

Lükő István – Márfoldi Anna

Módszertani fejlesztések a környezeti szakképzésben

Ebben a munkában a környezeti mérések módszertanának néhány aspektusát mutatjuk be. Az általános pedagógiai vonatkozások keretében írunk a hagyományos és az interaktív tanulási módszerekről, valamint a technológia integrálódásáról, az interaktív multimédia használatáról. A mérés szerepe meghatározó a környezeti szakemberek képzésében. Erről, valamint a mérések szakmai felosztásáról szól a harmadik fejezet. A mérések pedagógiai-módszertani vizsgálatával foglalkozó részt követi a tananyag eredményes tanulását segítő vizualizációról szóló kifejtés.

1. BEVEZETÉS

A környezeti nevelés és oktatás általános céljai és tevékenységei között is felértékelődött a tapasztalásos tanulás és az információs és kommunikációs technika (továbbiakban: IKT) használata, különösen a szakemberek képzésénél, hiszen a középfokú oktatásban a környezettechnika és a különböző paraméterek mérése is az oktatási tananyag súlypontját adja. A környezetvédelmi nevelés és oktatás folyamán alkalmazzuk mind a hagyományos, mind a csúcstechnika eszközeit. Ezek közé tartoznak a különféle mérőműszerek is, melyek a környezetvédelem és a környezeti nevelés gyakorlatának egyik találkozási pontját jelentik az oktatás folyamán.

2. A HAGYOMÁNYOS ÉS INTERAKTÍV TANULÁSI MÓDSZEREKRŐL RÖVIDEN

2.1. Technológiák integrálódása, fogalmak átértékelődése

A környezeti nevelés terén nem gondolhatjuk azt, hogy a technika használata szembekerül a környezettudatos magatartású tanulók személyiségfejlesztésében alappillének számító „echte” természetvédelem, a természet szeretete érdekeivel, cselekvési programjaival. Tehát egy sajátos szimbiózis kell, hogy megvalósuljon a technikai és a természeti környezet kapcsolatában az oktatás és a nevelés területén is.

Az oktatás technológiájáról, illetve a hagyományos és a modern folyamatainak az egymást kiegészítő és összekapcsoló átalakulásáról van szó.

Az oktatási reformban az utasító (instrukciós) oktatás átalakul építő (konstrukciós) oktatássá, amelyben a tanórai feladatok a didaktikus jellegből interaktív jellegűvé, az oktatás

hangsúlya a tények memorizálásából a kapcsolatok, a kutatás és a feltalálás felé tolódik, a tudás fogalma a tények felhalmozásából a tények átalakításába tevődik át.

A technológia szétzúzza majd az iskola mint intézmény falait, határait, egészen új, izgalmas tanulási környezetet teremt. A technológiák széles választékának a kombinációja megváltoztatja a tanulók és a tanárok szerepét, tevékenységét, mivel a diákok kapcsolatba léphetnek más országok diákjaival is az internet segítségével, vagy a pedagógus munkatárs, néha „tanuló” szerepeket is betölthet.

Melyek azok az eszközök, amelyek együttes, egymást váltó használata egy sajátos oktatástechnológiai központot hoz létre? Mindenekelőtt a PC, amely magába foglalja a CD-ROM-ot és meghajtót, az internet, a www, digitális műholdas vagy üvegszál-as adat-beviteli egység, VHS videolejátszó, mérő- és megfigyelő eszközök, hordozható számítógép az adatbevitelhez szükséges interface, nyomtató és lapolvasó (scanner), kivetítő egység a videó- és a számítógép-képernyők számára.

Mit jelent a technológiák integrálása a környezeti nevelésben (Lükő 2003)? Lényegében a következő oktatási formákat kapcsolhatjuk össze.

1. Hagyományos osztálytermi szemléltető-kísérletező oktatás.
2. Az osztály/csoport keretek között zajló számítógépes interaktív, multimédiás tevékenységek a tanteremben, illetve műszeres laboratóriumban.
3. Terepi foglalkozások „hagyományos” megfigyelésekkel, észlelésekkel a természeti indikátorok és azok tapasztalatainak feldolgozásával, rögzítésével.
4. Terepi foglalkozások műszeres vizsgálattal, adatgyűjtéssel, laboratóriumi kiértékeléssel és elemzéssel.

Ezek közül a 2. és a 4. pont alattira térünk most ki elsősorban, mivel a korszerű oktatástechnológia módszereit ezek az eszközök, oktatástechnológiai eljárások testesítik meg.

A tanulók megnéznék egy videót, például a folyók szennyezéséről, hogy megtanulják az alapvető ismereteket, fogalmakat, összefüggéseket és megfogalmazzák a további kutatás feladatait. Közvetlen hozzáféréssel (online) böngészik a World Wide Web honlapokat, hogy információkat gyűjtsenek a világban előforduló folyószennyezésekről. A terepen vízminőségi, hőmérséklet, vezetőképességi, bakteriális vizsgálatokat végeznek digitális műszerekkel, és az adatokat összegyűjtik egy nagyobb számítógépbe. Az azonnal elemezhető megfigyeléseket, adatokat egy hordozható számítógépre viszik az interface segítségével, egy táblázatkezelő programmal grafikonokat és táblázatokat készítenek.

Készíthetnek a diákok videokamera segítségével a terepen egy vizuális katalógust a folyószakasz helyzetéről, elmondásukról-tapasztalataikról, amit elküldhetnek bárhová és bárkinek, illetve használhatják más projektek elemző-értékelő munkájához.

Ma már számos olyan nemzetközi projektet ismerünk, amelyekben a tanulók folyamatosan figyelnek és mérnek folyó-patak szakaszokat, és küldik el adataikat a vízgyűjtőn dolgozó többi diáktársukhoz a GREEN-en (Global Rivers Environmental Education

Network, azaz a Folyók Globális Környezeti Nevelési Hálózata) keresztül. Szintén tanulók mérik a csapadék savasságát is, és ezt is elektronikus úton továbbítják és összesítik.

