy ökoiskola abban különbözik egy átlagos iskolától, hogy nem csak a tanításban érvényesülnek a környezeti nevelés, a fenntarthatóság pedagógiájának elvei, hanem az iskolai élet minden területén; az iskola működtetése terén éppúgy, mint a gyerekek étkeztetése vagy a táborok szervezése során. Az iskolai munkához több szálon kapcsolódik a helyi közösség. A helyi környezeti értékek és gondok részét képezik az iskola pedagógiai munkájának, a helyi pedagógiai programba beágyazottan.*

Az ökoiskolák *innovativitása* három szinten mutatkozik meg: Pedagógiai szinten, társas kapcsolatok szintjén és technikai, gazdasági szinten (Varga A., Kézy Á., 2007).

1 <http://www.humusz.hu/hirek/sikerek-es-tevutak-az-iskolai-szelektiv-hulladekgyujtesben/1631> 40 - 45 oldal

http://publicatio.nyme.hu/1345/1/08_Molnir_Hartl_Termesztetkapcsolat_a_norvg_kArnyezeti_nevelsben_u.pdf 40-45 oldal

Pedagógiai szinten az ökoiskolák:

- a komplex, valós élethez közel álló szituációkat előnybe részesítik az előre megtervezett, irányított, tanulási formákkal szemben,
- az egyes tantárgyak felől a tantárgyközi kérdéskörök felé fordulnak,
- *a passzív szabály és tudáselsajátítás helyett az aktív, a helyi környezetet felhasználó, a helyi környezetért való cselekvés közben történő tudásszerzésre helyezik a hangsúlyt,*
- a kizárólag felülről lefele irányuló (tanártól diákgig áramló) kommunikáció helyett figyelembe veszik a gyerekek iskolával, tanítással kapcsolatos nézeteit is.

A társas kapcsolatok szintjén az ökoiskolák törekednek arra,

- hogy az iskolába ne magányos tanárok tanítsanak magányos gyerekeket, hanem az egész iskolára jellemző legyen a csapatmunka,
- hogy a társas élet szabályai ne előre meghatározottak legyenek, hanem a diákok felelős részvételével, tárgyalások során kialakítottak,
- hogy az iskola külső kapcsolatai a kölcsönösség elve alapján alakuljanak, az iskola ne csak befogadja, hanem aktív alakítója, kezdeményezője is legyen ilyen jellegű kapcsolatoknak.

A technikai/gazdasági szinten az ökoiskolák igyekeznek:

- *takarékosan bánni az energiaforrásokkal,*
- *csökkenteni a hulladékok mennyiségét,*
- *az iskola külső belső környezetét esztétikusan alakítani,*
- *megteremteni az egészséges étkeztetés feltételeit.*

A hazai Ökoiskola Hálózat legfontosabb tevékenységei

Jelenleg a magyarországi Ökoiskola programnak három részterülete van. *Ezek a címpályázattal kapcsolatos feladatok, valamint a hálózati és a tartalmi fejlesztéssel kapcsolatos projektek.*

Ökoiskola és örökös Ökoiskola címpályázat: Az Emberi Erőforrások Minisztériuma (EMMI) és a jelenlegi Földművelésügyi Minisztérium (FM) közös pályázatán az iskoláknak minden tanévben lehetőségük van az Ökoiskola cím elnyerésére.

Országos és regionális találkozók: Korábbi hagyományok alapján találkozók megrendezését tervezik, melyeken bemutatják az Ökoiskolákat érintő legfontosabb hazai és nemzetközi eseményeket, újításokat, és lehetőséget biztosítanak tagok bemutatkozására, szakmai tapasztalatcserére, kapcsolatépítésre.

Hálózatépítés és bővítés: Az Oktatókutató és Fejlesztő Intézet projektjének célja *bővíteni az országos környezeti nevelési hálózatot* az országos és a regionális – zöld óvoda és ökoiskola – forrásközpontok közreműködésével.

A **regionális forrásközpontok (RFK)** feladata a Zöld Óvoda és az Ökoiskola címek pályázásához segítséget nyújtó, szakmai tudásbővítő, tudásközvetítő regionális és helyi rendezvények szervezése, valamint a folyamatos *mentorálás*. Tanácsadók segítséget nyújtanak bármely köznevelési intézmény számára a sikeres címpályázat elkészítéséhez. *Az RFK-k szervezik a pedagógus-továbbképzéseket is a Zöld Óvoda koordinátorok, illetve az Ökoiskola koordinátorok számára.*

Az **országos forrásközpontok (OFK)** feladata a regionális forrásközpontok felkészítése, valamint *pedagógiai segédanyagok és továbbképzés fejlesztése* az OFI-val együttműködésben. Felelősök a projekt országos és nemzetközi rendezvényeinek megszervezéséért, valamint folyamatosan segítik az RFK-k tevékenységét.

Kutatás, fejlesztés: Mind a gyakorlati pedagógiai munkát segítő akciókutatással, mind *a fenntarthatóság pedagógiáját elméleti oldalról megalapozó pedagógiai-pszichológiai kutatásokkal segítik ökoiskolák munkáját*. A kutatások és a modulfejlesztés során a TÁMOP 3.1.1. projekt keretein belül 10 ökoiskola bevonásával létrehozott ökoiskolai modulgyűjtemény az Ökoiskola honlapon érhető majd el.

Továbbképzések: Az ökoiskola hálózat kiszélesítése, fejlesztése keretében *akkreditált továbbképzéseket dolgoznak ki* (elsősorban ökoiskola koordinátorok és vezetők részére) ajánlunk. Továbbképzéseinkről információk az Ökoiskola honlapon érhetők el.

Szakmai anyagok: A Hálózat szakmai támogatást nyújt az ökoiskolák számára hasznos pedagógiai segédanyagok, tanulmányok, könyvek, oktató-csomagok létrejöttében és folyamatosan tájékoztatja tagjait az újonnan megjelent segédletekről Hírlevelében vagy a honlapon.

Hírlevelek: Heti, kétheti gyakorisággal megjelenő elektronikus levelek, melyben aktuális kérdésekről, programokról tudósítanak. A Hálózat munkáját segítő civil vagy más szervezetek programjainak, hasznos segédanyagairól szóló beszámolóknak, pályázati lehetőségeknek a megjelentetésére adnak itt lehetőséget. Várják a szervezetek, vagy akár a pedagógusok által fontosnak ítélt információkat, lehetőségeket.

Külföldi kapcsolatok: Az ökoiskola munkacsoport tagjai több nemzetközi rendezvényen mutatták be nagy sikerrel a magyar környezeti nevelés eredményeit, és folyamatosan vesznek részt nemzetközi programok munkájában a Hálózat képviselőjeként. 2014-es évtől az Intézet ismét tagja az ENSI Hálózatnak, illetve partnerként vesz részt a CoDeS Comenius Multilaterális Hálózat munkájában, amelyet az ENSI nemzetközi hálózata koordinál. Az Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet által koordinált ökoiskola hálózat működésének alapját az ENSI fenntartható iskolák minőségi kritériumrendszere jelenti. Mindkét program hozzájárul ahhoz, hogy az OFI által megvalósított projektek és programok a nemzetközi trendeket követve, korszerű tudást (szakirodalom, európai helyzetkép a természettudományos és a fenntarthatóságra nevelés terén, jó gyakorlatok megismerése) közvetítsenek.

Összegzés

Ha azt szeretnénk, hogy gyermekeink, unokáink is élvezhessék a bioszféra által nyújtott javakat (*ökoszisztéma szolgáltatások*), lássák a Föld szépségeit, tennünk kell azért, hogy a rendelkezésre álló erőforrásokat nem pazarló módon, hanem takarékosan használjuk, biztosítva azok megújulását, regenerálódását. Ehhez két dolgot kell tennünk, egyrészt csökkenteni kell az ésszerűség határain belül az egyes emberek ökológiai lábnyomának méretét, másrészt biztosítani kell a fenntartható fejlődést megvalósítását a jövőnk érdekében. Ez azonban csak úgy lehetséges, ha közben fenntartható módon hasznosítjuk a természeti erőforrásokat, elkerüljük a káros hatásokat, s különösen a környezet állapotában bekövetkező visszafordíthatatlan változásokat.

„A múlt szerves és elválaszthatatlan része a jelennek, mint ahogy a jelen sem egyéb, mint a jövő kezdete” (Vass Albert). A felelősen gondolkodó, a kultúrára fogékony, önmagával szemben is igényes emberek úgy gondolkodnak, hogy szeretnék gyermekeik részére is mindazt megadni (vagy még többet is), mint amit ők maguk kaptak. Ennek egyik alapvető záloga, hogy a jövőben is legyenek olyan lehetőségek, amelyek a szükségletek kielégítését hosszú távon lehetővé teszik. A múlt a jelen már ismert, a jövőnket viszont mi is befolyásolhatjuk. A környezetvédelem generációkon átívelő feladat és küldetés.

Végezetül, az Európai Unió Tanácsa a fenntartható fejlődést szolgáló oktatásról a következőket rögzíti *„... a fenntartható fejlődést szolgáló oktatás legfontosabb szerepe az, hogy az egyéneket és a csoportokat felvértesse a tudatos választáshoz szükséges ismeretekkel,*

készségekkel és attitűdökkel, mely választásoknak köszönhetően a világot olyanná alakíthatják, illetve olyannak őrizhetik meg, amelyet ők maguk és a jövő nemzedékek egyaránt olyan helynek tartanak, ahol lehet élni és dolgozni. Az oktatási intézményeknek, a helyi közösségeknek, a civil társadalomnak és a munkáltatóknak mind kulcsfontosságú szerepük van az ilyen kompetenciák kifejlesztésében és előmozdításában” (Európai Unió Tanácsa, EUT, 2010).

Felhasznált irodalom

- Bagi É. (2006) Az ENSZ európai gazdasági bizottságának „Fenntartható fejlődés oktatása” stratégiája. In.: (Varga Attila szerk.): Tanulás a fenntarthatóságért, Országos Közoktatási Intézet Budapest,
- Balogh R.- Rohonyi P. (2014): Hogyan lesznek – s lesznek-e – a Millenniumi Célokból fenntartható fejlesztési célok? http://demnet.hu/images/stories/B_kiadvanyok/tanulmanyok/BALOGH-ROHONYI_MDG-kbol_SDG-k_DemNet-tanulmany.pdf
- Balogh R.-Rohonyi P. (2015): HAND AidWatch jelentés 2014 - A magyar nemzetközi fejlesztési szerepvállalás 2015 előtt és után, HAND. <http://hand.org.hu/media/files/1421753490.pdf>
- Czippán K. (2003): Gondolatok a Fenntarthatóságra Oktatás és Kommunikáció Stratégiájához (FOKOS) (Kézirat, készült a Környezettudományi Központ Megbízásából) Budapest. http://beszamolo2011.jno.hu/cd/fuggelekek/5_fenntarthatosagra_neveles/fenntarthatosagra_neveles.pdf
- Faragó, T. (2012): A fenntartható fejlődéssel foglalkozó nemzetközi együttműködés négy évtizede. *Külügyi Szemle*. 3. sz. 189–211. old. <http://www.kulugyiintezet.hu/pub/default.asp?y=2012&t=3>
- Faragó T. (2013): A nemzetközi fejlesztési együttműködés céljai és a fenntartható fejlődési célok. *Statistikai Szemle*, 91. évfolyam 8—9. szám http://www.ksh.hu/stat-szemle_archive/2013/2013_08-09/2013_08-09_823.pdf
- Havasi, P (2001): A fenntarthatóság pedagógiai elemei. *Új Pedagógiai Szemle*. 9: 3-15.
- Konrad Lorenz (2001): A civilizált emberiség nyolc halálos bűne, Cartaphilus, 2001 ISBN 9789639303591
- Könczey Réka, Kovács Erika, Kovács Lászlóné, dr. Varga Attila (szerk) (2016): : Módszertani segédanyag és útmutató Zöld Óvoda címpályázatra készülő óvodapedagógusoknak Oktató és Fejlesztő Intézet, ISBN 978-963-682-99
- Pappné Vancsó Judit (2004): Az ökológiai lábnyom: a fenntartható fejlődés mérőeszköze, *Földrajzi közlemények*, 2004. (128. (52.) köt.) 1-4. sz. 73-87. oldal

- Varga A. (szerk.) (2006): Tanulás a fenntarthatóságért Bp. : OKI, 2006. 192 p., ill. ISBN 963-862-576-9
- Varga A., Kézy Á. (2007): Az ökoiskolák szerepe a közoktatás reformjában Új pedagógiai szemle 57. évf. 12. sz 41-52
- Varga, J. (szerk) (2016): Élettelen környezeti tényezők állapota és változása. Eszterházy Károly Főiskola, Líceum Kiadó, ISBN 978-615-5621-32-1 (PDF) Társszerző: Horotán Katalin
- William E. Rees – Mathis Wackernagel (2001): Ökológiai lábnyomunk. Föld Napja Alapítvány, ISBN 9630074303
- A fenntartható fejlődés nemzetközi programja és hazai feladatai. (Szili Katalin, Gyulai Iván, Bulla Miklós, Faragó Tibor és mások) In Fenntartható fejlődés és környezet. Budapest, 1998, Fenntartható Fejlődés Bizottság, 80.
- A fenntarthatóságra nevelés céljai és feladatai Magyarországon Vitaanyag az Országgyűlés Fenntartható Fejlődés Bizottság által létrehozott Fenntarthatóságra Nevelés Kerekasztal (FNK) számára Készítette: Czippán Katalin, Jövő Nemzedékek Országgyűlési Biztosa Irodája Budapest, 2011. augusztus 2
- ENSZ fenntartható fejlődés honlapja: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/>
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_fenntarthato_fejlodes/ch06.html 2017.06.
- https://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%96kol%C3%B3giai_l%C3%A1bnyom 2017.06.
- HAND-MTVSZ: Agenda 2030: Fenntartható Fejlődési Célok – Javaslatok a magyarországi sikeres megvalósításhoz, 2015. <http://hand.org.hu/media/files/1443426577.pdf>
<http://ofi.hu/mi-az-az-okoiskola> 2017.07.
- <http://www.humusz.hu/hirek/sikerek-es-tevutak-az-iskolai-szelektiv-hulladekgujtesben/1631> 40 - 45 oldal
- http://publicatio.nyme.hu/1345/1/08_Molnir_Hartl_Termeszekapcsolat_a_norvg_kArnyezeti_nevelsben_u.pdf 40-45 oldal

AZ OCEANOGRÁFIA „FÖLDRENGETŐ” MEGÚJULÁSAI A 21. SZÁZADBAN

REGŐS JÁNOS¹ ÉS O. FERENCZ ILONA²

¹Eszterházy Károly Egyetem TTK Biológiai Intézet Állattani Tanszék,
3300 Eger, Leányka u.6.

