



A klímaváltozás szerepe a környezeti oktatásban és nevelésben

MIKA JÁNOS

ÖSSZEFOGLALÁS

E fejezetben az éghajlatváltozáshoz kapcsolódó tapasztalatainkat tekintjük át. Ennek során röviden utalunk arra a tudományos háttérre, aminek alapján tanítjuk a témakört (két alfejezet), illetve használjuk is annak érdekesebb elemeit további nevelési célok elérésére (három alfejezet). Az első esetben, az EKF Földrajz Tanszékének gondozásában működő felsőoktatási képzésekben folyó oktatást, valamint egy közoktatási célú diasort és iskolai kipróbálásának tapasztalatait ismertetjük. A második esetben a földrajz tantárgy illusztrálásához felhasználható példákat mutatunk be, jelezzük a kulcskompetenciák fejlesztési lehetőségeit, és utalunk a fenntarthatósággal kapcsolatos problémák bemutatása során az éghajlatváltozás felhasználására.

1. BEVEZETÉS

Az éghajlatváltozás számtalan jele az oktatás számára is új kihívást jelent. Meg kell ismertetnünk az oktatás változatos életkorú célközönségével, hogy mi a folyamat lényege, mik a következményei, és ki mit tehet azért, hogy a változás minél lassúbb és kisebb legyen.

A klímaváltozás, mint természeti és társadalmi probléma alkalmas arra is, hogy a diákok figyelmét ráirányítsa olyan kérdésekre, mint például a szén körforgalma; az elektromágneses sugárzás; az általános légkörzés; bizonyos időjárási szélsőségek; hazánk területének medence-jellege; a fotoszintézist meghatározó feltételek, a városi hősziget-hatás; illetve a döntésekben szerephez jutó főbb környezeti elvek.

Ugyanígy, a klímaváltozás kapcsán mód nyílik a környezet más problémáinak (ózonlyuk, savasodás, városi légszennyezettség, fenntarthatóság, megújuló vs. környezetkímélő energiák, stb.) feldolgozására is. A klímaváltozás tárgyköréhez kapcsolódó viselkedési formákra is megtaníthatjuk a fiatalokat, például mi a helyes magatartás vihar esetén. A klímaváltozás témaköre egy sor kulcs-kompetencia fejlesztésére is alkalmas lehet.

Fejezetünk első része arról szól, hogy mit lenne jó megtanítanunk magáról a klímaváltozásról. A második rész rámutat azokra a lehetőségekre, amelyek a klímaváltozás apropóján, a

témakör iránti érdeklődésre támaszkodva juttatnak el ismereteket, és fejlesztenek kulcskompetenciákat a tanulók körében. A tanár-kollégák mindezt akkor tudják elérni, ha felkészültnek érzik magukat ebben a gyorsan fejlődő, bővülő ismeretkörben.

2. A KLÍMAVÁLTOZÁS KÉRDÉSEI, DIÓHÉJBAN

Földünk éghajlata sosem volt állandó, ám a változások az emberi tevékenység kezdetei óta mintegy két nagyságrenddel gyorsabbak a természetes változásoknál. A 19. századtól kezdve, fokozatosan gyorsuló ütemben zajló globális melegedés a 20. század kezdetétől napjainkig megközelítette a 0,9 fokot, állapította meg az IPCC az ENSZ Kormányközi Éghajlatváltozási Testülete, 2007-ben napvilágot látott jelentése. Az újabb, 5. Jelentés tudományos része (IPCC, 2013) 2013. szeptember 27-én került nyilvánosságra, és ez megerősítette a változások emberi eredetét.

A klímaváltozás a természetre és az emberre nézve egyaránt fenyegető következményekkel járhat. Ennek következményeihez egyrészt alkalmazkodnunk kell, másrészt mérsékelnünk, majd minél előbb, azaz minél alacsonyabb átlaghőmérsékleten meg kell állítanunk bolygónk melegedését. E két társadalmi cselekvési kihívás legújabb szakmai részletei még később, 2014 márciusában, illetve áprilisában lesznek csak véglegesek. Addig be kell érniük a 2007-es jelentés (IPCC, 2007) fő megállapításaival, amik a következők.

- Az éghajlat egy irányban változik.
- Az emberiség ennek legalább részben az okozója.
- Az éghajlat biztosan folytatja az eddigi melegedést.
- Több éghajlati kockázat már kisebb melegedésnél fellép, mint azt korábban számítottuk.
- A kibocsátás mérséklése és az alkalmazkodás együtt csökkenthetik a károkat.
- Kevés időnk maradt arra, hogy az éghajlatot legfeljebb 2 °C melegedéssel stabilizáljuk.
- Már ma ismert a mérséklés és az alkalmazkodás számos technikai megoldása.

Ma már nincs olyan tudományos fórum, amelyik tagadni tudná, hogy Földünk hosszabb idő átlagában sok évtized óta melegszik. És olyan sem sok van, amelyik szerint ennek nem az ember az okozója. Olyan pedig, amelyik ezt valóban bizonyítani is tudná, ez idő szerint egy sincsen!

A legújabb tudományos jelentésnek ugyanakkor választ kell majd adnia néhány vitatott kérdésre. Például arra, hogy: Mivel magyarázható a Föld átlaghőmérsékletének emelkedő tendenciájában az utóbbi évtizedben tapasztalt megtorpanás? Közelebb kerültek-e egymáshoz a globális klímamodellek számításai az egyes éghajlati elemek, főleg a csapadék regionális változásai terén? Lehet-e már pontosabban tudni, hogy mekkora mértékű további melegedés engedhető meg visszafordíthatatlan éghajlati változások nélkül? Valóban igaz-e, hogy a globális felmelegedés folyamata kedvez az időjárási és az éghajlati szélsőségek erősödésének, stb.

3. ÉGHAJLATI TARTALMÚ TÁRGYAK A GEOGRÁFUSKÉPZÉSBEN

A Földrajz Tanszék jelenleg földrajz alapképzést (BSc: 50–60 fő nappali, 40–50 fő levelező), földrajztanár mesterképzést (MA: kb. 5 fő nappali, 40–50 fő levelező) és geográfus mesterképzést (MSc: 10–15 fő nappali, kb. 5 fő levelező) folytat. Az alapképzésben a *tanári modul*, a *terület- és településfejlesztő* és a *megújuló energiaforrások* szakirányok közül lehet választani.

