



**NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR
KITAIBEL PÁL KÖRNYEZETTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA
KÖRNYEZETPEDAGÓGIAI PROGRAM**

**A KÖRNYEZETI MÉRÉSEK PEDAGÓGIAI MÓDSZERTANA A
KÖRNYEZETVÉDELMI SZAKKÉPZÉSben**

Doktori (PhD) értekezés

Szerző: Már földi Anna

Témavezető: Dr. habil Lükő István

Sopron
2010.

**A KÖRNYEZETI MÉRÉSEK PEDAGÓGIAI MÓDSZERTANA A
KÖRNYEZETVÉDELMI SZAKKÉPZÉSBEN**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében
a Nyugat-magyarországi Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskolája
Környezetpedagógiai Programja

Írta:
Márföldi Anna

Témavezető: Dr. habil Lükő István egyetemi docens

Elfogadásra javasolom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,
Sopron,

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javasolom (igen /nem)

Első bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

(Esetleg harmadik bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Sopron, 2010.

.....
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDT elnöke

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	5
1.1. A témaválasztás aktualitása és indoklása.....	5
1.2. Az értekezés hipotézisei, célja, tartalmi lehatárolása, alkalmazott módszerei.....	6
2. A környezetvédelem és a pedagógia.....	9
2.1. A környezeti problémák és a környezetvédelem.....	9
2.2. Környezetpedagógiai aspektusok.....	11
2.2.1. A környezeti nevelés és oktatás.....	11
2.2.2. Pedagógiai módszertan és didaktika a környezeti nevelési oktatási folyamataiban.....	15
3. A környezeti szakképzés rendszerének feltárása a vizsgálatok tükrében.....	20
3.1. Környezeti szakképesítések rendszere és dokumentumai.....	20
3.1.1. A környezeti szakmák változása az OKJ-elemzések tükrében.....	20
3.1.2. Vizsgakövetelmények és képesítési programok, tananyagszerkezetek elemző bemutatása.....	22
3.2. A környezeti mérések helye, belső tartalma a környezeti szakképzésben.....	27
3.2.1. A mérés, mint szakmai tevékenység általános és környezetvédelmi sajátosságai.....	27
3.2.2. Mérési fajták, és elméleti háttérének bemutatása.....	28
4. A környezeti mérések pedagógiai módszertani vizsgálata.....	65
4.1. A mérés, mint tanulói tevékenység és didaktikai-módszertani jellemzőinek feltárása.....	65
4.2. A mérés technikai és didaktikai háttérének vizsgálata tanári és tanulói felmérések alapján.....	71
4.2.1. A tanári kérdőíves felmérés elemzése.....	72
4.2.2. A tanulói kérdőíves felmérés elemzése.....	77
4.3. A tanórai megfigyelések, új módszerek és eszközök bemutatásának elemzése.....	87
4.3.1. Tanórai megfigyelések.....	87
4.3.2. Az EcoLab multiméter előnyei és használati tapasztalatai.....	87
4.3.3. Az EcoLab multiméter eredményességvizsgálata.....	89
4.3.4. Az eredményesség növelése a tananyag vizualizációval.....	94
4.4. Az NyME BPK Szakmai Tanárképző Intézet Multimédia és Környezetmódszertani Laboratórium bemutatása.....	118
4.4.1. A laboratórium eszközrendszerének bemutatása.....	118
4.4.2. Tanári útmutatók az egyszerűbb mérésekhez és a Multimédia és Környezetmódszertani Labor műszereihez.....	123
5. A kutatás vizsgálatainak eredményeiből levont következtetések.....	133
6. Az eredmények gyakorlati használhatósága, további folytatása.....	135
6.1. Környezetten szakmódszertan tankönyv mérésekről szóló fejezetének áttekintő bemutatása.....	135
6.2. A kutatás korlátai, további feladatok.....	137
7. Köszönetnyilvánítás.....	138
8. Felhasznált irodalmak.....	139
9. A jelölt PhD kutatási témájában megjelent publikációi.....	143
10. Doktori (PhD) értekezés kivonata.....	145
Mellékletek.....	147

1. Bevezetés

1.1. A témaválasztás aktualitása és indoklása

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 és a felsőfokú oktatásban a környezettechnika és a különböző paraméterek mérése az oktatási tananyag súlypontját képezik. A környezeti mérések valamennyi szakképesítésnél megjelennek, mert a környezeti állapot meghatározása fontos, számos tevékenység kiindulópontja lehet. Ahhoz, hogy egy környezetvédelmi szakember gyakorlati problémákat tudjon megoldani, szüksége van a környezeti elemek vizsgálatára. Ismernie kell a víz, levegő, talaj, hulladék stb. mintavételi technikáit, az alkalmazott klasszikus és műszeres analitika vizsgálati módszereit. A mérési eredményeket tudnia kell értékelni, ismernie kell a szabványokat a határértékekkel való összevethetőség miatt. A mérések szakszerű elvégzéséhez a követelményekben meghatározott kompetenciák fejlesztésével lehet felkészíteni a tanulókat egyfelől elméleti ismeretekkel, másfelől gyakorlati tevékenységek és képességfejlesztés révén. Mindez tananyagszerűen tartalmazza az általános és speciális mérések, műszerek elméleti ismereteit, a hozzájuk kapcsolódó mérési eljárások gyakorlatát, és a különböző környezettechnikai berendezések működésének elsajátítását.

A környezetvédelmi technikusok oktatása során nemcsak az elmélet megtanítása és elmélyítése a fontos, hanem igen nagy szerepet kap a gyakorlat, hiszen a környezetvédelmi szakember méri fel az adott környezet állapotát. A mérés így kap központi szerepet az oktatás során.

Ma már szinte minden tanítás során nélkülözhetetlennek számítanak a technika vívmányai, eszközei. Így a környezetvédelmi nevelés és oktatás folyamán is alkalmazzuk mind a hagyományos, mind a csúcstechnika oktató- és mérőeszközeit. 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 ismernie, 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.

A mérőeszközök magas ára következtében egyre kevesebb iskola engedheti meg magának, hogy minden egyes műszerből a legkorszerűbbet szerezzék be, sőt az iskolák többségében műszerhiány van. Ezért háttérbe is kerülhet a műszeres gyakorlat az oktatás folyamán. A kutatás ennek elkerülésében szeretne segítséget adni a pedagógusok számára.

Ma már nem nélkülözheti a korszerű tanulási környezet a számítástechnika, az informatika integrált alkalmazását, ezért az IKT fontos szerepet játszik a mérések tanításában-tanulásában. Különösen egy csúcstechnikát megjelenítő, a mérőberendezést interface- szel összekötő, a mérési adatokat kiértékelő, megjelenítő és archiváló eszköz jelentősége nő meg.

A középfokú környezeti oktatásban résztvevő mérnökstanárok és szakoktatók felkészítéséhez ezen a téren is hiányzik a szakmódszertan szakirodalma. Ennek a hiánypótlásnak az első lépésének tekinthetjük az értekezést, amely felvállalta az elméleti háttér feltárását, a valós iskolai körülmények szakmai és pedagógiai-módszertani vizsgálatát.

1.2. Az értekezés hipotézisei, célja, tartalmi lehatárolása, alkalmazott módszerei

A kutatás célja egyfelől feltárni az OKJ környezeti szakképesítéseinek környezeti mérésekkel kapcsolatos követelményeit, tananyagtartalmát a tantervek és a követelmények elemzésével. Másfelől megvizsgálni a tanulók és tanárok környezeti mérés technikai tanítás, illetve tanulási feltételeit, módszertani vonatkozásait. A célokból eredő feladatok eredményei alapján egy módszertani tankönyvi részfejezet és a mérnökstanárképzésben alkalmazható segédlet készítése is célként jelenik meg.

A kutatás hipotézisei

1. A környezetvédelem bonyolult rendszerei, a szakképzésben is összetett nevelési-, és oktatási feladatokat jelentenek. A környezeti mérések szakmai és pedagógiai szakirodalmainak elemző feltárása segíti a komplex, rendszerszemléletű tanítás-tanulásszervezését, a szakmódszertani kultúra fejlesztését.
2. Az Országos Képzési Jegyzék (továbbiakban OKJ) megváltoztatása a kompetenciaelvű, és modulrendszerű oktatásra való áttérés megváltoztatja a mérések módszerét, a tapasztalásos tanulás szervezését. Feltevésünk szerint az egymáshoz is kapcsolódó dokumentumok (OKJ, SZVK, Képzési Programok) feltáró elemzése a rendszerszemléletű, tanulói aktivitásra épülő méréses-tapasztalásos tanítás-tanulás módszertanát segítik.
3. A korszerű berendezések és az IKT jelentősége általánosságban is megnőtt mind az általános nevelés-oktatásban, mind a környezeti szakképzésben is. Feltevésünk szerint a tanárok inkább a hagyományos eszközök és módszerek alkalmazását, a tanulók pedig a korszerű eszközöket, eljárásokat preferálják. Ugyanakkor ez utóbbiak hatékonyabbá és eredményesebbé teszik a tanítást és a tanulást.
4. A környezeti mérések tananyagában, nagy mennyiségben jelen vannak azon tananyagelemek, melyek a műszerek szerkezetével, működési elvével, alkalmazásával, működésével foglalkoznak. Ezen tananyagok tanításában nagy áttörést hozhat a vizualizáció. Az interaktívvá tett ábrák feltevéseink szerint növelik a tanítás motivációs bázisát, gyorsabbá és hatékonyabbá teszik a megértést és az elsajátítást.
5. Egy szakmódszertani tankönyv és a tanári útmutatók nagymértékben segítenék pedagógiai és szakmai felkészülést is a szaktanárok számára.

A kutatás tárgya és módszerei

A célok olyan feladatrendszer alkotnak, amely szerteágazó területen, szintéren és különböző módszerekkel végzett kutatási tartalmakat jelentenek. Ezek felsorolás jelleggel a következő témaköröket adják:

- A középfokú OKJ –s környezeti szakképesítések rendszerének, követelményeinek elemző feltárása
- Annak vizsgálata, hogy a környezeti szakképesítések modulrendszerében hogyan jelenik meg a környezeti mérés technika. Ennek a mérés technikának milyen belső tartalmi tagozódása, témakörei vannak.
- A mérések és műszerek szakmai, elméleti háttérével, szakmai tevékenységével, fajtáival, az analitikai mérések felosztásával és módszereivel foglalkozó szakirodalmak tanulmányozása
- A mérés, mint tanulói és tanári tevékenység sajátosságainak tanulmányozása, beágyazva a kísérletező, mérő tevékenység, a tapasztalásos tanulás és a projekt munka általános pedagógiai-didaktikai kontextusába.
- Felmérés a környezeti mérés technikát oktató iskolák műszerparkjáról, tanulói és tanári tevékenységgel kapcsolatos empirikus vizsgálat (Alkalmazott módszerek, az IKT alkalmazása, tankönyvhasználat, motiváció stb.)
- Tanári útmutatók készítése az egyszerű és a legfontosabb műszeres mérésekről.
- Mozgóábrás multimédiás tananyag elkészítése és eredményességének vizsgálata a szaktanárok számára a műszeres mérések témakörében.
- Összehasonlító eredményességvizsgálat egy „hagyományos” és egy „csúcstechnikai” műszerrel
- A kutatási eredményekre épülően a szakmai tanárok és mérnök tanár hallgatók számára egy módszertani segédlet készítése a környezettechnikai témakörök vizualizációjával.

A választott téma a műszaki és a neveléstudomány integrációját ötvöző határtudomány peremén helyezkedik el, amely a műszaki-technikai nevelés módszertanának specifikumait emeli ki az általános pedagógiai megközelítésből. A környezetvédelmi mérés technika és oktatása tehát összetett tevékenység, mivel magába foglalja az ökológiai komponensek kvalitatív és kvantitatív meghatározását és a pedagógiai szempontok összességét is. Ezen összetevők összefüggését és jelentőségét is alátámasztja a disszertáció szakirodalmi elemzése.

A vizsgálat során alkalmazott módszerek, közé tartozik tehát egy dokumentumelemzés az elméleti háttér információk megismeréséhez, valamint a mérés, tapasztalásos tanulás didaktikai módszereinek szakirodalmi feltárása. A környezetvédelmi szakmák képzéseinek, tanterveinek, követelményeinek elemzése és a mérések elméletével, a műszerekkel kapcsolatos szakirodalmak feldolgozása is az alkalmazott módszerek körét bővíti. Ezek után kvantitatív kérdőíves felmérés készült, nyomtatott formában történő alkalmazásával, mely kérdőívek többnyire zárt kérdéseket tartalmaztak, és anonim módon töltötték ki a célcsoport (tanulók és tanárok) tagjai. Mindezek mellett több tanórai megfigyelés és összehasonlító eredményességvizsgálat történt a hagyományos műszerhasználattal és a csúcstechnikát jelentő digitális táskával végzett tanulói mérésekről és tanulási eredményeiről.

Az adatok feltárása után a feldolgozó módszereket alkalmaztuk, melyek statisztikai elemzéssel adatok százalékos megoszlását, kvalitatív elemzést, a tanárok és a tanulók kérdőíves válaszainak, szóbeli kérdésekre adott válaszainak értékelő elemzését, és tanügyi dokumentumok vizsgálatát tartalmazza. Az analízis során összegyűjtött adatok egyszerűbb feldolgozását a leíró statisztika módszereivel végeztük. A kutatások eredményére támaszkodva a szakmai módszerek kidolgozása kezdődött. A környezetvédelmi technikus képzés környezettechnikai tananyagainak tanítási módszereinek elősegítése érdekében készült el egy interaktív mozgóábrás gyűjtemény a Macromedia Flash program segítségével. Ugyanez a program került alkalmazásra az egyes mérőműszerek elméleti oktatásának megkönnyebbítésére is melyről szintén egy eredményességvizsgálat készült.

A középfokú környezeti oktatásban résztvevő mérnökstanárok és szakoktatók mérőműszeres gyakorlatok felkészítésében az elkészült tanári útmutatók segítenek, melyek a Multimédia és Környezet-módszertani labor műszereihez is készültek.

A kutatás tehát a hagyományos és az IKT multimédia didaktikai módszereire is kiterjedt.

Nem terjedt viszont ki a kutatás a környezeti mérések felsőoktatási módszertanára, valamint valamennyi mérőműszer felépítésének és működésének részletes tanítási módszertanára.

2. A környezetvédelem és a pedagógia

2.1. A környezeti problémák és a környezetvédelem

A környezetvédelem fogalomköre az 1950-as évektől kezdett kibontakozni és egyre hangsúlyosabbá válni, mind a tudomány, a gazdaság és a politika körében. Ennek oka a népesség rohamos növekedése, az ipari termelés fejlődése, járványok visszaszorítása a háború utáni békés időszakban. Így a termőföldek kiaknázása és a termelés alá vont területek száma is rohamosan nőtt. A problémák felismerésével született meg a környezetvédelem fogalma, melyet *Kerényi Attila* így fogalmaz meg: „Környezetvédelem alatt olyan tevékenységi rendszert értünk, amelynek célja a bioszféra megőrzése oly módon, hogy környezetünket, és magát az embert is megóvjuk mindenfajta emberi tevékenység szennyező és pusztító hatásától. Emellett mesterséges környezetünket úgy kell alakítanunk, hogy az harmóniában legyen a természeti környezettel, valamint a gazdasági tevékenységek végzése során tekintettel kell lenni az élő rendszerek tűrőképességére, amelyet a tevékenység során nem haladhatunk meg”.¹

Az összehangolt cselekvés megvalósulásában a környezetvédelem elméleti és gyakorlati csoportjainak összehangolt munkájára van szükség. A tudomány és az oktatás az elméleti csoportba, míg a törvénykezés és a gazdasági és fogyasztási tevékenységek a gyakorlati szférába tartoznak.

A globális problémák az alábbiak:

- Túlnépesedés, éhínség, városnövekedés
- Energiaválság, energiakészlet fogyása
- Nyersanyagok forrásainak kimerülése
- A légkör globális problémái
 - ❖ Üvegházhatás, globális felmelegedés
 - ❖ Savas esők
 - ❖ Ózonréteg elvékonyodása
 - ❖ Elsivatagosodás
- Környezetszennyezés
 - ❖ Vízszenyezés
 - ❖ Talajszennyezés, talajpusztulás
 - ❖ Levegőszennyezés
 - ❖ Hulladékelhelyezés
- Nukleáris veszélyek
- Biodiverzitás csökkenése
- Háborús konfliktusok.²

A környezetvédelem fejlődését az 1950-es évektől napjainkig három szakaszra lehet tagolni:

¹ Kerényi Attila: Általános környezetvédelem. Globális gondok, lehetséges megoldások. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1995. pp. 383.

² Kerényi Attila: Általános környezetvédelem. Globális gondok, lehetséges megoldások. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1995. pp. 386.

- A rádöbbenés korszaka (1960-as évek)
- A környezetvédelem intézményesülésének, hivatalos elismerésének korszaka (1970-es évek)
- A hatékony intézkedések kezdetének korszaka (1980-as évektől napjainkig)³

A környezetvédelem történetében külön fejezetet alkot a Római Klub tevékenysége. Alapítója, *Peccei* arra a meggyőződésre jutott, hogy az emberiség fordulóponthoz érkezett. Célul a Föld globális problémáinak vizsgálatát tűzték ki, amelyet ún. világmodellek megalkotásával valósítanak meg:⁴

- Meadows-modellek⁵
 - Standard modell
 - Stabilizált modell
- Mesarovic-Pestel modell⁶
- Leontief-modell⁷
- Timbergen-modell⁸
- Gábor Dénes és László Ervin világmodelljei⁹
- Bariloche-modell¹⁰
- Moira-modell¹¹
- Egyéb globális modellek
 - Brit Környezetvédelmi Minisztérium modellje¹²
 - Japán input-output modell¹³
 - „A tanulásnak nincsenek határai” c. modell¹⁴

³ Sántha Attila: Környezetgazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Bp. 1993. pp. 146.

⁴ Aurelio Peccei: The Challenge of 1970's for the World of Today. Notes for a lecture at the National Military College, Buenos Aires, 1965. szeptember 27. A Római Klub újranyomtatásában: Finnish Society for Future Studies, 1984.

⁵ Az öt változónak: a népesség számának, az ipari termelésnek, a mezőgazdasági termelésnek, a természeti erőforrások készleteinek és a környezetszennyezés mértékének egymásra gyakorolt hatását vizsgálták.

⁶ A világot tíz különböző fejlettségű régióra osztották, ahol az egyes régiók almodelljeit a világproblémák kapcsolják össze egységes rendszerré. A modell alkotói arra a következtetésre jutottak, hogy egy világméretű katasztrófa bekövetkezése nem egy időpontban várható. Az egyes régiók eltérő sajátosságai miatt a krízishelyzetek különböző területeken eltérő módon és időben jelentkeznek. A világméretű katasztrófa megelőzését a növekedés tagadása helyett a szerves növekedésben látják. Hangsúlyozzák az emberi tudat átforgalmazását, új magatartásforma kialakításának a szükségességét, a takarékoság, a természet kímélése és a jövő generációjáért érzett felelősség fontosságát.

⁷ Wassily Leontief egy globális input-output világmodellt alkotott meg a fejlettségi különbségek mérséklésének érdekében.

⁸ A modell szerint a világ jövőjének alakulása attól függ, hogy reformokkal sikerül-e a fejlődésben mutatkozó egyenlőtlenségeket megszüntetni.

⁹ A Római Klub 4. számú világmodelljét Gábor Dénes, az 5. számút László Ervin alkotta. Gábor Dénes szerint megfelelő takarékosággal, a tudományos és a technikai eredmények felhasználásával az energia- és nyersanyagprobléma megoldható, az élelmiszerellátás helyzetének javítása viszont a népesség szaporodásának korlátozását teszi szükségessé. László Ervin szerint a célok megvalósítása érdekében világméretű együttműködésre, egy új és szabályozott világgazdasági rend megteremtésére van szükség.

¹⁰ A modell megalkotói a fejletlenebb régiók szemszögéből próbálnak a problémákra választ adni.

¹¹ A mezőgazdaság nemzetközi modellje. Alapkérdése, hogy lehetséges-e annyit termelni, hogy mindenki a szükségleteinek megfelelően éljen, még a népesség megduplázódása esetén is?

¹² A mezőgazdaságra koncentrál, a népesség hiányt szenvedő részének anyagi jólétét tűzi ki célul.

¹³ Célként a világgazdaság és az ipar jövőjének értékelését tűzték ki, következtetésük, hogy új világgazdasági rend szükséges.

A modellek közös vonása, hogy az emberiségnek globálisan kell cselekednie ahhoz, hogy elkerüljön egy átfogó társadalmi - gazdasági - környezeti összeomlást.

1987-ben az ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága, *Gro Harlem Brundtland* norvég miniszterelnöknő vezetésével kiadta "Közös jövőnk" című jelentését, melyben a gazdasági növekedés olyan új korszakának lehetőségét vázolta fel, amely a fenntartható fejlődés globális megvalósítására épít, megőrzi a természeti erőforrásokat, s amely megoldás lehetne a fejlődő országok nagy részében elhatalmasodó szegénység leküzdésére is.¹⁵

A jelentés nagyon röviden és tömören határozta meg a fenntartható fejlődés fogalmát: "a fenntartható fejlődés olyan fejlődés, amely kielégíti a jelen szükségleteit, anélkül, hogy veszélyeztetné a jövő nemzedékek esélyét arra, hogy ők is kielégíthessék szükségleteiket".¹⁶ Ekkortól számítható, hogy a környezet-, és természetvédelem részévé váltak a társadalmi és gazdasági vonatkozások is.

2.2. Környezetpedagógiai aspektusok

2.2.1. A környezeti nevelés és oktatás

Az előbbi fejezetben leírt konferenciák, modellek és szakterületek lehetővé tették, hogy egyre nagyobb szerepet és teret kapjon a környezetvédelem és a környezetvédelmi oktatás. Kialakult a környezetvédelmi szakértői képzés, amely kezdetben felsőfokú képzésként posztgraduális formában valósult meg, majd megjelent a középfokú oktatásban a környezetvédelmi technikus, létrejött az OKJ-ben a környezetvédelmi és vízgazdálkodási szakmacsoport. Mindezek után az alap és középfokú képzés tanterveiben megjelent a környezeti nevelés.

A téma szempontjából szükséges azonban egy rendszertani áttekintés és fogalmi definíciók közötti összefüggés bemutatása. Ezért elsőként a környezetpedagógia rendszertani alapjait szükséges áttekinteni *Lükő István* munkája alapján.

„A környezeti nevelés eddigi fogalmi definíciói, differencia specifikumai, tipológiai elemei már kellően előkészítették a környezetpedagógia fogalmának definiálását, illetve rendszertanának felvázolását. Mielőtt ezt a vizsgálatot megtennénk, kíséreljük meg a környezeti nevelés-környezeti oktatás-képzés kapcsolatrendszerének, viszonystruktúrájának a feltárását. Ezt viszonylag könnyen megtehetjük, ha a neveléstudomány belső felosztását, a pedagógia általános rendszertanára támaszkodunk.

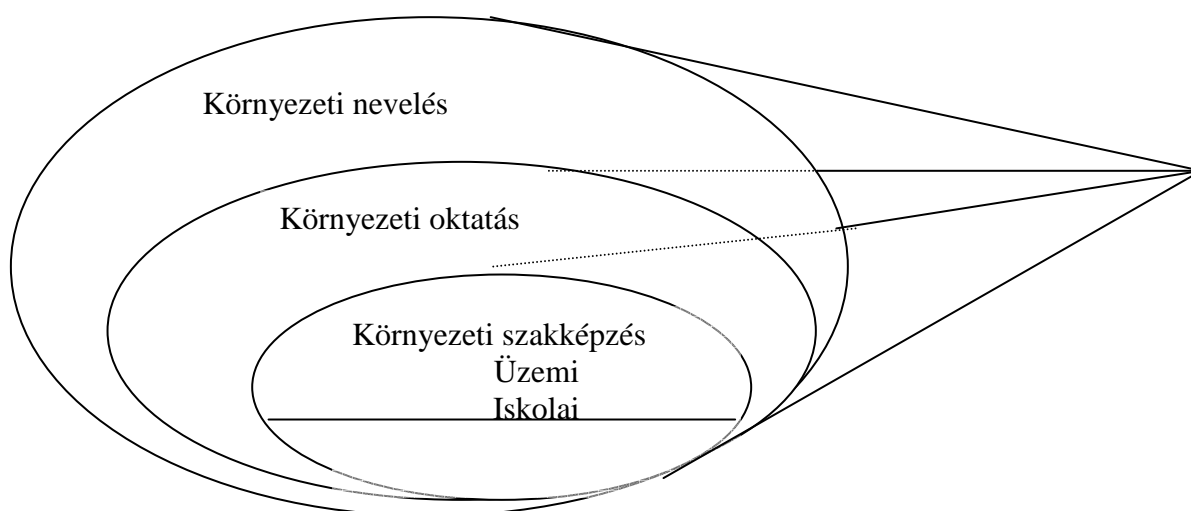
Így a következő ábrán ezt be is tudjuk mutatni:

¹⁴ A modell az emberi tudásban rejlő lehetőségekre irányította a figyelmet. Gondolati modell; problémafelvetésük, hogy hogyan tud az emberiség a globális problémákhoz alkalmazkodni.

5-14: Aurelio Peccei: *The Challenge of 1970's for the World of Today*. Notes for a lecture at the National Military College, Buenos Aires, 1965. szeptember 27. A Római Klub újranomtatásában: Finnish Society for Future Studies, 1984.

¹⁵ <http://www.fenntarthatosag.hu/bruntland.php?PHPSESSID=2a2052f19f51ecf5dab58a1848a3c9ae>, 2009. 07.02.

¹⁶ Schrót Ágnes: *Környezeti nevelés a középiskolában*. Trefort Kiadó, Budapest, 2004. pp.13.



1. ábra: A környezeti nevelés-oktatás-szakképzés viszonystruktúrája¹⁷

Valamennyi struktúra elem kétfelé bontható az elmélet és a gyakorlat oldalaira. A környezeti szakképzés a német forrásokban iskolai és üzemi szakmai környezetpedagógia (Beruflicher Umweltpädagogik) felosztásban szerepel (Karl. H. Sailer: Problembereiche beruflicher Umweltpädagogik 1994.)¹⁸

A környezeti nevelés fogalma a múlt évszázad második felében jelent meg, annak felismeréseként, hogy a bolygónkat fenyegető környezeti katasztrófa csak úgy kerülhető el, ha tudatára ébred az ember a veszélyek súlyosságának, saját szerepének, helyzetének kialakulásában, és ezért képes felelősen, közösen cselekedni. Szemlélet- és gondolkodásváltásra, tevékeny közreműködésre van szükség. Azok a jövőért aggódó, tenni akaró gondolkodók, akik világosan látták, hogy a számtalan egyéb eszköz mellett az egyik legfontosabb, legmélyebbre ható, ösztönző eszköz a nevelés, szemléletformálás, új utakat kerestek, keresnek az emberek bevonására, motiválására sorsuk, jövőjük alakításában. Ahhoz, hogy a Föld különböző részein elindult kezdeményezések beazonosíthatók legyenek, kellett egy közös fogalom, mellyel a hasonló célokat kitűző tevékenységek leírhatók, egy elnevezés, amelyet minél többször leírnak, kimondanak, annál inkább helyet kér magának a közgondolkodásban.¹⁹

Így született meg a környezeti nevelés, melynek egy korai definícióját átfogóan először a Világ Természetvédelmi Unió (IUCN) konferenciáján fogalmazták meg 1970-ben: „a környezeti nevelés olyan értékek felismerésének és olyan fogalmak meghatározásának folyamata, amelyek segítenek az ember és kultúrája, valamint az őt körülvevő biofizikai környezet sokrétű kapcsolatának megértéséhez és értékeléséhez szükséges készségek és hozzáállás kifejlesztésében.

¹⁷ Lükő István: Környezetpedagógia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003. pp. 124.

¹⁸ Lükő István: Környezetpedagógia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003. pp. 124-125.

¹⁹ Joy Palmer-Philip Neal: A környezeti nevelés kézikönyve. Körlánc Egyesület, Budapest, 2000. pp. 25-32.

A környezeti nevelés hatást gyakorol a környezet minőségét érintő döntéshozatalra, személyiségformálásra és egy széles értelemben vett viselkedésmód kialakítására.”²⁰.

A környezeti nevelés jellemzői:

- Multi- és interdiszciplináris, mert tudományközi, megjelenik a természettudomány és a társadalomtudomány minden ágában;
- Rendszerszemléletű, mert a környezet, társadalom és gazdaság minden összefüggését tanítja;
- Lokális és globális, mert a globális problémák a tanulók helyi környezetében is megjelennek;
- Analitikus és holisztikus, mert a világot összefüggő egységnek tekinti, de részekre bontva elemzi, vizsgálja azt;
- Folyamatos és élethosszigtartó, mert a környezettudatos magatartás az egész életre jellemzővé válik egy egész életen át;
- Értelmi és érzelmi nevelés, mert megértet a tudományok segítségével és megszerettet a pedagógiai módszerek révén;
- Alternatív gondolkodást sajátítatja el, mert az egyes környezeti kérdésekre alternatívák, felállításával válaszol;
- Aktuális és jövőbe tekintő egyszerre, mert a fenntarthatóság fogalma veszi körül minden módszerét és elméletét;²¹
- Technikabarát, de nem technika központú, mert a keletkező környezeti károkat is technikai úton lehet elhárítani, megelőzni;²²
- A létminőség választása és a megfelelő viselkedési normák kialakítása, mert a fenntarthatóság fogalma jelenik meg az ember életvitelében.²³

A környezeti nevelés sok szintéren megvalósulhat, mert módszereit mind a tanórán mind a tanórán kívül alkalmazni lehet.

Iskolán belül: A környezeti nevelési program kezdete lehet az összes tantárgyra kiható környezeti nevelés, mely összehangolt módszerekkel, alkalmazásokkal folyik. Működhet ez a tanóra keretein belül és tanórán kívül. Ilyenek például a témanapok, jeles napok, szakkörök, akciók, kiállítások, stb.²⁴ Az iskolán belüli környezeti nevelésben sokat segít a Nemzeti Alaptanterv (továbbiakban NAT) is. A NAT mint crosscurriculum jelenik meg az iskolai oktatás és környezeti nevelés kapcsolatában. Egy olyan tantervi műfaj, amely magasabbrendű léptékben érvényesíti egy felől a curriculum szemléletét, másrészt „keresztben” metszi a műveltségterületeket. A Közös Követelmények terén a 6-16 éves korosztály számára a nevelési oktatási tantervben már megjelenik a környezeti nevelés.²⁵

Az Ember és társadalom, Ember és természet, Földünk és környezetünk c műveltségblokkjaiba pedig integrálható a környezeti nevelés minden témaköre.

²⁰ International Working Meeting on Environmental Education in the School Curriculum, Final Report, September 1970, Gland, Switzerland

²¹ Schrót Ágnes: Környezeti nevelés a középiskolában. Trefort Kiadó, Budapest, 2004. pp. 18.

²² Lükő István: Környezetpedagógia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003. pp. 22.

²³ Schrót Ágnes: Környezeti nevelés a középiskolában. Trefort Kiadó, Budapest, 2004. pp. 18.

²⁴ Victor András: A környezeti nevelés rendszere. Iskolakultúra, 1993. 24: 3-23,

²⁵ Lükő István: Bevezetés a környezeti nevelés pedagógiai és társadalmi kérdéseibe. Edutech Kiadó, Sopron, 1996. pp. 116-124.

A NAT nem határozza meg a tanítható tantárgyak körét, így lehetővé válik a környezeti nevelő munkája tantárgyközi formában is. Kialakíthatnak az iskolák így önálló tantárgyakat is a témában. Lényeges momentuma viszont az a NAT-nak, hogy a környezeti nevelés minden iskola számára kötelezővé teszi elsősorban a Pedagógiai Program révén.

A közoktatás intézményeiben, az iskolákban a környezeti nevelés legfontosabb színtere a tantárgyi tanítási óra. A természetre vonatkozó tudás az alappillére a környezeti nevelésnek, így a természettudományos tantárgyak előtérbe kerülnek e téren. Ennek következménye, hogy a környezetvédők - az intézményekben, a hivatalokban és a civil szférában is - elsősorban természettudománnyal vagy annak alkalmazásával foglalkozó szakemberek. Ennek előnye, hogy a környezetvédelmi ügyek képviselői természettudományos-ökológiai szempontból kompetensek, hátránya azonban, hogy a humán szféra képviselői nagy általánosságban nélkülözik mind a kompetenciát, mind a szükséges ismereteket. A társadalomtudományi tárgyak (társadalomismeret, emberismeret, történelem, filozófia, etika, stb.) feladata, hogy bemutassák az ember és a környezet kapcsolatát a kultúra és az emberi viselkedés szemszögéből. Így a környezetvédelem társadalmi és gazdasági aspektusainak feltárása és a problémák megoldásainak feltárása, a megfelelő erkölcsi és fenntartható magatartás kialakítása is céljuk. A technika – életvitel tantárgyak feladata a gyakorlati szempontból való megközelítése a környezetvédelemnek, hiszen a megfelelő példákkal ki tudják alakítani a fenntartható fogyasztást és létformát a tanulók és környezetük mindennapjaiban. A művészeti tárgyak segítik kialakítani a tanulók érzelmvilágát, és pozitív viszonyulását a környezetvédelemhez, a fenntartható fejlődéshez. Fel tudják hívni a figyelmet az értékek elvesztésére, a globalizáció negatív következményeire és a kulturális örökség sokféleségének megőrzésére is. A test- és egészségnevelési tantárgyak a környezet és egészség szoros kapcsolatát tárja fel, megismertetik a tanulókkal az egészséges életmód fontosságát és kialakítását a mindennapjaikban. Az osztályfőnöki órák a kisközösségek önismeretét, a kapcsolatok fontosságát, a demokráciára nevelést fejlesztik.²⁶

Iskolán kívül: A legoptimálisabb az, amikor a környezeti nevelés behálózza egész életünket, így az iskolán kívüli színterek a családtól a munkahelyen keresztül, a valláson át jelennek meg, minden természetes és mesterséges helyszínt beleértve.²⁷

Azon délutáni foglalkozások is ide sorolhatók, melyek a gyermekek nevelését, oktatását tekintik célnak, de nem iskolai keretekben működnek. Kiváló példa erre a cserkészlet, hiszen a játszva tanítás pedagógiáját alkalmazva ismerteti meg a gyerekekkel a természet és a környezet védelmét és fenntarthatóságát. Mindezek mellett pedig a hazaszeretet és az emberi értékek védelmét, fenntartását a valláserkölcsi alapon nyugvó pedagógiai módszerekkel valósítja meg.

Kapcsolatok: A környezeti nevelés megvalósításában anyagilag is segítenek a környezeti információs rendszerek, törvények, minisztériumi kiadványok, önkormányzatok, civil és társadalmi szervezetek, nemzeti parkok, stb.²⁸

²⁶ Havas Péter: A környezeti nevelés néhány pedagógiai elve és területei: Pedagógiai szemle/2. 1993.

²⁷ Vásárhelyi Tamás-Victor András: Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia. Körlánc Egyesület, Budapest, 1998. pp. 40-44.

2.2.2. Pedagógiai módszertan és didaktika a környezeti nevelési oktatási folyamataiban

Folytatva az előző fejezetben elkezdett rendszertani összefoglalást elsőként a környezeti nevelés alrendszerei kerülnek bemutatásra szintén *Lükő István* munkáját felhasználva, amelyben megjelennek a módszertani specifikumok is:

a KÖRNYEZETI NEVELÉS (KN) ALRENDSZEREI

Szempon	Alrendszer	További részlet
1,	ISKOLARENDSZERŰ	<i>KÖZOKTATÁSI SZAKKÉPZÉSI FELSŐOKTATÁSI</i>
	ISKOLARENDSZEREN KÍVÜLI	
2,	TANÓRAI	
	TANÓRÁN KÍVÜLI	
3,	SZAKTÁRGYI (TANTÁRGYI)	
	TANTÁRGYKÖZI	
	KOMPLEX (INTEGRÁLT)	
	EGÉSZ SZAKMÁRA KITERJEDŐ	
4, Szinterek	ÓVODAI-ISKOLAI	<i>HAGYOMÁNYOS ISKOLAI ÖKO,-ORGANIKUS,-REFORMISKOLA</i>
	LAKÓKÖRNYEZETI	
	MÚZEUMI (MÚZEUMPEDAGÓGIA)	
	ÁLLATKERTI (ZOOPELAGÓGIA)	
	ERDEI	
	TERMÉSZETI	
5, Tartalmi területek	ÉRTELMI NEVELÉS (FEJLESZTÉS)	
	SZOCIÁLIS KÉPESSÉGEK FEJLESZTÉSE	
	EGÉSZSÉGES ÉLETMÓDRA NEVELÉS	<i>KÖRNYEZET- EGÉSZSÉG NEVELÉS KULTURÁLT ÉLETMÓD</i>
	JÖVŐRE IRÁNYULÓ NEVELÉS	
	FEJLŐDÉSRE IRÁNYULÓ NEVELÉS	
	GLOBÁLIS NEVELÉS	<i>INTERKULTURÁLIS N.</i>
6, Módszertani specifikumok	PROJEKT MÓDSZER	<i>PROBLÉMAMEGOLDÁS, KOGNITÍV KÉPESSÉGEK, TOLERANCIA, KOOPERÁCIÓ KÉP. FEJL.</i>
	TRÉNING MÓDSZER	<i>ŐNFEJLESZTÉS, DÖNTÉSKÉPESSÉG</i>
	DRÁMAPEDAGÓGIA	<i>MOTIVÁCIÓ, SZEREPEK, ÖNISMERT</i>
	SZEREPIJÁTÉK	<i>SZEREPTANULÁS, MEGFELELÉSI MOTIVÁCIÓ, SZAKÉRTŐSÉG</i>
	MODELLEZÉS	
	SZIMULÁCIÓS JÁTÉK	

2. ábra: A környezeti nevelés és alrendszerei²⁹

²⁸ Vásárhelyi Tamás-Victor András: Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia. Körlánc Egyesület, Budapest, 1998. pp. 88-114.

²⁹ Lükő István: Környezetpedagógia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003. pp. 153.

A didaktika-oktatáselméleti vonatkozások szerteágazó dimenziójú megközelítést tesznek lehetővé, azonban a kutatás szempontjából néhány elvi-elméleti összefüggést és a tantervi (elsősorban a helyi tantervek, programok) fő jellegzetessége, a tevékenységorientáció kerül kiemelésre.

A pedagógiai programoknak és tanterveknek a kialakításakor az alábbi hármas követelményt kellene figyelembe venni:

- a tanulók (emberek) fizikai, szellemi és erkölcsi fejlesztésének szükségletei
- a társadalmi elvárásoknak, kötelezettségeknek is megfeleljenek
- a különböző tudományágak, illetve területek tartalmának értelmezése

A környezeti nevelés tanterveinek készítéséhez ma már rendelkezésre állnak azok a kutatási eredmények, amelyek elméleti modellekké formálódtak. Ezek az elméletek a következők:

- Fejlődéselméletek
- Viselkedéselméletek
- Holisztikus elméletek

A környezeti nevelés számára fontos fejlődéselméletek közül *Piaget* kognitív fejlődéselméletét, *Kohlberg* és *Piaget* erkölcsi fejlődéselméletét kell elsősorban megemlíteni. Ezek közül talán *Piaget* kognitív fejlődéselmélete a legismertebb. Kutatásai alapján az értelmi fejlődés szakaszosságát "fedezte fel", amelyben a következő szakaszokat különítette el.

- Szenzomotoros
- Műveletek előtti
- Konkrét műveleti
- Formális műveleti

Ezekhez a szakaszokhoz korhatárokat és gyermeki jellemzőket rendelt.³⁰

A környezeti nevelés helyi tervezéséhez a következő szempontokat kell figyelembe venni:

Az iskola tárgyi feltételei (Szertárak eszközei, a terepi vizsgálódás eszközei stb.)

- Van-e könyvtár, udvar, kert az iskolában?
- Az iskola környezete
- A gyermekek képességei
- A pedagógusok szakmai felkészültsége
- Az iskola menedzselési lehetőségei-feltételei

A fejlettség magasabb fokát jelentő rekonstrukcionizmus tantervi jellemzője az, hogy itt a fő cél a társadalom tagjainak fejlesztése, az értékek átadásának és teremtésének a képességkialakítása, amelyhez egy olyan tanulásszervezési jellemző tartozik, amelyben a kooperatív-interaktív tanítási-tanulási, projektek, technikák a jellemzőek.³¹

Mivel a pedagógiai program, vagy a helyi tanterv a célokra, a tananyagtartalomra és a tanulásszervezésre is kihat *Lehoczky János* nyomán az alábbi táblázat mutatja be összefüggéseket.

³⁰ Pléh Csaba: Bevezetés a megismeréstudományba. Budapest, Typotex, 2003 (cop. 1998). pp. 263.

³¹ Lükő István: Környezetpedagógia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003. pp. 130-131.

1. táblázat: A különböző tantervfajták jellemzői ³²

Tantervi céltételezés	Tananyagközpontú	Tanulóközpontú	Tevékenységeközpontú
Tanulásszervezés	Önálló tantárgyak	Integrált tantárgyak	Tanítási projektek
Tananyagtartalma	Bőséges tényanyag	A tananyag a képességfejlesztés eszköze	A tankönyv az információ feldolgozását vezérli
Felépítése	Lineáris, koncentrikus	Spirális	Szakaszos
Didaktikai apparátusa	Kötött témák és megszabott feldolgozási sorrend	Kötött témák és szabad, a tanulók adottságaival adekvát feldolgozás	Ajánlott témák, a feldolgozást segítő projektek
Módszerei	A reprodukzív emlékezetre támaszkodó rögzítést segítik	Gondolkodtatóak, az ismeretek alkalmazását segítik	Tevékenykedtetőek, szellemi produktum megalkotását segítik
Eszközei	Magyarázó szöveg és az elsajátítást kontrolláló kérdések	A tananyaghoz kapcsolódó feladatok	Problémafelvetések, információforrások
Ellenőrzési, értékelési rendszere	Az ismeretek pontos reprodukálását kívánja meg	Az ismeretek önálló alkalmazását kívánja meg	Önálló szellemi produktum létrehozását kívánja meg

A környezeti nevelés során olyan didaktikai alapelvek érvényesülnek, amelyek képessé teszik a gyermeket arra, hogy felnőtt korában is a környezettudatosság és a fenntartható fejlődés összhangjában éljen. A környezeti nevelés során a problémamegoldó, konfliktuskezelési, együttműködési, elemző és megfigyelő, kommunikációs készségeket kell fejleszteni, hogy a tanuló képes legyen önálló tevékenységeket pl.: mérések, terepgyakorlatok során önállóan dolgozni. Fontos, hogy fel tudja mérni az adott helyzetet, képes legyen cikkeket és híreket reálisan elemezni, előadásokat, modelleket és projekteteket készíteni. Ezen a téren az elmúlt húsz évben változások indultak el a magyar oktatásban. Az ismeretközlő és értelmi oktatás mellett nagy szerepet kapott a készség-képességfejlesztő és érzelmi nevelés – oktatás. Ezen kompetenciák kialakításában segítenek a környezeti nevelés didaktikai módszerei. ³³

A **projekt módszer**, mely a problémamegoldást, a kognitív és kooperációs képességeket fejleszti. ³⁴ A fenntarthatóságra nevelés oktatásának számos megnyilvánulása van, melynek kritériumai:

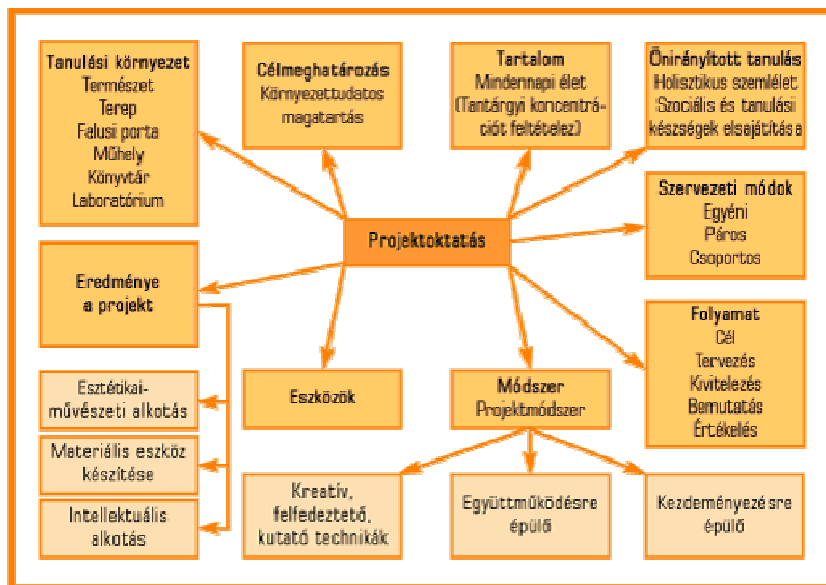
³² Lehoczky János: Iskola a természetben, avagy A környezeti nevelés gyakorlata RAABE Kiadó, Budapest, 1999. pp. 89.

³³ Schrót Ágnes: Környezeti nevelés a középiskolában. Trefort Kiadó, Budapest, 2004. pp. 20.

³⁴ Lükő István: Bevezetés a környezeti nevelés pedagógiai és társadalmi kérdéseibe. Edutech Kiadó, Sopron, 1996. pp. 90.

- a valós élet közelítése az iskolához; a tanulók számára felhasználható ismeretek közvetítése;
- a természetben – társadalomban - gazdaságban jelentkező alapvető problémák, ok - okozati összefüggések felismertetése a tanulókkal;
- a tanulók felelős állampolgárrá fejlődésének elősegítése.³⁵

A projektpedagógia célkitűzése a konstruktív életvezetés; oktatási stratégiája a projektoktatás, megvalósulása kitágítja az iskolai kereteket, feltételezi a tevékenységorientált iskolamodellt. Az 50-60 éve élő integrált probléma megközelítést és megoldást igénylő tanulási egység, olyan módszer, mely kényszeríti a tanulókat az ismereteik összegzésére egy-egy téma keretében³⁶.



3. ábra: „A projektoktatás, mint oktatási stratégia”³⁷

A módszer alkalmazása során fejlődik a problémamegoldó készség, a folyamatos és fokozott a motiváció. Elősegíti a felfedező tanulást és kreativitást, új tanár – diák kapcsolat alakul ki a közös munka során, hiszen a tanár és a tanuló közösen tervez, szervez.³⁸ Összességében egy új szintű tudást lehet elérni. A módszer alkalmazható tanórán, összefoglalásként, táborban, témanapon, szakkörön, stb. egyaránt.

A **story line módszer** egy „időutazás”. A kiválasztott témát a diákok eljátszák. Elkészítik, beszerzik hozzá a megfelelő eszközöket, ruhákat. A módszer során a tanár itt nem irányító szerepet tölt be, hanem tanácsadóként jelenik meg.³⁹

A **spirál módszer** alkalmazása során egy-egy dolog megvalósítása következtében egy újabb probléma feltárását hozza, így a gondolatok egy spirál mentén fűződnek fel.⁴⁰

³⁵ Kovátsné Németh Mária: Fenntartható oktatás és projektpedagógia. Új Pedagógiai Szemle. 2006/10.

³⁶ Kovátsné Németh Mária: Erdőpedagógia. Apáczai Csere János Tanítóképző Főiskola, Győr, 1998.

³⁷ Kovátsné Németh Mária: Fenntartható oktatás és projektpedagógia. Új Pedagógiai Szemle. 2006/10.

³⁸ Schrót Ágnes: Környezeti nevelés a középiskolában. Trefort Kiadó, Budapest, 2004. pp. 78-79.

³⁹ Schrót Ágnes: Környezeti nevelés a középiskolában. Trefort Kiadó, Budapest, 2004. pp. 78-79

⁴⁰ Schrót Ágnes: Környezeti nevelés a középiskolában. Trefort Kiadó, Budapest, 2004. pp. 80-81.

A **téma módszer** során egy általános témától jut el a diák a konkrét témáig vagy fordítva. Ezt a módszert az erdei iskolákban alkalmazzák leginkább, hiszen egész napot igénybe vevő módszer. A tanulók módszer során megtalálják a témák, tananyagok közötti összefüggéseket.⁴¹

A **szerepjáték, szimulációs és drámapedagógiai módszerek** kiválóan alkalmasak a szereptanulás, a szakértőség és a megfelelési módszer kialakítására. A módszer során mindig valamilyen aktuális helyzetet kell a tanulóknak eljátszani és az adott problémát megoldani.⁴²

A **modellezés** alkalmával a tanulók egy kiadott feladatot kell modellezniük, megalkotni, mely során mind a kreatív mind az asszociációs gondolkodásuk fejlődik.⁴³

Az iskolai és iskolán kívüli módszerek a megfelelő tanár nélkül nem valósul meg. A pedagógus személyisége, tudása és életviteli értékei a tanítás mindennapjaiban konkrétan megnyilvánulnak. Az adott pedagógus környezethez való viszonya, a környezetvédelmi szemlélete érvényesül azokban a döntéseiben, amelyek során megválasztja a megfelelő tankönyvet, megtervezi és megvalósítja a tanítási órákat, megszervezi (vagy elmulasztja) a terepgyakorlatokat, osztálykirándulásokat, helyi közösségi akciókat. A pedagógus szerepe döntő a környezeti nevelésben, hiszen általa kerül be a tanterembe és a tanulókhöz nemcsak a tananyag, a tudás, hanem annak alkalmazási, értékelési és gyakorlati vonatkozásai is.⁴⁴

A nagyobb vizsgálatokat lefedő, összefüggő, komplex környezeti mérések során az esetjáték és a témamódszert alkalmazzák a projekt pedagógia didaktikai elemeit felhasználva.⁴⁵

Az **ökoiskola**, mint „komplex” módszer. Az ökoiskolák úgy végzik a tevékenységeiket, hogy a lehető legnagyobb mértékig megpróbálják tiszteletben tartani az élővilág érdekeit, a megpróbálnak minél kisebb károsodást okozni az ökoszisztémának. Ökoiskoláknak azok az iskolák nevezhetők ahol:

- Az iskola helyi tantervében és pedagógia programjában meghatározó szerep jut a környezeti nevelésnek, a fenntarthatóság kérdéskörének.
- A tanulók aktív és egyenrangú szereplői az iskolai életnek, beleszólási joggal az őket érintő kérdésekbe.
- Az iskola dolgozói (vezetőség, tanári kar, technikai személyzet) tudatában van a fenntarthatóság kérdéskörének fontosságával és ezt a szempontot mindennapi munkája során érvényesíti.
- Az iskola a szülőkkel, illetve a helyi közösséggel együttműködve részt vesz a helyi környezeti problémák vizsgálatában, megoldásában.
- Az iskola működtetése a lehető legkörnyezetkímélőbb módon történik. Az iskola lehetőséget biztosít tanulói számára tanterven kívüli tanulási formákra (erdei iskola, terepgyakorlatok, projektek).⁴⁶

⁴¹ Schrót Ágnes: Környezeti nevelés a középiskolában. Trefort Kiadó, Budapest, 2004. pp. 80-81.

⁴² Schrót Ágnes: Környezeti nevelés a középiskolában. Trefort Kiadó, Budapest, 2004. pp. 80-81.

⁴³ Lükő István: Bevezetés a környezeti nevelés pedagógiai és társadalmi kérdéseibe. Edutech Kiadó, Sopron, 1996. pp. 90.

⁴⁴ 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 pp. 56-67.

⁴⁵ Szalay Julianna: A vízminőség-vizsgálat didaktikai és módszertani kérdései a környezetvédelmi oktatásban. Diplomamunka, Sopron, 2005. pp. 88.

3. A környezeti szakképzés rendszerének feltárása a vizsgálatok tükrében

3.1. Környezeti szakképesítések rendszere és dokumentumai

3.1.1. A környezeti szakmák változása az OKJ-elemzések tükrében

A disszertáció címéből eredően a kutatás a középfokú környezeti szakemberképzés mérés tanítás-tanulásához, a tevékenység módszertanához kapcsolódik.

A környezetvédelmi szakképzés néhány évtizedes hazai múltat tekint vissza, amely először a felsőoktatás posztgraduális képzési formájában kezdődött el elsősorban a szakmérnök képzés területén. Szervezett és standardizált képzési jegyzék szerint azonban csak az 1993-ban kiadott OKJ szerint folyik középfokú oktatás. Ebben az új törvények által szabályozott képzésben az OKJ teljesen új szakmacsoportja szerint osztották a szakmunkásképzők és szakközépiskolák szakjait.⁴⁷

A környezetvédelmi technikus OKJ-ben meghatározott tanterveinek és követelményeinek elemzése elengedhetetlen a kutatás során, mert az elméleti és gyakorlati órák számának aránya valamint a kompetencia területek meghatározzák a szakmai módszertan irányát és feladat-, és témakörét.

Az 1993. évi LXXVI. Törvény, mely a szakképzésről szól, bevezeti az OKJ-t, amely az állam által elismert szakképesítéseket tartalmazza. Az államilag elismert OKJ-s szakképesítések a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium által 1993-as adatok alapján:

2. táblázat: Az 1993-as OKJ-ben megjelenő környezetvédelmi szakképesítések (forrás:www.kvvm.hu)

Azonosítási szám		Szakképesítés megnevezése	Év	Évfolyam	Képzési idő	Elmélet	Gyakorlat	Előképzettség	Vizsgáztatási követelmény rendszer kidolgozására feljogosított miniszter
52 5 3129	16 7 0 06	Környezet- és hidrotechnológus	1993.	2	2200	70	30	k	KTM
52 2 5379	14 7 0 01	Környezet- és természetvédelmi szakmunkás	1993.	2	2200	70	30	k	KTM
52 5 3129	16 7 0 07	Környezet- és vízgazdálkodási technikus	1993.	2	2200	70	30	k	KHVM-KTM
52 5 3126	16 7 0 08	Környezetvédelmi (szak)technikus	1993.	3	3300	40	60	k	KTM
52 4 5399	07 9 0 09	Környezetvédelmi asszisztens	1993.	0,5	500	60	40	k	KTM
52 2 7542	07 9 0 10	Környezetvédelmi laboráns	1993.	2	2200	70	30	a	KTM
52 5 3126	16 7 0 09	Környezetvédelmi mérés-technikus	1993.	2	2200	70	30	k	KTM
52 4 5399	14 7 0 02	Környezetvédelmi szakelődő	1993.	0,5	900	60	40	k	KTM

Az új szakmacsoport és képzési dokumentumainak kialakítása, az oktatás megszervezése és összehangolása kormányzati, szakmai, pedagógiai munkát igényelt.

⁴⁶Varga Attila: A Magyarországi Ökoiskola Hálózat működése. In: Albert Judit-Varga Attila (szerk.): Lépések az ökoiskola felé. OKI, Budapest, 2004. www.oki.hu

⁴⁷Lükő István: Környezetpedagógia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.

Nem véletlen, hogy a Világbanki Projekt Ifjúsági Szakképzés Világbanki Hitellel, amelynek az u.n. szakmai tanárképzési alprogramja is kiemelten kezelte a környezetvédelem és a vízgazdálkodás szakmáit.

A középfokú és felsőfokú oktatást párhuzamosan fejlesztették egyfelől a szakképesítések kialakítása, korszerű curriculum szemléletű, többszintű (központi és helyi) tanterveinek fejlesztése, tantárgyi tematikák, tanári segédletek révén, másfelől egy jelentős taneszköz fejlesztés révén. Ez utóbbi keretében laboratóriumi műszereket és IKT eszközöket kaptak az érintett (pályázatban nyertes) szakközépiskolák és a környezetmérnök-tanárképzést folytató főiskolák és egyetemek. Így jött létre az Erdészeti és Faipari Egyetem Tanárképző Intézetében egy akkreditált Multimédia és Környezetmódszertani Labor. A laborban lévő műszerek és eszközök bázist jelentenek a felsőfokú mérnök-tanárképzés és szakoktató képzés szakmódszertani és didaktikai tantárgyai számára.⁴⁸

Az Intézet belső átalakulás is követte ezt a folyamatos fejlesztést, így az 1997-ben megalakított Műszaki és Környezetpedagógiai Tanszékhez tartozó de szakmai és szerkezeti autonómiát élvező laboratórium szolgálja elsősorban a szakmódszertan, a labordidaktika, szakmai gyakorlatok módszertana, oktatáselmélet, környezet ergonómia, pályaaorientáció című tantárgyainak oktatását. Néhány műszer (pl.: zaj- és rezgésmérő analizátor, füstgázelemző) azonban állandó „kölcsonben” van a Nyugat-magyarországi Egyetem egyik akkreditált laborjában, melyek révén az így szerzett gyakorlati adatok és tapasztalatok egyaránt megjelennek a mérnök-, és mérnök-tanárképzésben is.

A globalizáció és a környezeti problémák változása szinte nyomon követhető a környezeti képzések átalakulásában. A növekedés határai,⁴⁹ a fenntartható fejlődés elve egyaránt teret kapnak a mai OKJ-s képzések között. Az OKJ-t a szakképzésért és felnőttképzésért felelős miniszter évente adja ki. 2001-től az OKJ szakmacsoportos rendszerű⁵⁰ (1. SZ. MELLÉKLET). A jelenleg érvényes OKJ-ban összesen 11 környezetvédelmi és vízgazdálkodási szakképesítés van 3 kvalifikációs szinten. Ezek csak felsorolás jelleggel a következők: csatornamű-kezelő, fürdőüzemi gépész, hulladékfelvásárló, hulladéktelep-kezelő, környezetvédelmi technikus, települési környezetvédelmi technikus, természet- és környezetvédelmi technikus, víz- és szennyvíztechnológus, vízkárelhárító, vízműkezelő, vízügyi technikus. Ezek közül az egyik az 54-es szintkódú környezetvédelmi technikus. Mintegy korábbi szélesedésként is felfogható a környezeti nevelés és környezetpedagógia elterjedése az iskolarendszerű és azon kívüli tevékenységek terén.⁵¹ (2. SZ. MELLÉKLET). Az új OKJ igazolja tehát az előbbieken megfogalmazottakat, az elágazások új típusú szakképesítéseket adnak, melyek az oktatás innovációját támasztja alá. A téma szempontjából a környezetvédelmi technikusok képzés kerül az elemzés és a kutatás középpontjába. A **környezetvédelmi technikus** képzés az OKJ-ban az 5485001 szakképesítés azonosító számával jelenik meg. A szakképesítés elágazásai a következők:

⁴⁸ Sallay Mária: Az ifjúsági szakképzés korszerűsítése. Programkörkép. Nemzeti Szakképzési Intézet, Budapest, 1999.

⁴⁹ Meadows Donella: A növekedés határai. Kossuth Kiadó, Budapest, 2005.

⁵⁰ <https://www.nive.hu/szakkepdb2/okj/index.php> 2009. 06. 05.

⁵¹ Lükő István: Bevezetés a környezeti nevelés pedagógiai és társadalmi kérdéseibe. Edutech Kiadó, Sopron, 1996.

- Energetikai környezetvédő
- Hulladékgazdálkodó
- Környezetvédelmi berendezés üzemeltetője
- Környezetvédelmi mérés technikus
- Nukleáris energetikus
- Vízgazdálkodó.

3.1.2. Vizsgakövetelmények és képzési programok, tananyagszerkezetek elemző bemutatása

Először a környezetvédelmi szakképzés (kizárólagosan a középfokú, u.n. OKJ-s szakképesítésekre vonatkozóan) dokumentumrendszere kerül bemutatásra, a szakképesítésekért felelős Minisztérium háttérintézményei, illetve a tartalmi szabályozást, a tananyagok és követelmények kialakítását operatív végző NSZFI⁵² kiadott és tárolt (honlapon elérhető) hivatalos dokumentumainak elemzése alapján. Mint minden OKJ-s képzés a környezeti szakmák képzése is az alábbi dokumentumrendszer alapján történik.

- OKJ (Izd. Bővebben az előző fejezetben leírtakat)
- Kerettantervek Ezeknek léteznek egy 2006 előtti, (2001) és 2006 utáni változata
- Központi programok
- Szakmai képzési és vizsgakövetelmények
- Modultérképek
- Intézményi pedagógiai program, benne a helyi tanterv
- A pedagógusok munkáját segítő dokumentumok: tanmenet, tematikus terv, óravázlat, táblai vázlat.

Az utóbbi kettő a mezo-, illetve mikroszintű pedagógiai dokumentum, vagyis az adott intézmény és a tanár(ok) közös, illetve egyéni terve. Mindkettő az előző négy u.n. központi dokumentumok (tervek) alapján készül. A tanügyi dokumentumok elemző vizsgálata során megállapításra került, hogy az új, 2006-tól bevezetett OKJ-ra épülő Központi Programok és az SZVK a modulrendszer és a kompetencia elv alapján készültek. Helyi szinten a környezeti szakképesítések központi dokumentumainak viszonylag késői kiadása miatt még ma is zajlanak a helyi szintű dokumentumok kidolgozásai. A helyi tanterveket 16 iskolában a régi tantárgyi rendszer szerint alakították ki, vagyis a központi dokumentumok moduljait „tantárgyasították”. A kerettantervek vizsgálatánál a következő eredmények születtek. Ez a dokumentum az orientáció, a szakmacsoportos alapozó oktatás, és a szakmai képzés szakaszára bontottan rendezi el a célokat-feladatokat, a fejlesztendő követelményeket.

A szakmacsoportos alapozó ismeretekre a 11. osztályban 148 óra elmélet és 148 óra gyakorlat, míg a 12. osztályban 128 óra elmélet és 128 óra gyakorlat van beállítva. Ezen zömében mérésekkel kapcsolatos tanulói tevékenység, melyek során a következő tananyagtartalmak kerülnek feldolgozásra. vízminősítés elve és gyakorlata, rezgések mérése, alapvető sugázmérés, csapadék mérése, vízrajzi adatok mérése, fizikai eljárások, környezeti elemek vizsgálata.

⁵² NSZFI=Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet

A Szakmai és Vizsgakövetelmények dokumentum vizsgálatánál az új OKJ-hez igazodóan a környezetvédelmi technikus négy elágazása került a vizsgálat középpontjába. A Követelménymodul szerkezete a Feladatprofil, a Tulajdonságprofil és a Vizsgakövetelmények fő fejezetekre tagolódva írja le az összes leágazásra vonatkozó követelményt. Az u.n Feladatprofilon belül most a mérésekkel kapcsolatos területet emelem ki, amelyeket a tanuló tevékenységeire vonatkozóan a következők:

- Fizikai jellemzőket mér, értékel
- Kémiai jellemzőket mér, értékel
- Biológiai jellemzőket mér, értékel
- Radiológiai méréseket végez
- Meteorológiai méréseket végez
- Zajmérést végez

Az u.n Tulajdonságprofilban a tananyagtartalmakhoz (mit?) követelményszinteket rendelnek (milyen szinten?) betűk és számok formájában. Így pl.(kiemelés saját felosztás szerint)

- Szakmai ismereteknél:
 - Helyszíni(terepi) vizsgálati módszerek (B Fokozat)
 - Kémiai elemző vizsgálat (B)
 - Zajmérések (C)
- Szakmai készségeknél
 - Mérőműszerek, eszközök használata (5)
- Személyes kompetenciáknál
 - Pontosság
- Módszerkompetenciáknál
 - Értékelési képesség.

Tovább elemezve az SZVK-t megállapításra került, hogy a társas kompetenciáknál, egyik leágazásnál sem nevesítettek egyet sem, ami részben azt is jelent(he)ti, hogy a dokumentum készítői túl bonyolultnak találták a modulrendszert, annak felépítését, a négyféle kompetenciát. Papírforma szerint viszont kétségtelen, hogy a Mérési feladatok modul követelményrendszerében az egyes tartalmi elemek kellő differenciáltsággal kerültek be. Pl. a zajmérés csak C típusú, lényegében egy közepes szintű követelmény a fontosság szempontjából. Hiányzó bemutatás ellenére leírható, hogy a négy technikus leágazás reális ugyan, de a vízügyi vonatkozások az általános és a szakmacsoportos alapozásnál is kicsit túlsúlyosak.

A Modultérképek lényegében a tanítás óratervi szerkezetében ábrázolják a különböző időtartamú és tartalmú modulokat elsősorban színes elkülönítéssel.

A tartalom három szinten „hierarchizálódik” a modulok csoportjaiban. U.n.: Általános környezetvédelmi feladatai, környezetvédelmi technikus feladatok, elágazások szerinti környezetvédelmi feladatok.

Részben a fenti általános elemző leírásra is támaszkodva az alábbiakban a vizsgálat tovább részletezi a Környezeti mérések modulrendszerben elfoglalt helyét tartalmi köreit és követelményeit.