²Madách Imre Gimnázium Budapest
E-mail: dr.regosjanos@gmail.com

Összefoglaló

Az oceanográfia öt, a 21. századra megújuló, előtte többé-kevésbé félremagyarázott problémáját ismertetjük. (1) *Tengeri bakterioplankton*: a tengervízben ténylegesen jelenlévő, de agar-lemezeken nem tenyészthető prokarióták összömege több százszorosa a korábban becsült mennyiségnek, és ezáltal az óceáni biomassza > 80 %-át alkotja. (2) A tengervízben oldhatatlan vas (Fe^{+++}) tápanyagként való felhasználását a bakterioplankton által termelt ligandumokkal történő komplexképződés teszi lehetővé. (3) A fitoplankton *fotoszintézisének* optimális mélységét a napfény UV sugarainak abszorpciós csökkenése határozza meg. (4) Az *El Niño* jelenség okozója a csendes-óceánt átszelő ÉK-i ill. DK-i passzátszelek legyengülése, amely az egyenlítői áramlatok sok ezer km-es K-Ny-i folyását megfordítja, és a meleg trópusi víztömegeket ellenkező irányba, a hűvös perui partok felé készíti. (5) A Föld klímájának stabilitása nagyban függ a Golf-áramlat által táplált *termohalin cirkulációtól*, amely megszűnhet az északi félteke hatalmas jégtömegeinek megolvadásával, és a jeges vizek felhígulásával.

Summary

Earthshaking Reformation of Oceanography in the 21th Century

Modern interpretation of five, until the end of 20th century poorly understood topics in oceanography have been discussed. (1) Until the 1990s, *marine bacterioplankton* was thought only to be represented by those some dozens of germs per milliliter which are able to grow on agar plates. However, the oceans contain hundred times more living, but non plateable bacteria which represent > 80 per cent of marine biomass. (2) Fe^{+++} iron itself is insoluble in sea water, but can be mobilized by complexing with ligands

produced by the bacterioplankton. (3) *Marine photosynthesis* in surface water bodies is considerably inhibited by ultraviolet rays of sun light. To avoid UV damages, the opportunistic phytoplankton takes a seat in deeps where the UV is adsorbed but some usable rays of spectrum yet remain for photosynthesis. (4) The *El Niño* Southern Oscillation (ENSO) is caused by the temporal extenuation of pacific trade winds. This reverses the East-West direction of equatorial currents eastwards to the cool Peruvian coasts. (5) The cessation of *thermohaline circulation* when the thaw of Greenland ice is setting on could give rise to stop of Gulf stream, which could result a new glaciation like that of Dryas some ten thousand years ago.

Bevezetés

A 20. század második felében bekövetkezett tudományos-technikai fellendüléssel az ökológiai kutatások soha nem látott fejlődése is bekövetkezett. A szárazföldek és édesvizek ökoszisztémáinak ismereteihez képest azonban az oceanográfiában bizonyos lemaradást láthatunk. A 2000. év előtt megjelent kézi-, és tankönyvekben (1,2,3,4) jelentős, részint ellentmondásos problémák maradtak megválaszolatlanul. Ezek a kérdések szinte az olvasó arcába kiáltottak, de legtöbbjük többé-kevésbé korrekt interpretálására csak az utóbbi 15-25 évben kerülhetett sor. Érdeemes tehát egy közleményben a tengerökológia négy fontos, korábban megoldatlan témakörében a tudomány jelenlegi állását bemutatni.

Az óceánok titkos baktérium-, és vírusseregei

A „klasszikus” bakteriológia egyik alapvető törekvése, hogy a vizsgálandó szervezete(ke)t azok élőhelyéből, közegéből (hígítással, szélesztéssel) elkülönítsük, és összetevőit külön-külön kitenyésztve önálló klónokként izolálhassuk. A hígítás vagy a szélesztés műveletei során a közeg egyes élő sejtjes összetevői távol kerülnek egymástól. Ezután a kérdéses mikroorganizmusok (pl. kórokozók) valamilyen mesterséges, legtöbbször agarral kocsonyásított („megszilárdított”) táptalajokon (lemezeken) elkülönülve tenyésztethetővé és vizsgálhatóvá válhatnak. A lemezen egyenként rögzülve, megfelelő inkubációs idő elteltével az odakerült sejtek önmagukat megsokszorozva szabad szemmel jól felismerhető klónokat (telepeket, kolóniákat) képeznek. Utóbbi egységek azonosíthatók, és szerepük tisztázható lesz. A módszert a 19. század végétől Robert Koch, Louis Pasteur

és sokan mások az orvostudomány számára dolgozták ki. Azóta a kérdéses mikroorganizmusok kitenyésztése a mikrobiológia többi ágazatában is alapvető, nélkülözhetetlen vizsgálati eszközzé vált.

A tengerek planktonjában az autotróf mikroorganizmusok (fitoplankton) mellett heterotróf baktériumok is léteznek, agar-lemezekon kitenyészthető telepeik száma azonban – más élőhelyekkel, mint édesvizek, talajok, állati váladékok összehasonlítva – meglepően alacsony. Ennek alapján még az 1980 – 90 körül kiadott tengerbiológiai tankönyvekben (1, 2, 3, 4) is az a vélemény dominált, hogy a tengervízben élő baktériumsejtek mennyisége legfeljebb néhány 100 körül lehet milliliterenként.

Az újabb, modern eszközökkel végzett vizsgálatok alapján azonban megállapították, hogy a tengeri baktériumok valós száma ennek akár ezerszerese, azaz 100'000/ml körüli is lehet, de a termékeny tengerekben az aktív produkciós időszakban elérheti az 1 millió/ml-t is! Hogyan lehetséges, hogy ezt a hatalmas mennyiséget sokáig nem sikerült felfedezni? Úgy, hogy ezen mikroorganizmusok > 99%-a még a legválogatottabb, tengervizes agaros táptalajokon sem „hagyja magát” a klasszikus lemeztechnikával kitenyészteni. A kevés tenyészthető tengeri baktérium egyike a kolera kórokozójának rokona, a *Vibrio harveyi*, amely különböző tengeri állatokat fertőzhet meg.

A mikroszkópos vizsgálatok azonban már régebben is kimutatták, hogy ennél sokkal több igen apró, a fénymikroszkópok láthatósági határán lévő baktérium-szerű, ámde inaktív(nak látszó) részecske is lebeg a közegben, amelyeknek életjelenségeit sokáig nem sikerült észlelni.

A 20. század vége felé azonban epifluoreszcensz festékekkel sikerült „életre hívni”, láthatóvá és számolhatóvá tenni e titokzatos, 1 mikrométernél is kisebb lényeket. Kiderült, hogy az élő heterotróf tengeri baktériumsejtek száma legalább száz-, vagy több százszorososa a lemeztechnikával telepképzésre bírható baktériumokénak. Ebből az is következik, hogy a tengeri biomaszra leghatalmasabb frakcióját alkotják. Élő mivoltuk igazán „fényes” bizonyítéka, hogy ezek a festékek csak az ATP hasítása következtében villannak fel, de ezt a nukleotidot csak élő sejtek képesek előállítani és hasznosítani.

A továbbra sem tenyészthető, más utakon dúsított tengeri bakterioplankton vizsgálata során arra is fény derült, hogy az apró szervezetek ugyan prokarióták, egy részük (30 – 50%-ban) azonban nem is az Eubacteria, hanem az Archea („ősbaktériumok”) birodalmába tartozik. Ezek képviselőit, illetve különleges, az „Eubacteria”-tól teljesen eltérő

molekuláris felépítésüket csak 1977-re ismerték fel. Az akkoriban megismert ősbaktériumok mind extremofileknek bizonyultak, azaz csak a Föld legextrémebb, életellenesnek tekintett helyein, mint a tengeri és édesvízi hidrotermális források százfokos vizeiben, a 25 – 30 % sót tartalmazó Holt-tengerben, vagy a föld felszíne alatti olajlelőhelyeken fordulnak elő. Méretük kisebb 1 μm -nél, és táptalajon nem tenyészthetők.

A titokzatos tengeri mikroorganizmusok Archaea-hoz való tartozását főképp nukleinsavuk molekuláris vizsgálata bizonyította. Ezzel a módszerrel De Long és munkatársai (5) már 1994-ben kimutatták, hogy az Antarktiszi Óceán vizének planktonjában a picoplanktoni (az 1 μm alatti) frakció legalább 30%-ban ősbaktériumokból áll.

Ezek az új ismeretek lényegében „fejére állították” a tengeri biomasszáról szerzett eddigi ismereteinket. A tengeri pico-, és mikrop planktont mindenek előtt heterotróf baktériumok alkotják, amelyek a fitoplanktonnal egyetemben az óceánokban élő pelágikus biomassza > 80%-át teszik ki, azaz sokkal többen vannak, mint a zooplankton, a krillek, a halak és a bálnák együttvéve. Gyorsabb ütemben nőnek, mint a nagyobb élőlények. Tömegességüknek köszönhetően meghatározzák az élethez elengedhetetlen anyagok átalakítását és eloszlását, amivel a bolygó éghajlatát is befolyásolják. Tengeri mikrobák nélkül az élet nem létezhetne a mai formájában.

Tengeri vírusok és a „DOC” (Dissolved Organic Carbon)

Ezeket a szigorúan sejtparazita lényeket a 20. sz.-ban, a bakteriológia „hőskora” utáni időkben fedezték fel, miután bizonyos járványok (himlő, influenza) okozói az addigi módszerekkel kimutathatatlanok voltak. Később, a 20. század második felétől az *Escherichia coli* baktérium és vírusainak (bakteriofágjainak) vizsgálatai a molekuláris genetika fényes felfedezéseihez vezettek.

A legfinomabb szűrőkön is áthatoló tengeri vírusokat csak néhány évtizede vizsgálják. Nagy számuk ellenére kevés vírus lehet a halakra, bálnákra vagy az emberekre fertőző kórokozó. Szinte valamennyien tengeri bakteriofágok, amelyek főképp a fitoplanktont alkotó autotróf tengeri eukariotákat, valamint a prokariota cianobaktériumokat, illetve a fent említett titokzatos heterotróf baktérium-tömegeket támadják meg. A tengeri bakteriofágoknak – hasonlóan a többi vírushoz — nincs saját anyagcseréjük, és így képtelenek az önálló szaporodásra – ehhez rájuk érzékeny sejtek szükségesek. A vírusrészecske (*virion*)

nukleinsava a gazda megfertőzése után átveszi felette az uralmat, és intracelluláris multiplikációjához a gazdasejt riboszómáit és enzimeit használja fel. Miután a gazdasejt elpusztul és felnyílik, új virionok százai-ezrei kerülnek a közegbe. A vírusok ezáltal komoly hatással vannak a tengeri fitoplankton és bakterioplankton biomasszájára, azok idő-, és térbeli dinamizmusára, és így az ezzel összefüggő globális folyamatokra.