A Tanszék által folytatott képzések meteorológiai tartalmú tárgyait az 1. táblázatban foglaltuk össze. Ebben azonban nem tüntettük fel azokat a tárgyakat, amelyek hazánk, illetve a

nagyvilág kontinenseinek természetföldrajzát mutatják be, noha ezek a tárgyak rendszerint az éghajlat bemutatásával kezdődnek. Ugyancsak hiányoznak a fenntarthatósággal és a kockázatkezeléssel kapcsolatos tárgyak az MSc-képzésben, amelyekben pedig számos példa időjárás, éghajlati jellegű. Kihagytuk a „Geostatisztika és földrajzi számítások”, a „Modellezés és szimuláció” c. tárgyakat is, pedig ezekben is sok a meteorológiai példa.

A „Megújuló energiaforrások...” szakirány hallgatói mindegyik ilyen forrást külön tárgyként tanulják. Ugyancsak külön tárgy „Az energiatermelés környezeti hatásai”.

A kétféle mesterképzés közül a szakgeográfus MSc-ben van jóval több meteorológiai tárgy, sőt olyan tárgy, ami csak a tanárképzésben szerepelne, nincs is. Ezért a táblázat középső oszlopában az MA-képzést tüntettük fel külön. Ahol nincs jelzés, az MSc tárgy.

Az alábbiak az alap és a mesterképzés tárgyait részletesen ismertetjük.

1. táblázat: Meteorológiai tartalmú tárgyak címei és néhány más jellemzője. (ea: előadás, gy.: gyakorlat, sp.: választható tárgy)

ALAPKÉPZÉS (BSc)	MESTERKÉPZÉS (MSc +MA)	DOKTORI KÉPZÉS
<ul style="list-style-type: none"> • Meteorológia és klimatológia (ea+gy) • Földrajzi zonalitás (ea) • Topo- és mikroklimatológia (sp.gy) • Megújuló energiaforrások* (ea) 	<ul style="list-style-type: none"> • A légkör mint erőforrás és kockázat (ea) (+MA) • Éghajlatváltozás, hatások, válaszadás (ea) (+MA sp.) • Műholdakról távérzékelte adatok feldolgozása (sp. gy) (+MA sp.) • Vároklíma és levegőtisztaság (sp. gy) 	<ul style="list-style-type: none"> • A klímaváltozás nevelési aspektusai (ea) • Az erőforrás- és kockázatkezelés pedagógiája (ea)

* A „Megújuló energiaforrások” szakirány hallgatói számára minden megújuló energiát (így a nap- és a szélenergiát is) külön kurzusban ismertetünk. Emellett itt van „Az energiatermelés környezeti hatásai” c. tárgy is.

Meteorológia és klimatológia (BSc. 1. évf.) „A meteorológia a légkör fizikája”, tanultuk és tanítottuk még pár évtizeddel ezelőtt is. Csakhogy kiderült, a levegő kémiai összetétele is változik, illetve ingadozik, s mindezt magában a légkörben zajló, illetve azon keresztül érvényesülő fizikai folyamatok is hatással vannak. Amikor tehát akár a légkör állapotjelzőit, akár a meteorológia feladatait említjük, akkor ezekbe a levegő kémiai összetételét éppúgy bele kell értenünk, mint a termodinamikai mennyiségeket. E tárgyban a félév vége felé jut kb. 1 óra a klímaváltozás alapjaira, összevetésben a vároklímával, vagy a levegőtisztaság más problémáival.

Megújuló energiaforrások (BSc 2. évf.) Ez az alapképzésben a területfejlesztés és a tanári előkészítő szakirány számára kötelező tárgy alapvetően nem a klímaváltozásról szól, hiszen a megújuló energiaforrások fokozottabb kihasználása a környezeti hatások mérséklése mellett, az ellátásbiztonság és a kitermelés objektíve emelkedő költségei miatt is alapvető érdek. Ugyanakkor az alapképzésben ez a kurzus nyújt lehetőséget arra, hogy módszeresen tárgyaljuk a klímaváltozás problémáját. Itt alapvető feladatunk, hogy tisztázzuk: a megújulásra való képességből nem következik automatikusan a környezet biztosan kisebb terhelése.

A légkör, mint erőforrás és kockázat (MA 1. évf., MSc 2. évf.) A tárgy címében jelzett két aspektus szerinti csoportosításban próbáljuk érzékeltetni a légkör pillanatnyi és általános állapotának jelentőségét a természet és a társadalom életében. Ebben a tárgyban már többé-kevésbé ismert tényként hivatkozhatunk a klímaváltozási ismeretekre, habár a jelenlegi átmeneti időszakban sok olyan hallgatónk van, akikkel ismét meg kell ismertetni a témakör lényegét. De mondandónkat egybe kell építenünk a légkörről gyűjtött ismeretek magasabb szintre emelésével. A tárgyból 2012-ben magyar, 2013-ban angol nyelvű elektronikus jegyzet készült.

A tárgy három fő kérdéskörre oszlik.

- *A légköri mozgásrendszerek térbeli és időbeli jellemzői.*
- *A légkör, mint erőforrás* a vízkészletek, a természetes és a művelt növénytakaró, a közlekedés, az építés és az emberi élet számára.
- *A légkör, mint kockázat.* A légkör fizikai állapotával kapcsolatos kockázatok a tér-idő lépték csökkenő sorrendjében.

Éghajlatváltozás, hatások, válaszadás (MA és MSc. 2. évf.) A Földrajztanár MA-ban választható, a Geográfus MSc-ben kötelező kurzus célja, hogy a tanári pályára igyekvőket, illetve a szakgeográfusokat felkészítse az új ismeretek feldolgozására, az önálló tájékozódásra. Noha a 3 év alatt, amíg az egykori alapképzés 2. évesből a mesterit kijáró végzős lesz, maga a problémakör is változik, bizonyos alapvetések óhatatlanul ismétlődnek. A tárgy fő kérdéskörei: (1) a klímaváltozás tudományos kérdései; (2) a klímaváltozás hatásai, alkalmazkodás; (3) a kibocsátások mérséklése. A három témakör tartalma részletesebben a következő.

Az éghajlat természetes és antropogén tényezői. Az antropogén klímaváltozás felismerésének mérőföldkövei. Változás a légkör összetételében: üvegház-gázok, aeroszol-részecskék, ózon. További antropogén éghajlati kényszerek. Természetes külső kényszerek. *A változás tapasztalati bizonyítékai.* Az éghajlati rendszer elemei, a rendszer szabad változékonysága. A változás idő- és térbeli léptékei. A változás ütemének összevetése a régmúlt klímák változásával. A változás emberi eredetének bizonyítékai, a fennmaradó kétségek összetevői. *Globális és regionális forgatókönyvek.* Üvegházgáz-kibocsátási forgatókönyvek. Globális klímamodellek. Az éghajlat előrejelzésének eszközei, a bizonytalanság forrásai. Az átlaghőmérséklet előrejelzése: „jégkorszak” vagy felmelegedés? A klímaváltozás regionális sajátosságainak előrejelzése. A szélsőségek alakulása hazánkban és a világ más térségeiben.

