

Németh László, Béres Csilla

KORSZERŰ MÉRÉSI MÓDSZEREK A KÖRNYEZETTAN OKTATÁSÁBAN

1. A környezettan tanárképzés rövid története

Magyarországon a tanárképzés teljes átalakítása, „újraélesztése” zajlik. Az elmúlt közel negyedszázad folyamatait mutatjuk be a környezettan tanárképzés alakulásán keresztül.

1.1. Kétszakos osztatlan képzés, 1992-2005

Az 1989-ben Felsőtárkányban szervezett „Környezetvédelem a felsőoktatásban” című országos konferencia állásfoglalásban kezdeményezte a környezeti felsőoktatási képzés megkezdését. Szegeden a Juhász Gyula Tanárképző Főiskolán és Egerben Eszterházy Károly Főiskolán gyakorlatilag párhuzamosan kezdődött meg egy-egy új szak alapításának és indításának az előkészítése.

A környezetvédelem tanári szakon 1992 szeptemberében nappali tagozaton, három főiskolán - a nyíregyházi Bessenyei György Tanárképző Főiskola is kérte az indítást - megkezdődött a környezetvédelem szakos tanárok képzése. A képzéshez 1993-ban csatlakozott a szombathelyi Berzsenyi Dániel Főiskola. A szak engedélyezési dokumentumának adatai 54.022/1992.XII.

Egyetemi szinten 1993-ban alapítottak környezettan tanári szakot, a képzés 1993-ban a Veszprémi Egyetemen indult meg, majd 1997-ben a tudományegyetemek (KLTE, ELTE, JATE) is elkezdték. (*Kárász 2012*)

Az 1997-ben osztatlan képzésben indult környezettan tanári szak alapját az akkor létrehozott Nemzeti Alaptanterv (NAT) adta, amely egy komplex látásmódot igénylő interdiszciplináris tárgy bevezetését tervezte. A környezettan szakot csak biológiával, fizikával, földrajzzal vagy kémiával szakpárban lehetett elvégezni, ezek közül a végzettek száma alapján a biológiával alkotott szakpár volt a legnépszerűbb.

A környezettan tárgy végül nem került bevezetésre a középiskolákban, az utolsó környezettan tanár szakos hallgatókat 2005-ben vették fel.

1.2. Bolognai rendszer, 2006

A 2005. évi felsőoktatási törvény a bolognai rendszerre történő átállás során egységes, osztott képzési szerkezetet vezetett be szinte a teljes magyar felsőoktatásban – ennek részeként 2007-től a tanárképzés területén is. A rendszerben tanárképzés csak a mesterképzésben létezik (MA). Tanárszakra nem lehet közvetlenül az érettségi után jelentkezni.

A kétszakos tanárjelöltnek választani kell az alapképzésbe (BSc/BA) való belépéskor, hogy melyik lesz a főszakja, a második szakot mellékszakként, jóval kisebb óraszámban tudja tanulni. A 3. év végén diplomamunkát kell készítenie és záróvizsgáznia a fő szakjából.

Ezután jön a mesterképzés (MSc/MA), itt a főszakjából már csak 30 kreditet kap, a mellékszakból 40-et, így részben kiegyenlítődnek a két szakból megszerezhető ismeretek. Tanári mesterképzéseket 2016-ig hirdethetnek meg az egyetemek és főiskolák.

Környezettan-tanár: a képzés célja az alapkivonaton vagy más felsőfokú végzettség keretében szerzett szakképzettségre, illetőleg ismeretekre alapozva a közoktatásban, a szakképzésben és a felnőttképzésben az oktatási, pedagógiai kutatási, tervezési és fejlesztési feladatokra, továbbá a tanulmányok doktori képzésben történő folytatására való felkészítés.

1.3. 2013-tól osztatlan kétszakos tanárképzés

Azoknak, akik 2013-ban kezdték meg tanulmányaikat valamelyik felsőoktatási intézményben, már az új típusú, öt- vagy hatéves pedagógusképzést kellett választaniuk. Az új felsőoktatási törvény számos új elemmel bővülve, a több évtizedes jól bevált szaktanár képzés értékeit megőrizve állította vissza az osztatlan képzést.

Tanárképzésben tanári szakképzettség a tanárképzés rendszeréről, szakosodási rendjéről és a tanárszakok jegyzékéről szóló 283/2012. (X. 4.) Korm. rendelet (a továbbiakban: Korm. rendelet) 3. § (1) bekezdésében meghatározott szakképzettségi elemek követelményeinek teljesítésével szerezhető:

- a) osztatlan képzésben, tanárszakon, tanárszakokon,
- b) osztott képzésben, tanári mesterszakon,
- c) a művészeti képzési terület szerinti nem tanári mesterszakokkal vagy osztatlan szakkal párhuzamos képzésben, tanári mesterszakon vagy
- d) az adott tanárszak szakterülete szerinti nem tanárszakon szerzett mesterfokozatot követően, tanári mesterszakon.

A természetismeret-környezettan tanárképzés képzési és kimeneti követelményei a rendelet 3. mellékletében jelentek meg. A természetismeret-környezettan tanár szakterületi tudása, készségei, képességei, a tanulói személyiség fejlesztése, az egyéni bánásmód érvényesítése terén: Rendelkezik a tudatos és értékelvű gondolkodás képességével, mert tudja, hogy a szaktárgy milyen szerepet játszik a tanulók személyiségfejlődésében. Ismeri a szaktárgyában megjelenő fogalmak kialakulásának életkori sajátosságait. Ismeri a szaktárgy tanítása során fejlesztendő kompetenciákat (pl. a jövő iránt való elkötelezett magatartás, és a fenntartható fejlődés iránti felelősség). Ismeri és alkalmazza nevelő-oktató munkájában a fenntarthatóságra nevelés pedagógiájának interaktív, képességfejlesztő módszereit, melyet képes a szaktárgy speciális összefüggéseivel, fogalmaival kapcsolatos megértési nehézségek kezelésében is használni.

A természetismeret-környezettan tanár sajátos szakmódszertani (tantárgy-pedagógiai) ismeretei: A természetismeret-környezettan tanítás és környezeti nevelés módszerei, eszközei. A projekt módszer. Tevékenységek: önálló mérések, vizsgálatok, laboratóriumi kísérletek, szituációs játékok, drámajátékok, riportkészítés, kérdőív készítés, helyzetfelmérés (szociometriai vizsgálat), cikkelemzés, poszter készítés, házi dolgozatírás, tanulói előadások, ökológiai lábnyom, modellkészítés, asszociációs feladatok, csoportmunka, önálló munka stb. Az írott és digitális média, az oktatócsomagok használata. Pályázatok írása. Képes a szaktárgy tanulása-tanítása során felhasználható nyomtatott, illetve digitális tankönyvek, taneszközök, egyéb tanulási források kritikus elemzésére és a konkrét célokhoz illeszkedő kiválasztására (különös tekintettel az infokommunikációs technológiára)

Képes a tanulók tévképzeit felismerni és a tudomány adta lehetőségekre alapozva meggyőzően cáfolni azokat, mert rendelkezik azokkal az ismeretekkel, amelyek lehetővé teszik, hogy szaktárgyának új eredményeit megismerhesse, értelmezhesse. Ismeri és alkalmazza a modern pedagógia módszereit iskolai és iskolán kívüli környezetben (projekt módszer, kooperatív technikák, konstrukciós feladatok).