A bakteriofágok által megtámadott (ciano)-baktériumok lebomlása után a belőlük felszabaduló szerves anyagokat („*dissolved organic carbon*” – DOC, azaz „oldott szerves szén”, aminosavak, nukleinsavak stb.) az újabban megismert heterotróf baktériumsereg veszi gondozásba, és mineralizálja, azaz szervesanyagokká (nitrát, foszfát) alakítja át. Ezek aztán újból a részint elpusztított fitoplankton szervezeteinek (kovamoszatok, Dinoflagelláták) nyújtanak tápanyagokat, megtartva a nitrogént, foszfort a felső vízrétegben. A DOC segíti az élet fenntartását az egyébként tápanyagban szegény nyílt óceánokban. Korábban feltételezték, hogy a DOC a fitoplankton primerprodukciónak egy részét képezi, amelyet az azt alkotó sejtek „önként és dalolva” adnának le környezetükbe. A tengeri vírusok megismerésével ez a kissé naiv elképzelés is semmivé lett. Ma már tudjuk, hogy a DOC főképp a vírusok – a bakteriofágok – „gyilkos” tevékenységének következménye

Mai ismereteink szerint a világóceán DOC összmenyisége elképesztően nagy – a Föld szerves széntartalmának kb. 20%-át foglalja magában. Elemi szénben (C) kiszámolt koncentrációja a felszíni vizekben 70 és 100, a mélyebb régiókban 30 $\mu\text{mol Carbon}$, ami kb 1 ill. 0,3 ppb -nek felel meg.

Egy további, a tengeri baktériumokhoz kapcsolódó fogalom a „POC” azaz a „*particular organic carbon*”. Ezen részecskék mérete túlhaladja a makromolekulák nagyságát. Ennek legismertebb formája a tengeri hó, amely főképp a kocsonyás makro-zooplankton (medúzák, szalpák) maradványaiból áll elő. Tápértéke keletkezése idején alacsony, de az anyag az idő során zsugorodik, ezáltal gazdagodik, és szürkés színt vesz fel a felületén megtelepedett baktériumok miatt. A tengeri hót (havat) lassú süllyedése során részben elfogyasztják a mélyebben lebegő planktoni szervezetek, de egy része elérheti akár a mélytengeri árkokat is, és táplálékul szolgálhat az ottani fogyasztóknak. Mivel a pelyheket rövid időn belül átjárják és beborítják a baktériumok tömegei, kívánatosabbá válnak a mikrofogyasztók számára.

A vas központi szerepe a tengerek tápanyag-forgalmában

A tengervízben modern analitikai módszerekkel kimutatható a periódusos rendszer elemeinek legalább két-harmada Ezek némelyike akár hihetetlenül alacsony koncentrációban is meghatározható, de néhány tucat elem mennyisége mindmáig a kimutatási határ alatt marad.

Tengeri tápanyagok. A szárazföldi ökoszisztémákban (erdők, szavannák, mezőgazdaság) mindeddig több mint egy tucat létfontosságú elemet ismertünk fel. Ezeket nevezzük tápanyagoknak, mert hiányukban Liebig minimumtörvénye értelmében a fotoszintézis lelassul, ill. leáll (N, P, K, Mg, Ca, Zn, Fe és további nyomelemek.). A tengerekben – a szárazföldekkel ellentétben – csak 4 elem tekinthető tápanyagnak: a N, P, Si és Fe. De miért nem tekinthető tengeri tápanyagnak pl. a K, a Ca vagy a Mg? Nem lenne rájuk szükség? Dehogynem, de az óceánokban ezek az elemek az élőlények által felvehető mennyiség sokszorosában vannak mindig jelen, és így hiányuk sohasem következhet be.

A négy tengeri tápanyag felszíni koncentrációja a termőtalajokhoz képest hihetetlenül alacsony, azok < 1 ezreléke, azaz néhány száz ppb körüli vagy ez alatti (pl. a N, a P) -- mivel a fitoplankton kimondottan „éhezik” rájuk és folyamatosan felveszi őket. A mélyebb vízrétegekben viszont ezek a tápanyagok a fotoszintézis hiányában felhalmozódnak, így ahol a mélységi vizek a felszínre jutnak, ott a tenger produktivitása magas („*upwellings*”).

De az óceánokban is lehetnek a liebigi minimumszabály értelmében vett minimumfaktorok. Ez legtöbbször a vas (Fe), ritkábban a P, N vagy a Si. A 20. századi felfogásban a vas az óceáni rendszereken belül nehezen újul meg (alig reciklizálódik), mivel a tengervízben egyedül megmaradó formája, az Fe⁺⁺⁺ „ion” oldhatósága magában szinte nulla. A primerprodukciónéha meglepő alacsonyosságát (pl. az egyenlítői óceáni upwellings területén) elsősorban a vas hiányára vezették vissza, míg a N és P mennyisége a mérések szerint a kb. 150 m mélyből feláramló vízben elegendő mennyiségben lenne jelen. A vas hiánya a szárazföldektől távolabbra általánosabb, és így produktivitás gátló. – A „Déli Óceánt” ugyan termékenynek ismerjük, de elegendő vas jelenlétében a primerprodukción értéke magasabb is lehetne az aktuálisan mért értéknél.

A tengerökológia egyik legősibb problémája tehát az volt, hogy a minden élőlény számára létfontosságú vas (Fe) laboratóriumi kísérletekben, a tengervízben teljesen oldhatatlannak bizonyult, de a természetes tengervízben ennek ellenére valamiféle

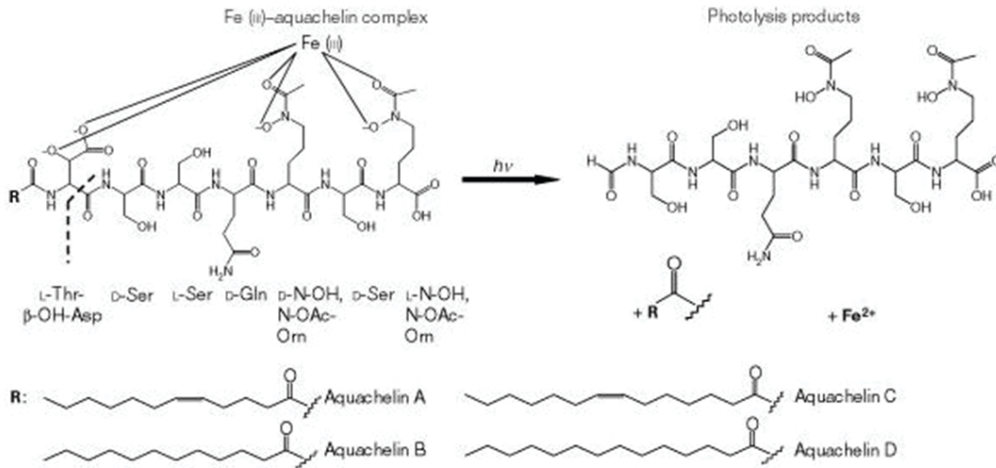
jelenléte mégis kimutatható. A tápláléklánc elején, azaz már a fitoplankton sejtjeiben viszont máris mérhető mennyiségű, a közeghez képest több százszorosan magasabb koncentrációjú intracelluláris vas halmozódik fel „szinte a semmiből”, mivel a közegben a szerves vas oldódása lehetetlennek tűnik. A laborkísérletek szerint a vas tenger-vízben egyedül megmaradó formája, az Fe^{+++} oldhatósága ebben a közegben, 8 körüli pH-nál nem mutatható ki.

A probléma megoldása szorosan kötődik egy másik, a 20. század végéig tévesen magyarázott rejtélyhez, a tengeri bakterioplanktonhoz. Néhány éve még úgy vélték, hogy a tengerekben a vas nem reciklizálódik, ezért legnagyobb részének állandóan a szárazföld felől kell oda bekerülnie. Nagy szerepe van ebben a szeleknek, amelyek sivatagok felől különösen sok vasat juttatnak az óceánokba. Pl. a Golf-áramlat a Szahara, a Csendes óceán az ázsiai szárazföld felől jut vaspótláshoz. Az újabb kutatások szerint a különböző hidrotermális forrásokból is jelentős vasmennyiségek kerülhetnek a felületi vizekbe, ahol látványos „vízvirágzást” idéznek elő (9).

Akárhogy is kerül a tengerbe, a vas a laboratóriumi kísérletek szerint azonnal ki kellene csapódnia, azaz Fe^{+++} (Fe_2O_3 , rozsda) alakba menne át, amely a fitoplankton, minden tengeri élet alapja, számára nem is lenne felvehető. De a probléma minden abszurditása ellenére e fontos elemnek valahogyan mégis jelen kell lennie az óceánokban, mert nélküle az élet nem lenne lehetséges. A 20. század végétől kezdve megtudhattuk, hogy a tenger-vízben oldhatatlan vasoxidot mindenekelőtt a rendszer „nyakas”, nem tenyésztethető heterotróf baktériumai viszik oldott formába. Az általuk termelt sziderofór (vas-hordozó) vegyületek (pl. *aquachelin* típusú *ligandumok*) komplex formában kötik meg, és tartják oldott formában a kevés kicsapódott vasat. Ezek a bonyolult szerves molekulák az F_3^{+++} „ionokat” megkötni képes vegyületek legerősebbjei közé tartoznak (1. ábra). Ezeket a komplex vasvegyületeket a fitoplankton már képes felvenni, és a fotolízis folyamatában hasznosítható Fe^{++} formára változtatni (8, 10, 11).

A szárazföldi ökoszisztémákban, pl. a talajokban vagy a mezőgazdaságban már régebben ismertek voltak ilyen biológiai eredetű molekulák, amelyek lehetővé teszik a vas felvételét a növények számára. A természetes tenger-vízben kb. 1 ppb-s nagyságrendben kimutatható vas szinte teljesen ebben a bakterioplankton által termelt ligandumokhoz kötött komplex formában van jelen (8). A Fe^{+++} ion ezen molekulákon „lovagolva” már be képes lépni a fitoplankton sejtjeibe, ahol fotolízis segítségével (1.ábra) biokémiailag felhasználható Fe^{++} formába megy át.

1. ábra: Vastartalmú aquachelin típusú ligandumok a tengervízben, és fotolízisük a fitoplanktonban (a Wikipedia nyomán) (8)



A fitoplankton esete az ibolyántúli fényrel

A fitoplankton a tengerekben szabadon sodródó klorofilltartalmú egysejtű élőlények (prokarióták és eukarióták, néha pongyola megnevezéssel „algák”) összessége, amelyek a klorofill segítségével, napfényenergia felhasználásával széndioxidból és vízből megújuló szerves anyagot állítanak elő. Az így termelt anyag a táplálékláncon ill. hálózaton keresztül jut el a magasabb trófikus szintekig (fogyasztókig).

A szárazföldeken a planktoni életforma hiányzik, a bioták fő primerproducensei a nagy, edényes növények (főképp nyitvatermő fák a zordabb tájakon /tajga/, vagy főképp zárvatermő fanerofitonok és gramineák a mérsékelt, szubtrópusi és trópusi biotákban). Az ezekre épülő fogyasztói táplálékhálózatok általában rövidebbek, gyakran nagy növényekkel kezdődnek (pl. legelők, afrikai szavannák) és 1 – 2 másodlagos fogyasztói lépcsővel (ragadozók, dögevők) fejeződnek be. Az erdőben a primerproduktum jelentős részét nem is a magasabb rendű fogyasztók lélegzik el, hanem a termék mindjárt mikro-fogyasztók (*scavengers*) révén mineralizálódik. Az erdei primerproduktum lebontásában ezt a lépést (mineralizáció) gombák, hangyák, gombák és baktériumok végzik. A szárazföldi ökoszisztémák összproduktuma többszöröse is lehet a tengeriekének.

Az óceánokban a tápláléklánccokat bizonyos tekintetben fordított rend jellemzi: a fő termelők nem a nagy makromozgatók (habár a dús parti moszaterdőket nézve az lehet az érzésünk) hanem a víztestben szabadon lebegő fitoplankton mikroszkópos képviselői, „élükön” a cianobaktériumokkal, kovamoszatokkal és dinoflagellátákkal. A tápláléklánc gyakran hosszú, 4 – 5 lépcsős is lehet. A mineralizációt főképp a különös, újabban megismert heterotróf bakterioplankton képviselői fejezik be.

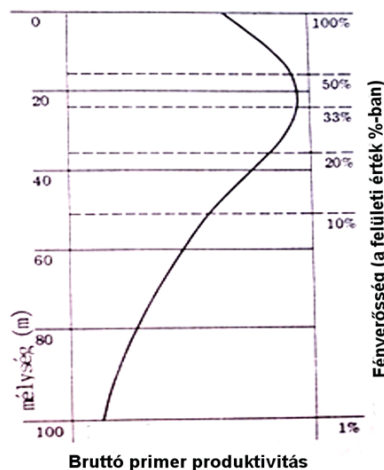
Régi ökológiai példázat: A tengerekben 1'000 kg fitoplanktoni termelésre 100 kg elsődleges fogyasztó épül (pl. Copepoda rákokcsák). Ezeknek anyagából elfogyasztásuk esetén 10 kg „új” (pl. szardínia)- szövet jöhet létre, amely egy ragadozó halban 1 kg (ton)-halhúst eredményez. Az utóbbit elfogyasztva a csúcsragadozó *Homo sapiens* testében 0.1 kg új szövet képződik. A szárazföldeken viszont a mezők növényeiből 1'000 kg-ot fogyasztva 100 kg marha, juh, stb. hús is képződhet.