Hatások a természetes ökoszisztémákra. Érzékenység és sérülékenység. A várható változások hatása a tengervíz szintjére és a krioszféra kiterjedésére. Hatás a tengerparti rendszerekre és az alacsonyan fekvő területekre. A klímaváltozás hatása az édesvízkészletekre. Az élő ökoszisztémák tulajdonságainak és produktumainak változásai. A változások az ételmező- és takarmány-alapok hozzáférhetőségében, az erdőállományokban. *Hatás az emberre és a településekre.* Hatás egyes ipari tevékenységekre, a településekre és nagyvárosok klímájára, társadalmára. Közvetlen hatások az emberi egészségre. Kiemelt hatások és sérülékenység hazánkban, Európában, illetve a távoli kontinenseken. Kereszt-hatások más környezeti problémákkal.

Ipari és lakossági kibocsátás. A világ üvegházgáz-kibocsátásának összetevői gazdasági szektoronként és ország-csoportonként. Az energiatermelés hosszú távú forrásai és a mérséklési lehetőségei. A közlekedés és a szállítás kibocsátás-mérséklési lehetőségei. A lakóházak, középületek és ipari komplexumok lehetőségei. *Mezőgazdasági kibocsátás, az ökológiai nyelők erősítése.* A mezőgazdaság és az erdőgazdálkodás, mint CO₂-források és nyelők. A hulladékkezelés korszerűsítése. Geopolitikai megfontolások és korlátok. Geomérnöki lehetőségek. Az egyén szerepe a klímavédelemben: odafigyelve rövidtávon is megtakarítás. Alkalmazkodni és mérsékelni!

A tárgyból 2011-ben magyar- és angol nyelvű e-jegyzet készült.

Topo- és mikroklimatológia (BSc 2. évf.) Ez a kötelezően választható tárgyak kínálatát bővítő tárgy a meteorológia és klimatológia tárgy keretében tanult megfigyelés-technikai valamint éghajlati ismeretek kiegészítése a sajátos domborzati és növény-borítottsági feltételek között kialakuló légköri állapotokról. Ugyancsak részletesebben taglaljuk a városi mezoklimákat, a magas hegységek éghajlati és ebből részben következő, felszíni sajátosságait, valamint a légszennyezettség kedvező és kedvezőtlen felszínalakulatokat.

Valamennyi feltétel érvényre jutása a mindenkori időjárás, illetve éghajlat függvénye. A tantárgy főbb tematikai csomópontjai: az éghajlat és az időjárás horizontális léptékei, a domborzat okozta sajátosságai. A légkör vertikális rétegzettségére különös tekintettel a felszín-közeli rétegekre. A sík felszínek energia- és vízforgalma, ennek sajátosságai különböző

talaj- és növénytípusok jelenlétében. A tulajdonságok függőleges áramai (molekuláris és a turbulens diffúzió, az impulzus-, az energia-, vízgőz és a nyomanyag-szállítás). A meteorológiai elemek napi menetének sajátosságai sík felszínek, illetve eltérő meredekségű és irányítottaságú lejtők és növénytakaró-típusok környezetében. A felszínek horizontális különbségeiből adódó sajátos mikroklíma-hatások. A városi éghajlat sajátosságai, hatása a hőmérsékletre és a légszennyezettségre. A légkör sajátos rétegződése a domborzat vertikális különbségei környezetében. Zárt terek mikroklímája, ennek bioklimatikus hatásai.

Műholdakról távérzékelte adatok feldolgozása (MA 2. év, MSc 2. év) A tantárgy célja a címben jelzett technikával kapcsolatos releváns ismeretek átadása a matematika-, az informatika- és a földrajztanár szak, valamint az geográfus MSc hallgatói számára. A kurzus bemutatja a hozzáférhető óriási adattömeg feldolgozásának informatikai támogatását, az ebben segítő és a hasznosításhoz szükséges statisztikus, térinformatikai és numerikus módszereket, valamint a felszín, a légkör és az óceánok állapotának és fejlődésének megfigyelése érdekében kidolgozott sokféle alkalmazást. A tárgy kétféle típusú információt, kétféle megközelítést elegyít. Az egyik csoportba a műholdas információszerezés, tárolás és képfeldolgozás eljárásai tartoznak, a másik csoportba pedig az alkalmazások. Mindkét témakör kb. egyenlő részben 6–6 dupla órát tölt ki.

Városi éghajlat és levegőminőség (MSc 2. év) A tárgy elsősorban a régiómenedzser szakirány hallgatóit kívánja beavatni egy (nagyobb) település légkörrel kapcsolatos gondjaiba. A kurzus egyben felidéri és kiegészíti az éghajlattal, mint az emberi egészségre is hatással levő tényezővel kapcsolatos ismereteket. A feldolgozás formája annyiban gyakorlat, hogy a hallgatók egy-egy általuk választott, releváns méretű és beépítettségű magyarországi városra nézve – tanári segédlettel – maguk járnak utána a gyakorlaton szerepelt képletek paraméter-értékeinek. Ennek során egy alkalommal helyszíni mérések egészítik ki a heti kurzusokat. A gyakorlati jegyet 50-50%-ban a mérések jegyzőkönyve és számításai, illetve a kurzus elemeire irányuló, teszt eredményei adják ki. A kurzus témakörei röviden a következők.

A városi éghajlatot befolyásoló földrajzi tényezők. A városi beépítettség, mint az energia- és vízmérleget befolyásoló sajátosság. A légszennyezés forrásait és körforgalmát befolyásoló városi tényezők. A városi hősziget-hatást meghatározó város szerkezeti sajátosságok. A kinetikus hőmérséklet és a léghőmérséklet különbségei. A hősziget-hatás hozzájárulása a feláramláshoz és a hősziget-cirkulációhoz. A csatornázás hatása a felszíni vízmérlegre. A levegő nedvességtartalmában megnyilvánuló városi gradiens jellemzői. A csapadék tipikus síkvidéki nagyváros körüli, sajátos eloszlása. A párolgás és a feláramlás szerepe az eloszlásban. A városi domborzat klímamódosító szerepe. A gáznemű szennyező anyagok városi sajátosságai. Kén-dioxid, szén-monoxid, nitrogén-oxidok, ózon, fluoridok. A „nyári” szmog jelenségének kialakulása. A szilárd szennyező anyagok városi sajátosságai. Az ülepedő- és a szálló por mennyiségét befolyásoló tényezők. A „téli” szmog jelenségének kialakulása.