2. A természettudományos oktatás problémái

A 2007-ben nyilvánosságra hozott, a Rocard Bizottság által készített jelentés szerint: az EU-tagállamokban szinte egységesen csökken a felsőoktatásba jelentkező mérnökök száma és a természettudományos szakokra jelentkezők is egyre kevesebben vannak. A fiatalok nagy része nem érdeklődik a természettudományos tantárgyak és a matematika iránt.

A természettudományok oktatásában számos probléma jelentkezik: folyamatosan csökken a diákok természettudományos motivációja, a természettudományos tantárgyak népszerűsége mélyponton van, a diákok nagy többsége elfordul a természettudományos pályáktól (*M Rocard at al. 2010*).

A PISA 2012 felmérés eredményei szerint: a magyar iskolarendszerben kiemelkedően nagyok az iskolák közötti különbségek, erős a tanulók teljesítményének társadalmi meghatározottsága is, nagyon szoros a családok társadalmi-gazdasági helyzete és a tanulmányi teljesítmények közötti összefüggés. Mindez azt eredményezi, hogy a magyar oktatási rendszer nem méltányos, nem segíti elő a társadalmi mobilitást, aminek a motorja kellene, hogy legyen. (*PISA 2012*)

Veszélyben a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia által megfogalmazott cél, hogy a gazdasági-társadalmi fejlődés fő forrásává a tudás és az innováció váljon, s hogy növekedjen a foglalkoztatható emberek száma. A kulturális adaptáció minőségi javítása helyett feltételeiben romlás tapasztalható.

A tudomány és a politika részben reagált a riasztó jelekre: mint a Rocard jelentés az európai szintén, ill. PISA felmérések magyarországi eredményei.

Megjelent a 2011-es köznevelési törvény, az Országgyűlés elfogadta „A fenntarthatóság felé való átmenet nemzeti koncepciója” című, Magyarország 2012–2024-es időszakra szóló Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégiáját. Átalakításra került a tanárképzés, elindult a pedagógus életpályamodell. A 2012-2013. évben a közoktatásban is nagy változások történtek. Felülvizsgálaton, valamint strukturális és tartalmi átalakuláson esett át a Nemzeti alaptanterv, megjelentek az új kerettantervek, és ezek alapján minden közoktatási intézményben új pedagógiai programok és helyi tantervek készültek 2013 márciusának végéig. Remélhető, hogy időben történtek és megfelelőek lesznek a változtatások.

„Az oktatási rendszer újjáépítésének elemei közül a legfontosabb a kiváló pedagógus. Nagyon fontos, hogy a pedagógusképzés a felsőoktatás elitképzése legyen, ahova a hallgatók legjobbjai jelentkeznek (jelen helyzetre pont az ellenkezője az igaz). A tanárképzés van a legnagyobb válságban. Változását a valóban tanári pályára képzetek számának a tényleges kereslethez igazításával, kiemelt ösztöndíjjal, garantált állással, osztatlan ötéves plusz gyakorlati idős képzéssel lehetne megoldani. A pályán lévő pedagógusoknak sokrétű segítségre van szükségük. Ezt a teljesítmények megfelelő értékelésével és fokozott anyagi elismerésével, a pályára nem valók kíméletes és fokozatos eltanácsolásával, mentorálással, hálózatképző szakfelügyeleti rendszerrel, a tanártovábbképzés minőségének javításával, a tankönyv- és taneszköz-politika megváltoztatásával lehet elérni.”(*Csermely P. 2012*)

3. Környezetpedagógia

A pedagógiai elmélet megújulásának új területe a környezetpedagógia. A környezetpedagógia nevelési modellje a konstruktív életvezetés, oktatási modellje a projektoktatás, amely új tanulási környezettel mintát nyújt a tevékenységorientált iskolai gyakorlat szervezésre.

A környezetpedagógia prezentálja a tudományok összefogásának szükségességét; s mintát nyújt egy lehetséges modell megvalósítására. Központi problémaként kezeli azt a kérdést, hogy kié a felelősség ebben a globalizált, értékvesztett világban, ahol az erő és a pénz a kezdet és a vég. (Kovátsné N. M. 2010)

A környezeti nevelés, mint a fenntarthatóságra nevelés alapja, kiváló lehetőséget nyújt a pedagógiai kultúra megújítására. Csak az a tanár lesz képes a környezeti nevelést a gyakorlatban is alkalmazni, aki már kipróbálta azt. A tanulást hatékonyabbá teszi az ökológiai problémák prezentálása, a problémamegoldó tanítási–tanulási folyamat, az önszabályzó tanulás, a projektoktatás; a környezetpedagógiai kompetenciák, a didaktikai kultúra elsajátítása.

Feltétlenül meg kell újulnia a tanulásnak és a tanárképzésnek is, a tanárképzésnek többféle környezeti nevelési koncepciót kell bemutatni, amit ki is próbáltak. A módszertani kultúrában azokra a módszerekre kell a hangsúlyt helyezni, melyek a tanulók tevékeny részvételével segítik elő a tanulói szabadság megvalósulását az önállóságban, a választás lehetőségében, a tanulás kiteljesedésében. (Kováts-Németh M., 2011)

Kiemelten fontos ez az osztatlan természetismeret-környezettan tanárképzésben, hiszen az itt tanulók oktatják majd azokat a tárgyakat, amelyeken keresztül az általános iskolai diákok először találkozhatnak a természettudományokkal.