Logikusnak tűnik, hogy a fitoplankton legmagasabb produktivitását a víztest felszín-közeli rétegeiben érné el, hiszen itt vehetné fel a maximális fényenergiát. Azonban régóta ismert tény, hogy a vízi primerprodukciónak maximumát nem itt, hanem a mélyebb, fényben szegényebb rétegekben éri el (12) (STEEMAN-NIELSEN, 1963). Akkoriban ezt a jelenséget sokáig a fitoplanktoni szervezetek különböző „fényérzékenységgel” magyarázták, míg a fény spektrum egyes összetevőinek hatását kevesen vizsgálták.

A napfény spektrumának vizsgálatból azonban kitűnik, hogy jelentős részét az emberi szemmel láthatatlan ultraibolya (UV) sugárzás alkotja, amely a vízben több mélységig lehatol. E sugarak károsító hatásáról már az elemi iskolában is hallhattunk. A sejtromboló hatás ellen egyes szárazföldi lények naptejgel (ember, víziló), mások ellenálló kültakaróval, külső vázzal védik magukat. Mégis viszonylag új fejlemény, hogy a fitoplanktoni produkció optimális mélysége nem a szereplők valami mitikus fényérzékenységében keresendő, hanem az UV-sugárzás függvénye. A 20. században ezt még csak „sejtették”, és a jelenséget inkább a fitoplanktoni szervezetek különböző fényérzékenységgel magyarázták. A fitoplankton dilemmája tehát az, hogy abban a vízmélységben tartózkodjon, ahol a sejtkárosító ultraibolya (UV) sugarak nagy része kiszűrődik a közegből, míg a spektrum látható, nem káros sugarainak fényerőssége még elégséges a fotoszintézishez (2. ábra).

2. ábra: A fitoplanktoni produkció maximumának alakulása a mélység függvényében (Steeman-Nielsen nyomán)

A tengeri bruttó primerprodukció változása és a produkciós maximum létrejötte az optimális (kb. 16-es) mélységben, tiszta, meleg tengerekben (Steeman-Nielsen 1963 nyomán).



A fitoplankton vertikális vándorlása a nappali órákra korlátozódik, és fő „motivációja” egy bizonyos, optimális fényerősségű vízréteg megtalálása. Ebben a rétegben a Nap látható sugarai még többé-kevésbé elegendő energiát szolgáltatnak a fotoszintézishez, de a sejtkárosító UV sugárzás már az „elviselhető” szintre csökken a vízben való abszorpciója miatt. Ezt a jelenséget az édesvízi planktonnál is vizsgálták (PÁLFFY, 2010). Utóbbi mű szerzője kiemeli a „mycosporin-szerű aminosavak” UV-abszorbeáló tulajdonságait. Ezek a molekulák a sejtek külső citoplazma-rétegében helyezkednek el, és képesek a káros UV-sugarak abszorbeálására, amivel megvédik a sejtmag DNS-ét.

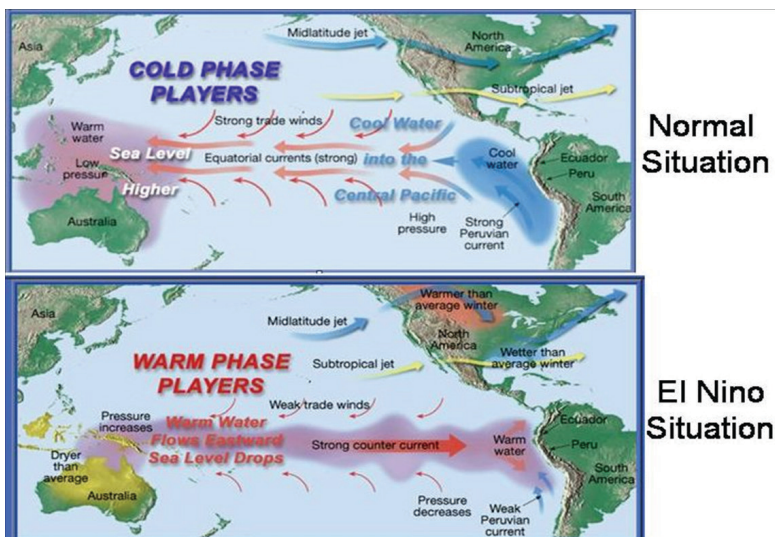
Az El Niño jelenség

Mi is az újabban oly sokat emlegetett El Niño jelenség? Nevét onnan kapta, hogy a velejáró bajok karácsony táján kezdődnek, azokban a napokban, amikor kb. 2000 éve az a bizonyos kisfiú – el niño, azaz Jézus Krisztus – született. „ENSO” rövidítéssel is szoktak róla írni (*El Niño Southern Oscillation*) amely kiszámíthatatlan, oszcilláló megjelenésére utal (15). Hatására 3-5 évenként sok hónapos esőzések öntik el Peru egyenlítőhöz közelebb eső sivatagos óceáni partjait. Ezen a vidéken, pl. Chiclayo és Trujillo városok tájain, az itt élők az Andok patakjaival több ezer éve termékeny öntözéses mezőgazdasági művelést folytatnak. Ha rájuk tör a szeszélyes kisfiú, felborul a több éves nyugodt termelő élet.

Lecsengése után az újjáépített infrastruktúra is csak néhány évig, az El Niño következő rohamáig működik. Jelenleg épp véget ért a múlt évi csapás. „Évtizedek óta nem volt ilyen erős a rettegett El Niño” írja a hvg.hu a legutóbbi, 2016-os eseményről, amely olyan erővel zúdult a partvidékre, hogy a délre fekvő Lima városát is elérte, ami különben ritkaság. A jelenség nem csak Perut érinti, hanem közvetve az egész világra kihat. Hvg.hu: „Véget ért az utóbbi két évtized legerősebb, Ázsiában termés kiesést és élelmiszerhiányt okozó El Niño légköri jelensége - jelentette be az ausztrál meteorológiai intézet”.

Ez a meteorológiai sorscsapás két meleg, nyugati irányba haladó Csendes-óceáni áramlás, azaz az északi és a déli egyenlítői tengeráramlat, és őket mozgató passzátszelek kölcsönhatásának következménye. „Normális években” (amikor nincs El Niño) a passzátszelek által mozgatott északi és déli egyenlítői áramlatok egyenletesen nyugati irányba haladnak. A Coriolis-erők hatására az elhajtott víztömegek pótlásaként a Csendes óceán chilei-perui partszakaszán a Humboldt-áramlat (=„Peruvian Current”) hűvös, tápanyagokban dús mélységi vizet „húz” fel és továbbít a déli egyenlítői áramlattal nyugat felé. A „menet” egészen az indo-ausztráliai térségig tart, ahol az áramlat az ottani szárazföldeken megreked (3. ábra). Az állandó beáramlás hatására a tenger szintje több millió négyzetkilométeren 50 cm-rel is magasabbra „púpозódik” fel az elvárt szinthez képest.

3. ábra: Az El Niño előtti években nagy mennyiségű meleg tengervíz halmozódik fel a Csendes-óceán nyugati medencéjében, amely később a passzátszelek gyengülésével a Csendes-óceánon kelet felé átáramolva eléri a perui partokat (a Wikipedia ábrája)



Semmi sem tart örökké, mindez addig működik, amíg a folyamatosan nyomuló passzátzelek ereje kitart. Ha megfogyatkozik vagy akár le is áll ez az erő, akkor a K-Ny irányú egyenlítői áramlások csökkenésével a gravitáció ereje érvényesül, és így a megduzzadt meleg trópusi vizek az egyenlítői ellenáramlattal keletre, a perui partok felé sodródnak. A több hónapig utazó víztömeg meleg, párás levegője végül nekiütközik az Andok hűvös hegláncának, és özönvízserű esőzéseket bocsát a különben évekig sivatagos, ámde öntözéssel intenzíven művelt tájra.

A partközeli vizekben a Humboldt-áramlat által „felhúzott” hűvös mélységi víz magas tápanyagtartalma miatt, hatalmas planktoni primerproduktót tesz lehetővé. Ennek következtében a halászat teljesítménye „normális években” itt a legmagasabb: 1971-ben a világ haltermelésének 20%-a innen származott (13 millió tonna szardella). Ha beáll az El Niño, a Humboldt-áramlat is lelassul, a feláramlás megszűnik. A halászat is összeomlik, de a passzátzelek újbóli megerősödésével egy éven belül regenerálódik.

4. ábra: El Niño terror 1997: pusztítás Peru ÉNy-i partvidékén (a Wikipedia ábrája)



Az El Niño „terrorja” már több ezer éve tart, és mélyen rányomta bélyegét a korábbi, Kolumbusz előtt ezen a partvidéken élt népek életére is. Az 1987 óta folyó feltárások előtt szinte teljesen ismeretlen *moche* (*mochika*) civilizáció Kr.u. 300 és 900 között, tehát jóval az inkák kora előtt virágzott ezen a partvidéken. A régészeti leletek azt mutatják, hogy öntözéses gazdálkodást folytattak, de nekik is állandóan meggyűlt a bajuk az időjárással.

A károk elhárítására a mochék kegyetlen emberáldozatokat mutattak be a „lefejező” Ai Apaec, a hegyek haragvó istenének megbékéltetésére. E célból nem elfogott

ellenségeiket áldozták fel, hanem saját harcosaikat készítették egymás közötti fegyveres viadalra a nemrég feltárt Huaca de la Luna, a Hold szentélye hatalmas épületének tetőzetén. A vesztes harcosokat megölték, vérüket a főpap felajánlotta a hegyek istenének. Mivel a mochéknak írásuk nem volt, mindezt a néhány éve Trujillo közelében feltárt királyi sírok edényeinek ábráiból következtették ki (5. ábra).

5. ábra: El Niño terror 1700 éve, a IV. századi Peruban: a hegyek haragvó istenét (Ayapecet, „a lefejezőt”, az El Niño feltételezett okozóját) csak embervérrel lehetett kiengesztelni. (foto szerzők, 2012 okt.)



O. F. Ilona leírása: A Huaca de la Luna (a Hold szentélye) épületében 3 szint „plataforma”/ különül el. Az alapja 300 x 210 m, az építmények aszimmetrikusak. A legfelső szinten volt a harcosok küzdőtere. A szertartások során a veszteseket feláldozták. A küzdőtér oldalfalait színes festett képsorok, vallási jelképek díszítették. A tér alatt festett falú folyosón jutottunk el az áldozatoknak szántak terembe. A falakon jaguárfej és kígyók keveréke, fantáziaképek, fehér alapon terrakotta, fekete vonalakkal bevészt képek, jaguárfogakkal, polipkarokkal díszített fejek láthatók egy rombusz alakú keretben.

A sírkamrák is díszesek. A Huaca de la Luna északi oldalán helyezkedik el a nagy ceremóniák tere, gigantikus méretű falakkal körülvéve /175 x 90m/. Valószínű ez az öreg templommal együtt a piramis legrégebbi része. A szertartások részletei a falakon láthatóak. A „Hegyek Istene” (*Aiapaec, a decapitador, Dios Degollador*) a lefejező főisten vért kívánt, hogy megenyhüljön a haragja. Az emberáldozat kiválasztottjai a vesztes harcosok közül kerültek ki. A szent Péter kaktusza levélvel elkábították az embereket, fejbe vágták őket, majd lefejezték és a vérüket felfogták áldozatul a hegyek ősi istenének (6=7. ábra).

6. ábra: Fenn táncoló papok, alattuk győztes moche harcosok festett reliefje a Hold Szentélye (Huaca de la Luna) falán. A sivatagi öntözéses mezőgazdaságra alapozott moche civilizáció az 1987 óta folyó feltárások előtt szinte ismeretlen volt (foto szerzők, 2012 okt.)



7. ábra: Legyőzött, megkötözött, feláldozandó moche harcosok festett reliefje ugyanott (foto szerzők, 2012 okt.)