A Tanszék részt vesz a Főiskola Neveléstudományi Doktori Iskolájának „Környezeti nevelés és tudatformálás” programjában is, amely 2012-ben indult, 4 fővel. Programunk célja, hogy olyan kutatásra és alkotásra kész szakembereket neveljen, akik képesek a környezeti nevelés és tudatformálás szakterületét a legnagyobb kihívásokhoz igazítani (pl. fenntarthatóság, globális változások, stb.); ugyanakkor saját karrierjükben sikeres kutatókká, nevelési szakemberekké, tudós tanárokká válhatnak, akik képesek szakmai ismereteiket a következő generációknak átadni.

A DI program keretében az oktatás és a kutatás középpontjában az erőforrások és környezeti kockázatok kezelésének pedagógiája áll. A modern ökológiai szemlélet feltételezi a természeti folyamatok rendszerszemléletű oktatását, és felhasználja azon tanulságokat, amelyeket a természettudományi tárgyak oktatásának története kínál. A jelöltek a hazai és nemzetközi dokumentumok ismeretében kutadják az ökológiai kockázatok környezeti és oktatási aspektusait, különös tekintettel a fenntarthatóság és kockázat-mérséklés lehetőségeire. A

program hangsúlyozottan kutatja a környezeti nevelésben fejleszthető tanári és tanulói kompetenciákat, tantárgy-pedagógiai csomópontokat, pl. a kompetenciák mérése és értékelése; elektronikus tanulási környezetek a természettudományos oktatásban stb.

A képzés három éve során a doktorjelölt hallgatók a pedagógiai tárgyak mellett olyan témakörökkel találkozhatnak, mint: *A környezeti nevelés hazai és nemzetközi tendenciái; Az erőforrások és környezeti kockázatok kezelésének pedagógiája; A modern ökológiai szemlélet a környezeti nevelésben; A fenntartható fejlődés gazdasági összefüggéseinek nevelési és oktatási elvei, gyakorlata; A fenntartható fejlődés és tájhasználat nevelési vonatkozásai; A klímaváltozás környezetvédelmi és oktatási aspektusai; Kompetencia-fejlesztés és környezeti nevelés; Korszerű módszerek és elektronikus tanulási környezetek a természettudományos oktatásban és Környezeti nevelési oktatócsoomagok.*

Az eddigi két évfolyamban kifejezetten a klímaváltozást kidolgozó témavállalás nem volt. Ketten a megújuló energiaforrások oktatását, egy-egy kolléga pedig az időjárás közoktatását, illetve a Globe projekt hazai megvalósulását dolgozza ki. Ők áttételesen kapcsolódnak az éghajlathoz.

4. PREZENTÁCIÓ-SOROZAT A KLÍMAVÁLTOZÁS KÖZOKTATÁSÁHOZ

Az EKF Földrajz Tanszékén készítettünk egy prezentáció sorozatot (MIKA J., et al., 2010), amely négy fő elemből áll (2. táblázat). A prezentáció-sorozat célja az általános- és középiskolák szakköri jellegű foglalkozásainak támogatása az éghajlatváltozás témakörében.

2. táblázat: A prezentáció-sorozat elemei (A címek utáni diakockák száma a rész-témák kockáinak összege, plusz néhány tartalomismertető kocka)

A tudomány üzenete (40 kocka)	Hatások, alkalmazkodás (26)	A folyamat megfékezése (35)	Csak kutatóknak (42)
AMIT TUDUNK (12) Az éghajlat mindig változott Most gyorsabban változik Az emberiség beavatkozott AMI „NAGYON VALÓSZÍNŰ” (12) Eltoltuk az energia-mérleget Az éghajlati hatás kiszámítható A változás főszereplői AMIT ELŐREJELZÜNK (12) A Föld éghajlatának változásai	FÖLDÜNK SÉRÜLÉKENY TÉRSÉGEI (13) A sarkvidéki enyhülés problémái A tengersizint-emelkedés vesztesei Kritikus csapadék-hozamú övezetek HATÁSOK A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN (10) Folyóink és tavaink vízjárása Növénytakaró, agrártermelés Az ember és települései	A VILÁG ÉS A HIVATALOK FELADATAI (18) „Elkerülni a kezelhetetlent” Az üvegházgáz kibocsátás tényezői A kibocsátás-mérés eszközei AMIVEL MINDENKI HOZZÁJÁRULHAT (15) A hazai kibocsátás szereplői Takarékosság otthon és útközben Megújuló („zöld”) energiaforrások	A TUDOMÁNY ÜZENETE (10) Honnan tudjuk, hogy milyen volt? Mik azok a klímamodellek? Lehet-e ebből jégkorszak? HATÁSOK, VÁLASZADÁS (17) Fokozódnak a szélsőségek? Mitől függ a városi hősziget-hatás? A FOLYAMAT MEGFÉKEZÉSE (13) Mekkora az egyes országok felelőssége?

Az alábbiakban a 2010/2011-es tanévben az éghajlatváltozás témakörében szakköri foglalkozások céljára készült prezentáció (MIKA J. et al., 2010) iskolai kipróbálásáról, az ehhez Kiss B. (2011) által készített, tudásfelmérő sorozat felhasználásával szerzett tapasztalatokról számolunk be.

A prezentáció bemutatása a 2010/2011-es tanévben a noszvaji Fegyvergyes Általános Iskolában és a novaji Gárdonyi Géza Általános Iskolában valósult meg. Az ismertetés a földrajz

és a természetismeret tanórákon történt a 6. és a 8. osztályokban, a felméréseket leszámítva 4–5 órában. Az órákon, a két helyszínen 24 hatodikos és 24 nyolcadikos, illetve 11 hatodikos és 14 nyolcadikos, összesen 73 diák vett részt. Az órákon a kulcsfontosságú momentumok lejegyzése kötelező volt. A hagyományos órákon a tanulók hozzászórtak a rendszeres számonkéréshez, így minden órára átismételték az előző órán hallottakat. Ez megkönnyítette az utalást a korábbi órák témáira.