Kiindulásként a Központi szóbeli vizsgakérdések szolgálnak, mintegy „több szempontból is kimeneti” szabályozás dokumentuma. A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium által kiadott Központi vizsgakérdések környezetvédelmi technikus szak számára három nagy tételsorból áll. Az „A” és a „C” tételsor minden szakmacsoport számára szól, míg a „B” tételsor a különböző szakmacsoportok szakmai tételeit tartalmazza. Az „A” tételsor 25 környezetvédelmi témájú tételt foglal magában (3. SZ. MELLÉKLET), míg a „C” tételsor a jogi, a köz-, és környezet-gazdaságtani kérdéseket öleli fel 25 kérdéssel. A környezetvédelmi technikus szakképesítési követelményében minden egyes elágazáshoz külön szakmai követelménymodulok tartoznak. Minden modulhoz tananyagegységek kapcsolódnak, melyek tartalmazzák az elméleti és gyakorlati órák számát. A tananyagegységek tananyagelemekre oszthatók, melyek azonosító számot és részletes leírást adnak a készségek, kompetenciák, tevékenységformák, képzési idő és helyszínek adatairól. A környezetvédelmi technikus képzés szakmai követelmény moduljai minden egyes elágazásban az általános környezetvédelmi feladatok (azonosító szám: 1214-06⁵³) és a környezetvédelmi technikus feladatok (azonosító szám: 1215-06⁵⁴) c. modulokban megegyeznek. Így az előbbi elágazásokból és a modulokból a **környezeti mérések tananyagegységei** kerültek elemzésre a téma lehatároltsága miatt. Ezért lényeges a mérés megjelenése a tantárgyrendszerben, az OKJ jegyzékben és a különböző szakképzettségekben. A gyakorlati órák és az elméleti órák aránya különbözik, hiszen a mérési feladatok során a gyakorlati órák száma kétszerese vagy háromszorosa az elméleti óráknak. Az alábbi táblázat a különböző elágazásokban ajánlott mérési tanórák elméleti és gyakorlati óraszámát mutatja be:

3. táblázat: A mérés megjelenése a tantárgyrendszerben⁵⁵

Szakképzettség	Tantárgy neve	Óraszám	
		Elmélet	Gyakorlat
Energetikai környezetvédő	Mérési feladatok	72	162
Hulladékgazdálkodó	Mérési feladatok	72	162
Környezetvédelmi berendezés üzemeltetője	Mérési feladatok	72	162
Környezetvédelmi mérés-technikus	Mérési feladatok	72	162
	Az ipari tevékenység környezetterhelésének mérése	0	162
	Mérési feladatok	58	170
Nukleáris energetikus	Mérési feladatok	72	162
Vízgazdálkodó	Mérési feladatok	72	162
Települési környezetvédelmi technikus	Mérési feladatok	72	262
Természet- és környezetvédelmi technikus	Mérési feladatok	72	162
Szennyvíztechnológus	Mérési feladatok	144	216
Víztechnológus	Mérési feladatok	144	216
Vízműkezelő	Mérési, számítási és dokumentációs feladatok	144	252
Vízügyi technikus	Mérési feladatok	144	216

⁵³ www.kvvm.hu.2008.10.02.

⁵⁴ www.kvvm.hu.2008.10.02

⁵⁵ www.kvvm.hu/index.php?pid=9&sid=114&cid=80 - 68k 2008. 06. 22.

A következő táblázat a mérések tananyagegységekben való megjelenését mutatja a kompetenciák és az óraszámok megjelenítésével együtt. Összesen három tananyagegység foglalkozik a környezettechnikával és a környezeti mérésekkel.

4. táblázat: Mérések a tananyagmodulokban (saját feldolgozás)

Tananyagegység	Azonosító	Jellege	Megnevezése	Kompetenciák	Óraszám
3. tananyagegység	267/3.0./121 4-06	Szakmai alapképzés	Mérési feladatok	Tervezési képesség Körültekintés Elővigyázatosság Értékelési képesség Problémamegoldás Hibaelhárítás Kéz ügyesség Pontosság Felelősségtudat Mozgáskoordináció	234
	267/3.1./121 4-06		Természeti környezeti elemek jellemzőinek mérése: ➤ Mintavételezés, mintakezelés ➤ Fizikai, biológiai és kémiai jellemzők mérése ➤ Bioindikáció alkalmazása ➤ Meteorológiai mérés		54 gyakorlati óra
	267/3.2./121 4-06		Épített környezethez kapcsolódó környezetvédelmi mérések: ➤ Zajmérés ➤ Radiológiai mérés ➤ Hulladékvizsgálat		36 gyakorlati óra

Tananyagegység	Azonosító	Jellege	Megnevezése	Kompetenciák	Óraszám
	267/3.3./1214-06		Föld- és vízmérési feladatok: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Geodéziai mérések ➤ Vízrajzi mérések 		72 elméletigényes gyakorlati óra
	267/3.4./1214-06		Gépészeti és villamos alpmérések: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Áramlástechnikai mérések ➤ Alapvető villamos jellemzők mérése 		72 gyakorlati óra
6. tananyagegység	267/1.0./1215-06	Szakmai alapképzés és	Technológiák környezetterhelése	Megbízhatóság Precizitás Közérthetőség Kompromisszumkészesség Értékelési képesség	144
	267/1.1./1215-06		Talajszennyező technológiák		48 elméleti óra
	267/1.2./1215-06		Vízszennyező technológiák		48 elméleti óra
	267/1.3./1215-06		Levegőszennyező és zajterhelő technológiák		48 elméleti óra
9. tananyagegység	267/4.0./1215-06	Szakmai alapképzés és	Az ipari tevékenység környezetterhelésének mérése	Megbízhatóság Precizitás Közérthetőség Kompromisszumkészesség Értékelési képesség	162
	267/4.1./1215-06		Porvizsgálatok: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Emissziós mintavételezés ➤ Emisszióspor mérés 		67 gyakorlati óra
	267/4.2./1215-06		Gázelemzések: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mintavételezés ➤ Emissziós gázmérés 		95 gyakorlati óra

A környezettechnika és a mérések igen nagy szerepet kapnak a környezetvédelmi technikus képzés minden elágazásában. A szakmai alapképzés során 234 óra, a Technológiák környezetterhelés c. tananyagegységben 144 óra, az Ipari tevékenység környezetterhelésének mérése c. tananyagegység alkalmával 162 óra foglalkozik mérésekkel, környezettechnikai berendezésekkel.

3.2. A környezeti mérések helye, belső tartalma a környezeti szakképzésben

3.2.1. 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.”⁵⁶

Ebből kiindulva a mérés tevékenysége az összehasonlításon alapul, melyben a mérőműszerek, eszközök segítségével összehasonlítjuk, hogy a mérendő mennyiségben hányszor van meg annak mértékegysége. Ezt az „összehasonlítást” a különböző elven és szerkezeti felépítéssel, működő mérőműszerekkel végzi a szakember, aminek a mérési adatait a legkülönbözőbb módon összegezik, kijelzik a műszerek.

Az értekezés szempontjából a műszerek felépítése, működése kevésbé, a mérés elve és módszer már annál inkább meghatározó. Mivel a környezeti mérések szerteágazó paraméterek meghatározását, egymástól nagyon eltérő módszerek alkalmazását jelentik, ezért ezek rendszerezéséről külön érdemes szót ejteni.

A környezetvédelmi mérés technika 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 alábbiakban ezen összetevők összefüggését és jelentőségét támasztja alá a disszertáció szakirodalmi elemzése.

A szennyező komponensekre nemcsak eredetük szerinti, hanem a közeg szerinti csoportosítás is jellemző.⁵⁷

Mivel a káros környezeti hatásokra megjelennek a különböző szennyező komponensek ezért ezeket mérni kell hatásaik miatt. Egy mérés megtervezése esetén számos kérdést kell felvetni, melyek közül a legfontosabbak a következők:

- Miért mérünk?
- Mit mérünk?
- Milyen mintavétel szükséges?
- Szükséges-e ill. lehet-e szó mintavételről? - pl. zaj
- Milyen a helyszín, pl. levegő, víz?

Az analitikai eljárások ma már kellő képen műszerezettek. A műszeres analitikai módszereket az alábbiak szerint csoportosítható:

- Egyszerű fizikai sajátság mérésén alapuló módszerek (sűrűség, viszkozitás, hővezetőképesség mérése)
- Elektrokémiai módszerek (potenciometria, polarográfia, vezetőképesség-mérés)

⁵⁶ Lukács Gyula: Méréstechnikai kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963. pp. 18.

⁵⁷ <http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/beinrohr/keret.htm>, 2006.12. 02.

- Spektrometriás módszerek (emissziós spektrográfia, lángspektrometria, atomabszorpció, ultraibolya-, látható és infravörös-spektrofotometria, nefelometria és turbidimetria, mágneses rezonancia, spektrometria, röntgen spektrometria)
- Termikus módszerek
- Radiokémiai módszerek (aktivációs analízis)
- Kromatográfiás módszerek⁵⁸

Az OKJ-ban kiadott képesítési követelmények és a szakirodalmak által feltárt kompetenciák azonosak. A szakirodalmi elemzés is alátámasztja tehát a téma fontosságát és aktualitását.

A környezeti mérések elméleti hátterét a kémiai analitika adja. Ezért fontos a kémiai analitika pontos ismerete is a középfokú oktatásban is. A metrológia, beleértve a környezeti méréseket is, természetükből eredően nemzetközi, ennek megfelelően épül fel világméretű globális és regionális szervezeteinek rendszere. A kémiai analitika regionális mérésügyi szervezetei az EURACHEM és az EUROLAB.⁵⁹⁶⁰

3.2.2. Mérési fajták, és elméleti hátterének bemutatása

Az előző fejezetben is érintett mérési fogalomból és általános tevékenységi jellegéből eredően a részletesebb elméleti hátterek előtt megkíséreljük a mérési fajták felosztását leírni. A szakirodalmak feltárása nem hozott egy koherens csoportosítási szisztémát, mondhatni meglehetősen szakterület specifikus és egyedi felosztások voltak találhatóak.

Mindezek ellenére néhány felosztás összeállításra került annak reményében, hogy sikerül ezzel egy elvi - elméleti hátteret és kontextust biztosítani a környezeti mérések sajátosságainak, elosztásának.

A **mérőműszerek jellege** alapján lehet megkülönböztetni:

- Analóg műszeres mérést
- Digitális műszeres mérést

A **mérés célja** szerint megkülönböztethetünk:

- minőségellenőrző
- hitelesítő,
- üzemviteli,
- elszámolási,
- diagnosztizáló, hiba-meghatározó

⁵⁸ Burger Kálmán: Az analitikai kémia alapjai. Kémiai és műszeres elemzés. Alliter Kiadó, Budapest, 2002.

⁵⁹ Az EURACHEM 1989-ben jött létre; működési területe a kémiai mérések, és különösen az analitikus kémia. Az EURACHEM azoknak az európai szervezeteknek a hálózata, amelyek célja az analitikai mérések minőségének javítása és a mérések iránti bizalom erősítése. Problémafeltáró tevékenységet folytat, validált eljárásokat, jártassági vizsgálatokat alakít ki, beleértve az anyagmintákra alapozott visszavezethetőséget. A kémiai mérések visszavezethetőségét illetően olyan nemzetközi infrastruktúra kialakítására törekszik, amely az anyagminták közvetítésével összekapcsolja a mérő- és a referencia-laboratóriumokat. Ezen a területen együttműködik az EUROMET-tel.

Az EUROLAB 17 nemzeti szervezetet tömörít, és ezek révén az EU és EFTA országok 1200 nemzeti laboratóriumát. Vannak társult és levelező tagjai is. 1990-ben alakult, legfelsőbb szerve a Közgyűlés, melyre tagországokként két-két fő delegálható. Működési területei: a műszaki együttműködés elősegítése, a kölcsönös elfogadás és a minőségbiztosítás, beleértve a mérések és a vizsgálatok visszavezethetőségét is.⁶⁰

⁶⁰ www.kvvm.hu. 2009. 12. 07.

- termék(elem) ellenőrző,
- biztonsági(határérték) méréseket.

Nyilvánvaló, hogy a környezetvédelmi méréseknél elsősorban a biztonsági, a minőségellenőrző és a különböző környezeti elemek ellenőrző mérései a dominánsak, az üzemviteli mérések és az elszámolási mérések nem annyira.

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 -kvantitatív gyorsesztek
- ❖ Makro komponensek 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 az u.n. mérőátalakítók segítségével. Tehát 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.

Az analitikai kémia foglalkozik a legkülönbözőbb anyagok kémiai összetételének megállapításával. Ma már nincs olyan iparág, vagy természettudományos vizsgálat, amely kiindulási, közbenső anyagait analitikusok ne vizsgálnák. A környezetvédelmi vizsgálatok, mint a víz-, szennyvíz-, levegő-, talaj-, por-, gáz-, és különböző biológiai minták elemzése során alkalmazzák az analitika módszereit.⁶¹

Az analízis kétirányú lehet: minőségi és mennyiségi vizsgálat. A kvalitatív vizsgálatok során az anyagot képző komponenseket határozzák meg, míg kvantitatív elemzés alkalmával az anyagot képző komponensek mennyiségének, koncentrációjának, arányát keresik.

A **kémiai analitika** a vizsgálatok tárgyát képző anyagok csoportosítása szerint a szakirodalom megkülönböztet szerves és szervetlen kémiai analízist.

⁶¹ Kőmíves József: Környezeti analitika. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2000. pp. 7.

A szervetlen kémiai analitika tovább oszlik fémanalitika és szilikátanalitikára, míg a szerves analitika a következőket foglalja magában: szénhidrogén-, fehérje-, élelmiszer-, gyógyszeres-, biológiai anyagok analitikája. Az analitika egy másik osztályozása alapján az alkalmazott módszereket tekintik a csoportosítás alapjának. Így megkülönböztetik a klasszikus és a műszeres analitika módszereit. Az előbbibe tartozik a gravimetria (tömeg szerinti elemzés) és a titrimetria (térfogatosszerű elemzés), míg az utóbbinak a kölcsönhatás jellege szerint további hét csoportja van. Elektroanalitikai, optikai, termoanalitikai, radiokémiai, mágneses és kromatográfiás módszerek, és egyéb technikák tartoznak ide.⁶²

Az analitikai elemzés folyamata a mintakészítés, analitikai mérés és az utókövetkeztetés három nagy szakaszából áll. Ez adja az analitikai rendszert.⁶³ A részletesebb elemzés folyamata az alábbi szakaszokból áll:

- Mintavétel, tárolás
- Minta előkészítés
- Mintaoldat készítése
- Zavaró anyagok eltávolítása
- Kalibrálás és mérés
- Eredmények számítása
- Az eredmények értékelése és megbízhatóságának becslése
- Következtetések⁶⁴

Az eredmény vizsgálata során jelenik meg a mérési hiba, melynek két fajtája van: rendszeres és a véletlenszerű hiba. Így a mérési eredmény egyenlő a valódi érték és a két hibatípus összegével.

A mérések elméleti hátterének bemutatása az OKJ szerinti méréses témakörök szerint folytatódik, ugyanis a kutatási téma határai miatt 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, valamint a méréstípusok és műszerek csoportjainak kapcsolatát az alábbi táblázat mutatja be (A kihúzott részekkel a kutatás nem foglalkozik, mert ezekkel külön tantárgyak keretében foglalkoznak a tanulók):

⁶² Pungor Ernő: Analitikai kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1998. pp. 9.

⁶³ Burger Kálmán: Az analitikai kémia alapjai, Semmelweis kiadó, Budapest. 1999. pp. 12.

⁶⁴ Pungor Ernő: Analitikai kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1998. pp. 38-42.

5. táblázat: Témakörök és alkalmazási módok kapcsolata (saját feldolgozás)

OKJ által meghatározott mérési témakörök	Méréstípusok/műszerek
Mintavételezés	Mintavétel szabályai
Meteorológiai mérések	-
Fizikai, biológiai, kémiai mérések	Klasszikus analitika módszerek
Zaj- és radiológiai mérések	Zajmérők, Dozimetria
Hulladékvizsgálat	Műszeres analitika 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 során mély műszerismeretet igényelnek.

Még részletesebb képet ad a következő két 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:

6. táblázat: Egyszerű környezeti mérések csoportosítása alkalmazásuk alapján (saját feldolgozás)

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 vizsgálat	Víz-, és szennyvízvizsgálat
BISEL-módszer	Bioindikáció mérés	Vízminőség vizsgálat
Gyorstesztés vizsgálatok	Kolorimetriás analízis, Szervetlen ionok, szerves anyagok	Víz-, hulladék-, szennyvíz-, talajvizsgálat

7. táblázat: Műszeres mérések csoportosítása alkalmazásuk alapján (saját feldolgozás)

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 nemfémek is beletartoznak (B, Si, As, Se, Te, P)	Víz-, hulladék-, talajvizsgálat
UV-VIS spektrometriás módszer	Szerves vegyületekben a funkciós csoportok + szerves és szervesetlen 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	Üledék por meghatározása	Levegőminőség-vizsgálat
Lux-mérő	Fényintenzitás mérése	Levegőminőség-vizsgálat
Geiger – Müller digitális számláló	Radioaktív anyagok	Levegőminőség-vizsgálat

A kutatás ezen mérések módszertanára teszi a hangsúlyt, mivel a legtöbb környezeti kézi és labor mérőműszer, mérőbőrönd ezen módszerekre épülnek.⁶⁵

⁶⁵ www.kvvm.hu.

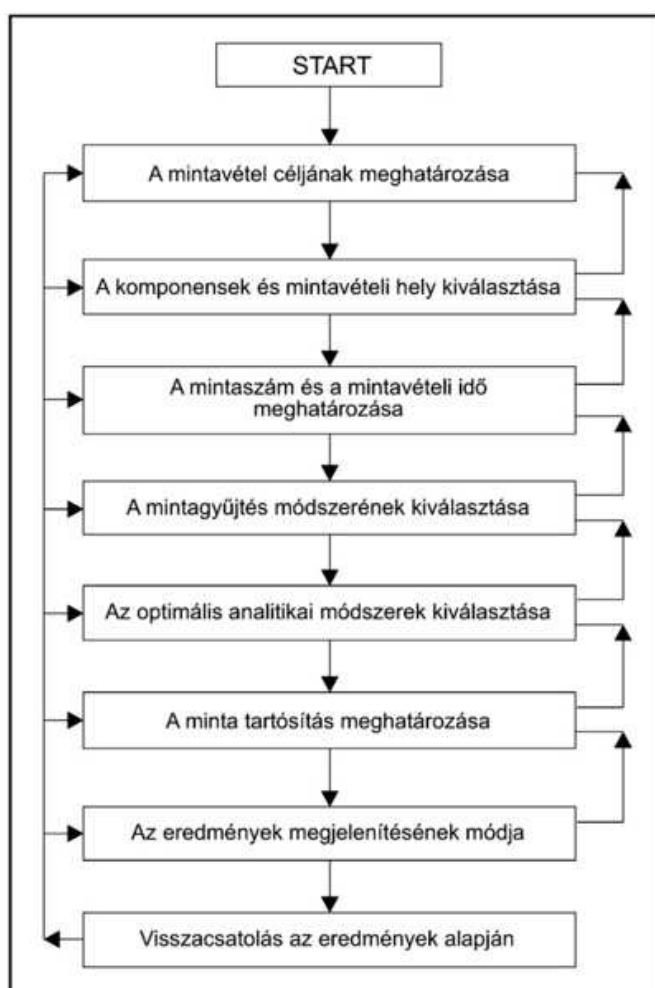
3.2.2.1. Mintavételek

Az OKJ méréses témaköreinek első egysége és a technikai vizsgatételek 12-es tétele⁶⁶ is a mintavételekkel foglalkozik. A mintavételek jelentősége abban áll, hogy a vizsgálatot a mintán végzik, így annak reprezentativségán áll vagy bukik egy mérés. Az elemzés hibája nemcsak a módszertől és a végrehajtástól függ, hanem a mintavétel hibájától is.⁶⁷

A mintavételi eljárás szempontjai az alábbiak:

- A minta legyen jellemző a mintavételi ponton lévő viszonyokra
- A mintavétel időtartamát helyesen kell meghatározni
- A mintavételi eljárásnak alkalmasnak kell lennie a vizsgált anyag feldúsítására
- A mintavétel legyen szelektív és oldja meg a minta eltarthatóságát⁶⁸

A mintavételi program folyamatát a következő ábra mutatja be:



4. ábra: A mintavételi program folyamatábrája⁶⁹

⁶⁶ www.kvvm.hu

⁶⁷ Kőmíves József: Környezeti analitika. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2000. pp. 38-42.

⁶⁸ Bodnár Ildikó: Általános kémia III. Előadás jegyzet. pp. 27.

⁶⁹ <http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/beinrohr/keret.htm>, 2006.12. 02.

A mintavételi eljárások a minták halmazállapotától függenek. Szilárd anyagok mintavételezése során nagy az inhomogenitás aránya. Így aprítással, szárítással és keveréssel érhető el a homogenitás.

A mintát kör alakban kiterítik, majd megnegyedelik, a két szemben lévő egyedet eldobják, a maradékot ismét összekeverik. Ismét aprítás és átlózás következik. A mennyiséget addig csökkentik, amíg laboratóriumi dörzsmozsárba vihető nem lesz. Mindezek után finomra aprítják és tárolják. Fémek mintavétele során a szennyezőanyagok differenciálódása jelenhet meg, ezért a tömbből, több pontból vesznek mintát.⁷⁰

Folyadékok mintavétele vagy nyugvó, vagy felkevert folyadékból vesznek mintát, a céltől függően. Két csoportját különböztetnek meg: a pont-, és átlagmintavételt.

A pontmintavétel során a folyadék felszíne alá merített mintavételi edény által csak annyi minta kerül kivételezésre, amely már reprezentálja a folyadék térfogatelemét. Pontmintákból, átlagmintát nem készítenek. Az átlagminta készítése során az előbbiekhöz hasonló, de mindkét végén nyitott üvegcsövön keresztül veszik a különböző mélységi pontok mintáit. Ma már ismertek a folyamatos mintavevők is, melyek levegőmintavételezésre kiválóan alkalmasak.

Az átlagmintavétel fajtái:

- Időbeli átlagminta, egy hely adott pontjában átlagos időközönként vett minta
- Térbeli átlagminta, adott időben a vizsgálandó tér adott pontjaiból vett minta
- Laboratóriumi nyersminta, még nem alkalmas a feldolgozásra
- Elemzési minta, mely kémiai, fizikai, biológiai, bakteriológiai elemzésre alkalmas minta⁷¹

A szakirodalmak további csoportosítása szerint:

- Egyszeri mintavétel, kijelölt helyen, egy ponton, egyszer vesznek mintát
- Sorozatminta, többször pont vagy átlagmintavétel alkalmazása egy helyen, egy időben
- Periodikus mintavétel, meghatározott időszakonként való mintavétel
- Automatikus mintavétel, főleg levegőmintáknál, rövid (1-30 perc) és hosszabb (24-48 óras) szakaszos mintavételek.⁷²

Levegő-mintavétel vagy szabad levegőn (ipari területek, közlekedési vonalak), vagy zárt térben történik (üzemek). A levegőben lévő szennyezőanyagok lehetnek porok, gázok, de a levegővizsgálat során a nedvességtartalmat is meghatározzák. A levegővizsgálat során a következő kritériumoknak kell megfelelni:

- A mintavételi hely reprezentatív mintavételt biztosítson.
- Ismerni kell a vizsgálathoz felhasznált levegő térfogatát, vagy térfogatáramát, és a mintavétel idő tartamát.
- Biztosítsa a vizsgált komponens tökéletes kinyerését a levegőből (90-98 %).
- A levegőből kinyert alkotórész mennyisége a választott analitikai módszerrel vizsgálható legyen (megfelelő elválasztás, dúsítás, mintavétel időtartama, levegő mennyiség). Legyen szelektív.

⁷⁰ Kőmíves József: Környezeti analitika. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2000. pp. 38-42.

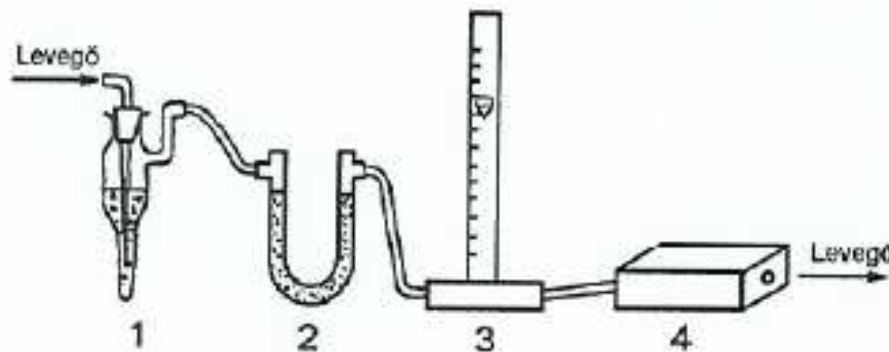
⁷¹ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis I. Előadás jegyzet. pp. 29.

⁷² Kőmíves József: Környezeti analitika, Műegyetemi kiadó, Budapest, 2000. pp. 1-9.

- A mintavétel időtartama alatt ne következzen be minőségi és mennyiségi átalakulás.
- A kinyert anyag, a minta tárolható legyen.⁷³

A levegővizsgálat során figyelembe kell venni, hogy kinek a szemszögéből, védelmében készítik a mérést. Emberek terhelése esetén 1,5-2 m magasságban mérnek, az épületek falától legalább 50 cm-re. Terület szennyezettségekor a szennyező forrásoktól mentes, forgalomtól 100-200 m-re jól átszellőzött helyen mérnek. Immissziós mérések alkalmával pont és napi és havi átlagmintákat vesznek.⁷⁴

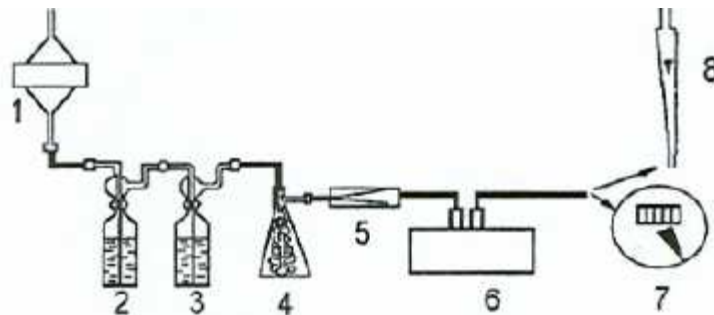
A levegőben lévő porok meghatározásához porleválasztóval egyesített gáz-mintavevőt használnak melynek rajzát a következő ábra tartalmazza:



10. ábra. Rövididejű immissziós mintavevő.

1. Poleczájev-féle mintavevő-edény; 2. Levegőszárító cső;
3. Rotaméter; 4. Légszivattyú

5. ábra: Rövid idejű gáz-pormintavevő rendszer⁷⁵



11. ábra. Hosszúidejű immissziós mintavevő

1. Levegő-előszűrő; 2., 3. Sorba kötött gázelnyelőtők (gázmosók)
4. Cseppleválasztó védőszűrő; 5. Áramlásszabályozó (kritikus keresztmetszet); 6. Légszivattyú; 7. Vizes vagy száraz gázóra; 8. Rotaméter.

6. ábra: Hosszú idejű gáz-pormintavevő rendszer⁷⁶

⁷³ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis I. Előadás jegyzet. pp. 44.

⁷⁴ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis I. Előadás jegyzet. pp. 42-46.

⁷⁵ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis I. Előadás jegyzet. pp. 48.

⁷⁶ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis I. Előadás jegyzet. pp. 48.

Ebben az eszközben a szűrő megköti a port, amely ezután tovább elemezhető. Abban az esetben, ha szükség van a levegőben levő porok eloszlásának ismeretére is, akkor a levegőt olyan szűrő sorozaton szívatják keresztül, amelyen különböző pórusméretű szűrők vannak. Ismeretesek továbbá az elektrosztatikus porleválasztás elvén alapuló módszerek is. A különböző porvizsgálati módszerek.

- Tömegmérés: (ciklon, szűrők, impingerek, elektromos vagy elektrosztatikus leválasztással)
- Részecskeszámláláson alapuló módszerek
- Fizikai jellemzők alapján (fényelnyelés, fényvisszaverés, radioaktív sugár elnyelés).

A technikai vizsgatételsor 9. tétele foglalkozik a légszennyező anyagok leválasztó berendezéseivel. Így jelenik meg a disszertációban a mintavételezés során ez a környezettechnikai eljárás. **Nehézségi erő elvén működő porleválasztók (irányváltásos és ciklonos porkamrák)** a legegyszerűbb leválasztó berendezések, melyek a nehézségi erő hatását kihasználva az áramló levegőt, gázt nekiütközteti egy „falnak”, mely következtében leülepedik a por. Az ülepedési sebesség az alábbi összefüggéssel számolható:

$$v_{ü} = \frac{d^2 (\rho_s - \rho_g) g}{18\eta} \quad \text{ahol:}$$

$v_{ü}$ – ülepedési sebesség, m/s,

d – a szemcse átmérője, m,

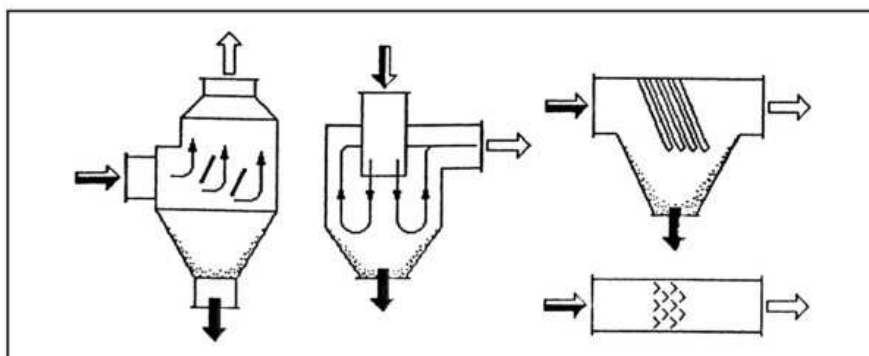
$\rho_{s,g}$ – a szemcse, illetve a vívőgáz sűrűsége, kg/m³,

g – a nehézségi gyorsulás, m/s²,

η – a dinamikus viszkozitás kg m⁻¹s⁻¹.⁷⁷

Két típus jelenik meg a tananyagban az irányváltásos és a ciklonos porleválasztó, melyek részletes leírását *Barótfi István Környezettechnika* c. könyve tartalmazza a 2.4. fejezetében.⁷⁸

Az alábbi ábrák a módszertani részben interaktivizálva jelennek meg, ezért kerülnek itt bemutatásra.



7. ábra: Irányváltásos porleválasztó készülékek⁷⁹

⁷⁷ <http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/beinrohr/keret.htm>, 2006.12. 02.

⁷⁸ Barótfi István: Környezettechnika. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2000.

<http://www.tankonyvtar.hu/konyvek/kornyezettechnika/kornyezettechnika-2-4-081029>

⁷⁹ Barótfi István: Környezettechnika. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2000.

<http://www.tankonyvtar.hu/konyvek/kornyezettechnika/kornyezettechnika-2-4-081029>

A részecske vándorlási sebessége ciklonban az alábbi összefüggéssel számolható:

$$v_c = \frac{1}{18} d^2 \frac{v_t^2}{l} \frac{(\rho_s - \rho_g)}{\eta}$$

ahol:

v_c – ülepedési sebesség, m/s,

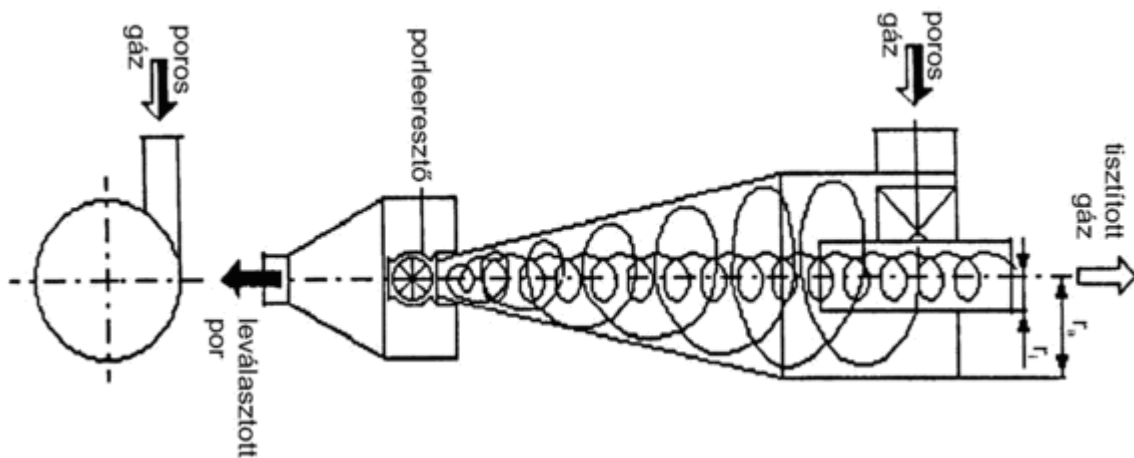
d – a szemcse átmérője, m,

$\rho_{s,g}$ – a szemcse illetve a vivőgáz sűrűsége, kg/m³,

η – a dinamikus viszkozitás, m⁻¹s⁻¹.

l – a részecske forgástengelytől való távolsága, m,

v_t – érintő irányú sebesség, m/s.⁸⁰



8. ábra: Ciklonos porleválasztó⁸¹

A gázmintavétel során a minta tárolására külön hangsúlyt kell fektetni, hiszen a megfelelő hőmérséklet (pl: 4 fokon) és tároló edény kiválasztása fontos, hogy a minta eredeti állapotát megőrizze.⁸²

A **vízmintavétel** az egyik legfontosabb vizsgálat első lépése, hiszen a víz az ökoszisztéma lételeme. A vízmintavétel történhet pont-, és átlagminta vételezéssel (időbeli és térbeli egyaránt lehet). Fontos a minta tárolása, mely a következő fejezetben kerül kifejtésre.

A **talajmintavétel** mindig pont mintavétellel történik a talajszelvényből, fúróval, vagy ásóval az adott szelvényből 1 km² –es parcellákon.

A mintavétel szabályai a következők:

- A mintát a vizsgálat céljával összhangban a mintázandó talajréteg legjellemzőbb részéből veszik.
- A célnak megfelelő mintavételi módszert választják.
- A minták megfelelő jelölésével, szisztematikus elhelyezésével, megfelelő csomagolásával elkerülhető a minták keveredése és szennyeződése.

⁸⁰ <http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/beinrohr/keret.htm>, 2006.12. 02.

⁸¹ Barótfi István: Környezettechnika. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2000.

<http://www.tankonyvtar.hu/konyvek/kornyezettechnika/kornyezettechnika-2-4-081029>

⁸² Bodnár Ildikó: Általános kémia III. Előadás jegyzet. pp. 35.

- A mintavétel és a vizsgálat közötti időben el kell kerülni, hogy a minták átnedvesedjenek, algásodhassanak, gombásodjanak, mivel megváltozik a talaj minősége.

Talajmintát a felső 20-25 cm-es rétegből, 20-30 cm-nél nem vastagabb réteget vesznek, és 40 részmintából készítik el az 1000 g-nál nem kevesebb átlagmintát.

A mintavételről jegyzőkönyvet kell készíteni, mely tartalmazza a terület megnevezését, tulajdonost, mintavétel időpontját, talaj típusát, terület használatát, növénytakarót, talajvíz mélységét, közeli kutak talajvízszintjét, a minták számát, jelét.

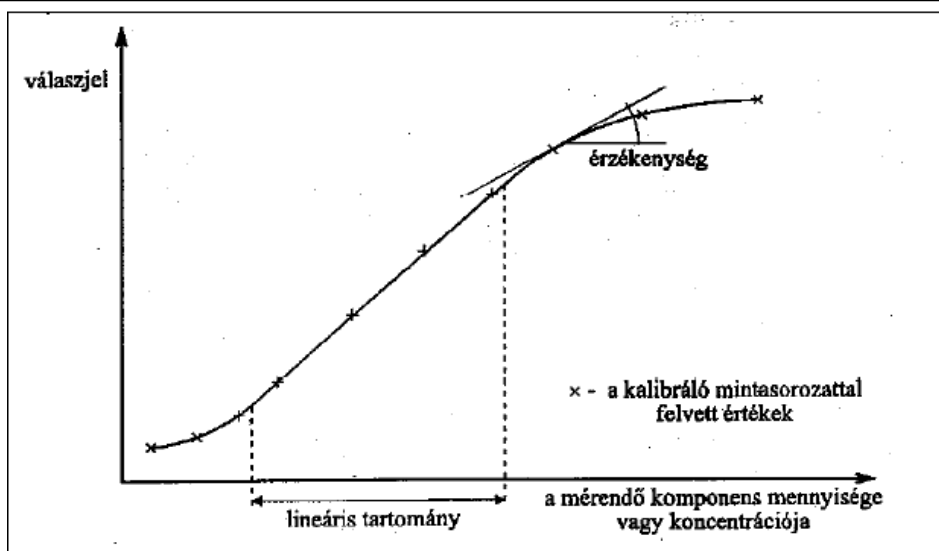
A hulladékvizsgálat is jelentős szerepet játszik a környezeti méréseknél, hiszen a hulladékok közvetlenül és közvetve szennyezik a talajt és a vizet. A **hulladék-mintavétel** során átlagmintát vesznek a hulladékok vizes kivonatából és laboratóriumi körülmények között vizsgálják a N, K, P, toxikus anyagtartalmát, kémhatását, hamutartalmát, vezetőképességét, stb.⁸³

3.2.2.2. Minták tárolása, és utókövetkeztetés

A szilárd anyagot levegőn szárítják, majd a légszár az anyagot portíjják és üvegdugós edénybe zárják. A minta nedvességtartalmának a meghatározása szárítással és a súlyváltozás mérésével történik. Szilárd mintáknál lehetséges a további aprítás is. Az anyag bemérése analitikai mérlegen történik, a mérés hibája $\pm 0,2$ mg lehet. Más módon a törzsoldat készítése során a mintát feloldják és a kapott törzsoldatból mérik ki pipettával a kívánt mennyiséget. A vizsgált szilárd anyag feloldása lehet vízben, híg sav vagy lúg oldatban, míg a szerves anyagok oldását alkoholban, benzolban, petroléterben végzik. Szervetlen alkotókat sósavban, salétromsavban, királyvízben oldják, majd a nem oldódó anyagokat feltárják különböző anyagokkal (Lúgos-, (NaOH, KOH, stb.), savas-, (KHSO₄, K₂S₂O₇), oxidáló-, (Na₂O, KNO₃, stb.), redukáló feltárószerek (C, KCN). A vízmintákat lehűtik 4 fokra, majd biztosítják, mind a savas, mind a lúgos közeget, alkalmazhatnak mindezek mellett szerves oldószereket vagy oxidálószereket is a tartósítás érdekében.

Az analitikai mérés **jelképezésből és jelértelmezésből** áll. A jelképezés során a minta mindig valamilyen fizikai vagy kémiai folyamat részese és ennek eredménye a jel. A jeltől a kémiai összetételi információt a jelértelmezés adja. Ha mérőoldat segítségével érjük el a mérési eredményt, akkor **kalibrációról** van szó. Ilyenkor kalibrációs görbét is készítenek:

⁸³ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis. Előadás jegyzet. pp. 57-65.



9. ábra: Kalibrációs görbe magyarázata⁸⁴

A kalibrációs görbe meredeksége az érzékenység, amely a válaszjel és a koncentráció hányadosaként lehet meghatározni.

A mérési eredmény meghatározható az **addíciós módszerrel** is, melynek lényege, hogy először megméri az ismeretlen minta válaszjelét, majd a mintához tartozó komponenst ismert mennyiségben hozzáadják, és ismét megméri a válaszjelet. Így az érzékenység és a meghatározandó komponens koncentrációjának szorzata adja meg a válaszjelet. Még egy mérés következik, ahol már az addíció miatti koncentrációnövekedés is meghatározható. A válaszjel az érzékenység és a két koncentrációösszeg szorzata lesz. A két egyenletből egyenletrendszer segítségével kiszámíthatóvá válik a koncentráció. **Szubtrakció** során a mérendő komponens koncentrációját csökkentik, úgy hogy az ismert mennyiségű reagenssel az anyagot átalakítják.

Az analitikai eljárás vége mindig az utókövetkeztetés a minta összetételétől kezdve a vizsgálat folyamatáról és eredményéről, annak megbízhatóságáról ad egy felhasználó szempontjából meghatározott információt.⁸⁵

A megbízhatósági eljárások során a **hibákat** kell kiküszöbölni. A mérési eredmény egyenlő a valódi érték, valamint a rendszeres és véletlenszerű hibák összegével.

$$\begin{aligned} \text{Mérési eredmény} &= \\ & \text{valódi érték} + \text{hiba} = \\ & = \text{valódi érték} + \text{rendszeres hiba} + \text{véletlenszerű hiba} \end{aligned}$$

10. ábra: Mérési eredmény összetevői⁸⁶

⁸⁴ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis. Előadás jegyzet. pp. 96.

⁸⁵ Bodnár Ildikó: Kémiai analitika III. Előadás jegyzet

⁸⁶ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis. Előadás jegyzet. pp. 105.

Az utóbbi fajtáji, a random hiba, melynek értéke nulla; a kiugró érték; és a rendkívüli hiba, mely az értelmetlen mérést adja. A rendszeres hibák, jó kalibrálással kiküszöbölhetők. Mindezek végére fontos megállapítani az analitikai módszerek érvényesítését (validálását), a precizitását és állékonyságát.⁸⁷

3.2.2.3. Egyszerű mérési módszerek

8. táblázat: Aerométer környezetvédelmi alkalmazásai (saját feldolgozás)

Mérés típusa	Környezetvédelmi alkalmazása
Hidrometriás mérések (Aerométer)	Lebegőanyagtartalom meghatározás
	Szemcseeloszlás meghatározás

A talajtani gyakorlat során széleskörűen elterjedt szemcseméret eloszlás vizsgálati módszer a hidrométeres eljárás. Ebben az esetben egy úszót (**areométer**) helyeznek a megfelelően előkészített talajszuszpenzióba, melynek bemerülése a szuszpenzió átlagos sűrűségétől függ.

A szuszpenzió sűrűségét a folyadékfázis és a benne található lebegő anyag tömegösszegének teljes térfogattal képzett hányadosaként számítják. A szuszpenzió aktuális sűrűségét az ülepedés során egy mélységtartományban mérjük, ha az ülepedő szilárd szemcsék a mért tartományt a mérés során elhagyják (kiülepednek), a vizsgált térrészben a sűrűség csökken, ezáltal az ülepedés sebessége egyszerű sűrűség méréssel követhetővé válik. A hidrométeres módszernek igen nagy **előnye**, hogy a talajtanban leggyakrabban alkalmazott pipettás eljárással azonos fizikai elv alapján méri a szemcseméretet (Stokes-törvény) csak a detektálás módjában tér el a két megoldás egymástól. Mivel a hidrométeres eljárás esetében nincs mintavétel, csupán az úszó (areométer) szintjét kell leolvasni, nincs elvi akadály, hogy gyakorlatilag folyamatosan, illetve tetszőleges sűrűségben olvassák le a szuszpenzió sűrűségét. A leolvasás sűrűsége ennél a módszernél tulajdonképpen a felhasználástól függ, vagyis akár különböző finomságú görbék is kaphatók az alkalmazási igényeknek megfelelően.

A klasszikus hidrométeres eljárás esetében az areométer elvékonyított szárán levő beosztás adott időszakokban történő leolvasásával határozzák meg az egyes frakciókhoz tartozó sűrűség, és ezen keresztül a nem kiülepedett („lebegő”) anyag mennyiség értékeit.⁸⁸

9. táblázat: Indikátorok környezetvédelmi alkalmazásai (saját feldolgozás)

Mérés típusa	Környezetvédelmi alkalmazása
Indikátor papírok, tesztcsíkok	Tiszta vizek és szennyvizek mérése
	Akváriumvizek mérése
	Nem pufferolt oldatok mérése
	Papír- és más termékek felületén történő mérések

⁸⁷ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis. Előadás jegyzet. pp. 65-135.

⁸⁸ Kézdi Árpád: Talajmechanikai praktikum, Tankönyvkiadó, Budapest, 1964. pp. 36-42.

A **kolorimetriás pH mérés előnye**, hogy bárki elvégezheti, és gyorsan, egyszerűen nagy megbízhatóságú eredményt ad. A kolorimetriás pH méréshez úgynevezett indikátoranyagokat használnak, melyeknek olyan tulajdonságuk van, hogy meghatározott pH értéknél a színüket megváltoztatják ("átcsapnak"). Ez a színátcsapás ugyanakkor nem élesen a pH skála egy meghatározott pontján megy végbe, hanem egy körülbelül 2 pH egységnyi szélességű tartományban. Ennek a színátcsapási tartománynak a határai egy-egy indikátor esetében gyakorlatilag nem változnak. Ez a megfigyelés került hasznosításra az alábbi kétféle pH mérési módszer által.

- ❖ indikátor papírral
- ❖ indikátor oldattal.

Különösen egyszerű a pH mérés az úgynevezett indikátorpapírokkal. Itt gyakorlatilag szívóképes szűrőpapírokról van szó, melyek alkalmas indikátorokkal vannak impregnálva. A legrégebbi ilyen jellegű papírok azok, melyek valamely növény extraktumokkal kerültek impregnálásra, mint pl. a lakmuszpapír. Annak ellenére, hogy ezekkel, a papírokkal általában nem lehet igazi pH mérést végezni, hanem csak egy durva pH - skála szerinti besorolásra használhatók - mégis nagy népszerűségnek örvendnek. Sok esetben az alkalmazásuk által történő savas, v. lúgos kijelentés bőven elegendő. Azok az indikátorpapírok rendelkeznek nagy jelzőerővel, melyekhez szín-összehasonlító skála tartozik és azok segítségével a pH érték 1,0 pH egységenként vagy annak töredékének megfelelő egységenkénti meghatározása válik lehetővé. Ma már többségében a szintetikus indikátorok használatosak, ahol az indikátor helyett sok esetben indikátor keveréket alkalmaznak az univerzális alkalmazhatóság és a megnövelt mértékű, határozott színváltozási effektus miatt. A szakközépiskolákban az UNIVERSAL típusú indikátorpapírral mérnek leginkább, melynek tartománya pH= 0 - 14 vizsgálható és a színskálalépcső beosztása egész pH egységenként van. Fajtái: a színskála nélküli indikátorpapírok, és a pH-Fix, „nem vérző” indikátor csíkok.⁸⁹

10. táblázat: Hőmérők környezetvédelmi alkalmazásai (saját feldolgozás)

Mérés típusa	Környezetvédelmi alkalmazása
Hőmérséklet meghatározása	Tiszta vizek és szennyvizek mérése
	Talajvizsgálat
	Hulladékvizsgálat
	Levegőminőségi vizsgálat

A **hőmérő** a hőmérséklet mértékének jelzésére alkalmas eszköz, adott mérési tartományon belül, valamely hőmérsékleti skála beosztása alapján. Fontos, hogy a hőmérő hőkapacitása (vagyis hőtároló képessége) a mérendő közeg hőkapacitásához képest elhanyagolható legyen, különben a hőmérő meghamisítja a mérést, ha a hő egy része a hőmérő melegítésére vagy hűtésére fordítódik. A hőmérő hőérzékelő anyagának tömege általában jóval kisebb a mérendő test tömegénél, tehát ez a hibaforrás többnyire nem áll fenn. A hőmérsékleti egyensúly beállása, azaz amíg a hőmérő felveszi a mérendő test hőmérsékletét, a hőtehetetlenség miatt több-kevesebb időt igényel.

⁸⁹ Nagy László: A pH mérés indikátorokkal <http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/phmeres.pdf> 2009. 12.14.

A hőmérőt csak ez után a beállási idő után szabad leolvasni (ez például higanyos hőmérőknél 3-10 perc volt). A hőmérséklet-kiegyenlítődés exponenciális folyamat, vagyis a kijelzés eleinte gyorsabban, majd lassabban változik.

Talajhőmérők a talaj hőmérsékletének különböző mélységekben való meghatározására szolgálnak. Elhelyezési mélységük alapján csoportosíthatók: felszíni, mélységi talajhőmérők.

A hőmérséklet elektromos meghatározására három lehetőség áll rendelkezésre:

- termoelektromos jelenség,
- a fémek hőokozta ellenállás-változása,
- a félvezetők hőokozta ellenállás-változása.⁹⁰

11. táblázat: A Secchi-korong környezetvédelmi alkalmazásai (saját feldolgozás)

Mérés típusa	Környezetvédelmi alkalmazása
Zavarosság, átlátszóság vizsgálat	Tiszta vizek és szennyvizek mérése
	Akváriumvizek mérése

A víz színét a nem elnyelt hullámhosszú fény és a fényelnyelést befolyásoló lebegő anyagok határozzák meg. A zavarosság a víz fényáteresztő képességének a csökkenését jelenti, ami a különböző méretű lebegő részecskékkel magyarázható. A víz zavarosságát és színét agyagkolloidok, a bomló növényzetből származó kolloidális szerves anyagok, mindenképp a fitoplankton okozhatja. A fotoszintézis és a légzés azonos abban a vízmélységben, ahol a vízfelszín eléré fénynek már csupán 1 %-a mérhető. Ez az úgynevezett kompenzációs réteg, ami fölött a jól megvilágított (eufotikus), alatta pedig a nem kellően megvilágított (afotikus) réteg található. Az eufotikus réteg becslésére alkalmas **Secchi-korong** 20 cm átmérőjű súlyozott korong, amelynek a felső lapja négy részre osztott és váltakozva feketére és fehérre festett. A Secchi-átlátszóság annak a két vízmélységnek az átlagát jelenti, amelynél a korong felülről nézve eltűnik, majd újra láthatóvá válik. Mérsékelt égvön hozzávetőleg a Secchi-átlátszóság kétszeresénél, trópusi vizekben pedig a háromszorosánál van a kompenzációs réteg, amely alatt már nincs nettó fotoszintézis, vagyis nettó szerves anyag- és oxigén-termelés. A Secchi-átlátszóság a vizekben jó összefüggést mutat a lebegő szerves anyag és a fitoplankton mérő a-klorofill koncentrációjával.⁹¹

12. táblázat: A BISEL-módszer környezetvédelmi alkalmazásai (saját feldolgozás)

Mérés típusa	Környezetvédelmi alkalmazása
Bioindikáció vizsgálat	Tiszta vizek és szennyvizek mérése
	Akváriumvizek mérése

A biológiai vízminősítés során az egyik legkiemelkedőbb módszer a **BISEL-módszer**. A biológia vizsgálatok (bioindikáció) alapján számított bioindex (BI) a vízfolyások vízminősítésének az eszköze. Ez az egyszerű módszer lehetővé teszi, hogy információ legyen a vízfolyások ökológiai állapotáról.

⁹⁰ Péczely György: Éghajlat. Nemzeti Tankönyvkiadó Zrt., Budapest, 2006. pp. 22-37.

⁹¹ Horváth László (szerk.): Halbiológia és haltenyésztés. (egyetemi tankönyv). Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2000. pp. 436.

A biológiai vízminősítés a kémiai vízvizsgálatok értékes kiegészítése, mind tudományos, mind oktatási szempontból. A belga módszert (Belga Biotikus Index - BBI) számos laboratórium tesztelte. 1984 óta a BBI a hivatalos biológiai vízminősítési eljárás Belgiumban. A BBI minimális adaptációval egész Európában használhatónak bizonyult. A bioindex használatának alapelve:

- A vízminőség változása egy bizonyos mértékig hatással van a flórára és faunára. A makro gerinctelenek (szemmel látható gerinctelen élőlények) a vízminőség „bioindikátoraiként” szolgálnak.
- Minél érzékenyebb egy élőlény, annál tisztább vízben tud csak életben maradni.
- Minél tisztább a víz, annál többféle élőlény található benne.

Módszere:

- Mintavétel: minél többféle élőlényt próbáljunk begyűjteni a vízből.
- Feldolgozás: azonosítsuk és számoljuk meg az élőlényeket
- Értékelés: csoportosítsuk az élőlényeket érzékenységük alapján, és osztályozzuk a vízminőséget

Előnyei:

- A biológiai vizsgálat eredménye pontokkal (bioindex) fejezhető ki, ill. színskála segítségével vizuálissá tehető.
- A biológiai vízminősítés a kémiaival szemben hosszabb idejű változásokat mutat ki, és így jobban tükrözi a vízfolyás ökológiai állapotát.
- Az élőlények rendkívül sokféle szennyeződésre reagálnak, ezért a BI a vízfolyás általános biológiai állapotát is jelzi.

Hátrányai:

- A biológiai vizsgálatok a vízminőség ökológiai változásait kutatják, ezért nem tudják azonosítani a szennyeződés közvetlen okát, amelyekhez kémiai vizsgálatok szükségesek!
- Évszakonként szükséges a vizsgálatokat elvégezni.
- A biológiai vizsgálatok ökológiai változásokat kutatnak, ezért a módszer gyengéje, hogy ezeket az ökológiai változásokat kizárólag az adott vízfolyás vízminőségére vonatkoztatjuk.

Ezért rengeteg módszer terjedt el. Majd minden ország a saját indexét használja.⁹²

13. táblázat: Gyorsteszték környezetvédelmi alkalmazásai (saját feldolgozás)

Mérés típusa	Környezetvédelmi alkalmazása
Titrimetriás vizsgálatok Kolorimetriás vizsgálatok	Vízminőség-vizsgálatok (szerves, szervetlen vegyületek meghatározása)
	Talajvizsgálatok (foszfát-, kálium-, nitrogén-, és magnéziumtartalom)

⁹² Horváth Zsuzsanna: Terepi mérések pedagógiai módszertani lehetőségei. Diplomamunka, Sopron, 2008. pp. 36.

A **gyorsteszteket** a klasszikus laboratóriumi analízis kiegészítésére fejlesztették ki. A helyszíni mérésekkel elkerülhető a vizsgálandó minta laboratóriumba szállításának kényes folyamata, az eredmények gyorsan rendelkezésre állnak, így lehetővé válik az azonnali, helyszíni döntéshozás. A gyorstesztek laboratóriumban is kitűnően alkalmazhatók. A vizsgálandó anyagok tesztelésével kizárható a nem-kritikus minták költséges műszeres analízise és így idő és pénz takarítható meg. A teszt készletben található használati utasítás részletes felvilágosítást ad a következőkről: analitikai módszer, mérések száma, mérési tartomány, applikációk, kísérőanyagok befolyása, optimális minta előkészítés és a mérés végrehajtása. A képekkel illusztrált használati utasítás segítségével a mérés hamar rutinfeladattá válik. A tesztkészletek a helyszíni méréshez használatos valamennyi eszközt tartalmazzák, elrendezésük könnyen áttekinthető, csomagolásuk biztonságos. Titrimetriás és kolorimetriás analízisek végezhetők velük.⁹³

3.2.2.4. Klasszikus analitikai módszerek

A klasszikus analitikai módszerek egyik fajtája a tömeg szerinti elemzés (**gravimetria**), amely az analízis elválasztási módszerei, közé tartozik. Az analízis lényege, hogy a mintát vizes oldat formájában hasznosítják, úgy hogy az ionos formában lévő mérendő alkotót oldhatatlan csapadék formájában választják le, majd e csapadék, vagy a végtermék tömegéből számítják ki az alkotó mennyiségét. A klasszikus analízisek során a leválasztás történhet még extrakcióval, desztillációval vagy gázképződéssel, járó reakciókkal.

A gravimetria fő lépései a minta-előkészítés (fentiekben említésre került, hogy híg oldat készül, mely anyagvesztéssel nem jár), majd a csapadék leválasztása következik, amelynél nagyon fontos, hogy a leválasztott csapadék mennyisége kvantitatívnek kell lennie, tehát legalább 99,9%-ban tartalmaznia kell az alkotót. Fontos, hogy a csapadék-szennyeződés nélküli legyen, ha mégis mosni, vagy szűrni kell, elkerülendő az anyagvesztés. Ezek után következik a szárítás és hőkezelés, majd a tömegmérés és a számítások. Az eljárás **előnye**, hogy olcsó, nagy pontosságú és főkomponens mérésére kiváló. **Hátránya**, hogy lassú a mérés, szelektivitása nem elég jó. A gravimetriás eljárásokat talaj és vízvizsgálatok során alkalmazzák laboratóriumokban.⁹⁴ A következő táblázat pontosítja a vizsgálatokat:

14. táblázat: Grvaimetria környezetvédelmi alkalmazásai (saját feldolgozás)

Mérés típusa	Környezetvédelmi alkalmazása
Gravimetriás módszerek	Összes száraz maradék meghatározása vízben mg/dm ³
	Bepárlási maradék meghatározása vízben mg/dm ³
	Izzítási maradék meghatározása vízben mg/dm ³
	Oldhatatlan anyagtartalom meghatározása vízben mg/dm ³
	Szulfátion meghatározása vízben mg/dm ³
	Víztartalom meghatározás talajokban és növényekben

⁹³ Márföldi Anna: Környezeti mérőműszerek alkalmazása a két választott környezetvédelmi szakközépiskolában. Kézirat. Sopron, 2006. pp. 18-23.

⁹⁴ Pungor Ernő: Analitikai kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1998. pp. 53-73.

Összes száraz maradék meghatározása során a nem illó és oldhatatlan anyagok mennyisége meghatározható, úgy, hogy a vízmintát 105-260°C között bepárolják, súlyállandóságig kiszáritják, végül a tömegét lemérik.

Bepárlási maradék meghatározása vízben mg/dm³ a bepárlási maradékot mérik le, míg az **izzítási maradék** tömegét az egy óra hosszan tartó 400-500°C-on történő izzítás után mérik meg. Oldhatatlan anyagokat leszűrik és megméri, míg a szulfátion tartalmat bárium-sós reagenssel lecsapatják és mérik a tömeget.

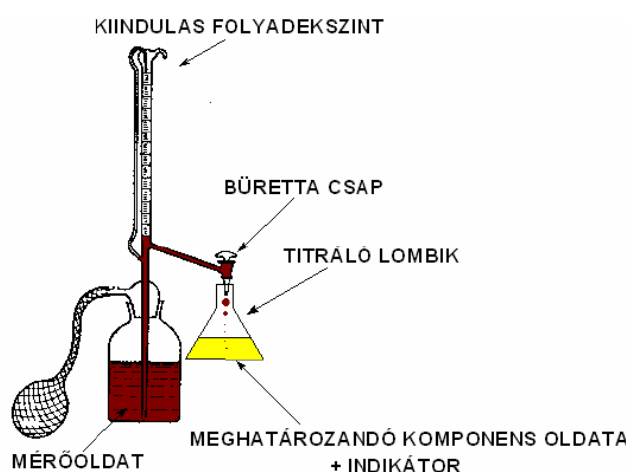
A növények és talajok víztartalmának meghatározása során lemérik a nedves növényt és talajt, majd a növényt 105°C-on, a talajt 30°C-on (ne roncsolódjon) szárítják 24 órán keresztül. Végül lemérik a tömeget és a két tömegmennyiségből megkapható a víz tömege.

A klasszikus analitika másik fő „fajtája” a **titrimetria** (térfogat analízis), mely során az oldat formájában előállított minta mérendő alkotóját egy reagens ismert koncentrációjú oldatával (mérőoldattal) reagáltatják, majd a mérendő alkotó kémiai mennyiségét a mérőoldat fogyásából (térfogatából) határozzák meg.

A mérőoldatot a mintához fokozatosan, szinte csepegtetve adják hozzá, ez maga a titrálás.

Egyenértékpontnak (ekvivalencia pont) nevezik a titrálás folyamán azt a pontot, melynél a hozzáadott reagens mennyisége egyenlő a mérendő alkotó kémiai mennyiségével. A gyakorlatok során azonban végpontjelzés jelenik meg, mert az egyenértékpontnál nem mindig figyelhető meg jelzés. A titrálás menete során a legfontosabb dolog, hogy minden edény, műszer megfelelően tiszta legyen. A bürettát a titráló állványra helyezik és feltöltik a mérőoldattal a 0 jelig.

A törzsoldatból három lombikba mérünk mintát, a megfelelő, előírásban szereplő anyagokkal együtt (indikátor, puffer, stb.). A lombikba desztillált vizet szoktak önteni még, hogy a törzsoldat jobban kezelhető legyen, majd ezek után kezdik meg a mérőoldat hozzáadását, mindaddig, míg a végpontot (színváltozást) el nem érik. Ekkor történik a fogyás leolvasása, és ha a három mérés szórása viszonylagosan kicsi, lezárul a mérés.⁹⁵



11. ábra: Titrálás kézi és műszeres eszközei⁹⁶

⁹⁵ Pungor Ernő: Analitikai kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1998. pp. 107.

⁹⁶ Bodnár Ildikó: Általános kémia III. Előadás jegyzet. pp. 97.

A titrálás során a végpontjelzés lehet kémiai (az egyenérték pont körül mutat a reagens valamilyen változást), vagy műszeres végpontjelzés (valamilyen fizikai vagy fizikai-kémiai (pl: pH, vezetőképesség) jellemzőt követnek a változásig). A mérőoldatok koncentrációját már egy bemérésből állapítják meg, ezt faktorozásnak nevezik, mely során a mérőoldattal egy ismert összetételű és mennyiségű anyag oldatát titrálják.

Így a mérőoldatok valóságos koncentrációját (C_m), az ismert oldat koncentrációjának (C_n) és egy faktor szorzatával határozzák meg: $C_m = C_n \cdot f$ ⁹⁷ Ha a titrálás nem sikerül, akkor visszatitrálás történik, ilyenkor a mérendő anyagot a pontosan ismert mérőoldattal reagáltatják és segédmérőoldattal titrálják. A térfogatoss meghatározás folyamatát logaritmikus, ún. titrálási görbéken jelenítik meg. Így a mérendő komponens koncentrációjának negatív logaritmusát ábrázolják a mérőoldat fogyásának függvényében. Egy másik ábrázolási típusnál az x-tengelyen a titrálás előrehaladását, százalékban fejezik ki, az y-tengelyen pedig a függő paraméter jelenik meg, melynek változását akarják indikálni (pl.: pH, vezetőképesség).⁹⁸

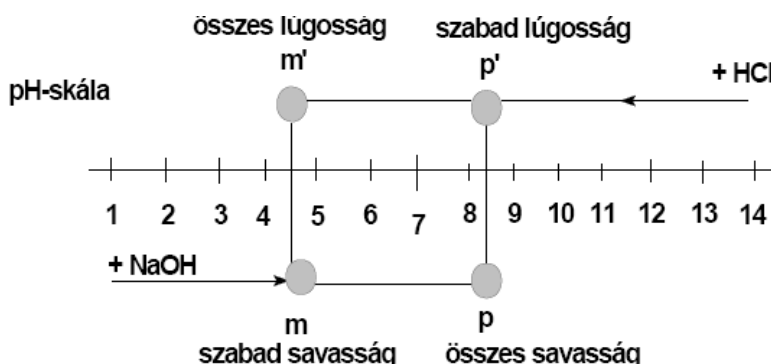
A titrálást pH, vezetőképesség, fémek meghatározásánál alkalmazzák leginkább a gyakorlatban, labormérések során.

A titrálás környezetvédelmi alkalmazásait az alábbi táblázat szemlélteti:

15. táblázat: Titrimetria környezetvédelmi alkalmazása (saját feldolgozás)

Mérés neve	Mérés fajtái	Környezetvédelmi alkalmazása
Titrimetria	Sav - bázis titrálás	Ivóvíz savasságának és lúgosságának meghatározása
	Komplexometriás titrálás	Vízkeménység mérése
	Redoxi titrálás	KOI, szulfid-kén, oldott oxigén meghatározása
	Csapadékos titrálás	Halogenidek mérése

Sav-bázis titrálás során az ivóvíz savasságának, lúgosságának meghatározása metil - narancs és fenolftalein indikátorokkal történik. Az alábbi ábra mutatja, hogy 4,5 alatt savasságot, 8,3 felett lúgosságot mérnek.



12. ábra: Savasság és lúgosság értékei a titrálás során⁹⁹

⁹⁷ Pungor Ernő: Analitikai kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1998. pp. 157-164.

⁹⁸ Pungor Ernő: Analitikai kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1998. pp. 157-164.

⁹⁹ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis. Előadás jegyzet. pp. 155.

Komplexometriás titrálás alkalmával a vízkeménységet határozható meg, melyet az akláliföldfémek a Ca és Mg ionok okoznak.

Az összes keménységet ez utóbbiak adják az összes keménységet, míg az állandó keménységet az összes keménységből kivont karbonát - keménység (Ca és Mg mennyiség) adja. Az összes keménység meghatározása során EDTA dinátrium sóit alkalmaznak, mert stabil komplexet képez a Ca és Mg ionokkal.

A **redoxi-reakciós titrálás** során a Kémiai Oxigén Igényt (KOI) határozhatják meg. A megsavanyított oldathoz kálium-permanganátot adnak, majd tíz percig forralják. A kálium-permanganát felesleget oxálsavval reagáltatják. Az így keletkezett felesleges oxálsav mennyiségét kálium-permanganáttal titrálják.

A szulfid-ként jodometriás módszerrel mutatják ki. A savas jóddal megkötik a vizek és talajok cink-szulfidját. Majd a jódfogyasztást nátrium-tioszulfáttal titrálják. A végpontjelzésre keményítő indikátort használnak.