Amint a fentiekben csak vázlatosan ismertetett oktatástechnológiai integrációs példákban is kiderül, alaposan átértékelődik a tanári és a tanulói szerep és tevékenység, továbbá az is, hogy az iskola négyfalú épületéből „globális elektronikus falu” lesz. A tanárok a tanulás, az interaktív tevékenység szervezőivé, kísérőivé válnak, akik kreatív útmutatással több időt töltenek, mint eddig. Vagyis szakterületük menedzserei, facilitátorai, tutorai lesznek. Ugyanakkor a diákok másféleképpen (nem mindig face to face) lépnek kapcsolatba egymással és a tanárokkal, sokkal többet tanulnak egymástól. Más módszerekkel történik a munkaértékelés is, hiszen ez már kritérium alapú, saját munkájuk és azok bemutatói alapján történik. A műszeres mérések révén objektívvá válik a munka végzése, eredményeinek megítélése. A mérés mint tanulói tevékenység nagyszerűen kiegészíti a természeti és művi környezet egyéb módon történő megtapasztalását, ezáltal fejleszti a többféle információforrás kezelésének képességét.

2.2. Interaktív multimédia és használata a környezeti nevelésben

Ma már senki nem vitatja, hogy az „új média”, a „hipermédia”, az „integrált média” néven használt fogalom nagy lépés az oktatástechnológiában, és ez a környezeti nevelésnek is hatásos eszköze lehet. A multimédia azt jelenti, hogy egy és ugyanazon programban lehet ábra, szöveg, zene, hanghatás, videofilm, rajzfilm, állókép, mozgóképek stb. Ezek a médiadimenziók alkotják a program (műsor) alapköveit, amelyet a tanulási folyamat során a tanuló spontán módon variál, hív elő és követi az információkat.

Az interaktivitás azt jelenti, hogy az addig passzív befogadóként viselkedő diákokat aktív résztvevőként vonja be a saját tanulási folyamatukba. A korábbi ki- és bekapcsolási „hatáskör” megszűnik, illetve átalakul egy kezdeményező szereppé az információ szerzésében és értelmezésében.

A multimédia gyors, következetes, tapintatos (nem nevet ki, nem fog velünk összeveszni), több hozzáférhetetlen információt biztosító, személyes (állandóan rendelkezésre áll a pozitív visszacsatolással). A környezeti multimédia képes tükrözni azt, hogy a világ hogyan változik, működik, képes modellezni az emberi és a természeti rendszerek összetett viselkedését. Ma még nem mondható általánosnak a környezeti nevelésben, ezért feltételes módban fogalmazva azt mondjuk, hogy a multimédia a következőképpen használható:

Előadás/bemutató

Számítógéphez csatlakoztatunk egy kivetítőt, amellyel az egész osztály számára lenyűgöző audiovizuális bemutatót tarthatunk. A tanár bárhol megállíthatja a videofilmet. Behívhat egy számítógéppel generált térképet, például a savas eső hatásairól, a nukleáris erőművekről, a folyók szennyezésével kapcsolatban stb.

Együttműködő tanulás

A laboratóriumban/osztályteremben a multimédia munkaállomásként működve a csoportok, illetve a tanulók közötti ismeret-, illetve tudásmegosztást is lehetővé teszi. A tanárok segíteni tudják ezt a tanulást, kalauzolják a tanulók együttműködését. Például az előbbi környezeti problémák tanulmányozásánál kicserélhetik információs adataikat, tervezhetnek együtt egy mérési projektrészletet stb.

Személyre szabott oktatás

Mivel a számítógépre vitt oktatócsomag bensőséges, nem meg- és elítélő környezetet/miliőt biztosít, így a tanuló határozza meg a tanulás gyorsaságát. Visszatérhet, további magyarázatot kérhet, nincs kötve a jelenléthez, saját tempójához igazíthatja a tanulást.

Beszámolók/dolgozatok készítése

Ma még nem jellemző, hogy dolgozatot írjanak a multimédia segítségével, de hamarosan eljön az idő, amikor a diákok a saját készítési (tervezett, szerkesztett és megírt) CD-jüket fogják a kontroll során bemutatni. Részfeladatok elkészítését már ma is ellenőrizhetjük a multimédiás rendszeren. A technikai háttér alapján ma még csak az audiovizuális beszámolók készítéséhez használják az interaktív multimédiás rendszert.

Értékelés

Ez a technológia sokkal kifinomultabb és differenciáltabb értékelési rendszert tesz lehetővé. Kezdvé a legegyszerűbb, a tanulás folyamata közben feltett kérdések válaszártékelésétől a komplex, a tanulmányokat lezáró értékelő teszteken át a minősítő programok, tervezetek értékeléséig. A számítógép kérdésenként azonnal értékeli a tanuló egyéni válaszait, összesíti a kapott válaszokat az osztály egészére vonatkozóan és rangsort készít – legyenek a kérdések tesztszerű, kifejtendő, vagy problémamegoldó-komplex jellegűek.

2.3. A multimédia mint eszköz és mint módszer a környezeti nevelésben

2.3.1. Hálózati tanulás

A számítógépes hálózatok nemcsak az iskolarendszerű környezeti nevelés számára adnak biztató eszközt, illetve lehetőségeket, hanem kiterjesztik ezt a tanulást a határokon túl nyúló kommunikációra, a tanárok, tudósok, közigazgatási szervezetek együttműködésére a környezeti nevelés terén.

Mik a hálózati rendszereknek az alapfogalmai? Először is vannak a kis hálózatok, amelyek belső rendszerek közötti információ közvetítését látják el. Alkalmask elektronikus levelek, üzenetek közvetítésére.

A kisebb hálózatok csoportját kapcsolják nagyobb hálózattá, például a BitNet, a CompuServe.

A számítógépes hálózatok egymással rendszeresen kommunikáló emberek formális és informális kapcsolatait.