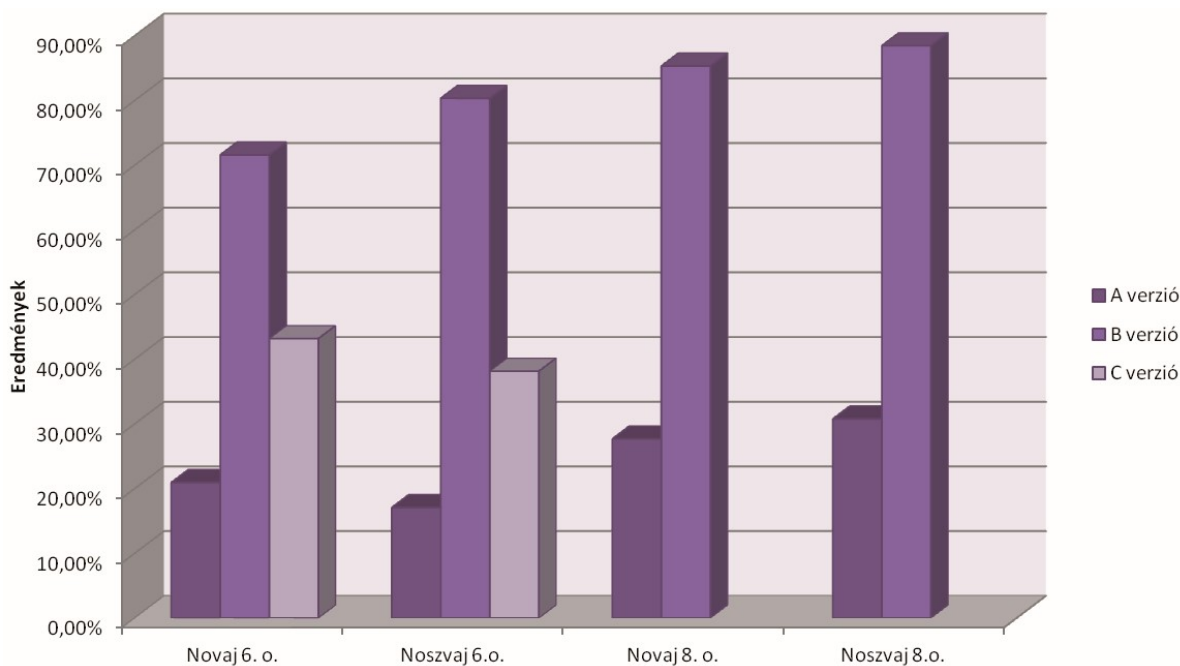
A felmérések „A”, „B” és „C” verzióban készültek. Az „A” verzió az előzetes ismereteket a „B” verzió a prezentációk bemutatása utáni, azok alapján megszerzett ismereteket tárta fel. A „C” verziót a 2011/2012-es tanévben írták meg a diákok, amely azt mérte fel, mennyit felejtettek a klímaváltozással kapcsolatos megszerzett tudásból. Az összes diák az utolsó tesztet a ballagás miatt nem tudta teljesíteni. A megszerzhető maximális pontszám mindháromszor 56 pont volt.

A foglalkozások első mozzanata az előzetes tudásfelmérő teszt volt. Az „A” feladatlap 11 feladatot tartalmazott. A diákok soknak tartották a kérdések számát, és idegennek azok típusát. Azt láttuk, hogy nehézséget okoz egy diagram vagy fénykép elemzése, az azokról könnyen leolvasható gondolatok papírra vetése is.

A foglalkozások megtartása után került sor a tesztek „B” verziójának megírására. Ez a feladatlap is tizenegy feladatot tartalmazott, hasonlóan az előzőhöz. A kérdések típusai ekkor már nem voltak annyira idegenek a diákok számára. Találkozhattak az „A” tesztben is szereplő feladatokkal, de többségben csak hasonlóság volt felfedezhető, azonosság nem.

A „C” teszt az előző tanévben a prezentáció meghallgatása során megszerzett klímaváltozással kapcsolatos ismereteket mérte fel, kb. másfél évvel a képzés és a „B” teszt megírása után. A cél az ismeretek tartósságának vizsgálata volt.

Ez a korosztály úgy tűnik, még nincs hozzászokva az új ismeretanyag gyors, sietős elsajátításához. Átmenetileg, a számonkérés napjáig sikerül megjegyezniük az új ismereteket, de a tudásuk még nem lehet tartós. Ez azt eredményezte, hogy a teszt közepes szinten sikerült az „A” és „B” verzióhoz képest (1. ábra).



1. ábra: Az éghajlatváltozással kapcsolatos prezentáció utáni felmérés összesített százalékos eredményei két iskola négy osztályában. Az A, B és C verzió rendre a képzés előtt, közvetlenül utána, illetve 1,5 évvel később került kitöltésre. (Kiss B., 2011 nyomán)

A képzés előtti tudásszintjük átlagosan is nagyon alacsony volt, jellemzően 25% körüli. A képzés utáni napokra eső számonkérésre a diákok felhozták a tudásukat mintegy 75%-osra (nagyjából azonos jellegű feladatok mellett). Ez nagy siker a képzés és a tanári hatékonyság szempontjából.

Az ismeretek és a környezetvédelmi attitűdök 1,5 évvel később, természetesen külön rákésztetés nélkül, alig 40%-osan sikerültek. Megnyugtató ugyan, hogy a mérésben részt vevők nem teljesen ismeretek hiányában léptek magasabb osztályba, de a tartós tudásukról nem beszélhetünk.

5. FÖLDRAJZOKTATÁS A KLÍMAVÁLTOZÁS IRÁNTI ÉRDEKLŐDÉST KIHASZNÁLVA

A klímaváltozás oktatása önmagában is fontos, hiszen ennek tudományos kérdései, valamint alkalmazkodási kihívásai és a folyamat lelassítására, megállítására, majd visszafordítására mindnyájunk által megteendő intézkedések még évtizedeken át velünk lesznek.

A 3. táblázatban arra mutatunk példákat, hogy milyen sok lehetőség van arra, hogy a klímaváltozás iránti érdeklődést kihasználjuk a földrajz más fejezeteinek megkedveltetésére. Az első oszlopokban rendre a bemutatandó jelenség szerepel, majd az azt átfogó tágabb földrajzi fejezet. Ezt követi annak jelzése, hogy önmagában a kérdéses jelenség miért fontos, végül pedig az, hogy miként kapcsolódik mindez a klímaváltozáshoz.

További, a táblázatban nem szereplő lehetőség annak bemutatása, hogy – ellentétben például a számos megfigyelt- és szimulált mezőben egyértelműen megnyilvánuló *zonalitással* és a *kontinentalitással* –, az ún. *medence-hatás* sokkal kevésbé egyértelmű az éghajlati elemekben. A Kárpát-medence térségében az éghajlati elemek közül csak a csapadék mutatja egyértelműen a jelenséget, míg például a felhőzet és a vegetáció fejlettsége sokkal kevésbé (PAJTÓKNÉ TARI I., 2012).