Az oldott oxigén meghatározása a vizsgálandó vízben NaOH-dal $Mn(OH)_2$ -t hoznak létre, majd magasabb oxidációs állapotú mangán-hidroxo vegyületet hoznak létre, amit savanyítanak és KI-dal jódot, szabadítanak fel, melyet nátrium-tioszulfáttal titrálják keményítő indikátor jelenlétében.

Csapadékos titrálás során halogenideket lehet meghatározni, mert ezüst-nitráttitrálással halogenid csapadék képződik kálium-kromát indikátor jelenlétében.¹⁰⁰

3.2.2.5. Műszeres analitikai módszerek

A műszeres analitika lényege, hogy a vizsgálandó anyag vagy annak oldatának olyan fizikai-kémiai vagy fizikai jellegzetességét mérjük, amely a mérendő anyag mennyiségével, koncentrációjával függvénykapcsolatban mutatkozik. A műszeres analitika előnye a klasszikus módszerekkel szemben:

- A meghatározás független a mérést végző személytől,
- A meghatározás automatizálása könnyebben megoldható,
- A mért sajátság mérőszáma grafikusan vagy digitalizálással egyaránt megoldható.¹⁰¹

A műszeres analitika mérési fajtáinak csoportosítása az alábbiak szerint alakul a fizikai és fizikai-kémiai sajátságok szerint:

¹⁰⁰ Bodnár Ildikó: Kémiai analitika III. Előadás jegyzet. pp. 94-106.

¹⁰¹ Pungor Ernő: Analitikai kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1998. pp. 37-51.

16. táblázat: Műszeres analízis csoportjai (saját feldolgozás)

	Mérés módszertani elvek nevei	Csoportjai
Műszeres analitika méréstípusai	Egyszerű fizikai sajátság mérésén alapuló módszerek	Sűrűség Viszkozitás Hő-vezetőképesség mérés
	Elektrokémiai módszerek	Potenciometria Polaográfia Vezetőképesség mérés
	Optikai (spektrometriás) módszerek	Tömegspektrometria Láng spektrometria Atomspektroszkópia Látható-, ultraibolya, és infravörös-spektrometria Nefelometria és turbidimetria Mágneses rezonancia Röntgenspektrometria
	Termikus módszerek	Termogravimetria Derivatív termogravimetria Differenciált termoanalízis
	Radiokémiai módszerek	Aktivációs analízis
	Kromatográfiás módszerek	Gázkromatográfia Folyadékromatográfia Szuperkritikus fluidkromatográfia

Az egyszerű fizikai mérésekkel nem foglalkozik a kutatás, mert ezeket a fizika óra keretében elvégzik a tanulók, már az általános iskolában megtanulják ezen alapvető mérések elméletét és alkalmazását. A következőkben az előbbi táblázatból emeltünk ki néhányat.

3.2.2.5.1. Elektrokémiai módszerek

Az **elektrokémiai módszerek** során a vizsgálandó anyag elektrokémiai tulajdonságait mérik, és ezen keresztül határozzák meg a mennyiségét. A meghatározás lényege, hogy két elektródból és egy elektrolit-oldatból álló **mérőcella** segítségével olyan fizikai tulajdonság mérése játszódik le, amely a koncentrációtól függ, és amely vagy az elektród és az elektrolit érintkezési felületén játszódik le, vagy az elektrolit oldat áramvezetésének köszönhetően jelenik meg.¹⁰²

¹⁰² Pungor Ernő: Analitikai kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1998. pp. 365-507.

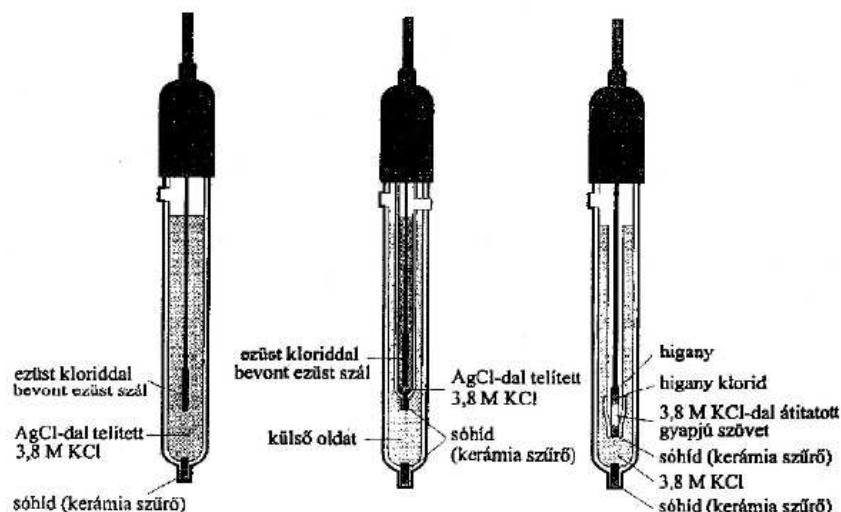
Az elektrokémiai módszerek típusait és környezetvédelmi alkalmazását az alábbi táblázat mutatja be:

17. táblázat: Elektrokémiai módszerek típusai és környezetvédelmi alkalmazásaik (saját feldolgozás)

	Módszer típusa	Környezetvédelmi alkalmazása
Elektrokémiai módszerek	Potenciometria	pH meghatározása Fluorid ion mérése Klorid ion mérése Ammónia meghatározása Redoxpotenciál mérése
	Coulombmetria	Halogénezett szerves vegyületek meghatározása
	Kondoktrometria	Vizes oldatok vezetőképességének meghatározása
	Voltammetria	Redukálható és oxidálható anyagok meghatározása Oldott oxigén meghatározása
	Stipping potenciometria	Cr, Hg, Ni, Cd, Pb meghatározása

A következőkben csak azon módszerek kerülnek kifejtésre, melyeket a szakközépiskolákban is alkalmaznak.

A **potenciometria** lényege, hogy a mérőoldatba elhelyezett indikátorelektrodon kialakult potenciált mérik. A mérés során mindig szükség van egy referencia elektródra, amelynek potenciálja állandó (ez általában kalomel, vagy ezüst-, ezüst-klorid elektród) és ehhez viszonyítják a mért potenciált.



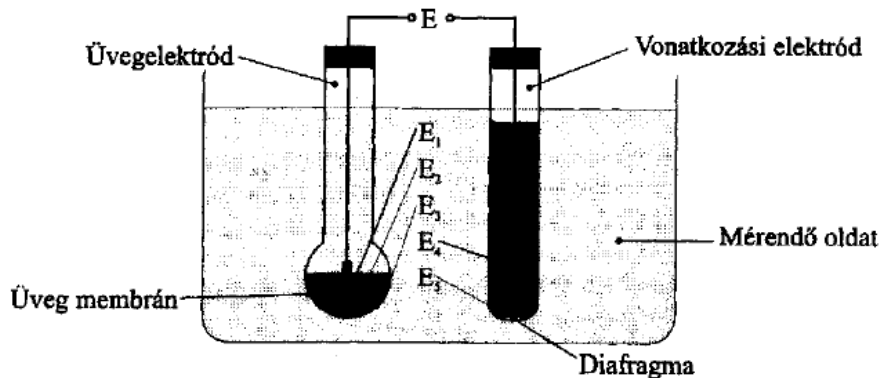
13. ábra: Leggyakrabban használt üvegelektrodok¹⁰³

¹⁰³ Bodnár Ildikó: Kémiai analitika Előadás jegyzet III. pp. 199.

Összességében egy galványcella feszültségét mérik. (A galványcella részletes leírása olvasható *Bodnár Ildikó* Kémiai analitika III. c. előadásjegyzetében a pp.174-184.). A potenciometriás eljárásoknak két fajtája van, az egyik a direkt potenciometria, amelynél a mérés árammentes galványcellában játszódik le, valamint az indirekt potenciometria (potenciometriás titrálás), amely vagy $I=0$ áramerősségnél, valamint árammal terhelt körben megy végbe két polarizált elektróddal. Az elektródoknak is több típusa ismeretes. Indikátorelektrod jellemzője, hogy a mérendő anyag aktivitását annak logaritmusával arányos potenciáljel kialakulásán keresztül méri, jelzi. Elektródok típusai:

- Elektroncsere-egyensúly alapján működő elektródok:
 - elsőfajú-, fémelektrodok (Réz és rézion);
 - másodfajú elektródok (Ag, AgCl, Cl, stb.);
 - harmadfajú elektródok (ólom-oxalát, Ca-oxalát, stb.);
 - redoxielektrodok;
- Fázishatás egyensúly alapján működő elektródok
 - üvegelektrodok (pH szelektív, fémion-szelektív);
 - folyadékmembrán elektródok,
 - csapadékalapú elektródok,
 - ionszelektív elektródok,
 - Vonatkozási elektródok (potenciálja állandó, kalomel, ezüst, ezüstklorid elektródok)
- Molekulaszelektív elektródok
 - enzimelektrodok (karbamid és amionsav érzékeny elektródok);
 - gázmolekula-szelektív elektródok (kén-dioxid, ammónia érzékeny elektródok).¹⁰⁴

A **pH meghatározása** a leggyakrabban alkalmazott potenciometriás mérés a szakközépiskolákban is a felmérések alapján. A potenciometriás mérés során egy kombinált üvegelektrodot használnak, melynek elektromos ereje az oldat hidrogén-ion koncentrációjával egyenesen arányosan változik egy adott tartományon belül. A pH mérő kalibrálását puffer oldatokkal végzik.



14. ábra: Üvegelektrod és a Ph mérőcella felépítése¹⁰⁵

¹⁰⁴ Bodnár Ildikó: Kémiai analitika III. Előadás jegyzet. pp. 185-187.



1. kép: Laboratóriumi pH mérők és üvegelektrodok¹⁰⁶

A műszeren mV-ot vagy közvetlenül pH-t lehet leolvasni. Víz-, és talajvizsgálatoknál alkalmazzák leginkább.

A **fluoridion meghatározás** is lényeges a környezeti mérések során, hiszen minden természetes víz tartalmazza 0,01-1,50 mg/l koncentrációban. Többletmennyisége a szervezetre káros, de hiánya fogak romlását is előidézhetheti. A fluoridiont direkt elemzés és ionszelektív elektróddal történik. Az oldatok ionerősségét pufferrel állítják be, majd ezzel a pufferoldattal előállított kalibrációs oldatsorozattal kalibrációs görbét készítenek.

A minta puffer alapoldatban elkészített oldatában mérik a cellafeszültséget és az ennek megfelelő fluoridion koncentrációjának logaritmusértéket a görbéről, olvassák le. A klorid ion meghatározása is ez előbbiekhöz hasonlóan történik. A **redoxpotenciál mérését** egy Pt elektród és egy vonatkozási elektród között végzik, míg az **ammónia meghatározása** egy sav-bázis titrálás után potenciometriás detektálással határozzák meg. Utóbbiak részleteire nem tér ki a kutatás, hiszen ezek nem nagyon jelennek meg a középfokú képzésben.¹⁰⁷

A **coulometria** az elektrogravimetriás mérések csoportjába tartozik, ha a műszeres méréseket további alcsoportra osztják. Elve, hogy a fémionokat egy ismert anyagból készült elektród felületére elektrolikusan leválasztják és a vizsgált fémion mennyiségét annak tömegnövekedéséből határozzák meg. Mindig elektród párokkal dolgoznak a mérések folyamán, anódként Pt elektródot, katódként Pt, Cu, vagy Hg elektródot alkalmaznak. A coulombmetria során olyan töltés mérése megy végbe, amely a komponens oxidációs vagy redukciós átalakítására, vagy reagens termelésére használnak fel. Coulometriás titrálás akkor jön létre, ha a meghatározandó komponens az elektród felületén lép reakcióba, vagy reagál az elektrolízis során termelt reagenssel. A módszer alapkövetelménye, hogy 100%-os legyen az áramhasznosítás reakció során, az anyagmennyiség pontossága miatt.

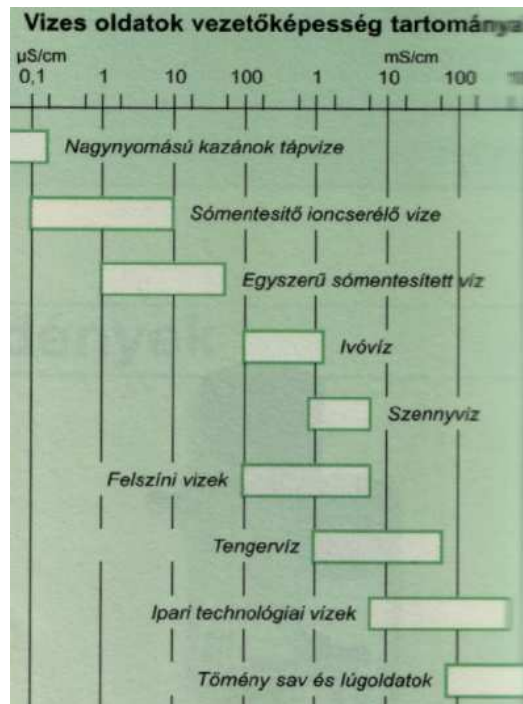
¹⁰⁵ Bodnár Ildikó: Kémiai analitika III. Előadás jegyzet. pp. 194

¹⁰⁶ Bodnár Ildikó: Kémiai analitika III. Előadás jegyzet. pp. 195

¹⁰⁷ Kőmíves József: Környezeti analitika, Műegyetemi kiadó, Budapest, 2000. pp. 44-51.

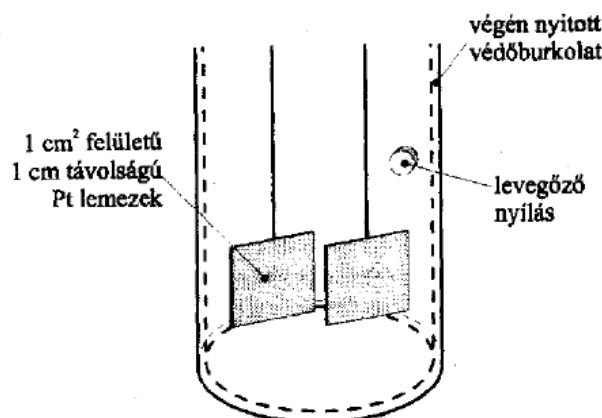
Környezetvédelmi alkalmazása során a vizekben lévő szerves kötésben lévő halogén vegyületek meghatározását végzik. A halogénezett vegyületek között ugyanis számos toxikus vegyület is van (furánok, poliklórozott-bifenilek, klórozott dioxinok, stb.) A vegyületek meghatározására, extrahálás, vagy aktív szénen történő adszorbción alkalmaznak.¹⁰⁸

A **konduktometriás mérés** során vizes oldatok vezetőképességét mérik.



2. kép: Vizes oldatok vezetőképességi tartománya¹⁰⁹

A mérés elektrokémiai ellenállás méréssel történik. A mérőcella két egyforma Pt elektródból áll. Az ezekre adott váltakozó feszültség idézi elő a vizsgált oldatban létrejövő ionmozgást az elektródok felé. Minél több ion van jelen az oldatban annál nagyobb az áramerősség az elektródák között.

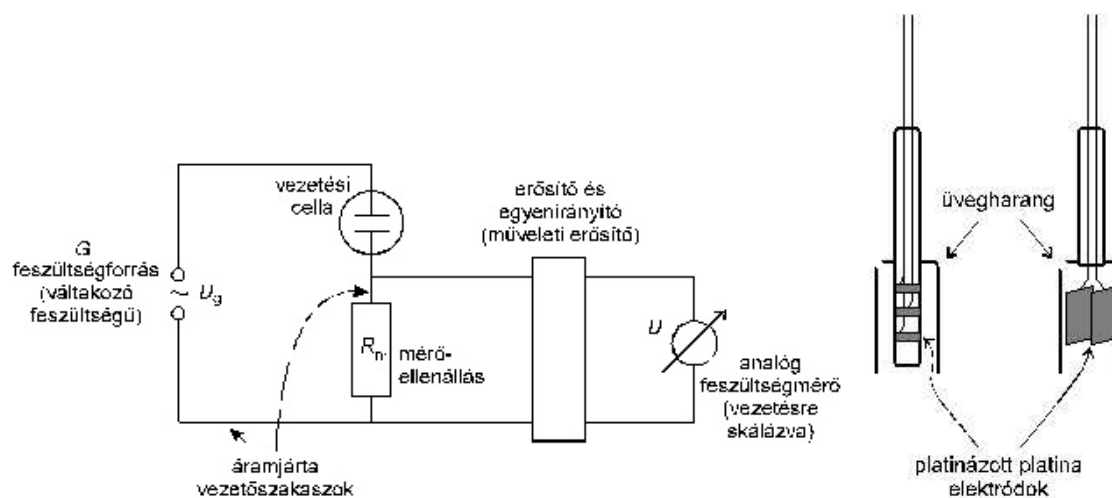


15. ábra: A konduktometriás mérőcella felépítése¹¹⁰

¹⁰⁸ Kómíves József: Környezeti analitika, Műegyetemi kiadó, Budapest, 2000. pp. 55-58.

¹⁰⁹ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis. Előadás jegyzet. pp.194.

A konduktometriás mérőműszer Ohm törvénye alapján az oldat vezetőképességét méri.



16. ábra: A konduktométer és a vezetési cella sematikus rajzai¹¹¹



3. kép: Laboratóriumi és kézi konduktométer¹¹²

Az oldatok vezetőképességét a titrálások végpontjának meghatározására is alkalmazzák, mert a reagens mennyiségének a függvényében a vezetőképesség változását leíró görbe titrálás során iránytangenszt változtat, így ez mutatja meg a titrálás végpontját.¹¹³

A voltammetria (a mérés az elektrolízis során, a mérőcellán átfolyó áramot és feszültséget mérik) és a stripping potenciometria (voltammetria továbbfejlesztett változata Cr, Hg, Ni, Cd, Pb fémekre) nem tartozik a szakközépiskolai ismeretekbe részletesen, így a kutatás sem tér ki rá.

¹¹⁰ Bodnár Ildikó: Kémiai analitika III. Előadás jegyzet. pp. 225.

¹¹¹ <http://phys.chem.elte.hu/tanarlab/meres/metac/metac2.htm>, 2009.07.14.

¹¹² <http://www.spektrum-3d.hu/katalogus.php?path=286>.2009.07.14.

¹¹³ Bodnár Ildikó: Kémiai analízis III. Előadás jegyzet, pp. 227-230.

3.2.2.5.2. Optikai módszerek

Az optikai mérések az anyag és a fény kölcsönhatásán alapulnak. Két nagy csoportja van: az egyik az anyagok által kibocsátott elektromágneses sugárzás (emisszió) intenzitását méri, míg a másik az anyag fényelnyelését (abszorpció).



17. ábra: Optikai analitikai módszerek csoportosítása¹¹⁴

Az emissziós és abszorpciós spektroszkópius módszerek alkalmasak az anyagok szerkezetének, összetételének minőségi és mennyiségi vizsgálatára alkalmasak.

18. táblázat: Optikai módszerek típusai és környezetvédelmi alkalmazásai (saját feldolgozás)

		Módszer csoportjai	Mérés fajtája	Környezetvédelmi alkalmazása
Optikai módszerek	Atomspektroszkópia	<i>Emissziós spektroszkópia</i>	Spektrográfia	Gázhalmazállapotú anyagok fémtartalmának meghatározása
			Lángfotometria	
			ICP-OES	
		<i>Abszorpciós spektroszkópia</i>	Lángatomabszorpció LAAS	Alkáli földfémek meghatározása (Cu, Ag, Ga, In, Ta, Mn)
			Grafitkemencés abszorpció GK-AAS	Nagyon toxikus fémek meghatározása
			Higany és hidrid készülék Hg-HDR-AAs	Higany és hidridjeinek meghatározása (arzén, szelén, antimon)

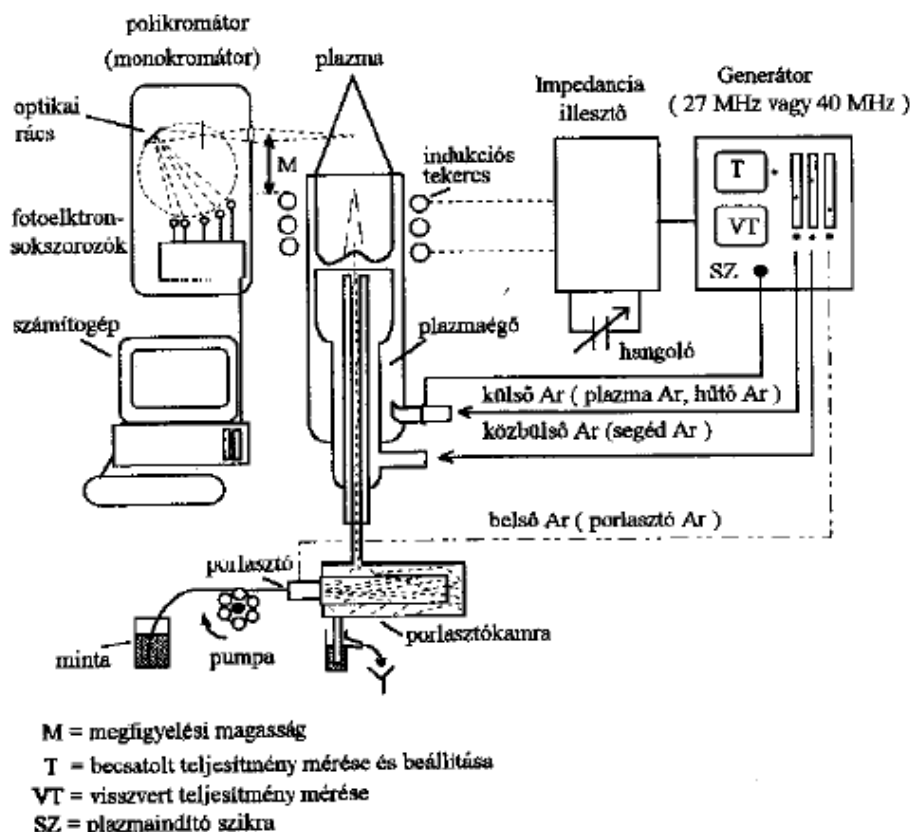
¹¹⁴ Bodnár Ildikó: Kémiai analízis III. Előadás jegyzet, pp. 256.

		<i>Tömegspektrometria</i>	ICP-MS	Kis koncentrációjú fémtartalom
Molekula spektroszkópia	<i>Emissziós spektroszkópia</i>		Fluoreszcencia	Kőolajok és származékaik Meghatározása, Kén-dioxid tartalom mérése
			Kemilumineszcencia	Nitrózus gázok mérése
	<i>Abszorpciós spektroszkópia</i>		UV-VIS fotometria	Fémek, ammónium, fenolok mérése
			IR fotometria	Kőolajok, fenolok, légszennyező gázok mérése

Az **atomspektroszkópi**ai módszerek a minták fémtartalmának meghatározására alkalmasak. A fémtartalom meghatározásához a tömegspektrometriás módszert is komplexen alkalmazni szokták. Az atomspektroszkópia lényege, hogy az eljárás a mintát atomjaira bontja szét magas hőmérsékleten. Ha a folyamat során a gerjesztett atomok fényt bocsátanak ki és ezt mérik, emissziós módszert alkalmaznak, más esetekben a gázzá alakított minta nem jár gerjesztéssel, a rá bocsátott fényelnyelését (abszorpcióját) mérik. A szabad atomok gerjesztett állapotban az adott atom vagy ion szerkezetére jellemző vonalas színeképet eredményez a 180-780 nm hullámhossztartományban. Az egyes elemek spektrumvonalainak összehasonlításakor minőségi elemzést végeznek, míg, a fényelnyelésnél mennyiségi elemzést hajtanak végre, mert az elnyelt fény arányos a koncentrációval.

Az induktív csatolású plazma optikai atomemissziós módszer (**ICP-OES**) előnye, hogy 70-80 elem mennyiségi meghatározását egyszerre teszi lehetővé. A mérés során a mintaoldatot aeroszollá alakítják, majd gázárammal az induktív csatolású argon plazmába juttatják, ahol a minta komponensei atomizálódnak (elpárolognak), a keletkező atomok pedig gerjesztődnek és az elemekre jellemző hullámhosszúságú fotonokat bocsátanak ki. A spektrumvonalakat optikai detektor méri.¹¹⁵

¹¹⁵ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis. Előadás jegyzet, pp. 231-248.

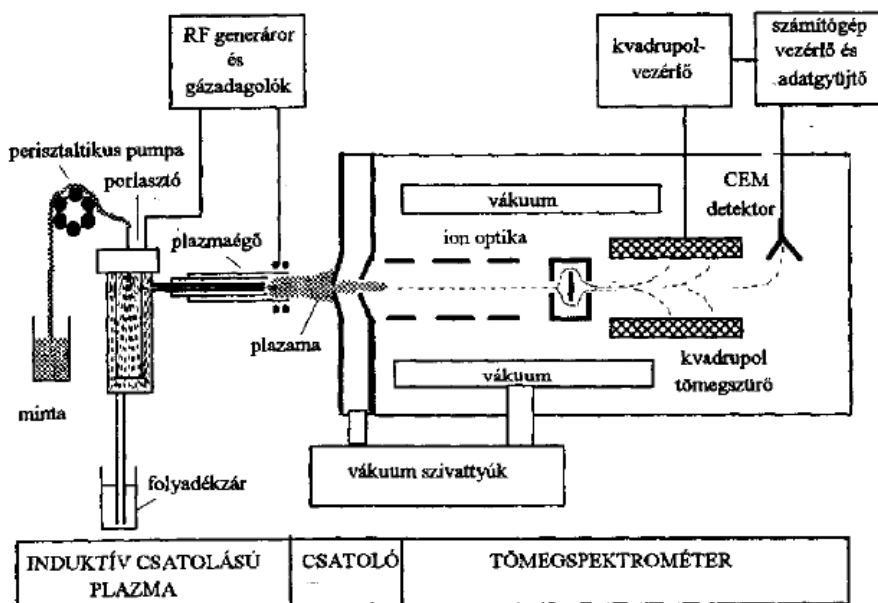


18. ábra: Az ICP-OES sematikus ábrája¹¹⁶

A **tömegspektrometria** gázhalmazállapotú, vagy gázhalmazállapotúvá tehető, szervetlen és szerves anyagok minőségi és mennyiségi elemzésére szolgál. A mérési módszer lényege, hogy a mintában lévő atomokat ionizálják, majd tömeg szerint szétválasztják az ionokat és a mennyiségükkel arányos jelet vesznek alapul. Leggyakrabban az induktív csatolású plazma-tömegspektrometriás (**ICP-MS**) műszerkombinációt alkalmazzák a gyakorlatban. Híg salétromsavas mintákat helyeznek a készülékbe, nehogy az eltömödjön. Plazmája ennek a műszernek is argon, valamint a detektor adja meg a mérés tömeg/töltés hányados eredményét.¹¹⁷

¹¹⁶ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis. Előadás jegyzet, pp. 243.

¹¹⁷ Kőmíves József: Környezeti analitika, Műegyetemi kiadó, Budapest, 2000. pp. 347-350.



19. ábra: Az IPC-MS működésének sematikus ábrája¹¹⁸

Az **atomabszorpciós módszerek** során több mint 65 elem meghatározása lehetséges. Az eljárás során vajtkatódlámpát¹¹⁹ alkalmaznak, így minden egyes elem mérésére külön lámpa biztosítása szükséges. A láng atomabszorpciós módszer az atomizálás laminális lángban történik. A Grafitekemencés eljárás során a szilárd mintát grafitcsővel fűtik fel, hogy atomizált állapotba kerüljön. A grafitcső két vízűtéses grafitelektród között helyezkedik el, melyek kábelen keresztül csatlakoznak a teljesítménymérőhöz. A higany-hidrid készülékben a 3-4 csatornás perisztaltikus pumpa áramoltatja a megfelelő savat, a mintát és a reagenst. A folyadékáramokat egyesítik, majd gáz-folyadék elválasztóban választják le a Hg és a hidrideket, amit az argon vivőgáz a megfelelő küvettába juttat. A készülék stationer jelet ad.¹²⁰ A környezet analitikai minták (felszíni, felszín alatti víz, ivóvíz; talaj; szennyvíz, szennyvíziszap; porok; növényi és állati eredetű minták) atomspektroszkópiás vizsgálatának leírásait blokk-sémák mutatják összegezve és leegyszerűsítve a 4. MELLÉKLETBEN.¹²¹

A **molekulaspektroszkópia** módszerei az ultravioleta (UV), a látható (VIS), és az infravörös (IR) sugárzás mérésén alapulnak. A **spektrofotométer** fényelnyelés mérésére alkalmas, amely egy meghatározott hullámhosszú fényt állít elő, amelyet az oldott állapotban a küvettában lévő mintára irányít és megméri az átjutó fény intenzitását.

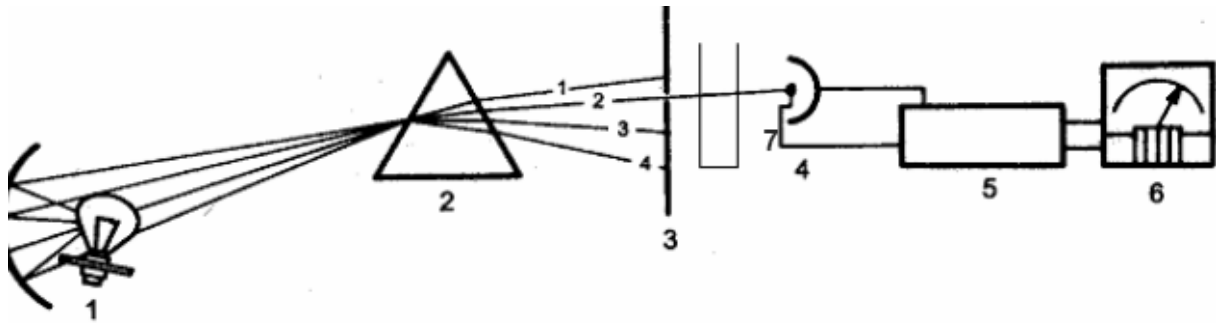
¹¹⁸ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis. Előadás jegyzet, pp. 259.

¹¹⁹ „Olyan kisülési cső, amelynek katódja a meghatározni kívánt anyagból van bevonva, mellette lévő anód volfrámból készült, a két elektród egy argongázzal töltött búraban helyezkedik el, a közük kapcsolt feszültség hatására kisülnek, az így keletkező elektronok felgyorsulnak és a lámpa töltőgázát ionizálják. A nagy sebességű nemesgázionok porlasztják a katódot, így azon szabad atomok, melyeken lépnek ki a katódtérből, gerjesztődnek és vonalas spektrumot bocsátanak ki. Ezt a mérendő atom elnyeli” Dr. Bodnár Ildikó: Környezeti analízis. Előadás jegyzet, pp. 268.

¹²⁰ Kőmíves József: Környezeti analitika, Műegyetemi kiadó, Budapest, 2000. pp. 214-221.

¹²¹ Bodnár Ildikó: Környezeti analízis. Előadás jegyzet, pp. 260-352.

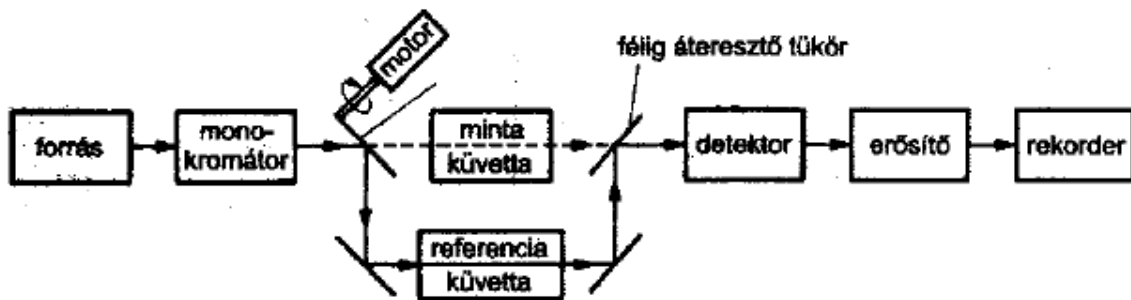
Egy vagy kétsugaras spektrofotométert alkalmaznak a mérés során, melyek sematikus ábráját az alábbi ábrák mutatják be:



1: fényforrás; 2. monokromátor; 3. optikai rés; 4. detektor; 5. erősítő; regisztráló; küvetta

20. ábra: Egysugaras fotométer¹²²

A tisztaoldószerrel a küvetta helyébe helyezik, majd az ezen áthaladó monokromatikus fény hatására keletkező detektorjelet az ellentétesen kapcsolt potenciométer feszültségével egyenlítik ki. A fény útjába helyezik a mintát, az újabb jelet ismét kompenzálják.



21. ábra: Kétsugaras fotométer¹²³

Az egyik fényútba teszik a mintát a másikba az összehasonlító oldószerrel. A két küvetta így azonos intenzitású és hullámhosszúságú fény jut, majd a detektor is két jelet ad, és a két amplitúdó különbségét mérik.

A molekulaemissziós módszereket **középszkolások nem használják**, ám a spektrofotométereket igen. UV-VIS spektrométerekkel határozzák meg az vas-ion, króm, ammóniumion, fenolok tartalmát, míg IR-spektrofotometriával a kőolajok, fenolok illetve légszennyező gázokat határoznak meg velük.¹²⁴

3.2.2.5.3. Termoanalitikai módszerek

A termoanalitikai módszerek során a minta hőmérsékletét hőmérsékletprogram szerint változtatják, melynek következtében létrejövő fizikai, vagy fizikai-kémiai sajátosság változását követik. Környezetvédelmi alkalmazását az alábbi táblázat mutatja:

¹²² Bodnár Ildikó: Kémiai analitika III. Előadás jegyzet, pp. 330.

¹²³ Bodnár Ildikó: Kémiai analitika III. Előadás jegyzet, pp. 333.

¹²⁴ Kőmíves József: Környezeti analitika, Műegyetemi kiadó, Budapest, 2000. pp. 221-231.

19. táblázat: Termoanalitikai eljárások környezetvédelmi alkalmazása (saját feldolgozás)

	Módszer típusa	Környezetvédelmi alkalmazása
Termoanalitikai eljárások	Termogravimetria	Ásványok, kőzetek, talajok összetételének meghatározása
	Derivatív termogravimetria	
	Differenciál termoanalízis	

A **termogravimetria** során a hevítés következtében kialakuló súlyváltozást mérik. A vizsgálat során a folyamatosan emelkedő hőmérsékletű kemencébe helyezett mérlegen folyamatosan mérik a minta súlyát, melynek értékét idő vagy a hőmérséklet függvényében ábrázolják. A kapott görbéből olvassák le az eltávozott alkotórészek tömege. A **derivatív termogravimetria** abban különbözik az előzőtől, hogy a görbe deriváltját is regisztrálják, így a mennyiség meghatározása könnyebb. A **differenciál termoanalízis** során a vizsgálandó anyag és a vizsgálat alakalmával változást nem szenvedő anyag hőmérsékletkülönbségét mérik az idő vagy a hőmérséklet függvényében. Így a változások a görbéken csúcsokban jelennek meg.¹²⁵

3.2.2.5.4. Kromatográfiás módszerek

A kromatográfiás módszerek lényege, hogy az egymáshoz nagyon hasonló viselkedést mutató anyagok elválaszthatók, azaz a többkomponensű minták, komponenseikre szedhetők szét. Az alkotórészek egymással érintkező fázis között mozognak, amelyek közül az egyik mozog a másik nem az elválasztás során. Ezt használja ki a kromatográfia. Az elválasztandó részek a mozgó fázis irányába vándorolnak, és ha a sebességük különböző, akkor egymástól mennyiségileg is elkülönülnek. Az így elkülönített alkotóknak valamely fizikai vagy kémiai tulajdonságát mérni lehet.

20. táblázat: Kromatográfiás módszerek és környezetvédelmi alkalmazásaik (saját feldolgozás)

	Típusai	Környezetvédelmi alkalmazása
Kromatográfia	Gázkromatográfia	Gázelegyek analízise Olyan folyékony anyagok meghatározása, melyek 25-400 °C-on gázzá válnak
	Folyadékkromatográfia	Polárosabb szerves anyagok elválasztása (zsírok, alkoholok)
	(papírkromatográfia)	Szerves anyagok elválasztása

Csoportosítása a mozgófázis halmazállapota szerint: gázkromatográfia, folyadékkromatográfia, szuperkritikus fluidkromatográfia.

¹²⁵ Bodnár Ildikó: Kémiai analitika III. Előadás jegyzet. pp. 230-248.

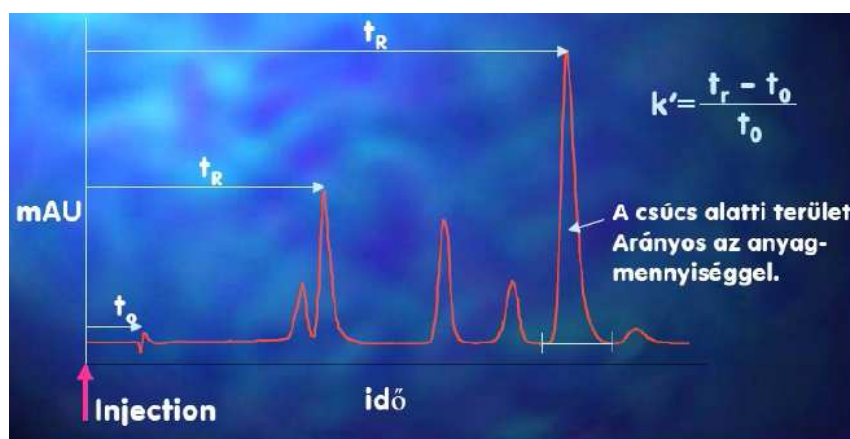
Az állófázis lehet:

- Oszlop
- Papír
- Rétegekromatográfia.

Az elválasztás lehet:

Kiszorításos: a kolonnára való juttatás után az egyensúlyi állapotot megvárják, majd kiszorításos anyaggal megkezdik az elválasztást

Elúciós technika: az eluens anyagot folyamatosan áramoltatjuk az álló fázison. A detektorjel-idő függvény egy kromatogram lesz, amely harangöbék sokaságát adja. A csúcs alatti területek lesznek arányosak az alkotó mennyiséggel. A minőségi információt retenciónak hívják, amely lehet idő vagy térfogat adat esetleg távolság, vagy relatív idő. A retenció nem más, mint az alkotónak az utolsó megjelenéséig eltelt idő/térfogat és az első megjelenéséig eltelt idő/térfogat különbsége.¹²⁶

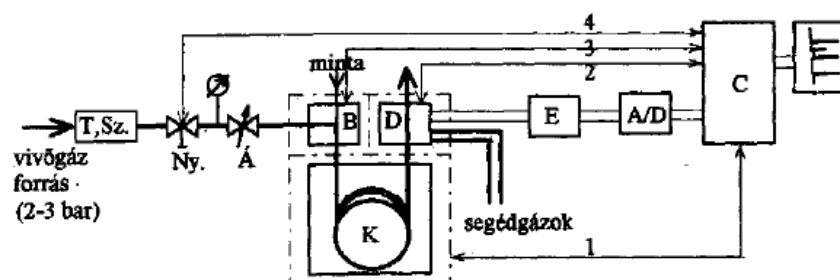


4. kép: Kromatogram részei¹²⁷

A **gázkromatográfia** során az állófázis szilárd abszorbens (szilikagél), vagy a hordozón adszorbeált nem illékony folyadék (pl.: alkohol). A mozgó fázis mindig gáz (H, N, Ar). A kromatográfias műszer működése során, egy folyamatos kolonnán áthaladó eluens áramot tartanak fent. Ebbe juttatják be a mintát, amely a kolonnán komponenseire válik szét. Ezek az elvált alkotók a detektorba jutva megváltoztatják az elektromos jel nagyságát.

¹²⁶ Kőmíves József: Környezeti analitika, Műegyetemi kiadó, Budapest, 2000. pp. 120-194.

¹²⁷ Bodnár Ildikó: Kémiai analitika III. Előadás jegyzet. pp. 360.



T,Sz.: tisztító, szárító egység,
 Ny: nyomásszabályzó,
 Á: áramlásszabályzó,
 K: a kolonna a termosztáttal,
 E: erősítő,
 C: számítógép. Az 1, 2, 3, és 4 jelzi az interaktív kapcsolatokat.

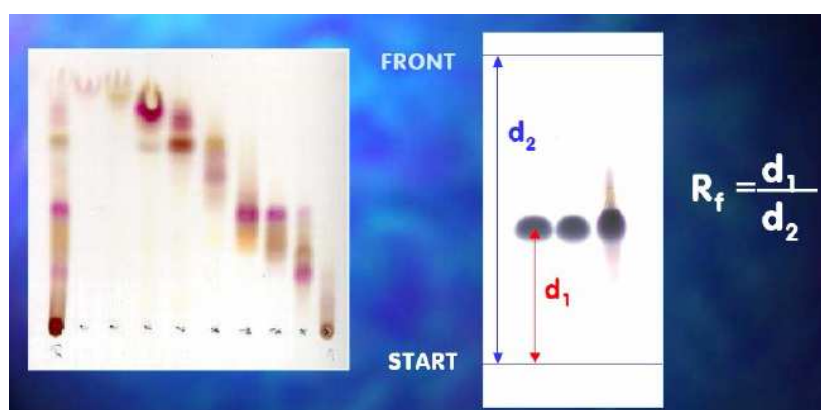
B: bemérőréssz (injektor),
 D: detektor,
 A/D: konverter

22. ábra: Gázkromatográf felépítésének sematikus ábrája¹²⁸

Az elválasztott anyag minőségét a retenciós idő szerint azonosítható, míg a mennyiségi eredményt a csúcs alatti terület integrálása adja.

A **folyadékkromatográfia** során a mozgó fázis mindig folyadék, mely poláris kis viszkozitású oldószerkelet. A folyadékkromatográf (HPLC) eluensét nagy nyomású szivattyúval áramoltatják a majd egy folyamatos mintaadagoló következik a kolonna és a detektor előtt. Majd a vezérlőegység és az adatfeldolgozó következik a műszer felépítésében.

Egy másik típus, melyet gyakran alkalmaznak a középiskolai oktatás során a **papírkromatográfia**. Az álló fázis egy szűrőpapír a mozgó fázis itt is egy oldószerkelet. A papír csíkot az oldószerbe mártjuk függőlegesen. Az oldószer a kapilláris erők hatására egyenletesen emelkedik, míg az alkotórészek a megoszlástól függően elmozdulnak. Az elválasztott anyagokat színreagenssel teszik láthatóvá. Az így kapott foltok helyzetét határozzák meg.¹²⁹



23. ábra: Papírkromatográfia: R_f , a retenciós faktor, mely a folt és az oldószerfront geometriai helyzetét adja, értéke a kettő hányadosa.¹³⁰

¹²⁸ Bodnár Ildikó: Kémiai analitika III. Előadás jegyzet. pp. 374.

¹²⁹ Kőmíves József: Környezeti analitika, Műegyetemi kiadó, Budapest, 2000. pp. 120-194.

¹³⁰ Bodnár Ildikó: Kémiai analitika III. Előadás jegyzet. pp. 410.

3.2.2.6. Sugárzásmérés

A sugárzások mérése a sugárzások detektálásának köszönhetően válik lehetségessé. A sugárzás-detektorok működése az elektromosan töltött részecskék és a detektor atomjainak kölcsönhatásán alapul. A semleges részecskéket nem lehet közvetlenül mérni, csak az általuk keltett töltött részecskék segítségével. A **detektoroknak** két nagy csoportja van: elektromos és a nem elektromos mérési módszereken alapuló detektorokra. Az **elektronikus mérőműszerek** egy részecske áthaladását elektromos jel formájában azonnal jelzik, tehát az esemény idejének pontos mérését teszik lehetővé. A jel nagyságát vagy alakját felhasználva a részecske energiája, sebessége, fajtája is meghatározható. A **nem elektromos** elven működő **detektorok** nagyobb intervallumon belül gyűjtik az információt. A részecskék pályájának pontos mérését, valamint a reakciótermékek energia eloszlásának meghatározását teszik lehetővé.

Az elektromos detektorokat csoportjai:

- regisztráló detektorokra (csak jelzik, ha egy részecske a detektoron áthalad),
- spektrométerekre (a részecskék energiája is mérhető),
- nyomdetektorokra (részecske helye meghatározható).

A sugárvédelem során gamma-, és neutron-sugárzásokat mérnek. A környezeti mintákban alfa-, béta-, és gamma-sugárzások figyelhetők meg. A mérések során a detektorok jelzéséből következtetnek az aktivitásra, az aktivitást mérő műszerek. A detektorok ilyenkor az ionizációs kamrák és a szcintillációs számlálók.

A közép fokú környezetvédelmi technikus képzés során a levegő-, ill. a vízradon vizsgálatát szokták elvégezni.

Levegő radonvizsgálata során fontos megemlíteni, a radon légtérbe való jutását. Általában a természetben előforduló radioaktív elemek általában erősen kötve vannak azokban az ásványokban, amelyek a radioaktív családok leghosszabb felezési idejű elemeit befogadják. Így a természetben előforduló radioaktív izotópok sugárvédelmi szempontból általában nem, vagy kevéssé veszélyesek az egészségre.

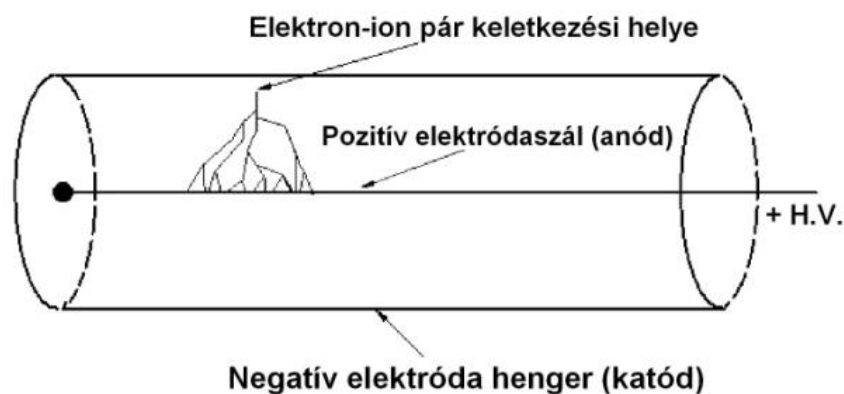
A radon (Rn) izotópjai azonban nemesgázként kevéssé vannak megkötve, jelentős vándorlásra (migrálásra) képesek. A töredezett, nagy áteresztőképességű kőzetek esetén a radon gáz jelentősen mértékben elvándorolhat keletkezése helyszínéről, behatolhat a talaj menti gázokba vagy vizekbe, és kijuthat levegőbe is, ahol tovább diffundálhat. Mérése elengedhetetlen, mert bizonyos körülmények között a földben keletkezett radon nagy mennyiségben be tud jutni a lakások beltéri levegőjébe is és komoly egészségügyi kockázatot okozhat.

A **radon gáz folytonos mérésére** több módszer létezik. Mindezek a módszereket az alfa sugárzás detektálására tervezték és nem a béta- vagy gamma-sugárzás megfigyelésére. Ennek az oka, hogy bonyolult és nehéz olyan hordozható béta- vagy gamma-sugárzást mérődetektorokat építeni, melyeknek alacsony a háttérük és elegendően érzékenyek.

A radon és leányeleminek mérésére használható detektorokat két nagy csoportba sorolhatjuk.

- **Aktív detektorok.** Ezek áramforrást igényelnek (pl. akkumulátorral működnek, vagy nagyfeszültség kell hozzájuk) ahhoz, hogy az idő függvényében tudjuk a sugárzásokat detektálni. Ilyenek az alábbi detektorok.
 - Gáz-ionizációs detektorok: ilyenek például az ionizációs kamrák, proporcionális számlálók, Geiger-Müller (GM) számlálók.
 - Szcintillációs detektorok: szilárd szcintillátorok, folyadék szcintillátorok, gáz szcintillációs számlálók.
 - Félvezető detektorok.
- **Passzív detektorok,** amelyek nem igényelnek áramforrást. Ide tartoznak a
 - szilárdtest nyomdetektorok,
 - termo-luminiscens detektorok,
 - aktívszenes detektorok.

A ma is legáltalánosabban használatos, regisztrálásra képes számláló a Geiger-Müller számlálócső. A **GM-cső** egy hengeres katódból és a henger tengelyében kifeszített wolfram anód szálból áll, melyek között néhány száz volt feszültséget hoznak létre.¹³¹



24. ábra: GM cső sematikus rajza¹³²

A csövet kisnyomású (~0,1bar) argon+alkohol gázkeverékkel töltik meg. Ha a csövön áthaladó ionizáló részecske ebben a gáztérben legalább egy elektron-ionpárt kelt, akkor ez a csőben elektron-ion lavina kialakulását indítja el. Az anódra felfutó elektronok megfelelő elektronikus feldolgozása szolgáltatja a detektor-jelet. Az anódon kapott impulzus nagysága független a kezdeti ionizáció mértékétől, ezért ez a detektor csak számlálásra, a radioaktív források aktivitásának mérésére alkalmas (spektrometriai célra nem). A háttérsugárzás csökkentésére rendszerint ólomárnyékolással vesszük körül a detektort és a mérendő mintát. Egyszerű felépítésük, működésük miatt nagyon sok kutatási és alkalmazási területen használják. Ilyen detektorokat alkalmazunk például a doziméterekben is.¹³³

¹³¹ Virágh Elemér: Sugárvédelmi ismeretek. Mérnöki Továbbképző Intézet jegyzete, 1990.pp. 114-137.

¹³² www.elte.hu 2008. 12.10.

¹³³ Kiss Dezső, Horváth Ákos, Kiss Ádám: Kísérleti Atomfizika. Egyetemi Tankönyv, Eötvös Kiadó, 1998. pp. 251-254.

A levegő radonvizsgálata elvégezhető egy GM csővel, egy azt egybekötött számlálóval és egy számítógéppel, amely a mért értékeket rögzíti.

A **vízradon vizsgálat** is fontos környezeti szempontból, hiszen a felszíni vizek természetes radioaktivitása elsősorban a vízmolekula egyik hidrogénje helyére beépülő trícium miatt alakul ki. A felszín alatti vizek radioaktivitása a felszín alatti kőzetek urán- vagy tórium-tartalmának a következménye. Mérését szcintillációval végzik. Szcintillációnak (felvillanásnak) az a folyamat, amikor a gyorsan haladó töltött részecske által a közegben gerjesztett atomok vagy molekulák a gerjesztési energiájukat látható fény kibocsátásával vesztik el. Egy jól szcintilláló anyag esetén egy radioaktív bomlás során hirtelen általában egyszerre sok látható foton keletkezik (felvillanás), és szalad szét a tér minden irányába. Amikor a közeg (detektoranyag) folyadék, akkor folyadék-szcintilláció a mérés neve. Ilyenkor a szcintilláló közeget (tekintve, hogy általában több alkotóból áll) koktélnak hívják. A mérés során folyadék-szcintillációs spektrofotométert használnak, fontos hogy a mérés a mintavétel után hamar menjen végbe, nehogy nagymennyiségű radonvesztés lépjen fel.¹³⁴

3.2.2.7. Zajmérés

A zaj fizikai tulajdonságait, alapvető fogalmait a fizika tantárgy keretében ismerik meg a tanulók, a kutatás ezen részletezésére itt nem tér ki. Egy zajszintmérő lényeges részei egy mikrofon, amely érzékeli a hangot, és egy kijelző, amely kiírja az átlagos zajszintet.

A berendezések általában 30 és 140 dB közötti hangok erősségét mérik, néhány dB pontossággal. A mérési eredmények pedig a műszerekben elmenthetők.

Egyszerű műszerek alkalmazásával a gyakorlatok során a háttérzaj mérése, hangintenzitás, és hangforrás teljesítmény meghatározására van lehetőség,¹³⁵ melyet a Herman Ottó SZKI tanulóival el is végeztünk, melynek jegyzőkönyvét az 5. SZ. MELLÉKLET tartalmazza.

¹³⁴ Virágh Elemér: Sugárvédelmi ismeretek. Mérnöki Továbbképző Intézet jegyzete, 1990.pp. 124-128.

¹³⁵ Walz Géza: Zaj- és rezgésvédelem. Complex Kiadó. Budapest, 2008.

4. A környezeti mérések pedagógiai módszertani vizsgálata

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

A kutatási téma szempontjából meghatározó, hogy a mérést, mint tanulói tevékenységet vizsgáljuk. Megállapítható egyfelől, hogy a tanuló által végzett mérések, kísérletek egy sajátos tapasztalásos tanulási formának tekinthetjük, 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 és egy későbbi fázisban a diagnosztizáló tevékenység eszköze. A mérés nem frontális tanulási formában a laboratóriumban történik. A laboratórium, mint **sajátos szaktanterem** a következő **didaktikai sajátosságokkal** bír: a milión 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. (lásd még erről bővebben. *Lükő István*: Oktatástan, Sopron, 106-107-152-153. oldalak)

A mai kor IKT-s fejlődése lehetővé tette a mobil tanítás és tanulás lehetőségét, a multimédia térhódítását és alkalmazását a didaktikai módszerekben is.¹³⁶

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 hálózati tanulás kiváló példáját ismerhettük meg a **GLOBE**, **GREEN** és **BISEL**-hálózatok révén. A Környezeti Nevelési Hálózat, a **GLOBE Program** (*Global Learning and Observations to Benefit the Environment*) 1994-ben alakult az Egyesült Államokban azzal a céllal, hogy az 1992-es Rió csúcstalálkozót követően előrelépés történjen a környezeti szemléletformálás terén is. Célja, hogy fejlődjön a világ tanuló ifjúságának környezeti tudatossága, formálódjék szemlélete. A fiatalok jobban megértsék a Föld egészét érintő globális problémákat, s keressék a megoldás útjait. A központ tudósai módszereket dolgoznak ki különféle természettudományi területeken, melyek segítségével a diákok elvégezhetik a környezeti megfigyeléseiket a meteorológia, vízkémia, talajtan és biológia területeken.

¹³⁶ Kárpáti Andrea: Informatikai módszerek az oktatásban. In: A tanítás-tanulás hatékony szervezése. Educatio Kiadó, Budapest 2008. pp. 113.

Mérési eredményeiket a világhálón közvetítik az amerikai központ számítógépére, ahol tudósok és szakértők összegzik az eredményeket, melyek a világ bármely pontjáról elérhetőek. A nemzetközi programban mára már 108 ország tizenhatezer iskolájában 26 ezer kiképzett tanár irányítja a diákcsoportok munkáját. Európában 23 ország tagja a GLOBE-nak, hazánkon kívül pl. Németország, Norvégia, Svédország, Finnország, Spanyolország, Csehország, Anglia, Franciaország, stb. A mért adatok száma meghaladja a tizenegymilliót, melyeket a boulderi (CO, USA) egyetem szakértői dolgoznak fel, és az eredményt felhasználják tudományos kutatásaik során. Magyarország 1999. március 10-én, a 81. társult országgént csatlakozott a GLOBE-hoz. Hazánkban 34 középiskola vesz részt a programban. Kezdetben huszonöt magyar középiskola kapott lehetőséget a csatlakozásra, majd újabb két iskolával gyarapodott a sor, és szeptemberben egy újabb felvétele várható. A válogatás szempontjai között szerepelt többek között az iskola környezeti nevelési tapasztalata, a program iránti nyitottság, az angol nyelvtudás, az Internet használatban való jártasság, az aktív elektronikus levelezési lehetőség és a földrajzi elhelyezkedés. Az eddigi évek során körülbelül 80 tanár és 1400 diák került kapcsolatba a programmal.¹³⁷

Dr. William Stapp a vízminőséget vizsgálva megfigyelte, hogy az USA államok többségében a folyók a fehérek lakta vidékeken erednek, többnyire fehérek lakta elővárosokon folynak keresztül, és végül szennyezetten az alacsony jövedelmű, a kisebbségek és etnikai csoportok lakta belvárosokhoz kerülnek. Stapp létrehozott egy nemzeti, később nemzetközi hálózatot, a Föld Folyóinak Környezeti Nevelési Hálózatát (GREEN). Napjainkban a **GREEN** 140 ország tanulóit köti össze.¹³⁸ A GREEN magyarországi kezdete 1989 nyarára nyúlik vissza, azóta megalapították a GREEN Pannónia Alapítványt¹³⁹ és számos szakközépiskola tagja a hálózatnak, feladatuk a hazai folyóvizek minőségének longitudinális mérése, az adatok központi adatbázisban való rögzítése.

BISEL-nek a középiskolai oktatásban van egy nagy előnye bármely más európai vízminőség-vizsgálati módszerrel szemben: a BISEL gyors, könnyű és nem igényel különösebb szaktudást, sem nagy beruházást. A BISEL aktív módon integrálja a rendszertant és az ökológiát: a makrogerinctelenek meghatározása a rendszertan segítségével történik, a vízminőség értékelése pedig összefüggésben áll az emberek által megváltoztatott környezettel. Ha a BISEL használatát összekapcsoljuk kémiai vizsgálatokkal, egyértelmű következtetéseket vonhatunk le a szennyeződés okairól, és így a kémia és biológia órákat integrálhatjuk. A vizsgálatok egy részét a diákok részben a terepen, részben pedig laboratóriumi keretek között végzik. Így biztosítva van a változatos munkakörnyezet is számukra. A mintavételtől a feldolgozáson át egészen az értékelésig a diákok egy olyan komplex vizsgálati mechanizmus alapján végzik a vízminősítést, amely segít lépésről-lépésre logikusan nyomon követni az egyes folyamatokat.¹⁴⁰

¹³⁷ www.globe.hu. 2009. 12.14.

¹³⁸ Havas Péter: A fenntarthatóság pedagógiája. KÖRLÁNC, Budapest, 2001. pp. 21.

¹³⁹ www.greenpannonia.shp.hu. 2009. 12. 14.

¹⁴⁰ Szalay Julianna: A vízminőség-vizsgálat didaktikai és módszertani kérdései a környezetvédelmi oktatásban. Diplomamunka, Sopron, 2005. pp. 81-87.

A ma iskolájában együtt van jelen a konvencionális didaktika elvei szerinti és az új, korszerű-elsősorban az IKT által támogatott- tanulási formák. Ezért nevezhetjük ezt *Lükő István*¹⁴¹ terminológiája alapján integrált tanulási technológiának a környezeti oktatás-képzés területén, amely magában foglalja a:

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

Fontos szempont a mérést végző személy. Azáltal, 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 megoldható a szűk időkeret végett.¹⁴²

¹⁴¹ Lükő István: Környezetpedagógia nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003. pp. 212.

¹⁴² Márföldi Anna: A környezetvédelmi mérések pedagógiai szerepének bemutatása a Multimédia és Környezetmódszertani Labor eszközei alapján. XIV. Nemzetközi Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Diákkonferencia Összefoglaló. Szolnoki Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Fakultás, Mezőtúr, 2008. pp.70.

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 tanulók is végezhetik 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 fajtáját, egyben „fokozatát” 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 ábrán olvasható módszer kompetenciák is fejleszthetők:

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

25. ábra: A mérés pedagógiai szerepe¹⁴³

¹⁴³ Hoczek László: Laboratóriumi és terepi módszerek a környezetvédelmi képzésben. In: Eredmények és kihívások a szakmai tanárképzésben. Sopron, 2002.

A környezeti mérések oktatásának szerkezeti elemeinek feltárása didaktikai szempontból elengedhetetlen a disszertáció során. A fent említett kompetenciák az alábbi 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 fegyelmesebb, 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 az egész tanéven át való fenntartása 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 beavatkozástól, amikor is 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 azt a célt is szolgálja, hogy tudatosítja a tanulóknál felelősségük jelentőségét. A szabályok, melyek szerint a laborban tilos étkezni, a laborgyakorlatok során a témakörrel nem kapcsolatos, közvetlenül nem összefüggő tárgyakat tilos bevinni, kötelező munkaköpenyt viselni, stb., mind-mind olyan támpontjai a gyakorlati munkavégzésnek, amivel a tanulók műszaki kompetenciák fejleszthetők a tanár következetes pedagógiájával. Mindezek ellenőrzése a szaktanár feladata.

A gyakorlatok időbeosztása is eltér a hagyományos tantermi órák órakeretétől. Léteznek 2-szer, vagy 3-szor összevont 45 perces laborgyakorlatok, de a hatszor 45 perces nagy gyakorlatok is megtalálhatók a középfokú szakoktatásban (1. SZ. MELLÉKLET). A méréses gyakorlatok az elméleti órák ismeretanyagainak megszilárdítását eredményezik is. A tanár az általa kitűzött célhoz adja meg az odaillő motivációt, ez gyakran már az előző órán megtörténhet azzal, hogy a soron következő mérésekre hívja fel a tanulók figyelmét. Általában az általánosságok, törvényszerűségek megismertetését követően kerül sor a gyakorlati, kísérleti tananyag rész megbeszélésére. Amennyiben indokolt, itt is fontos a tanulók figyelmének felhívása a baleseti veszélyforrásokra. Az elméleti ismeretek feldolgozását követően, tisztázásra kerül a mérési feladatok lebonyolításának mechanizmusa. A motivációnak fontos, hogy 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 a motiváció „több oldalról érkező” segítse a tanulási folyamatot.

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 a témazáró dolgozatok is készülhetnek a tanév során, mely 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, amely segítségével reálisan lehet mérni a tanuló tudását.

A **műszeres vizsgálatok** alkalmával törekedni kell a minél nagyobb pontosságra és precizításra. 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. Ennek ellenőrzése a gyakorlatvezető fontos feladata. 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 készség szintű, önálló kezelése alapkövetelmény. A használt eszközök tisztítása, és szakszerű elrakása is alapkövetelmény a diákoktól, hogy utánuk következő társaiknak is ugyanazon feltételeket biztosítsanak. 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 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 tanulók képességeikhez mérten, szükség és igény szerint megfelelő információval lássa el őket, akik azok alapján minél önállóbban képesek elvégezni az adott számítási műveletet.

A gyakorlat végén **mérési jegyzőkönyv** kell, hogy készüljön. A jegyzőkönyv a tanár számára ellenőrzési lehetőséget biztosít és visszajelzésként értelmezhető, elkészítése a diákoknak precízséget, igényességet, akaratlanul is az ismeretek rendszerezését biztosítja.

Összefoglalja és dokumentálja a gyakorlat menetét és 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 már a fejlettebb képességekkel rendelkező tanulók, képesek önmagukat motiválni, majd a felkeltett érdeklődésüknek megfelelően a felmerülő kérdések megválaszolásának a tanóra keretein belül kell teret biztosítani, elősegítve ezzel a differenciált képességekkel rendelkező tanulók fejlesztését. 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**. Ekkor van alkalma a gyakorlatvezetőnek a következő megoldandó feladatokra felhívni a figyelmet, ez pedig egyben indukciós célt is szolgál érdeklődésük felkeltésével, továbbá motiválja a tanulókat a következő tanórára való felkészülésre.

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

A tanulói teljesítmények értékelése a mérések során összetettebb és módszertanilag másfajta megoldásokkal, sajátosságokkal bír, mint más tantárgyak, modulok esetén. Az összetettséget az elvi-elméleti ismeretek és a gyakorlati alkalmazások, megvalósulások együttese adja. Mert a konkrét mérések elvégzéséhez ellenőrizni kell a tanulók ismereteit a mérés tárgyáról, a műszerek működési elvéről, mérési módszerekről, valamint a mérés közben megnyilvánuló tevékenységüket, a mérés eredményeit megjelenítő dokumentumokat egyaránt. Ezek képezik az osztályozás, az értékelés tárgyát is. Elsősorban a formatív értékelés szempontjából a folyamatos minősítés is fontos lenne, hiszen így alakulhatnak ki azok a műszerhasználati jártasságok, rutinok és kompetenciák, amelyek tanári megerősítéssel fejlesztő hatásúak. Ugyanakkor a mérések kiváló lehetőséget adnak a diagnosztizáló értékeléshez is.

4.2. A mérés technikai és didaktikai hátterének vizsgálata tanári és tanulói felmérések alapján

A kutatás teljességének igénye szempontjából elengedhetetlen feladat volt egy tanári és egy tanulói kérdőív felállítása, kitölttetése és elemzése, mely a környezetvédelmi szakközépiskolák műszerparkjára, módszertani eszközeire, a diákok és a szaktanárok vélemény vizsgálata, hogy egy átfogó kép legyen a környezeti mérés technika valós menetéről az oktatásban.

A kérdőívek három régió (Nyugat-Dunántúl, Dél-Dunántúl, Közép-Dunántúl), műszerparkilag három fejlettségi szinten (Nyugat-Dunántúl=„fejlett”, Közép-Dunántúl=„fejlődő”, Dél-Dunántúl=„kevésbé fejlett”,) lévő szakközépiskoláiba kerültek kiküldésre, hogy az ország régióinak majdnem minden típusa felmérésre kerüljön. Így 75-75-75 diák és összesen 15 tanár vett részt a felmérésben. Az egyes iskolák kérésére a szakközépiskolák neveit a kutatás nem tünteti fel.

4.2.1. A tanári kérdőíves felmérés elemzése

A kérdőív és szerkezete

A kérdőív 7 kérdésből áll. A kitöltése név nélkül történt, előre megadott válaszokkal, melyekből a szaktanár aláhúzta, bekarikázta, vagy beszámozta a neki megfelelő választ. A kérdőív kérdéseit a 6. SZ. MELLÉKLET tartalmazza.

