

# **A Kisvízfolyások szennyezőanyag-terhelése című projekt a vízminőség-védelem oktatásában**

*Bodáné Kendrovics Rita*

## **Bevezetés**

A környezetmérnök alapképzésben a hallgatók teljesítménye, valamint az oktatott szakmai tárgyakhoz való viszonyulásuk alapján megállapítható, hogy az oktatási folyamat jelenlegi formájában nem eléggé hatékony, nem ösztönöz a tanulásra, mivel a közvetlen megtapasztalás hiányában nem kelti fel az ön-szabályozó tanulás igényét. A hallgatók nehezen látják át az összefüggéseket az egyes tantárgyak között, és a tanultakat nem tudják alkalmazni. Rendszer-szemléletük nem megfelelő, az általános és szakmai kompetenciák fejlesztésére pedig kevés lehetőség adódik. Az utóbbi évek megszorító intézkedései következtében több szakmai tárgynak megszűnt a tantervben előírt gyakorlati óraszám, és az a kis óraszám, ami a gyakorlati képzésre még rendelkezésre áll, az sem teszi lehetővé a tevékenységorientált módszerek alkalmazását a feltételek hiányában. A magas csoportlétszámok (20–25 fő), valamint a merev tanórai beosztás miatt a gyakorlati foglalkozások inkább szeminárium jellegűek, mintsem az elméletben tanultak gyakorlati alkalmazásának elsajátítását szolgálják.

A jelenlegi környezetmérnök alapképzés így a magas szintű elméleti tudományos képzés mellett kevésbé alkalmas a képzési és kimeneti követelményekben megfogalmazott kompetenciák fejlesztésére. Az ökológia és a mérnöki ismeretek tantárgyakra bontott oktatásával nem biztosítja az ökológikus szemléletű mérnökképzést.

Ezen tapasztalatok birtokában vállalkoztunk arra, hogy a jövőben olyan oktatási stratégiát valósítsunk meg egyetemünkön, mely a hallgatók tanulási motivációját növeli, és lehetőséget nyújt az általános és a szakmai kompetenciák fejlesztésére is. Választásunk az eredményességét már hosszú idő óta bizonyító projektoktatásra esett, mely a műszaki és környezetvédelmi oktatásban különösen kedvező lehetőségeket kínál. A módszer az új ismeretek elméleti alapokról való megközelítése helyett inkább átteszi a hangsúlyt a gyakorlat felőli megközelítésre, amelyet a hallgatók jobban preferálnak.

## 1. A projekt környezetvédelmi és pedagógiai célkitűzései

A projektmunka során a témaválasztás a Vízminőség-védelem tantárgy tananyagtartalmának figyelembevételével irányítottan történt, de a feldolgozás a projektoktatásra jellemző módon zajlott. Célunk az volt, hogy a hallgatók a tananyagot a munkával tanulni elv alapján sajátítsák el, ily módon alkalmazható tudás birtokába jussanak, és ugyanakkor lehetőséget biztosítsunk az együttműködésre, csoportmunkára és arra, hogy a hallgató élményszerűen élje át a tanulási folyamatot, melyhez nélkülözhetetlen a természettel való közvetlen kapcsolat.

A tervezésnél a következő projektoktatással kapcsolatos kritériumokat (Kováts-Németh 2010, 206–209; M. Nádasi 2003, 17) tartottuk szem előtt:

1. A projekt középpontjában mindig egy probléma áll.
2. A probléma megoldása a tevékenységen keresztül kapcsolódjon a valóságos helyzetekhez.
3. Adjon módot az individualizált munkára.
4. Adjon módot a csoportmunkára.
5. A projekt időtartama egy oktatási félév szorgalmi időszakára terjedjen ki.
6. A cél egy valóságos környezeti probléma megoldása legyen.
7. Interdiszciplinaritás jellemezze.
8. A hallgató és oktató kapcsolatát a partnerség jellemezze.
9. A hallgatók önállóan döntsenek és legyenek felelősek döntéseikért.
10. A pedagógus stimulál, szervez, tanácsot ad, a háttérből figyeli a hallgatók munkáját.
11. A hallgatók közötti kapcsolatok kommunikatívak legyenek.