3. táblázat: Példák a geográfia különböző területein arra, hogy miként lehet kapcsolni az adott témaköröket a klímaváltozás tágan értelmezett jelenségeihez (PAJTÓKNÉ TARI I. et al., 2011)

Jelenség/törvényszerűség	Tág témakör	A kiemelés fontossága	Éghajlati kapcsolat
Az atmoszféra kémiai összetételének megváltozása Az ózonsztratoszféra károsodása. Az üvegházhatás fokozódása Extraterresztrikus sugárzás megnövekedése a Földön	klimatológia	A légkör CO ₂ - és más anyagainak növekedése. A troposzféra melegekedése A bioszféra és az ember veszélyeztetettsége.	Globális felmelegedés
A felszín anyaga változik.	geológia	Közetek aprózódása.	Extrém időjárási jelenségek fokozódása.
A felszín átalakul, az átalakulás mértéke gyorsul.	geomorfológia	Külső erők (víz, szél, hőingás) felszínformáló munkája.	Extrém időjárási jelenségek, fokozódása.
Talajerózió Zonális és azonális talajok területi átalakulása.	talajföldrajz	Talajpusztulás, áradások miatti talajmódosulás (öntéstalajok területeinek gyarapodása).	Intenzív esőzések gyakorisága fokozódik.

Jelenség/törvényyszerűség	Tág témakör	A kiemelés fontossága	Éghajlati kapcsolat
Növényövek eltolódása; új fajok születése, pusztulása.	biogeográfia	Az élővilág megőrzése	Éghajlati övek eltolódása.
Az ökoszisztéma egyensúlyának felborulása; A Világtenger térfogatának növekedése.	hidrogeográfia	A Világtenger melegedése, térfogat-növekedés. Jégtakaró, gleccser olvadása. Világtenger szintjének emelkedése.	Globális felmelegedés Intenzív esőzések gyakorisága fokozódik.
Jelenség/törvényyszerűség	Tág témakör	A kiemelés fontossága	Éghajlati kapcsolat
Népességvándorlás (migráció).	népesség-földrajz	A népesség átrendeződése, bizonyos területek elnéptelenedése, korábban lakatlan területek benépesülése.	Éghajlati övek eltolódása, elsvatagosodás, tengerparti területek víz alá kerülése.
Települések átalakulása.	település-földrajz	Települések megszűnése, újak létrejötte.	Mint fentebb.
Költségvetési tényezők változása.	gazdasági földrajz	Hatások elleni védekezés és válaszadás költségeinek emelkedése.	Mint fentebb.
Út- és vasúthálózat, vízi közlekedés útvonalainak módosulása.	közlekedés-földrajz	Tavak, folyók kiszáradása, újak keletkezése. Közutak, vasutak építése.	Mint fentebb.
Táplálék- és ivóvízhiány	társadalom-földrajz	Elszegényedés, éhezés, ivóvízhiány, járványok kialakulása.	Mint fentebb.
Klimatológiai és éghajlati feltételek megváltozása. Extrém időjárási jelenségek gyakoriságának fokozódása. Új kártevők megjelenése.	mezőgazdasági földrajz	Új, szélsőséges időjárást tűrő fajok, haszonnövények nemesítése. A növény- és állatfajok alkalmazkodása. Védekezés szervezése.	Mint fentebb.

Egy másik, hasonló lehetőség a népvándorlás érzékeltetésére annak a ténynek a felhasználása, hogy az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) 2007-ben (Al Gore környezetpolitikussal megosztva) Nobel Békédíjat kapott azért, mert az éghajlat megváltozása – aminek megismeréséért és hatékony ellensúlyozásáért a tudomány eszközeivel az IPCC is küzd – százmilliókat kényszeríthet mai lakóhelye elhagyására!

A fenti példák talán szemléltették, hogy a földrajztanítás alkalmas arra, hogy felvállalja az ismeretek és a készségek gyarapítását a klímaváltozás tudatosításában, a környezettudatos, alkalmazkodó magatartás kialakításában. Természetesen a földrajzon kívül más tantárgyaknak is fontos szerepe lehet a klímaváltozáshoz kapcsolódó kérdések feldolgozásában.

6. A KULCSKOMPETENCIÁK ÉS A KLÍMAVÁLTOZÁS

A NAT 2007 –Kerettantervek az iskolai nevelés-oktatás alapvető céljaként előírják a kulcskompetenciák fejlesztését. A Nemzeti Alaptantervben megjelenő kulcskompetenciák alapját a Recommendation..., (2006) dokumentum képezi. Mind a 9 kulcskompetenciához megadtunk lehetséges módokat arra, hogy a klímaváltozással kapcsolatos módokon fejlessze a tanár a kulcskompetenciákat. Természetesen erre a kompetenciák többségére a diasorozat

bizonyos elemeit is fel lehet használni. Így már a második olyan nevelési alkalmazásra derült fény, amelynek célja nem az eredeti, azaz magának a klímaváltozásnak a megismerése, hanem egy vagy több más természetű nevelési cél (4. táblázat).

Az új Nemzeti Alaptanterv (NAT, 2012) is érvényben hagyja a 9 kulcskompetenciát. Csak a természettudományos kulcskompetenciát egészíti ki a teljesebb, természettudományos és technikai kompetenciára.

Mind a kilenc kulcskompetenciához található valamilyen mód arra, hogy a kulcskompetenciákat a klímaváltozáshoz kapcsolódva is fejlesszük. Amint ezt ÜTŐ-VISI J. (2011) kifejtette, és a földrajz órán alkalmazható példákkal illusztrálta, a kulcskompetenciák a klímaváltozáshoz kapcsolódva is leginkább az élményszerű, kreatív feladatok által fejleszthetők.