Az internet hálózatok hálózata, amely egy kommunikációs szabvány (TCP/IP=Transmission Control Protocol/Internet Protocol) szerint továbbítja az információkat. A számítógépes hálózatokat a következő feladatokra alkalmazzák:

- Információgyűjtés;
- Információterjesztés;
- Interaktív kommunikáció;
- Együttműködés, közös munka;
- Milyen modellek vannak a hálózati tanuláshoz?;
- Személyes kapcsolatok;
- Együttműködés;
- Elektronikus megjelenítés;
- Hálózati expedíciók;
- Információgyűjtés és cserélés;
- Problémamegoldás;
- Hálózati szimulációk;
- Környezeti cselekvés;
- Távtanulás.

Említésre méltó a hálózati tanulási programok közül a GREEN, és a csapadék savasságát mérő európai hálózat. Leggyakoribb és legáltalánosabb az információgyűjtés és -csere. Aktuális időjárás előrejelzést lehet megtudni a <http://www.zoldpont.hu> címen. A Független Ökológiai Központ Körnet nevű interaktív környezeti nevelési programja a tanári segítséget adja meg, és egy tájvédelmi projekt is. Létezik szemétválogatási projektekről internetes adatszolgáltatás, valamint a Zöld Iskolák Vitaköre is.

Egy Internetes konferenciát szervezett a Magyar Környezeti Nevelési Egyesület a Környezeti Nevelési Stratégia továbbfejlesztéséről.

2.3.2. A multimédia szerepe a környezeti szakképzésben

Mint a bevezetésben is említésre került, hogy a technika vívmányainak használata a szakképzésben egyre inkább elengedhetlenné válik. Nemcsak a mérőberendezések technikája új, hanem az oktató eszközök is az eddigiektől eltérő lehetőségeket nyújtanak, így új oktatási formák és tartalmak jeleníthetők meg a pedagógiai módszertanban.

Nem elégséges azonban az adott környezeti (fizikai, kémiai, biológiai stb.) paraméter méréséhez szükséges műszer felépítését és működését, alkalmazhatóságát ismerni, szükség van a mérés technikai rendszerének az ismeretére, valamint a mérési eredmények feldolgozásánál, kiértékelésénél és megjelenítésénél szerepet játszó számítástechnikai és egyéb infokommunikációs eszköz (IKT) ismeretére és használatára. A környezettechnikai rendszerek és eszközök, valamint a számítástechnika gyakorlati alkalmazása, a műszerpark kialakítása, az egyes mérőberendezések kezelése tanuló és tanár számára egyaránt fontos.

3. A MÉRÉSEK SZEREPE A KÖRNYEZETI SZAKEMBERKÉPZÉSBN

3.1 A mérés mint szakmai tevékenység általános és környezetvédelmi sajátosságai

„A mérés azoknak az értékeknek a tapasztalati úton történő meghatározási folyamata, amelyek indokoltan tulajdoníthatók valamely mennyiségnek. A mérés mennyiségek összehasonlításából vagy egyedek megszámlálásából áll. A mérés előfeltétele a mennyiségnek a mérési eredmény, a mérési eljárás és az előírt mérési eljárásnak megfelelően működtetett kalibrált mérőrendszer felhasználási céljával összehangolt meghatározása. Az „indokoltan tulajdonítható” kifejezés azt jelenti, hogy a mérésből kapott értékek a mennyiség definíciójával összhangban levőnek gondolhatók” (LUKÁCS 1963).

A környezetvédelmi méréstechnika és oktatása összetett tevékenység, mivel magába foglalja azon komponensek kvalitatív és kvantitatív meghatározását (amelyek az ökológiai rendszerben ezekre nagyobb mértékben hatva kedvezőtlen folyamatokat indíthatnak el), az ökoszisztéma eredeti állapotának jellemzőit és a pedagógiai szempontok összességét is.

Az OKJ-ban kiadott képesítési követelmények és a szakirodalmak által feltárt kompetenciák azonosak.

A környezeti mérési tevékenységre jellemző az összetettség, ezért az alábbi felosztásban ez meg is jelenik, mivel nem lehet egy „rendező elvet” felfedezni.

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| ■ Rendszeres monitorozó | – Eseti meghatározás |
| ■ Komponensek elkülönült mérése | – Komponens-csoportok mérése |
| ■ Helyszíni mérések | – Laboratóriumi mérések |
| ● nem stabilizálható mutatók mérése | |
| ● fél-quantitatív gyorsteszték | |
| ■ Makrokomponensek meghatározása | – Nyomelemek meghatározása |

A környezeti elemek jellegének sokféleségéből adódóan a fizikai elven, a kémiai eljárásokon és a biológiai módszereken alapuló mérések egyaránt megtalálhatók. A modern mérés-technika ma már széleskörűen alkalmazza a nem villamos mennyiségek villamos mérését mérőátalakítók segítségével.

A hőmérséklet, a nyomás, az elmozdulás, a fényerősség stb. érzékelését végző szerkezet villamos jellé alakítja a mérendő mennyiséget, amit a klasszikus elektromechanikus, elektrodinamikus, indukciós, elektronikus elven működő műszerek aztán kijeleznek. Szintén ehhez a korszerűséghez tartozóan mérőautomatákról is beszélhetünk, amelyek nagymennyiségű és többféle paraméter mérési adatait gyűjtik és dolgozzák fel. Ma már elképzelhetetlen a számítógép alkalmazása méréseknél, elsősorban a mért adatok feldolgozása, a kiértékelés és annak megjelenítése kapcsán. Ehhez a mérőműszer (berendezés) és a számítógép közé egy interface-t iktatnak be, amely a mérőműszer digitális jeleit viszi be a számítógép adattárolójába.

A környezeti mérések között számos paraméter mérésénél az analitikus módszert alkalmazzák, így értelemszerűen a kémiai analitika elveinek alapos ismerete, mérési eljárásainak sokasága meghatározóan fontos.

A mérések elméleti hátterének bemutatása az OKJ szerinti méréses témakörök szerint folytatódik, ugyanis szükséges a környezeti mérések határait is beszűkíteni. A középiskolai ismeretek határait az OKJ szabja meg, így lehetővé válik a környezeti mérések fajtáinak szűkítése is.