A sötét mélységek titokzatos óceáni szállítószalagja

A Föld 3 óceánjában két északi, és három déli elliptikus-félkörös felszíni áramlatrendszer alakult ki, amelyek fenntartó ereje a passzátszelek által K-Ny-i irányba hajtott északi, ill. déli egyenlítői áramlatok. Ezek legismertebbje az Atlanti-óceán északi felét átszelő Golf-áramlat, amely a Mexikói öbölből indul el az oda beáramló É-atlanti egyenlítői áramlat tolóereje hatására. Szemben a másik négy fő, szabályos félkörös pályát leíró áramlatrendszerrel, a Golf-áramlat meleg trópusi eredetű vize néhány ezer km megtétele után, az európai kontinens előtt kettéválik. Egyik fele szabályosan DK felé, azaz Afrika irányába fordul el, és visszatér az északi atlanti egyenlítői áramlatba, a másik viszont ÉK-É irányba tér el, és sok száz km-en át különleges, enyhítő hatást gyakorol az általa érintett part-menti szárazföldekre, egészen Izland és É-Norvégia partjaiig.

Miért fordul a Golf-áramlat egy része ÉK-É felé? Az európai szárazföld kényszeríti erre? És hova tűnik el útja végén? Sokáig úgy gondolták, hogy a Golf-áramlat északi ágának lehülő vize útja végén szétfoszlik, lesüllyed és eltűnik az Északi Jeges-tenger világában. Kiderült azonban, hogy ez az elképzelés túl egyszerű. A 20. század vége felé kimutatták, hogy a Golf áramlat lehülő, párolgással besűrűsödő ágának víztömegei egy tömbben maradva Grönland és Izland között lesüllyednek az északi Atlanti-óceán kevésbé sűrű felszín alá (16) (BRÖECKE, 2010). Ez a mélységi áramlat a közép-atlanti hátság és az amerikai kontinens között, É-, és D-Amerika partvonala mentén, az óceáni aljzaton több 1000 m mélységben, kb. 5 km/h sebességgel folytatja útját az Antarktisz felé. A lesüllyedő víztömeget követni lehetett a légköri atombomba-kísérletekből származó radioaktív anyagok mérésével. Az 1960 – 70-es években végzett kutatások során meg is fejtették a “titkot”: a hidrogén béta-sugárzó izotópját, a tríciumot (^3H) az óceánok vizében általában csak 100 – 400 m-ig lehetett kimutatni ki, de a Golf-áramlat északi végénél, ahol a lehülő víz besűrűsödik, akár 3'000 m-ig is lehatol a trícium eredetű radioaktivitás. Ez a felszíni víztömegek konvergenciájára utal.

A Golf-áramlat északi ágát tulajdonképpen az odaáramló víz állandó lehülése, és a lesüllyedő tengervíz-tömegek „szívó hatása” tartja állandó mozgásban. Ha ez a „szívó” hatás megszűnne, a Golf-áramlat északi ága leállna, és az északi félteke ismét eljegesedne. A Tokyoi egyetemen ezt a modellt szupercomputerekkel szimulálták; a lesüllyedő grönlandi víz 3 – 4'000 m mélyen 100 km széles felszín alatti mélytengeri áramlatot hoz létre, amely É-Amerika, majd D-Amerika partjait követve halad az Antarktisz felé. Itt újabb hidegvíz-adagot kapva K felé halad; egy ága az Indiai-óceánba tart, a másik Új-zéland után eléri a 10'000 m mély Kermadec-árkot, ahol “meggyülemlik”, kitölti azt,

majd keveredve a felszíni meleg vízzel felemelkedik az Indiai és a Csendes-óceán trópusi vizei alá. Innen, több 100 méterrel a felszíni áramlatok alatt visszafelé haladva, sok ezer km út megtétele és kb. 1000 év után visszatér kiindulási helyére, a grönlandi vizekbe. Így tehát jogosan beszélhetünk egy *óceáni szállítószalagról, azaz termohalin cirkulációról.*

Hogy a Föld bolygóra milyen könnyen visszatérhet az eljegesedés, azt a „Dryas” nevű kis jégkorszak példázza. Az utolsó nagy jégkor, a Wisconsin (Európában Würm) végi olvadás vize Észak-Amerika területén egy hatalmas tórendszerben gyűlt fel, amely nem tudott kelet felé addig lefolyni, amíg át nem szakította az északkeleti, a mai Kanada Quebec tartományában felhalmozódott, lassabban olvadó nagy tömegű jéggátat. Ennek kb. tízezer éve létrejött áttörésével a kiszabaduló édesvíz hihetetlen gyorsasággal elárasztotta az Atlanti-óceánnak azt a részét (is), ahol a Golf-áram lehűlő vize a jégkor után elkezdett újra lesüllyedni. Ennek következtében – az olvadás hatására! – kb. 10'000 éve még egy további, „csak” kb. egyezer évig tartó kis, a sarkvidéki „Dryas” növénykéről elnevezett „mini” jégkorszak következett be. Ezt bizonyítottan a termohalin vízcirkuláció váratlan leállása váltotta ki.

10'000 évvel később – manapság – a klíma a jégkorszakokhoz képest viszonylag stabilisnak mondható. Akkor tehát minden rendben van? Ma még működik az óceáni szállítószalag, de fennmaradását veszély fenyegeti. A globális felmelegedés folyamánként egyre több jéghegy szakad le Grönlandról (1970: évi 400, ma több mint 1'000). A jéghegyek tömeges leszakadásával és jegük elolvadásával felhígulhat az Északi Jeges-tenger, és a Golf-áram északon lebukó ága is. Ehhez hozzájárulhat, hogy a felmelegedéssel a trópusokról egyre több vízpára kerül az atmoszférába, amely szintén hozzájárulhat a Jeges-tenger vízének hígulásához. Talán nem is felmelegedés, hanem hosszú távú lehűlés lenne várható a CO₂ és metán okozta átmeneti hőmérséklet emelkedés következménye? Ez a gondolat már nem csak bulvár-szinten bukkan fel újra meg újra a médiumokban.

Felhasznált irodalom

- Tardent, P. 1993. Meeresbiologie. Eine Einführung. 2. neubearbeitete und erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Nybakken, J. W. 1988. Marine Ecology. An Ecological Approach. Harper and Row, Publishers.

- Ott, J. Meereskunde. 1988. Einführung in die Geographie und Biologie der Ozeane. Verlag Eugene Ulmer, Stuttgart.
- Regős, J. 1996. Bevezetés a tengerökológiába. Egyetemi jegyzet, Eszterházy Károly tanárképző főiskola, Eger.
- Regős, J. 2005-2017. Tengerökológiai gyakorlatok. Digitalizált kézirat egyetemi hallgatók számára, személyes kérésre átmásolható.
- Gunkel, W. 1990. Bakterien. In: Lozán et al.: Warnsignale aus der Nordsee. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg
- De Long et al. 1994. High Abundance of Archaea in Antarctic Marine Picoplankton. *Nature* 371, 695-697
- K. Barbeau, E. L. Rue, K. W. Bruland & A. Butler. 2001. Photochemical cycling of iron in the surface ocean mediated by microbial iron(III)-binding ligands. *Nature* 413, 409-413 (27 September 2001)
- Stéphane Blain et al. (41 coauthors). 2007. Effect of natural iron fertilization on carbon sequestration in the Southern Ocean. *Nature* 446, 1070-1074
- Laura Poppick, Staff Writer. 2013. Huge Iron-Rich Plume Discovered Beneath Atlantic Ocean. *Livescience.com* Staff Writer / August 20, 2013
- P. W. Boyd M. J. Ellwood. 2010. The biogeochemical cycle of iron in the ocean. *Nature Geoscience* 3, 675–682
- Steeman-Nielsen. 1963. Production, Definition and Measurement. In: M.N. Hill (editor). *The Sea*, vol. 2. John Wiley & Sons. Inc
- Häder, D.-P., Helbling, E. W., Williamson, C.E. and Worrest 2011. Effects of UV radiation on aquatic ecosystems and interactions with climate change. *Photochem. Photobiol. Sci.* 10, 242-260
- Pálffy Károly. 2010. Az ultraibolya sugárzás hatása mikroalgák szaporodására, pigmentösszetételére és hormontartalmára Mosonmagyóvár, Doktori iskola 2010
- Wallace Smith Broecker 2010. *The Great Ocean Conveyor, Discovering the Trigger for Abrupt Climate Change*, Princeton University Press.
- El Niño. A Wikipédiából, a szabad enciklopédiából
- Planet Ocean: The Stream in the Dark 2004 Discovery Chanel TV

AZ ERDŐTELKI ARBORÉTUM MOHAFLORISZTIKAI VIZSGÁLATÁNAK ELŐZETES EREDMÉNYEI

SZŰCS PÉTER¹, BARANYI GERGELY², ZÖLLEI TAMÁS³

¹Eszterházy Károly Egyetem, Biológiai Intézet,

Növényteni és Növényélettani Tanszék, 3300 Eger, Leányka u. 6.

²Eszterházy Károly Egyetem, Természettudományi Kar, Biológia BsC szak

³Eszterházy Károly Egyetem, Erdőtelki arborétum, 3358 Erdőtelek Fő út 129.

E-mail: szucs.peter@uni-eszterhazy.hu

Abstract

Preliminary results of bryofloristical studies in Erdőtelki Arboretum (NE-Hungary)
The bryofloristical investigation was started in July of 2016, altogether 18 bryophyte taxa (1 liverworts and 17 mosses) were identified. Remarkable species from the territory: *Cirriphyllum piliferum*, *Syntrichia papillosa*, *Syntrichia virescens* and *Thuidium assimile*.

Keywords: bryophyte flora, semi-urban habitat

Bevezetés

A hazai botanikus kertek és arborétumok bryológiai vizsgálata több periódusban történt, összességében mégis azt mondhatjuk, hogy kevés azon gyűjteményes kertek száma, amelyekben teljességre törekvő felmérés történt (Szűcs 2017). Az újabb kutatási hullámhoz tartoznak az Eszterházy Károly Egyetemhez tartozó Egeri Botanikus Kertben (Szűcs & Péntzesné 2016) valamint az Erdőtelki Arborétumban zajló friss kutatások.

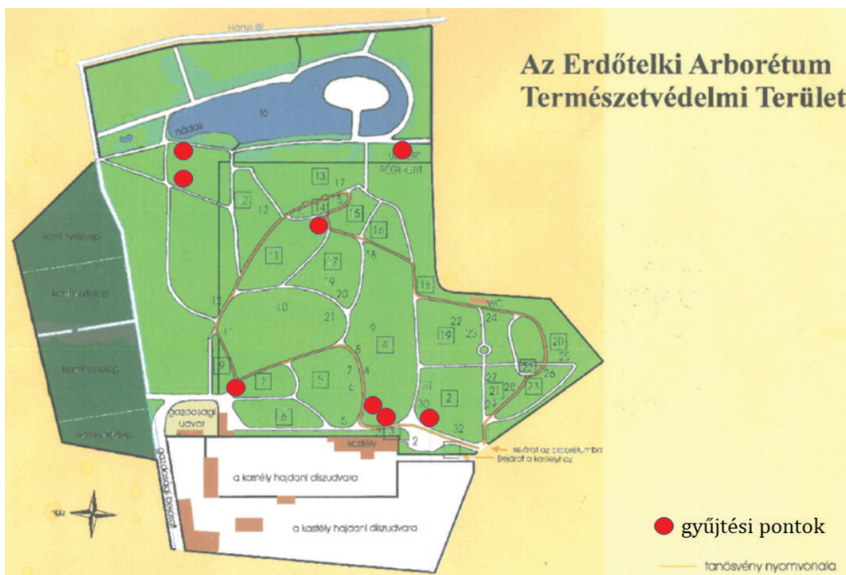
Jelen közlemény az Erdőteleki Arborétumban 2016-ban indult mohafloisztikai felmérés kezdeti eredményeit ismerteti.

Anyag és módszer

Az előzetes terepi gyűjtések 2016.07.06-án történtek, ennek határozási eredményeit ismertetjük az eredmények fejezetben. A határozáshoz határozókönyveket (ORBÁN és VAJDA 1983, SMITH 2004; ATHERTON et al. 2010), valamint fény- és sztereomikroszkópot vettünk igénybe. A begyűjtött példányokat az Eszterházy Károly Egyetem Növénytani és Növényélettani Tanszékének Kriptogám Herbáriumában (EGR) helyeztük el. A fajok nevét májmohák esetében Grolle & Long (2000), lombosmohák esetében Hill et al. (2006) munkája alapján adtuk meg. A felsorolásban szereplő összes florisztikai adat a közép-európai flóratérképezési rendszer negyedelésével nyert kvadrátjai közül (KIRÁLY 2003) a 8387.2 számúhoz tartozik.

A fajnevek author neve után szerepel a fajok veszélyeztetettségi besorolásának rövidítése a hazai moha vörös lista szerint (PAPP et al. 2010). A használt kategóriák a következők: NT (Near threatened) – veszélyeztettség közeli; LC (Least concern) – nem veszélyeztetett; LC-att (Least concern attention) – nem veszélyeztetett, de figyelmet érdemlő. Ezt követően új bekezdésben, új mondatban a mohataxon előfordulását, élőhelyi jellemzőit és országos gyakoriságát ismertetjük Orbán & Vajda határozókönyve (1983) alapján, majd az arborétumban becsült gyakoriságot adjuk meg.