A vizsgálat lefolytatása és módszerei

A kérdőívet összesen 15 szaktanár töltötte ki. Minden régióból 5 fő. A kapott adatokat egyszerű elemzés (százalékolás) útján értékeltük ki.

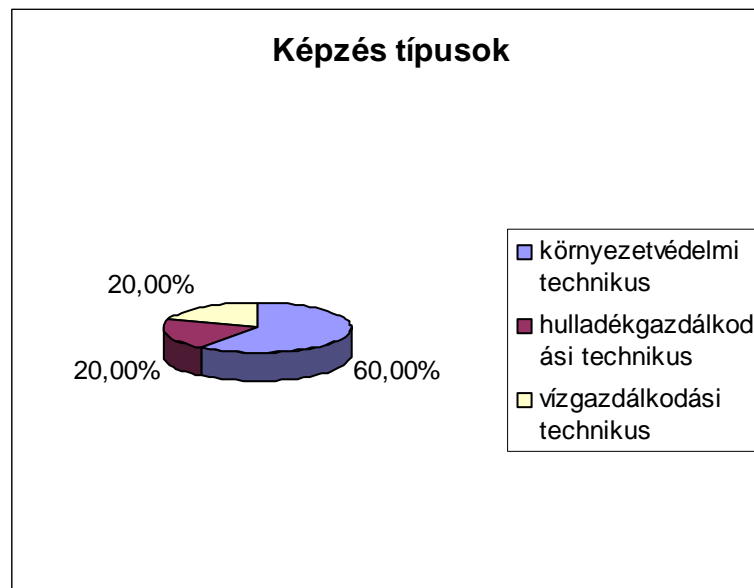
Hipotézisek

- A terepi mérések túlsúlyban vannak a labormérésekkel szemben
- A középiskolák leggyakoribb mérőeszköze a gyorssteszes mérőbőrönd.
- A környezeti elemek vizsgálata során kiemelkedő szerepet kap a talaj, a víz és a levegő.
- Az előbbi hipotézis alapján a talaj-, és vízvizsgálatok valamint a meteorológiai mérések a számottevők.
- A szaktanárok a tankönyvek mellett nagy százalékban alkalmazzák az idegen nyelvű műszerleírásokat is szakirodalomként.
- A tanárok által leginkább használt módszerek a hagyományos tanítási módszerek, a tanulók viszont ezeket kevésbé részesítik előnyben.

Egyszerű elemzés (százalékolás)

A vizsgálat során minden egyes kérdésre adott választ összegezésre és százalékolásra került, így átfogó kép alakult ki arról, hogy a környezetvédelmi középiskolák szaktanárai milyen eszközökkel és módszerekkel dolgoznak.

Az első kérdésben a **képzési típusokat** kellett meghatározni, melyek az adott szakközépiskolában folynak környezetvédelmi témakörben.



26. ábra: Képzési típusok (saját adat)

Mindhárom régióban a környezetvédelmi technikus képzés van nagyobb arányban.

A második kérdésnél a **terepi és a laborgyakorlatok aránya** jelenik meg a különböző tantárgyak mérési témaköreinél.

21. sz. táblázat: Terepi és labormérések arányai (saját adat)

Témakörök	Terepi mérés	Labormérés
<i>Talajvédelem</i>	Természet. Tud.gyak.80%	Környezetvédelmi gyak. 60%
<i>Levegőtisztaság-védelem</i>	Környezetvédelmi gyak. 60%	Környezetvédelmi gyak. 40%
<i>Vízvédelem</i>	Természet. Tud.gyak.40%	Analitika 40%
<i>Hulladékgazdálkodás</i>	Környezetvédelmi gyak. 20%	Analitika 20%
<i>Kémiai analitika</i>	Természet. Tud.gyak.50%	Analitika 60%
<i>Zaj-, rezgés-, és sugárzásvédelem</i>	Környezetvédelmi gyak. 40%	-
<i>Egyéb</i>	Biológiai vizsgálatok, minősítések20%	-

A természettudományos gyakorlatok és a környezetvédelmi gyakorlatok vannak kiugró arányban a terepi mérések során, ahol a tantárgyak keretében talaj-, levegő-, hulladék-, vízminőségi vizsgálatokat végeznek az oktatók a tanulókkal.

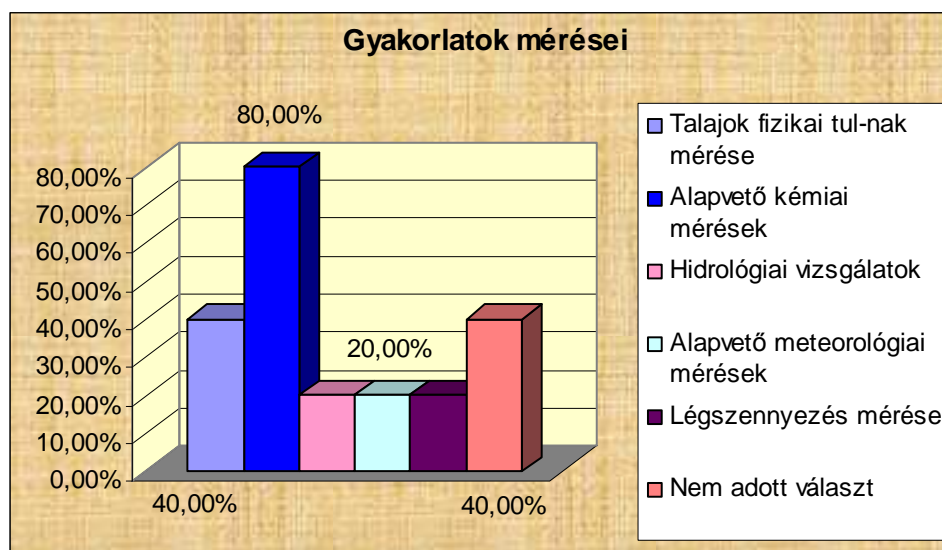
Természetesen az analitikai vizsgálatok a laborban folynak, míg az egyéb vizsgálatok között megjelenő biológiai vizsgálatok a terepen.

A harmadik kérdés a leginkább **használatban lévő műszerekre** kérdezett rá, melyek az alábbiak:

- Fotométer
- pH mérők
- EC mérők
- Gyorsteszték
- Talajvizsgáló bőrönd
- Zajmérők
- Konduktométer
- Spektrofotométerek
- Gázkomatográfok
- Hőmérők.

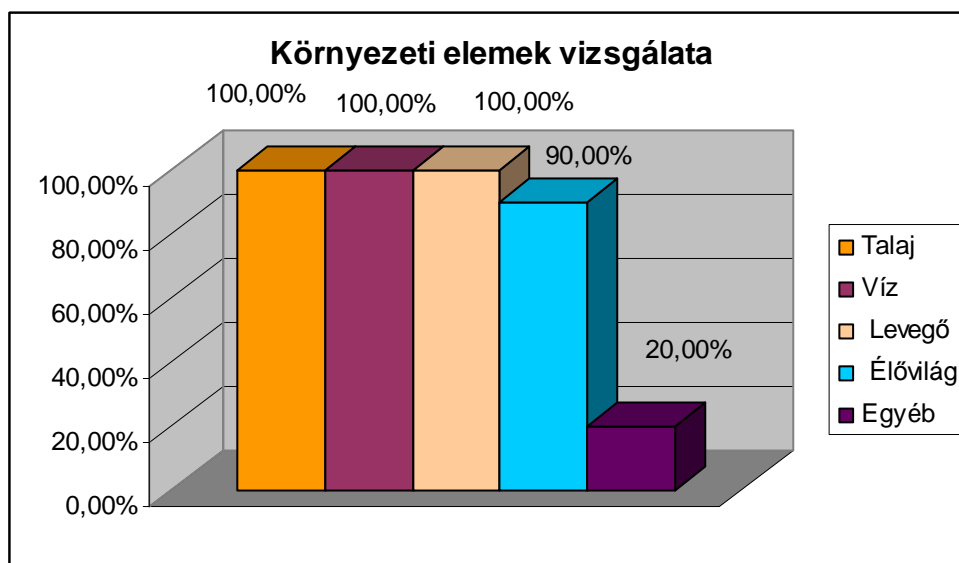
A negyedik kérdés a **pályaaorientációs** óra alapvető gyakorlati méréseire kérdez rá.

Az alábbi táblázat jól mutatja, hogy az alapvető kémiai mérések megjelenése kiugró (80%) ezeken az órákon. Mellettük a talajok fizikai tulajdonságának meghatározása kerül még előtérbe (40%). Ennek, oka, hogy ezek a mérések adnak hamar, gyors és pontos eredményeket, melyek motiválni tudják a diákot a különböző szakokra.



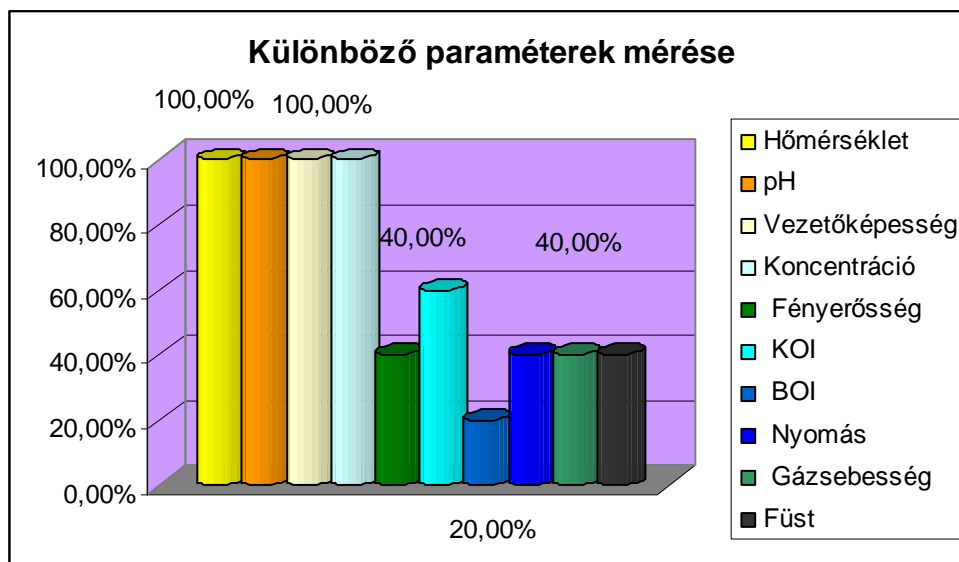
27. ábra: Pályaaorientációs órák mérései (saját adat)

Az ötödik kérdés a **különböző környezeti elemek vizsgálatának arányaira** kérdez rá. Az alábbi diagramon jól látható, hogy mind a talaj (100%), víz (100%), levegő (100%), mint fontos környezeti elemek jelennek meg a mérési gyakorlatok során.



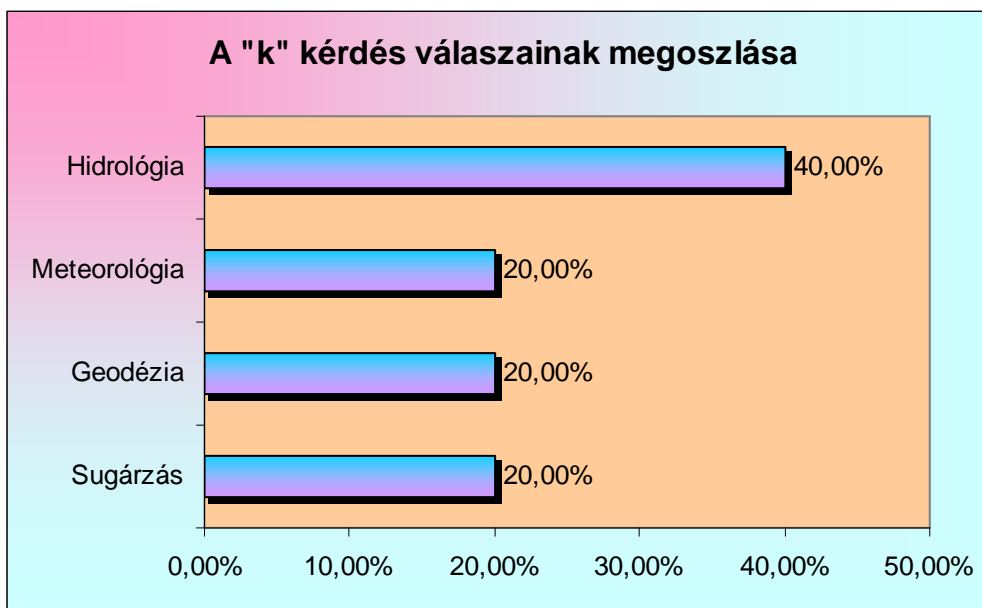
28. ábra: Környezeti elemek vizsgálatának százalékos eloszlása a gyakorlatok során (saját feldolgozás)

A hatodik kérdés a **különböző paraméterek mérésének gyakoriságára** kérdezett rá. Az alábbi diagram ennek eredményeit mutatja be, melyen jól látható a hőmérséklet, a pH, a vezetőképesség és a koncentráció mindig megjelenik, de a kémiai oxigénigény meghatározása is 60%-ot mutat.



29. ábra: Különböző paraméterek mérésének százalékos eloszlása (saját adat)

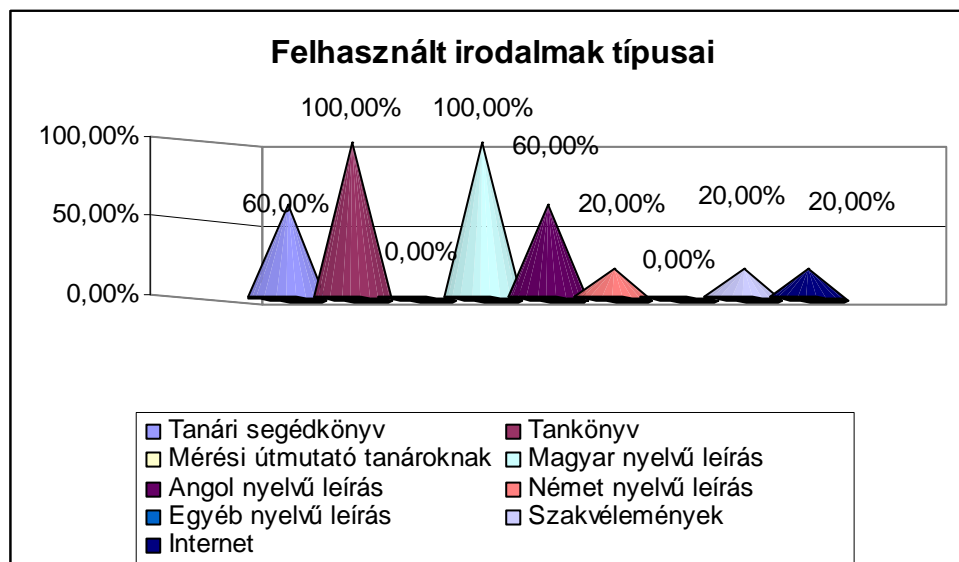
A hatodik kérdés egyéb kategóriájában megjelölt **tudományágak paramétere**i az alábbi arányban oszlanak meg:



30. ábra: Különböző egyéb paraméterek mérésének százalékos eloszlása (saját adat)

A hidrológia paraméterei 40%-ban, míg a geodézia, a meteorológia és a sugárzás mérési paraméterei 20%-ban jelennek meg a gyakorlatok során.

Az utolsó kérdés a **felhasznált irodalmakra** kérdez.



31. ábra: Különböző szakirodalmak használatának megoszlása (saját adat)

A szaktanárok 100%-a használja a tankönyvet és a mérőeszköz magyar nyelvű leírását, 60%-ban jelennek meg a segédkönyvek, és az angol nyelvű műszerleírás, és 20%-ban a német és egyéb nyelvű leírást valamint az internetet. Viszont egyáltalán nem használják a mérési útmutatókat (mert ezek nem igazán léteznek) és a szakvéleményeket.

Összegzés

A gyakorlati mérések során az oktatók leginkább az alapvető kémiai mérésekre fektetik a hangsúlyt. A talaj, víz, levegő vizsgálata jelentős a gyakorlatok során. A környezeti paraméterek közül a hőmérséklet, pH, vezetőképesség és a koncentráció mérése jelenik meg minden iskolában. Az egyéb kérdésnél a meteorológiai mérések vezetnek a sort. A tanári segédkönyvek és a magyar és angol nyelvű leírások, valamint az internet segíti a tanárt leginkább a műszer használat megismerésére. Összességében elmondható, hogy az iskolák műszerellátottsága igen szegényes. A mérések elég tág körével ismerkednek meg a diákok. A hipotéziseket az eredmények tükrében igazoltuk.

4.2.2. A tanulói kérdőíves felmérés elemzése

Kérdőívek elemzése

Célok

A diákfelmérést három dunántúli régió szakközépiskoláiban végeztük. A felmérés célja az volt, hogy feltárjuk a vizsgált intézményekben a tanulók műszerhasználatát, különösen azt, hogy a diákok mennyire tudják a műszeres oktatás elméleti és gyakorlati módszereit hasznosítani.

Hipotézisek

- Az elméleti órák száma kevesebb, mint a gyakorlati óráké.
- A diákok a csoportos műszeralkalmazást részesítik előnyben, mint az egyéni műszerhasználatot.
- A diákok pozitív viszonyulást mutatnak a tanár által végzett a műszer használathoz.
- A középiskolákban nem alkalmazzák az interaktív táblákat a műszerek elméleti oktatása során, viszont szeretik az élő vagy számítógépes műszerbemutatást.
- A tanulók igénylik az interaktív módszerek alkalmazását.
- Az értékelés során a gyakorlati alkalmazás kerül inkább előtérbe.
- A diákok a tankönyvi ábrákból tanulnak leginkább.

A kérdőív és szerkezete

A kérdőív 18 pontból áll. A kitöltése ugyanúgy történt, mint a tanári kérdőívéké.. A kérdőív 7. SZ. MELLÉKLETBEN található.

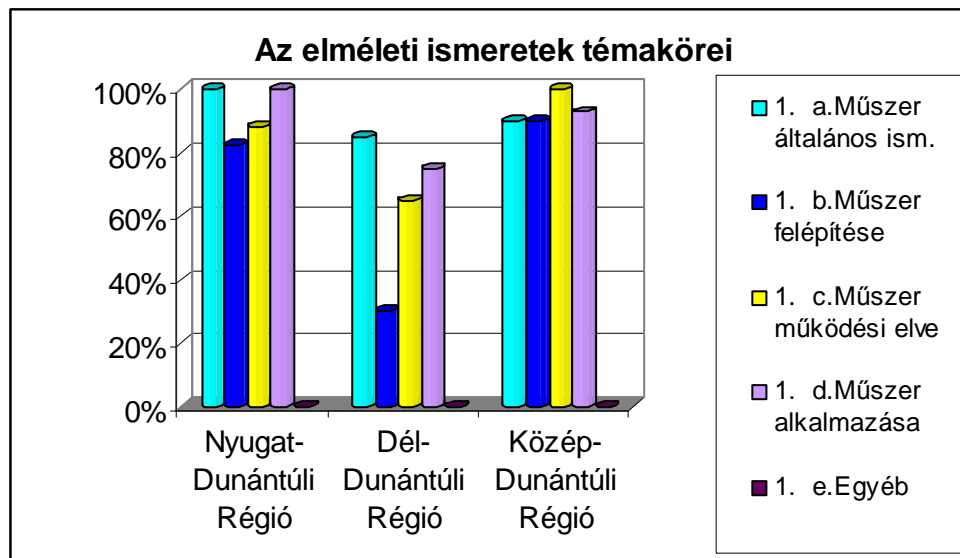
A vizsgálat lefolytatása és módszerei

A kérdőívből régióként száz-száz-száz darabot küldtünk ki. A Nyugat-Dunántúli régióból 85 tanuló, a Közép-Dunántúli régióból 72 fő, míg a Dél-Dunántúli régióból 78 diák töltött ki kérdőívet. A kitöltött kérdőívekből arányosan 75-75-75 került kiértékelésre ($n_1=75$, $n_2=75$, $n_3=75$; $\Sigma n=225$). A kapott adatokat egyszerű elemzés (százalékolás) útján értékeltük ki.

Egyszerű elemzés (százalékolás)

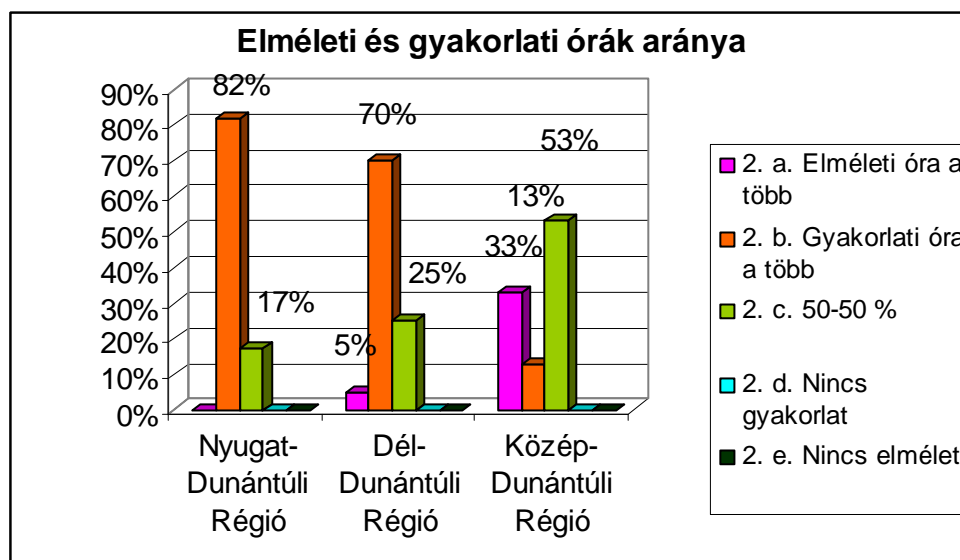
A vizsgálat során minden egyes kérdésre adott választ összegezésre és százalékolásra került, így átfogó kép alakult ki arról, hogy az egyes régiók környezetvédelmi középiskoláinak diákjai milyen véleménnyel vannak a környezeti mérésekről, tanórákról, műszerekről, módszerekről. Így elérhetővé válik, hogy a mérnök-tanárképzés az iskolák valós gyakorlati követelményeihez igazodjon.

Az első kérdésben a **mérések elméleti témaköreire** kérdeztünk rá. A válaszokból jól látszik, hogy a három régió középiskoláiban a műszer általános ismertetése és a műszeralkalmazás mellett a műszer felépítésre és a működési elvre is nagy hangsúlyt fektetnek az oktatók.



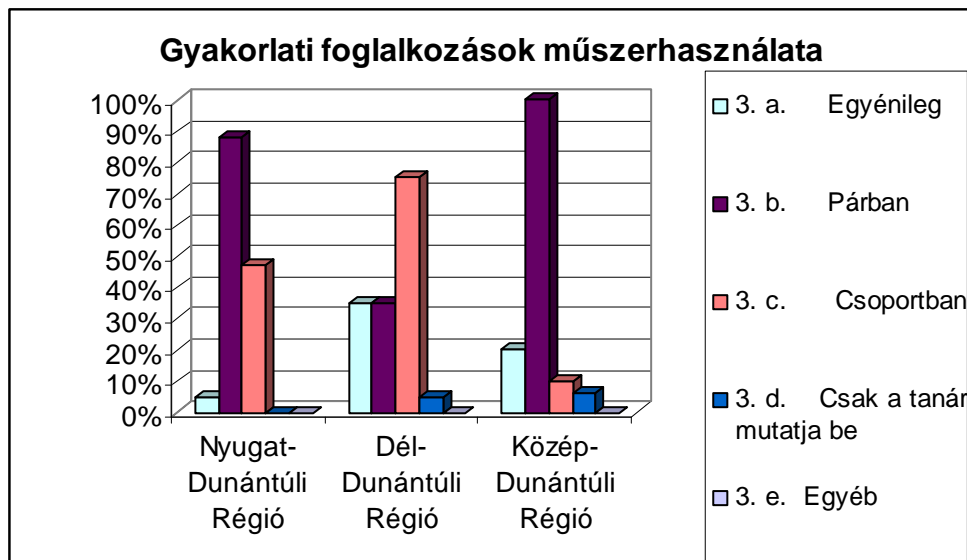
32. ábra: Mérések elméleti témaköreinek válaszai (saját adat)

A második kérdés **az elméleti és a gyakorlati órák arányát** kérdezi. Az eredményekből kitűnik, hogy a Nyugat-Dunántúli Régióban a gyakorlati órák száma magasabb, mint az elméleti órák, ugyanis a diákok 87%-a szerint több gyakorlati óra jelenik meg az oktatás során. Ám a másik két régió szakközépiskoláinak felmérésben részt vett diákjai szerint is hasonló az arány, hiszen a Közép-Dunántúli Régió szakközépiskola diákjainak 70%-a szerint gyakorlatból van több, míg a Dél-Dunántúli Régió tanulói szerint 50-50%-os az arány.



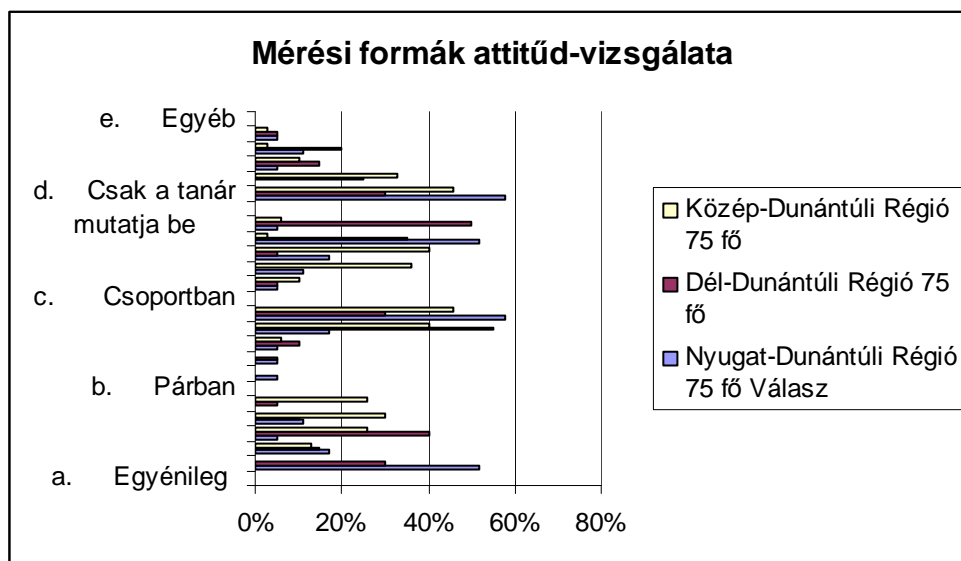
33. ábra: Elméleti és gyakorlati órák aránya (saját adat)

A harmadik kérdéskör a gyakorlati foglalkozások a tanulók **műszerhasználatát** mutatja be. Az oktatás során nagyon fontos, hogy a tanulók személyes kontaktusba kerüljenek a műszerrel. A diagram szerint jól látható, hogy magas az egyéni és a csoportos műszerhasználat, kiemelkedő a Nyugat-Dunántúli Régióban, ahol „csak tanári bemutató” nincsen.



34. ábra: Gyakorlati foglalkozások műszerhasználata (saját adat)

A negyedik kérdéscsoport arra kérdezett rá, hogy a tanulók mennyire szeretnek egyénileg, párban, **csoportosan** dolgozni, vagy éppen, hogy amennyire szeretik, ha csak a tanár dolgozik. Vagyis a műszerhasználat formáihoz való attitűdöt vizsgáltuk meg. A kooperatív tanulás a reformpedagógia elterjedésével egyre inkább nagy szerepet játszik az iskolák pedagógiai módszereiben.¹⁴⁴



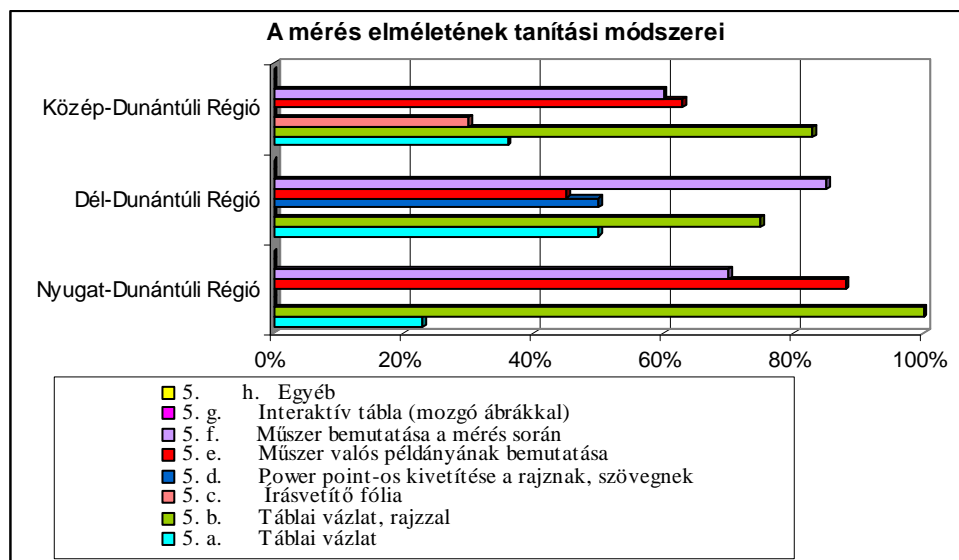
35. ábra: Mérési formák attitűd-vizsgálata (saját adat)

¹⁴⁴ Horváth Andrea: Kooperatív technikák. Hatékonyság a nevelésben. ALTERN füzetek 7. OKI Iskolafejlesztési Központ, Budapest, 1994.

A Közép-Dunántúli Régió tanulóinak a 30%-a tartja optimálisnak az egyedüli munkát, míg a Nyugat-Dunántúli Régió diákjainak 11%-a szerint az. A páros műszerhasználat mindhárom középiskolában igen kedvelt (58%, 55%, 46%). A kooperatív műszeres gyakorlat a Nyugat-Dunántúli Régió (52%) valamint a Közép-Dunántúli Régió (32%) tanulói között kapott nagyobb tetszési indexet. A fenti diagramon jól látható, hogy a tanulók számára fontos a csoportban való dolgozás, mérés, illetve az ezen keresztül megvalósuló tapasztalásos tanulás.

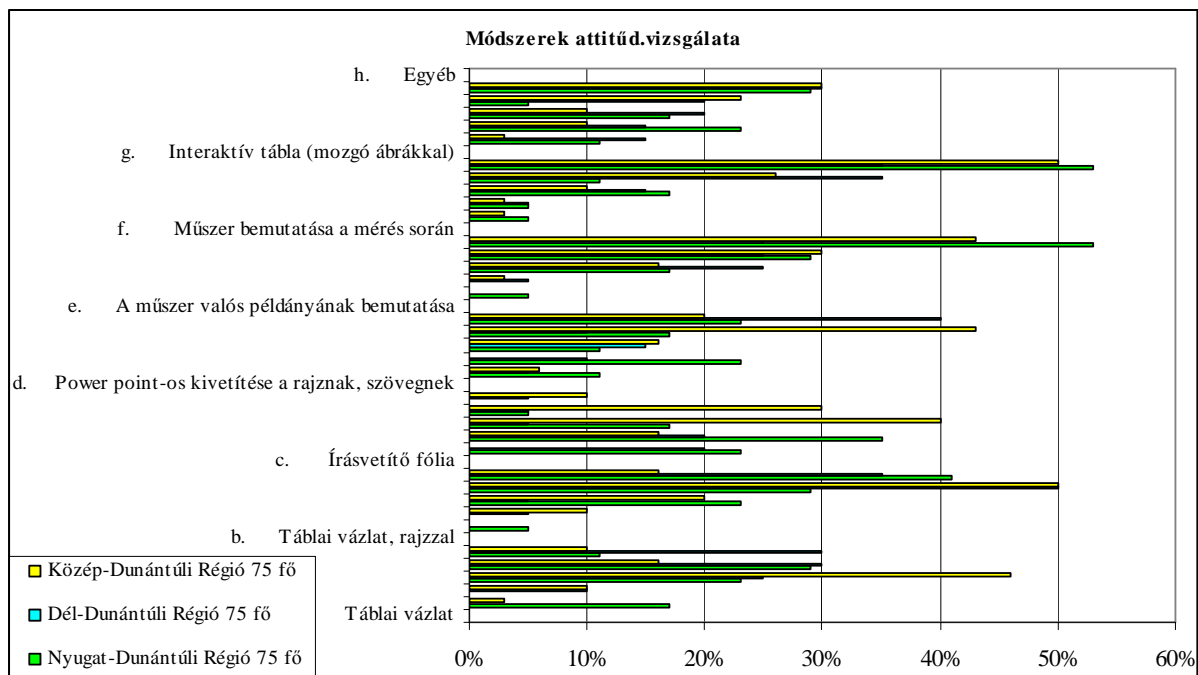
A tanár által történő műszerbemutató a Nyugati-, és a Dél-Dunántúli Régió diákjai körében a legoptimálisabb.

Az ötödik kérdés az elméleti órák **tanári szemléltetés**, bemutatás módszertanára kérdez rá. Az ábrán jól látszik, hogy a Közép-Dunántúli középiskolák szaktanárai a Power point-os kivetítést alkalmazzák leginkább (98%) a műszerbemutató, a táblai vázlat valamint az írásvetítő fólia mellett, míg Dél-Dunántúli oktatók az írásvetítő fóliát részesítik előnyben (100%). A Nyugat-Dunántúli Régió tanárai pedig legnagyobb arányban (88%) a műszer való bemutatását alkalmazzák, mely a gazdag műszerparkra vezethető vissza.



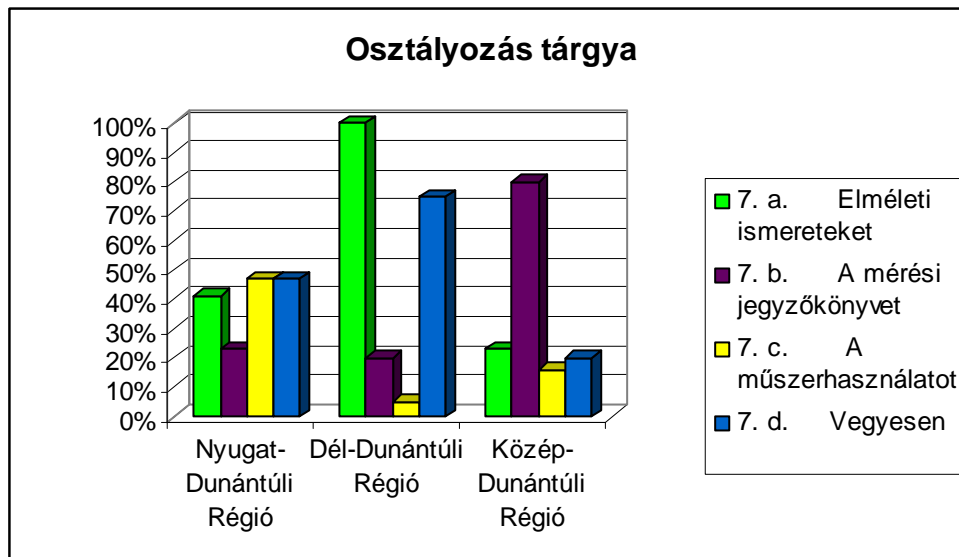
36. ábra: A mérés elméletének tanítási módszertana (saját adat)

A hatodik kérdéskör az előző kérdésben felsorolt **módszerek attitűd-vizsgálatát** taglalja. Az alábbi ábra szerint a régi, „hagyományos” táblai rajz és a fólia már nem köti le annyira a figyelmet, mint egy aktív mozgó ábra vagy a műszer való bemutatása.



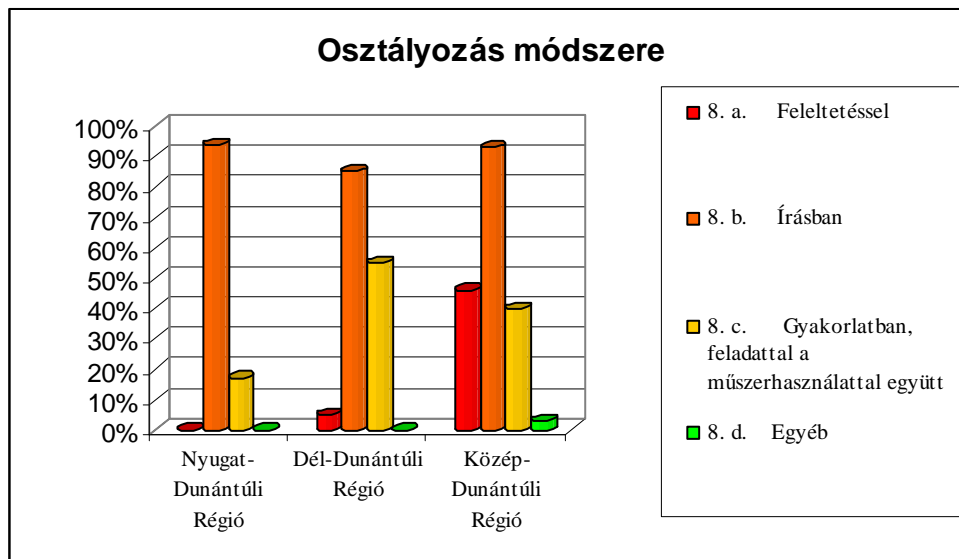
37. ábra: Alkalmazott módszerek attitűd-vizsgálata (saját adat)

A **tanári osztályozás** tárgyát kérdezi a hetedik kérdés, mely szerint összefoglaló ismereteket tükröz-e a kapott jegy vagy nem. Vagyis, hogy mit értékelnek/osztályoznak a tanárok? Az eredmények szerint, a Közép-Dunántúli Régióban az elméleti ismeretek vannak túlsúlyban, míg Nyugati Régió oktatói a „vegyes” ismereteket osztályozzák.



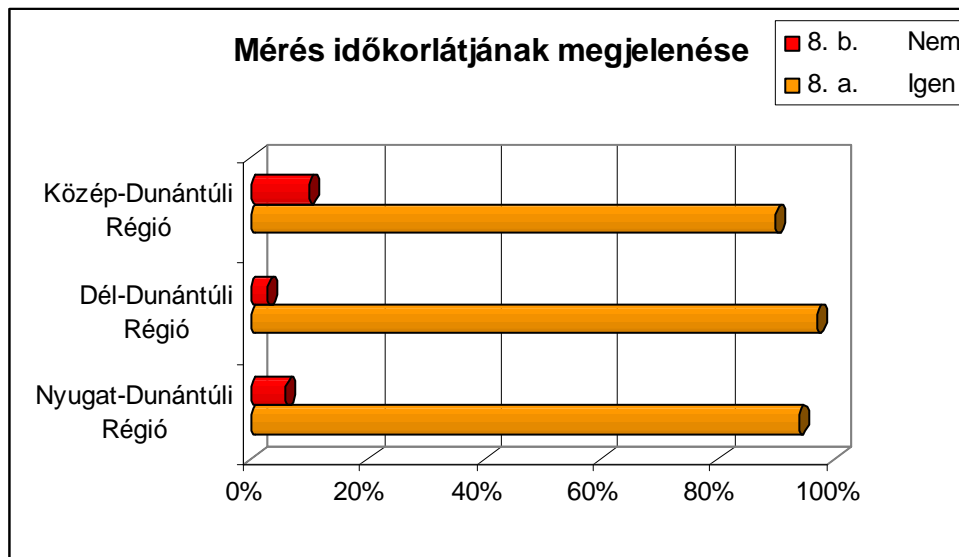
38. ábra: Az osztályozás tárgya (saját adat)

A tanári osztályozás módszerei közül az írásbeli feleltetés a legtöbb, de magas a gyakorlati feleltetések száma is.



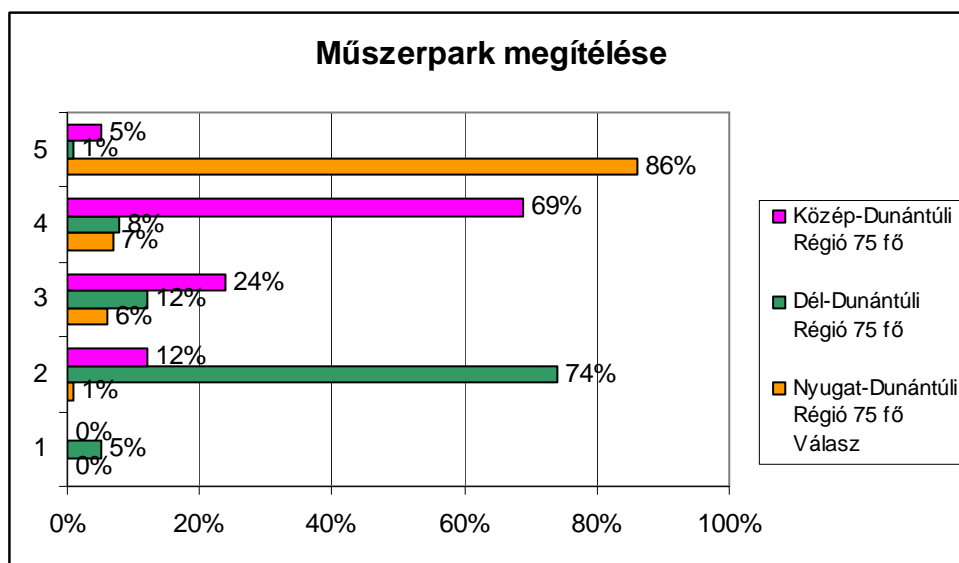
39. ábra: Az osztályozás módja (saját adat)

A **mérésre vonatkozó időkorlát**, minden iskolában van, hiszen a gyakorlatok időtartama is kötött.



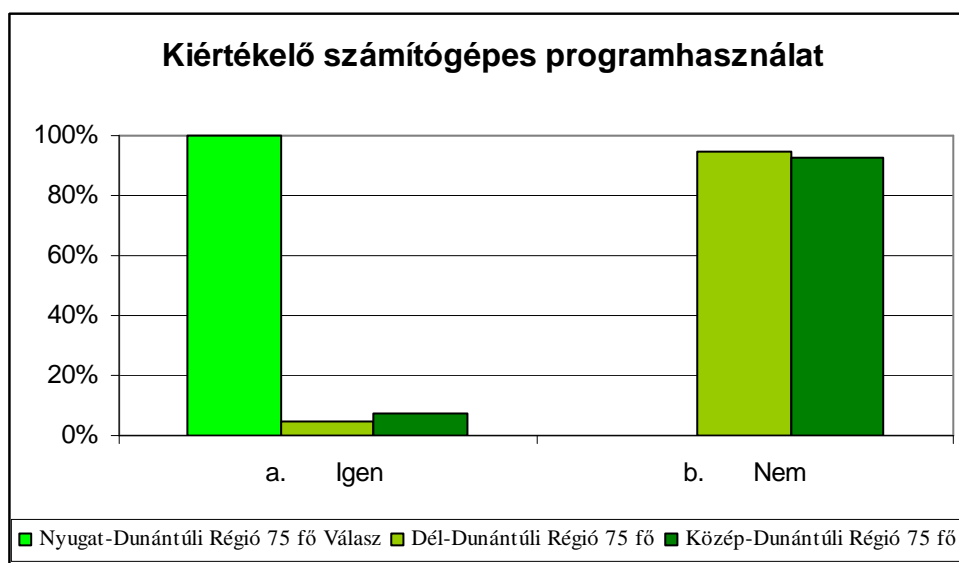
40. ábra: Az időkorlát megjelenése (saját adat)

Az **iskola műszerparkjának megítélése** volt a tizenegyedik kérdés. Mind a három régió tanulójának a saját műszerparkjáról pozitív az attitűdje (86%, 69%, 74%) az iskoláikban található gyakorlati laboros műszeres felszereltségről.



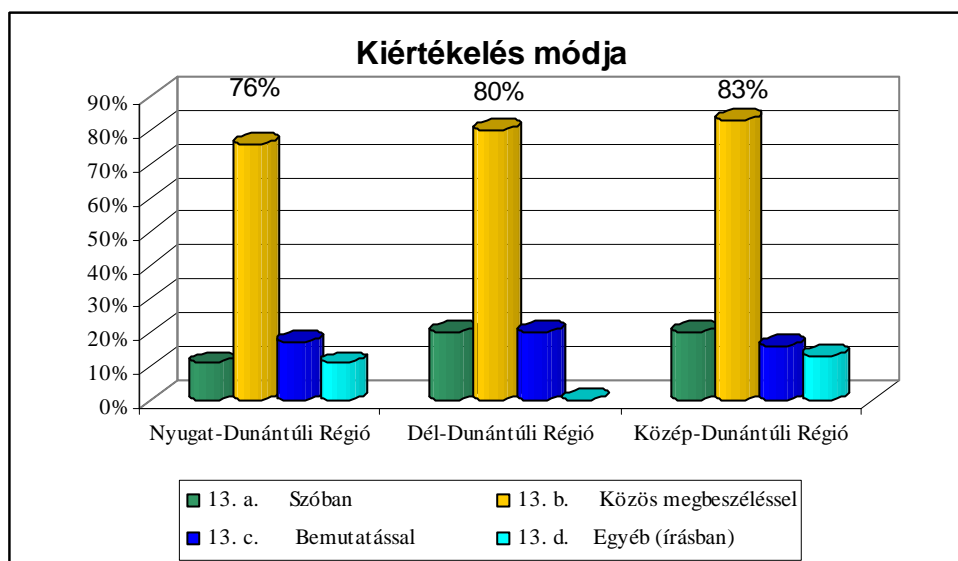
41. ábra: Az iskolák műszerparkjának megítélése (saját adat)

A tizenkettedik kérdés taglalta a **kiértékelő számítógépes programhasználatot**. Csak a Nyugat-Dunántúli Régió tanulói alkalmaznak ilyet. Az értékelés folyamán a tanulók elmondása szerint csak az Excel táblázatkezelő programot használják.



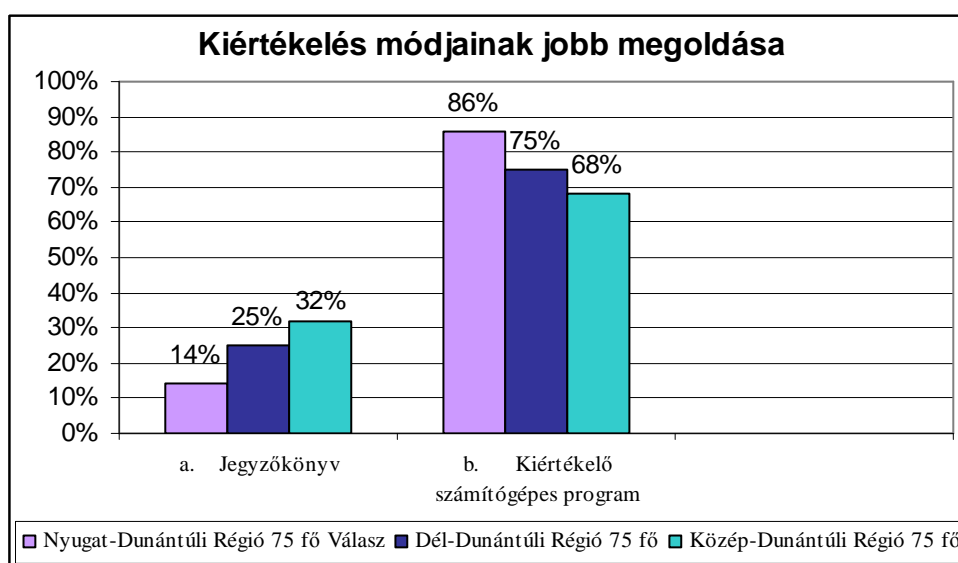
42. ábra: Kiértékelő számítógépes programhasználat (saját adat)

A tizenharmadik kérdés a **kiértékelés módszerére** kérdezett rá. Az eredmények szerint a tanulók válaszainak átlaga szerint 80%-ban közös megbeszélés útján értékelik ki a mérések eredményét. A szóbeli vizsgálat folyamán megtudtuk, hogy a megbeszélés útján történő értékelés a tanárral folytatott közös értelmezését jelenti az eredményeknek.



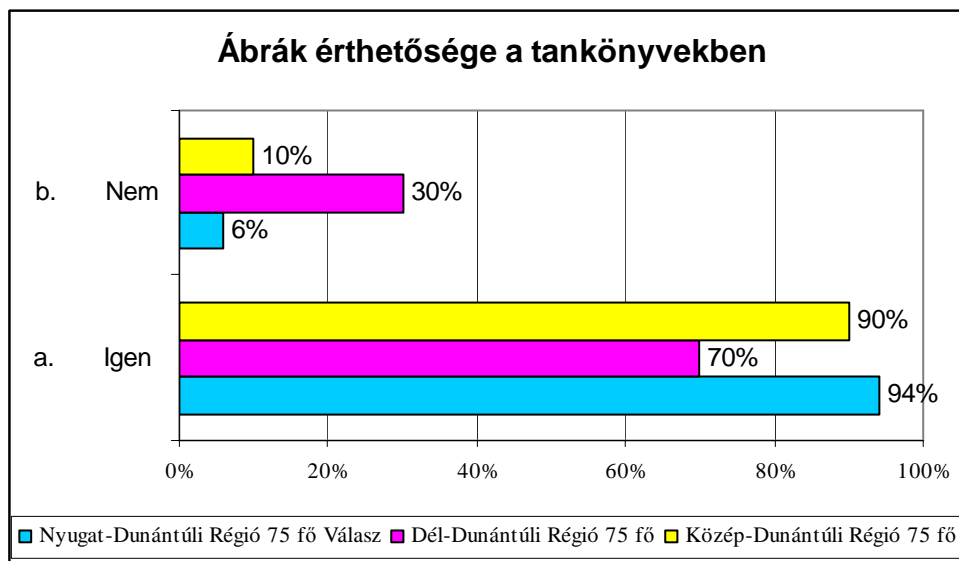
43. ábra: Kiértékelés módja (saját adat)

Az utolsó kérdés eredményei szerint a diákok optimálisabbnak tartják a számítógépes kiértékelést, a gyorsaság és a pontosság miatt.



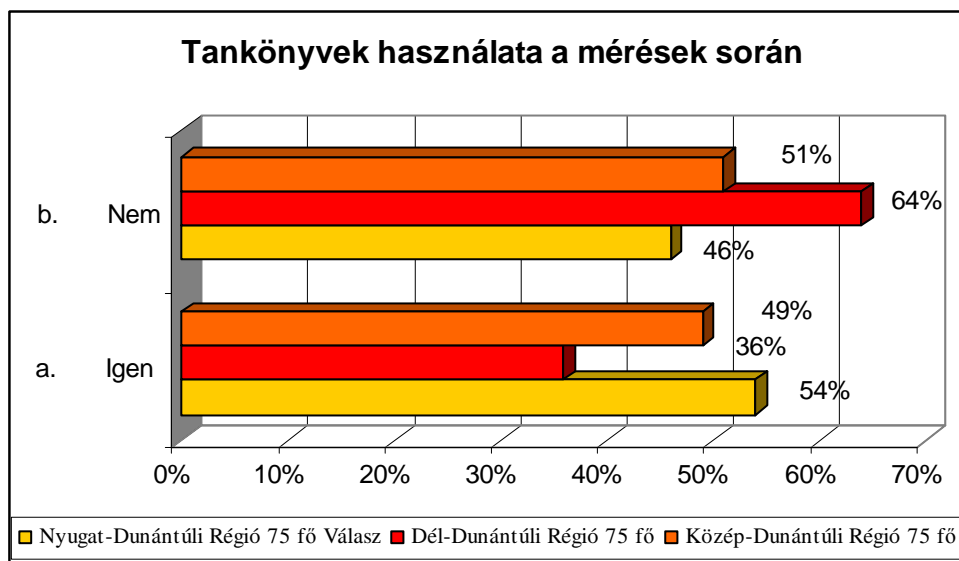
44. ábra: Kiértékelés módjának optimálisabb megoldása a tanulók szerint (saját adat)

Az tizennegyedik kérdés a **tankönyvek ábráinak** értelmezhetőségére utal, hiszen a tanulók többsége a tankönyvből tanul, így fontos az ábrák megfelelő használata, megértése. A diákoknak érthetőek (90%, 70%, 94%) az ábrák, bár a siófoki tanulók 30%-a szerint nem.



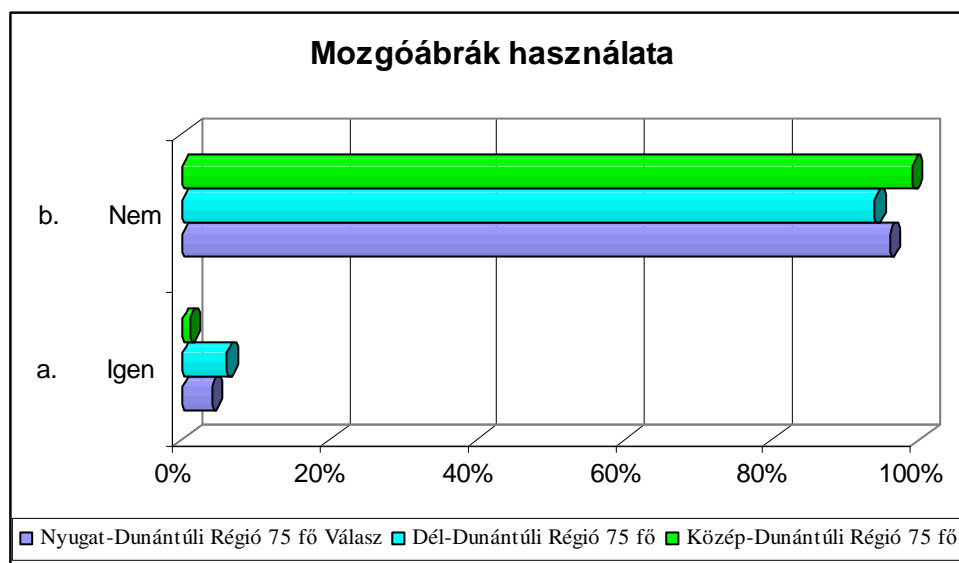
45. ábra: Tankönyv műszeres ábráinak érthetősége (saját adat)

A tizenötödik kérdés a **tankönyvek használatát** kérdezi a mérések során. Az eredmények alapján látható, hogy majdnem 50-50%-os ennek megoszlása.



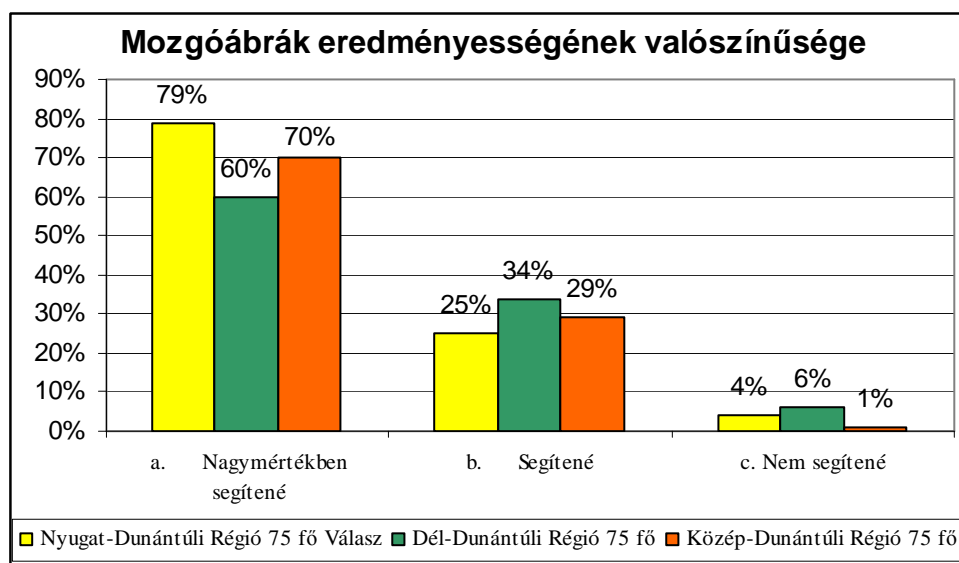
46. ábra: Tankönyv használata a mérések során (saját adat)

A tizenhatodik kérdés a **multimédiás mozgóábrák használatáról** szól. A válaszok alapján egyértelműen kiderül, hogy az iskolákban még egyáltalán nem használnak ilyen tananyagokat.



47. ábra: Multimédiás mozgóábrák használata a mérések során (saját adat)

A tizenhetedik kérdés ezen ábrák módszertani eredményességének valószínűségére kérdez rá. A diákok véleménye szerint nagymértékben segítené ez a módszer a tanulást.



48. ábra: Multimédiás mozgóábrák eredményességének valószínűsége (saját adat)

Összegzés

Összességében elmondható, hogy a három régió szakközépiskoláinak mérési oktatása a tanulók szemszögéből is magas színvonalon kell, hogy történjen. A tanulók is magas igényt tartanak a csoportos gyakorlatokra, a részletes és érthető tanári magyarázatra, a jól felszerelt műszerparkra. A diákok szerint fontos lenne számukra az IKT-s eszközök megjelenítése mind az elméleti, mind a gyakorlati órák során. Elmondható, hogy jók és érthetőek a tanári magyarázatok és a tankönyvi ábrák egyaránt. Tehát a hipotézisek megállják a helyüket.

4.3. A tanórai megfigyelések, új módszerek és eszközök bemutatásának elemzése

A disszertáció céljainak, feladatainak megfelelően az empirikus kutatásokból levont következtetésekre épülően fejlesztettük ki azokat a tanári útmutatókat és módszereket, amelyek a hiányosságok, kevésbé hatékony módszerek és problémák csökkentését szolgálják. Ennek egyik formája egy EcoLab multiméter bemutatása, illetve alkalmazása. Másik formája a mérés technikai tananyag néhány témakörének vizualizációja. Mindezekhez a tanórai tevékenységek mérnök tanár jelölt hallgatók megfigyelései kapcsolódnak, amelyek hospitálási jegyzőkönyvei dokumentált formában rögzítették a hallgatók és a disszertáció megfigyeléseit, valamint tudáspróbákkal készítettünk el mindkét módszer eredményesség vizsgálatát a szombathelyi Herman Ottó Szakközépiskola (továbbiakban Herman SZKI) két tanuló csoportja segítségével.

4.3.1. Tanórai megfigyelések

A kérdőíves felmérést elemző megállapításainkat alátámasztja, és egyben kiegészíti a Herman SZKI-ban folytatott folyamatos óramegfigyelések a 24 fős 13. K. osztályban, melyeket hat mérnök tanár hallgatóval végeztünk el. A felmérés során jegyzőkönyvet készítettek az egyetem hallgatói az órák menetéről (5.SZ. MELLÉKLET).

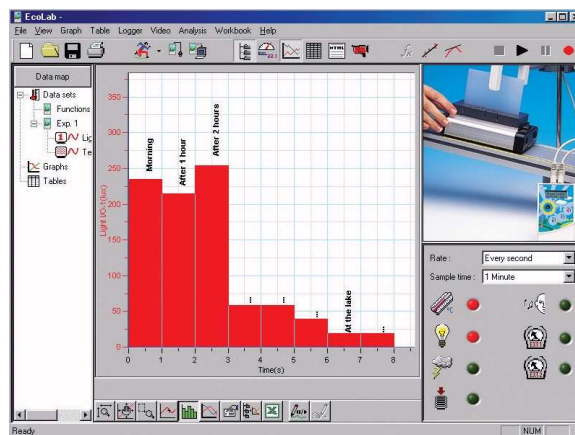
A jegyzőkönyv tartalmazza a gyakorlat időpontját, helyét, a tanóra típusát és az óra menetét, a motivációs eszközöket és a tanítási módszereket. Vélemény megfogalmazására az utolsó pontban volt lehetősége a mérnök tanár hallgatóknak. A hat jelölt közül négyen a mérések gyorsaságát emelték ki a digitális műszerek alkalmazásával kapcsolatban. Jegyzőkönyv készült talajvizsgálatról, víz- és zaj vizsgálatról, valamint levegőtisztaság vizsgálat berendezéseinek környezettechnikai bemutató óráiról. Ez utóbbi során a megfigyelések mellett kísérletet tettünk az új IKT-s módszerek gyakorlati alkalmazására is. Kutatásra kerültek a macromedia flash programmal készített levegőtisztító berendezések mozgó ábrái. Így aktív részvételük segítő tényezővé vált az informatikai kompetencia fejlesztésében is.

A kutatás menetét és eredményeit a 4.3.3.4. fejezet részletezi.

4.3.2. Az EcoLab multiméter előnyei és használati tapasztalatai

Az előzőekben ismertetett lényegében fejlesztésnek számító módszer, illetve tevékenység mellett az Ecolab multiméter csomag (EcoLab) és egy hagyományos műszerhasználat összehasonlító elemzésére is sor került a szombathelyi Herman SZKI-ben. A gyakorlati megfigyelések során bizonyítottá vált, hogy az EcoLab használata a gyakorlati órákat gyorsabbá tette, valamint a tanulók figyelmét, érdeklődését jobban fenntartotta, mint a hagyományos műszer használata. Ez a nagy teljesítményű mérés adatgyűjtő öt beépített érzékelővel felszerelt, zsebméretű mérőeszköz, melyhez még két bemeneten keresztül akár 30 különféle érzékelőt is lehet csatlakoztatni. Az egy gombbal való működtetés még a tanulók számára is barátságossá és könnyen kezelhetővé teszi a mérőeszközt.

Nagy pontossága és megbízhatósága miatt nemcsak általános iskolákban, de középiskolákban, egyetemeken, tudományos kutató-intézetekben és az iparban is alkalmazható.¹⁴⁵



5.-6. kép: Ecolog teljes felszerelése¹⁴⁶ és az Ecolab szoftver képe¹⁴⁷

A kísérleti mérés során vízminőség vizsgálatot végzett az osztály. A szaktanár két csoportra osztotta a tanulókat. Az egyik csoport megkapta környezetvédelmi mérőbőröndöt és liquofot típusú vezetőképesség mérőt, míg a másik csoport a multiméterrel végezte el a mérést.



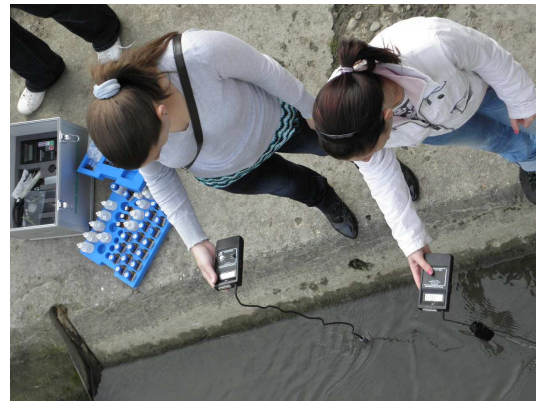
7.-8. kép: Kontroll csoport a „régí” eszközzel (saját feldolgozás)

¹⁴⁵ Tartozékai: 5 beépített, jó minőségű érzékelő az alábbi összeállításban: hőmérséklet, fényintenzitás, légnyomás, páratartalom, zajszint; két külső érzékelő bemenet; mintavételi sebesség: 2/óra - 10/másodperc; egyidejűleg maximum 7 érzékelővel lehet mérni; 8 bit (256 szintű) mintavételi felbontóképeség; 8 KB beépített memória (opcionális 16 KB); db 1,5 V-os elemmel működtethető. A műszer és a szoftver Windows kompatibilis így egyesíti magában a tudományos adatelemző hatékonyságát egy barátságos kezelőfelülettel, melyet még a diákok is könnyen használnak. Összehasonlíja az adatokat a grafikonon, és szinte bármely matematikai függvényt fel tud használni az adatok feldolgozása során. Az összegyűjtött adatok exportálhatók táblázatba és adatbázis rendszerbe. Az adatok különböző műszer típusoknak megfelelő formátumokban is megjeleníthetők: analóg, digitális, stb¹⁴³

¹⁴⁶ http://www.ite.hu/data/images/kat_elonez60px/termtud_nagy.jpg

¹⁴⁷ http://www.ite.hu/data/images/ecologxl/ecolab_nagy.jpg

A **kontroll csoport**, amelyik a „hagyományos/régi” mérőeszközöket alkalmazta, a mérés során külön alkalmazta a környezetvédelmi mérőkoffert (reagenseket, a hőmérőt, a kézi pH mérőt, és a stopperórát), valamint a konduktométert. Így a vezetőképességet a konduktométerrel a laborban, míg a reagensek hozzáadásával külön, külön meghatározták a vizsgált komponensek mennyiségét a pH és a hőmérséklet mérését még a terepen. A mérés kb. egy és fél órát vett igénybe. A végeredményt jegyzőkönyvbe jegyezték, mely a 8. SZ. MELLÉKLETBEN található. A **kísérleti csoport** az EcoLab multiméter segítségével kevesebb, mint fél óra alatt végzett, hiszen az elektródok segítségével és gyors kalibrálással az vezetőképességet, a hőmérsékletet a pH-t, és a többi komponenst is megtudták határozni kinn a terepen. A laborban egyáltalán nem kellett dolgozniuk.