Az OKJ alapján a méréstípusok és műszerek csoportjainak kapcsolatát az 1. táblázat mutatja be (A kihúzott részekkel külön tantárgyak keretében foglalkoznak a tanulók):

1. TÁBLÁZAT: Témakörök és alkalmazási módok kapcsolata

OKJ által meghatározott méréses témakörök	Méréstípusok/műszerek
Mintavételezés	Mintavétel szabályai
Meteorológiai mérések	-
Fizikai, biológiai, kémiai mérések	Klasszikus analitikai módszerek
Zaj- és radiológiai mérések	Zajmérők, Dozimetria
Hulladékvizsgálat	Műszeres analitikai módszerek
Geodéziai mérések	-
Vízrajzi mérések	Klasszikus és műszeres analitikai módszerek
Áramlástechnikai mérések	-
Alapvető villamos mérések	-
Por- és gázvizsgálatok	Műszeres analitikai módszerek/ környezettechnikai berendezések

A táblázat alapján jól látszik, hogy a klasszikus és a műszeres analitika szerves részét képezi a tananyagegységeknek. Így a mérések gyakorlati alkalmazása mély műszerismeretet igényel.

Még részletesebb képet ad a 2. és 3. táblázat, mely az egyszerű és a műszeres mérések módszereinek alkalmazását mutatja be a környezeti mérésekhez. A táblázat összesíti a környezetvédelmi mérések főbb fajtáit, valamint az OKJ-s témakörökben felmerülő „mit mérünk?” kérdést válaszolja meg.

2. TÁBLÁZAT: Egyszerű környezeti mérések csoportosítása alkalmazásuk alapján

Mérés módszere/Milyen módszerrel mérünk?	Mérés alkalmazása/Mit mérünk?	Mikor mérjük? Hol alkalmazzuk?
Aerométer	Szemcseeloszlás	Talajvizsgálat
Indikátor papírok	Kolorimetriás analízis, pH-érték meghatározása	Vízminőség-vizsgálat
Higanyos vagy elektromos hőmérők	Hőmérséklet	Víz-, hulladék-, levegő-, talajvizsgálat
Secchi-korong	Zavarosság/átlátszóság vizsgálata	Víz- és szennyvízvizsgálat
BISEL-módszer	Bioindikáció mérés	Vízminőség-vizsgálat
Gyorsteszt vizsgálatok	Kolorimetriás analízis, szerves ionok, szerves anyagok	Víz-, hulladék-, szennyvíz-, talajvizsgálat

3. TÁBLÁZAT: Műszeres mérések csoportosítása alkalmazásuk alapján

Mérés módszere/Milyen módszerrel mérünk?	Mérés alkalmazása/Mit mérünk?	Mikor mérjük? Hol alkalmazzuk?
Gravimetria, titrimetria	Fe, P és egyéb fémek, KOI, savasság, lúgosság, pH mérés, vezetőképesség	Talaj- és vízvizsgálat
Potenciometria	pH mérés	Víz-, hulladék-, talajvizsgálat
Konduktrometria	Víz és oldatok vezetőképességének vizsgálata	Víz- és szennyvízvizsgálat
Termoanalitika	Fizikai paraméterek	Talajvizsgálat
Emissziós spektrográfia	Fémek, ötvözetek	Víz-, hulladék-, talajvizsgálat
Lángspektrometria	Alkáli földfémek (Cu, Ag, In, Ti, Mn)	Víz-, hulladék-, talajvizsgálat
Atomabszorpció	65 elem, melybe a fémek és nem fémek is beletartoznak (B, Si, As, Se, Te, P)	Víz-, hulladék-, talajvizsgálat
UV-VIS spektrometriás módszer	Szerves vegyületekben a funkciócsoportok + szerves és szerves anyagok mennyiségi meghatározása	Víz-, hulladék-, talajvizsgálat
Infravörös spektroszkópia	Szilárd-, folyékony-, gázminták	Víz-, hulladék-, talajvizsgálat
Gázkromatográfia	Sokalkotós szerves anyag Gázelegyek Folyékony anyagok, melyek 25–400 °C-on gázzá válnak	Víz-, hulladék-, talajvizsgálat
Folyadékkromatográfia	Polárosabb szerves anyagok (zsír, alkohol)	Víz-, hulladék-, talajvizsgálat
Papírkromatográfia	Szerves ionok, szerves anyagok	Víz-, hulladék-, talajvizsgálat
Gázelemző szondák	Üledékpor meghatározása	Levegőminőség-vizsgálat
Lux-mérő	Fényintenzitás mérése	Levegőminőség-vizsgálat
Geiger – Müller digitális számláló	Radioaktív anyagok	Levegőminőség-vizsgálat

4. A KÖRNYEZETI MÉRÉSEK PEDAGÓGIAI MÓDSZERTANI VIZSGÁLATA

4.1. A mérés mint tanulói tevékenység és didaktikai-módszertani jellemzőinek feltárása

A téma szempontjából meghatározó, hogy a mérést mint tanulói tevékenységet vizsgáljuk. Megállapítható egyfelől, hogy a tanuló által végzett mérések, kísérletek egy sajátos tapasztalásos tanulási formának tekinthetők, amelyben az aktív részvétel eredményes tudásképző „módszer”. Kutatási eredmények alapján bizonyított, hogy az iskolai formális tanulás során a mérés lehet az ismeretek forrása, a gyakorlással az igazolás eszköze és a mérési képességek fejlesztője, egy későbbi fázisban pedig a diagnosztizáló tevékenység eszköze. A mérés nem frontális tanulási formában, a laboratóriumban történik. A laboratórium mint sajátos szaktanterem a következő didaktikai sajátosságokkal bír: a miliőn kívül a bútorzat, az eszközök, műszerek elhelyezése az adott szakmára jellemző tanulási környezet előfeltétele. A mérőműszerek az egyéni, illetve a kiscsoportos ismeretszerzés és alkalmazás (gyakorlás) funkcióit valósítják meg. Mindezek sokszor a kooperatív, csoportos tanulás módszereit is ötvözik. Fontos didaktikai kérdés, hogy a laboratóriumi, illetve a diagnosztizáló mérések során mit és hogyan értékeljünk. Az irodalmak és a tapasztalatok alapján megállapítható, hogy a tanárok értékelik a tanulók mérés és műszer-elméleti ismeretét, magát a mérés közbeni tevékenységét, valamint az írásos, illetve egyéb archiváló dokumentumok formáját és tartalmát, vagyis a jegyzőkönyveket (LÜKŐ 2007, 212, 226–229. oldalak).