1. ábra: Gyűjtési pontok az Erdőtelti arborétumban



Eredmények

Az eredmények számszerű ismertetése

Az előzetes mohafloisztikai vizsgálatok alapján összesen 18 taxont (1 májmoha és 17 lombosmoha) írtunk le az arborétum területéről. A fajok döntő többsége országos viszonylatban közönséges és gyakori. Ezek mellett említésre méltó a hazai vörös lista besorolás szerint veszélyeztettség közeli (NT) *Cirriphyllum piliferum*, valamint az indikátor, kéreglakó *Syntrichia papillosa* jelenléte. Az azonosított fajok többsége szintén előfordul a hazai botanikus kertekben és arborétumokban (Szűcs 2017).

Enumeratio – Felsorolás

Marchantiophyta – Májmohák

Porella platyphylla (L.) Pfeiff. – LC

Árnyékos és félárnyékos sziklák felszínén, idősebb fák kérgén fordul elő. Az egész országban elterjedt és gyakori, a területen ritka.

Bryophyta – Lombosmohák

Amblystegium serpens (Hedw.) Schimp. – LC

Félárnyékos helyeken, ligetekben, fakérgen, talajon, gyakori és elterjedt. Az arborétumban fakérgen és talajon gyakori.

Barbula unguiculata Hedw. – LC (2. ábra)

Homokos, agyagos talajon, napos helyeken, utak és árkok mentén él. Az arborétumban hasonló élőhelyeken, vehető észre.

Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske – LC (5. ábra)

Sásréteken, árkok, patakok és források mellett, lápréteken él. A arborétumban nyirkos, nedves helyeken, gyepekben található meg.

Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid. – LC

Száraz helyeken, mészben szegény aljzaton élő gyomjellegű moha, közönséges és gyakori. Az arborétumban több ponton előfordul.

Cirriphyllum crassinervium (Taylor) Loeske & M.Fleisch. – LC

Fakérgen, sziklákon fordul elő, országosan gyakori, az arborétumban ritka.

Cirriphyllum piliferum (Hedw.) Grout – NT

Humid mikroklímájú erdők indikátor faja. Nedves, kissé füves helyeken, erdőszéleken és patakok mentén lelhető fel, nem gyakori. A kutatási területen nem gyakori.

Fissidens taxifolius Hedw. – LC

Erdői árnyas agyagtalajon, patakpartokon él, gyakori, az arborétumban több ponton előfordul.

Leskea polycarpa Hedw. – LC

Folyók, árterek és folyó menti ligeterdők lakója, elterjedt és gyakori. A területen legfeljebb szórványos.

Homalothecium lutescens (Hedw.) H. Rob. – LC

Mindenféle napos, száraz helyeken, főleg löszön, mésztörmeléken, homokon él, az arborétumban nem gyakori.

Hypnum cupressiforme Hedw. – LC

Mindenféle aljzaton, főleg erdőben, fakérgen, sziklákon és sovány talajon él, közönséges. Az arborétum területén szintén gyakori, talajon és fakérgen egyaránt.

Oxyrrhynchium hians (Hedw.) Loeske – LC

Árnyékos, agyagos talajon, erdős helyeken, kertekben, folyók mentén él, elterjedt és gyakori. A kutatási területen viszonylag gyakori.

2. ábra: *Barbula unguiculata* Hedw.
(fotók: Szűcs P.)



3. ábra: *Plagiomnium undulatum*
(Hedw.) T.J.Kop.



4. ábra: *Rhytidiadelphus squarrosus* (Hedw.) Warnst.



5. ábra: *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske



Plagiomnium undulatum (Hedw.) T.J.Kop. – LC (3. ábra)

Árnyékos és nedves erdei talajon, források és patakok mellett található meg, gyakori. Az arborétum egyes pontjain kiterjedt párnákat alkot.

Rhytidiadelphus squarrosus (Hedw.) Warnst. – LC (4. ábra)

Réteken, erdőszéleken és tisztásokon, kissé nedves helyeken, forrásoknál, főleg hegyvidéken él. Az arborétumban nem gyakori.

Syntrichia papillosa (Wilson) Jur. – LC-att

Fakéreg jelző indikátor faj, idősebb fák kérgén élő, mérsékelten gyakori moha. A kutatási területen ritka.

Syntrichia virescens (De Not.) Ochyra

Ligeterdők, tölgyesekben és magányos fákön élő kéreglakó faj, országosan nem ritka faj, az arborétumban nem gyakori.

Thuidium assimile (Mitt.) A.Jaeger – LC-att

Kissé nyirkos, mésztartalmú talajon, fatönkőn, lápréteken él. Az arborétum területén ritka, nyirkosabb gyepek lakója.

Tortula muralis Hedw. – LC

Kövek, sziklák, sziklafalak felületén, kerítések kövein, falakon él, gyakori. A területen szórványos előfordulású.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk dr. Schmotzer Andrásnak az irodalmazásban nyújtott segítségéért.

Felhasznált irodalom

- Atherton, I., Bosanquet, S. & Lawley, M. (eds.), (2010): Mosses and liverworts in Britain and Ireland: A field guide. – British Bryological Society, Plymouth, 848 p.
- Grolle, R. & Long, D. G. (2000): An annotated check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Europe and Macaronesia. – *Journal of Bryology* 22: 103–140.
- Hill M. O., Bell, N., Bruggeman-Nannaenga, M. A., Bruges, M., Cano, M. J., Enroth, J., Flatberg, K. I., Frahm, J. P., Gallego, M. T., Garilletti, R., Guerra, J., Hedenäs, L., Holyoak, D. T., Hyvönen, J., Ignatov, M. S., Lara, F., Mazimpaka, V., Munoz, J. & Söderström, L. (2006): An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. – *Journal of Bryology* 28: 198–267.
- Király, G. (2003): A magyarországi flóratérképezés módszertani alapjai. – *Flora Pannonica* 1: 3–20.
- Orbán S. & Vajda L. (1983): Magyarország mohaflórájának kézikönyve. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 518 p.
- Papp, B., Erzberger, P., Ódor, P., Hock, ZS., Szövényi, P., Szurdoki, E. & Tóth, Z. (2010): Updated checklist and redlist of hungarian bryophytes. – *Studia botanica hungarica* 41: 31–59.
- Smith, A. J. E. (2004): *The mossflora of Britain and Ireland*. – Cambridge University Press, Cambridge, 1012 p.
- Szűcs, P. & Péntesné Kónya, E. (2016): Mohaadatok az Eszterházy Károly Főiskola Botanikus Kertjéből (Eger). – *Acta Acad. Paed. Agr., Sect. Biol.* 43: 53–57.
- Szűcs, P. (2017): Bryophyte flora of the Botanic Garden of the University of Sopron (W Hungary). – *Studia botanica hungarica* 48(1): 77–88.

DENEVÉREK AKUSZTIKAI KUTATÁSA – A HANGELEMZÉS METODIKÁJA

GYÖRÖSSY DOROTTYA, SZABADI KRISZTA,
SOSOVICSKA BERNADETT, ESTÓK PÉTER

Eszterházy Károly Egyetem, TTK Biológiai Intézet, Állattani Tanszék,
3300 Eger, Leányka u. 6.
E-Mail: batfauna@gmail.com

Abstract

Bats have outstanding acoustics among mammals. Recording and analysing bat calls can provide valuable information on these protected and vulnerable animals. In Hungary, the Pettersson D500X bat detector is used mostly to record bat calls. With the help of this device we can get huge amounts of data within a short period, without disturbing the bats. The recorded calls can be divided into three categories based on the shape of the sonograms: FM, FM-QCF and FM-CF-FM calls. The value of the strongest frequency of the calls is also an effective parameter during the identification process. The species identification of the calls is not accomplishable in many cases, thus we need to work with such groups that include several species of one genus or more general.

Bevezetés

A denevérek (Chiroptera) az emlősök második legfajgazdagabb rendje. Hazánkban 28 denevérfaj él, melyek mindegyike valamilyen védettségi kategóriába tartozik. Kutatásuk – veszélyeztetettségük okán – aktuális feladat, rejtett életmódjuknál fogva azonban gyakran nehéz az egyes fajokról adatokat gyűjteni.

A denevérek egyedülálló felépítésükkel alkalmazkodtak a repülő életmódhoz. Ez elengedhetetlen a túlélésükhöz, mivel táplálékuk nagy részét kicsi, gyorsan mozgó, repülő rovarok teszik ki. A sötétben való tájékozódásukat és zsákmányszerzésüket egy különleges navigációs rendszer, az echolokáció teszi lehetővé. Ez magas frekvenciájú hangok kibocsátását jelenti, melyek az útjukba eső tárgyról részben visszaverődnek. Egyes denevérek a szájukon keresztül bocsátják ki ezeket az ultrahangokat, mások viszont, mint például

a patkósdenevérek, ezt az orrukon keresztül teszik meg. Jó terepi mintázási lehetőséget teremt, hogy a denevérek akusztikája az emlősök között kiemelkedő, hangjaik rögzítése, elemzése sok jól használható adatot eredményezhet.

Detektorok beállítása, kihelyezése

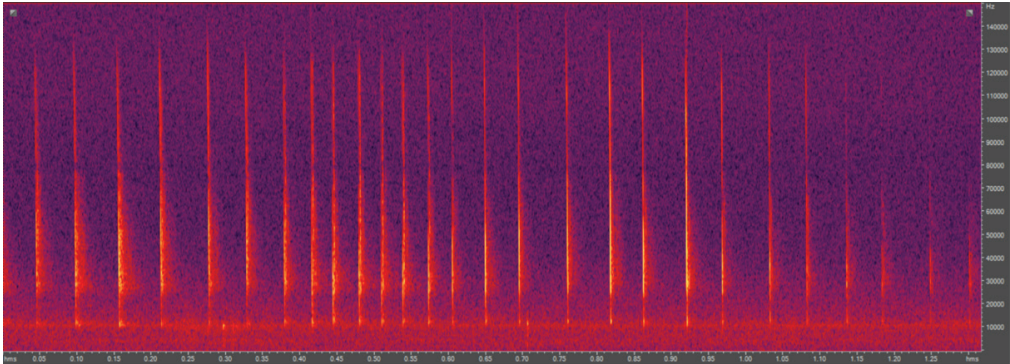
A hazai akusztikai alapú denevérkutatás során a leginkább alkalmazott készülék a Pettersson D500X denevérdetektor, mely valós idejű, teljes spektrumú (5-190 KHz), hangrögzítésre is alkalmas. Attól függően, hogy mi a vizsgálatunk célja, különböző érzékenységi szintekre állíthatjuk be a detektort. A fájlokat wav formátumban tárolja. A detektorok pontszerű és transzekt vizsgálatoknál is jól használhatóak. Kihelyezésüknél figyelembe kell venni a mintavételezés célját. Ha faunisztikai adatokat akarunk gyűjteni, érdemes lineáris tájlemek (erdei utak, völgyaljak), vagy különböző víztestek mellé kihelyezni a detektorokat, mivel a denevérek ezeket gyakran keresik fel ivó, illetve táplálkozó hely gyanánt. Erdőállományok összehasonlítása során a detektorokat homogén állományba helyezzük.

Hangok elemzése

A denevérdetektorok által felvett hangokat a számítógépen, az Adobe Audition programban, szonogramok formájában elemezzük. Ezek alakja, valamint a hang legerősebb frekvenciájának értéke alapján három kategóriába sorolhatjuk a hazai denevéreket: ezek az FM (frequency modulated), az FM-QCF (frequency modulated-quasi-constant frequency) és az FM-CF-FM (frequency modulated-constant frequency-frequency modulated) fajok (SCHNITZLER et al., 2003). A különböző echokációs hangtípusok kialakulásához a denevérek niche szegregációja vezetett (SIEMERS & SCHNITZLER, 2004).

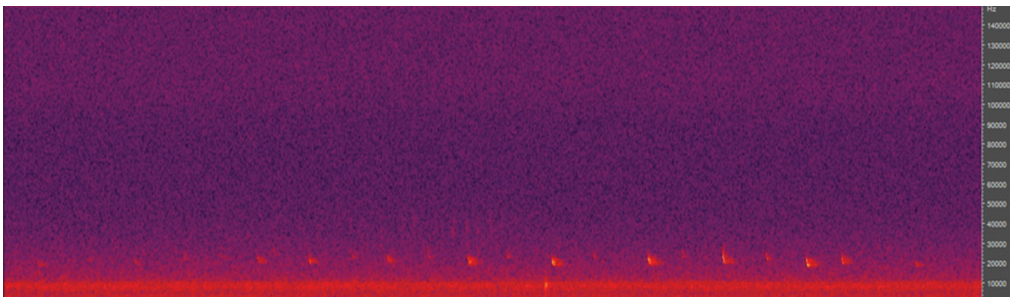
Az FM csoportba tartozó fajok egy időben rövid, általában széles frekvenciasávot átfogó (FM) hangot bocsátanak ki. Ilyen fajok például az egérfülű denevérek (*Myotis spp.*) (1. ábra) és a hosszúfülű denevérek (*Plecotus spp.*), valamint az ezeknél kisebb frekvenciasávval jellemezhető nyugati pisedenevér (*Barbastella barbastellus*).