4. táblázat: Példák az éghajlat szerepére a kulcskompetenciák fejlesztésében

Kulcskompetencia	Milyen éghajlati kapcsolódással fejleszthető?
Anyanyelvi kommunikáció	Az éghajlat, a hatások és a válaszadás új tartalmainak, a megtanulása.
Idegen nyelvi kommunikáció	A klímaváltozásról a Világban is zajló éles viták megértése, mint motiváció.
Matematikai kompetencia	Annak belátása, hogy a klímaváltozás megismeréséhez milyen bonyolult számítások szükségesek.
Természettudományos és technikai kompetencia	A klímaváltozás számtalan lehetőséget kínál a természettudományok (tehát nemcsak a földrajz) oktatói számára.
Digitális kompetencia	Az Internet általános használatán, mint illusztráción túl, minden éghajlati modellszámítás számítógépen fut.
Szociális és állampolgári kompetencia	Az időjárás katasztrófák idején tapasztalható összefogás az együttműködés hősies, jó példái.
Kezdeményezőképeség és vállalkozói kompetencia	A megújuló energiák használatát és az alacsony szén-dioxid kibocsátást elősegítő iparágak a legjobb példák lehetnek a sikeres vállalkozásra.
Esztétikai-művészeti tudatosság és kifejezőképeség	A természet maga kínál lehetőségeket az esztétikai érzék fejlesztésére számos optikai jelenségen keresztül.
Hatékony önálló tanulás	Ha a klímaváltozás önálló tanulása kitűzhető célként, akkor erre a gazdag nyomtatott és internetes irodalom jó lehetőséget kínál.

A fenti példák talán szemléltették, hogy a földrajztanítás alkalmas arra, hogy felvállalja az ismeretek és a készségek gyarapítását a klímaváltozás tudatosításában, a környezettudatos, alkalmazkodó magatartás kialakításában. Természetesen a földrajzon kívül más tantárgyaknak is fontos szerepe lehet a klímaváltozáshoz kapcsolódó kérdések feldolgozásában.

7. MÁS KÖRNYEZETI PROBLÉMÁK ÉS A KLÍMAVÁLTOZÁS KAPCSOLÓDÁSAI

Az éghajlatváltozás messze nem az egyetlen problémája a világnak, amelyről tájékozottnak kell lennünk, amikor diákjaink felvetéseire, kérdéseire reagálunk, pláne amikor magunk kezdeményezzük e kérdések megbeszélését például osztályfőnöki óra keretében.

Az alábbiakban két témakört vázolunk, biztosan nem kimerítve akár a környezetvédelem problémáit sem. Először a fenntartható fejlődésre utalunk, majd a megújuló energiaforrások szükségességét és néhány újabb ismeretét vázoljuk. Mindkét esetben utalunk a klímaváltozáshoz való kapcsolódásra.

A *fenntartható fejlődés* „olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket.” (Bruntland Bizottság, 1988). Más megfogalmazásban (GOODLAND R. és DALY H., 1996): „... a folytonos szociális jólét elérése anélkül, hogy az ökológiai eltartó képességet meghaladó módon növekednénk”. Egy valamivel frissebb megfogalmazásban pedig „... az emberiség jelen szükségleteinek kielégítése a környezet és a természeti erőforrások jövő generációk számára történő megőrzésével egyidejűleg.” (Világ Tudományos Akadémiája, 2000)

Ezeket az ismert megfogalmazásokat azért tartottam szükségesnek megismételni, mert napjainkban nagyon sokféle értelemben használjuk ezt a kifejezést, nem ritkán egyszerűen „fenntarthatóság” szinonimával, esetleg nem is gondolva rá, hogy valójában itt eredetileg az ember és az ő természeti erőforrásai közötti egyensúly fenntartásáról van szó.

Az ilyen értelmű fenntarthatóság egyik fontos mutatója a biológiai sokféleség, amely a Föld egészére nézve még mindig romló tendenciát mutat (WWF, 2010). A biológiai sokféleségre gyakorolt öt legfontosabb közvetlen emberi hatás között ott van az éghajlatváltozás is, a másik négy veszélyforrás, az *élőhelyek elvesztése, átalakítása és szétarabolása; a vadon élő populációk túlzott kizsákmányolása; a környezet szinte minden elemének szennyezése és az ún. özönfajok terjedése* mellett. A klímaváltozás ugyanis gyakran gyorsabb helyváltoztatásra kényszeríti a növény-, de akár az állatfajokat is, mint amire azok képesek, illetve mint amiben az örök vetélkedés során az életért folyó verseny körülményei között fenn tudnak maradni.

De verseny van a gazdaságban is, ahol egy-egy vállalat, vagy ország fenntarthatóságáról is beszélünk, immár nem természeti, hanem gazdasági értelemben. Ennek a másféle fenntarthatóságnak három feltétele van, a *versenyképesség, az ellátásbiztonság és a környezet védelme* (az élethez és a tevékenységhez alkalmas állapotban tartása). Ennek az ún. fenntarthatósági háromszögnek a sarkai gyakran más-más lépést indokolnak. Például az ellátásbiztonság érdeke Európában a minél kevesebb (import) földgáz helyett a minél több (zömmel európai) kőszén felhasználása. A környezet érdeke a földgáz használatát diktálja, hiszen az ebből kitermelt egységnyi energia csak fele annyi szén-dioxid kibocsátásával jár, mint a kőszén esetében. A versenyképesség és a környezet érdeke is tud ütközni, például abban, hogyha egy ország erősen támogatja a környezet védelmét és kevésbé az innovációt, illetve az azt megalapozó oktatást és képzést. A gazdasági (politikai) fenntarthatóság éppen azt jelenti, hogy a három feltétel között valamilyen egyensúly áll fenn, azaz bizonyos mértékben mindháromat figyelembe veszik.

Visszatérve fenntarthatóság eredeti, természeti értelmére, az ezzel manapság leggyakrabban társított kifejezés a *megújuló energiaforrások*, amelyeknek tapasztalható terjedését leggyakrabban két tényezőre, a hagyományos energiaforrások kimerülésére és a klímaváltozásra szokás visszavezetni. Pedig ezen energiaforrások terjedését számos, a hagyományos, illetve atomenergiával kapcsolatos probléma indokolja. E problémáknak az erőforrások gyors kimerülése még nem, a klímaváltozás pedig csak az egyik oka. A teljes motiváció véleményünk szerint az alábbiakban foglalható össze.

- Egyre nő a hagyományos energiaforrások kitermelésének költsége, mert egyre mélyebbről, vagy más okból nehéz körülmények között lehet csak az új lelőhelyeket feltárni.
- Gyakori a fizetőképesség hiánya, az eladósodás olyan országokban, amelyeknek pedig import energiára lenne szükségük.
- Már ma is törnek ki háborúk a források érdekében, illetve előfordul piaci zsarolás is.
- Az atomenergia számos műszaki és a politikai kockázat miatt nem bővíthető tetszőlegesen. Megoldandó a sugárzó hulladék biztonságos elhelyezése is.
- A hagyományos energiaforrások sokféle anyaggal szennyezik a környezetet, amelyek egy része minden bizonnyal elsődleges okozója a globális klímaváltozásnak.