A mai kor IKT-s fejlődése lehetővé tette a mobil tanítás és tanulás lehetőségét, a multimedia térhódítását és alkalmazását a didaktikai módszerekben is (KÁRPÁTI 2008).

Ez vezet el a téma szempontjából releváns részletkérdésig, vagyis az oktatástechnológiai aspektusig. Az IKT eszközei, a mérőműszerek, az interface-k, a kiegészítők és a mérendő mennyiség eszközei, berendezései, helyszínei a pedagógiai folyamat technológiai láncolatában teszik technológiai jellegűvé a tanulást, illetve a tanuló tevékenységét. Az interaktív multimédiás IKT eszközöket a környezeti nevelésben és oktatásban felhasználhatjuk az előadásokra, bemutatásokra, együttműködő tanuláshoz, egyénre szabott és projekt feladatokhoz, beszámolókhöz, jegyzőkönyvekhez, és az értékeléshez.

A ma iskolájában együtt vannak jelen a konvencionális didaktika elvei szerinti és az új, korszerű – elsősorban az IKT által támogatott – tanulási formák. Ezért nevezhetjük ezt *Lükő István* terminológiája alapján integrált tanulási technológiának a környezeti oktatásképzés területén, amely magában foglalja:

- A hagyományos osztálytermi szemléltető-kísérletező eszközöket.
- Az osztály-, csoportkeretek között zajló számítógépes interaktív, multimédiás tevékenységét a tanteremben, illetve műszeres laboratóriumban.
- Terepi foglalkozásokat „hagyományos” megfigyelésekkel, természeti indikátorok és azok tapasztalatainak feldolgozásával.
- Terepi foglalkozásokat műszeres vizsgálattal, adatgyűjtéssel, helyszíni vagy laboratóriumi kiértékeléssel.

Fontos szempont a mérést végző személy. Aszerint, hogy ki a mérő személy, megkülönböztetünk tanári vagy demonstrációs méréseket, illetve tanulóméréseket.

Tanári mérések

A tanári mérések előnyei:

- Biztosítják a jelenségek, anyagok szemléletes érzékelését.
- Alapot adnak az elméleti következtetésekhez.
- Serkentik a tanulók logikus gondolkodását.
- Segítenek az ismeretek rögzítésében.

A tanári mérések hátrányai:

- A tanuló csak szemlélő marad, nem válik aktív résztvevővé.
- Nagyobb tanulólétszám esetén nem mindenki számára hozzáférhető a műszer.
- A tanuló nem szerzi meg a kellő jártasságot a műszer használata terén.

Tanulómérések

A tanulómérések előnyei:

- Segítik az érzékszervek fejlődését, ami összehangolt, ügyes munka kialakulásához vezet.
- Hozzájárulnak ahhoz, hogy a diákok hozzászokjanak a szakmai eszközök használatához.
- Fejlesztik a tanulók manuális készségét.
- Tartósabb, mélyebb ismereteket eredményeznek.
- Fokozzák a tantárgy iránti érdeklődést.
- Növelik a tanulók önbizalmát a természet megismerésére irányuló munkájukban.

A tanulómérések hátrányai:

- Csak megfelelő számú műszer esetén alkalmazható.
- Nagyobb időráfordítást igényelnek, ami nem minden esetben oldható meg a szűk időkeret miatt.

A tanulók mérési tevékenysége minden szakmai képzésben egy többfokozatú folyamat, melyben egymás után jönnek azok fázisai, melyek csoportosítást is lehetővé tesznek.

A mérések pedagógiai szempont szerinti csoportosítása:

- az ismeretek forrása (tapasztalásos tanulás).
- a tanultak igazolása, ellenőrzése (deduktív módszerű tanítás-tanulás, illetve gyakorlat szerzése).
- alkalmazás összetett tevékenységben.

Az ismeretek forrása szakaszban a mérések által kapott adatok és az eredményeikből levonható következtetésekkel elsősorban a gondolkodás fejlesztése, az induktív módszer által nyújtott tapasztalásos tanulás valósul meg. A tanári demonstrációs mérések a leggyakoribb formái, de külön laboratóriumban a képzés alapozó szakaszában a tanulók is végezhetnek ezt a tevékenységet. A mérési jártasságok, készségek szerzése, a mérési képesség fejlesztése már egy fokkal összetettebb tanulói tevékenység, itt váltakozhat a tapasztalatszerzés és a gyakorlás, a pszichomotoros képességek fejlesztése. Mindenképpen az önálló vagy kisebb (2-3 fős) csoportokban végzett tevékenység, amely alkalmas a tanulók egymástól való tanulására, a kooperatív, kollaboratív tanulásra is.

Ezen laboratóriumi, vagy terepi foglalkozások már feltételeznek némi műszerhasználati jártasságot, méréselméleti, egyéb technikai ismereteket. Legtöbbször a klasszikus deduktív, vagyis az általános ismeretekből az egyedi, a konkrét tapasztalatok felé való haladási irány érvényesül, mert az egyes törvényeket, szabályokat a mérésekkel igazolják. Míg az első fázisban a tapasztalatszerzésben az induktív, vagyis az egyedi, konkrét tapasztalatokból való kiindulást és a következtetés levonását valósítjuk meg. A harmadik fokozat a diagnosztizálást tartalmazó mérési tevékenység, amelyben önállóan kell alkalmazni a kifejlesztett mérési képességeket egy-egy konkrét feladat során. Itt már a mérési- és műszer-ismeretek és használatuk képességei olyan szintű kell, hogy legyen, hogy a műveletek „rutinszerűen”, de tudatosan és célszerűen segítsék a mérési feladat, a probléma (elemzés, összetétel meghatározás, működési rendellenesség stb.) feltárását. Ez nagyon sok környezeti probléma, illetve mérés során előkerül, tehát a környezeti technikusoknak a kompetenciáit erre a „szintre” kell fejleszteni.