A környezetpedagógia célkitűzése a felelős, környezettudatos magatartás kialakítása, melynek megvalósítását a konstruktív életvezetési nevelési modell segíti elő. A konstruktív életvezetés olyan magatartásformálás, amely egyénileg eredményes és szociálisan értékes. Személyiség-struktúrájában a kognitív sajátosságcsoporthoz (ismeret, jártasság, készség, képesség) fejlesztésére elsősorban az oktatás és képzés céltartományában megtervezett feladatokkal kerül sor, míg a motivációs-szükségleti sajátosságcsoporthoz elsajátítását a nevelés folyamatában valósítjuk meg. (Bábosik, 2004)

A projektoktatás, mint a környezetpedagógia oktatási stratégiája kiválóan alkalmas a tanulás tanulására, és ezáltal az élethosszig tartó tanulás megalapozására. Célja, hogy a hallgatót a probléma megfogalmazásától a megoldásáig egy olyan tanítási-tanulási folyamaton vezesse végig, melynek eredményeként létrejövő produktum bizonyítja az összefüggések megértését, a problémamegoldó képesség fejlődését, kialakulását. Célja továbbá, hogy felkészítsen a környezettudatos, felelős életvitelre, melyhez valóságos élethelyzetekre, tapasztalatokra van szükség. Az önálló témafeltárás kapcsán megvalósuló önrányított, önszabályozott tanulási folyamat célja pedig az élethosszig tartó tanulás képességének kialakítása. (Kovátsné N. M. 2010)

A projektoktatás során a hagyományos módszerek – magyarázat, szemléltetés – mellett megvalósul a tevékenységorientált módszerek, mint kísérlet, mérés, vizsgálat, terepkutatás, alkalmazása, melyek növelik a hallgatók aktivitását, önállóságát, kitágítják a tanulási teret, ezért különösen fontosak a környezettan szakos tanárképzésben.

4. Terepi mérések, terepgyakorlat

Intézetünk (NYME TTKM Földrajz és Környezettudományi Intézet) egyik kutatási témája a környezeti elemek vizsgálata a Kőszegi-hegység magyarországi területén.

Vizsgáljuk az adott térségben a környezeti elemek fontosabb fizikai és kémiai paramétereit, a klímaváltozás hatásait egy természetes és mesterséges ökológiai rendszer kompartmentjeiben: a szőlőtelepítések alkalmazkodását a változó hőmérsékletű területeken; a fák vízszállítási problémáit, alkalmazkodásukat a szélsőséges időjáráshoz; a talajban felhalmozott szennyezőanyagok (elsődlegesen nehézfémek) tolerálását természetes és mesterséges rendszerekben.

4.1. Mérések a Kőszegi-hegység szőlőterületein

Nyolc mérési helyen végzünk méréseket, ezek a következők: levegő hőmérsékletmérés különböző kitettség szerint, a talajtól különböző magasságban, valamint hőmérséklet és relatív nedvességtartalom mérés a szőlőtőkéken a termés magasságában óránkénti mintavétellel. Talajhőmérséklet mérések különböző mélységben, talajvizsgálatok. A hőmérők által mért adatok számítógépes rögzítése 3-4 havonta történik. Terepi röntgen fluoreszcens mérések a talajok és egyéb minták elemi összetételének meghatározására, talajszennyezettség felderítése. Vizsgáljuk a termográfia lehetőségeit, az IR fényképek terepi felhasználhatóságát. A méréssorozat 2011-ben indult. A kutatócsoport több konferencián is beszámolt az eredményekről. (*Puskás at. al. 2014*)

4.2. Különböző fafajok vízszállítása és a törzsben való víztartalma

Vízszállítás és vízszállítás sebességének detektálása hőáramlás mérés alapján. Fák víztartalmának meghatározása CT és MRI módszerrel.

A mérések a Környezeti fizika, a Terepgyakorlat és a Komplex terepi mérések kurzusokhoz kapcsolódnak. A témában több szakdolgozat készült.

5. Esettanulmány 1. – Egy terepi kísérlet módszereinek és eredményeinek felhasználása a környezeti képzésben.

A fák vízszállításánál alkalmazható izotópos nyomjelzés és a komputer tomográfia bemutatása és mérési módszereinek alkalmazása az oktatásban.

Terepi kísérlethez kapcsolódó szakmai ismeret:

A fák vízszállításának leírását a legtöbb növényélettan könyv tartalmazza. A fás szárú növények törzse évről évre vastagodik, új szállító szöveti elemek képződnek bennük. Az osztódó szövet, a kambrium, kifelé hánccselemeket, befelé faelemeket hoz létre. A hánccselemek a levelekben felépült szerves vegyületeket, a faelemek pedig a talajból származó vizet, és a benne oldott ásványi anyagokat szállítja a levelek felé. Ezt az évenkénti hánccs és faelemeket nevezzük évgyűrűnek a fáknál. A kifelé képződő hánccselemek folyamatosan pusztulnak, a legidősebb részei alkotják a kérget. A faelemek megmaradnak, így az évgyűrűk anyagát ezek alkotják. Az évgyűrűk vastagsága felvilágosítást ad az aktuális klimatikus viszonyokról.

A tankönyvek szerint csak az utolsó egy-két évben képződött pásztlak vesznek részt a víz és ásványi anyagszállításban. Ezt a részét a fának szíjácsnak nevezzük. Az előző

években képződött és elhalt faelemek a geszt. A gesztbe különböző szerves és szervetlen anyagok rakódnak be, szerepük a fa intakt állagának megtartása, a szerves anyagok közül a fenol származékok, lignin, tannin nagyon fontos, mert a fa anyagát tartósítják, megvédik a bakteriális kórokozóktól. A fatest csak akkor képes szállítani a gyökér felől a vizet, ha a folyadékoszlop folytonos. Ha megszakad, vagy levegő kerül a szállítóelembe, akkor az tovább nem működik, a felfelé való vízszállítás megszűnik. A folyamatos szállítást két fontos komponenssel magyarázzák, egyrészt a gyökerek általi gyökérszívással, de ez csak korlátozottan tudja a vizet feljuttatni a törzsbe. Itt lesz fontos szerepe a párologtatásnak, ami csökkenti a vízpotenciált, így a sejtek vizet vesznek fel a szállítónyalábokból. Mivel a víznek különleges fizikai tulajdonságai vannak, ez biztosítja a vízoszlop folytonosságát a gyökértől a levelekig. Ez azt mutatja, hogy a párologtatásnak (transzspirációnak) központi szerepe van a vízszállításban. Az egyes levelek transzspirációjának mérése ma már technikailag megoldott, de ez az egész fára nem ad megfelelő információt, mivel a transzspiráció számos tényezőtől függ pl. a levelek korától, a helyi mikro klimatikus helyzettől, a levélen belüli élettani és biokémiai folyamatoktól stb.

A fák vízszállító felületét az alapján becsülik, hogy csak az utolsó egy-két évben képződött faelemek vesznek részt a szállításban, ezt pedig a fa kerületének méréséből számítani lehet (Haraszi Á. 1988).

Szaktudományi megoldás:

A fent ismertetett, a tanulók által már ismert tananyag legjobb szemléltetésére mikroszkóppal készített képeket és ennek alapján készült rajzokat mutatunk be. A képeken el lehet különíteni a fatest és hánestest szerkezetét, a központi kambriumot, ami a szállító elemeket képezi. Meg lehet vizsgálni a különböző fafajok eltérő szállítórendszerét.