9.-10. kép: Kísérleti csoport multiméterrel (saját feldolgozás)

A végeredményt ők is jegyzőkönyvbe jegyezték, mely a 8. SZ. MELLÉKLETBEN található. Látható, hogy a jegyzőkönyvekben az eredmények alapján eltérés nincs, de a diákok hatékonyabbnak vélték a multimétert, hiszen nemcsak hogy hamarabb végeztek vele, könnyebb mérésmenetet eredményezett az egyszerű kezelése és a gyorsasága és labor nélküli folyamatos terepmunka miatt.

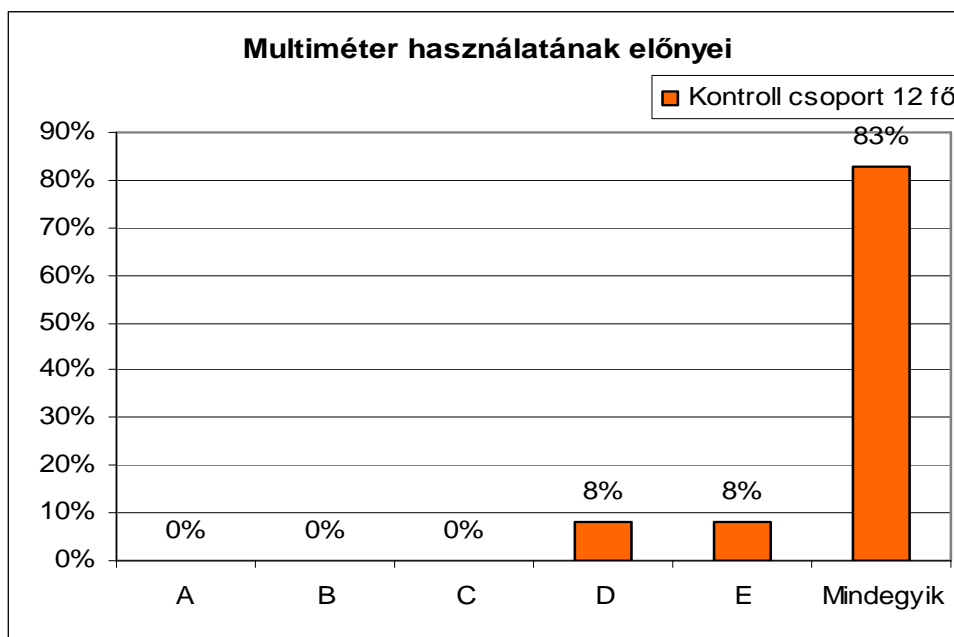
4.3.3. Az EcoLab multiméter eredményességvizsgálata

A mérés utáni tanórán egy tudásfelmérő következett mindkét csoportnak. A csoportok ugyanazon kérdéseket kapták a feladatlapjaikon (9. SZ. MELLÉKLET). A feladatlap hat kérdést foglalt magába, melyek a mérés elvét, műszer bemutatását, mérés lépéseit, működési elveket, adatsorok és az eredmények bemutatását tartalmazta. Az első négy kérdés öt pontot ért, az ötödik kérdés tíz pontos, míg az utolsó nyolc pontos kérdés volt. A válaszokat rövid 5-10 mondatos kifejtéses és rajzos formában adták meg a diákok. A pontozott kérdéseken kívül a mérés időtartamát és a nevet kellett feltüntetni, melyre természetesen pontszám nem járt.

Hipotézisek:

- A multiméteres mérés rövidebb ideig tart,
- A kísérleti csoport műszerbemutatása pontosabb, felépítésének leírása részletesebb,
- A diákok számára fontos az idő rövidege és a műszer pontossága,
- Pontosabban írja le a kísérleti csoport a mérés lépéseit és a mérési adatsorokat.

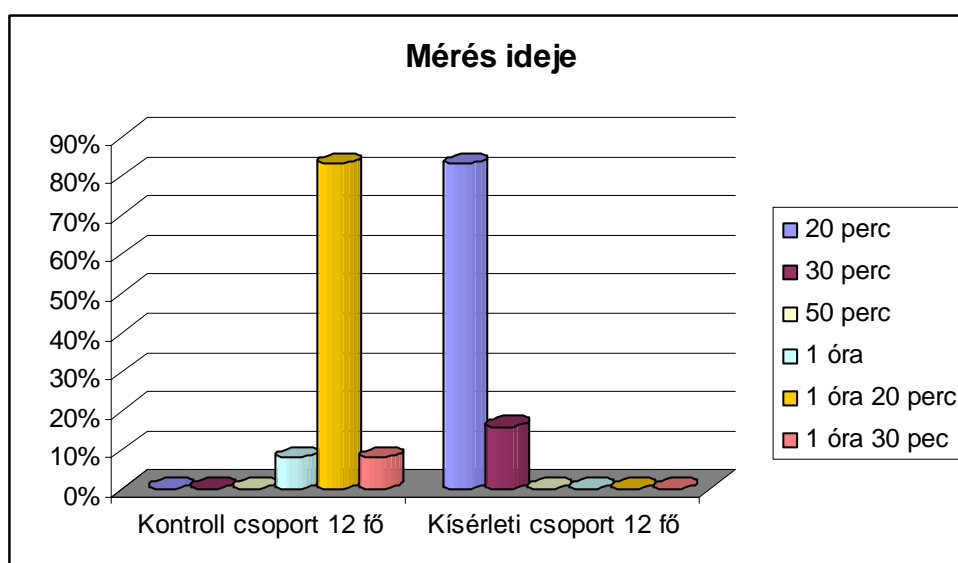
A kísérleti csoport dolgozatlapján csak egy kiegészítő kérdéssel volt több, melyben a **multiméter használatának előnyeire** kérdeztünk rá. Ez utóbbi eredményét az alábbi ábra szemlélteti:



49. ábra: Multiméter személyes előnye (saját adat)

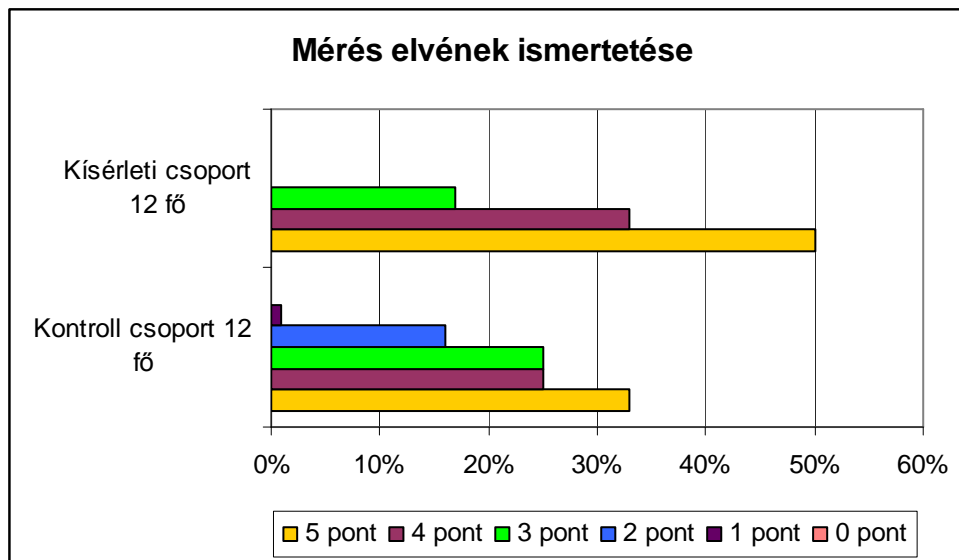
A felmérés eredménye alapján jól látható, hogy a diákoknak nagy előnyt jelent, a gyorsaság, a pontosság, az adatrögzítés egyszerűsége és az értékelés átláthatósága.

A **mérések időtartama** között nagy különbségek voltak, hiszen a hagyományos eszközökkel való mérés több, mint egy órán keresztül tartott, míg a multiméteres mérés kevesebb ideig tartott, mint fél óra. Az eredményeket az 50. ábra mutatja:



50. ábra: Mérési időtartamok (saját adat)

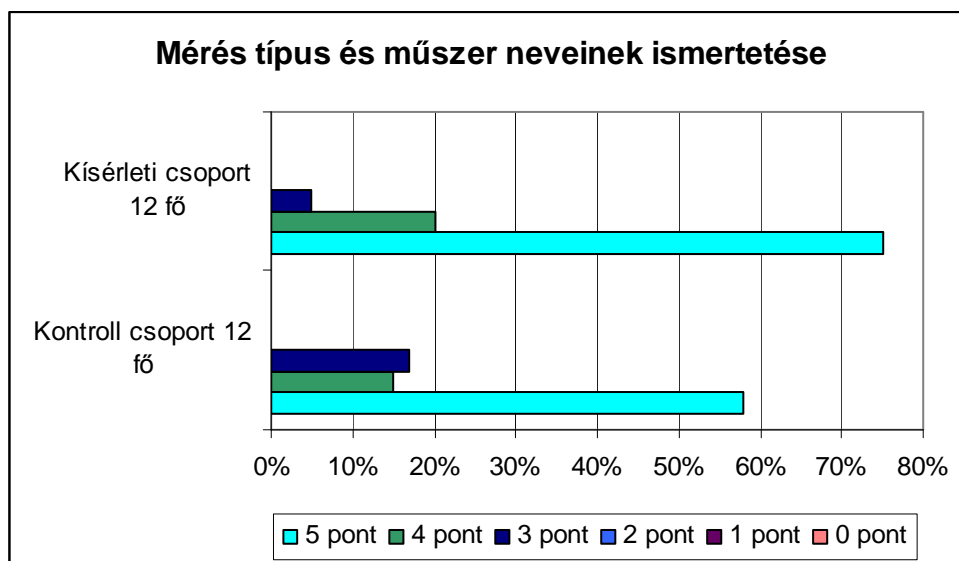
A **tudásfelmérés** első feladata a mérés elvének ismertetése volt. Maximum pontot, az a tanuló kapott, aki a vízminőség-vizsgálatok elvének rövid leírását adta, mely szerint a víz minőségét befolyásoló tényezőket (pH, hőmérséklet, szín, vezetőképesség, oldott oxigén, fémek, stb.) felsorolta és röviden ismertette.



51. ábra: Mérési elv bemutatása (saját adat)

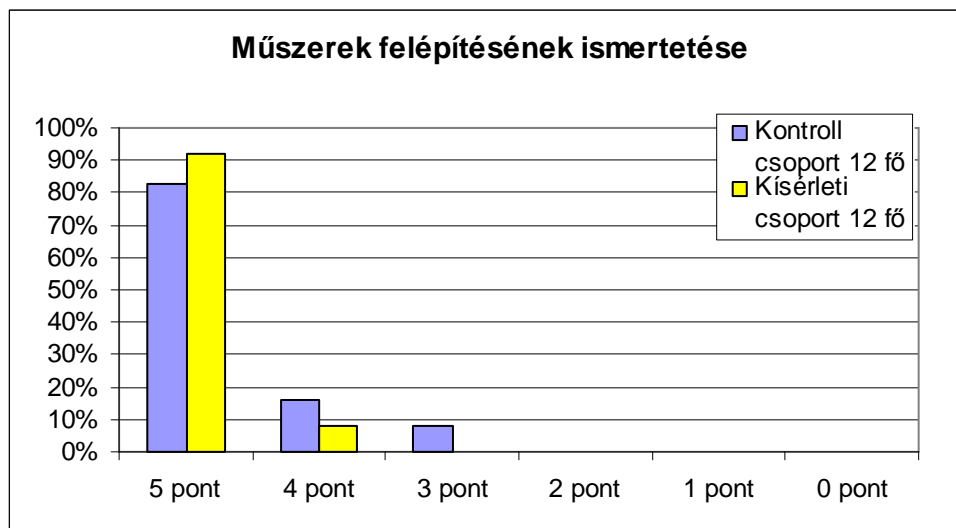
Az eredmény alapján a kísérleti csoportból többen érték el maximális pontot, de a kontroll csoport pontjai sem mutatnak nagy hiányosságot, hiszen 0 pontot senki nem kapott.

A második kérdésben a **mérés típusait** (pH, hőmérséklet, oldott oxigén, fémtartalom, vezetőképesség meghatározás) kellett felsorolni, valamint a **műszerek neveit**. A kísérleti csoportnak csak a multimétert, míg a kontroll csoportnak a hőmérőket, vezetőképesség-mérőt és a mérőkoffert kellett leírni. Ezek tükrében alakult ki a maximális pontszám. A kísérleti csoport 75%-a tökéletesen teljesítette ezt a feladatot, míg a kontroll csoportból csak 59%.



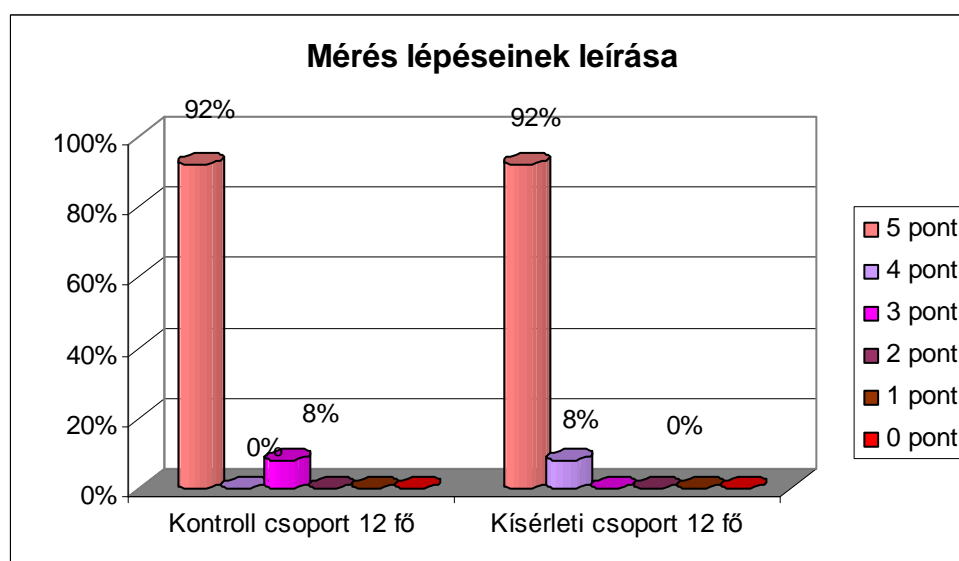
52. ábra: Mérés típusának, műszer/ek neveinek bemutatása (saját adat)

A harmadik kérdés a **műszer felépítését és működési elvét** kérdezte. A legmagasabb pontszám a működési elvnél, minden típusra elég volt egy- egy szó (feszültségmérés, fajlagos – ellenállás, potenciometria, hőmérsékletkülönbségek, stb.). A műszer/ek felépítésénél, fel kellett sorolni a **műszer főbb részeit**. Természetesen a kísérleti csoportnak egyszerűbb feladata volt, hiszen egy műszert kellett bemutatni, míg a kontroll csoport három típust mutatott be. Ez az eredmények alapján is jól látszik, hiszen a kísérleti csoport jobban teljesített, 92%-uk kapott maximális pontot.



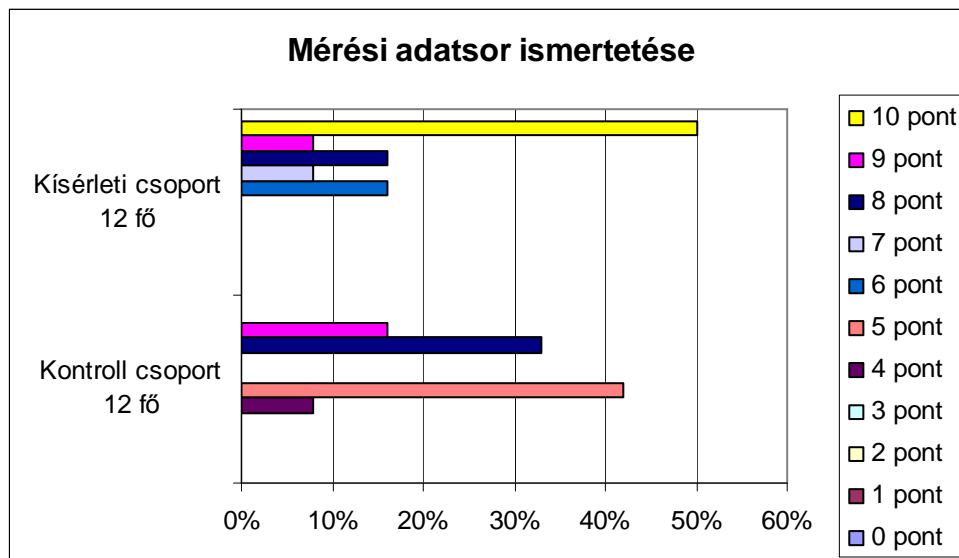
53. ábra: Mérés felépítésének ismertetése (saját adat)

A **mérés lépéseinek leírása**, egyszerűbb feladat volt, hiszen a kísérleti csoport leírta, az elektródok cseréjét, az adatok folyamatos rögzítését a multiméteren és az automatikus kiértékelést, majd a jegyzőkönyvek elkészítését. A kontroll csoport mérési menete csak a műszerekben különbözött, illetve abban hogy laborban végezték a vezetőképesség mérését. Eredményeik közel azonosak:

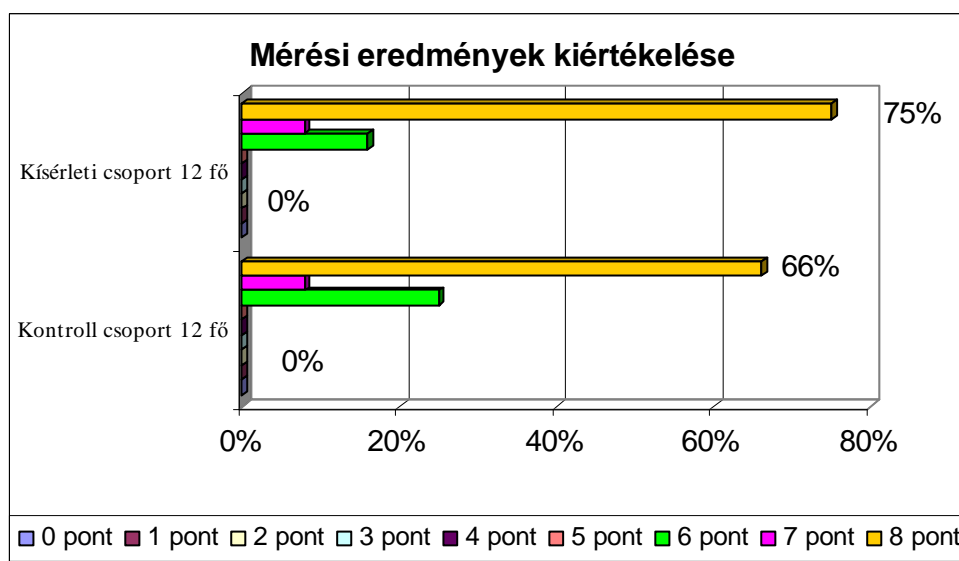


54. ábra: Mérés lépéseinek felsorolása (saját adat)

Az utolsó két kérdés összetettebb volt, hiszen az **adatok**at kellett ismertetni és értékelni, az ezekből kapott **eredményt**. A kísérleti csoport adatait a multiméter rögzítette Excel táblázatba, melyet a tanulók azonnal ki tudtak értékelni, hiszen átláthatóbb eredményeket kaptak és ezen eredményeket az alábbi két ábra is szemlélteti.



55. ábra: Mérési adatsorok ismertetése (saját adat)



56. ábra: Mérési eredmények kiértékelése (saját adat)

Összegzés

Feltevéseink megállták a helyüket, hiszen a multiméterrel való mérés eredményességének vizsgálata bizonyítja, hogy a diákok számára előnyös ez a műszer, hiszen a tudásanyag is átláthatóbbá vált számukra, könnyebben áttekinthető lett a mérés menete, elve, és ami a legfontosabb a mérési adatok kiértékelése is.

4.3.4. Az eredményesség növelése a tananyag vizualizációval

Korábbi oktatásinformatikai kutatások igazolják (*Kárpáti-Molnár*¹⁴⁸), hogy a tanulási motiváció és a tanulási hatékonyság, az információs és kommunikációs technológiák segítségével növekszik. A nemzetközi tudás-, és kompetencia felméréseken (PISA) azon országok diákjai teljesítenek magas szinten, akik a multimédiás megoldásokat (mozgóképek, hang, interaktív szoftverek) hatékonyan alkalmazzák. Az ezredfordulóra tehát nyilvánvalóvá vált, hogy új pedagógiai módszerekkel kell kísérletezni, hogy megvalósuljon a virtuális és valós, digitális eszközökkel és élőszóval közvetített tudás az osztálytermeken belül.¹⁴⁹

A kutatás 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 ábrák alapjainak egy része *Barótfi István* Környezettechnika c. könyvéből, másik része *Bodnár Ildikó* Kémiai analitika előadásjegyzeteiből való, míg harmadik része saját készítésű kép. Minden képet átformáztunk a mozgathatóság miatt, így egyik sem az eredeti formájában maradt meg. 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.¹⁵⁰

4.3.3.2. Környezeti mérések elméleti ismereteinek mozgó ábrái

Egy-egy modulnak a kezdőképernyője, a munkamenet közbeni folyamat képe és a végső állapota kerül bemutatásra a következőkben.

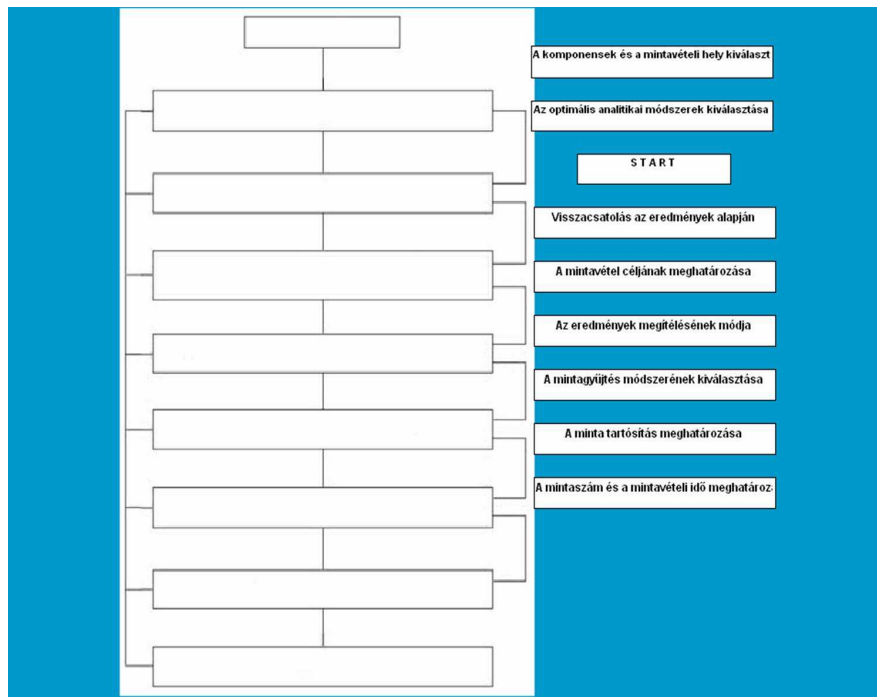
A mintavételi program folyamatábrája

A tanulónak a feladat során az adott üres téglalapokba kell behelyeznie a megfelelő szöveget, a megfelelő helyre.

¹⁴⁸ Kárpáti Andrea – Molnár Éva: Kompetenciafejlesztés az oktatási informatika eszközeivel. Magyar Pedagógia. 2006.

¹⁴⁹ Kárpáti Andrea: Informatikai módszerek az oktatásban. In: A tanítás-tanulás hatékony szervezése. Educatio. Budapest, 2008. pp. 113.

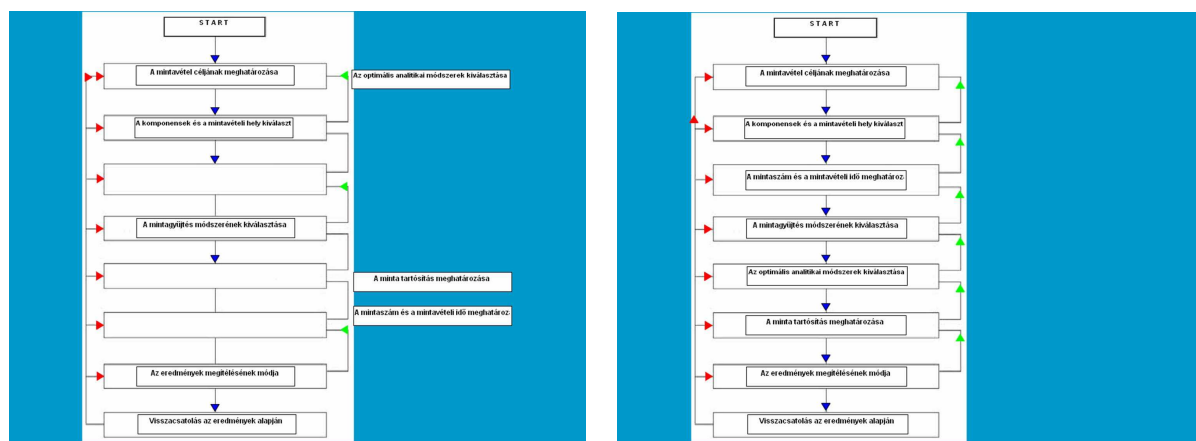
¹⁵⁰ Philipp Kerman: Tanuljunk meg a Macromedia Flash MX 2004 használatát 24 óra alatt. Kiskapu Kiadó. Budapest, 2004.



11. kép: A mintavételi program folyamatábrájának kezdő képe (saját feldolgozás)

Minden egyes szövegdox elhelyezésekor folyamatosan futó nyilak jelennek meg a visszacsatolás és a következő lépés irányába, valamint a szövegdoxok összefüggéseinek feltárása céljából.

Így a diák minden egyes mintavételi lépés funkcióját megismeri, fejleszti a logikus, műveletekben való gondolkodást. Ha nem is a megfelelő sorrendben helyezi el a tanuló a szöveget, akkor sem akad meg a munkamenet, hiszen a végcél a fontos a számára.

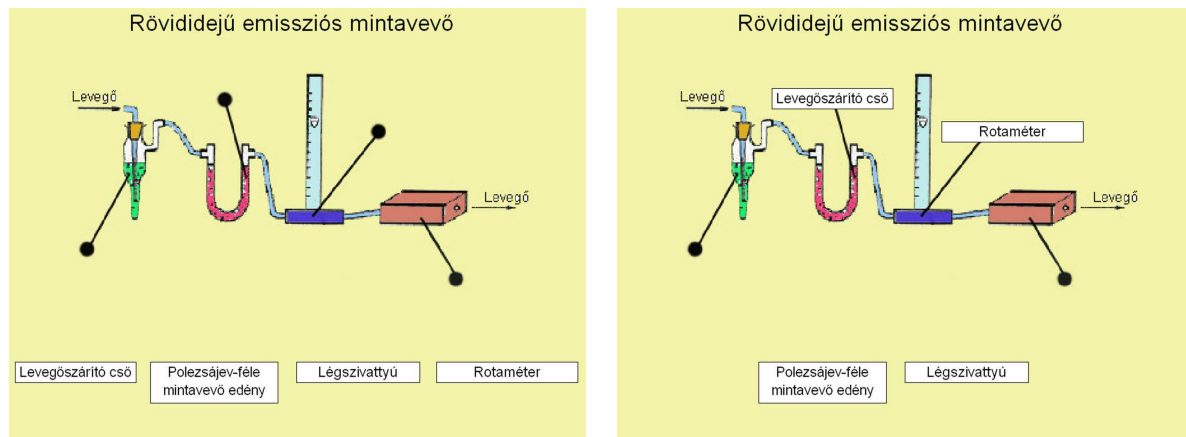


12. - 13. kép: A mintavételi program folyamatábrájának közbenső és záró képe (saját feldolgozás)

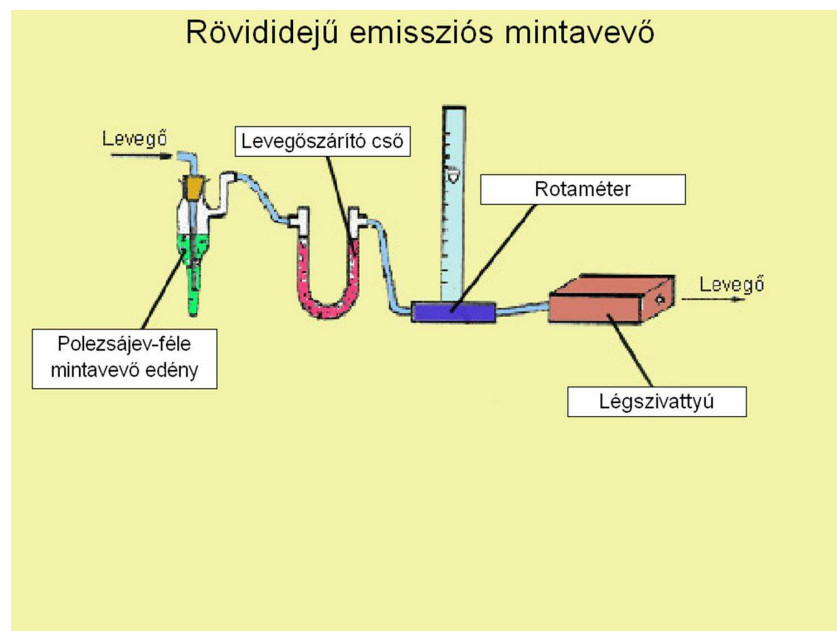
A helyes sorrend kialakításával nyilak segítik a diák munkáját és segítenek rögzíteni a visszacsatolást is. A végső lépésnél a diák jól látja, hogy a mintavétel minden egyes lépése összefügg a mintavétel céljával és eredményével. A munkafolyamat jól gyakorolható, hiszen folyamatosan lehet az elejéről kezdeni, mindaddig, míg hibátlan nem lesz a sorrend.

Levegővédelem mozgóábrái

A környezettechnikai tananyagmodulokból a légszennyező anyagok mintavétele c. részből a kutatás a rövid-, és a hosszúidejű gázmintavevőket, valamint a pormintavevő berendezések részletes ábráját tette mozgathatóvá, dinamikusá, hiszen ezen berendezések a szakközépiskolákban nem találhatóak, üzemlátogatás során pedig nem kerülnek szétszedésre. Így a működésük a mozgó ábrákkal a tanteremben is jól megfigyelhetők. A rövid-, és hosszúidejű emissziós gázmintavevőknél a tanulók feladata a szövegdobozok megfelelő helyre való berakása (illesztése) a számítógép egerének segítségével.

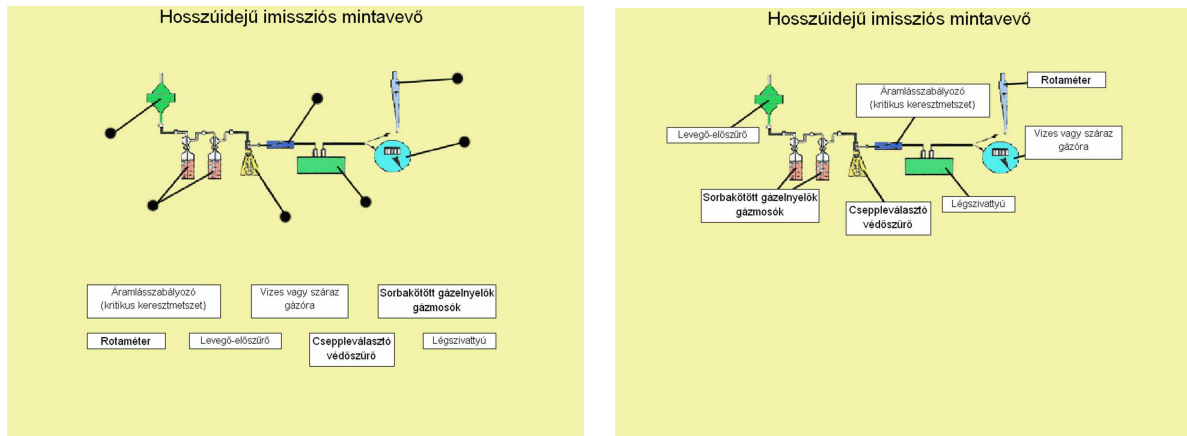


14.-15. kép: Rövididejű emissziós mintavevő kezdő és folyamat képe (saját feldolgozás)



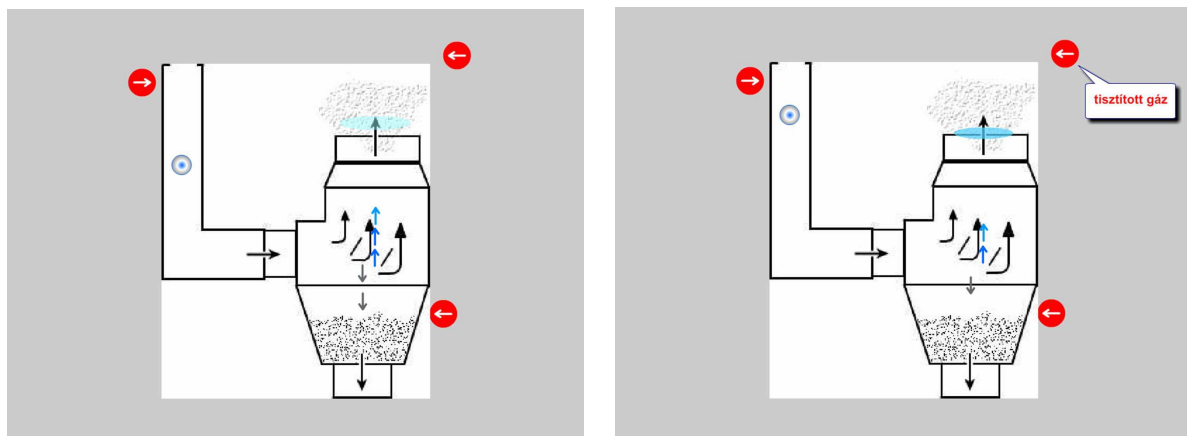
16. kép: Rövididejű emissziós mintavevő befejező képe (saját feldolgozás)

A hosszúidejű emissziós mintavevők mozgatható ábrája is ugyanezen a módon működik. A feladat újakezdése előtt a diák maga rakja vissza a szövegdobozokat ezzel is gyakorolva a műszer különböző részeinek, elemeinek az elnevezését, illetve helyét, funkcióját.



17.-18. kép: Hosszúidejű emissziós mintavevő kezdő és befejező képe (saját feldolgozás)

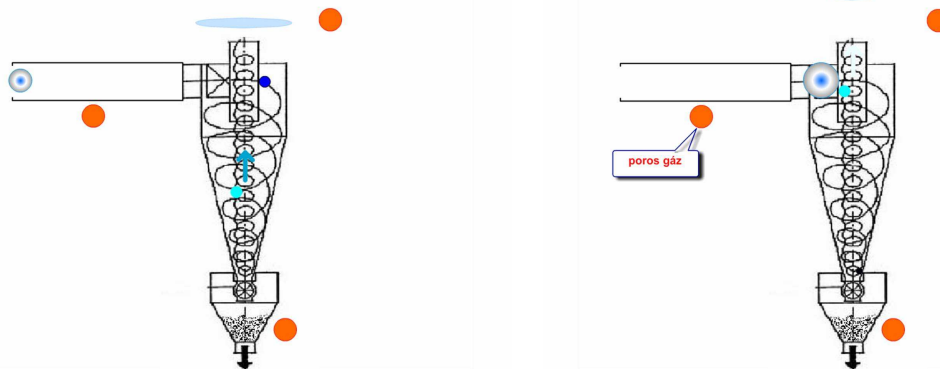
Az irányváltásos porleválasztó képe automatikusan folyamatosan mozog, nem a tanuló indítja a mozgást. Az ő feladata, hogy a nyilakra helyezve az egeret megismerje a berendezés részeit és elvi működését ezek révén a tanárnak ismertesse.



19.-20. kép: Irányváltásos porleválasztás kezdő és folyamat képe (saját feldolgozás)

A nyilak csak akkor jelennek meg, ha a diák maga mutat rá az egerrel, egyszerre csak egy nyíl jelenik meg. Jól láthatóvá válik, hogy a poros gáz a harántfalaknak ütközve megtisztul, a por leülepedik, a tisztított gáz eltávozik.

A porleválasztó berendezések másik fő fajtája is a mozgó ábrák közé került, hiszen a ciklonos porleválasztás is népszerű a nagyobb üzemekben.



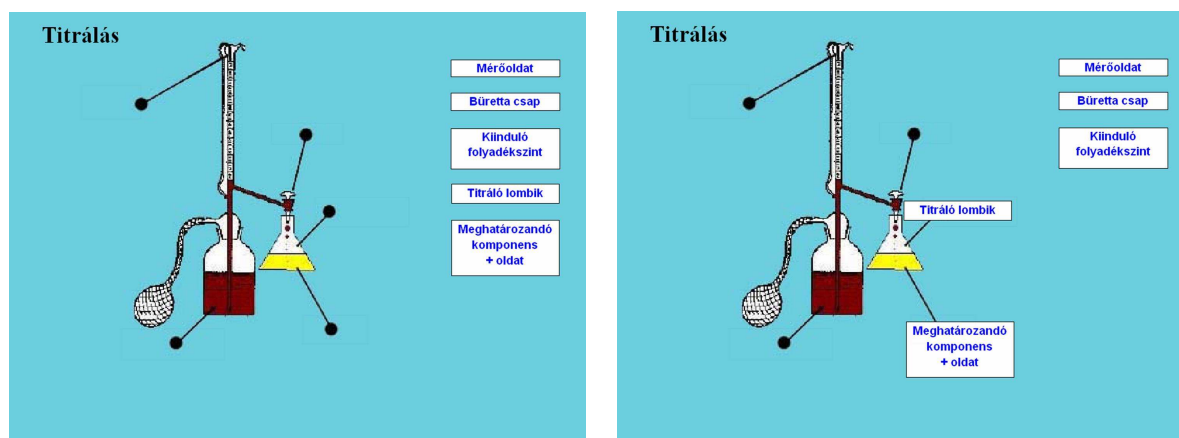
21.-22. kép: Ciklonos porleválasztó kezdőképe és folyamatábrája (saját feldolgozás)

A tanuló feladat ugyanaz, mint az irányváltásos porleválasztás mozgó ábrájánál. Az ábra automatikusan folyamatosan mozog, a sárga pöttyökre helyezve az egeret, látja meg a diák, hogy mi is történik tulajdonképpen. A poros gáz a ciklonokba kerülve megtisztul és a tisztított gáz súlyát vesztve felfele kezd kiáramlani.

Titrlás mozgóábrái

A titrlás, olyan analitikai módszer, amely minden környezetvédelemmel foglalkozó szakember számára elengedhetetlen. A középiskolák is előszeretettel alkalmazzák ezt a mérési módszert és a gyakorlatok során többször is megjelenik, hiszen pontos, egyszerű, összetett feladatok elvégzésére alkalmas, mivel a mérőoldat készítésétől egészen a koncentrációsámítás és a titrlási görbe elkészítéséig tart egy ilyen mérés munkamenete.

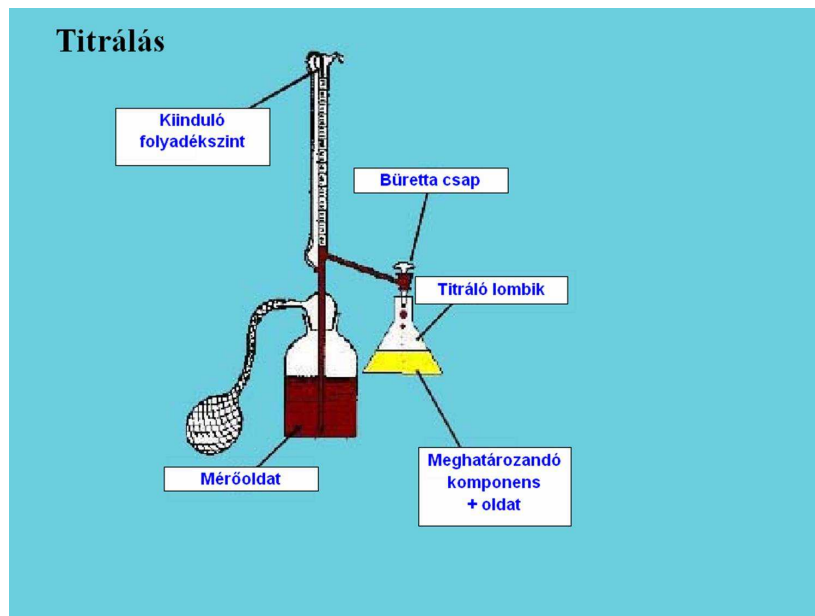
A mérés elméletének elmagyarázása során lehet alkalmazni a mozgatható ábrát, melynek kezdőképe az alábbi kép:



23.-24. kép: A titrlás kezdő és folyamatképe (saját feldolgozás)

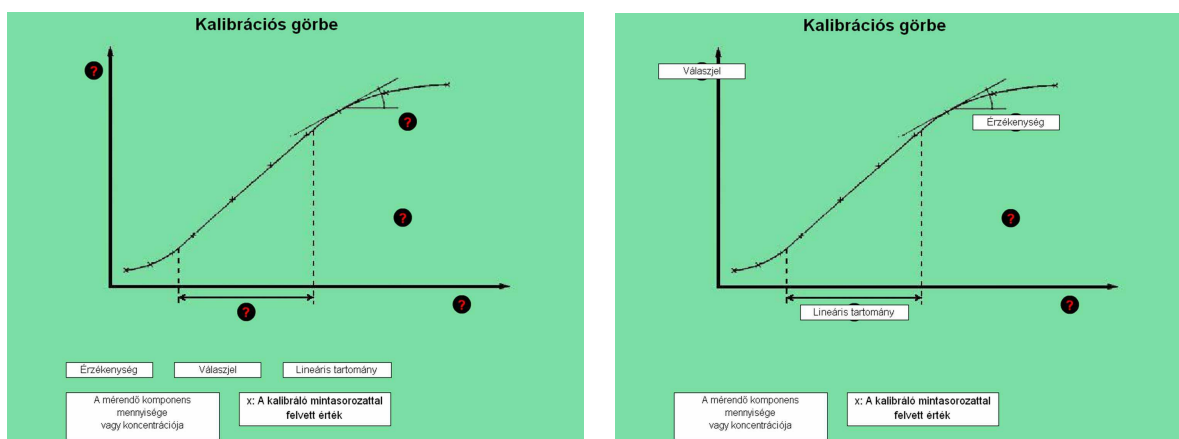
A tanuló feladata, hogy a fekete pöttyök helyére a megfelelő szövegdozsozt illessze be egyenként. Ezekben a szövegdozsozokban az eszközök nevei vannak beírva. A feladat során a tanuló nemcsak a laborban, hanem otthon is felelevenítheti, hogy a titrlás során mely eszközöket is használja.

Ha egy szövegdozst nem a megfelelő helyre rak, a szövegdozst automatikusan visszaugrik a képernyő jobb oldalára, a feladat végén, pedig a szövegdozstok visszahelyezésével kezdődhet újra a gyakorlás. Ez a visszapakolás is folyamatos elmélyítést jelent a tanuló számára, hiszen a visszahelyezés folyamán is látja, minek mi a neve, hol a pontos helye.



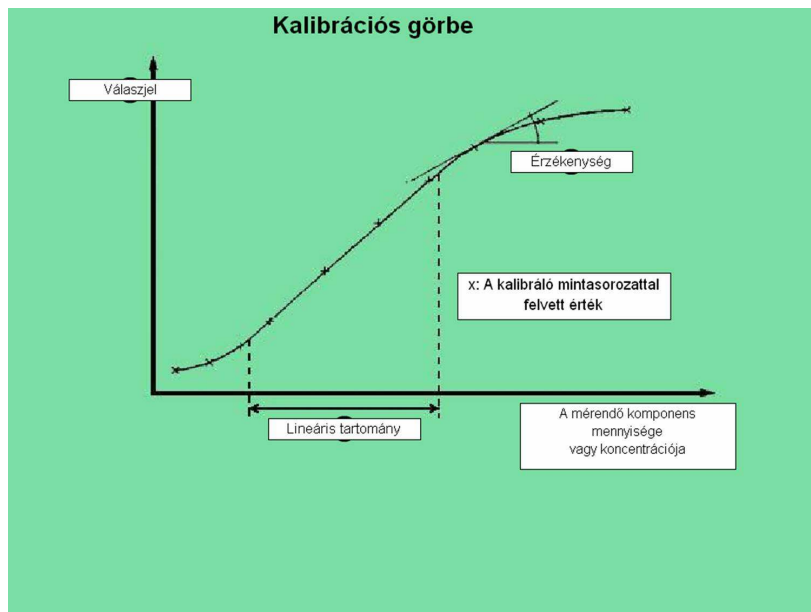
25. kép: A titrálás befejező képe (saját feldolgozás)

A titrálás végén a kalibrációs görbe elkészítésével kapja meg a diák grafikusan a mérőoldat koncentrációját, így annak elvi ismerete is elengedhetetlen. Így mozgatható ábra bemutatásával a tanár a diák közreműködésével jól el tudja magyarázni a **kalibrációs görbe részeit** és feladatát.



26.-27. kép: Kalibrációs görbe kezdő- és folyamatképe (saját feldolgozás)

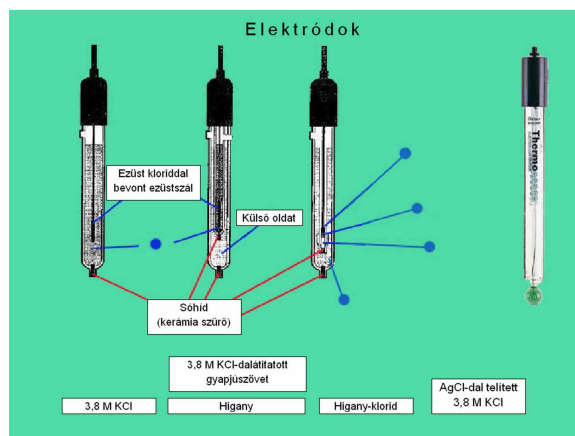
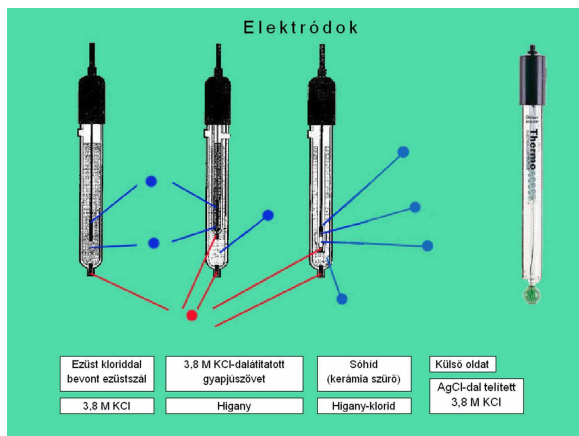
A diák feladata nem más, mint a kérdőjelek helyére behelyezni a megfelelő szövegdozst. Így nyilvánvalóvá válik, milyen információkat tartalmaz a görbe.



28. kép: Kalibrációs görbe befejező képe (saját feldolgozás)

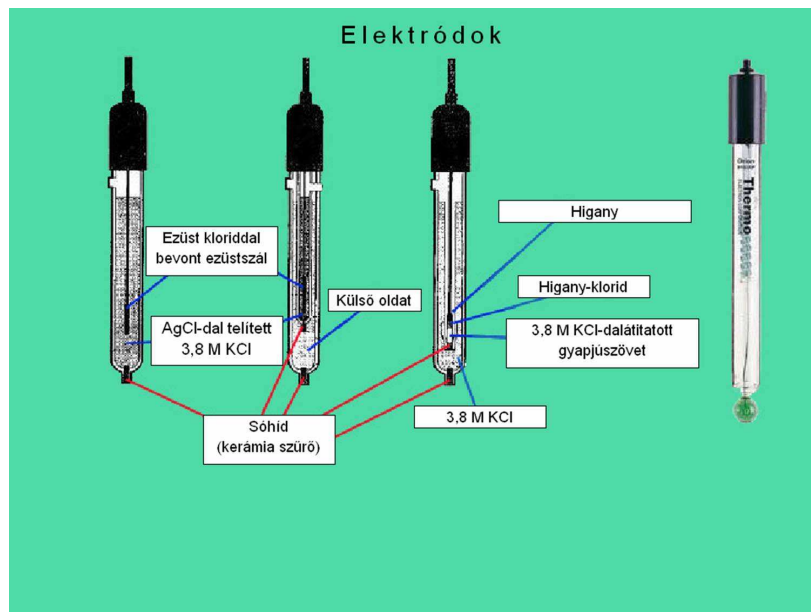
Elektródok mozgatható ábrája

Az elektródok a legtöbb környezetvédelmi kézi műszer (pl.: mérőkofferek) szerves része, hiszen típusaik szerint a legkülönbözőbb környezeti jellemző mérhető velük. Így lényeges, hogy a szakemberjelölt ismerje az elektródok részeit, közös és sajátos jellemzőit.



29.-30. kép: Az elektródok kezdő-és folyamat képe (saját feldolgozás)

Szintén a feladat a színes pontok helyére a megfelelő szövegdoboz elhelyezése. Jól látható, hogy minden elektródnak közös része is van, mely nemcsak a vezetőkábel elhelyezésével, hanem a más szín megjelenésével is észrevehetővé válik. A kép jobb szélén a tanuló számára elhelyezésre került egy valós Therme típusú elektród is, hogy ráismerjen a gyakorlatban használt elektródokra. Hiszen az elektródok gyártótól függetlenül különböznek, így a tanuló nemcsak a tanórán használt elektródot, hanem egy drágább, új típusú elektród képét is rögzíti a feladat során.

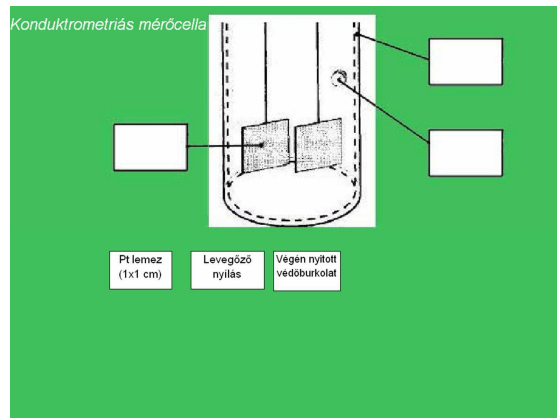
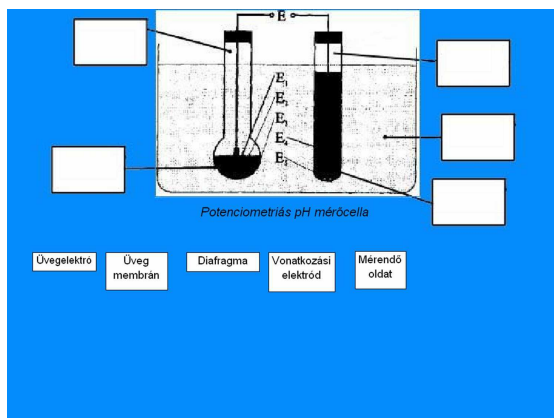


31. kép: Elektrodok befejező képe (saját feldolgozás)

A szövegdobozok a feladat végén saját kezűleg rakhatók vissza a megfelelő helyre. Mindegyikre egy kattintással visszaugranak a saját helyükre, a kép alsó részében.

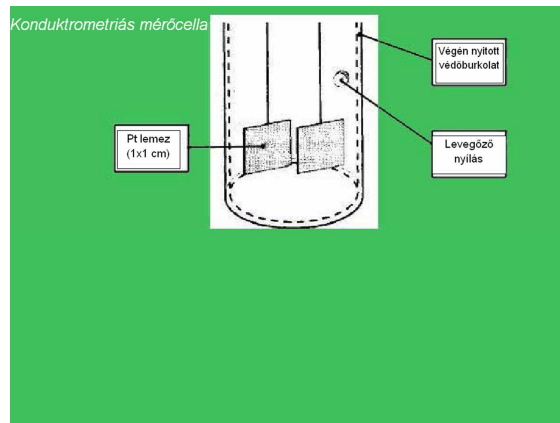
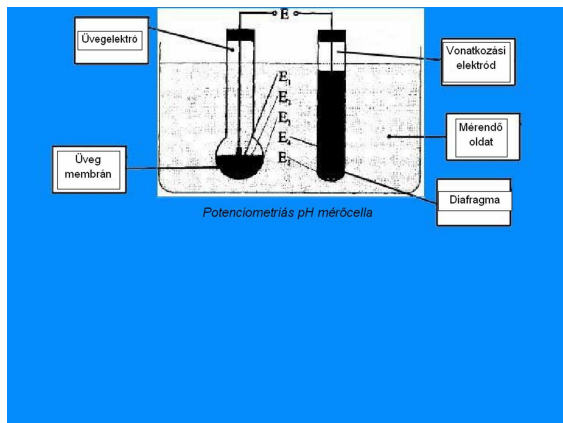
Mérőcellák mozgatható ábrái

A pH mérés valamint a konduktométer mérőcelláinak vázlatos rajzai jelennek meg a kutatásban a mozgatható ábrákként, hiszen ezek elméleti háttere is fontos a szakember számára.



32.-33. kép: A pH és konduktométeres mérőcella kezdő képe (saját feldolgozás)

Mindkét feladat során a szövegdobozok megfelelő téglalapba való elhelyezése a feladat, mint az előzőek során.

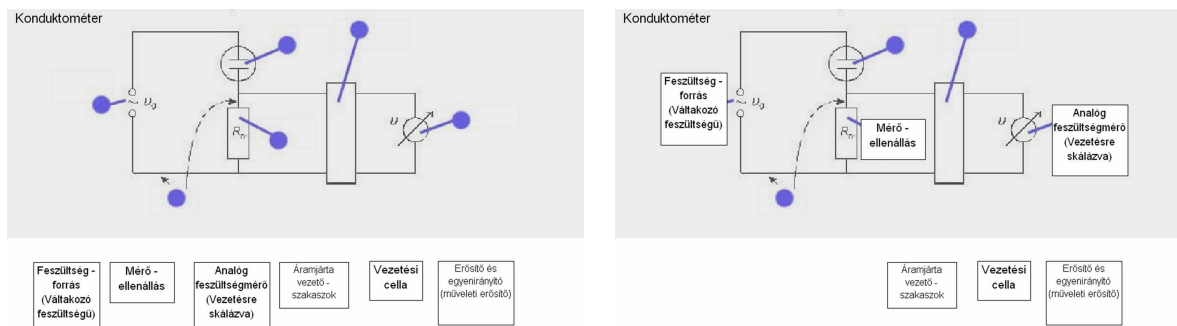


34.-35. kép: A pH és konduktométeres mérőcella befejező képe (saját feldolgozás)

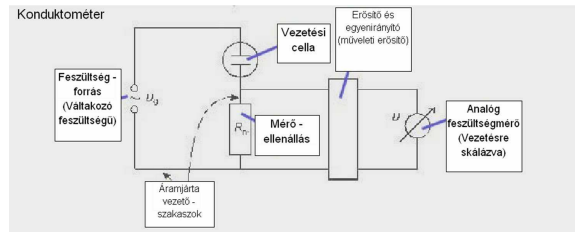
Konduktométer egysugaras és kétsugaras fotométer, gázkromatográfia, lángspektrometria mozgatható ábrái

A tanulók a „nagy” műszeres mérések folyamán nem látnak a műszer belsejébe, elméleti oktatás során hallanak a mérések, a műszerek működési elvéről. A következő mozgatható ábrák a „nagy”, összetett mérőműszerek sematikus ábráit foglalják magukba, melyek segítségével a tanulók részleteiben ismerhetik meg és láthatják az **összetett működési elveket**.

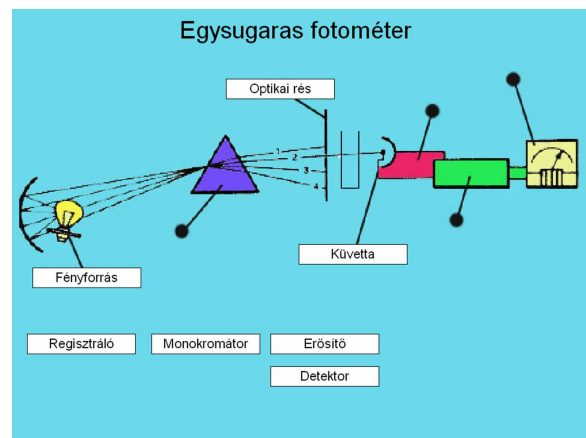
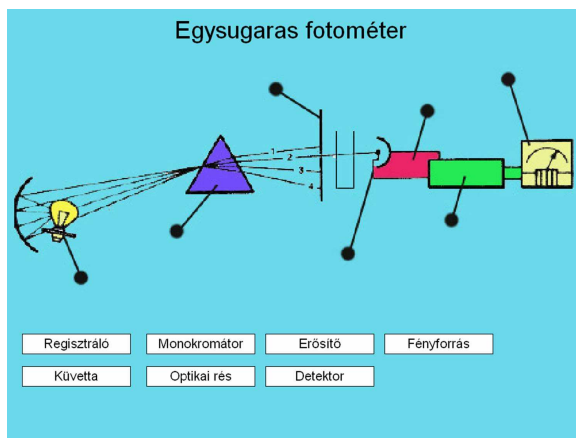
A feladat ugyanaz, mint az előzőekben, a szövegdobozok megfelelő helyre való elhelyezése.



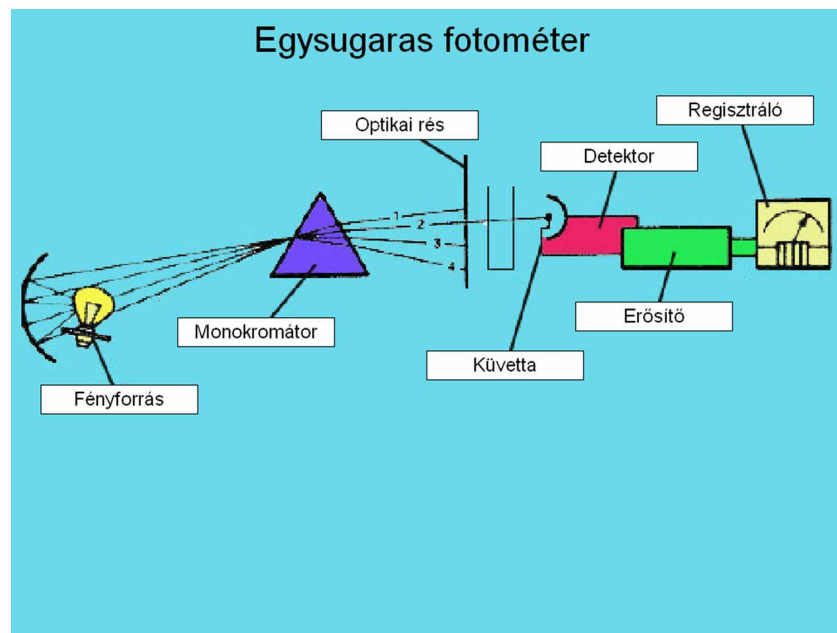
36.-37. kép: Konduktométer kezdő- és folyamatképe (saját feldolgozás)



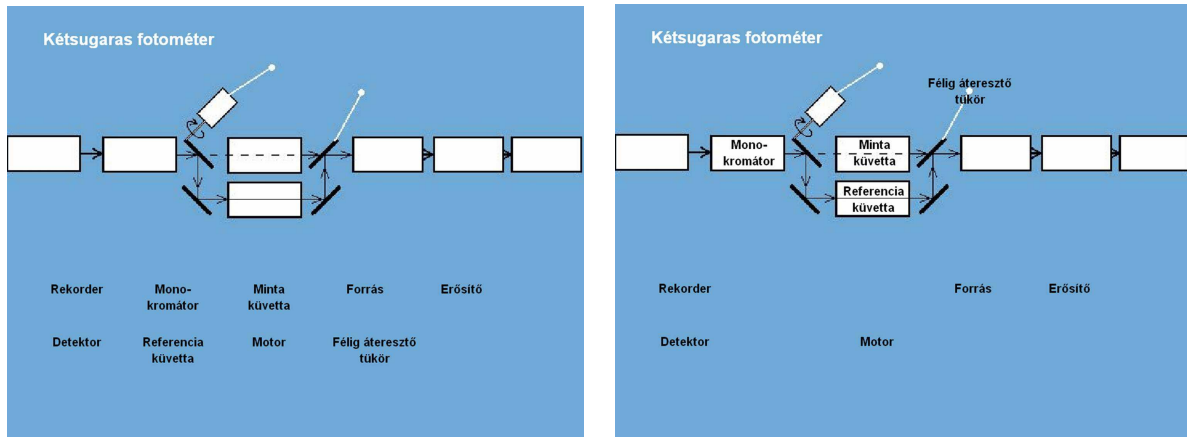
38. kép: Konduktométer befejező képe (saját feldolgozás)



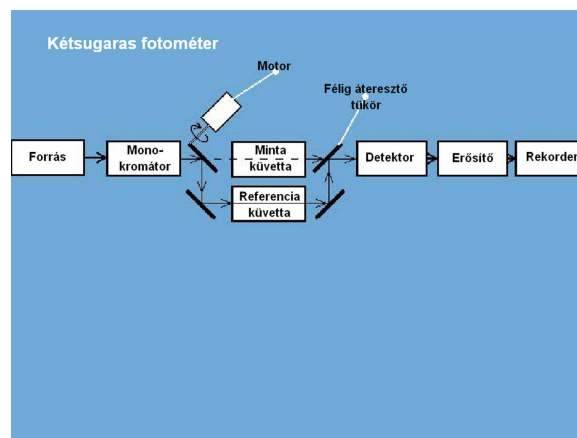
39.-40. kép: Egysugaras fotométer kezdő – és folyamatképe (saját feldolgozás)



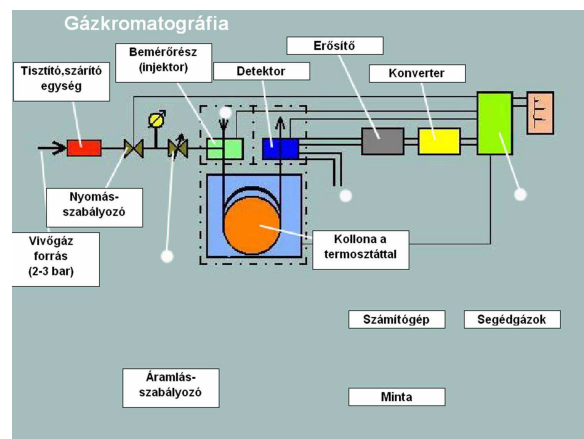
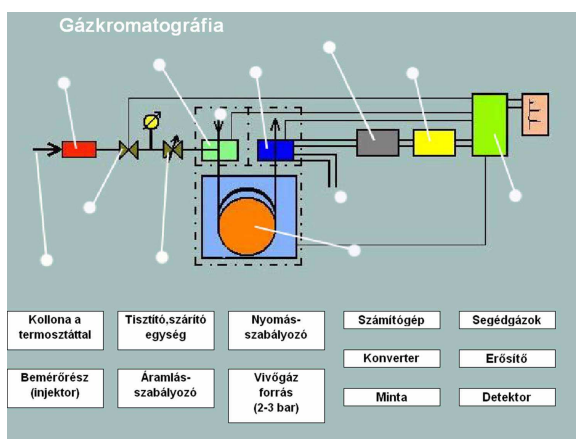
41. kép: Egysugaras fotométer befejező képe (saját feldolgozás)



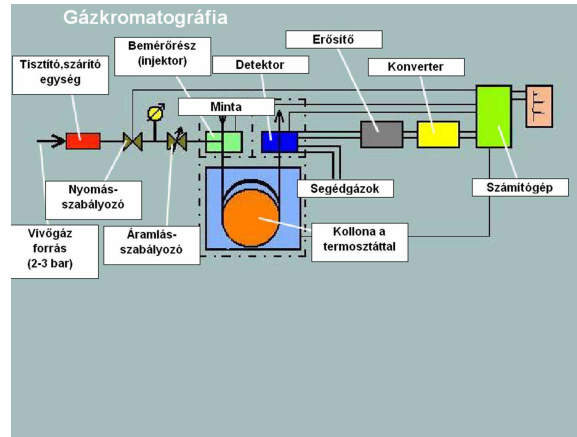
42.-43. kép: Kétsugaras fotométer kezdő- és folyamatképe (saját feldolgozás)



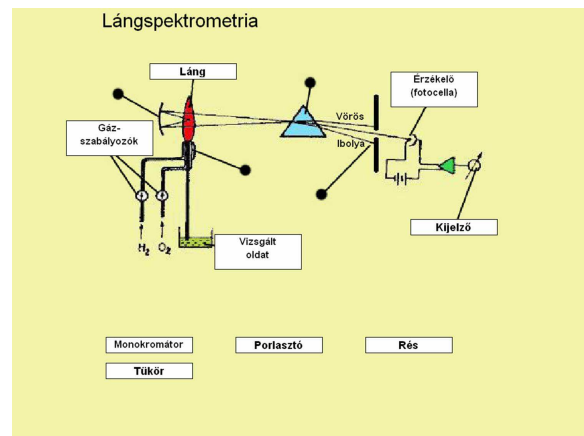
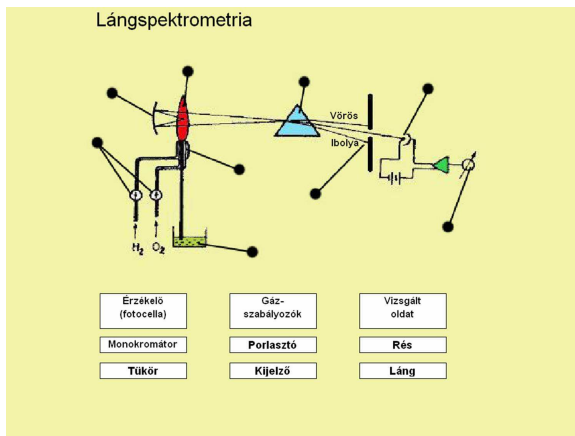
44. kép: Kétsugaras fotométer befejező képe (saját feldolgozás)



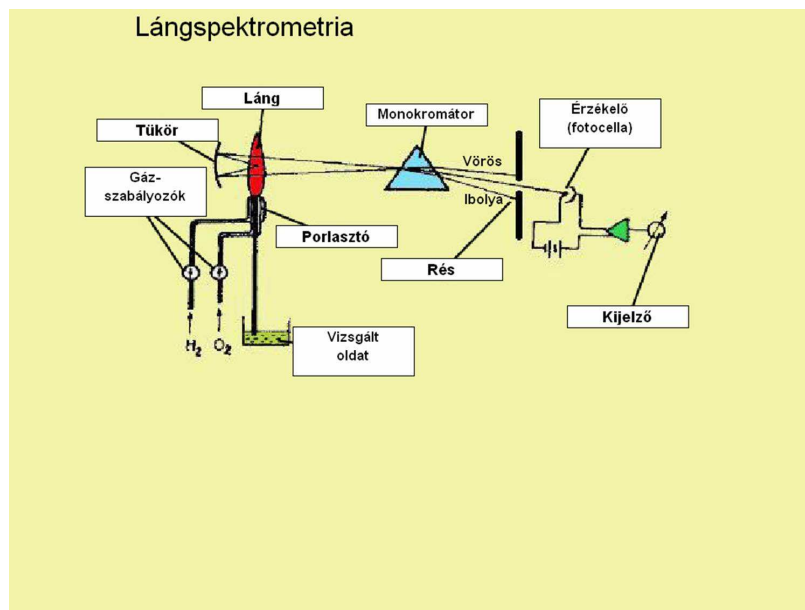
45.-46. kép: Gázkromatográfia kezdő- és folyamatképe (saját feldolgozás)



47. kép: Gázkromatográfia befejező képe (saját feldolgozás)



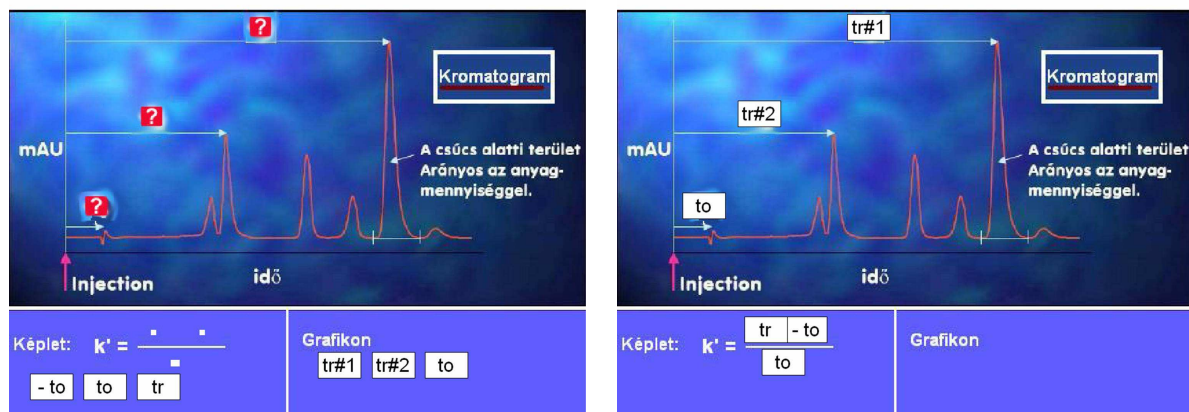
48.-49. kép: Lángspektrometria kezdő- és folyamat képe (saját feldolgozás)



50. kép: Lángspektrometria befejező képe (saját feldolgozás)

Kromatográfia mozgatható ábrái

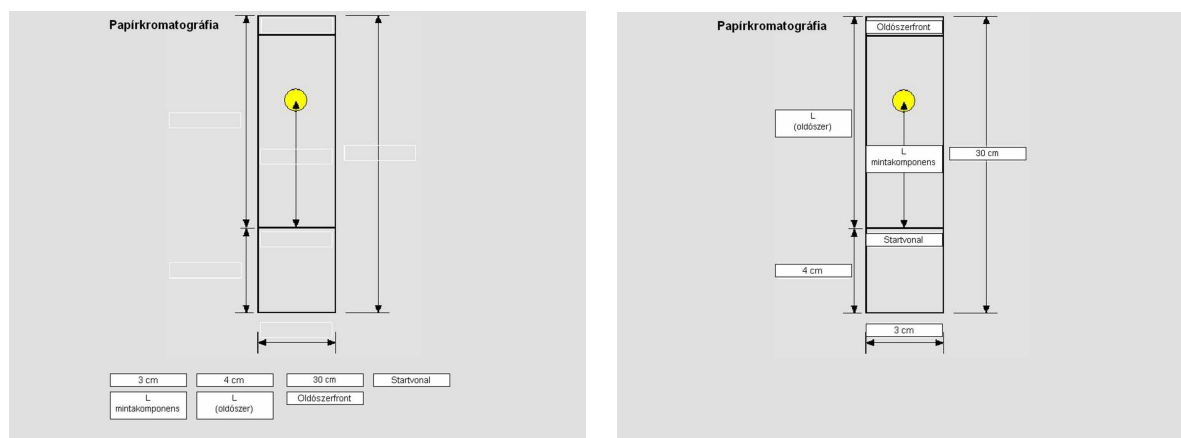
A kromatogramok **elemzése** a folyadék-, gázkromatográfiánál is fontos. A gyakorlati alkalmazás során elengedhetetlen feladat a tanulóknak elmélyíteni a kromatogramok elemzését, pontos leolvasását, részeinek ismeretét. Ebben segítenek a következő interaktív ábrák. A kromatogram c. képsoron a diák feladata, hogy a képletet és a diagram részeit megfelelően egészítse ki.