Így a mérések folyamán, az 1. ábrán olvasható módszer kompetenciák is fejleszthetők:

1. ÁBRA: A mérés pedagógiai szerepe (Hoczek, 2002)

Környezeti elem/terület (Mit) mérünk?	M	Elérendő kompetenciák!
Föld-, talajvédelem		áttekintő képesség
Vízvédelem	É	műszeralkalmazás
Levegő-védelem		készségfejlesztés
Élővilág-védelem	R	jártasság
Sugárvédelem		figyelem, összpontosítás
Zaj-, rezgésvédelem	É	értékelési képesség
Szennyezés-védelem		egyértelműség
Hulladékgazdálkodás	S	pontosság

A fent említett kompetenciák folyamatok során fejleszthetők. A mérések főbb helye a labor. A laboratóriumi gyakorlatok kezdetén a diákoknak el kell sajátítaniuk a laboratóriumi munkarend szabályait (munkarend, tűz- és munkavédelem, balesetvédelem). Mindezek segítik a tanulókat az elméleti órától eltérő fegyelmezettebb, önállóbb munkakörnyezet kialakításában. A laboratóriumi munka ugyanis felelősségteljesebb hozzáállást kíván mind a gyakorlati

oktatótól, mind pedig a diáktól. A labor nem hagyományos tanterem, a diákoknak tisztában kell lenni azzal, hogy egy hirtelen, meggondolatlan mozdulattal is kisebb-nagyobb kárt tudnak okozni a vegyszerekkel, a drágább műszerekben, mellyel akár saját testi épségük is veszélybe kerülhet. Mindezen ismeretekre a szaktanárnak kellő hangsúlyt kell fektetni már a gyakorlatok elején. A motiváltság ezen irányú kialakítása és fenntartása az egész tanéven át a tanár tervezett munkatevékenységét igényli. Nyilván a későbbi foglalkozások során is történhet váratlan helyzet, mely a tanártól és a diáktól is gyors és hatékony fellépést kíván, ám erre is fel kell készíteni a diákokat, mely során nélkülözni kényszerülnek például a tanári beavatkozást, tehát saját maguknak kell önálló, felelősségteljes döntést meghozni. A diákok a tanév elején aláírják a fentiekben említett munkarend, a munkavédelmi, a tűz- és balesetvédelmi oktatáson való részvételüket igazoló dokumentumot, amely egyszersmind tudatosítja a tanulóknak felelősségüket, saját szerepük jelentőségét.

A gyakorlatok időbeosztása is eltér a hagyományos tantermi órák órakeretétől. Léteznek kétszer, vagy háromszor összevont 45 perces laborgyakorlatok, de a hatszor 45 perces nagy gyakorlatok is megtalálhatók a középfokú szakoktatásban. A méréses gyakorlatok az elméleti órák ismeretanyagainak megszilárdítását eredményezik. A tanár az általa kitűzött célhoz adja meg az odaillő motivációt, ez gyakran már az előző órán megtörténhet azzal, hogy a soron következő mérésekre felhívja a tanulók figyelmét. Az általánosságok, törvényszerűségek megismertetését követi a gyakorlati, kísérleti tananyag rész megbeszélése. Amennyiben indokolt, itt is fontos a tanulók figyelmének felhívása a baleseti veszélyforrásokra. Az elméleti ismeretek feldolgozását követi a gyakorlati kísérleti tananyag rész megbeszélése. Fontos, hogy a motivációnak nemcsak az óra elején kell jelen lennie, hanem amíg a méréseket végzik a tanulók, sőt az egész gyakorlat során is. A tananyag egyes részeinek kapcsolata más tantárgyak témaköreivel lehetővé teszi, hogy többféle motiváció segítse a tanulási folyamatot.

Az ellenőrzés és értékelés folyamatának következetesnek és rendszeresnek kell lennie. Minden gyakorlat elején – az adminisztratív teendők elvégzése után – rövid, néhány kérdésből, esetleg számítási feladatokból álló dolgozatírás történhet az előző óra anyagából. Ez a módszer egy részről jelzés a tanárnak az előző alkalom hatékonyságáról, a tanulók felkészültségéről, másrészt ismétlést is biztosít. Természetesen témazáró dolgozatok is készülhetnek a tanév során, melyek az összefoglalást, az ismeretek rendszerezését biztosítják a tanulók számára. Az ellenőrző mérések az egyes tanulók tényleges gyakorlati tudását mérik, ehhez a megvalósíthatóság lehetőségeihez mérten kell a gyakorlatvezetőnek biztosítani önálló munkafeltételeket, amelyek segítségével reálisan lehet mérni a tanuló tudását.

A műszeres vizsgálatok alkalmával törekedni kell a minél nagyobb pontosságra és precizitásra. Az ellenőrző mérés során nemcsak a mérés metodikáját kell megfigyelni, ellenőrizni, hanem az értékelésben arra is nagy gondot kell fordítani, hogy a mért eredmények mennyire tekinthetők pontosnak. Így válik motiváló tényezővé a számonkérés a gondosság és figyelmesség tekintetében. A pontos mérésekhez elengedhetetlen a műszerek rendeltetésszerű használata. Ezért kell a diákoknak külön ügyelniük a műszerek megfelelő tisztántartására. A műszereket használat előtt ellenőrizni kell, ahol szükséges kalibrációt kell végezni. A diákoknak meg kell tanulni, hogy az előkészületek mennyire fontosak, hiszen a terepen már nincs

lehetőség a korrigálásra. A műszeres mérésnél kiemelt jelentőségű a megfelelő méréstartományon belüli mérés, a mértékegységek egyértelmű rögzítése, a kijelzett érték pontos leolvasása a megfelelő időben. A laboratóriumi eszközök, műszerek használatának elsajátítása folyamatos, és fontos, hogy rutinszerűvé váljon a tanulók számára, hiszen a technikai vizsgán mindezek készségszintű, önálló kezelése alapkövetelmény. A használt eszközök tisztítása és szakszerű elrakása is alapkövetelmény a diákoktól, hogy utánuk következő társaik is jó feltételekkel kezdjék a munkájukat. Ez a bizalom is lehet motiváló hatású az idők folyamán.