Terepi kísérlethez kapcsolódó szakmai ismeret:

A vízszállítási probléma akkor került elő fontos kérdésként először, amikor az 1980-as évek végén megjelent az úgynevezett „új típusú erdőpusztulás”. Ez azt jelentette, hogy elsősorban a fenyőerdők, de Magyarországon a lombos erdők is, sajátos „kipusztuláson” mentek keresztül. A jelenség teljesen hasonló volt: a fák tavasszal kihajtottak, majd a nyár folyamán, a fán lévő levelek elszáradtak, és a vegetációs év végére az egész fa kiszáradt.

Ez Magyarországon a legnagyobb mértékben a kocsánytalan tölgyet (*Quercus petraea*) érintette.

A debreceni egyetem ekkor már folyamatos kutatást végzett a „Síkfőkút Project” területén, ami az ország első szabadtéri ökológiai kutatóbázisa volt. A szimptómák azt jelezték, hogy a fáknál a víz- és tápanyagszállítás szenvedett zavart. Ez volt az a kezdeti probléma, amely a további kutatásokat elindította. A cél az volt, hogy próbáljuk meghatározni, hogy miben különbözik az egészséges és beteg fák vízszállítása. Mivel a projekt területén „ismertük” minden fa környezetét és múltját, azt vettük észre, hogy a fák kiszáradása nem egy centrumból indul, valamint a csertölgyeket (*Quercus cerris*), nem vagy alig érinti ez a folyamat. Ekkor merült fel a vízszállítás-vizsgálat, mint kutatási téma (Jakucs P. 1988).

A fák vízszállításának sebességét már évtizedekkel korábban elkezdtek vizsgálni. Az első ilyen kísérletekben fűtőszállal vették körül a törzset, és aztán mérték az így keletkezett hóhullám terjedési sebességét. Így azt állapították meg, hogy a tölgyekben percnként 40 méteres sebességgel halad a víz. Az ilyen méréseknek nagyon sok hibaforrása lehet: a hővezetés egyenetlensége, a túlfűtés stb..

Készítettünk egy számítást a „Síkfőkút Project” területére vonatkoztatva: az átlagos csapadékmennyiség évi 560 mm, hektáronként 870 a fásűrűség. Az irodalmi adatok

szerint az egy fára jutó áramlási keresztmetszet 0,8-2,6 cm², átlagosan 6 x 30 napos a vegetációs idő, amikor a transzspiráció működik, valamint napi 9 órás szállítást lehet számítani (éjjel elvileg nincs transzspiráció), ekkor az előbbinél jóval kisebb, percenként 0,4-1,3 méteres vízzállítást számítottunk.

Szakmódszertani megoldás:

A számítási feladat elvégzése a fenti adatok alapján más fákra vonatkozólag is.

5.1. Radioaktív izotópos nyomjelzés

Terepi kísérlethez kapcsolódó szakmai ismeret:

Mindezek alapján megpróbáltuk pontosabban meghatározni a fák vízzállítási sebességét. Az eddig használt módszereken túl, egy egyedi módszert alkalmaztunk: izotóp nyomjelölést.

Az izotóp nyomjelölés a biológiában általánosan alkalmazott módszer, a terepi kísérletekben azonban korlátozottan alkalmazzák. Ennek oka, hogy ha különböző izotópok jutnak a környezetbe, azok az emberek számára is veszélyesek lehetnek, különösen akkor, ha az izotópok felezési ideje hosszú.

Szakmódszertani megoldás:

Izotópok fogalmának megismertetése. Természetes izotópok a környezetben. Átlagos sugárterhelés fogalmának megismerése. Emberi katasztrófák, amelyek során rövid és hosszú felezési idejű izotópok juthattak a környezetbe. Az így bekerült izotópok emberi egészségre gyakorolt hatása. Felhívni a figyelmet a tájékoztatás eltűzásaira. Kockázatelemzési számítások.

Terepi kísérlethez kapcsolódó szakmai ismeret:

A debreceni kutatócsoport abban a szerencsés helyzetben volt, hogy az Atommagkutató Intézetben átadtak egy ciklotront 1985-ben. Ez lehetőséget adott arra, hogy a kísérletek számára felhasználható izotópokat állítsanak elő. (Berényi, D. 1996). A ciklotronok ma már elterjedtek a gyógyászatban is, ott is felhasználják rákos betegek gyógyítására.

Szakmódszertani megoldás:

A hallgatók megismertetése a ciklotron felépítésével és hasznosságával. Tudománytörténeti és történelmi ismereteket is beépíthetünk ebbe az ismeretkörbe, amikor az alkimistákról beszélünk, akik aranyat szerettek volna előállítani. Megmutathatjuk, hogy a ciklotronnal történő elem átalakítás lehetővé teszi más elemekből az arany előállítását is, tehát ma eljutottunk, és megoldottuk azt a problémát, amely az anyag átalakítását jelenti.

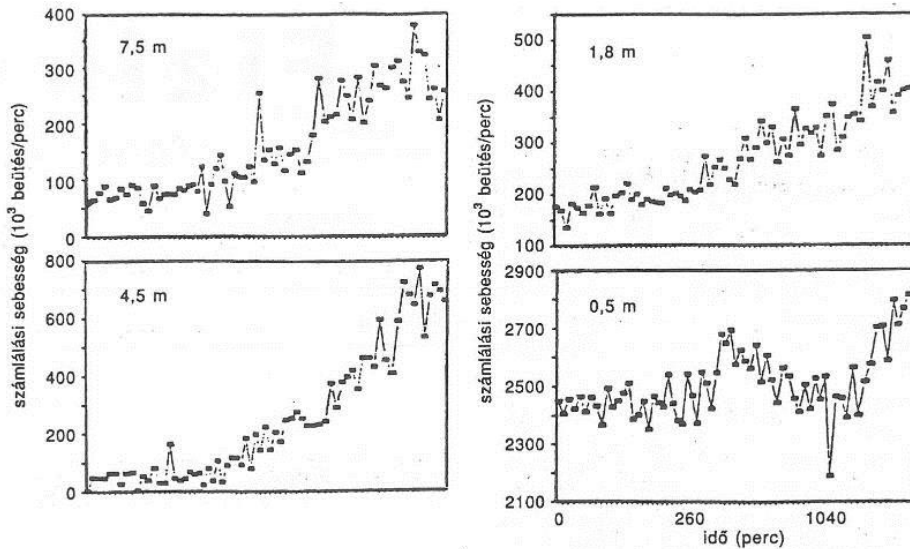
Terepi kísérlethez kapcsolódó szakmai ismeret:

A terepi kísérletekhez speciális izotópok kellettek, amelyekre nagyon szigorú feltételek voltak érvényesek. Először is, ha nem akartuk szennyezni a környezetet tartósan, akkor ezeknek az izotópoknak a felezési idejének viszonylag rövidnek kellett lennie, hogy a környezetből gyorsan kiürüljenek, de azért az általunk mérni akart jelenséget modellezni lehessen. Másrészt hordozómentesen lehessen előállítani, hogy a kísérletben résztvevő személyek számára ne jelentsen veszélyt.