51.-52. kép: Kromatogram kezdő és folyamatképe (saját feldolgozás)

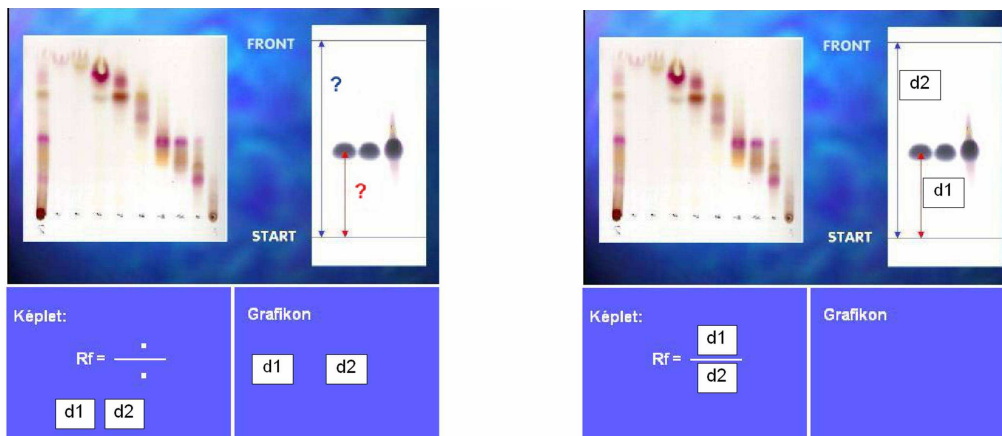
Így a tanuló nemcsak a kromatogram részeit, de a retenciót is ki tudja majd számolni. Így az ábra segítségével két fontos információt tanul meg.

A papírkromatográfia leolvasása is lényeges, hiszen itt más a kromatogram megjelenése, valamint a környezetvédelmi szakemberek a papírkromatográfiát olcsósága, egyszerűsége és gyorsasága miatt előszeretettel használják. A következő képsoron ugyanazt a feladatot kell a tanulóknak elvégezniük, mint az előbbieken. Az első két kép az elméleti sémát mutatja be.



53.-54. kép: Papírkromatográfia kezdő- és folyamatképe (saját feldolgozás)

A következő képsorok a gyakorlatban használt papírkromatográfia valódi, gyakorlatban használt képe jelenik meg, így a diák nemcsak az elméleti séma szerint tud dolgozni, hanem már a gyakorlat során is ismerős képekkel fog találkozni. A feladata ugyanaz, mint az előzőekben.



55.-56. kép: Papírkromatográfia kezdő és befejező képe (saját feldolgozás)

Sugárvédelem mozgatható ábrái

A sugárvédelem is megjelenik a technikai vizsgatételek közös részében a 18. tételben.¹⁵¹ Az elméleti oktatás motivációs eszközeként egy táblázat kiegészítését teszi lehetővé a mozgatható ábra. Az elektromágneses sugárzások **megnevezései** és a hozzájuk kapcsolódó **hullámhossztartományok** jelennek meg. A tanuló feladata a megnevezéseket a megfelelő hullámhossztartomány mellé elhelyezni a táblázatban. Ha nem a megfelelő helyre kerül a név, akkor automatikus visszaugrás történik.

Hullámhossz – tartomány	Az elektromágneses sugárzás megnevezése
0,5 – 10 pm	
0,01 – 10 nm	
10 – 180 nm	
180 – 350 nm	
350 – 780 nm	
780 – 1000 nm	
1 – 30 μm	
30 – 300 μm	
0,3 mm – 1 m	
1 – 300 m	

Közeli infravörös-sugárzás	Mikrohullámú-sugárzás
Távoli ultraibolya-sugárzás	Ultraibolya-sugárzás
Rádióhullámú-sugárzás	Gamma-sugárzás
Infravörös-sugárzás	Távoli infravörös-sugárzás
Látható-sugárzás	Röntgen-sugárzás

Hullámhossz – tartomány	Az elektromágneses sugárzás megnevezése
0,5 – 10 pm	
0,01 – 10 nm	
10 – 180 nm	
180 – 350 nm	
350 – 780 nm	
780 – 1000 nm	Közeli infravörös-sugárzás
1 – 30 μm	
30 – 300 μm	Távoli infravörös-sugárzás
0,3 mm – 1 m	Mikrohullámú-sugárzás
1 – 300 m	Rádióhullámú-sugárzás

Távoli ultraibolya-sugárzás	Ultraibolya-sugárzás
Infravörös-sugárzás	Gamma-sugárzás
Látható-sugárzás	Röntgen-sugárzás

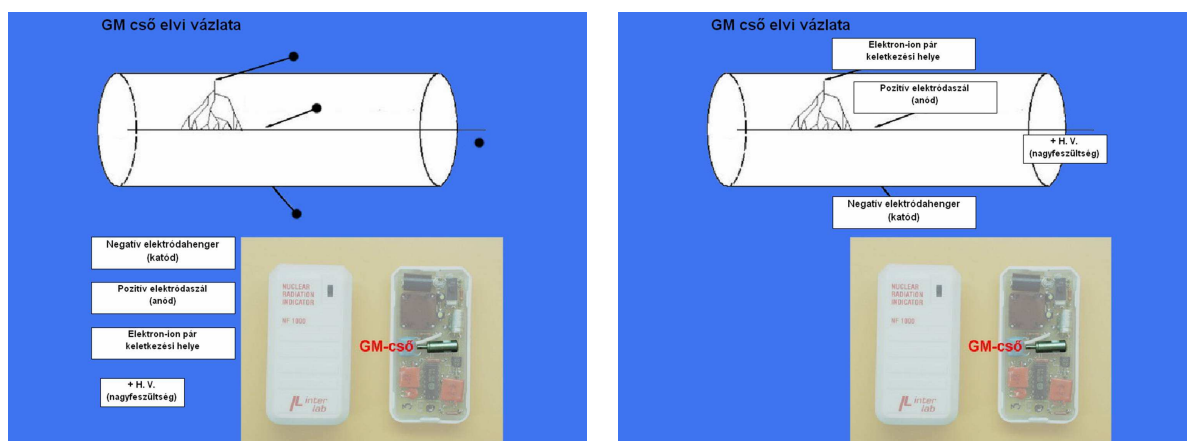
57.-58. kép: Elektromágneses sugárzások típusainak képei (saját feldolgozás)

¹⁵¹ www.kvvm.hu. 2009.08.11.

Hullámhossz – tartomány	Áz elektromágneses sugárzás megnevezése
0,5 – 10 pm	Gamma-sugárzás
0,01 – 10 nm	Röntgen-sugárzás
10 – 180 nm	Távoli ultraibolya-sugárzás
180 – 350 nm	Ultraibolya-sugárzás
350 – 780 nm	Látható-sugárzás
780 – 1000 nm	Közeli infravörös-sugárzás
1 – 30 μ m	Infravörös-sugárzás
30 – 300 μ m	Távoli infravörös-sugárzás
0,3 mm – 1 m	Mikrohullámú-sugárzás
1 – 300 m	Rádióhullámú-sugárzás

59. kép: Elektromágneses sugárzások típusainak befejező képe (saját feldolgozás)

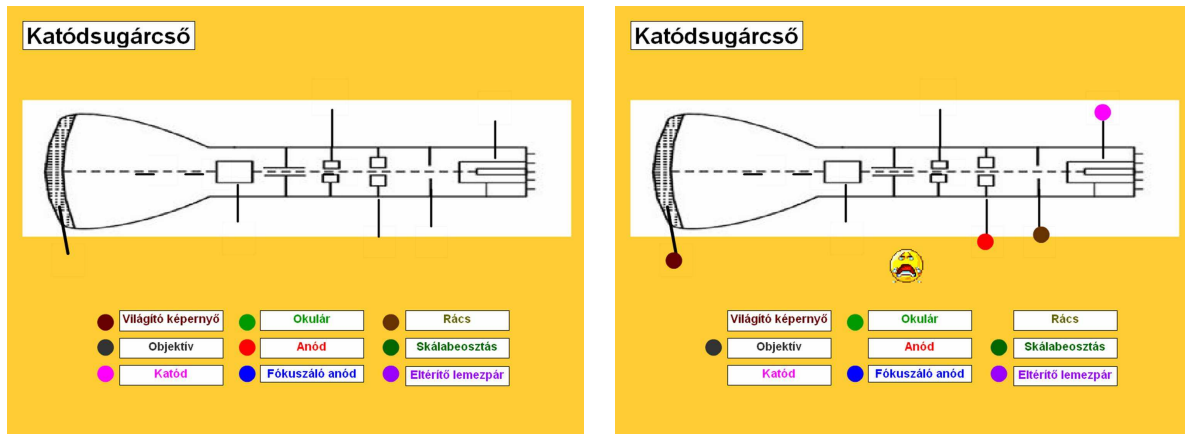
A sugárvédelem legalapvetőbb műszere a GM-cső, melynek elméleti sémájának összerakása a tanuló feladata. A kép jobb alsó sarkában egy burkolat nélküli sugármérő látható, kiemelve belőle a GM-csövet, hogy a diák lássa, valójában hol is helyezkedik el a műszerben ez a fontos berendezés.



60.-61. kép: GM cső elvi vázlatának kezdő és befejező képe (saját feldolgozás)

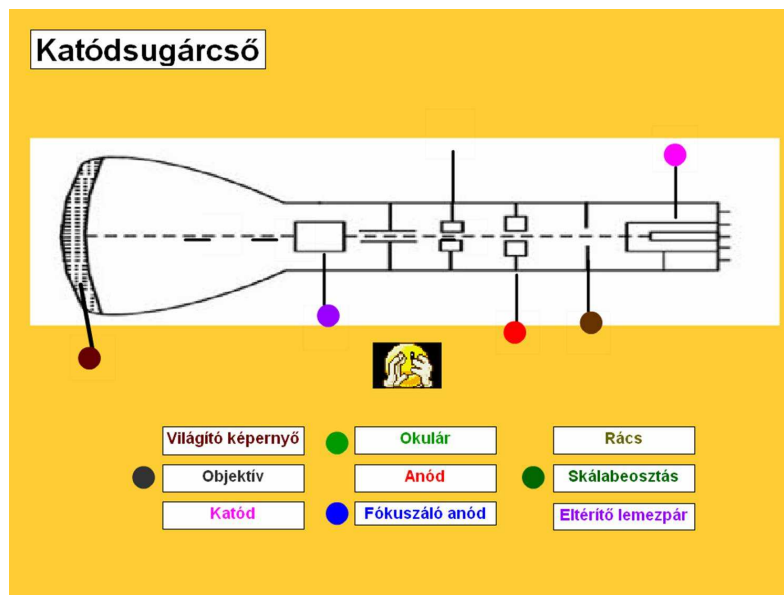
A tanuló feladata, hogy a fekete pöttyökre a megfelelő szövegdobozt elhelyezze. A feladat végén a tanár vagy a diák helyezi vissza a szövegdobozokat és a feladat indulhat, előről.

A katódsugárcső sematikus ábrájának ismeretének elsajátításának megkönnyebbítésére a következő mozgatható ábra segít, melyben mosolygó vagy éppen síró arcok jelennek meg a diák munkájának elismerése képen. A feladat a színes pöttyök megfelelő helyére rakása.



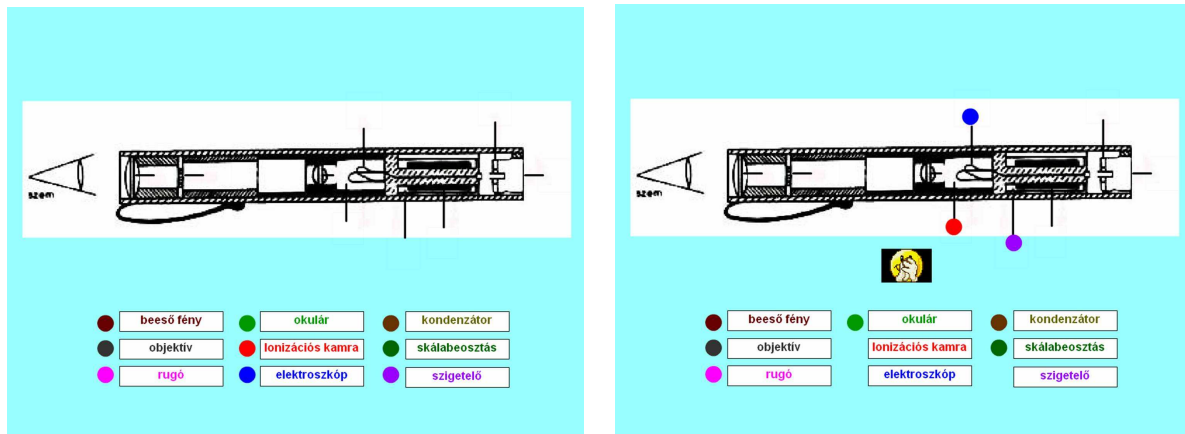
62. -63. kép: Katódsugárcső elvi vázlatának kezdő- és folyamatképe (saját feldolgozás)

Ha tehát a diák a szövegdobozt a megfelelő helyre teszi „tapsot” kap, ha nem akkor „sírást”, mint visszacsatolás.



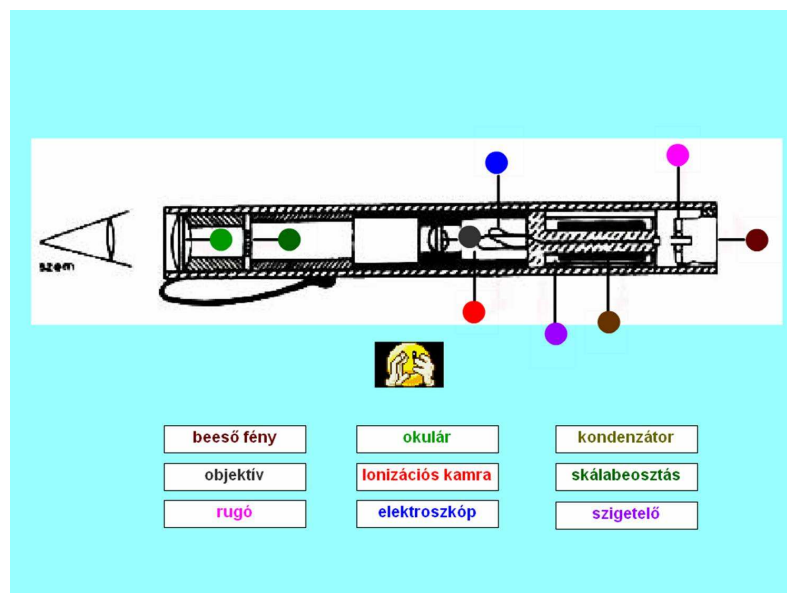
64. kép: Katódsugárcső elvi vázlatának folyamatképe II. (saját feldolgozás)

Ugyanezen az elve jött létre egy gyakorlatias feladat, egy doziméter-toll szerkezetének ismertetése, hogy a gyakorlatban főleg nagyobb üzemekben használatos mérőműszert is megismerjék a jövő szakemberei, mellyel az iskolában lehet, hogy nem is találkoznak. A feladat teljesen azonos az előzővel.



65.-66. kép: Doziméter-toll kezdő- és folyamatképe (saját feldolgozás)

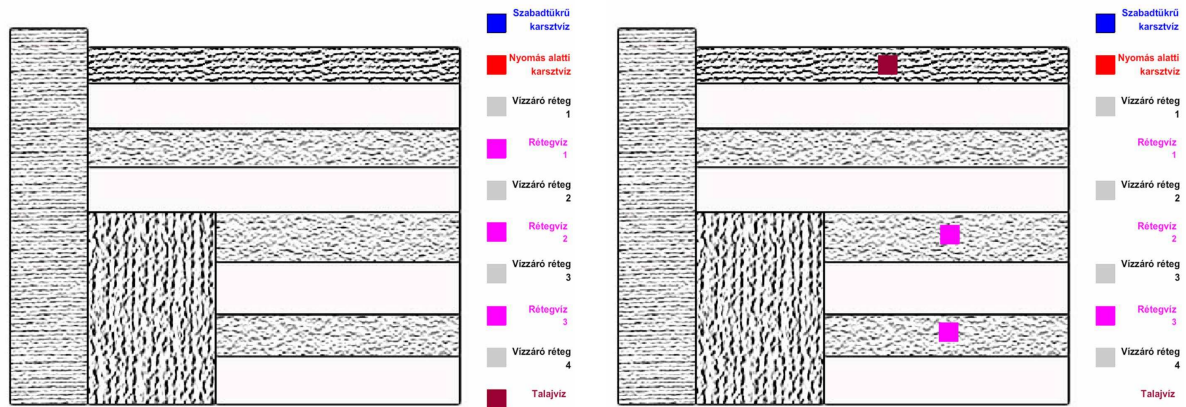
Mindkét feladatban a pöttyök és a megfelelő hozzá tartozó szöveg színe azonos, így a diák nem egy összesűrítt képet kap a feladat végén, hanem egy jól átlátható rendszert.



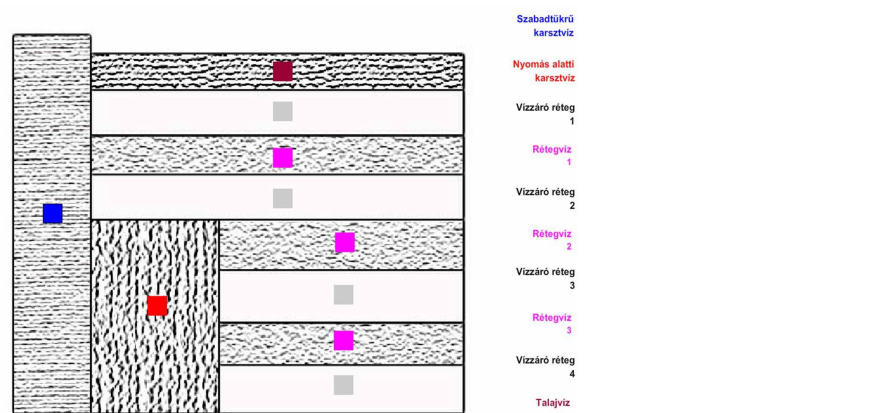
67. kép: Doziméter-toll befejező képe (saját feldolgozás)

Vízvédelem mozgóábrái

A vízvédelem témakörében a vízzáró rétegek elhelyezkedésnek vázlatos rajza, a vizes oldatok vezetőképessége, az ivóvíz előállításának sematikus vázlata jelenik meg a kutatásban. A különböző vízzáró rétegek elhelyezkedésének ismerete a vízmintavételnél segíti a szakembert. A következő mozgóábrában a színes négyzeteknek a megfelelő rétegbe való elhelyezése a feladat.

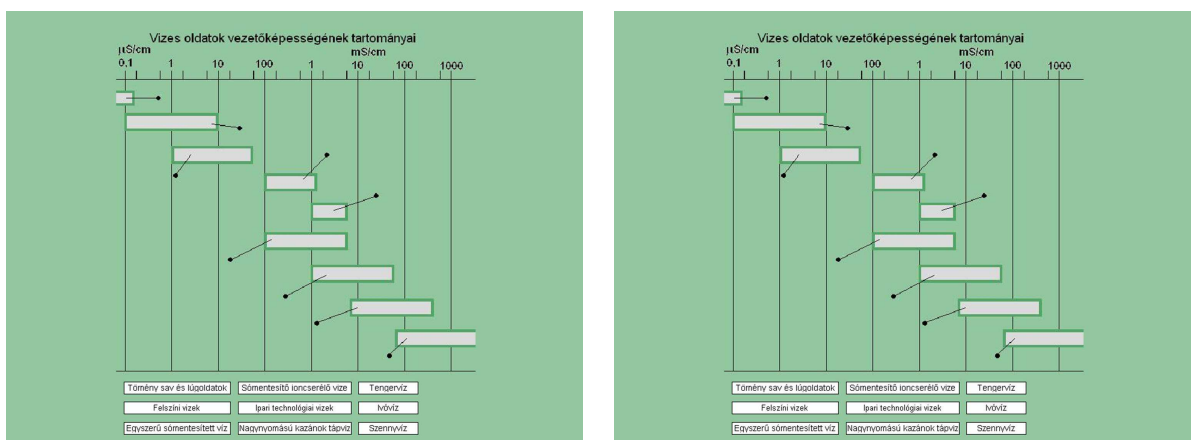


68.-69. kép: Vizzáró rétegek kezdő- és folyamatképe (saját feldolgozás)

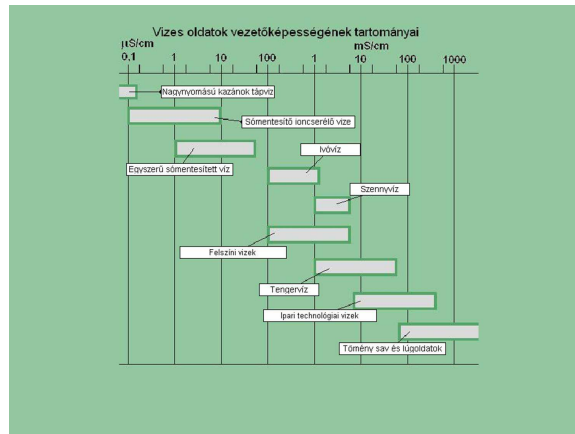


70. kép: Vizzáró rétegek befejező képe (saját feldolgozás)

A vizes oldatok vezetőképességének ismerete lényeges, hiszen a vezetőképesség mérése során fontos tudni a megfelelő tartományértékeket. Ebben segít az alábbi képsorozatban bemutatásra kerülő mozgatható ábra. A feladat a fekete pöttyökre helyezni a megfelelő szövegdobozt, amelyekben a vizes oldatok típusai vannak.

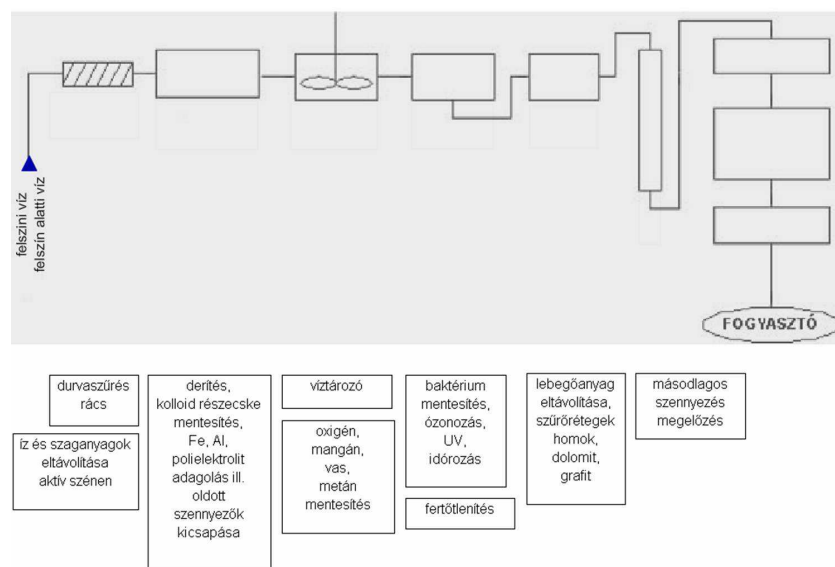


71.-72. kép: Vizes oldatok vezetőképességének tartományainak kezdő- és folyamatképe (saját feldolgozás)



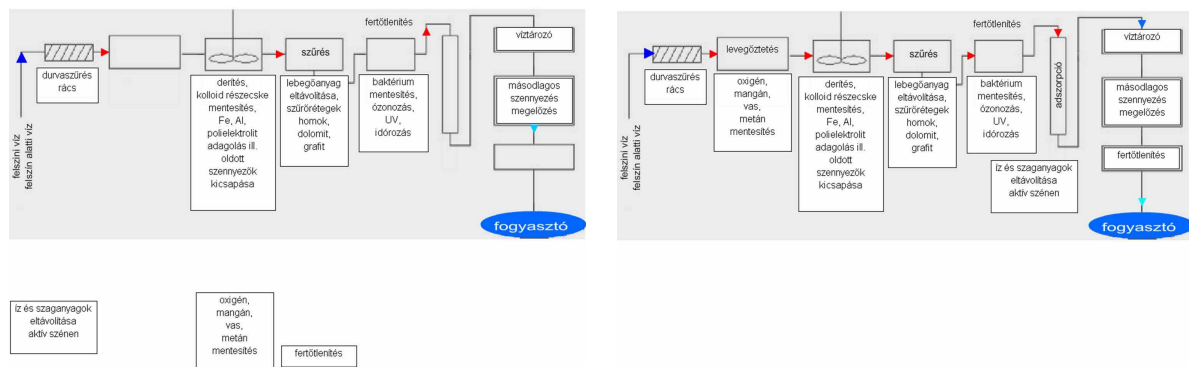
73. kép: Vizes oldatok vezetőképességének tartományainak befejező képe (saját feldolgozás)

Az ivóvíz előállításának mozgóábrája úgy jelenik meg a diák előtt, hogy a szövegdobozok megfelelő helyre tételekor nyilak indulnak meg, a következő doboz irányába, ezzel is segítve a tanuló feladatát. A szövegdobozokban a tisztítás fázisaihoz tartozó berendezések, reagensek láthatók.



74. kép: Ivóvíz előállításának kezdő képe (saját feldolgozás)

Csak az a nyíl jelenik meg, amihez már a tanuló a szövegdobozt elhelyezte. A nyilak folyamatos mozgásba vannak jelezve a folyamat folytonosságát. Ez a feladat jól segíti a nyílt hatásláncú, az az a vezérlés típusú folyamatok/beavatkozások tanulmányozását/tanítását is.

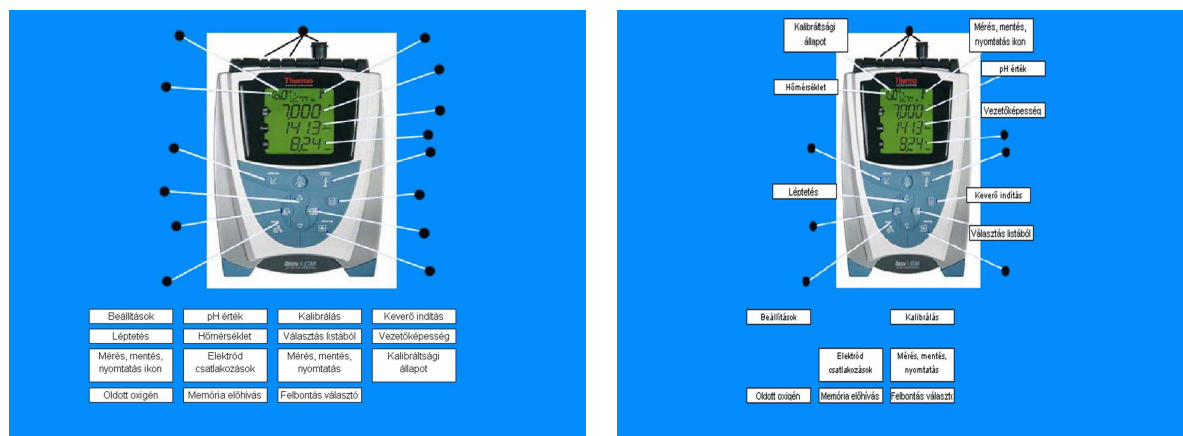


75.-76. kép: Ivóvíz előállításának folyamat- és befejező képe (saját feldolgozás)

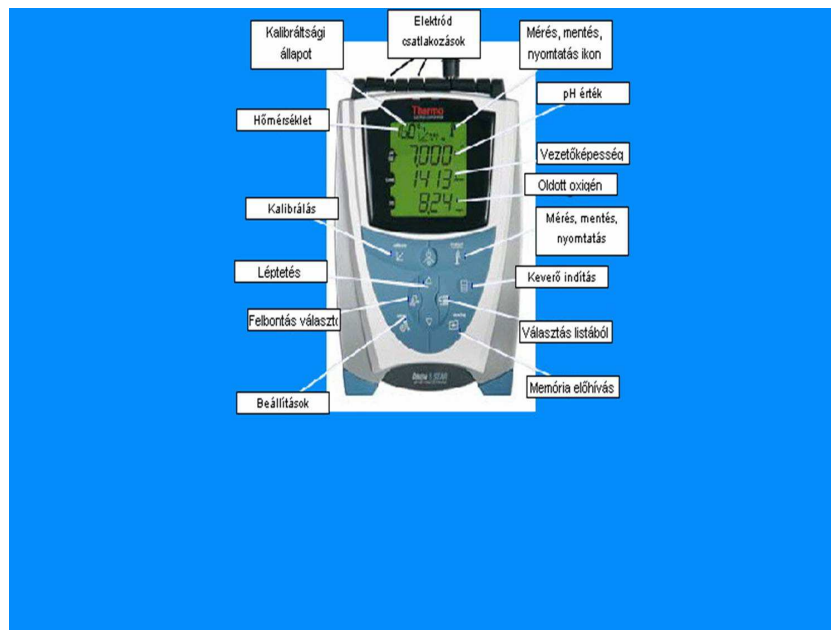
Multiméter mozgatható ábrája

Multiméternek neveznek minden olyan berendezést amely, mintegy műszer egyszerre több mérést tud elvégezni, különböző elektródok segítségével. A multiméterek általában olcsó műszerek, kézben tartható, egyszerű, digitális kijelzéssel ellátott berendezések.

A disszertációban lényegesnek tartottuk ennek megjelenítését és az iskolákban a tananyagokban történő bemutatását, mert a jövő szakemberei a terepi munkájuk során leginkább ezen műszerekkel találkoznak, hiszen egyszerre több mérést tudnak elvégezni, rövid időtartam alatt. A tanuló feladata az adott multiméter részeit a kapott ábrán kirakni.



77.-78. kép: Multiméter kezdő- és folyamatképe (saját feldolgozás)



79. kép: Multiméter befejező képe (saját feldolgozás)

4.3.3.3. A mozgóábrák tantermi használati útmutatója

A mozgóábrák tantermi használata igen egyszerű, hiszen a Macromedia Flash átkonvertálható a Microsoft Office Power Point programjába. Így egy számítógép és egy projektor segítségével rögtön működnek az ábrák és **interaktív tábla nélkül is** megvalósításra kerül az interaktivitás a tanóra során. Lényeg, hogy a tanteremben használt számítógépen a Flash program fel legyen telepítve a rendszergazda segítségével. A **multimédiás** ábrák és az interaktív informatikai módszerek alkalmazásával kialakul a tanulóknak nemcsak az aktivitás, hanem az **önszabályozó** tanulás is.

Összetevői az információkeresés és feldolgozás, a munkatervezés, a képi és szöveges kommunikáció, hiszen a tanárral és a tanulótársakkal a mozgó ábrák révén folyamatos kapcsolat van, nemcsak képekben, hanem szavakban is.¹⁵² A tanár fontos feladata a megfelelő irányítás és a folyamatos kérdezés a tanulótól a megfelelő visszacsatolás érdekében. Legjobb módszer, ha a tanuló a feladatok megoldása közben folyamatosan mondja, hogy mit miért csinál, így ha hibázik is tudja a tanár orvosolni azt.

4.3.3.4. A mozgóábrák eredményességvizsgálata

A vizsgálat menete és módszerei

A tananyag vizualizációval kapcsolatos eredményességvizsgálatot a környezettechnika tantárgy keretében belül a levegőtisztító berendezések témakörébe ágyaztuk. Témazáró dolgozat előtt két összefoglaló órán az osztályt egy kontroll és egy kísérleti csoportra bontottuk. A kontroll csoport az eddigi hagyományos módszerekkel ismételte át a tananyagot, míg a másik osztály a vizualizált ábrák segítségével dolgozott. Ők mutatták be az eszközöket, a folyamatokat, a fogalmakat az ábrák segítségével.

¹⁵² Kárpáti Andrea: Informatikai módszerek az oktatásban. In: A tanítás-tanulás hatékony szervezése. Educatio. Budapest, 2008. pp. 113.

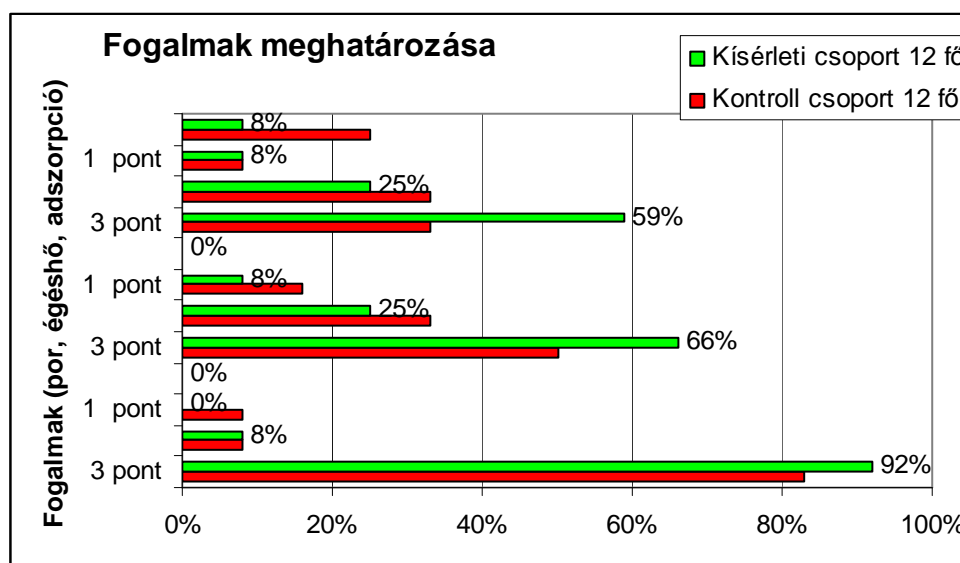
A dolgozat feladatai azonosak voltak mindkét csoport tanulói számára (10. SZ. MELLÉKLET). A megszerzett pontszámok alapján történt a százalékos értékelés. Azon válaszok lettek kiértékelve, melyek ismeretei során a mozgó ábrák használatba kerültek.

Hipotézisek

- A kísérleti csoport tanulói a témakör fogalmait, törvényszerűségeit tökéletesen meg tudják határozni, hiszen a mozgó ábrák magyarázatai során ezek megjelennek.
- Asszociációs képességet fejleszt a mozgóábrás tananyagcsomag.
- Egy összetett berendezésben is kiválóan felismerik a mozgó ábraként megjelenő egyszerű gépszerkezeteket, berendezéseket.
- Az egyszerű berendezések folyamatábrái közvetlenül jelen vannak a multimédiás tananyagban, így azok nevének, felépítésének és működésének meghatározását jobban tudják a kísérleti csoport tagjai.

Eredmények

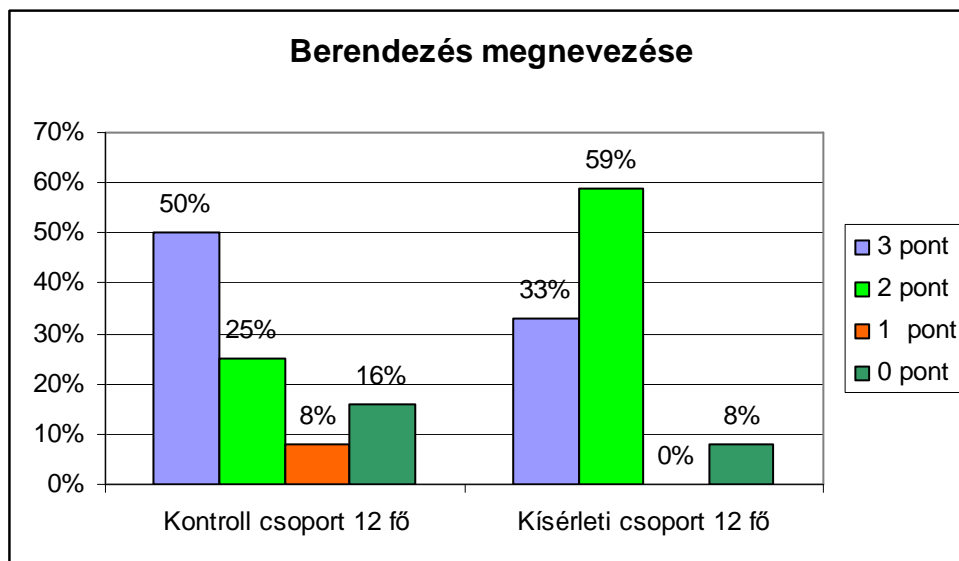
Az első kérdésben **három fogalmat** (por, égéshő, adszorpció) kellett a tanulóknak meghatározni. Mindhárom fogalom három pontot ért. A kísérleti csoport a ciklonos-, és az irányváltásos - porleválasztók mozgóábrái használata során ismételték át az adszorpció és a por fogalmát.



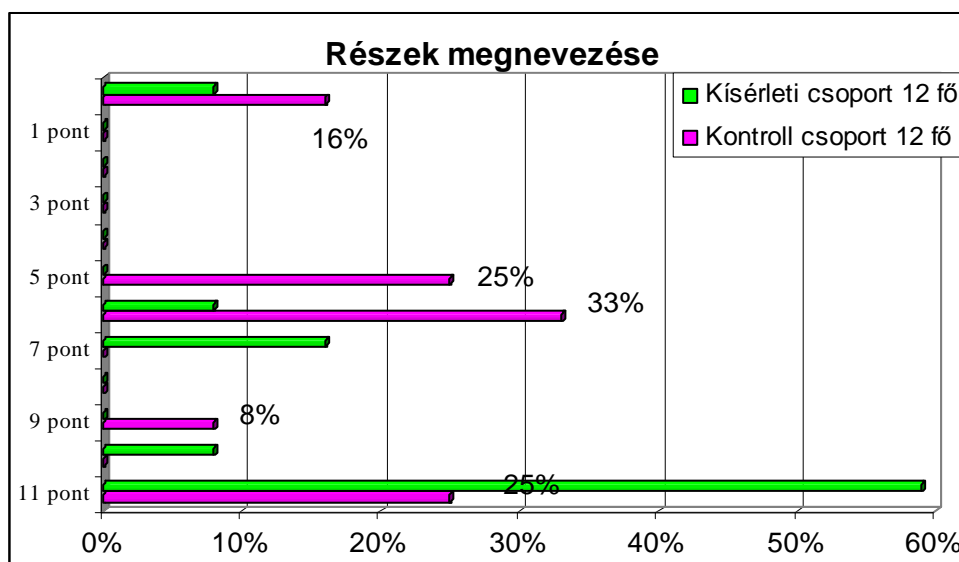
57. ábra: Fogalmak meghatározás (saját adat)

Az eredmények alapján látható, hogy a kísérleti csoport tagjai közül többen szereztek 3 pontot, mindhárom fogalomra.

A második feladatban a **csöves villamos porleválasztó**, mint **összetett** berendezés jelent meg. A tanulók feladata volt a berendezés megnevezése három pontért, és részeinek meghatározása 11 pontért. Ilyen berendezést nem tartalmaz a multimédiás tananyag, azonban egyszerű porleválasztót igen, mely az összetett szerkezetben is megtalálható, így ennek felismerése egyszerűbb volt a kísérleti csoportnak. Ez az eredményeken is látszik:

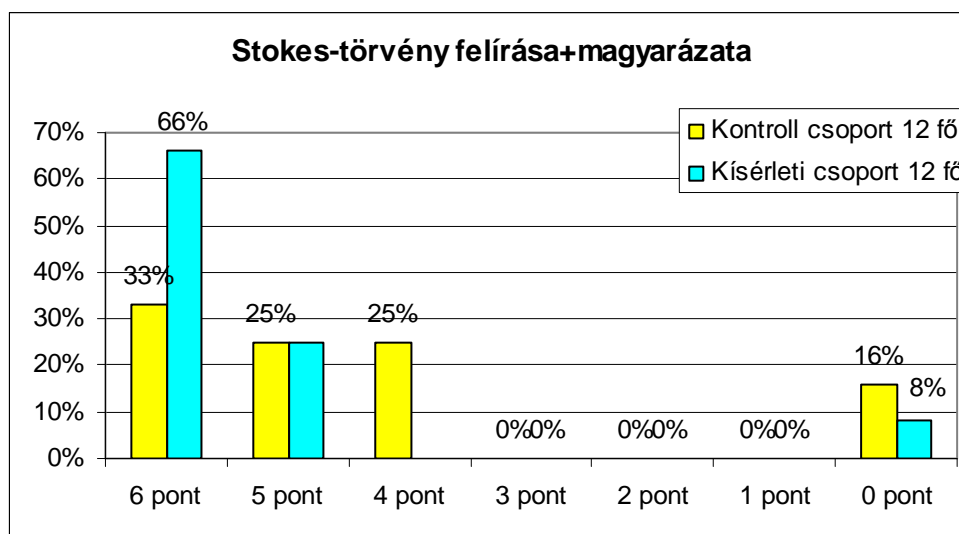


58. ábra: Berendezés megnevezése (saját adat)



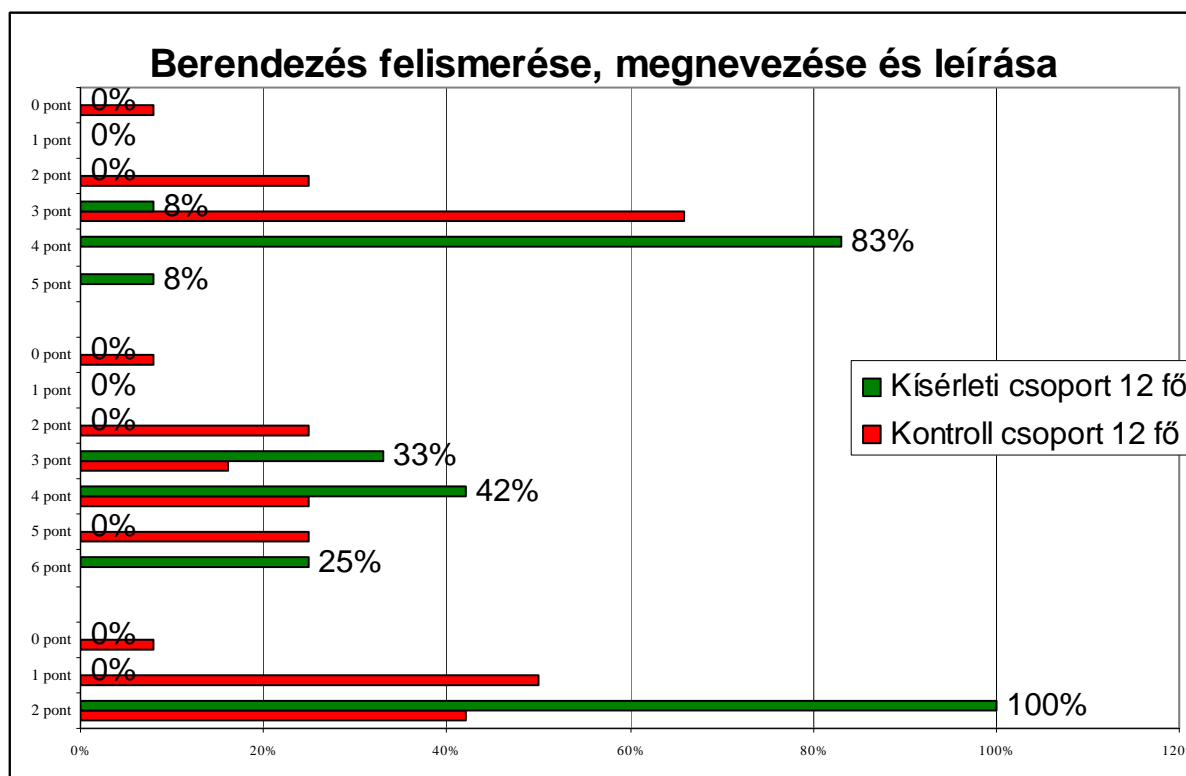
59. ábra: Részek meghatározása (saját adat)

A harmadik feladat az **asszociációs képességet** vizsgálta, hiszen a porleválasztó berendezések működésénél tanulják a diákok az ülepedési sebesség számítását. Kis különbséggel a kísérleti csoport tagjai szereztek több pontot. A mozgó ábrákkal való, oktatás folyamán ugyanis a leülepedő por sebességének befolyásoló tényezőit jól be lehet mutatni.



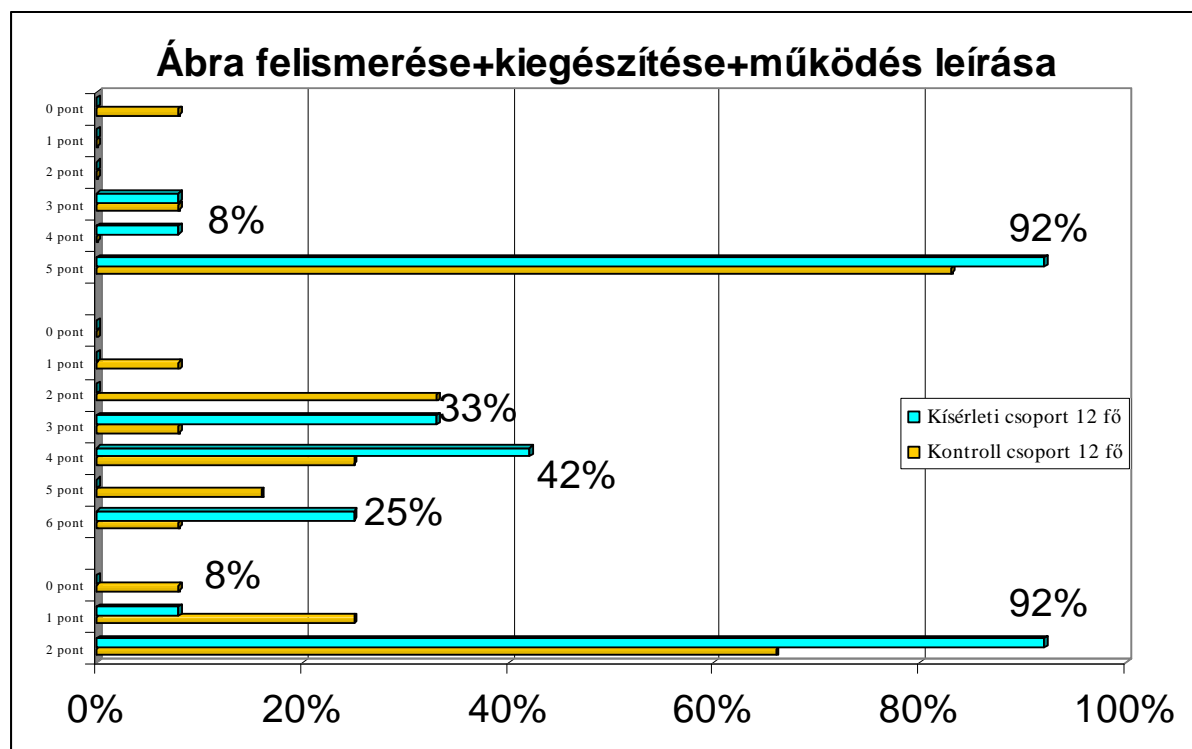
60. ábra: Stokes-törvény felírása és magyarázata (saját adat)

A hatodik és hetedik feladatokban berendezéseket kellett felismerni, részeit megnevezni, és a működési folyamatukat leírni. Az eredmények alapján a kísérleti csoport több tagja ért el magasabb pontszámot, mindkét feladat során.



61. ábra: Berendezés magyarázata (saját adat)

A kísérleti csoportnak könnyebb feladata volt, hiszen az összefoglaló órákon saját maguk mozgatva tanulták meg a berendezések részeit, és látták a mozgás révén a működésüket.



62. ábra: Berendezés magyarázata (saját adat)

Összegzés

Hipotéziseinket igazolni tudtuk, hiszen a kontroll csoport 10-20%-os különbséggel ugyan, de kevesebb pontot ért el, mint a kísérleti csoport az új ismeretek, a működés magyarázata, a folyamat elemeinek megnevezésénél. A multimédiás tananyag tehát kiválóan alkalmas volt nemcsak az eszközök bemutatására, hanem összefüggések magyarázatára is. A tanulók készségesebben vették elő, mint a könyv sematikus ábráit, otthon is tudtak gyakorolni, s mindenki maga tudott bekapcsolódni a multimédiás ábrák mozgatásába, vagyis az interaktivitás növelte a tanulás hatékonyságát.

4.4. Az NyME BPK Szakmai Tanárképző Intézet Multimédia és Környezetmódszertani Laboratórium¹⁵³ bemutatása

4.4.1. A laboratórium eszközrendszerének bemutatása

Az értekezés szempontjából ennek az eszközparknak a bemutatására azért van szükség, mert egyfelől a vizsgálatban résztvevő Hermann Ottó SZKI-ban is ezek a műszerek vannak telepítve a laboratóriumi, illetve a terepi mérésekhez. Ezért a középiskolai környezeti szakképzésben résztvevő tanulók és a környezeti mérnök-tanár szakos hallgatók egységes, vagy legalábbis közel azonos műszerpark segítségével sajátíthatják el az ismereteket, fejleszthetik kompetenciáikat.

¹⁵³ A laboratóriumot a Világbanki Projekt keretében 120 000 USD összegű eszközparkkal alakították ki Dr. Lükő István egyetemi docens, tanszékvezető irányításával a Környezeti mérnök-tanár képzés új modelljéhez.

Ebben az akkreditált laborban dolgozták ki kollégáim a műszerek pedagógiai alkalmazásának módszertani segédleteit (Hoczek László¹⁵⁴) és készült számos diplomamunka a műszerek használatával kapcsolatban. A Multimédia és környezet-módszertani labor a Nyugat-magyarországi Egyetem Benedek Elek Pedagógiai Karának Szakmai Tanárképző Intézetéhez tartozik. A labor a hagyományos értelemben vett környezetvédelmi oktatás mellett fontos szerepet játszik a mérnök-tanár szakos hallgatók szakmódszertani képzésében. A műszerek gyakorlati alkalmazását elsajátítva a hallgatók a középfokú oktatás mindennapi gyakorlatában találkozhatnak azokkal, és a megszerzett ismereteiket beépíthetik az oktatási tevékenységükbe. A laboratórium egyben lehetőséget kínál arra is, hogy mint bemutatóközpont működjön, hiszen a környezetvédelmi mérés-technikai műszergyártó cégek legújabb termékeiket bemutathatják itt, valamint lehetőséget ad azoknak módszertani elemzésére is.¹⁵⁵

A labor rendelkezik több asztali számítógéppel, internet hozzáféréssel, projektorral, valamint az oktatástechnológia egyéb eszközeivel is (diavetítő, scanner, írásvetítő, epizkóp, videokamera, digitális fényképezőgép).

Környezetvédelmi mérőkoffer (UW 2000)

Mérési paraméterei: A műszer komplex környezetvédelmi mérések és vizsgálatok elvégzésére alkalmas. A következő paraméterek mérhetők vele: pH, vezetőképesség, hőmérséklet, fényerősség, keménység, savasság, ammónium, nitrit, nitrát, foszfát, szulfát, szulfid, szabad klór, klorid, vas, réz, nikkel, cink, króm, mangán, cianid.

Mérési tartományai:

22. Táblázat: A környezetvédelmi mérőkoffer műszereinek méréstartományai (saját feldolgozás)

pH	0-14 pH
Fényerősség	10-200000 Lux
Vezetőképesség	0-20 mS
Hőmérséklet	-50-150°C



Szerkezeti felépítése: A koffer rendelkezik a mérésekhez szükséges kézi mérőműszerekkel (pH-vezetőképesség-, hőmérséklet-, oldott oxigéntartalom-mérő, fotométer), valamint a hozzájuk tartozó reagensekkel és segédeszközökkel (mérőkanál, mérőpohár, pipetták, szűrőpapírok, kémcsövek, tartóállvány). A műszerek lemosásához desztillált víz szükséges.

80.kép: A környezetvédelmi mérőkoffer (saját feldolgozás)

¹⁵⁴ Hoczek László: Laboratóriumi és terepi módszerek a környezetvédelmi képzésben. In: Eredmények és kihívások a szakmai tanárképzésben. Sopron, 2002.

¹⁵⁵ Hoczek László: Laboratóriumi és terepi módszerek a környezetvédelmi képzésben. In: Eredmények és kihívások a szakmai tanárképzésben. Sopron, 2002.

Működési alapelve: A digitális pH-, vezetőképesség-, hőmérséklet-, oldott oxigéntartalom-mérő egyszerű felépítésű, mely biztosítja a könnyű kezelhetőséget. A kalibrálás után, a mérés során közvetlenül leolvasható a műszerről a mért érték, vagy interface segítségével számítógépre is vihető a mért adat. A fotométer segítségével meghatározhatjuk a fentiekben felsorolt ionok koncentrációit oly módon, hogy a mintához hozzáadjuk a megadott reagenst az elírt módon, majd a megadott hullámhosszon rámérünk. A kapott értékből a kalibráló görbe segítségével meghatározható a koncentráció.¹⁵⁶

Talajvizsgáló terepi laboratórium

Mérési paraméterei: A mini-labor a következő talajparaméterek mérésére alkalmas: pH, mész, nitrát, mangán, foszfát, szulfát, kálium, kalcium, magnézium, alumínium, réz, vas, klorid. Néhány elem mérési tartománya:

23. Táblázat: A mini-labor által mérhető néhány elem mérési tartománya (saját feldolgozás)

Talaj pH	4,0-4,5-5,0-5,5-6,0-6,5-7,0-7,5-8,0 pH
Nitrát	30-25-20-15-10-5-0 mg/l
Magnézium	500-350-250-175-45-25-15-10 mg/l
Foszfát	140-100-70-45-25-15-10 mg/l
Alumínium	50-0 mg/l

Szerkezeti felépítése: A reagenseket, a méréshez szükséges egyéb segédeszközöket (mérőkanál, tölcsér, szűrőpapír), valamint a kiértékelésnél használt küvettás színskálát tartalmazza a mini-labor.



Működési alapelve: Kolorimetriai módszerrel történik az elemek koncentrációjának meghatározása: a vizsgált oldathoz hozzáadjuk a megfelelő reagenst, majd a színváltozás alapján egy színskála segítségével meghatározhatjuk az elemek koncentrációit.

81. kép: A mini-labor (saját feldolgozás)

¹⁵⁶ Betriebsanleitungen für Ökologie und Umweltschutzmessgeräte Windaus

Hordozható pH, vezetőképesség és oldott oxigénmérő (Checkmate 90)

Mérési paraméterei: A műszer a pH, a vezetőképesség, a hőmérséklet és az oldott oxigén mérését szolgálja a különböző oldatokban.

Mérési tartománya:

	Méréstartomány	Felbontás
pH	0-14 pH	
mV	0-100 mV	
Vezetőképesség	0-19,99 μ S	0,01 μ S
	20-199,99 μ S	0,1 μ S
	200-1999,99 μ S	1 μ S
	2-20 mS	0,001 mS
TDS	0-10 mg/L	0,01 mg/L
	10-100 mg/L	0,1 mg/L
	100-1000 mg/L	1 mg/L
	1-10 g/L	0,01 g/L
Oldott oxigéntartalom (%)	0-200 %	1%
hőmérséklet	0,5-100°C	0,1°C



24. Táblázat és 82. kép: Checkmate 90 műszereinek mérésstartománya és fotója (saját feldolgozás)

Szerkezeti felépítése: A szett tartalmazza a műszert illetve a hozzátartozó érzékelőket (pH, vezetőképesség, oldott oxigéntartalom mérő), valamint a műanyagüvegeket.

Működési alapelve: Automatikus kalibrálás után könnyedén elvégezhető a mérés. A kapott adatok tárolhatók, valamint interface-en keresztül számítógépre vihetők.¹⁵⁷

Hangszint analízátor (Lucas CEL)



Mérési paraméterei: A műszer a környezet hangterhelésének mérésére alkalmas: valós idejű hangszint mérése, környezeti zajszint mérésére a felhasználó által kiválasztott mintavételezési eljárás segítségével. A rezgésmérő tartozékok segítségével pedig, lehetőség van rezgések mérésére is. A mérési tartománya 5,0 dB - től 140 dB - ig terjed.

83. kép: Hangszint analízátor (saját feldolgozás)

Szerkezeti felépítése: A szerkezet a következő módon épül fel: mikrofon-előerősítő-szűrő-erősítő-egyenirányító-műszer (digitális széles, oktáv, harmad oktáv sáv jel processzor), interface.

Működési alapelve: A kézben tartható műszer előre programozott beállításokat tartalmaz, melyek révén a mérési folyamatok egyszerűbbé válnak.

¹⁵⁷ M90 Használati útmutatója

A hang fizikai érzékelésére egy mikrofon szolgál, amely a hagyományossal arányos elektromos jelet állít elő. Ebből logaritmikus átalakítás után kapjuk a hangszintmérő műszer által kijelzett dB értéket.¹⁵⁸

Terepi mikrobiológiai laboratórium (Hach)

Mérési paraméterei: A laboratórium alkalmas a víz- és talajoldatokból származó teljes coli, fekáliás coli és E. coli szám meghatározására.



Szerkezeti felépítése: A koffer tartalmazza az inkubátort, a membránszűrő készüléket, a táptalajokat, az ampullákat és a szükséges segédeszközöket (Petri - csésze, tölcsér, membránszűrő, csipeszek)

Működési alapelve: A coli szám kimutatására több módszer is a rendelkezésünkre áll a használati utasítás révén: membránszűrős módszer, presence / absence (van/nincs) próba.

84. kép: Hach (saját feldolgozás)

Ezeknek a fő lépései a következők: a mintát vegyíteni kell a megfelelő táptalajjal, majd keltetni kell 24 óráig, ellenőrizni kell a színváltozást és meg kell számolni a keletkezett telepeket.¹⁵⁹

Hordozható füstgázvizsgáló berendezés

Mérési paraméterei: A berendezés alkalmas az oxigén, szénmonoxid, nitrogénoxid, nitrogén-dioxid, kén-dioxid, szénhidrogének valamint nitrogén-oxidok és egyéb mérgező gázok mérésére, illetve a fizikai paraméterek: hőmérséklet, nyomás, nyomásváltozás, gázsebesség vizsgálatára. Mérési tartománya az anyagoktól függően változik.

Szerkezeti felépítése: A műszert egy tetővel ellátott, hordozható alumínium dobozba építették be, mely tartalmazza az alapvető segédeszközöket is, mint például 300 mm-es szonda, tartalék filterek. A műszer több szenzorral, digitális kijelzővel, valamint beépített nyomtatóval rendelkezik. A szenzorokat félévente ajánlott cserélni.