A számítások és az eredmények kiértékelése is fontos része a gyakorlatoknak, hiszen a mérések során nyers adatok birtokába jutnak a tanulók, melyek csak számítások után válnak értékelhető információtartalmúvá. Így kiemelten fontos a mért adatok pontos rögzítése, a számítások precíz elvégzése és a megfelelő következtetések levonása, javaslatok tétele.

A jegyzőkönyvekben fontos biztosítani egy külön részt a megjegyzéseknek, hiszen ez teret biztosít a tanuló számára az egyéni fejlődésre, kíváncsiságának kibontakoztatására. Ugyanolyan eredményre többféle úton is el lehet jutni a mérés és a számítások folyamán, ilyenkor a gyakorlatvezető feladata, hogy segítségére legyen azoknak, akik számítási technikák tekintetében némiképp gyengébbek társaiknál, a feladatok megoldását csak szaktanári útmutatással képesek elvégezni. Ettől eltérően lehetnek olyanok is, akik kísérletező kedvvel fordulnak egy-egy feladat megoldása felé. A szaktanár feladata ez esetben, hogy a tanulókat képességeikhez mérten, szükség és igény szerint megfelelő információval lássa el, akik azok birtokában mind önállóbban képesek elvégezni az adott számítási műveletet.

A gyakorlat végén mérési jegyzőkönyv készül. A jegyzőkönyv a tanár számára ellenőrzési lehetőséget biztosít és visszajelzéseként értelmezhető; elkészítése a diákoknak precízséget, igényességet, akaratlanul is az ismeretek rendszerezését biztosítja. Összefoglalja és dokumentálja a gyakorlat menetét, feladatait és eredményeit. Teret biztosít mindezek mellett a következtetések levonására és javaslatok tételére is. A jegyzőkönyvet adott esetben otthon is el lehet készíteni, amely kibővíti tantárgyhoz kapcsolódó tanulási időt is, valamint az öntevékeny tanulást segíti elő. Az önállóság bizonyos fokán a fejlettebb képességekkel rendelkező tanulók képesek önmagukat motiválni. Az érdeklődésüknek megfelelően a felmerülő kérdések megválaszolásának a tanóra keretein belül kell teret biztosítani, elősegítve ezzel a differenciált fejlesztést. A jó jegyzőkönyv alapján a gyakorlat lépésről-lépésre nyomon követhető, viszonylag hosszabb idő eltelte után jól rekonstruálható maga a gyakorlati óra menete, a mérés gond nélkül megismételhető. Hasznos segítséget biztosít a dolgozatokra, témazárókra és a technikai vizsgára való felkészüléshez. A jegyzőkönyveket a szaktanárnak folyamatosan ellenőriznie kell, hogy a pontosság biztosítva legyen. A gyakorlat végén fontos az aznapi feladatok összegzése.

Pedagógiai módszertani szempontból arra kell törekedni, hogy ez a többlépcsős mérési kompetenciafejlesztés összhangban valósuljon meg a szakmai és vizsgakövetelményekben leírt kompetencia-területekkel és szintekkel. Ugyanakkor törekedni kell arra, hogy a feltételrendszer célszerű kialakításával lehetővé váljon a mérési kompetenciák fokozatos, didaktikai szempontú fejlesztése. Ez nem mindig eszköz, műszer és laboratórium kérdése, hanem sokkal inkább tanulószervezés, a módszervariánsok kombinálása és az IKT alkal-

mazása. A tanulói teljesítmények értékelése a mérések során összetettebb és módszertanilag másfajta megoldásokkal, sajátságokkal bír, mint más tantárgyak, modulok esetén. Az összetettségét az elvi-elméleti ismeretek és a gyakorlati alkalmazások, megvalósulások együttese adja.

4.2. Az eredményesség növelése a tananyag-vizualizációval

Korábbi oktatásinformatikai kutatások igazolják (KÁRPÁTI – MOLNÁR 1999), hogy a tanulási motiváció és a tanulási hatékonyság, az információs és kommunikációs technológiák segítségével növekszik. A nemzetközi tudás- és kompetenciafelméréseken (PISA) azon országok diákjai teljesítenek magas szinten, akik a multimédiás megoldásokat (mozgóképek, hang, interaktív szoftverek) hatékonyan alkalmazzák. Az ezredfordulóra nyilvánvalóvá vált, hogy új pedagógiai módszerekkel kell kísérletezni, hogy megvalósuljon a virtuális és valós, digitális eszközökkel és élőszóval közvetített tudás az osztálytermeken belül (KÁRPÁTI 2008).

Az általunk elkészített tananyag vizualizálásának fő célja a mérésekkel kapcsolatos elméleti órák gyakorlatiasabbá tétele. Nagyon sok olyan berendezés és elméleti elv kerül a tananyagba, amelyet a diákok csak a tankönyvi ábrák alapján tanulnak meg. Így a tanórákon alkalmazott módszerek sematikus ábráinak nagyobb részét, a műszereket kezelhetővé, mozgathatóvá, interaktívvá tettük, hogy a tanulók a szerzett tudást még hatékonyabban mélyíteni tudják, valamint, hogy a tanár egy új motivációs eszközt kapjon. Az interaktív ábrák a Macromedia 8.0 Flash program segítségével készültek. A program az interaktív weboldalak és animációk létrehozására, szerkesztésére alkalmas, segítségével vektoralapú animációkat, illetve menüket, eseményeket lehet készíteni, ezekhez hangok és zenék rendelhetők (KERMAN 2004). Felmérést készítettünk három régió szakközépiskolaiban, melyekből kiderült, hogy a mozgóábrák segítik az asszociációs képességet, a műszerek elvének, részeinek, működésének tanulását, valamint az elméleti oktatás motivációját. Vizsgálati eredményeink alátámasztották a hipotéziseinket, mert a motiváció mellett a vizualizáció növelte a tanítás sebességét, segítette a gyorsabb elsajátítást és a gondolkodást.