Az előállított izotópoknak a vízárammal kell, hogy szállítódjanak, nem lehet, hogy beépüljenek szállítás során a növény valamely élő részébe. Mindezek alapján az egyértékű kationok, nátrium és kálium jöhetett számításba. Az ATOMKI munkatársai először ²⁴Na-izotópot állítottak elő (felezési idő 15 óra), majd ⁴³K izotópot állítottak elő (felezési idő 22,6 óra) (Béres at al. 1989; Tárkányi at al. 1990). Ezeket az izotópokat szinte hordozómentesen lehetett előállítani, így a fákba való bevitelhez nem kellettek nagy

aktivitások. A fákba való beviteli vizes oldatok 5 ml desztillált vízben voltak feloldva és 20-50 MBq aktivitásúak voltak.

Az első problémát az izotóp bejuttatása jelentette a fákba. A bejuttatás során vigyázni kellett, hogy a szállító nyálábok ne kapjanak levegőt, mivel az a további szállítást megakadályozta volna. Egy eredetileg csontminta vételére alkalmas tűt és fecskendő alakítottunk át az izotóp bevételére. Ez kimondottan nehéz fizikai munkát jelentett, mert a fa ellenállását le kellett győzni. Az izotóp bejuttatását állandó vízáram alatt végeztük, hogy a tracheákba ne jusson levegő, mert az megakadályozta volna a felfelé való vízszállítást. A bejuttatott izotópok gamma sugárzók voltak. A fatörzs mentén NaI szcintillációs detektorokat helyeztünk el különböző magasságokban, és mértük a percnkénti beütésszámot.



1. ábra: A beütésszámok változása a különböző magasságokban elhelyezett szcintillációs számlálók jelzése által.

A mért értékek (1. ábra) szerint az áramlás nem egyenletes, hanem rövid ideig tartó, kiugró csúcsok jelentek meg, majd csökkent a felfelé irányuló sebesség. Ezt azzal tudtuk magyarázni, hogy a fatörzs kerületén nem egyenletes a felfelé áramlás, csak egy-egy trachea-kötegekben, a kerület néhány pontján zajlik áramlás, másutt a víz felfelé jutása sokkal lassúbb. Az előzőket gyors áramlásnak, a másikat lassú áramlásnak neveztük el. A lassú áramlás egyenletesebb, sebességük megegyezik az átlagos erdőre számított áramlási sebességgel.

Szaktárgyszertani megoldás:

A hallgatóknak a különböző magasságokban lévő aktuális beütésszámokat juttatjuk el. Az izotóp felezési idejét figyelembe véve a mért értékeket korrigálniuk kell az eltelt felezési idővel, valamint a háttérrel. Mivel gyors felezési idejű izotópokat alkalmaztunk, kiszámíthatják, hogy mennyi idő alatt „tűnik” el az izotóp a környezetből, azaz a természetes háttér mérjük. Ezzel rámutathatunk a rövid, gyorsan lebomló, és hosszú felezési idejű izotópok közötti különbségekre, eltérő környezeti veszélyeztetettségükre. Ez a mindennapi életben is jelentős - pl. csernobili katasztrófa - ahol a viszonylag gyorsan lebomló józód izotópoknál sokkal nagyobb környezeti és egészségügyi veszélyt jelentettek a ⁹⁰Sr és ¹³⁷Cs izotópok melyek napjainkig jelen vannak a környezetünkben.

5.2. Komputer tomográfia

Terepi kísérlethez kapcsolódó szakmai ismeret:

A fa törzsén áthaladó víz mennyiségét eddig csak becsülték a fa keresztmetszetének ismeretében. Az elképzelés az volt, hogy csak az utolsó egy-két évben képződött szállító nyalábok aktívak.

Csoportunk megpróbált szakítani ezzel a hagyománnyal, és ehhez ez új, modern technikát, a komputer tomográfot (CT) alkalmazta. A méréseket hordozható komputer tomográfal kezdtük, majd a víz pontosabb lokalizációja érdekében felhasználtuk az orvosi gyakorlatban is alkalmazott komputer tomográfos készülékeket is (Béres *at al.* 1993, Béres *at al.* 1998).



1. kép: Fatörzs behelyezése mérésre a komputer tomográfba



2. kép: Tölgyfa szállító nyalábjainak CT felvétele.

Szaktudományi megoldás:

A komputer tomográf működésének és képalkotó képességének megismertetése. A CT alkalmazása a gyógyászatban, és annak bemutatása, hogy számos különböző tudományág használhatja, annak megfelelően, hogy milyen számítógépes programmal elemezzük az alapadatokat. Az alapadatokat a röntgensugárzás különböző elnyelődésén alapszanak, azaz attól függ, hogy milyen anyagon halad át a sugár (Barva *at al.* 1998). A számítógépes program alapján más-más fontos részt tudunk megjeleníteni.

A CT készülékek rendelkeznek egy olyan számítógépes programmal, amelyek a felvétel során un. utólagos képfeldolgozást végeznek (postprocessing), mellyel

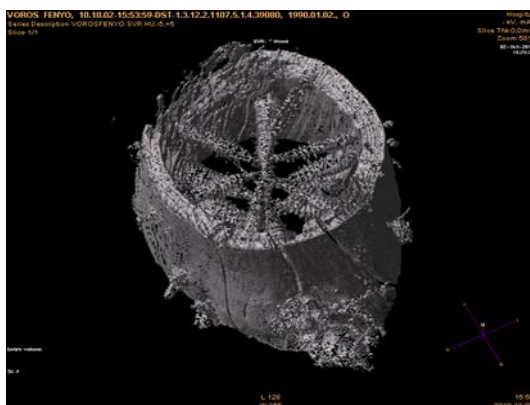
tetszőleges irányú metszeteket tehetünk láthatóvá, majd az elnyelődés mértékének megfelelően lehetőségünk van csak egy-egy intervallumba eső elnyelt területek megjelenítésére is.