Működési alapelve: A készülék gyárilag kalibrált. A hatékony mintakezelő rész (szenzor) végzi a tiszta, szárított, összetételében változatlan gáz megfigyelését - elektrokémiai úton – a szívási pontnak megfelelően. A műszerhez szoftver is tartozik, így az adatok számítógépes úton is feldolgozhatóak.¹⁶⁰

¹⁵⁸ CEL Kezelői kézikönyv 060176 3. kiadás, 1995.

¹⁵⁹ Használati útmutató a Hach-féle analitikai eljárásokhoz, Euroton kiadó

¹⁶⁰ Használati útmutató a Greenline Mk2-hez

4.4.2. Tanári útmutatók az egyszerűbb mérésekhez és a Multimédia és Környeztmódszertani Labor műszereihez

A kutatás fő feladata a megfelelő módszerek kidolgozása a középiskolai tanárok számára a környezeti mérésekhez. A Szakmai Tanárképző Intézetben képzett mérnöktanárok számára kidolgozásra került az egyszerű mérések és a labor műszereinek tanári útmutatói, melyek nemcsak az eszközigényt, a feladatokat, hanem a mérési kompetenciákat és a tantárgykapcsolatokat is tartalmazzák. Mindezek mellett kiváló háttér információkkal nyújt segítséget tanároknak, hogy a környezetvédelemmel kapcsolatos témaköröket beépíthessék, a tananyagba valamint tanácsokkal látja el őket arról, hogy hogyan érdemes ezeket a műszereket a gyakorlati tanórába bevezetni.

Aerométer- tanári útmutató

Tantárgy	Méréstechnika és egyéb hasonló jellegű tárgyak
Témakör	Talajvizsgálat
Kapcsolat	Kémia, fizika, biológia: hőmérséklet, fényerősség, sűrűség, ülepedés, tömeg Biotechnológia, mikrobiológia: ionok vizsgálata Környezetvédelem: Hazánk talajainak védelme Környezettechnika: Talajtisztítás. Fizikai és kémiai talajvizsgálatok Jogi ismeretek: Talajok védelme
Alapfogalmak	Ülepedés, zavarosság, talajszennyezés, szuszpenzió, szemcseméret
Motiválás	Talajszennyezések hatásai a környezetre (cikkek, híradás, film, video)→talajok állapotfelmérésének fontossága, megőrzése, javítása
Kompetenciák	Figyelem, összpontosítás Értékelési képesség Pontosság Problémamegoldás, hibaelhárítás Önállóság A környezet tisztán tartása Kontroll (ellenőrzőképesség)
Módszer	Laborban és terepen tartandó mérési gyakorlat Mérés egyénileg vagy csoportosan Jegyzőkönyvkészítés egyénileg vagy csoportosan
Célok	Vízminőség meghatározásának mérése, összefüggések és ok-okozati viszonyok ismerete
Tanulási helyzet	A mérés során tisztázódik az ülepedés, zavarosság, talajszennyezés, szuszpenzió, szemcseméret fogalma és jelentősége. A tanulók a terepi mérések során megismerkednek a különböző talajszennyező paraméterek méréseivel→komplex szemlélet kialakul. A csoportos feladatmegoldás révén megtanulja a hatékony együttműködés elvét
Szükséges	Aerométer, jegyzőkönyv, desztillált víz, gumicsizma, mintavevő-edény

Indikátorok - tanári útmutató

Tantárgy	Környezettechnika, mérés technika és egyéb hasonló jellegű tárgyak
Témakör	Vízminőség-védelem, vízhasznosítás, víz kémiai vizsgálata
Kapcsolat	Kémia, fizika, biológia: pH, hőmérséklet, fényerősség, keménység, Biotechnológia, mikrobiológia: ionok vizsgálata Környezetvédelem: Hazánk felszíni és felszín alatti vizeinek védelme Környezettechnika: Víztisztítás. Fizikai és kémiai vízminősítés Jogi ismeretek: Vizek védelme
Alapfogalmak	Kémhatás, pH, indikátor, vízszennyezés
Motiválás	Vízszennyezések hatásai a környezetre (cikkek, híradás, film, video)→vizeink állapotfelmérésének fontossága, megőrzése, javítása
Kompetenciák	Jártasság Figyelem, összpontosítás Értékelési képesség Pontosság Önállóság A környezet tisztán tartása Kontroll (ellenőrzőképesség) Gyakorlatias feladatértelmezés
Módszer	Laborban vagy terepen tartandó mérési gyakorlat Különböző vízminták mérése egyénileg vagy csoportosan Jegyzőkönyvkészítés egyénileg vagy csoportosan
Célok	Vízminőség meghatározásának mérése, összefüggések és ok-okozati viszonyok ismerete
Tanulási helyzet	A mérés során tisztázódik a kémhatás, pH fogalma és jelentősége A tanulók a terepi mérések során megismerkednek a különböző vízszennyező paraméterek méréseivel→komplex szemlélet kialakul A csoportos feladatmegoldás révén megtanulja a hatékony együttműködés elvét
Szükséges	Indikátor papír, jegyzőkönyv, gumicsizma, mintavevő-edény

Hőmérők - tanári útmutató

Tantárgy	Mérés technika és egyéb hasonló jellegű tárgyak
Témakör	Víz-, és talajminőség-védelem, és vizsgálata
Kapcsolat	Kémia, fizika, biológia: hőmérséklet, fényerősség, Környezetvédelem: Hazánk felszíni és felszín alatti vizeinek, talajainak védelme, Talajtípusok Környezettechnika: Víz és talajtisztítás. Fizikai és kémiai vízminősítés Jogi ismeretek: Vizek és talajok védelme
Alapfogalmak	Hőmérséklet, Celsius fok, skálák

Motiválás	Víz-, és talajszennyezések hatásai a környezetre (cikkek, híradás, film, video)→vizeink állapotfelmérésének fontossága, megőrzése, javítása
Kompetenciák	Figyelem, összpontosítás Pontosság Kontroll (ellenőrzőképesség)
Módszer	Laborban vagy terepen tartandó mérési gyakorlat Különböző víz-, és talajminták mérése egyénileg vagy csoportosan Jegyzőkönyvkészítés egyénileg vagy csoportosan
Célok	Víz-, és talajminőség meghatározásának mérése, összefüggések és ok-okozati viszonyok ismerete
Tanulási helyzet	A mérés során tisztázódik a hőmérséklet fogalma és jelentősége A tanulók a terepi mérések során megismerkednek a különböző víz-, és talajszennyező paraméterek méréseivel→komplex szemlélet kialakul A csoportos feladatmegoldás révén megtanulja a hatékony együttműködés elvét
Szükséges	Hőmérők, jegyzőkönyv.

Gyorstesztek – tanári útmutató

Tantárgy	Méréstechnika és egyéb hasonló jellegű tárgyak
Témakör	Víz-, és talajminőség-védelem, és vizsgálata
Kapcsolat	Kémia, fizika, biológia: hőmérséklet, fényerősség, pH, ionok, fémek Környezetvédelem: Hazánk felszíni és felszín alatti vizeinek, talajainak védelme, Talajtípusok Környezettechnika: Víz és talajtisztítás. Fizikai és kémiai vízminősítés Jogi ismeretek: Vizek és talajok védelme
Alapfogalmak	Ionok, pufferek, indikátorok, reagensek, pH
Motiválás	Víz-, és talajszennyezések hatásai a környezetre (cikkek, híradás, film, video)→vizeink állapotfelmérésének fontossága, megőrzése, javítása
Kompetenciák	Figyelem, összpontosítás Értékelési képesség Pontosság Kontroll (ellenőrzőképesség)
Módszer	Laborban vagy terepen tartandó mérési gyakorlat Különböző víz-, és talajminták mérése egyénileg vagy csoportosan Jegyzőkönyvkészítés egyénileg vagy csoportosan
Célok	Víz-, és talajminőség meghatározásának mérése, összefüggések és ok-okozati viszonyok ismerete

Tanulási helyzet	A mérés során tisztázódik a pufferek, indikátorok, reagens pH fogalma és jelentősége A tanulók a terepi mérések során megismerkednek a különböző víz-, és talajszennyező paraméterek méréseivel→komplex szemlélet kialakul A csoportos feladatmegoldás révén megtanulja a hatékony együttműködés elvét
Szükséges	Gyorstesztetek, jegyzőkönyv.

Secchi-korong- tanári útmutató

Tantárgy	Környezettechnika, mérés technika és egyéb hasonló jellegű tárgyak
Témakör	Vízminőség-védelem, vízhasznosítás, víz kémiai vizsgálata
Kapcsolat	Kémia, fizika, biológia: zavarosság, hőmérséklet, fényerősség, fénytán. Környezetvédelem: Hazánk felszíni és felszín alatti vizeinek védelme Környezettechnika: Víz tisztítás. Fizikai és kémiai vízminősítés Jogi ismeretek: Vizek védelme
Alapfogalmak	Zavarosság, átlátszóság, hullámhossz, fényelnyelés
Motiválás	Vízszennyezések hatásai a környezetre (cikkek, híradás, film, video)→vizeink állapotfelmérésének fontossága, megőrzése, javítása
Kompetenciák	Jártasság Figyelem, összpontosítás Értékelési képesség Pontosság Önállóság A környezet tisztán tartása Kontroll (ellenőrzőképesség)
Módszer	Laborban vagy terepen tartandó mérési gyakorlat Különböző vízminták mérése egyénileg vagy csoportosan Jegyzőkönyvkészítés egyénileg vagy csoportosan
Célok	Vízminőség meghatározásának mérése, összefüggések és ok-okozati viszonyok ismerete
Tanulási helyzet	A mérés során tisztázódik a zavarosság, átlátszóság, hullámhossz, fényelnyelés fogalma és jelentősége A tanulók a terepi mérések során megismerkednek a különböző vízszennyező paraméterek méréseivel→komplex szemlélet kialakul A csoportos feladatmegoldás révén megtanulja a hatékony együttműködés elvét
Szükséges	Secchi-korong, jegyzőkönyv, gumicsizma.

Környezetvédelmi mérőkoffer (UW 2000) - tanári útmutató

Tantárgy	Környezettechnika, mérés technika és egyéb hasonló jellegű tárgyak
Témakör	Vízminőség-védelem, vízhasznosítás, víz kémiai vizsgálata
Kapcsolat	Kémia, fizika, biológia: pH, vezetőképesség, hőmérséklet, fényerősség, keménység, savasság, ammónium, nitrit, nitrát, foszfát, szulfát, szulfid, szabad klór, klorid, vas, réz, nikkel, cink, króm, mangán, cianid. Biotechnológia, mikrobiológia: ionok vizsgálata Környezetvédelem: Hazánk felszíni és felszín alatti vizeinek védelme Környezettechnika: Víz tisztítás. Fizikai és kémiai vízminősítés Jogi ismeretek: Vizek védelme
Alapfogalmak	Kémhatás, vezetőképesség, pH, ionok, zavarosság, vízszennyezés
Motiválás	Vízszennyezések hatásai a környezetre (cikkek, híradás, film, video)→vizeink állapotfelmérésének fontossága, megőrzése, javítása
Kompetenciák	Műszeralkalmazás Áttekintő képesség Jártasság Figyelem, összpontosítás Értékelési képesség Pontosság Problémamegoldás, hibaelhárítás Határozottság Kontroll (ellenőrzőképesség) Rendszerező képesség Gyakorlatias feladatértelmezés Adatfeldolgozás Adatmodellezés ¹⁶¹
Módszer	Laborban vagy terepen tartandó mérési gyakorlat Különböző paraméterek mérése egyénileg vagy csoportosan Jegyzőkönyvkészítés egyénileg vagy csoportosan
Célok	Vízminőség meghatározásának mérése, összefüggések és ok-okozati viszonyok ismerete
Tanulási helyzet	A mérés során tisztázódik a kémhatás, pH, vezetőképesség fogalma és jelentősége. A tanulók a terepi mérések során megismerkednek a különböző vízszennyező paraméterek méréseivel→komplex szemlélet kialakul. A csoportos feladatmegoldás révén megtanulja a hatékony együttműködés elvét
Szükséges	Mérőkoffer, jegyzőkönyv, desztillált víz, gumicsizma, mintavevő-edény

¹⁶¹ www.eszi.hu/pages/szakmaivizsgak/vizsgaeloirasok/Kornyezetvedelmi_technikus.pdf -

Talajvizsgáló terepi laboratórium - tanári útmutató

Tantárgy	Környezettechnika, mérés technika és egyéb hasonló jellegű tárgyak
Témakör	talajvédelem, talaj fizikai és kémiai vizsgálata
Kapcsolat	Kémia, fizika, biológia: pH, mész, nitrát, mangán, foszfát, szulfát, kálium, kalcium, magnézium, alumínium, réz, vas, klorid Biotechnológia, mikrobiológia: ionok vizsgálata Környezetvédelem: Hazánk talajainak védelme, talajtípusok Környezettechnika: Talajminőség és kémiai vizsgálata Jogi ismeretek: Talajok (termőföld) védelme
Alapfogalmak	pH, mész, nitrát, mangán, foszfát, szulfát, kálium, kalcium, magnézium, alumínium, réz, vas, klorid és jellemzőik, kolorimetria
Motiválás	Szennyezések hatása a talajra és az élővilágra közvetett és közvetlen módon - Közlekedés, mezőgazdaság, ipar hatása - Savasodás, szikesedés, defláció
Kompetenciák	Készségfejlesztés Áttekintő képesség Figyelem, összpontosítás Értékelési képesség Gyakorlatias feladatértelmezés Rugalmasság Kézügyesség Adatfeldolgozás Adatmodellezés ¹⁶²
Módszer	Laborban vagy terepen tartandó mérési gyakorlat Különböző paraméterek mérése egyénileg vagy csoportosan Jegyzőkönyvkészítés egyénileg vagy csoportosan
Célok	Talajminőség meghatározásának mérése, összefüggések és ok-okozati viszonyok ismerete
Tanulási helyzet	A mérés során tisztázódik a pH, és az ionok és jelentősége a talajban A tanulók a terepi mérések során megismerkednek a különböző talajokra veszélyes paraméterek méréseivel→komplex szemlélet kialakul A csoportos feladatmegoldás révén megtanulja a hatékony együttműködés elvét A mini-labor alkalmazása során a kolorimetriával találkozik Komplex mintaterület vizsgálat: talaj+élővilág
Szükséges	Mini-labor, jegyzőkönyv, desztillált víz, bakancs, ásó, tölcser, szűrőpapír, mérőkanál

¹⁶² www.eszi.hu/pages/szakmaivizsgak/vizsgaeloirasok/Kornyezetvedelmi_technikus.pdf -

Hordozható pH, vezetőképesség és oldott oxigénmérő-tanári útmutató

Tantárgy	Környezettechnika, mérés technika és egyéb hasonló jellegű tárgyak
Témakör	Vízminőség kémiai vizsgálata
Kapcsolat	Kémia, fizika, biológia: pH, a vezetőképesség, a hőmérséklet Környezetvédelem: Környezeti elemek védelme Környezettechnika: Környezeti elemek vizsgálata Jogi ismeretek: Vizek védelme
Alapfogalmak	Kémhatás, vezetőképesség, pH, ionok, oldott oxigén
Motiválás	Vízszennyezések hatásai a környezetre (cikkek, híradás, film, video)→vizeink állapotfelmérésének fontossága, megőrzése, javítása
Kompetenciák	Műszeralkalmazás Készségfejlesztés Jártasság Figyelem, összpontosítás Értékelési képesség Hibakeresés (diagnosztizálás) Problémaelemzés, - feltárás Körültekintés, elővigyázatosság Adatfeldolgozás Adatmodellezés ¹⁶³
Módszer	Laborban vagy terepen tartandó mérési gyakorlat Különböző paraméterek mérése egyénileg vagy csoportosan Jegyzőkönyvkészítés egyénileg vagy csoportosan
Célok	Jártasság kialakítása a helyes kalibrálás, pontos leolvasás, önálló műszerhasználat során
Tanulási helyzet	A tanulók a terepi mérések során megismerkednek a különböző vízszennyező paraméterek méréseivel→komplex szemlélet kialakul. Az ökológiai tényezők együttes megfigyelése és vizsgálata eredeti környezetben A műszer használata során az alapvető mérési metodikákkal ismerkedik meg a diák. A csoportos feladatmegoldás révén megtanulja a hatékony együttműködés elvét
Szükséges	Koffer a mérőműszerekkel és segédanyagaival, jegyzőkönyv, desztillált víz, gumicsizma, mintavevő-edény

¹⁶³ www.eszi.hu/pages/szakmaivizsgak/vizsgaeloirasok/Kornyezetvedelmi_technikus.pdf -

Hangszint analízátor - tanári útmutató

Tantárgy	Környezettechnika, mérés technika és egyéb hasonló jellegű tárgyak
Témakör	Zaj- és rezgés vizsgálat
Kapcsolat	Biológia: halláskárosodás; Fizika: hangtan Környezetvédelem: Környezeti elemek védelme Környezettechnika: Környezeti elemek vizsgálata Jogi ismeretek: Zaj- és rezgés védelem
Alapfogalmak	dB, zaj, hangnyomásszint, hangintenzitás, rezgés
Motiválás	Különböző szintű és eredetű zajok bemutatása különböző eszközök segítségével, valamint azok káros hatásainak bemutatása video, film, képsorozatok révén
Kompetenciák	Műszeralkalmazás Jártasság Figyelem, összpontosítás Értékelési képesség Pontosság Rendszerező képesség Felelősségtudat Rugalmasság Kéz ügyesség Felelősségtudat Adatfeldolgozás Adatmodellezés ¹⁶⁴
Módszer	Városi mérési gyakorlat: az iskola körüli területeken, valamint a város különböző területein (park, vasút, ipartelep) a zaj mérése és az adatok kiértékelése valamint az eredmények összehasonlítása. Konklúziókészítés Zaj és rezgés mérése egyénileg vagy csoportosan Jegyzőkönyvkészítés egyénileg vagy csoportosan
Célok	Zaj- és rezgésmérés elvégzése. A tanulónak legyen fogalma egy adott zaj, kb. hány decibelnek felel meg.
Tanulási helyzet	A tanulók a terepi mérések során megismerkednek a különböző zaj-és rezgések méréseivel → komplex szemlélet kialakul. Megismerik a különböző zaj- és rezgéstípusokat, valamint azok káros hatásait és az ellenük való védekezési módokat A csoportos feladatmegoldás révén megtanulja a hatékony együttműködés elvét
Szükséges	Mérőműszer, adatlap

¹⁶⁴ www.eszi.hu/pages/szakmaivizsgak/vizsgaeloirasok/Kornyezetvedelmi_technikus.pdf -

Terepi mikrobiológiai laboratórium - tanári útmutató

Tantárgy	Környezettechnika, mérés technika és egyéb hasonló jellegű tárgyak
Témakör	Vízminőség, bakteriológiai vízminősítés
Kapcsolat	Biológia: baktériumok, vírusok Mikrobiológia: talaj mikrobiológiai jellemzői Környezetvédelem: Hazánk talajainak védelme, Környezettechnika: Környezeti elemek vizsgálata Jogi ismeretek: Talajok (termőföld) közvetett valamint a vizek védelme
Alapfogalmak	Baktérium, vírus, táptalaj, tenyésztés, kóliszám
Motiválás	Ivóvizeink minősége: térkép Ivóvizein szennyezési lehetőségei: interaktív táblán folyamatábra Ivóvízben előforduló baktériumok és vírusok által okozott betegségek felsorolása, ismertetése (film, kép, interaktív táblán folyamatábra)
Kompetenciák	Műszeralkalmazás Készségfejlesztés Jártasság Hibakeresés (diagnosztizálás) Problémaelemzés, - feltárás Körültekintés, elővigyázatosság Rendszerező képesség Gyakorlatias feladatértelmezés Megbízhatóság Felelősségtudat Adatmodellezés ¹⁶⁵
Módszer	Mivel a mérés 24 órát igényel, ezért több módszer is lehet: - interaktív tábla és szoftver segítségével a tanulók elkészíthetik a táptalajt, majd a folyamatot ábraszorozatokkal szemléltethetjük - előre elkészítjük a mintát táptalajon és a tanórán már csak a keltett mintát mutatjuk be és beszéljük át a további értékelést Jegyzőkönyvkészítés egyénileg vagy csoportosan
Célok	Betekintés a bakteriológiai vízminősítésbe
Tanulási helyzet	A tanár, mint elbeszélő és bemutató emberként vesz részt a mérésbe, míg a diák szemlélőként van jelen. Ám az értékelésbe már ő is bevonható. Az eredmények összevetése az előírásokkal, valamint a következtetések helyes levonása elengedhetetlen követelménye a szakmának.
Szükséges	Terepi mikrobiológiai labor, Petri-csésze, kiértékelő lap.

¹⁶⁵ www.eszi.hu/pages/szakmaivizsgak/vizsgaeloirasok/Kornyezetvedelmi_technikus.pdf -

Hordozható füstvizsgáló berendezés - tanári útmutató

Tantárgy	Környezettechnika, mérés technika és egyéb hasonló jellegű tárgyak
Témakör	Levegőszennyezés
Kapcsolat	Kémia: Léggöri gázok Fizika: A légkör fizikai tulajdonságai Földrajz: A légkör szerkezete Környezetvédelem: Levegőtisztaság-védelem Környezettechnika: Levegőminőség kémiai vizsgálata
Alapfogalmak	Mérgező gázok, nyomás, nyomásváltozás, gázsebesség, füst
Motiválás	A világ, Európa, hazánk levegőminősége: összehasonlító térkép A légkörszennyezési lehetőségek, a légkörben előforduló szennyezőanyagok által okozott betegségek felsorolása, ismertetése (film, kép, interaktív táblán folyamatábra)
Kompetenciák	Műszeralkalmazás Készségfejlesztés Pontosság Rugalmasság Kéz ügyesség Felelősségtudat Adatfeldolgozás Adatmodellezés ¹⁶⁶
Módszer	Jegyzőkönyvkészítés egyénileg vagy csoportosan, mérési helyek kijelölése, leolvasás, mérési adatok rögzítése, gyakorlása a műszerhasználatnak.
Célok	Betekintés a levegőtisztaság védelembe
Tanulási helyzet	A tanár, mint elbeszélő, bemutató van jelen. A tanuló szemlélő, mivel a mérőműszer működtetése igen drága és az általa elvégzett mérés sem akkreditált.
Szükséges	Mérőműszer

¹⁶⁶ www.eszi.hu/pages/szakmaivizsgak/vizsgaeloirasok/Kornyezetvedelmi_technikus.pdf -

5. A kutatás vizsgálatának eredményeiből levont következtetések

A környezeti mérések és tanításuk módszertana összetett feltáró munkát igényelt, mert támaszkodni kellett a szakelmélet környezet és műszaki tudományi alapjaihoz; ismerni kell a középfokú tanítás tantárgyi követelményeit, valamint a pedagógiai folyamatokat és az alkalmazott módszereket.

A kutatások eredményei alapján megfogalmazható téziseket az alábbiakban ismertetjük:

1. Tézis: A pedagógiai aspektusok terén rendszerbe szedtük a környezeti nevelés és oktatás aspektusait, különböző struktúráit. Összefoglaló táblázatokat készítettünk az OKJ-ban nem rendszerezett tananyagokról. Ezen táblázatok a struktúrák tartalmait, nevelési elemeit, módszertani jellemzőit tartalmazzák segítve a pedagógiai rendszerszemléletet. (lásd 1. sz. melléklet). Feltártuk a mérések általános ismertetésén túl a környezeti mérések rendszerét, típusait valamint a mérésügy szervezeti kapcsolatrendszerét. Megállapítottuk, hogy a legátfogóbban és mélyebben az analitikai mérések osztályozása, szakmai módszerei és eszközei vannak feldolgozva a hazai szakkönyvekben. Táblázatba rendeztük a mérések középfokú szakképzések alkalmazott fajtáit és alkalmazási területeit a környezetvédelemben. Ezzel kívánunk segítséget adni a szaktanároknak a tanmenetek készítéséhez, valamint a tanulók kompetenciáinak fejlesztéséhez. (lásd disszertáció 3.2.2. fejezete)

2. Tézis: Feltártuk az OKJ rendszerében kialakított környezetvédelmi szakmákat, rendszereztük ezeknek tantárgyi csomópontjait a mérések témaköreiben. A disszertáció 2. sz. melléklete tartalmazza azt a táblázatot is melyben, az egyes tananyagokban megjelenő mérési feladatok elméleti és gyakorlati óraszámai jelennek meg. A tananyagegységek tananyagelemekre osztódnak, melyek azonosító számot és részletes leírást adnak a készségek, kompetenciák, tevékenységformák, képzési idő és helyszínek adatairól. Így az előbbi elágazásokból és a modulokból a környezeti méréses tananyagegységek kerültek elemzésre a téma lehatároltsága miatt. Ezért lényeges a mérés megjelenése a tantárgyrendszerben, az OKJ-s jegyzékben és a különböző szakképzettségekben. A módszertani tervezéshez hasznos támpontot adnak a kimeneti követelmények vizsgálata (melyek a disszertáció 3. mellékletében találhatóak), hiszen ezek tartalmazzák a méréses tevékenységeket, a környezettechnikai berendezéseket, melyek a multimédiás mozgóábrák tartalmi alapját biztosítják.

3. Tézis: 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 az eszközök hiányával magyarázható. Az eszközpark feltárása egyrészt egyenlenséget 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 eszközcsoporthasználata. (lásd disszertáció 4. fejezete).

4. Tézis: A mérések rendszerezése után kiválasztottuk azokat a témákat, amelyek a műszerek beszerezhetősége, a mérési paraméter, ill. helye/ technikai berendezésének szempontjából sajátos szemléltetést, bemutatást igényelnek. A Macromedia Flash program segítségével a víz-, levegő-, és talaj-, vizsgálatok főbb műszereit vizualizáltuk. A környezettechnika témakörén belül a levegőtisztítás berendezéseinek mozgó ábrái lettek az eredményesség vizsgálat tárgya. A vizsgálatból kiderült, hogy e mozgóábrák segítik az asszociációs képességet, a műszerek elvének, részeinek, működésének tanulását valamint az elméleti oktatás egyik nagy motivációs segítője. Vizsgálati eredményeink alátámasztották a hipotéziseinket, mert a motiváció mellett a vizualizáció növelte a tanítás sebességét, segítette a gyorsabb elsajátítást és a gondolkodást. (lásd disszertáció 4. fejezete).

5. Tézis: A kutatás keretében tanári útmutatók is készültek az egyes egyszerű mérések témaköreihez, valamint a Nyugat magyarországi Egyetem, Benedek Elek Pedagógiai Kar, Szakmai Tanárképző Intézetében működő Multimédia-, és Környezetmódszertani Labor műszereinek használatához. Ezen útmutatók pedagógiai segítséget adnak az alábbi témakörökben: tantárgy, témakör, kapcsolat más tantárgyakkal, alapfogalmak, motiváció, kompetenciák, módszer, célok, tanulási helyzet, szükséges eszközök és anyagok. Mindezek mellett kézirat készült egy szerkesztés alatt álló szakmódszertani könyv méréses fejezetéhez, melynek tartalmát a disszertáció tartalmazza. A fejezet hiánypótló a méréseket tanító mérnöktanárok és szaktanárok részére. A könyv fejezetéből készült önálló tanári segédletek a mérnöktanárképzésben hasznosak és eredményesek voltak.

6. Az eredmények gyakorlati használhatósága, további folytatása

A szakközépiskolai módszertanba új didaktikai módszerek bevezetésére van szükség, hogy végre a projektort és az interaktív táblát ne csak a tankönyvi ábrák kivetítésére használják, hanem a szemléltetésre és gyakorlásra egyaránt. Mivel nem minden műsértípus és műszer szerzhető be a szakközépiskolák számára, így az IKT eszközeit kell igénybe vennie a tanárnak és a tanulónak egyaránt.

Ahhoz, hogy a középfokú szakképzés minőségi oktatást és tudást adjon, elengedhetetlenné válik a mély műszerismeret. Az IKT-vel segített tanulás során az ismeretek terjesztése biztonságosabban és szélesebb körben valósul meg; emellett az azonnali visszacsatolás következményeként eredményesebbé válik a tananyag elsajátítása 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-, és teret enged a tanulóközpontú oktatásnak. A kutatás során alkalmazott program lehetővé teszi az interaktivitás módszerét ott is ahol az iskola vagy a tanterem nem rendelkezik interaktív táblával. Így a „hátrányos” képzési helyek sem maradnak hátrányban, s elindulhat egy új, nyitottabb, de mélyebb szakképzés a környezetvédelem terén.

A vizsgálat során elkészített és alkalmazható módszerek, segédletek:

- A Multimédia és környezet-módszertani labor műszereinek leírásainak elkészítése (Témakörei: mérési paraméterek, szerkezeti felépítés, működési alapelvek)
- A fenti műszerekhez és az egyszerű mérésekhez tartozó tanári útmutatók elkészítése (Témakörei: tantárgy, témakör, kapcsolat, motiválás, kompetenciák, módszer, célok, tanulási helyzet, szükséges eszközök)
- A technikai vizsgákhoz kapcsolódó környezettechnikai berendezések és elméleti témakörök mozgóábrái (9, 11, 12, 14, 17, 18. tételek)
- Műszeres mérések elméleti anyagához kapcsolódó mozgóábrák.

6.1. Környezettan szakmódszertan tankönyv mérésekről szóló fejezetének áttekintő bemutatása

Az egész tankönyv tartalomjegyzék tervezetét és szerzői kollektíváját ismerteti a fejezet. Amint látható a 9. fejezet foglalkozik a mérésekkel. Amint a 9. fejezet szerkezetéből látható, a méréssel foglalkozó témakört komplexen dolgoztuk fel, mert a mérésekről általában írunk, majd előkerülnek az alapfogalmak, szervezetek, a környezeti mérések fajtái, felosztása és a különböző mérési fajták elvi-elméleti bemutatása, módszertani vonatkozásai a mérések ellenőrzésével, értékelésével foglalkozó részfejezeteivel bezárólag. Bár külön fejezetszámot, a 10.-et kapta az interaktív, digitális pedagógiai környezetvédelmi vonatkozása, de ezt is az értekezés készítője írta. Ebből már ebben az értekezésben is felhasználtuk a szemléltetés, bemutatás interaktív digitális tananyagfejlesztéseit a z u. n. mozgóábrák formájában.

Tankönyvtervezet

Környezeti szakmódszertan

Egyetemi tankönyv a környezettan, technika, környezeti, természetvédelmi mérnök-tanár szakos hallgatók számára

Hoczek László, Lükő István, Márföldi Anna, Fersch Attila, Kollarics Tímea, Dőry István

Lektorok: Béres Csilla, Berki Imre,

1, Előszó

2, A környezettani szakmódszertan, mint tudomány, és mint tantárgy

2.1, A szakmódszertan és didaktikai alapok és a környezettudomány kapcsolata

2.2, A tantárgy célja, fő funkciói, tartalmi területei

2.3, Hagyományos és interaktív-mobil tanulási módszerekről röviden

Összefoglalás

Fontosabb fogalmak, kifejezések

Ellenőrző kérdések, feladatok

3, Fejezetek az ökológiából, a környezettudományokból és a technikából

3.1, Ökofilozófiai - rendszerszemléleti alapok

3.2, A biológiától a fenntarthatóságig

3.3, Az ökológiai lábnyomat

3.4, Na és a technika? Technika-technológia

Összefoglalás

Fontosabb fogalmak, kifejezések

Ellenőrző kérdések, feladatok

4, A környezeti szakmódszertanok környezetpedagógiai alapjai

4.1, Környezetpedagógiai alapfogalmak, rendszerek, felosztás

4.2, A környezeti nevelés stílusjegyei

4.3, Környezeti nevelés,- oktatás, képzés

4.4, A környezetipar szakmái

Összefoglalás

Fontosabb fogalmak, kifejezések

Ellenőrző kérdések, feladatok

5, Felkészülés a tanítási órákra

5.1, Tantárgy, modul, és a tervezés

5.2, Tervezés és dokumentumai Tanterv, tanmenet, óravázlat, program

5.3, A bemutatás, szemléltetés, gyakoroltatás általános módszerei a környezettani témák oktatásában

5.4, Az ellenőrzés-értékelés speciális módszertani kérdései a környezeti oktatásban

Összefoglalás

Fontosabb fogalmak, kifejezések

Ellenőrző kérdések, feladatok

6, Fejezetek a természetvédelmi témák oktatásának módszertanából

Összefoglalás

Fontosabb fogalmak, kifejezések

Ellenőrző kérdések, feladatok

7, Fejezetek a környezeti elemek és védelmének tanítási módszereiből

7.1, Környezetvédelem az ipari technológiákban

7.2, A talaj, a víz és a levegő, mint környezeti elem és védelmének tanítási módszere

7.3, A környezettechnika alapjai és műveletei tanítási módszerei

7.4, Megújuló energiaforrások technológiája témáinak tanítása

Összefoglalás

Fontosabb fogalmak, kifejezések

Ellenőrző kérdések, feladatok

8, A természetiskola, erdei iskola és a tanösvények

8.1, A terepi tanulás alapvető módszerei

8.2, Erdei iskola és lehetőségei

8.3, A tanösvények és módszertani vonatkozásai

8.3.1, A tanösvény helye, szerepe és lehetősége a környezeti nevelésben és a szakmai oktatásban

8.3.2, Az ökológiai –műszaki- technikai tervezés és szempontjai

8.3.3, Pedagógiai tervezés a tanösvények kialakításánál, programjainál

Összefoglalás

Fontosabb fogalmak, kifejezések

Ellenőrző kérdések, feladatok

9, Mérések és tapasztalásos tanulás módszertani vonatkozásai

9.1, A mérésről általában és a környezetvédelemben

9.2, Mérési alapelvek, műszerek, mérési eljárások

9.3, Fontosabb paraméterek laboratóriumi és terepi méréseinek leírása

9.4, Mérőkofferek, komplex műszerek-kiértékelők és alkalmazásuk

9.5, A tanulói munkák ellenőrzése, értékelése

Összefoglalás

Fontosabb fogalmak, kifejezések

Ellenőrző kérdések, feladatok

10, Interaktív, digitális pedagógia lehetőségei a környezeti módszertan oktatásában.

Összefoglalás

Fontosabb fogalmak, kifejezések

Ellenőrző kérdések, feladatok

11, Fontosabb fogalmak

12, Irodalmak

13, Mellékletek

6.2. A kutatás korlátai, további feladatok

A kutatásban feltárt módszerek minden középiskolai korosztály számára alkalmazhatóak, valamint bármely tanár képes elsajátítani új számítógépes tanfolyam segítségével nélkül. Természetesen nem erőltethető senkire a módszerek alkalmazása, így a mérnök-tanár-, szaktanár társadalom nyitottságán múlik az új módszerek használata.

A kutatás során felvetett kérdések, hipotézisek, a kidolgozott kérdőívek és eredményességvizsgálatok, valamint a kapott eredmények megfelelő alapot jelentenek további vizsgálatok, elemzések elvégzéséhez, amelyek a környezetvédelmi mérések gyakorlati alkalmazásában tudnak segíteni. A vizsgálatban bemutatott módszerek pedig a szakmai pedagógusképzés még több IKT-vel kapcsolatos elemét helyezik a középpontba. A kutatás folytatásaként egy további longitudinális vizsgálat megfelelő alapokat jelenthet, amelyhez szükséges egy pontos adat- és információs rendszer kiépítése, hogy a vizsgálat kiterjeszthessük a szakközépiskolák még nagyobb körére, esetleg a felsőfokú tanárképzésre.

A számítógépes interaktív program pedig kiterjeszhető lenne interaktív táblákon használt szoftverre, így az interaktív tanítás még gyorsabbá válhat.

7. Köszönetnyilvánítás

Szeretném köszönetemet kifejezni elsősorban konzulensemnek *Dr. habil Lükő Istvánnak*, hogy ez a munka az ő áldozatos, gondoskodó, segítségével elkészülhetett.

A doktori tanulmányaimat Kitaibel Pál Doktori Iskola keretei között a Környezetpedagógiai programban folytattam és indítottam el a doktori eljárást. Külön köszönet illeti a *doktori iskola, valamint a program vezetőit és tagjait!*

Köszönöm *Édesapámnak* a mozgó ábrák megvalósítását, hogy a képzeletemet a számítógépek világába tudta elhelyezni, valamint alapos munkáját, melynek köszönhetően halála után *Horváth Péter* tudta folytatni a munkát. Nagyon köszönöm neki is a sok segítséget és türelmet!

Köszönöm *Szalay Juliannának*, hogy a Herman Ottó SZKI kapui mindig nyitva álltak a kutatás számára!

Nem utolsó sorban hálásan köszönöm *Édesanyámnak* a biztos háttérrel, hogy a tanulmányaimban és mindenben mindig számíthattam rá!

8. Felhasznált irodalmak

1. Aurelio Peccei: The Challenge of 1970's for the World of Today. Notes for a lecture at the National Military College, Buenos Aires, 1965. szeptember 27. A Római Klub újranomtatásában: Finnish Society for Future Studies, 1984.
2. Bábosik István- Torgyik Judit: Pedagógusmesterség az Európai Unióban, Eötvös József Könyvkiadó, Budapest, 2007.
3. Bábosik István: A nevelés folyamata és módszerei. Eopard Könyvkiadó, Budapest, 1992.
4. Barótfi István: Környezettechnika. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2000.
<http://www.tankonyvtar.hu/konyvek/kornyezettechnika/kornyezettechnika-2-4-081029>
5. Benedek András: Digitális pedagógia, mobil tanulás és új tudás. Szakképzési Szemle, 2007./1.
6. Biszterszky Elemér: Hogy megújuljon a műszaki pedagógusképzés. Szakképzési Szemle, 1989/2.
7. Bodnár Ildikó: Általános kémia III. Előadás jegyzet.
8. Bodnár Ildikó: Környezeti analízis I. Előadás jegyzet.
9. Bodnár Ildikó: Környezeti analízis II. Előadás jegyzet.
10. Bodnár Ildikó: Környezeti analízis III. Előadás jegyzet.
11. Burger Kálmán: Az analitikai kémia alapjai. Kémiai és műszeres elemzés. Alliter Kiadó, Budapest, 2002.
12. Deme Sándor: Félvezető detektorok magsugárzás mérése. Műszaki Kiadó, Budapest, 1968.
13. Dobolyi Elemér: A nitrogén szerepe és jelentősége a vízi ökoszisztémában. Vízdok., Budapest, 1976.
14. Dobóné Tarai Éva - Tarján András: Környezetvédelmi praktikum tanároknak. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1999.
15. Erdey László- Mázor László: Analitikai kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974.
16. Falus Iván (szerk.): Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe, Műszaki Kiadó, Budapest, 2000.
17. Golnhofer Erzsébet – Nahalka István (szerk.): Pedagógusok pedagógiája, Nemzetközi Tk. 2001.
18. Havas Péter: A környezeti nevelés néhány pedagógiai elve és területei: Pedagógiai szemle/2. 1993.
19. Havas Péter: A fenntarthatóság pedagógiája. KÖRLÁNC, Budapest, 2001.
20. Hoczek László: Laboratóriumi és terepi módszerek a környezetvédelmi képzésben. In: Eredmények és kihívások a szakmai tanárképzésben. Sopron, 2002.
21. Horváth Andrea: Kooperatív technikák. Hatékonyság a nevelésben. ALTERN füzetek 7. OKI Iskolafejlesztési Központ, Budapest, 1994.
22. Horváth Imre: Víz- és szennyvíztisztítási mérési adatok feldolgozása: Vízdok. Budapest, 1971.

23. Horváth László (szerk.): Halbiológia és haltenyésztés. (egyetemi tankönyv). Mezőgazda Kiadó, Budapest, 2000. Pp. 436.
24. Horváth Zsuzsanna: Terepi mérések pedagógiai módszertani lehetőségei. Diplomamunka, Sopron, 2008.
25. www.fenntarthatosag.hu/bruntland.php?PHPSESSID=2a2052f19f51ecf5dab58a1848a3c9ae, 2009. 07.02.
26. <http://www.greenpannonia.shp.hu>. 2009. 12. 14.
27. <http://www.globe.hu> 2009. 12. 14.
28. <https://www.nive.hu/szakkepdb2/okj/index.php> 2009. 06. 05.
29. <http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/beinrohr/keret.htm>, 2006.12. 02.
30. <http://phys.chem.elte.hu/tanarlab/meres/metac/metac2.htm>, 2009.07.14.
31. http://www.ite.hu/data/images/kat_elonez60px/termtud_nagy.jpg
32. <http://www.oki.hu/oldal.php?tipus=cikk&kod=obszervacio-modszertan> 2009. 02. 17.
33. <http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/beinrohr/keret.htm>, 2006.12. 02.
34. <http://www.spektrum-3d.hu/katalogus.php?path=286>.2009.07.14.
35. International Working Meeting on Environmental Education in the School Curriculum, Final Report, September 1970, Gland, Switzerland
36. Joy Palmer-Philip Neal: A környezeti nevelés kézikönyve. Körlánc Egyesület, Budapest, 2000.
37. Kárpáti Andrea: Informatika az iskolában. In: Tanulmányok a neveléstudomány köréből, Osiris kiadó, Budapest, 2001.
38. Kárpáti Andrea: Informatikai módszerek az oktatásban. In: A tanítás-tanulás hatékony szervezése. Educatio Kiadó, Budapest 2008.
39. Kárpáti Andrea – Molnár Éva: Kompetenciafejlesztés az oktatási informatika eszközeivel. Magyar Pedagógia. 2006.
40. Kárpáti Andrea-Varga Kornél: Digitális taneszközök az iskolában-az első országos online felmérés eredményei. Networkshop'99 Konferencia kötete, Budapest, 1999.
41. Kerényi Attila: Általános környezetvédelem. Globális gondok, lehetséges megoldások. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1995.
42. Kézdi Árpád: Talajmechanikai praktikum, Tankönyvkiadó, Budapest, 1964.
43. Kiss Dezső, Horváth Ákos, Kiss Ádám: Kísérleti atomfizika. Egyetemi Tankönyv, Eötvös Kiadó, 1998.
44. Koncz István: Portechnikai mérések és azok eredményének kiértékelési módszerei Hőtechnikai Kut. Intézet. Budapest, 1996.
45. Kondorné Kovács Irén: Multimédiás oktatóprogram az erdő témakörét feldolgozó tanórákhoz in: <http://www.oki.hu/printerFriendly.php?tipus=cikk&kod=gyermek-Kondorne-Multimedias>. 2009. 02. 17.
46. Kovátsné Németh Mária: Erdőpedagógia. Apáczai Csere János Tanítóképző Főiskola, Győr, 1998.
47. Kovátsné Németh Mária: Fenntartható oktatás és projektpedagógia. Új Pedagógiai Szemle. 2006/10.

48. Környezetvédelem mérés technikája: szakmai fórum: oktatási segédanyag Co-Nex, Budapest, 1991.
49. Kőmíves József: Környezeti analitika, Műegyetemi kiadó, Budapest, 2000.
50. Lehoczky János: Iskola a természetben, avagy a környezeti nevelés gyakorlata RAABE Kiadó, Budapest, 1999.
51. Lemos, M.S.: Students and teachers goals in the classroom. Learning and Instruction, 6.2.1996.
52. Lukács Gyula: Méréstechnikai kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
53. Lükő István: Bevezetés a környezeti nevelés pedagógiai és társadalmi kérdéseibe. Edutech Kiadó, Sopron, 1996.
54. Lükő István: Környezetpedagógia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.
55. Lükő István: Szakképzés – pedagógia, Struktúrák és fejlesztések a szakképzésben, Műszaki Könyvkiadó, Sopron, 2006. március
56. Mackenzie, R. C. (editor): Differential Thermal Analysis Volume 1.: Fundamental Aspects. Academic Press, London, 1970.
57. Mackenzie, R. C. (editor): Differential Thermal Analysis Volume 2.: Applications. Academic Press, London, 1970.
58. Márföldi Anna: A környezetvédelmi mérések pedagógiai szerepének bemutatása a Multimédia és Környezetmódszertani Labor eszközei alapján. XIV. Nemzetközi Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Diákkonferencia Összefoglaló. Szolnoki Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Fakultás, Mezőtúr, 2008.
59. Márföldi Anna: Környezeti mérőműszerek alkalmazása a két választott környezetvédelmi szakközépiskolában. Kézirat. Sopron, 2006.
60. Marx György: Atommag közelben. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1996.
61. Meadows Donella: A növekedés határai. Kossuth Kiadó. Budapest, 2005.
62. Molnár György: Az információs és kommunikációs technológiák szerepe a szakmai pedagógusképzésben. Doktori értekezés. Budapest, 2008.
63. 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
64. Nagy László: A pH mérés indikátorokkal <http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/phmeres.pdf> 2009. 12. 14.
65. Pacey, A.: The Culture of Technology, Oxford/New York, 1983.
66. Péczely György: Éghajlat. Nemzeti Tankönyvkiadó Zrt., Budapest, 2006.
67. Pinkola László: Műszeres módszerek és analitikai műszerek a víz mikroszennyezőinek azonosítására és mérésére. Vízdok. Budapest, 1976.
68. Philipp Kerman: Tanuljuk meg a Macromedia Flash MX 2004 használatát 24 óra alatt. Kiskapu Kiadó. Budapest, 2004.
69. Pléh Csaba: Bevezetés a megismeréstudományba. Budapest, Typotex, 2003 (cop. 1998).
70. Pungor Ernő: Analitikai kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1998.









71. Rákóczi László: Radioaktív izotópok a hidraulikai és vízgazdálkodási kutatásban VITUKI. Budapest, 1965
72. Sallay Mária: Az ifjúsági szakképzés korszerűsítése. Programkörkép. Nemzeti Szakképzési Intézet, Budapest, 1999.
73. Sántha Attila: Környezetgazdálkodás. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1993.
74. Schrót Ágnes: Környezeti nevelés a középiskolában. Trefort Kiadó, Budapest, 2004.
75. Sherman C. P.PhD: Infra Red Spectroscopy. In:Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry Chapter 215. 2008.
<http://www.prenhall.com/settle/chapters/ch15.pdf>
76. Smith A. K., Cresser M. S., Dekker M.: Soil and environmental analysis. In: Environmental Engineering and Management Journal. March 2004. Vol. 3. No. 1. 71-73.
77. Szalay Julianna: A vízminőség-vizsgálat didaktikai és módszertani kérdései a környezetvédelmi oktatásban. Diplomamunka, Sopron, 2005.
78. Szepesy László: Gázkromatográfia. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970.
79. Varga Attila: A Magyarországi Ökoiskola Hálózat működése. In: Albert Judit- Varga Attila (szerk.): Lépések az ökoiskola felé. OKI, Budapest, 2004. www.oki.hu
80. Várkonyi Tibor - Cziczó Tibor: A levegőminőség vizsgálata. Műszaki Kiadó, Budapest, 1980.
81. Vásárhelyi Tamás- Victor András: Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia. Körlánc Egyesület, Budapest, 1998.
82. Victor András: A környezeti nevelés rendszere. Iskolakultúra, 1993.
83. Virágh Elemér: Sugárvédelmi ismeretek. Mérnöki Továbbképző Intézet jegyzete, 1990.
84. Virágh Elemér: A személyi dozimetria fontosabb mérési módszerei. Kecskemét: [S. n.], 1979.
85. Walz Géza: Zaj- és rezgésvédelem. Complex Kiadó. Budapest, 2008.
86. www.elte.hu 2008. 12.10.
87. www.eszi.hu/pages/szakmaivizsgak/vizsgaeloirasok/Kornyezetvedelmi_technikus.pdf
88. www.kvvm.hu.2008.10.02
89. www.kvvm.hu/index.php?pid=9&sid=114&cid=80 - 68k 2008. 06. 22.

Mérési útmutatók






90. Betriebsanleitungen für Ökologie und Umweltschutzmessgerate Windaus
91. CEL Kezelői kézikönyv 060176 3. kiadás, 1995.
92. Használati útmutató a Hach-féle analitikai eljárásokhoz, Euroton kiadó
93. Használati útmutató a Greenline Mk2-hez
94. M90 Használati útmutatója


9. A jelölt PhD kutatási témájában megjelent publikációi


ISBN számmal ellátott konferencia kiadvány


-  Márföldi A. (2007): Az erdő és a környezetvédelem társadalommal nemzetközi kapcsolatának szociológiai vizsgálata középiskolások körében, Tudományok a környezeti nevelésért Konferencia kiadvány, NyME, Sopron pp. 157.
-  Márföldi A. (2008): A környezetvédelmi mérések pedagógiai szerepének bemutatása a Multimédia és Környezet-módszertani Labor eszközei alapján. Nemzetközi Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Diákkonferencia kiadvány, Szolnoki Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Fakultás, Mezőtúr pp. 70.
-  Márföldi A. (2008.): A környezetvédelmi mérések pedagógiai szerepének bemutatása. Környezeti felelősség a jövőért Tanulmánykötet, Komárom pp. 64-73.
-  Márföldi A. (2008): A környezeti mérések pedagógiai módszertana a szakképzésben. Országos Kutatótanár Konferencia kiadvány, Kutató Tanárok Országos Szövetsége, Budapest. pp 28.
-  Márföldi A. (2008): A környezetvédelem pedagógiai módszertana a szakképzésben különös tekintettel a környezeti mérésekre. VIII. Országos Neveléstudományi Konferencia, MTA, Budapest, pp. 192.
-  Márföldi A. (2008): Didaktikai tippek a környezetvédelmi technikus vizsga tételeihez. NYME, Sopron pp. 87.
-  Márföldi A. (2009): Természettudomány egyes tananyagainak integrálása a környezeti nevelésbe. IX. Országos Neveléstudományi Konferencia kiadvány, MTA, Veszprém, pp. 228.
-  Márföldi A. (2010): A környezetvédelmi mérések szakmódszertanának új aspektusai. Oktatás, Nevelés, Élethosszig tanulás Konferencia kiadvány, Neveléstudományi Egyesület, Budapest, pp.55.

Hazai konferencia előadás


-  Márföldi A. (2006): Az erdő és a környezetvédelem társadalommal kapcsolatának szociológiai vizsgálata középiskolások körében c. TDK dolgozat, Sopron
-  Márföldi A. (2007): Az erdő és a környezetvédelem társadalommal nemzetközi kapcsolatának szociológiai vizsgálata középiskolások körében Tudományok a környezeti nevelésért Konferencia előadás, Sopron
-  Márföldi A. (2008.): A környezetvédelmi mérések pedagógiai szerepének bemutatása a Multimédia és Környezet-módszertani Labor bemutatása alapján Környezeti felelősség a jövőért Konferencia előadás, Komárom
-  Márföldi A. (2008): A környezetvédelmi mérések pedagógiai szerepének bemutatása a Multimédia és Környezet-módszertani Labor eszközei alapján. Nemzetközi Környezetvédelmi és Vidékfejlesztési Diákkonferencia. Előadás Mezőtúr
-  Márföldi A. (2008): A környezeti mérések pedagógiai módszertana a szakképzésben. Előadás. Országos Kutatótanár Konferencia, Győr

 Márföldi A. (2008): A környezetvédelem pedagógiai módszertana a szakképzésben különös tekintettel a környezeti mérésekre. VIII. Országos Neveléstudományi Konferencia, Előadás, Budapest

 Márföldi A. (2008): Didaktikai tippek a környezetvédelmi technikus vizsga tételeihez, előadás. A Környezet Reneszánsza a Tudományban és a Nevelésben Konferencia, Sopron

 Márföldi A. (2009): Természettudomány egyes tananyagainak integrálása a környezeti nevelésbe. IX. Országos Neveléstudományi Konferencia, Veszprém

Folyóirat:

 Márföldi A. (2009): A mérések helyzete és szerepe a környezeti szakképzésben. Szakoktatás 59. évf. 7. szám, NSZFI, Budapest pp:15-20.

Egyéb:

Márföldi A. (2008): Környezeti Mérések In: Szerk Dr. Lükő I.: Környezeti módszertan tankönyv Szaktudás Kiadó Tervezet Megjelenés alatt, 95 oldal.

10. Doktori (PhD) értekezés kivonata

Magyar és angol nyelven

A környezeti nevelés és oktatás általános céljai és tevékenységei között is felértékelődött a tapasztalásos tanulás és az IKT használata. Különösen így van ez a környezeti szakemberek képzésénél, amelyben a középfokú és a felsőfokú oktatásban a környezettechnika és a különböző paraméterek mérése az oktatási tananyag súlypontját képezik. A környezeti mérés valamennyi szakképesítésnél megjelenik, mert ahhoz, hogy egy környezetvédelmi szakember gyakorlati problémákat tudjon megoldani, szüksége van a környezeti elemek vizsgálatára. A mérések szakszerű elvégzéséhez a követelményekben meghatározott kompetenciák fejlesztésével lehet felkészíteni a tanulókat egyfelől elméleti ismeretek, másfelől gyakorlati tevékenységek és képességfejlesztés révén. Mindez tananyagszerűen tartalmazza az általános és speciális mérések, műszerek elméleti ismereteit, a hozzájuk kapcsolódó mérési eljárások gyakorlatát, és a különböző környezettechnikai berendezések működésének elsajátítását.

A kutatás célja egyfelől feltárni az OKJ környezeti szakképesítéseinek környezeti mérésekkel kapcsolatos követelményeit, tananyagtartalmát a tantervek és a követelmények elemzésével. Másfelől megvizsgálni a tanulók és tanárok környezeti mérés technikai tanítás, illetve tanulási feltételeit, módszertani vonatkozásait. A vizsgálat eredményei alapján a mérnök-tanárképzésben alkalmazható segédlet mellett egy interaktív program készítése és eredményességvizsgálata is létrejött. A középfokú képzés minőségi oktatást és tudást kell, hogy adjon, így elengedhetlenné válik a mély műszerismeret. Mivel nem minden műszer szerezhető be a szakközépiskolák számára, ezért az IKT eszközeit kell igénybe vennie a tanárnak és a tanulóknak egyaránt. A szakközépiskolai módszertanba új didaktikai módszerek bevezetésére van szükség, hogy végre a projektort és az interaktív táblát ne csak a tankönyvi ábrák kivetítésére használják, hanem a szemléltetésre és gyakorlásra egyaránt. A multimédiás program segítségével elkészített mozgóábrákkal segített tanulás még eredményesebbé tehető a kooperatív tanulási módszerek összekapcsolódásával. Ezen mozgóábrák lehetővé teszik az interaktivitás módszerét ott is, ahol az iskola vagy a tanterem nem rendelkezik interaktív táblával. Így a „hátrányos” képzési helyek sem maradnak le, s elindulhat egy új, nyitottabb, de mélyebb szakképzés a környezetvédelem terén.

A módszertani-kultúra fejlődéshez mindezek biztosítása által tudunk hozzájárulni.

Abstract

Environment technology and measuring of several parameters is the centre of gravity in the environmental education, in the training of environmental professionals.

The aim of the project is on the one hand to discover the requirements, curriculums of the environmental measuring in the National Training Catalog (OKJ). On the other hand to analyze the conditions and methodology respects of the study and teaching in environmental measuring-technics by questionnaires. By the issues we have made study-aids for the engineer-, and vocational teachers, and a moving / interactive illustrations collection of several environmental meters. By the help of all we can contribute to the development of the culture of professional methodology.

M e l l é k l e t e k

1. és 2. sz. melléklet: Az Országos Képzési Jegyzékről szóló 2001-es OM rendelet alapján¹⁶⁷ valamint, az Országos Képzési Jegyzékről szóló 2008-as OM rendelet alapján¹⁶⁸

Szakképesítés azonosító száma			Szakképesítés megnevezése	Szakképesítések köre	Szakmacsoport	Hozzárendelt FEOR	Jegyzékbe kerülés éve	Kizárólag iskolai rendszerű szakképzésben megszerezhető szakképesítés	Képzési idő			Iskolai és szakmai előképzettség, előírt gyakorlat	Pályaalkalmassági, illetve szakmai alkalmassági követelményeknek kell megfelelni	A szakmai és vizsgáztatási követelményrendszer meghatározására feljogosított miniszter	A mestervizsga szervezésére feljogosított kamara	Megjegyzés
szakképesítés szintje	tanulmányi terület	sorszám							Evtoiyamok szama vagy munkaerő-piaci képzéseknél maximális óraszám	Elmélet aránya %	Gyakorlat aránya %					
54	5470	01	Környezet- és hidrotechnológus	B	14	3129	1993.		840	70	30	é, sz	sza.	KöM-KöViM		8/2000. (V. 18.) KöM r.
33	7898	01	Környezet- és természetvédelmi szakmunkás	A	14	5379	1993.		2	40	60	a*	sza.	KöM		8/2000. (V. 18.) KöM r.
52	5842	01	Környezet- és vízgazdálkodási technikus	A	14	3126	1993.	i	2	70	30	é	sza.	KöViM-KöM		8/2000. (V. 18.) KöM r.
33	7898	02	Környezetvédelmi laboráns	A	8	7540	1993.		2	40	60	a*	sza.	KöM		
52	5470	02	Környezetvédelmi mérés-technikus	A	14	3126	1993.	i	2	70	30	é	sza.	KöM		8/2000. (V. 18.) KöM r.
53	5470	03	Környezetvédelmi szakelődő	B	14	3126	1993.		490	60	40	é, sz	sza.	KöM		8/2000. (V. 18.) KöM r.
52	5470	04	Környezetvédelmi technikus	A	14	3126	2001.	i	2	70	30	é	sza.	KöM		8/2000. (V. 18.) KöM r.

¹⁶⁷ <https://www.nive.hu/szakkepdb2/okj/index.php> 2009. 06. 12.

¹⁶⁸ <https://www.nive.hu/szakkepdb2/okj/index.php> 2009. 06. 12.

Sor- szám	Szakképesítés azonosító száma			Szakképesítés megnevezése	Szakképesítések köre												Sza- kma- cso- port	Jegy- zék- ke- rű- lés éve	Kizá- ró- la- g Isko- lai Ren- dsze- rben okta- that- ó	Max- imál- is kép- zési idő	FEOR szám	A szakmai és Vizsgakövetelmény Meghatározására Feljogosított miniszter
					Azonosító szám				Rész-szakképesítés		Elágazás		Ráépülés									
	szint	Tanu- lmán- yi terül- et	sor- szám		alap- szak- képesí- tés	rész- szak- képesí- tés	elág- azás	ráép- ülés	Azonosító szám		megnevezés	Azonosító szám		megne- vezés								
									szint	sor- szám		szint	sor- szám									
1.			2.		3.												4.	5.	6.	7.	8.	9.