Empirikus vizsgálataink egy része a középiskolák műszerparkjainak felmérésére irányult, míg a másik a tanárok és a tanulók viszonyulását vizsgálta a mérések során alkalmazott hagyományos és az IKT-val támogatott módszerek terén. Az eredmények alapján kiderült, hogy a tanárok a műszerek és a mérések bemutatásánál, valamint az elvi ismeretszerzésnél is a hagyományos módszereket részesítik előnyben, ami nem mindig magyarázható az eszközök hiányával. Az eszközpark feltárása egyrészt egyenetlenséget mutatott, másrészt megállapítottuk, hogy a hagyományos, kommersz műszerek kellő számban, az összetett, bonyolult mérések műszerei kis példányszámban és nem korszerű kivitelben állnak rendelkezésre. Egy csúcstechnikai eszköz hatékonyságmérése bebizonyította, hogy a multiméter hatékonyabb, gyorsabb mérést biztosít a gyakorlatok során, mint egy hagyományos eszközcsoport használata.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A szakközépiskolai módszertanba új didaktikai módszerek bevezetésére van szükség, hogy a pedagógusok végre a projektort és az interaktív táblát ne csak a tankönyvi ábrák kivetítésére használják, hanem szemléltetésre és gyakorlásra is. Mivel nem minden műsértípus és műszer szerezhető be a szakközépiskolák számára, így az IKT eszközeit kell igénybe vennie a tanárnak és a tanulónak egyaránt. Az IKT-vel segített tanulás során az ismeretek terjesztése biztonságosabban és szélesebb körben valósul meg; emellett az azonnali visszacsatolás következményeként eredményesebbé válik a tananyag elsajátíttatása és a problémamegoldó képesség, gondolkodás fejlesztése. Az IKT eszközökkel segített tanulás még eredményesebbé tehető a kooperatív tanulási módszerek összekapcsolódásával, ugyanis a csoportos tanulás háttérbe szorítja a tanárközpontú tanulást, és teret enged a tanulóközpontú oktatásnak. A tananyag-vizualizáció lehetővé teszi az interaktivitás módszerét ott is, ahol az iskola vagy a tanterem nem rendelkezik interaktív táblával. Így az ebből a szempontból hátránnyal induló képzési helyek sem maradnak el, s elindulhat egy új, nyitottabb, de mélyebb szakképzés a környezetvédelem terén.

IRODALOM

- BÁBOSIK ISTVÁN – TORGYIK JUDIT: Pedagógusmesterség az Európai Unióban, Eötvös József Könyvkiadó, Budapest, 2007.
- BARÓTFI ISTVÁN: Környezettechnika. *Mezőgazda Kiadó*, Budapest, 2000. <http://www.tankonyvtar.hu/konyvek/kornyezettechnika/kornyezettechnika-2-4-081029>
- BENEDEK ANDRÁS: Digitális pedagógia, mobil tanulás és új tudás. *Szakképzési Szemle*, 2007./1.
- BISZTERSZKY ELEMÉR: Hogy megújuljon a műszaki pedagógusképzés. *Szakképzési Szemle*, 1989/2.
- BODNÁR ILDIKÓ: Környezeti analízis I.-III. *Előadás jegyzet*.
- HOCZEK LÁSZLÓ: Laboratóriumi és terepi módszerek a környezetvédelmi képzésben. In *Eredmények és kihívások a szakmai tanárképzésben*. Sopron, 2002.
- KÁRPÁTI ANDREA: Informatikai módszerek az oktatásban. In *A tanítás-tanulás hatékony szervezése*. Educatio Kiadó, Budapest 2008.
- KÁRPÁTI ANDREA – MOLNÁR ÉVA: Kompetenciafejlesztés az oktatási informatika eszközeivel. *Magyar Pedagógia*. 2006.
- KÁRPÁTI ANDREA – VARGA KORNÉL: Digitális taneszközök az iskolában-az első országos online felmérés eredményei. *Networkshop'99 Konferencia kötete*, Budapest, 1999.
- FALUS IVÁN (SZERK.): Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe, Műszaki Kiadó, Budapest, 2000.
- LÜKŐ ISTVÁN: Bevezetés a környezeti nevelés pedagógiai és társadalmi kérdéseibe. *EduTech Kiadó*, Sopron, 1996.
- LÜKŐ ISTVÁN: Környezetpedagógia. *Nemzeti Tankönyvkiadó*, Budapest, 2003.
- LÜKŐ ISTVÁN: Szakképzés – pedagógia, Struktúrák és fejlesztések a szakképzésben, Műszaki Könyvkiadó, Sopron, 2006. március
- MOLNÁR GYÖRGY: Az információs és kommunikációs technológiák szerepe a szakmai pedagógusképzésben. *Doktori értekezés*. Budapest, 2008.

NAHALKA ISTVÁN. Egy új pedagógiai gondolkodásmód alapvonalai – Konstruktív pedagógia.
In GULYÁS PÁLNÉ (SZERK) *A környezetvédelmi oktatási szakértői tevékenység elméleti és gyakorlati megalapozása*. Természet- és Környezetvédő Tanárok Egyesülete, Budapest, 1998

KÖRNYEZETVÉDELEM MÉRÉSTECHNIKÁJA: szakmai fórum: oktatási segédanyag. Co-Nex, Budapest, 1991.

PHILIPP KERMAN: *Tanuljuk meg a Macromedia Flash MX 2004 használatát 24 óra alatt*. Kiskapu Kiadó.
Budapest, 2004.