1. ábra: *Myotis nattereri* szonogramja



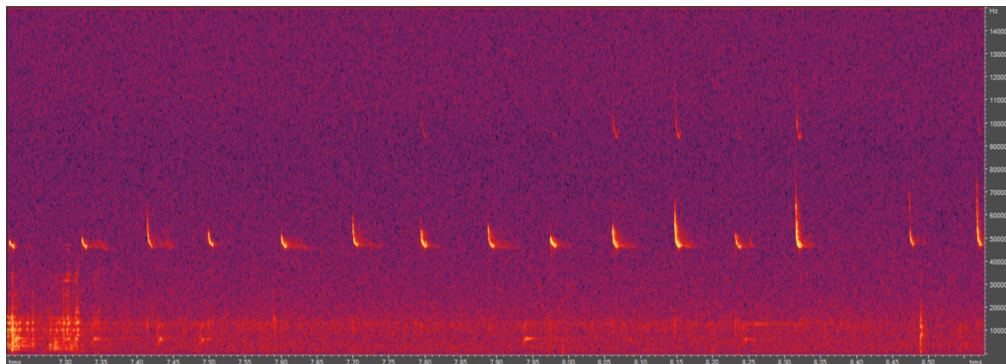
Az FM-QCF fajok hangja egy rövidebb frekvenciamodulált (FM) résszel kezdődik, majd egy kvázi konstans frekvenciájú (QCF) résszel végződik. Ezt a csoportot két alcsoportra oszthatjuk. Az egyik csoport az FM-QCF Lo SPP., ahol a csúcshangfrekvencia értéke nem haladja meg a 30 kHz-et. A rőt koraidenevér (*Nyctalus noctula*) (2. ábra), szőröskarú koraidenevér (*Nyctalus leisleri*), óriás koraidenevér (*Nyctalus lasiopterus*), közönséges késideenevér (*Eptesicus serotinus*) és a fehértorkú denevér (*Vespertilio murinus*) tartozik ebbe a kategóriába.

2. ábra: *Nyctalus noctula* szonogramja



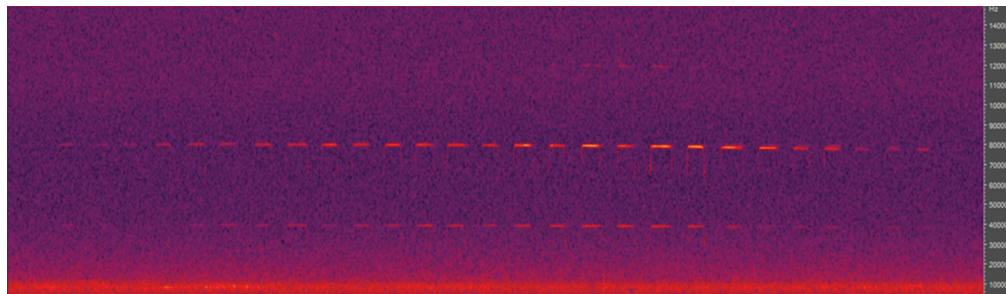
A másik csoport az FM-QCF Hi SPP., ahol az impulzusok legerősebb frekvenciájú része 40-60 kHz között található. Ide sorolhatóak a *Pipistrellus* fajok: a közönséges törpedenevér (*Pipistrellus pipistrellus*) (3. ábra), durvavorlájú törpedenevér (*Pipistrellus nathusii*), fehérszélű törpedenevér (*Pipistrellus kuhlii*), szoprán törpedenevér (*Pipistrellus pygmaeus*), továbbá ide tartozik a *Miniopterus schreibersii*, azaz a hosszúszárnyú denevér is.

3. ábra: *Pipistrellus pipistrellus* szonogramja



Az FM-CF-FM csoportba a patkósdenevérek tartoznak (4. ábra). Az echológációs hangjuk egy rövid, frekvenciamodulált (FM) résszel kezdődik, majd egy hosszú, konstans frekvenciájú (CF) résszel folytatódik, majd egy újabb FM szakasszal zárul (SCHNITZLER, 1967).

4. ábra: *Rhinolophus ferrumequinum* szonogramja



Hangok határozása

A kihelyezhető automata felvételre programozható denevérdetektorok alkalmazása egyre elterjedtebb és közkedveltebb a denevérkutatók körében, ugyanis nagy mennyiségű adat keletkezhet akár egyetlen éjszaka alatt is az állatok zavarása nélkül. A denevérek hang alapú határozása azonban nem könnyű, sokszor nem egyértelmű, ezért inkább tágabb kategóriákat, fajcsoportokat szoktunk megadni. Csak néhány faj van, amit

minden esetben teljes bizonyossággal el lehet különíteni a többtől, ezek a nyugati piszedenevér (*Barbastella barbastellus*) és a nagy patkósdenevér (*Rhinolophus ferrumequinum*). Továbbá bizonyos fajokat a szociális hangjuk alapján lehet azonosítani, ilyen pl. a durvavitorlájú törpedenevér (*Pipistrellus nathusii*). A többi faj elkülönítésénél fontos megmérni a hang csúcsfrekvenciáját (peak frequency) és esetleg két hangimpulzus közötti távolságot, melyek sokat segíthetnek az azonosításban, viszont ez sem megoldás minden esetben. A kis patkósdenevér (*Rhinolophus hipposideros*) és kereknyergű patkósdenevér (*Rhinolophus euryale*) által használt frekvenciák között ugyanis van egy bizonyos mértékű átfedés, így sok esetben nem lehet egyértelműen elkülöníteni a két fajt hangfelvételeik alapján. Ez a probléma a törpedenevéreknél (*Pipistrellus spp.*) is igen gyakori. Egyes fajok hangjai pedig kis intenzitásúak, ezért a felvételeken alulreprezentáltak szerepelnek, pl. a barna hosszúfülű denevér (*Plecotus auritus*). Sajnos a hangfelvételek alapján pontos adatokat nem kapunk az egyedekről, nem ismerjük az ivarukat, korukat, valamint nem tudhatjuk meg, hogy a nőstények nevelnek-e utódot.

Irodalomjegyzék

- Schnitzler, H.-U. (1967): Discrimination of thinwires by flying horseshoe bats (*Rhinolophidae*). In: *Animal sonar systems*, Vol. I, Busnel, R.G. (ed.), pp. 69-87. Jouy-en Josas: Laboratoire de Physiologie Acoustique
- Schnitzler, H.-U., F. Moss, C. & Denzinger, A. (2003): From spatial orientation in echolocating bats. *Trends in Ecology and Evolution*, Vol. 18, 386-394.
- Siemers, B. M. & Schnitzler H.-U. (2004): Echolocation signals reflect niche differentiation in five sympatric congeneric bat species. *Nature*. 429: 657-661.

ÉLŐHELYIMERET OKTATÁS ÉS MADÁRTANI MEGFIGYELÉS AZ ERDŐTELKI ARBORÉTUMBAN

VIG ZSÓFIA, HOROTÁN KATALIN, VARGA JÁNOS
Eszterházy Károly Egyetem, TTK Biológiai Intézet, Állattani Tanszék,
3300 Eger, Leányka u. 6.

Abstract

The area of the Arboretum of Erdőtelek supports a variety of distinct habitats which allow successful colonisation of different animal communities. Unfortunately, there was no detailed faunistic investigation in the Arboretum so far, therefore our knowledge on its fauna is rather scanty. With relegating this nature conservation area under auspice of the Eszterházy Károly University the research and education became a priority goal in case of faunistic researches as well.

Programok áttekintése

A 2017-es évben először került megrendezésre Zöllei Tamás arborétum vezető és a Biológia Intézet szervezésében egy több világnapot is felölelő programsorozat, melyben kiemelt szerepet kapott a hazai madárvilág bemutatása is. Az első program a március 15-én megrendezett Víz világnapja volt (1 kép), melynek keretében előadás formájában a vízi madarak táplálkozási és alkalmazkodási szokásai kerültek bemutatásra, amelyhez a tó területén végzett édesvízi gyűjtések is kapcsolódtak.

1 – 3. kép: Világnapok az Erdőtelki Arborétumban



Május 12-én a Madarak és Fák Napján (2. kép) az előadások mellett, „tollfelismerési gyakorlat, odúvizsgálat, tápláléklánc készítés és bagolyköpet elemzés foglalkozások között” válogathattak a résztvevők. Május 27-én az Arborétumok Napján (3. kép) az ismeretterjesztés került előtérbe, de a júliusban szervezett nyári táborok ismételten lehetőséget biztosítottak arra, hogy kis csoportos foglalkozásokat is szervezzünk. Az utolsó program az évben az októberi Állatok Világnapja volt melynél, az erdő élővilágának bemutatása volt a cél.

Az oktatás- és szemlélet formálás madártani vonatkozásai

Az ismeretterjesztő programok célja mindig az, hogy a természetet minden korosztály számára érthető módon minél közelebb hozza, ami a programvezető számára a korosztályok változatossága miatt fokozott felkészülést igényel a figyelemfelkeltése és fenntartása miatt. A célunk minden esetben a természet- valamint élőhelyvédelmi lehetőségek bemutatása továbbá, a fajismeret bővítése volt *interaktív* formában. A foglalkozások keretében az Állattani Tanszék munkacsoportja által készített jegyzetekre és oktatási segédanyagokra (oktatócsomagokra) gyakorlati jegyzőkönyvekre támaszkodtunk, amelyek élőhelyismereti és rendszertani témakörökhöz kapcsolódóan készültek el (VARGA, J. 2011, VARGA, J. és HOROTÁN K. 2015).

Az élőhelyismereti segédanyagok, a teljesség igénye nélkül: állóvizek, tavak gerinctelen és gerinces élővilága, hazai lomboserdők élővilága, továbbá szárazföldi és vízi madarak ismerete stb,

A foglalkozások során a kevesebb több elvét követtük, a foglalkozások célkitűzése közt szerepelt, hogy a résztvevők később maguk is, önállóan tudjanak vizsgálni. A gyűjtésnél alkalmazott kezdetleges gyűjtőeszközöket ugyanis könnyen be tudják szerezni, de el tudják készíteni. Ez a megoldás tette lehetővé, hogy az esetenként kiszámíthatatlan (változatos csoport létszámok) és koreloszlás ellenére is megfelelő minőségben tudtuk foglalkoztatni a csoportokat. A korábban készített terepi gyorshatározó táblákból és feladatlapokból álló oktatási csomagok több képpel illusztrált változatai adták a programok magját (4 – 6. kép)

4 – 6. kép: Gyorshatározó-és fajismereti táblák és használatuk

Toll és hangfelismerés: A gyakran csak messziről szemügyre vehető madarak esetében az elhullott tollakból is sok fajt felismerhetünk, ebben az esetben a korábban összegyűjtött tollak kerültek bemutatásra egy felismerési játékkal kombinálva (7. kép). A hangfelismerés során az éppen szóló madarak hangjára hívtuk fel a figyelmet.

Bagolyköpet analízis: Jelenleg az arborétum területéről ugyan nem kerültek elő a bagolyalakúak (Strigiformes) rendjébe tartozó fajok, mivel azonban a környező területeken megtalálhatóak és még napjainkban is sok tévhit kapcsolódik a baglyokhoz, így a bemutatásukat fontosnak tartottuk. Az életmódjuk, testfelépítésük mellett a táplálkozási szokásaikra is hangsúlyt fektettünk, mellyel a környék lehetséges kisemlős faunáját is be tudtuk kapcsolni a programba, így kiszélesítve az ismereteket, egy foglalkozás keretében több állatcsoport megismertetésére is lehetőséget biztosítottunk (8. kép).

Táplálkozási kapcsolatok és alkalmazkodási formák: A tápláléklánc készítése minden korosztály számára megfelelő feladat, hiszen a rendszerszemléletet követve rövid idő alatt több fajjal ismerkedhetnek meg (illetve összegezhetik a foglalkozások során feldolgozott ismereteiket). Az arborétum területén található tó egyértelművé tette, hogy a vízi tápláléklánc elemei a könnyebben megismertethetőek, hiszen a vízi gerinctelen és gerinces szervezetek gyűjtése során a résztvevők is kipróbálhatták a „vízi madarak szerepét, egy-egy vízi madár bőrébe bújva” a vízi madarak táplálékláncának összeállítása során. A vízimadarak azt fogyasztják, amit a tó élővilága biztosít számukra, vagyis azt, amik begyűjtésre kerültek, a begyűjtött anyagot megismerve így arra is lehetőség adódott, hogy a tápláléklánc egyes kompartmentjeiben előforduló vízi szervezeteket is megismerhessék a tanulók.