269.	54	850	01	Környezetvédel- mi technikus	0	0	1	0				54	01	Energetikai környezetvédő				14	2006	-	2 év 2000 óra	3126	KvVM
					0	0	1	0				54	02	Hulladékgazdálko- dó									
					0	0	1	0				54	03	Környezetvédelmi berendezés üzemeltetője									
					0	0	1	0				54	04	Környezetvédelmi mérés-technikus									
					0	0	1	0				54	05	Nukleáris energetikus									
					0	0	1	0				54	06	Vízgazdálkodó									
270.	54	851	01	Települési környezetvédel- mi technikus	0	0	0	0										14	2006	-	2 év 2000 óra	3126	KvVM
					0	1	0	0	52	01	Települési környezetvédelmi ügyintéző												
					0	1	0	0	51	01	Településüzemeltető és -fenntartó												
271.	54	850	02	Természet- és környezetvédel- mi technikus	0	0	0	0										14	2001	-	2 év 2000 óra	3126	KvVM-FVM
					0	1	0	0	33	01	Agrárkörnyezetvéde- lmi ügyintéző												
					0	1	0	0	33	02	Természetvédelmi ügyintéző												
272.	52	853	02	Víz- és szennyvíztechno- lógus														14	1993	-	2 év 2000 óra	3129	KvVM
					0	0	1	0				52	01	Szennyvíztechnoló- gus									
					0	0	1	0				52	02	Víztechnológus									

3. sz. melléklet: Központi vizsgakérdések

Környezetvédelmi technikus (a szak megjelölésével)

(OKJ-szám: 52 5470 04)

„A” TÉTELSOR

1. Globális környezetvédelmi problémák, gazdasági és társadalmi okai

- környezetvédelem fogalma, célja
- globális problémák
- fenntartható fejlődés elve
- világmodellek célja, lényege (Római Klub jelentése, Meadows-modell, környezetvédelmi világkonferenciák)

2. Az ökológia alapfogalmai

- ökológia fogalma, biotikus és abiotikus környezeti tényezők
- populáció fogalma, populációnövekedési stratégiák („r”- és „K”-stratégiák)
- társulások fogalma, populációk kölcsönhatásai a társulásokban
- táplálkozási szintek, tápláléklánc

3. Legfontosabb biogeokémiai körfolyamatok

- víz körforgása (természeti és társadalmi)
- szén körforgása
- nitrogén körforgása
- a természetes körfolyamatokat befolyásoló antropogén hatások

4. Természetvédelmi alapismeretek

- természetvédelem fogalma, célja, feladatai
- a védelem tárgyát képező értékek csoportosítása
- természeti értékek és területek általános védelme (tájvédelem, vadon élő élővilág, élőhelyek, földtani értékek általános védelme)
- biodiverzitás fogalma, megőrzésének szükségessége

5. A természeti értékek és területek védelmének lehetőségei

- védett értékek osztályozása, a védettség fokozatai
- törvény erejével védett természeti értékek és területek
- védetté nyilvánított területek (természetvédelmi terület, tájvédelmi körzet, nemzeti park)
- az élővilág védettsége (növényvilág- és állatvilág-védelem, Vörös Könyv)
- nemzetközi védettségek

6. A levegő, mint környezeti elem

- a légkör szerkezete, természetes összetétele
- leggyakoribb légszennyező anyagok keletkezési forrásai
- a szennyezés folyamata (emisszió, transzmisszió, immisszió)
- az öntisztulás folyamatai
- hazánk légszennyezettségi állapota

7. Leggyakoribb légszennyező anyagok és azok hatásai a környezetre

- légszennyező anyagok keletkezése és hatásuk a környezetre (por, SO₂, NO_x, CO, szerves légszennyezők)
- a légszennyezettség egészségügyi határértékei (légszennyező anyagok veszélyességi fokozatai, tűréshatár, tájékoztatási küszöbérték, riasztási küszöbérték, tervezési irányértékek)
- a zónák típusai
- a légszennyezettség ökológiai határértékei (ökológiailag sérülékeny területek)

8. Emissziós források

- légszennyező források típusai
- helyhez kötött légszennyező pontforrás kibocsátási határértékeinek fajtái (technológiai, egyedi, össztömegű)
- védelmi övezetek
- általános technológiai kibocsátási határértékek (légszennyező anyagok osztályai, tömegáram)
- soroljon fel néhány technológiát, amelyekre eljárás-specifikus technológiai kibocsátási határértékek vonatkoznak

9. Légszennyező anyagok leválasztó berendezései

- porelválasztó berendezések működési elve, vázlata (porkamra, ciklon, elektrosztatikus leválasztó, porszűrő)
- gázleválasztó berendezések működési elve, vázlata (adszorpciós, abszorpciós, oxidációs eljárások)

10. A természetes vizek legfontosabb tulajdonságai, szennyező anyagai

- a természetes vizek fizikai, kémiai és biológiai és bakteriológiai tulajdonságai
- a leggyakoribb szennyező anyagok keletkezési forrásai és azok hatásai (nitrogénformák, foszforformák, szerves vegyületek, oldott fémek)
- a vízminősítés rendszere (fizikai, kémiai, biológiai, bakteriológiai)
- a főbb vízhasználók jellemző minőségi követelményei (ivóvíz, ipari víz, öntözővíz)

11. A lakosság vízfelhasználása és az ivóvíz előállítása

- az ivóvíz főbb minőségi követelményei
- felszín alatti vizek kezelése (gáztalanítás, vas- és mangántalanítás, arzénmentesítés, fertőtlenítés)
- felszíni vizek kezelése (ülepítés, szűrés, derítés, levegőztetés, fertőtlenítés, iszapvíz-kezelés)
- hazánk vízkészletének állapota

12. A környezeti elemek mintavétele

- levegő mintavétele (emissziós és immissziós mintavétel)
- víz mintavétele (ivóvíz, felszíni víz és szennyvíz esetén), a minta tartósítása
- talaj mintavétele, a minta előkészítése, talajkivonatok készítése
- települési hulladék mintavétele, a minta előkészítése, hulladékkivonatok készítése
- veszélyes hulladék mintavétele

13. A környezeti elemek vizsgálati módszerei

- tömeg szerinti elemzési eljárások
- térfogatos elemzési eljárások alapfogalmai (mérőoldat, oldatkonzentráció, indikátorok)
- térfogatos eljárások típusai, alkalmazásuk a környezetvédelmi analitikában (sav-bázis titrálások, redox titrálások, komplexometria, argentometria)

14. A talaj, mint környezeti elem

- talaj fogalma
- kialakulása, csoportosítása
- a mezőgazdaság hatása a talaj szerkezetére és összetételére (talajművelés, kemikáliák)
- az ipari tevékenység hatása a talaj szerkezetére és összetételére

15. Természeti erők okozta talajkárosodás fajtái

- az erózió fogalma, kiváltó és befolyásoló tényezői
- az erózió megjelenési formái, erózió elleni védekezés
- a defláció fogalma, kiváltó és befolyásoló tényezői
- a defláció megjelenési formái, defláció elleni védekezés
- egyéb talajkárosító hatások (felsorolás)

16. A talajok szennyeződése és tisztítása

- a talaj fizikai, kémiai és biológiai jellemzői
- főbb talajszennyező anyagok
- a szennyezett talajok tisztítási lehetőségei (in situ, ex situ eljárások)

17. Zaj- és rezgés elleni védekezés

- alapfogalmak: zaj, hangnyomás, hangteljesítmény, hangintenzitás, hangnyomásszint, hangteljesítményszint
- leggyakoribb zajforrások
- zaj és rezgés hatása az élő szervezetre, az épített környezetre
- a zaj és rezgés csökkentésének lehetőségei

18. Sugárzások, sugárvédelem

- α , β , γ , neutron sugárzás főbb fajtái (neutronsugárzás)
- a sugárzás élettani hatásai (szomatikus, genetikai)
- sugárvédelem alapfogalmai (sugárterhelés, elnyelt dózis, egyenérték dózis, sugárártalom, sugársérülés)
- a sugárvédelem alapelvei és módszerei
- radioaktív hulladékok kezelési lehetőségei

19. Hulladékgazdálkodás

- hulladék fogalma, csoportosítása (keletkezési hely, halmazállapot és környezeti hatás alapján)
- települési szilárd hulladék főbb fizikai, kémiai és biológiai jellemzői
- a hulladék káros környezeti hatásai (talaj, levegő, víz, esztétikai problémák)
- hulladékok keletkezésének megelőzése, mennyiségének csökkentési lehetőségei

20. Települési hulladékkezelés

- települési hulladék fogalma, gyűjtése, szállítása
- települési szilárd hulladék kezelése
- települési szilárd hulladék hasznosítása
- települési szilárd hulladék ártalmatlanítása rendezett lerakással
- települési folyékony és iszapszerű hulladék kezelése

21. Veszélyes hulladékok kezelése

- veszélyes hulladék fogalma, veszélyességi jellemzők, veszélyességi osztályok
- minősítés, osztályba sorolás
- adatszolgáltatás rendje
- anyagmérleg, veszélyes hulladékok nyilvántartása
- égetéssel történő ártalmatlanítás
- veszélyes hulladékok rendezett lerakása

22. Településüzemeltetés

- település fogalma, települések típusai
- urbanizáció fogalma (városodás, városiasodás)
- települési infrastruktúra fogalma, szektorai
- az épített környezet védelme

23. Települési környezetvédelem

- az önkormányzatok környezetvédelmi feladatai (komplex felsorolás)
- környezetvédelemmel kapcsolatos alapellátási feladatok
- települési környezetvédelmi program
- lakossági feladatok a környezetvédelemben

24. Települési szennyvíztisztítás

- települési szennyvíz fogalma, minőségi jellemzői
- a települési szennyvizek természetes tisztítási eljárásai (felsorolás)
- települési szennyvizek mesterséges tisztításának mechanikai, biológiai és kémiai eljárásai, valamint berendezései
- ipari szennyvíztisztítás főbb eljárásai (felsorolás)
- szennyvíziszap-kezelés és-elhelyezés lehetőségei

25. A környezetszennyezés egészségügyi hatásai

- leggyakoribb légszennyező anyagok hatása az emberi szervezetre
- leggyakoribb vízszennyező anyagok hatása az emberi szervezetre
- az urbanizáció egészségügyi hatásai, a megelőző tevékenység legfontosabb lehetőségei
- az ÁNTSZ legfontosabb feladatai

„B” TÉTELSOR *egy szakmacsoportot bemutatva*

TERMÉSZETVÉDELMI SZAKMACSOPORT

1. A természetvédelem formai alapelvei, feladatai

- passzív és aktív természetvédelem
- indikátorelv, génbank elv, élő múzeum elv, környezetvédelmi elv
- hatósági, gazdálkodási, szolgáltatási feladatok

2. Földtani értékek védelme

- földtani rétegek és típuszelvevények
- földfelszíni formák
- természetes üregek

3. Vízteni értékek

- források, folyóvizek, vízeseések
- tó, szikes tavak
- fertő, mocsár, lép, turján

4. Kultúrtörténeti értékek védelme

- régészeti lelőhelyek
- történelmi emlékek
- agrár és ipartörténeti emlékek
- építészeti, közlekedéstörténeti emlékek
- néprajzi és művelődéstörténeti emlékek

5. A természetvédelem hatósági feladatai

- természetvédelmi értékek őrzése
- megtiltás, eltiltás, korlátozás
- előzetes engedély, hozzájárulás
- felelősségi rendszer

6. Üzemtervezés - erdőterv

- erdőrendezés feladatai és az erdőterv készítés folyamata
- erdőfelügyelet feladata, tevékenységi köre

7. Környezeti hatásvizsgálat

- környezeti hatásvizsgálat fogalma, célja, alapelvei
- környezeti hatásvizsgálatok lépései
- környezeti hatásvizsgálatban résztvevők és feladataik

8. Területi és településrendezési tervezés keretében folyó tervezés

9. Természetvédelmi kezelési tervek

- készítés folyamata
- kezelési feladatok csoportjai

10. Nemzeti Természetvédelmi Alapterv

- tartalom
- részei

11. Erdőhasználat, fafeldolgozás

- alapfogalmi, felosztása
- erdei melléktermékek
- fafeldolgozás módszerei, lehetőségei

12. A természetvédelmi tevékenység eszközei

- jogi szabályozás
- közigazgatási szabályozás
- védett természeti területeken történő gazdálkodás szabályai

13. Építés a táji környezetben

- a táj befogadóképessége
- ipari és mezőgazdasági létesítmények
- nyomvonalas létesítmények
- építés erdőben és erdőnél

14. A természetkárosítás meghatározása

- a talajkárosítás mérésének eljárásai
- a vízminőség meghatározásának eljárásai
- a levegőminőség vizsgálatának lehetőségei
- az erdők egészségügyi vizsgálatának módszerei

15. A természetvédelem fogalomrendszere

- természeti érték fogalma
- természeti objektum fogalma
- természeti értékek felosztása
- a természet értékelése

„C” TÉTELSOR

1. A Magyar Köztársaság alkotmányos rendje

- a jog fogalma, a jogrendszer tagozódása, jogforrások
- jogszabály szerkezete, érvényessége és hatálya
- jogszabályok hierarchikus rendje
- jogképesség, cselekvőképesség, képviselő
- a jogalkalmazás formái, államigazgatási eljárás, bírósági eljárás

2. A közgazdaságtan alapkérdései, alapfogalmai

- közgazdaságtan tárgya, fő részei
- termelési tényezők, az erőforrások szűkössége
- termelési lehetőségek határa
- munkamegosztás, specializáció, komparatív előnyök
- a pénz és alapvető funkciói

3. A jogviszony és a kötelmi jog fogalma, alapjai

- kötelmi jogviszony fogalma, keletkezése
- szerződés alanyai, tárgya és tartalma
- érvénytelen szerződés, szerződés módosítása
- szerződés megszűnése, szerződésszegés jogkövetkezményei
- szavatosság és jótállás, szerződés megerősítése

4. A termelési és értékesítési körfolyamat

- termelési körfolyamat, termelési tényezők
- piac, kereslet-kínálat, Marshall keresztt
- vállalat fogalma, célja, egyszerűsített modellje
- a vállalat és a környezet kapcsolata

5. Legfontosabb munkaügyi jogszabályok

- Munka Törvénykönyve
- munkaviszony létesítése
- a munkaszerződés tartalmi elemei, módosítása
- a munkaviszony megszűnésének tipikus esetei
- a munkaadó és a munkavállaló legfontosabb kötelezettségei és jogai

6. A makrogazdaság fogalma, szereplői

- makrogazdaság szereplői
- makrogazdasági körfolyamat
- az állam szerepe a makrogazdaságban
- állami bevételek és kiadások, állami költségvetés
- nemzeti jövedelem fogalma, meghatározásának hagyományos módszerei: GDP és NDP

7. Államigazgatási eljárás

- államigazgatás fogalma, feladatai, szervei
- államigazgatási eljárások fajtái
- hatáskör és illetékesség kérdése
- az eljárás lebonyolításának módja, határideje
- a határozat formai és tartalmi követelményei
- jogorvoslati lehetőségek

8. A piacgazdaság működése és működésének környezeti követelményei

- piacgazdaság fogalma, jellemzői, a „láthatatlan kéz” politika
- külső gazdasági hatások (externáliák) fogalma és jellemzői
- környezeti károk és környezetvédelmi költségek viszonya
- makro- és mikroszintű környezeti gazdasági kár

9. A helyi önkormányzatokról szóló 1990. évi LXV. törvény főbb rendelkezései

- települési önkormányzat fogalma, feladata
- települési önkormányzat szervezete és hatásköre
- képviselő-testület működése, képviselők, bizottságok jogai és feladatai
- a polgármester, alpolgármester és jegyző feladata
- az önkormányzat gazdálkodása

10. A makrogazdasági fejlődés új típusú jóléti mutatói

- a természeti környezet közgazdasági tartalma
- a jólét, a gazdaság hagyományos értelmezése és azok környezetgazdaságtani kritikája
- a fenntartható gazdasági fejlődés új mutatói: Nettó Gazdasági Jólét (NEW), Fenntartható Gazdasági Jólét Indexe (ISEW)
- az új típusú mutatók előnyei és hiányosságai

11. A környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény legfontosabb megállapításai, főbb témakörei

- kiemelkedő jelentőségű feladatok
- az állam környezetvédelmi tevékenysége
- az önkormányzatok feladatai a környezetvédelem területén
- az állampolgárok részvétele a környezetvédelemben

12. A környezetszabályozás célja, főbb törekvései

- környezetpolitika, környezetszabályozás: alapelvek
- a környezetszabályozás konkrét eszközei, módszerei
- a környezetszabályozás szükségessége és eszközei Magyarországon

13. Az 1995. évi LIII. törvény alapján a termelő és szolgáltató vállalatok környezetvédelmi köteleességei és jogai

- termelő és szolgáltató vállalatok feladatai (környezeti hatásvizsgálat, környezetvédelmi engedély, határértékek)
- a környezetvédelmi megbízott feladata, végzettségével szemben támasztott követelmények, alkalmazására vonatkozó rendelkezések

14. A környezetvédelem gazdasági eszközei

- környezeti díjak (negatív ösztönzők)
- támogatások, környezetvédelmi alapok (pozitív ösztönzők)
- a hazai környezetvédelem közgazdasági eszközei

15. Környezeti hatásvizsgálatra, előzetes hatástanulmányra és környezetvédelmi felülvizsgálatra vonatkozó előírások

- környezetvédelmi igazgatás, az igazgatás hatáskörébe tartozó feladatok
- a környezetvédelmi szervek feladata
- környezethasználat engedélyezése
- környezeti hatásvizsgálat: előzetes és részletes környezeti hatástanulmány
- környezetvédelmi engedély
- környezetvédelmi felülvizsgálat és környezetvédelmi teljesítményértékelés
- közmeghallgatás

16. A környezet gazdasági és ökológiai értékelése

- a környezetértékelés kérdései, feltételei
- költség-haszon elemzés (a károsodás becslése)
- a növény- és állatfajok eszmei értéke
- környezetszemponitú technológia értékelés és technológiaválasztás
- ökológiai mérlegek

17. A hulladékok kezelésére és szállítására vonatkozó előírások

- veszélyes hulladékokra vonatkozó adatszolgáltatási kötelezettségek, eljáró hatóságok
- hulladékok minősítése
- a kommunális hulladékok kezelésére vonatkozó törvény főbb rendelkezései

18. A vállalati környezetvédelem fogalma és feladatai

- a vállalat gazdasági célja, külső elvárások
- a vállalat kapcsolatai, a vállalatvezetés „hatszöge”
- vállalati környezetvédelem és előnyei
- környezetorientált vállalatpolitika (környezeti menedzsment, ökomarketing)

19. A környezetvédelmi jogi felelősség alapjai és a bírságra vonatkozó előírások az 1995. LIII. törvény alapján

- jogi felelősség, kártérítési felelősség (Ptk., Btk.)
- környezetvédelmi bírság
- legfontosabb bírságformák(szennyvíz, csatorna, légszennyezés, veszélyes hulladék, zaj és rezgés) és rendeleteik jellemzői

20. Az Európai Unió alapvető környezetvédelmi szabályai

- az EU környezeti auditálási rendelete
- környezeti nyilatkozat, egyszerűsített környezeti jelentés
- a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) környezetvédelmi előírásai
- az ISO 14001 szabvány folyamatábrája

21. A természet védelméről szóló 1996. évi LIII. törvény főbb rendelkezései

- védett természeti területek, védőövezet
- védetté nyilvánítási eljárás
- a védett természeti területre vonatkozó szabályok
- a természet védelmének tervezése és szervezeti rendszere
- természetvédelmi bírság

22. Az építésügyi igazgatás célja és főbb feladatkörei az 1997. évi LXXVIII. törvény alapján

- településrendezés, településtervezés, építésügyi jogi követelmények és előírások, tilalmak
- telekalakítás, kisajátítási és kártalanítási szabályok
- az építés engedélyezése, építés, az építmény használatbavétele
- építészeti örökség fogalma és védelmének jogi szabályozása

23. A vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény főbb témakörei

- a törvényből adódó állami és önkormányzati feladatok
- a vizek kártétele elleni védelem és védelmezés, vízügyi igazgatás feladatai
- vízminőségi kárelhárítás
- vízügyi hatósági jogkör

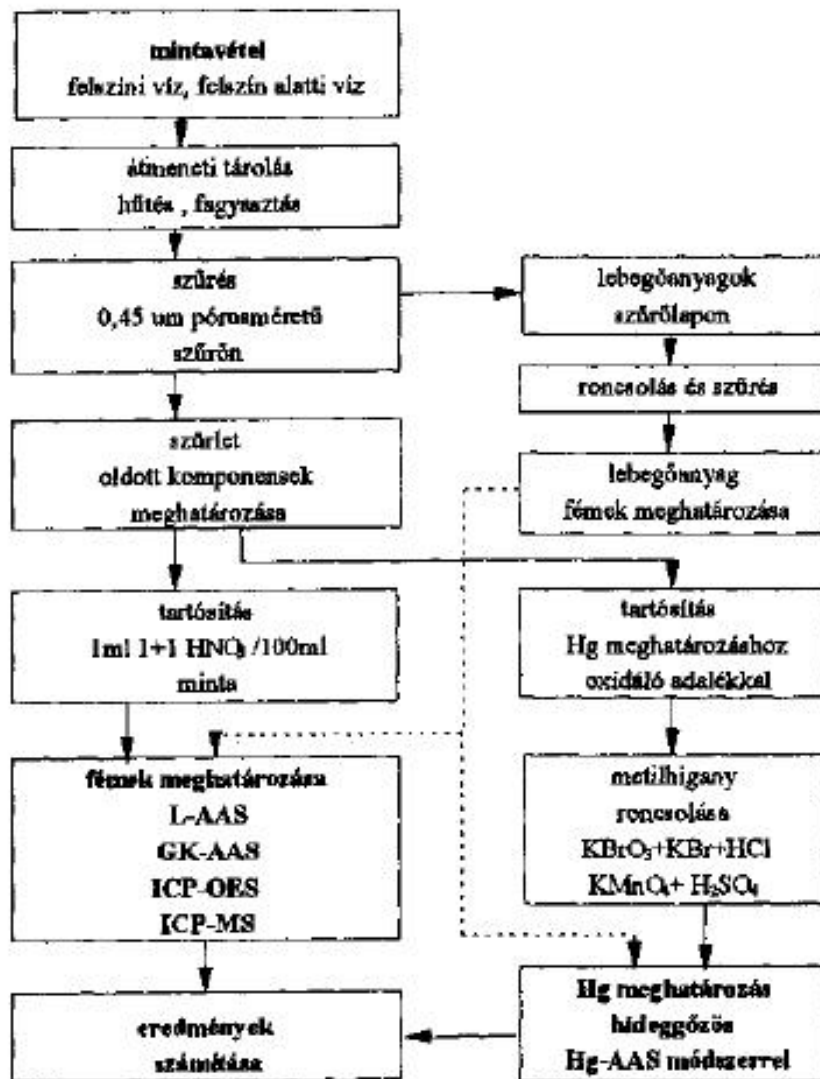
24. Egy termelő/szolgáltató szervezet vízhasználatra vonatkozó tevékenysége

- vízhasználati engedélyek beszerzése, vízjogi engedélyek fajtái
- vízikönyv, vízminősítés
- vízügyi államigazgatási eljárás folyamata, a jogorvoslat lehetőségei

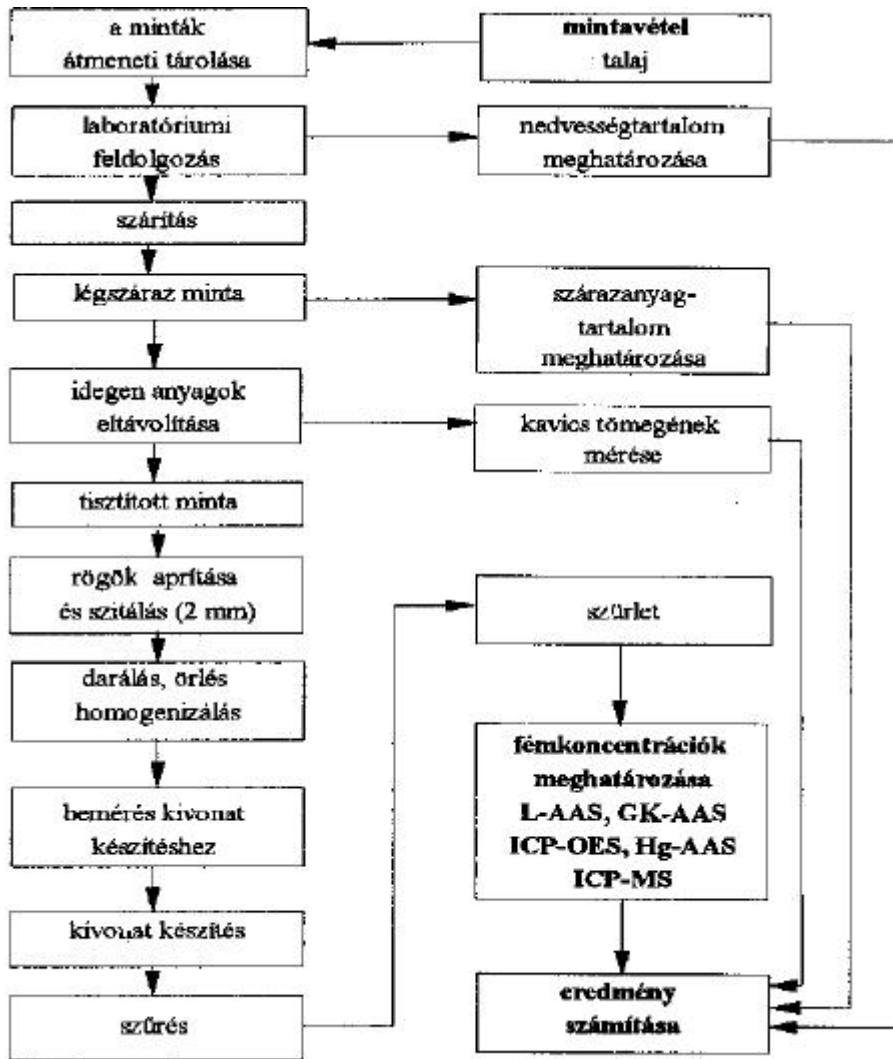
25. A levegő védelmével kapcsolatos egyes szabályokról szóló 21/2001. (II. 14.) Kormányrendelet alapján

- általános rendelkezések
- részletes rendelkezések
- adatszolgáltatás, bírságolás

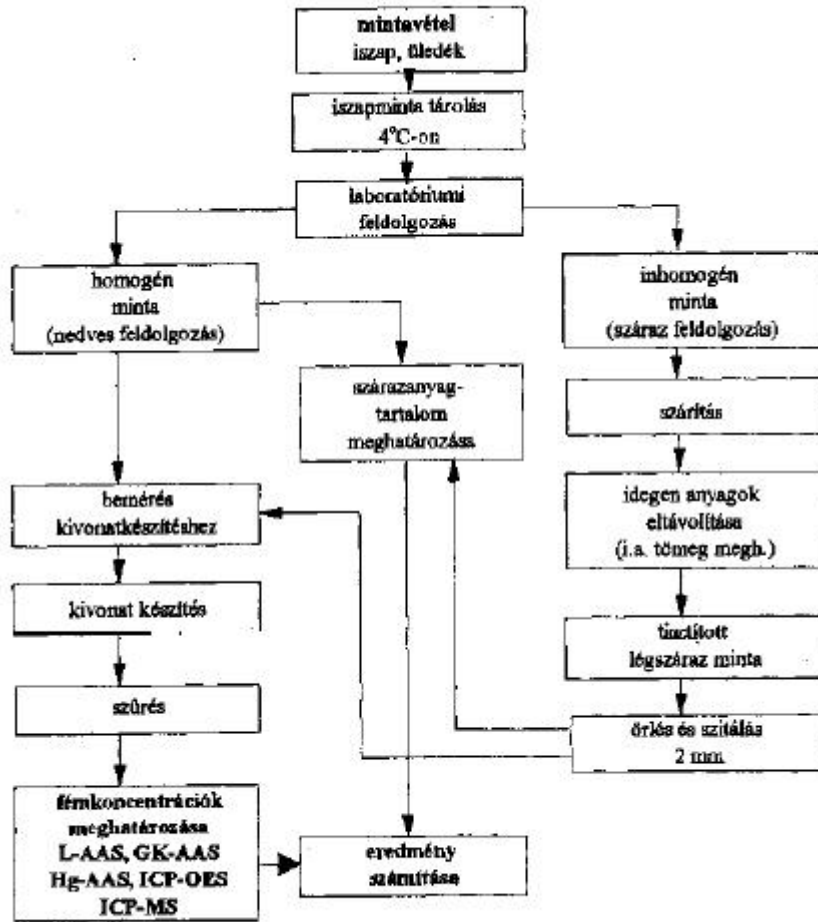
4.sz melléklet: A környezet analitikai minták (felszíni, felszín alatti víz, ivóvíz; talaj; szennyvíz, szennyvíziszap; porok; növényi és állati eredetű minták) atomspektroszkópiás vizsgálatának blokkjárási sémái



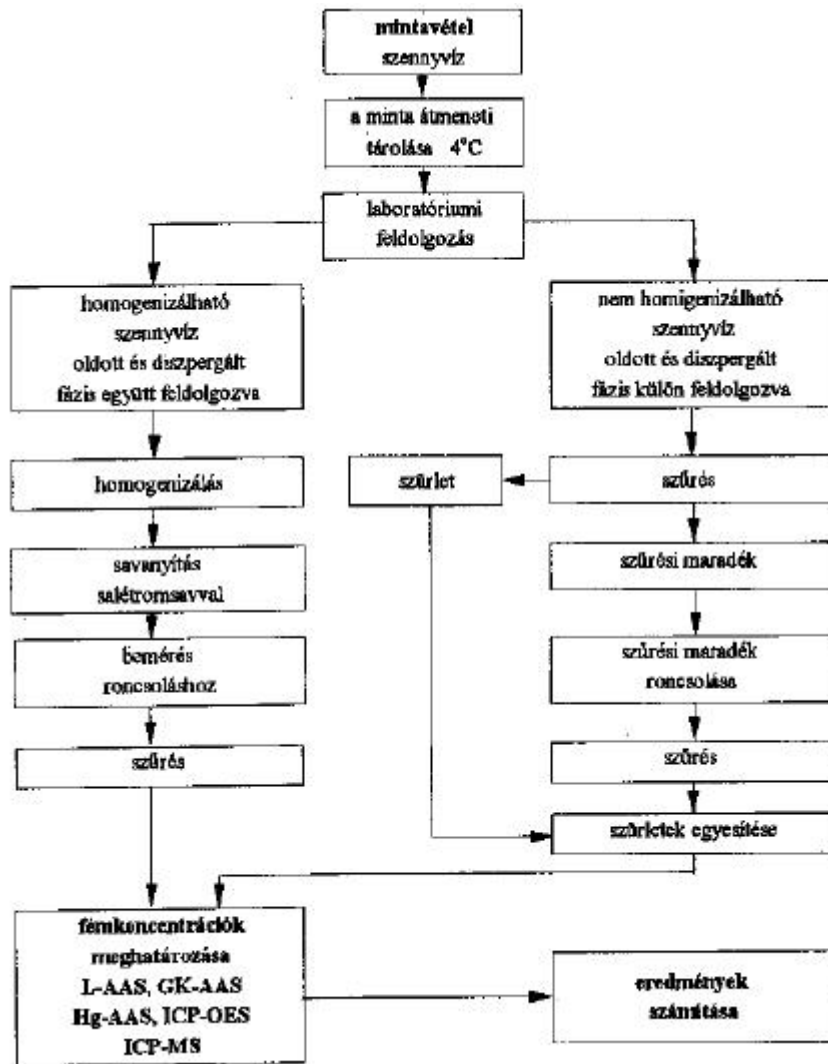
Felszíni és felszín alatti vizek fémkomponenseinek meghatározása



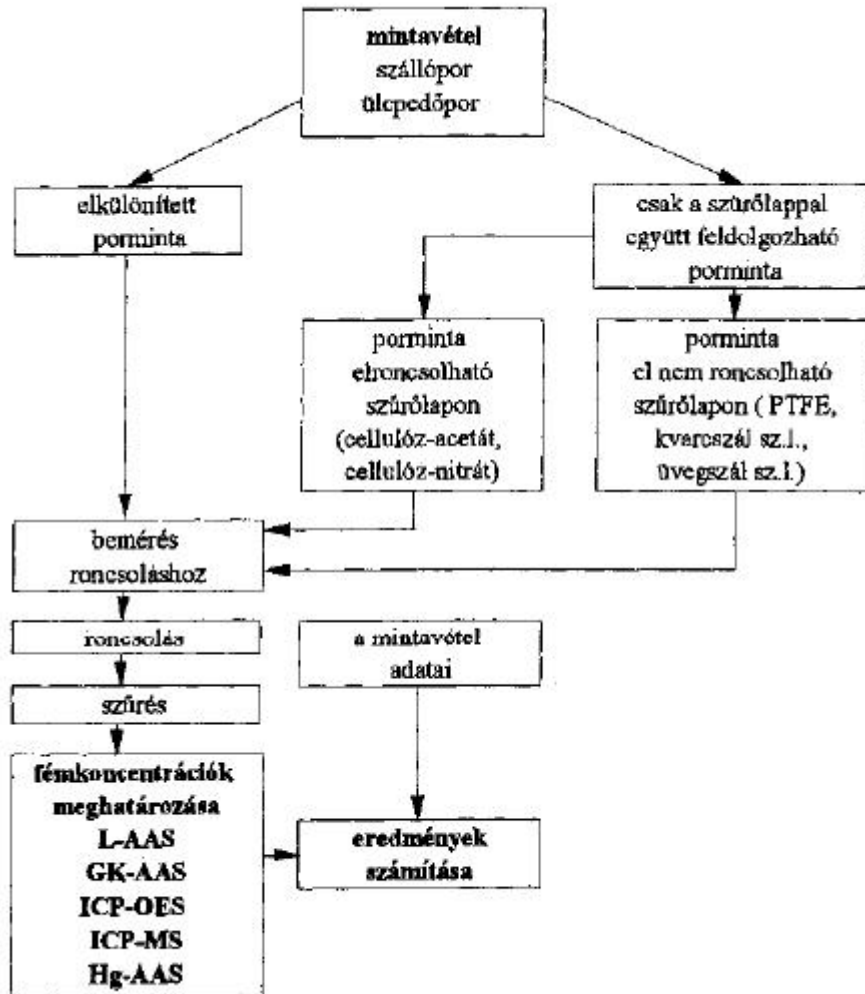
Talajminták fémkomponenseinek meghatározása



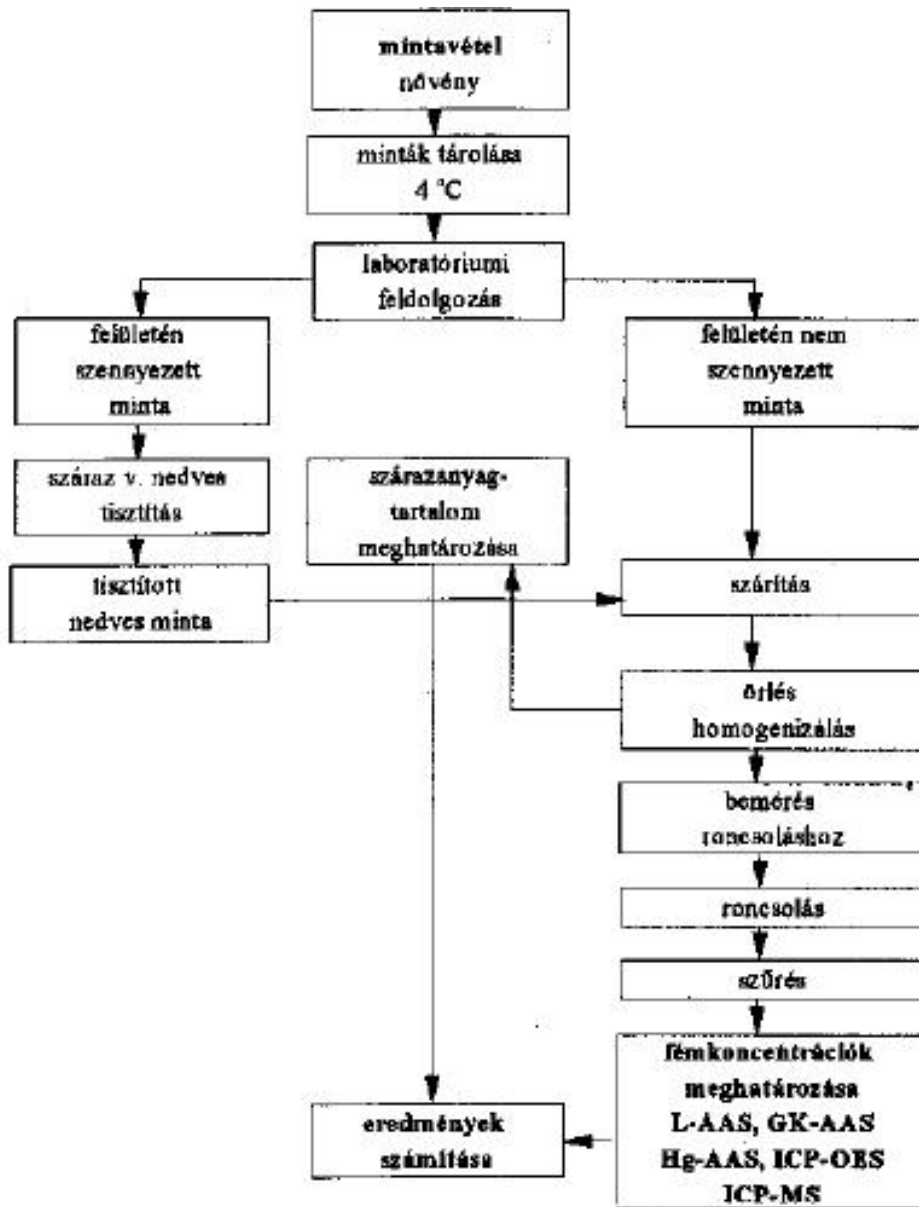
Iszap és üledékminták fémkomponenseinek meghatározása



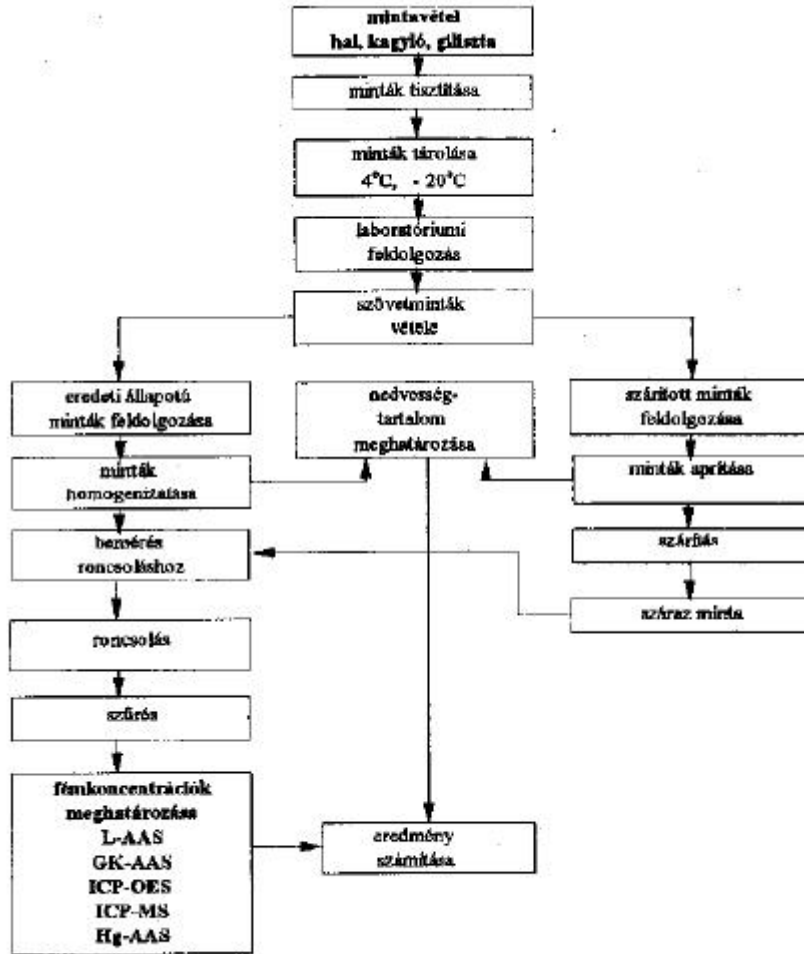
Szennyvizek fémkomponenseinek meghatározása



Szálló és ülepedő por fémkomponenseinek meghatározása



Növényi minták fémkomponenseinek meghatározása



Állati szövetek fémkomponenseinek meghatározása

5. sz. melléklet: Mérnöktanárok kézzel írt jegyzőkönyveiből egy példány



NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
BENEDEK ELEK PEDAGÓGIAI KAR
SZAKMAI TANÁRKÉPZŐ INTÉZET



ISKOLAI GYAKORLATI NAPLO



Név:

Nagy Adrienn

Évfolyam:

10. kmh

Sopron, 2008



NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
BENEDEK ELEK PEDAGÓGIAI KAR
SZAKMAI TANÁRKÉPZŐ INTÉZET



Gyakorlat időpontja: 2009. március 9.

Gyakorlat helye: Herman Ottó SzKI

Óra típusa, tantárgy neve:

Környezettudományi gyakorlat

Óra felépítése, menete:

A tanóra során rajzmezeit végeztek a hallgatók egy elméleti bevezetés után. Az elmélet alatt a tanár bemutatta a műsler és a mérés menetét. Majd 3 csoportba osztotta a diákokat, a 3 műslerhez. A mérést 3 helyen kellett elvégezni, az Olach t.p. mellett az iskola bejárataival és az udvaron.

Motivációs eszközök:

- kérelések
- rajzátalmak, rajzokról lepek
- műsler bemutatása lepeklél + előben

Tanítási módszerek:

- csoport munka
- figyelem, hogy mindeken mérjen a műslerrel
- 3 rajzmező hely összehasonlítása a mérés alapján.

Véleményem:

Mivel a műslerrel digitálisak voltak, gyorsan beajlottak

6.sz. melléklet: Tanári kérdőív

Országos környezetpedagógiai műszeres felmérés

Tisztelt Kolléga!

Márföldi Anna elsőéves doktorandus vagyok a Nyugat-Magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Karán a Tanárképző Intézetben.

Doktori munkám a környezeti méréspedagógia módszertani kérdéseivel foglalkozik. Ennek keretén belül a tavaszi félév során egy országos felmérést végzek, mellyel szeretném felmérni, hogy a környezetvédelmi középiskolák, milyen műszerparkkal rendelkeznek, és milyen keretek között tanulják a diákok a technológiák elsajátítását. Ezzel azt kívánom elérni, hogy a mérnöktanárképzés az iskolák valós gyakorlati követelményeihez igazodjon, s egyben épüljön is.

Ehhez kérem az Ön segítségét a kérdőív kitöltésével és visszajuttatásával legkésőbb 2007. április 15-ig.

- 1) Az intézményben milyen környezetvédelmi szakmákat oktatnak? (Kérem sorolja fel az elnevezését!)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

- 2) Mely tantárgyak keretében végzik a terepi ill. a laboratóriumi méréseket?

Témakörök	Terepi mérés	Labormérés
Talajvédelem		
Levegőtisztaság-védelem		
Vízvédelem		
Hulladékgyaldálkodás		
Kémiai analitika		
Zaj-,rezgés-,és sugárzásvédelem		
Egyéb:		

3) Hány darab terepi és laboratóriumi valamint milyen típusú (gyártó cég neve) terepi ill. laboratóriumi mérőműszerek vannak?

Műszer neve	Gyártója	Darabszám	Terepi mérésre alkalmas	Laboratóriumi mérésre alkalmas

4) Pályaorientáció keretében működik-e az alpméréses oktatás? Ha igen, mely mérések ezek?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5) Mely környezeti elemeket vizsgálják a mérések során?

- a) Talaj
- b) Víz

- c) Levegő
- d) Élővilág
- e) Egyéb.....
.....
.....

6) Milyen paramétereket mérnek?

- a) Hőmérséklet
- b) pH
- c) Vezetőképesség
- d) Koncentráció
- e) Fényerősség
- f) KOI
- g) BOI
- h) Nyomás
- i) Gázsebesség
- j) Füst
- k) Egyéb.....
.....
.....

7) Milyen irodalmak segítenek az eszközök használatában? Milyen nyelvű mérési útmutatóval rendelkeznek?

- a) Tanári segédkönyv
- b) Tankönyv
- c) Mérési útmutató tanároknak
- d) Műszerhasználat
 - i) Magyar nyelvű leírás
 - ii) Angol nyelvű leírás
 - iii) Német nyelvű leírás
 - iv) Egyéb idegen nyelvű leírás
- e) Egyéb.....
.....
.....

Tisztelettel és köszönettel:

Sopron, 2007. március 8.

Márföldi Anna
Doktorandus

7. sz. melléklet

Kedves Tanuló!

Márföldi Anna harmadéves doktorandusz vagyok a Nyugat-Magyarországi Egyetem Benedek Elek Pedagógiai Karán, a Szakmai Tanárképző Intézetben.

Doktori munkám a környezeti mérés pedagógia módszertani kérdéseivel foglalkozik. Ennek keretén belül vizsgálatot végzek, mellyel szeretném felmérni, hogy a környezetvédelmi középiskolák diákjai milyen véleménnyel vannak a környezeti mérésekről, tanórákról, műszerekről, módszerekről. Vizsgálom továbbá a kifejlesztett mérési kompetenciákat a mérések előtt és után, mindezt egy kontroll csoporttal, amelyikben nem alkalmaztak korszerű mérés technikai eszközöket, illetve kiértékelő rendszert. Ezzel azt kívánom elérni, hogy a mérnök tanárképzés az iskolák valós gyakorlati követelményeihez igazodjon.

Kérek, hogy légy segítségemre a kérdőív kitöltésében úgy, hogy vagy aláhúzod, vagy bekarikázod a számodra megfelelő választ (egy kérdésre lehet több választ is adnod), illetve a kipontozott részt kitöltöd!

Segítségedet és az együttműködést köszönöm!

Sopron, 2009. december.

Márföldi Anna

K É R D Ő Í V

Iskolád neve: és címe:

.....

Szakmád neve:

.....

Milyen tantárgyakon belül végeztetek

a) laboratóriumi méréseket?.....

b) terepi méréseket?.....

.....

Hányadik évfolyamba jársz?

Hány éves vagy?.....

1. Az elméleti ismereteken belül a mérésekkel kapcsolatban milyen témaköröket tanultok?
 - a. Műszer általános ismertetése
 - b. Műszer felépítése
 - c. Műszer működési elve
 - d. Műszer alkalmazása
 - e. Egyéb.....
2. Milyen arányban van elméleti és gyakorlati óra az adott mérésről?
 - a. Elméleti óra a több
 - b. Gyakorlati óra a több
 - c. 50-50 %
 - d. Nincs gyakorlat
 - e. Nincs elmélet
3. Hogyan használjátok a gyakorlati foglalkozásokon a műszereket?
 - a. Egyénileg
 - b. Párban
 - c. Csoportban
 - d. Csak a tanár mutatja be
 - e. Egyéb.....
4. Az előző kérdések válaszai közül kérlek, az alábbi táblázatban skálázd, hogy melyik formát hogyan értékeled (1-5-ig karikázd be a válaszaidat! 1=egyáltalán nem, jó/hasznos 5= legjobb, legoptimálisabb)

a. Egyénileg	<i>a</i>	1	2	3	4	5
b. Párban	<i>b</i>	1	2	3	4	5
c. Csoportban	<i>c</i>	1	2	3	4	5
d. Csak a tanár mutatja be	<i>d</i>	1	2	3	4	5
e. Egyéb.....	<i>e</i>	1	2	3	4	5

5. A mérés elméletének oktatása során, milyen módszert alkalmaz a tanár?

- a. Táblai vázlat
- b. Táblai vázlat, rajzzal
- c. Írásvetítő fólia
- d. Power point-os kivetítése a rajznak, szövegnek
- e. A műszer valós példányának bemutatása
- f. Műszer bemutatása a mérés során
- g. Interaktív tábla
(mozgó ábrákkal)
- h. Egyéb.....

6. Az előző kérdések válaszai közül kérlek, az alábbi táblázatban skálázd, hogy melyik megoldást helyeznéd előnyben (1-5-ig karikázd be a válaszaidat!

1=egyáltalán nem, 5=leginkább)

- a. Táblai vázlat
- b. Táblai vázlat, rajzzal
- c. Írásvetítő fólia
- d. Power point-os kivetítése a rajznak, szövegnek
- e. A műszer valós példányának bemutatása
- f. Műszer bemutatása a mérés során
- g. Interaktív tábla
(mozgó ábrákkal)
- h. Egyéb.....

a	1	2	3	4	5
b	1	2	3	4	5
c	1	2	3	4	5
d	1	2	3	4	5
e	1	2	3	4	5
f	1	2	3	4	5
g	1	2	3	4	5
h	1	2	3	4	5

7. Mit osztályoz a tanárod a mérés során?
- a. Elméleti ismereteket
 - b. A mérési jegyzőkönyvet
 - c. A műszerhasználatot
 - d. Vegyesen
8. Hogyan osztályoz a tanárod?
- a. Feleltetéssel
 - b. Írásban
 - c. Gyakorlatban, feladattal a műszerhasználattal együtt
 - d. Egyéb.....
9. Szerinted számodra hasznos, ha többen végzitek a mérést?
- a. Igen
 - b. Nem
10. Van-e időkorlát a mérés során?
- a. Igen
 - b. Nem
11. Milyennek ítéled az iskola műszerparkját? Kérlek, az alábbi táblázatban skálázd, véleményed! (1-5-ig karikázd be a válaszaidat!
- 1= nagyon kevés műszer van, azok is régiek,
2= van néhány műszer, de korszerűtlen
3=elegendő műszer van a csoportos méréshez
4= sok műszer van és zömében újak, korszerűek
5= optimális számú és minőségű korszerű műszer van az iskolában)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

12. A mérés kiértékelésénél használtok-e valamilyen számítógépes programot?
- a. Igen
 - b. Nem

13. A kiértékelés...
- a. Szóban
 - b. Közös megbeszéléssel
 - c. Bemutatással
 - d. Egyéb.....történik.
14. Érthetők-e számodra a tankönyv, jegyzet ábrái, metszetei a műszerekről?
- a. Igen
 - b. Nem
15. Használtatok a méréseknél tankönyvet/ket?
- a) igen
 - b) nem
16. A mérések elméleténél és a gyakorlatánál használtok interaktív, multimédiás és mozgó ábrákat?
- a) igen
 - b) nem
17. A multimédiás mozgóábrák mennyiben segítené a megértést, a tanulást?
- a) nagymértékben segítené
 - b) segítené
 - c) nem segítené
18. Mit tartasz jobb megoldásnak, és miért?
- a) a mérések jegyzőkönyvének elkészítését,
mert.....
 - b) a mérési eredmények kiértékelését program és eszköz segítségével,
mert.....

8. sz. melléklet: Tanulói jegyzőkönyvek

Jegyzőkönyv Kontroll csoport

Gyakorlat hely: Környezetvédelmi laboratórium

Gyakorlat ideje: 2009. december 4.

Gyakorlat témája: Víztisztaság vizsgálatok

Gyakorlatvezető tanár: Szalay Julianna

Feladat: Vízmintavétel az Arany-patakból, majd műszeres analízis több komponensre tápanyagforgalom szempontjából

Szükséges eszközök: vízmintavevő, kanna, mérőhenger, környezetvédelmi mérőbőrönd, (reagensek, hőmérő, kézi pH mérő, vegyszeres kanál, pipetta, stopperóra), konduktométer.

Szükséges anyagok: A vizsgálatok elvégzéséhez, és a receptúrában ismertetett reagensek megfelelő mennyiségben, valamint desztilláltvíz

Vizsgálat menete:

1. Sodorvonal szabályos vízmintavétel
2. Helyszíni vizsgálatok: A.) hőmérsékletmérés digitális terepi hőmérővel
B.) pH meghatározás kolorimetriás elven használatos universal indikátorpapírral, és kézi pH mérővel
3. Laboratóriumi vizsgálat NO_2^- komponensre:
A.) Mérjük ki 10 cm^3 patakvizet pipettával
B.) Adjunk hozzá 4 cseppet az NO_2^- I.-es reagensből, majd kevergessük egy percre
C.) Adjunk hozzá 3 kanál NO_2^- II.-s reagenst, oldjuk fel, majd várakozzunk 7 percet
D.) Öntsük küvettába az így előkészített oldatot
E.) A fotometrius elven működő műszeren állítsuk be a 150 nm hullámhossz tartományt és olvassuk le a minta fényelnyelését
F.) A mért értéket keressük ki a kalibrációs görbéről, és állapítsuk meg a vízminta NO_2^- koncentrációját!
4. Laboratóriumi vizsgálat NO_3^- komponensre:
A.) Mérjük ki 10 cm^3 patakvizet pipettával
B.) Adjunk hozzá 3 kanál az NO_3^- I.-es reagensből, majd kevergessük oldódásig
C.) Adjunk hozzá 10 csepp NO_3^- II.-s reagenst, rázzuk fel és várakozzunk 5 percig
D.) Öntsük küvettába az így előkészített oldatot
E.) A fotometrius elven működő műszeren állítsuk be a 200 nm hullámhossz tartományt és olvassuk le a minta fényelnyelését
F.) A mért értéket keressük ki a kalibrációs görbéről, és állapítsuk meg a vízminta NO_3^- koncentrációját!

5. Laboratóriumi vizsgálat PO_4^{3-} komponensre:

- A.) Mérjük ki 10 cm^3 patakvizet pipettával
- B.) Adjunk hozzá 5 csepp a PO_4^{3-} I.-es reagensből, rázzuk 1 percig
- C.) Adjunk hozzá 8 csepp PO_4^{3-} II.-s reagenst, rázzuk fel és várakozunk 5 percig
- D.) Adjunk hozzá 3 kanállal az PO_4^{3-} III.-es reagensből, rázzuk oldódásig
- E.) Öntsük küvettába az így előkészített oldatot
- F.) A fotometrikus elven működő műszeren állítsuk be a 410 nm hullámhossz tartományt és olvassuk le a minta fényelnyelését
- G.) A mért értéket keressük ki a kalibrációs görbéről, és állapítsuk meg a vízminta PO_4^{3-} koncentrációját!

6. Laboratóriumi vizsgálat NH_4^+ komponensre:

- A.) Mérjük ki 10 cm^3 patakvizet pipettával
- B.) Adjunk hozzá 12 csepp NH_4^+ I.-es reagensből, rázzuk össze, majd várakozunk 5 percig
- C.) Öntsük küvettába az így előkészített oldatot
- D.) A fotometrikus elven működő műszeren állítsuk be a 670 nm hullámhossz tartományt és olvassuk le a minta fényelnyelését
- E.) A mért értéket keressük ki a kalibrációs görbéről, és állapítsuk meg a vízminta NH_4^+ koncentrációját!

7. Laboratóriumi vizsgálat **vezetőképességre:**

- A.) vezetőképesség meghatározása konduktométerrel,

Megfigyelés, eredmény:

Vizsgált komponens	Mért eredmény	Vízminőségi osztályba sorolás
hőmérséklet	14 °C	-
pH (kolorimetriásan)	8	II. jó
pH (műszeres eredmény)	8,2	II. jó
vezetőképesség	842 mS/cm	III. tűrhető
nitrit ion tartalom	0,2 mg/l	IV. szennyezett
nitrát ion tartalom	6 mg/l	III. tűrhető
foszfát ion tartalom	85 mg/l	II. jó
ammónium ion tartalom	0,8 mg/l	II. jó

Értékelés: Az Arany-patak vízminősége pH, vezetőképesség, foszfát ion tartalom, valamint ammónium ion tartalom szempontjából jónak mondható, míg vezetőképességét tekintve, valamint nitrát tartalmára nézve csak a tűrhető kategóriába sorolható. A legkritikusabb paraméter vizsgálatunk során a nitrit ion tartalom volt.

Összességében ezek alapján a vizsgált vízmintát a tűrhető kategóriába sorolnám, mivel vizsgálatunk szempontjából fontosabb paraméterek voltak a viszonylag rosszabb minősítésűek, hiába van ezek mellett az eredmények mellett számos „jó” kategóriájú vízvizsgálati komponens is.

Megjegyzés: a kétféle módszerrel vizsgált pH értékek nem mutatnak nagy eltérést egymáshoz képest. Mivel a kolorimetriás módszer esetében a mérés pontossága csak 0,5-es, ezért célszerű a pontosítás kedvéért műszeres mérést is végezni.

1994-től a felszíni vizek minősítése a MSZ 12749 szabvány szerint történik, amely az alábbiakban látható:

Vízminőségi jellemző	Mértékegység	Határérték s vízminőségi osztályokban				
		I. kiváló	II. jó	III. tűrhető	IV. szennyezett	V. erősen szennyezett
NH_4^+ -N	mg/l	< 0,2	0,2-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0 <
NO_2^- -N	mg/l	< 0,01	0,01-0,03	0,03-0,1	0,1-0,3	0,3 <
NO_3^- -N	mg/l	0-1	1-5	5-10	10-25	25 <
PO_4^{3-} -P	mg/l	< 50	50-100	100-200	200-500	500 <
pH	mg/l	6,5-8,0	8,0-8,5	6,0-6,5 8,5-9,0	5,5-6,0 9,0-9,5	< 5,5 9,5 <
Fajlagos vezetőképesség	mS/cm	≤ 500	500-700	700-1000	1000-2000	2000 <

Jegyzőkönyv Kísérleti csoport

Gyakorlat hely: Környezetvédelmi laboratórium

Gyakorlat ideje: 2009. december 4.

Gyakorlat témája: Víztisztaság vizsgálatok

Gyakorlatvezető tanár: Szalay Julianna

Feladat: Vízmintavétel az Arany-patakból, majd műszeres analízis több komponensre tápanyagforgalom szempontjából

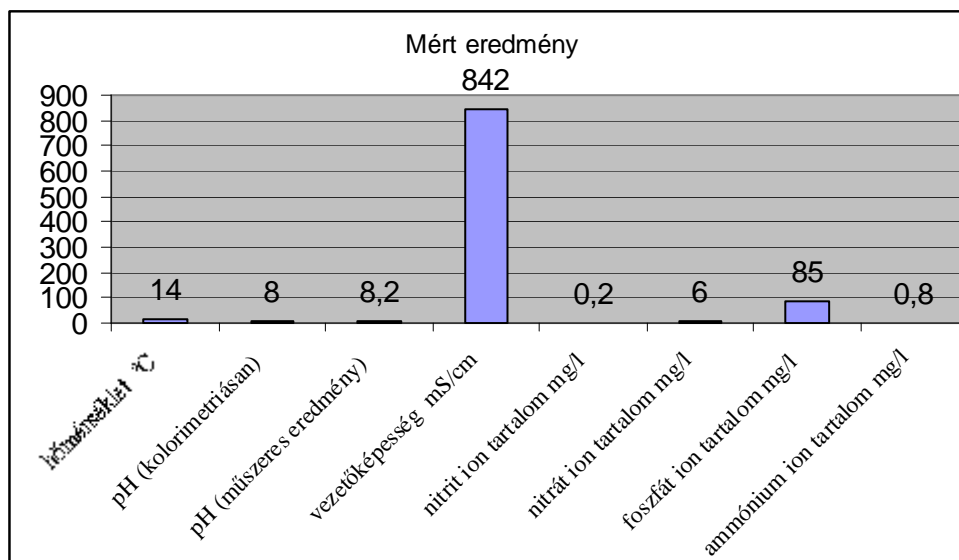
Szükséges eszközök: multiméter.

Szükséges anyagok: desztilláltvíz, az elektródok tisztításához

Vizsgálat menete:

1. Sodorvonalis szabályos vízmintavétel
2. Helyszíni vizsgálatok: A.) hőmérsékletmérés multiméterrel,
B.) pH meghatározás multiméterrel,
C.) vezetőképesség meghatározása multiméterrel.
D.) Reagensek meghatározása multiméterrel

Megfigyelés, eredmény:



Vizsgált komponens	Vízminőségi osztályba sorolás
hőmérséklet	-
pH (kolorimetriásan)	II. jó
pH (műszeres eredmény)	II. jó
vezetőképesség	III. tűrhető
nitrit ion tartalom	IV. szennyezett
nitrát ion tartalom	III. tűrhető
foszfát ion tartalom	II. jó
ammónium ion tartalom	II. jó

Értékelés: Az Arany-patak vízminősége pH, vezetőképesség, foszfát ion tartalom, valamint ammónium ion tartalom szempontjából jónak mondható, míg vezetőképességét tekintve, valamint nitrát tartalmára nézve csak a tűrhető kategóriába sorolható. A legkritikusabb paraméter vizsgálatunk során a nitrit ion tartalom volt.

Összességében ezek alapján a vizsgált vízminőségét a tűrhető kategóriába sorolnám, mivel vizsgálatunk szempontjából fontosabb paraméterek voltak a viszonylag rosszabb minősítésűek, hiába van ezek mellett az eredmények mellett számos „jó” kategóriájú vízvizsgálati komponens is.

Megjegyzés:-

1994-től a felszíni vizek minősítése a MSZ 12749 szabvány szerint történik, amely az alábbiakban látható:

Vízminőségi jellemző	Mértékegység	Határérték s vízminőségi osztályokban				
		I. kiváló	II. jó	III. tűrhető	IV. szennyezett	V. erősen szennyezett
NH_4^+ -N	mg/l	< 0,2	0,2-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0 <
NO_2^- -N	mg/l	< 0,01	0,01-0,03	0,03-0,1	0,1-0,3	0,3 <
NO_3^- -N	mg/l	0-1	1-5	5-10	10-25	25 <
PO_4^{3-} -P	mg/l	< 50	50-100	100-200	200-500	500 <
pH	mg/l	6,5-8,0	8,0-8,5	6,0-6,5 8,5-9,0	5,5-6,0 9,0-9,5	< 5,5 9,5 <
Fajlagos vezetőképesség	mS/cm	≤ 500	500-700	700-1000	1000-2000	2000 <

9. sz. melléklet: Multiméter-tudásfelmérés

T U D Á S F E L M É R É S

(k í s é r l e t i)

Neved:.....

Mennyi ideig tartott a mérés gyakorlati része?.....

A mozgóábrás módszer miben jelentett számodra előnyt?

A, Gyorsabban fel tudtuk dolgozni a mérés elméletét

B, gyorsabb lett a mérési elmélet és feladat bemutatása, ismertetése

C, Gyorsabban ki tudtuk értékelni a mérés adatait

D, Rögzíteni tudtuk a mérés adatait, kirajzolta a diagrammokat stb.

E, Én is közvetlenül használtam az eszközt

1. A mérési feladat elvégzése után ismertesd a mérés elvét, elméleti összefüggéseit! (5 PONT)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Melyik mérési fajtát és milyen műszerrel mértétek? (5 PONT)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Ismertesd a műszer felépítését, működési elvét! (5 PONT)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Milyen lépésekben végezted(tétek) el a mérést? (5 PONT)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Milyen mérési adatsort kaptatok? Ezeket ismertesd röviden! (5 PONT)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Értékelj ki a mérési eredményeket! (5 PONT)

.....

.....

T U D Á S F E L M É R É S
(k o n t r o l l)

Neved:.....

Mennyi ideig tartott a mérés gyakorlati része?.....

1. A mérési feladat elvégzése után ismertesd a mérés elvét, elméleti összefüggéseit! (5 PONT)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Melyik mérési fajtát és milyen műszerrel mértétek? (5 PONT)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Ismertesd a műszer felépítését, működési elvét! (5 PONT)

.....
.....
.....
.....

.....

.....

4. Milyen lépésekben végezted(tétek) el a mérést? (5 PONT)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Milyen mérési adatsort kaptatok? Ezeket ismertesd röviden! (5 PONT)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Értékelj ki a mérési eredményeket! (5 PONT)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

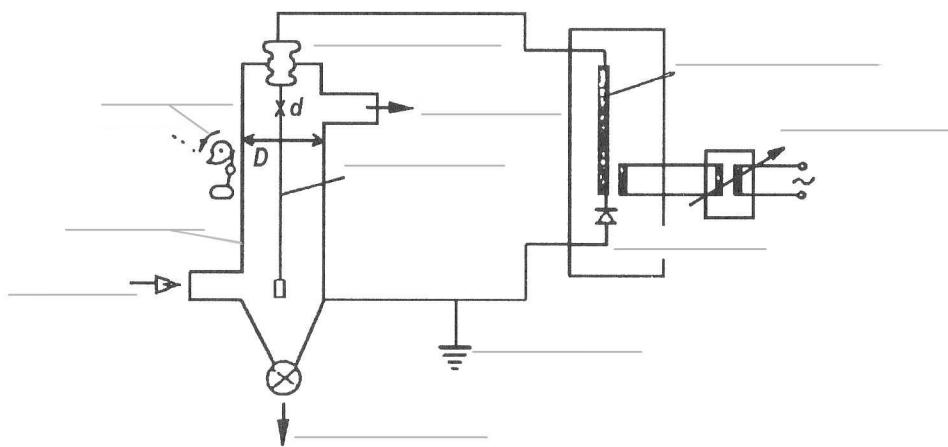
13. Te Témazáró dolgozat

(2009. december)

1. Feladat: Írd le az alábbi fogalmak lényegét, egy két mondatban!

- por (3 pont)
- égéshő (3 pont)
- adszorpció (3 pont)

2. Feladat: Nevezd meg a berendezést (3 pont) illetve a részeit (11 pont)!

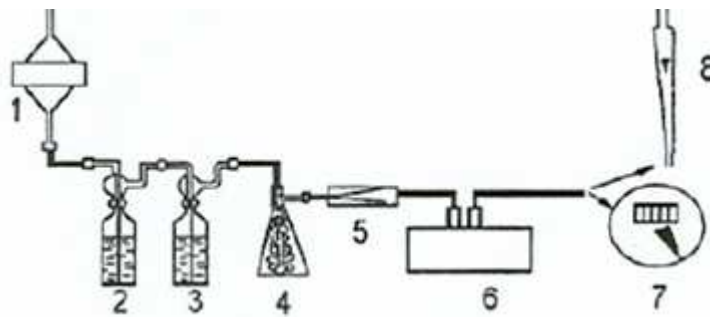


3. Feladat: Írd le a Stokes-törvényt szavakkal és képlettel! (3+6 pont)

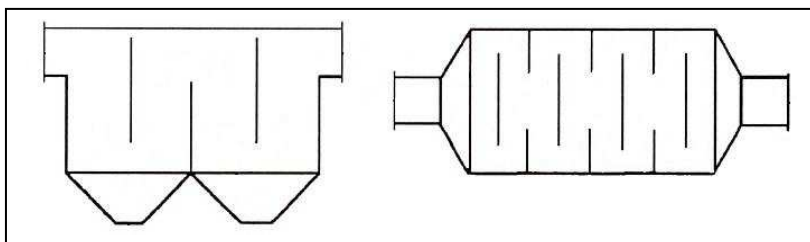
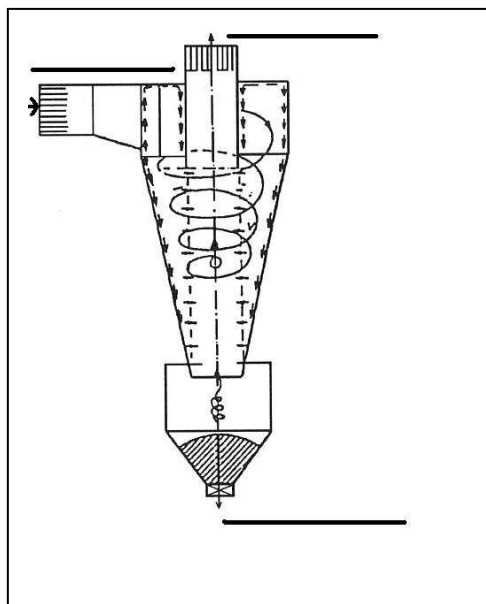
4. Feladat: Sorold fel az adszorpciós gáztisztítás fajtáit és magyarázd meg a lényegüket 1-1 mondattal! (4*2pont)

5. Feladat: Csoportosítsd a szűrőket! (3*2pont)

6. Feladat: Nevezd meg az ábrán látható berendezéseket 2pont, egészítsd ki az ábrákat (rajz+folyamat) 3+3pont és ismertesd röviden működésüket 2pont!



7. Feladat: Nevezd meg az ábrán látható berendezéseket 3*2pont, egészítsd ki az ábrákat (rajz+folyamat) 3+3pont és ismertesd röviden működésüket 3*2pont!



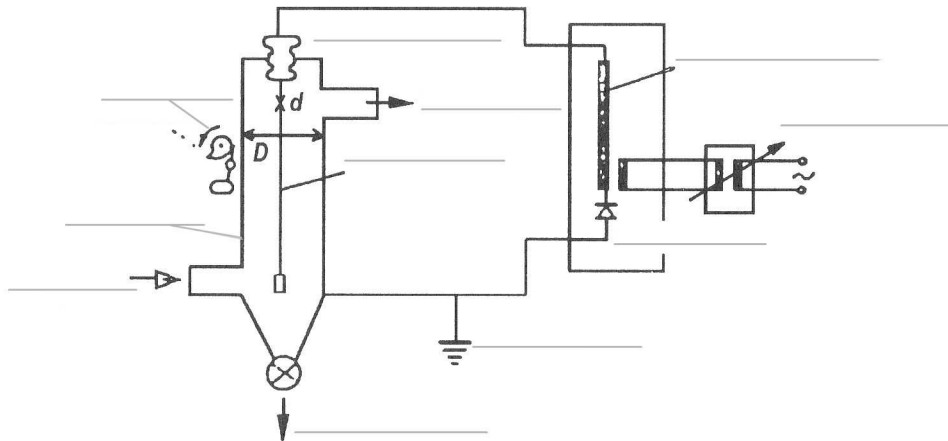
13. Te Témazáró dolgozat

(2009. december)

1. Feladat: Írd le az alábbi fogalmak lényegét, egy két mondatban!

- por (3 pont)
- égéshő (3 pont)
- adszorpció (3 pont)

2. Feladat: Nevezd meg a berendezést (3 pont) illetve a részeit (11 pont)!

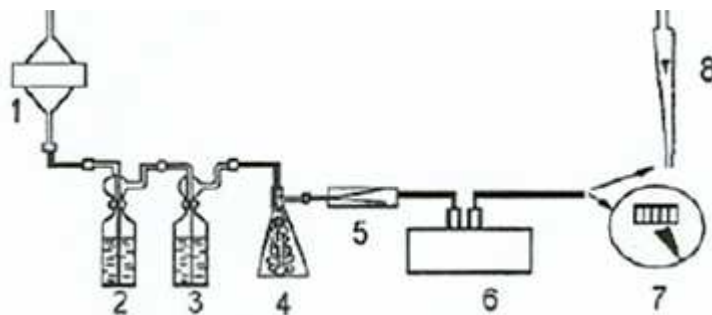


3. Feladat: Írd le a Stokes-törvényt szavakkal és képlettel! (3+6 pont)

4. Feladat: Sorold fel az adszorpciós gáztisztítás fajtáit és magyarázd meg a lényegüket 1-1 mondattal! (4*2pont)

5. Feladat: Csoportosítsd a szűrőket! (3*2pont)

6. Feladat: Nevezd meg az ábrán látható berendezéseket 2pont, egészítsd ki az ábrákat (rajz+folyamat) 3+3pont és ismertesd röviden működésüket 2pont!



7. Feladat: Nevezd meg az ábrán látható berendezéseket 3*2pont, egészítsd ki az ábrákat (rajz+folyamat) 3+3pont és ismertesd röviden működésüket 3*2pont!