A felvételen (1. és 2. kép) egy tölgyfa szállítónyalábjainak szerkezetét láthatjuk. A felvétel úgy készült, hogy a vízzel telített, és vízszállításra alkalmas tracheákat, fehér színnel jeleníti meg a kép. Látható, hogy az utolsó pásztaokban is csak a tracheák egy része alkalmas vízszállításra. A program alapján ezt úgy lehet megjeleníteni, hogy a képen csak bizonyos (meghatározott elnyelődést mutató) pixeleket mutatunk meg. A CT képeknél ezt relatív skálán értelmezik, amely elsődlegesen az emberi szövetekre van kidolgozva, de ezeket, mint a vizet a mi gyakorlatunkban is alkalmazni tudtuk.

A megjelenítést a CT-ben Hausfield egységben értelmezik. Ez egy relatív skála, az alsó értéke -4000 az ember csont elnyelődésére utal, míg a felső értéke -1000 a speciális emberi szövetekre. Az emberi, és más esetben is a víz a 0 Hausfield egységet képezi, tehát mi is, mivel erre voltunk kíváncsiak, a 0 Hausfield körüli elemeket jelenítettük meg. A kép alapján egészen pontosan meg tudjuk mondani az aktív vízszállítási felületet.



3. kép: CT felvétel, amely a felszínt mutatja be



4. kép: A víztartalom kiemelése a törzsben

A CT ez irányú alkalmazása pontosan megjeleníti a behelyezett mintadarabot. (3. kép) Ez az alkalmazás számos más tudományágban is nagy jelentőségű, pl. a régészetben, ahol a fáraók múmiáinak pontos felszíni letérképezését tette lehetővé, amelyből nagyon fontos információkat nyertek.

A 4. képen a törzsben lévő víztartalmat emeltük ki. Ez a CT felvételeknél a 0 Hausfield egységeknél jelentkezik, így ezeket a képeket +10 és -10 Hausfield egységek között készítettük. Ezek a képek a víz lokalizációját mutatja a fatörzsben. Látható, hogy az irodalmi adatokkal ellentétben nemcsak az utolsó pár évi szállítórendszernek van szerepe a vízszállításban, hanem a törzs belsejében lévő víztartalékoknak is. A gyors áramlást valószínű, hogy a kerületen lévő víz biztosítja, míg a lassú áramlásban a törzs belsejében lévő víz is szerepet játszik.

6. Esettanulmány 2. - Mobile learning

A közeli jövő, a mindennapi tudásmenedzsment eszközei már jelen vannak mindennapjainkban: okostelefon, tabletek, stb. Az m-learning, azaz a „mobil tanulás” olyan speciális tanulási forma, amely mobilkommunikációs eszközöket használ kommunikációs csatornaként. Sajátosságait az eszköz sajátosságai adják.

A mobilkommunikációs technológia hónapról hónapra változik, fejlődik, így a hozzá kapcsolódó tanulás módszertan előtt is egyre újabb és újabb lehetőségek nyílnak meg. (Kis S. 2012)

"Az m-learning fogalom alatt általában a bárhol, bármilyen mobil eszközön hozzáférhető, tanuláshoz kapcsolódó tartalom elérését, az ezzel kapcsolatos tanulási tevékenységet értjük. Pontosabban azt a típusú tanulást, ahol egy létező online CMS, LMS rendszert egy mobil, kommunikációra alkalmas, hálózati eszközzel érhetünk el." (Benedek et al 2013)

6.1. BYOD – Bring Your Own Device vagyis „Hozd magaddal a saját eszközöd”

6.1.1. BYOD jelenség az üzleti világban

Egy új jelenség terjed, mely kezdetben, vállalati környezetben, de ma már az iskolákban is megtalálható, a BYOD. Az utóbbi években felbukkant betűszó arra a törekvése utal, hogy a dolgozók saját eszközeikkel helyettesítsék a céges eszközöket a munkahelyi környezetben.

A BYOD-nak számtalan előnye van, így a vállalatoknak érdemes kiaknázni a benne rejlő lehetőségeket. Csökkenő költségek: a BYOD komoly költségcsökkentést tesz lehetővé a cégek számára, hiszen ha az alkalmazottak saját gépükön dolgoznak, a vállalat megspórolhatja ezen eszközök beszerzését és üzemeltetését. Hatékonyabb munkavégzés, nagyobb rugalmasság. Azzal, hogy lehetővé válik a vállalati hálózat távoli elérése bármely eszközzel, az alkalmazottak képesek hozzáférni az információkhoz, kommunikálni és együttműködni saját munkatársaikkal. Javuló munkavállalói elkötelezettség. Kitűnő motivációs eszköz, amely ráadásul ingyen van (leszámítva a céges biztonságra számított költségeket). Az óvatosság és a szakértelem kiemelten fontos, mert a szükséges megfontolások nélkül könnyen teherrel válhat, megvalósítása pedig törvényi- vagy egyéb vállalati felelősségbe ütközhet.

Magyarországon a táblagépek és az okos telefonok gyors terjedésével és azzal, hogy hazánkban is számos üzleti célú, mobil eszközre optimalizált alkalmazás válik elérhetővé, egyre több vállalat ismeri fel, hosszabb távon elkerülhetetlen, hogy alkalmazottaik a saját gépeiken is dolgozzanak. A „hozd és használd a saját eszközöd” irányzata iránt a munkaadók is mind nyitottabbak. A Cisco Magyarország 2013-as felmérése szerint a hazai munkavállalók háromötödének van a munkahelyi hálózathoz csatlakoztatható mobileszköze, ráadásul a vállalatok többsége engedélyezi is a magántulajdonú eszközökkel a hozzáférést a céges hálózatokhoz.

A 2012-ben publikált világméretű BYOD Cisco-kutatás a BYOD számos olyan előnyére világított rá, mint például az átlagosnál hatékonyabb munka, a nagyobb munkavállalói elégedettség és a gazdaságosság. (CISCO 2013.)

6.1.2. BYOD az oktatásban

A Learntec egy szakmai konferencia és kereskedelmi vásár színhelye, Karlsruhe. A rendezvény évről évre arra vállalkozik, hogy bemutassa a vállalatoknak és az oktatási intézményeknek a tanulás jövőbeni helyzetét és a legújabb e-learning megoldásokat.