A vízminőség-védelmi projekt alkalmazásával a szakmai képzés mellett a környezettudatos életvezetésre a közvetlen tapasztalatszerzéssel, valóságos környezeti probléma kapcsán kívánjuk felkészíteni a hallgatókat.

A probléma középpontjában a tárgyhoz kapcsolódóan a víz mint környezeti elem áll, mely probléma feltárása és megoldása közben a hallgatók a tantervben előírt tananyagot belső tanulási motivációjuk kapcsán dolgozzák fel. Ehhez érdeklődésüket kell felkelteni a téma iránt, majd hagyni, és indirekt módon irányítani, hogy a kíváncsiságuk, tudásvágyuk önálló belső késztetésként egyre több információszerzésre ösztönözze őket.

A környezetmérnök alapszakos hallgatók számára kidolgozott *Kisvízfolyások szennyezőanyag-terhelése* című projekt megtervezésének főbb indokai a következő problémákban foglalhatók össze:

- A hazai kisvízfolyások vízminősítésének gyakorlata hiányos, sok patak maradt minősítés nélkül a VKI bevezetése óta is.
- A hallgatóknak felsőfokú tanulmányaik során a vízminősítés folyamatában gyakorlatot kell szerezniük, ez a szakmai kompetenciák között szereplő elvárás.
- A vízfolyás szennyezettségének felderítése, megismerése – általában a környezeti elem állapotának vizsgálata – terepi munkát, terepbejárást, a vízgyűjtő terület ismeretét feltételezi.
- A mérési elvek ismerete nem jelenti a mérőeszközök használatában való jártasságot.
- Az oktatásban a természettudományos megismerés módszerei (kísérlet, megfigyelés, mérés) nem vagy csak kis mértékben jelennek meg.
- A mérnöki társadalom nem rendelkezik azzal az ökológikus szemlélettel, melyre a fenntarthatóság szempontjából szükség volna. A technológiák kidolgozása, fejlesztése során rövidtávú hatásokban gondolkodnak, holott a természetben hosszabb távú folyamatok zajlanak.

A projekt során a kisvízfolyás állapotértékelési folyamatán keresztül a következő *környezetvédelmi-szakmai* (a projekt hallgatóinak szakmai képzését támogató) célokat fogalmaztuk meg:

- a hallgatók a saját érdeklődésüknek megfelelően választott téma kidolgozása során megismerkedjenek a vízi környezetvédelem rendszer-szemléletű megközelítésével,
- vizsgálati eredményeik hozzájáruljanak a kisvízfolyások minőségének javulásához,
- jártasságot szerezzenek a különböző mérési eljárásokban,
- megismerjék és elsajátítsák a 2000-ben életbe lépett Víz Keretirányelvnek megfelelő ökológikus szemléletű vízminősítést,
- felkészüljenek a hatékony vízminőség-védelemre közvetlen tapasztalat-szerzéssel,
- a feladatok végrehajtása során szerzett tapasztalatok, adatok birtokában képesek legyenek javaslatot tenni a patakfigyelő hálózat létrehozására.

A projekt *pedagógiai* céljai (a projektoktatáson keresztül elérhető kompetenciák fejlesztése) a következők voltak:

- a kritikus gondolkodás,
- a kreatív problémamegoldás,
- a felelősségvállalás képességének kialakítása, fejlesztése,
- a kompetencia alapú képzés megvalósítása.

A projekthez kapcsolódó feladatok a víz kíméletes használatára, a víz újra használatára, a vízi ökoszisztémák védelmére irányultak, ezzel segítve a környezettudatos magatartás fejlesztését, az ökológikus szemlélet és ezáltal a környezetért felelős magatartás kialakítását.