A következőkben arról írunk, hogy milyen ismeretekkel és gyakorlati tevékenységekkel lehet elősegíteni, hogy a diákok ráérezzenek a klímaváltozás mérséklésének lehetőségeire. Az Európai Unió korábbi, „Változtass (Change)” programja (2006) alapján az alábbi hasznos ja-

vaslatok tehetők. Természetesen, az oktatás során részletesen kifejthetjük, hogy ezek az ismert lehetőségek hogyan és mennyi energia, ill. CO₂-kibocsátás megtakarítását eredményezik. Ahol lehetőség van rá, a megtakarítást pénzben vagy más egységben is kifejezzük.

- *Tekerje lejjebb a fűtést!*
- *Cserélje le szimpla üvegű ablakait dupla üvegű ablakokra!*
- *Rövid ideig szellőztessen, nehogy a meleg kiszökjön az ablakon!*
- *Hőszigetelje megfelelően otthonát!*
- *Programozza be a termosztátot!*
- *Kapcsolja ki a villanyt!*
- *Húzza ki a csatlakozóból a mobiltelefon-töltőt, ha már feltöltötte!*
- *Ne hagyja készenléti állapotban az elektromos készülékeket!*
- *Vegyen energiatakarékos égőket!*
- *Zárja el a csapot!*
- *Használjon ventilátort a légkondicionáló helyett!*
- *Fedje le edényeit főzés közben!*
- *Zuhanyozzon fürdés helyett!*
- *Az üres üvegeket vigye vissza, a papírt, a műanyagot és a fémet gyűjtse, majd dobja a tározókba elkülönítve!*
- *Válasszon minél kevesebb csomagolóanyagba csomagolt terméket, és amikor lehet, után-töltő termékeket!*
- *Vásároljon okosan!*
- *Hasznosítsa a szerves hulladékot!*
- *Kerülje a rövid autótutakat!*
- *Ha autóval jár munkába, próbálkozzon más alternatívákkal is!*
- *Kerékpározzon, gyalogoljon, használja a tömegközlekedést!*
- *Haladjon az üzemanyagot és nem az időt optimalizáló sebességgel!*
- *Ha lehetséges, az autóját mossa kézzel!*
- *Gondoskodjon a megfelelő keréknyomásról!*
- *Ne hagyja fenn autóján az üres tetőcsomagtartót!*
- *A repülés és a személyautó helyett is keressen más alternatívát!*

8. EPILÓGUS

Az éghajlatváltozás témakörének oktatását ma már aligha kell indokolni. Különösen az aktív és leendő tanárok találkoznak igen gyakran tanítványaik kérdéseivel, a környezetet féltő hozzáállásával, ennek másokon, a felnőttek világán való számonkérésével. Ha a tanár küzdeni kíván azért, hogy a diákjai partnernek, az élet őket érdeklő dolgaiban referenciának tekintsék, akkor ebben is jártasnak kell lennie. Kivált, ha földrajz szakos, hiszen a klímaváltozás ebben a tárgyban már ma is tananyag.

Az éghajlatváltozás számtalan jele az oktatás számára is kihívás. Emellett, a klímaváltozás iránti érdeklődés alkalmas lehet arra, hogy a diákok figyelmét ráirányítsa olyan kérdésekre, mint például a szén körforgalma; az elektromágneses sugárzás; az általános légkörzés; bizonyos időjárási szélsőségek; hazánk területének medence-jellege; a fotoszintézist meghatározó feltételek, a városi hősziget-hatás; illetve a döntésekben szerephez jutó főbb környezeti elvek. Ugyanígy, a klímaváltozás ismert fejezetei kapcsán mód nyílik a környezet más, független, vagy részben kapcsolódó, problémáinak (ózonlyuk, savasodás, városi légszennyezettség, fenntarthatóság, megújuló és környezetkímélő energiák, stb.) megértetésére. Bízunk benne, hogy a fentiek segítséget nyújthatnak az olvasó számára ennek megvalósításában is.

IRODALOM

- BRUNTLAND BIZOTTSÁG, 1988: *Közös Jövők. A Fenntartható Fejlődés Bizottsága Jelentése.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- GOODLAND, R.–DALY, H. (1996): *Environmental Sustainability: Universal and Non-negotiable.* Ecological Applications, Vol. 4. No. 6. 1002–1017. o.
- IPCC (2007): *Climate Change (2007) The Physical Science Basis.* Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 (SOLOMON, S., et al., eds.) Cambridge University Press,
- IPCC (2013): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis.* Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [STOCKER, T.F., D. QIN, G.–K. PLATTNER, M. TIGNOR, S.K. ALLEN, J. BOSCHUNG, A. NAUELS, Y. XIA, V. BEX AND P.M. MIDGLEY (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- KISS B. (2011): *A klímaváltozással kapcsolatos ismeretek alkalmazásának felmérése.* (Két általános iskolában végzett szakköri munka tapasztalatai.) X. Természeti- Műszaki- és Gazdaságtud. Alkalmazása Nemzetk. Konf. CD-ROM 1–8 o.
- MIKA J., PAJTÓKNÉ TARI I. ÉS ÜTÖNÉ VISI J., 2010: *Éghajlatváltozás, hatások, válaszadás.* Szakköri prezentáció sorozat. Eszterházy Károly Főiskola, Eger. 143 kocka.
- NAT, 2012: *A Kormány 110/2012. (VI. 4.) Korm. Rendelete a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról.* Magyar Közlöny, 2012. évi 66. sz., 10635–10847
- PAJTÓKNÉ TARI I., 2012: *A „medence-jelleg” érvényesülésének empirikus vizsgálata.* In: VI. Magyar Földrajzi Konferencia, 2012. szept. 5–8, Szeged
- PAJTÓKNÉ TARI I., VIDA J., MURÁNYI Z., PÉNZES–KÓNYA E. AND MIKA J., (2011): *Moments of School Subjects Promoted by Climate Change.* In: Proc. 35th ATEE Conference (Gy. Mészáros, I. Falus and M. Kimmel, eds.) Vol 1, 59–80 pp
- Recommendation (2006): *Recommendation of the European Parliament and of the Council on Key Competences for Lifelong Learning (2006/962/EC)*
- ÜTÖ–VISI J. (2011): *Key competence development: Climate change related exercises.* In: Proc. 35th ATEE Conference (Gy. Mészáros, I. Falus and M. Kimmel, eds.) Vol 1, 81–94 pp
- Világ Tudományos Akadémiái, 2000: *„Transition to Sustainability” Világ Tudományos Akadémiáinak Nyilatkozata,* Tokió
- WWF, 2010: *Living Planet Report 2010.* eneva, 114 o. http://wwf.panda.org/about_our_earth/all_publications/living_planet_report/