Peter Henning professzor és IT-szakértő a Learntec kongresszuson beszélt az oktatás várható jövőjéről. "Két olyan tényező is van, ami előreviszi az oktatás területén zajló forradalmat. Az egyik az internetezésre alkalmas mobil eszközök, például az okostelefonok és a táblagépek elterjedése, aminek köszönhetően a diákok bármikor online hozzáférhetnek a forrásokhoz. A második tényező, hogy a globális tudás annyira gyorsan növekszik, hogy gyakorlatilag csak digitálisan lehet tárolni és feldolgozni. Az oktatási intézményeknek mielőbb alkalmazniuk kell a BYOD-elvet, vagyis hogy minden hallgató magával viszi a saját készülékeit, és nekik azt menedzselniük kell. A jövőben az iskolákat és a főiskolákat, egyetemeket többek között annak alapján fogják majd megítélni, hogy milyen internetelérést kínálnak az osztályaikban." (Learntec 2014)

7. Mobilok az oktatásban

A mobilkommunikációs technológia és a hozzá kapcsolódó szolgáltatások egyre elterjedtebbek Magyarországon is. Az okostelefonok aránya 39 százalék, 2015. januári adat szerint. (Kutatópont 2015)

A közép- és felsőoktatásban részt vevő hallgatók szinte kivétel nélkül okostelefont használnak. Ez a generáció, közel 750 000 fő, (KSH 2015.) kiemelten fogékony az ilyen eszközök használatára.

A tanulók által az iskolába behozott készülékek értékét 40-60 milliárd forintra becsülik, ezek általában új, maximum néhány éves készülékek és állandóan megújulnak. Összehasonlítva a pályázatokból, központi költségvetésből beszerzett IKT eszközökkel, ott gyakori probléma, a karbantartás, a frissítések, a szoftverlicenck, továbbá a készülékek gyors elavulása, az innovációs ciklusok egyre rövidülése.

Véleményünk szerint a felsőoktatásban nem engedhető meg, hogy ezek a magas műszaki színvonalat képező sokoldalúan használható, a tanulók által kedvelt eszközök kihasználatlanul maradjanak. Különösen igaz ez a természettudományos tanárképzésre, a laboratóriumi és terepi mérésekben történő felhasználásra.

Az olcsón beszerezhető memóriakártyák, a bárhol és bármikor elérhető világháló, a felhő használat szinte korlátlan számú fénykép, film és hangfelvétel készítését teszi lehetővé. A korszerű készülékekbe sok szenzort építettek be, ilyen szenzorok például: a GPS, digitális iránytű, mágneses érzékelő, gravitációs- és gyorsulásmérés, fénymérés, zaj és rezgés stb.

A szenzorokhoz általában a mérésekhez jól használható alkalmazások tölthetők le, például a Smart Tools alkalmazáskészlet: Hossz, szög, meredekség, távolság, magasság, szélesség, terület, irány, fémdetektor, GPS, zajsztintmérő, rezgés mérő, stb.

Nagyszerű lehetőség a telefon adatgyűjtőként, ill. adatfeldolgozásra való felhasználása. A kereskedelmi forgalomban több olyan szenzor család jelent meg,

amelyeknél a drága adatgyűjtő rendszerek helyett a szenzorok által mért adatokat wifi, vagy bluetooth kapcsolaton keresztül továbbítják további felhasználásra.

Egy másik változat szerint a szenzorok kábelen keresztül egy interfészhez kapcsolódnak, ami az adatokat feldolgozható formátumban wifin, vagy bluetooth kapcsolaton keresztül továbbítja az adatgyűjtőnek. Mindkét esetben kéznél van és kiválóan használható a mobiltelefon.

A Socratic rendszer egy online szavazórendszer, számítógépről, vagy Android eszközökről érhető el, a diákok használhatják az okostelefonjaikat vagy a tabletjeiket is. A rendszerben lehetőségünk van azonnali kérdéseket feltenni, vagy előre összeállított kvízeket készíteni.

A környezettan képzésben az elmúlt néhány évben jellemző volt, hogy hallgatóink saját laptopon dolgoznak például: környezeti informatika órán, környezeti fizika gyakorlatokon, mérési gyakorlatokon, terepgyakorlatokon, a mérési adatok feldolgozása során. A 2014/15-ös tanévben új elemként fontos szerepet kapott a mobiltelefon használat.

7.1. Okostelefon használat a terepi mérésekben

Néhány példa a GPS használatra: helymeghatározás, mintavétel, mérés helyének meghatározása, megfelelő alkalmazással POI felvétele, bejárt útvonal pontjainak rögzítése, utólagos feldolgozásra. Jegyzőkönyvkészítés, a mobil készülék kamerájával geotagging technikával készített fényképek, filmek segítségével. Jól használható a hangrögzítő funkció, diktafonként a mérés körülményeinek feljegyzésére, hangfelvétellel a mérési körülmények dokumentálására pl. madárdal az erdőben, vagy a közlekedési és egyéb zaj. A hangfelvétel és a felvétel utólagos kiértékelésével pontos időmérés valósítható meg.

A környezeti fizika mérési gyakorlatokon: zajszennyezettség vizsgálat, radioaktivitás és hőmérsékletmérések a megfelelő mérőműszerrel, a mintavételi pontok kijelölése, a mérés dokumentálása mobiltelefonnal történt.

Terepi megfigyeléseket, észleléseket dolgoz fel az Időkép, aktuális időjárás információkat, fotókat küldhetünk be a telefonról. A madárszámlálók, adatokat várnak a Gólyafészkek adatbázisba vagy a Fecske- és gyurgyalag figyelő adatbázisba.

7.2. QR kódok

Izgalmas lehetőség a QR kódok használata, amelyeket ma már postai csekkeken is alkalmaznak. A mobilfizetés egyik formája, hogy az ügyfél a számlalevélen szereplő, a tranzakció adatait tartalmazó QR kódot okostelefonjával lefényképezve egyenlíti ki a számla összegét.

A QR kód egy kétdimenziós vonalkód (tulajdonképpen pontkód), amit a japán Denso-Wave cég fejlesztett ki 1994-ben. Nevét az angol Quick Response (=gyors válasz) rövidítéséből kapta, egyszerre utalva a gyors visszafejtési sebességre, és a felhasználó által igényelt gyors reakcióra. QR kód adattárolási képessége alfanumerikus értékekből maximum 4296 karakter.

A kód felhasználását tekintve multifunkcionális: szinte bármilyen információ kódolására alkalmas akár nyomtatott (mint például könyvek, cd lemezek borítóján, mozifilmek plakátjain, stb.), akár online felületeken (portálokon), vagy elektronikus médiában (tévében) is. Telefonnal lefényképezve a kódolvasó szoftver egy, a tartalommal

szoros összefüggésben lévő helyre irányítja át a felhasználót, tehát egyfajta hidat képez az online és az offline tartalom között. A kódot a sarkaiban található jellegzetes négyzet alakú mezők miatt - amelyek egyébként szintén információhordozók - könnyű szkennelni, és szinte bármilyen szögből fényképezve (akár fejjel lefelé is) könnyedén azonosítható és feldolgozható jelet kaphat az eszköz.