7 – 9. kép: Tollfelismeréstől a fajismeretig



Fajismeret: Nem önálló feladatként, hanem célként jelent meg az állatfajok bemutatása és megismertetése, hogy a későbbiek során az irántuk való érdeklődés fenn maradjon (9. kép). Minden foglalkozás a már korábban említésre került táblák bemutatásával kezdődött, melyek segítségével, rövid idő alatt képet kaptunk a csoport ismeretiről, így biztos támpontból indíthattuk az aktuális programokat.

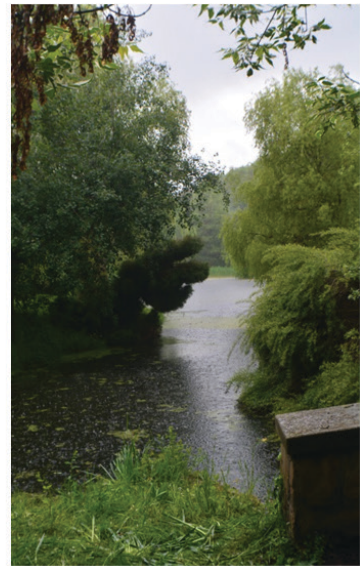
Madártani megfigyelések és eredményei

Az Arborétum területének állatvilágáról irodalmi adatok nem állnak rendelkezésre. A történetéről és természeti értékeinek (elsősorban a növényvilág) bemutatásáról Novák K (szerk.) (1980) és Gyarmati Zs. (2004) munkáiból nyerhetünk részletes tájékoztatást. Állatvilága kevésbé kutatott. A közelében húzódó Erdőtelki Égerláp Természetvédelmi Területre vonatkozó zoológiai kutatások is hiányosnak ítéltetők. Faunisztikai szempontból, legutoljára 1990-ben került sor terepbejárásra, felmérésre, de ebben az időszakban is a főként, csak a gerincesekre vonatkozó megfigyelések történtek. A felmérés során megállapítható volt, hogy az égerláp területe gazdag gerinces állatvilágot vonz. Különösen jelentősnek ítélték a vizsgálatokat végző szakemberek az átvonuló madárpopulációk gazdagságát. Az 1990-es felmérés 104 gerinces faj előfordulásáról szolgáltat adatot, melyek közül, 81 védett faj is szerepelt. Részletesebb gerinctelen faunisztikai vizsgálatok még nem készültek a térségben.

A 2016 év végén kezdődtek az első megbeszélések, a lehetséges foglalkozások helyszínén, melyet követően megkezdtük az arborétum madárfaunájának megfigyelését, valamint márciusban 25-én megtörténtek az első tájékozódó jellegű vízi gyűjtések is melyek a gerinctelen *faunát* célozták meg.

A madármegfigyelések heti rendszerességgel zajlottak a 3 hektáros területen, ami lehetővé tette egy részletes fajlista összeállítását. A lehetséges fészkelő és táplálkozási helyek, valamint a kijelölt és térképen (10 – 11. kép) is ábrázolt megfigyelési pontok különböző napszakokban történő felkeresése révén 61 madárfajt sikerült a területről leírni.

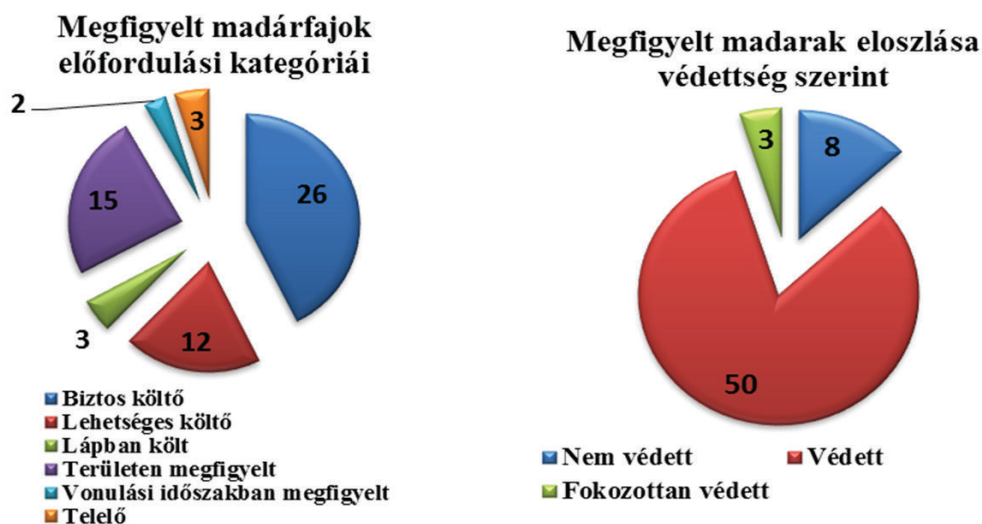
10. kép: Az arborétum leegyszerűsített térképe, fehérrel jelölve a megfigyelési pontokat (forrás: Jana Táborská); 11. kép. A tóparti megfigyelőpont



A területen előforduló fajok több mint a fele, összesen 38 faj, köthető bizonyítottan a vizsgálati területhez. Közülük 26 költő illetve további 12 lehetségesen (valószínűsíthetően) költő faj előfordulását rögzítettük.

A költésen kívül a madarak részére, táplálkozó, pihenő- és telelőhelyként is számba kell vennünk a „zöld szigetként” is funkcionáló arborétumot. 15 olyan faj került feljegyzésre, melyek táplálkozási helyként hasznosítják az arborétumot. A vonulási időszakban megfigyelt fajok közül a kormos légykapó (*Ficedula hypoleuca*) észlelése érdekes, mivel hazánkban nem (vagy csak alkalmilag) fészkel, irodalmi források szerint hazánkban az örvös légykapó (*Ficedula albicollis*) helyettesíti, azonban ez utóbbi faj az arborétum területén nem volt megfigyelhető.

1 – 2: ábra: Madárfajok előfordulási kategóriái; a fajok védettség szerinti eloszlása



A megfigyelt madarak legnagyobb hányada védett (1 – 2. ábra), s mellettük három fokozottan védett faj is használja a területet. Az utóbbiak a fehér gólya (*Ciconia ciconia*), fekete gólya (*Ciconia nigra*) valamint a gyurgyalag (*Merops apiaster*). A területre nézve újabb fajok megkerülésének lehetősége a terület további vizsgálatát igényli, ezért a megfigyeléseket az elkövetkező években is folytatni kívánjuk.

A felmérés során összesen 10 rend képviselőit sikerült feljegyezni (1. táblázat). A vágómadár-alakúakat (*Accipitriformes*) 3, a harkály alakúakat (*Piciformes*) 5, a verébalakúak (*Passeriformes*) 33 faj képviselte a területen (1 táblázat).

A területen előforduló madarak megfigyelését elsődlegesen az idokolta, hogy a madárvilág hazai fajainak általános áttekintése mellett, annak a területnek a madárvilágáról is szerettünk volna bővebb információkkal rendelkezni, amely területen a foglalkozások zajlottak. Ebben a megközelítésben az arborétum térségére vonatkozóan azonban csak igen hiányos megfigyelések és adatok álltak rendelkezésre.

1. táblázat: A megfigyelt fajok rendek szerinti besorolása

Darualakúak (<i>Gruiformes</i>)	Vízit tyúk (<i>Gallinula chloropus</i>)
Galambalakúak (<i>Columbiformes</i>)	Balkáni gerle (<i>Streptopelia decaocto</i>), örvös galamb (<i>Columba palumbus</i>)
Gólyaalakúak (<i>Ciconiiformes</i>)	Fehér gólya (<i>Ciconia ciconia</i>), fekete gólya (<i>Ciconia nigra</i>)
Harkály alakúak (<i>Piciformes</i>)	
Balkáni fakopáncs (<i>Dendrocopos syriacus</i>), fekete harkály (<i>Dryocopus martius</i>), kis fakopáncs (<i>Dryobates minor</i>), közép fakopáncs (<i>Dendrocoptes medius</i>), nagy fakopáncs (<i>Dendrocopos major</i>), zöld küllő (<i>Picus viridis</i>)	
Kakukkalakúak (<i>Cuculiformes</i>)	Kakukk (<i>Cuculus canorus</i>)
Lúdalakúak (<i>Anseriformes</i>)	Tökés réce (<i>Anas platyrhynchos</i>)
Szalakótaalakúak (<i>Coraciiformes</i>)	Gyurgyalag (<i>Merops apiaster</i>)
Tyúkalakúak (<i>Galliformes</i>)	Fácán (<i>Phasianus colchicus</i>)
Vágómadár-alakúak (<i>Accipitriformes</i>)	
Barna rétihéja (<i>Circus aeruginosus</i>), egerészölyv (<i>Buteo buteo</i>), karvaly (<i>Accipiter nisus</i>)	
Verébalakúak (<i>Passeriformes</i>)	
Barátposzáta (<i>Sylvia atricapilla</i>), cigánycsuk (<i>Saxicola rubicola</i>), citromsármány (<i>Emberiza citrinella</i>), csicsörke (<i>Serinus serinus</i>), csilcsalpfüzike (<i>Phylloscopus collybita</i>), csuszka (<i>Sitta europaea</i>), dományos varjú (<i>Corvus cornix</i>), énekes nádiposzáta (<i>Acrocephalus palustris</i>), énekes nádiposzáta (<i>Turdus philomelos</i>), erdei pinty (<i>Fringilla coelebs</i>), erdei szürkebegy (<i>Prunella modularis</i>), fekete rigó (<i>Turdus merula</i>), fenyőrigó (<i>Turdus pilaris</i>), fülemüle (<i>Luscinia megarhynchos</i>), füsti fecske (<i>Hirundo rustica</i>), házi veréb (<i>Passer domesticus</i>), házi rozsdafarkú (<i>Phoenicurus ochruros</i>), holló (<i>Corvus corax</i>), kék cinege (<i>Cyanistes caeruleus</i>), kenderike (<i>Carduelis cannabina</i>), kis poszáta (<i>Sylvia curruca</i>), kormos légykapó (<i>Ficedula hypoleuca</i>), meggyvágó (<i>Coccothraustes cocco- thraustes</i>), mezei poszáta (<i>Sylvia communis</i>), mezei veréb (<i>Passer montanus</i>), molnár fecske (<i>Delichon urbicum</i>), nádi rigó (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>), ökörszem (<i>Troglodytes troglodytes</i>), rozsdáscsuk (<i>Saxicola rubetra</i>), sárgafejű királyka (<i>Regulus regulus</i>), sárgarigó (<i>Oriolus oriolus</i>), seregély (<i>Sturnus vulgaris</i>), sordély (<i>Emberiza calandra</i>), süvöltő (<i>Pyrrhula pyrrhula</i>), szajkó (<i>Garrulus glandarius</i>), szarka (<i>Pica pica</i>), széncinege (<i>Parus major</i>), szürke légykapó (<i>Muscicapa striata</i>), tengelic (<i>Carduelis carduelis</i>), töviszúró gébics (<i>Lanius collurio</i>), vetési varjú (<i>Corvus frugilegus</i>), vörösbecs (<i>Erithacus rubecula</i>), zöldike (<i>Carduelis chloris</i>)	

Összegzés

Az arborétumban szervezett foglalkozások során igyekeztünk a környezethez illeszkedő (*környezetadekvát*), kooperatív és integrált, aktív közösségi- és önálló munkán alapuló, a természet komplexitásához igazodó, a természetben megfigyelhető, (a valóságon alapuló) az arborétum nyújtotta lehetőségeket hasznosító ismeretszerzést biztosítani.

A területen végzett madártani megfigyelések tájékozó jellegűnek tekinthetők, és első-sorban a további hasonló jellegű rendezvények ismeretanyagának a bővítésére szolgálnak.

Irodalomjegyzék

- Gyarmati Zs. (2004): Az erdőtelki arborétum Sziget az Alföld peremén 135. évf. 7. sz. 2004. július <http://www.termeszetvilaga.hu/termeszetvedelem/gyarmati.html>
- Novák Károly-Mesterházi Tihamér-Temesi Ida (szerk.) (1980): Erdőtelek, arborétum. Tájak, Korok Múzeumok Kiskönyvtára
- Varga, J. (2011): Zoológiai élőhely- és élőlényismeret. Eszterházy Károly Tanárképző Líceum kiadó, Eger. 1–320.
- Varga, J. (szerk): (2015) Terepi gyűjtési technikák, rovarok gyűjtése és preparálása. A kötet a Nemzeti Kulturális Alap támogatásával jelent meg. Líceum Kiadó, Eger, ISBN 978-615-5509-22-3. Társszerzők: Földessy Mariann, Horotán Katalin
- Gyarmati Zsolt (2004): Az erdőtelki arborétum Sziget az Alföld peremén 135. évf. 7. sz. 2004. július <http://www.termeszetvilaga.hu/termeszetvedelem/gyarmati.html>
<http://bnpi.hu/oldal/erdotelki-arboretum-tt-69.html>