7.3. Néhány további elképzelés

Virtuális tanösvény: A virtuális tanösvény egy a terepen végzett munkát, tájékozódást, játékot stb. segítő a területet bemutató digitális tartalom, ahol a helyszínek az okostelefonba beépített GPS-el, vagy a tereptárgyakon elhelyezett QR kód segítségével azonosíthatók. A területet bemutató anyag online letölthető, ha van internet kapcsolat, vagy csomagkapcsolat. Egy másik megoldás, még a túra előtt az internetről letöltött anyagot memóriakártyáról használni oly módon, hogy a szükséges koordinátákat a GPS kapcsolat adja. Feladat, digitális tartalomfejlesztés, felhasználás

Munzee készítése: Munzee (ejtése manzi) elnevezés a német die Münze (érme) szóból származik. Egy játék, lényege, hogy a világ különböző pontjain elhelyezett QR kódokat kell az okostelefonnal, (a beépített GPS-vevő segítségével) megtalálni, majd a kódot egy, a mobilon futó alkalmazással leolvastva pontokat gyűjteni.

Felhasznált irodalom

- Barva I., Berecz A., Molnár F., Pávics L., Séra T.(1998): Képalakító berendezések. Főiskolai jegyzet. Hajnal Imre Egészségtudományi Egyetem. Egészségügyi Főiskolai Kar. Budapest
- Bábosik I (2004): Nevelélmélet: nevelés az Európai Unióban. Osiris Kiadó, Budapest
- Benedek A, Horváth Cz. J, Molnár Gy, Nagy G, Nyíri K, Szabó E, Tóth P, Verebics J (2013): Digitális pedagógia 2.0. Typotext kiadó.
- Berényi D (1996): A magyar ciklotron. In. Fizikai Szemle 1996./10. 333
- Béres Cs.,Fenyvesi A.,Molnár T.,Jakucs P.,Mahunka I.,Mikecz P.,Kovács Z. (1989) : Water transport measurements on oak (Quercus petraea) trees by ²⁴Na tracer technique. In ATOMKI Annual Report 66-67.
- Tárkányi F.,Fenyvesi A.,Molnár T., Szelecsényi F., Szűcs Z.,Béres Cs.(1990): Excitation Function of ⁴⁰Ar (a,p) ⁴³K Nuclear Reaction: production of ⁴³K using Ar-Gas Target. In ATOMKI Annual Report 8-9.
- Béres Cs., Raschi, A., Ridder, H-W. (1993): Concurrent measurements of sap velocity, ultrasound emission and computer tomography on forest trees. In Journal of Experimental Botany. Vol. 44.p.47
- Béres Cs., Fenyvesi A., Raschi, A., Ridder, H-W. (1998): Field experiment on water transport of oak trees measured by computer tomograph and magnetic resonance imaging. Chemosphere, Vol.36, No. 4-5, pp. 925-930
- Béres, Cs., Fenyvesi, A., Molnár T., Mahunka, I., Jakucs, P., Kovács, Z., Mikecz, P. (1989): Tölgyfák vízszállításának vizsgálata nátrium-24 izotópnymjelzéses módszerrel. In Izotóptechnika, Diagnosztika. 32(4). 184-190.
- Béres Cs., Raschi, A., Ridder, H-W. (1993): Concurrent measurements of sap velocity, ultrasound emission and computer tomography on forest trees. In Journal of Experimental Botany. 44. Supplement. p.47.

- Béres, Cs., Németh L. (2010): Fafajok összehasonlítása vízforgalmi szempontból. In: Lakatos F., Kui B.ed.: Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kari Tudományos Konferencia. Sopron, 114-119.
- Bodáné Kendrovics R.(2013) Projekt módszer hatékonyságának vizsgálata a felsőoktatásban - XIII. Országos Neveléstudományi Konferencia Eger
- Csermely P. (2009): Szárny és teher. Ajánlás a nevelés-oktatás rendszerének újjáépítésére és a korrupció megfékezésére.
- Csermely P. (2012) BLOGhálózatos életfilozófiám Typotex,
- Haraszi Á. (1988): Növény szerkezettan és növényélettan. Tankönyvkiadó, Budapest
- Jakucs P. (1988): Ecological Approach to Forest Decay in Hungary. *Ambio*. 17.267
- Kárász I.(2012): A környezeti képzés második évtizede az Egri Főiskolán
- Kis-Tóth L.(2014) Változó tanulási környezetek és módszerek (PLE, PIM, BYOD) Eszterházy Károly Főiskola XIV. Országos Neveléstudományi Konferencia Debreceni Egyetem, Debrecen
- Kovátsné N. M. (2010): Erdőpedagógiától a környezetpedagógiáig, Comenius Kft. Pécs
- Kováts-Németh M. (2011): A fenntarthatóságra nevelés szükségessége. .In Magyar Tudomány p 1172-1180
- M Rocard, P Csermely, D. Jorde, D. Lenzen, H. Walberg-Henriksson, V. Hemmo (2010.): Természettudományos nevelés ma: megújult pedagógia Európa jövőjéért *Iskolakultúra*, 12. sz. 13–30.
- Németh, L., Puskás, J., Zentai Z. (2014): Környezeti hőmérséklet mérések a Kőszegi-hegység szőlőterületein 6. Szőlő és Klíma Konferencia. Kőszeg: p. 7.
- Németh, L, Puskás, J., Zentai Z. (2014): Environmental measurements in the vineyards of Kőszeg Mountains XIII. Természet-, Műszaki és Gazdaságtudományok Alkalmazása Nemzetközi Konferencia, Szombathely p. 37.
- Ollé J. (2012): A digitális állampolgárság értelmezése és fejlesztési lehetőségei. In *Oktatás-Informatika* 2013/1-2.
- Radnóti K. (2008): A projektpedagógia, mint az integrált nevelés egy lehetséges eszköze. *Educatio Társadalmi Szolgáltató Közhasznú Társaság*,
- Zentai Z., Németh, L., Puskás, J.(2013): Meteorológiai és talajvizsgálatok Kőszegen 5. Szőlő és Klíma Konferencia. Kőszeg, p. 7.
- PISA2012 Összefoglaló jelentés
- Kis S. M-learning – a mobiltelefon alkalmazási lehetőségei a történelemórán <http://www.tte.hu/media/pdf/eloamobilokkal.pdf> (2015. május 2.)
- CISCO kutatás http://dev.netacad.hu/BYOD_felmeres (2015. május 5.)
- Az oktatásban is előtérbe kerülhet a saját eszközök használata. (LEARNTEC 2014.) <http://sg.hu/cikkek/104201/az-oktatásban-is-eloterbe-kerulhet-a-sajat-eszkozok-hasznalata> (2015. május 6.
- Kutatópont - Az okostelefonok aránya 39 százalék Magyarországon, 2015. január <http://www.netkutatások.hu/2015/02/kutatópont-az-okostelefonok-aranya-39.html> (2015.május 2.)