A projekt végső kimenete a választott kisvízfolyás állapotértékelése során a kisvízfolyás vízminőségi térképének elkészítése volt, előtérbe helyezve a VKI elvárásait, egyben példaként szolgálva a hasonló kisvízfolyások felméréséhez.

A vízminősítési projekt a Vízminőség-védelem tárgy gyakorlati képzésében kíván tevékenységorientált oktatást megvalósítani, az előadással együtt a szakmai-elméleti képzés és a gyakorlat egységét hozva létre.

A projekt és annak tartalmi moduljai mintát nyújtanak egy olyan gyakorlatorientált képzésre, mely nemcsak a környezetmérnök-képzés számára, hanem a vízgazdálkodással foglalkozó közép- és felsőoktatás számára is hasznos lehet a jövőben. Alapja az iskolán kívüli komplex, tevékenységorientált tanítási-tanulási folyamat megvalósítása projektmódszerrel.

## 2. A projekt megvalósítása

*A projekt helyszíne:* Óbudai Egyetem (ÓE) Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar (RKK)

*Terepi helyszín:* Aranyhegyi-patak és vízgyűjtő területe, Solymári és Pilisvörösvári Szennyvíztisztító Telep

*Célcsoport:* ÓE RKK Környezetmérnök szak II–III. éves hallgatói.

*Létszám:* 17 fő

*A projekt időtartama:* 14 oktatási hét (egy tanulmányi félév)

A projektoktatás célirányos, problémaorientált, a tanulók érdeklődésére, aktív közreműködésére építő módszereket igényel. A cél elérése érdekében egy adott projektmunka során a pedagógia számos hagyományos és alternatív módszere is alkalmazható. Ezek közül a „projektoktatás meghatározó módszere a projektmódszer” (Kováts-Németh 2010, 210), mivel célirányos, problémaorientált és „a tanulók érdeklődésére, a tanárok és a diákok közös tevékenységére építő módszer, amely a megismerési folyamatot projektek sorozataként szervezi meg”. (Falus 2003, 278)

A projektoktatás során a személyes célok eléréséhez vezető út egymástól három, jól elhatárolható tevékenységi körre (1. ábra) választható szét, melynek befejezése a projekt negyedik szakasza, az értékelés.



1. ábra: A projektoktatás tanítási-tanulási stratégiájának lépései

A projektoktatás tanítási-tanulási stratégiai lépéseit Kováts-Németh Mária dolgozta ki, és ugyanő rendszerezte a személyes célok megismerését elősegítő, az önállóságot, kreativitást, kutatást és az együttműködést feltételező módszereket is. (Kováts-Németh 2010, 210–211) A projekt első szakaszában a személyes célok megismerését elősegítő módszerek, a második szakaszban az önállóságot, kreativitást, kutatást elősegítő módszerek, a harmadik szakaszban az önállóságot, kreativitást, kutatást elősegítő módszerek mellett az együttműködést feltételező módszerek, a negyedik szakaszban pedig az együttműködést feltételező módszerek kerülnek előtérbe.

## 1.1. A tervezési szakasz

A tervezési szakasz a projektterv tanári előkészítését is magába foglalja, és általában az első projektcsoporthoz megbeszélésen fejeződik be, amikor kialakul a projekt végső felépítése, megismerjük a kitűzött részcélokat és a végrehajtandó részfeladatokat. Ez azonban a projekt során változik, amit a módszer nagyfokú rugalmassága tesz lehetővé.

Az első foglalkozáson ismertettük a projektmódszer célját, a projektmunka menetét és módszertanát. Ezt követően a hallgatók a kutatási témához kapcsolódó területeket a fogalomtérkép elkészítésével határozták meg, melynek kulcsszava a *vízszennyezés* volt. Az elkészült fogalomtérkép alapján kialakultak a projekt modulcsoportjai (1. táblázat). A hallgatók az egyéni kutatásaikat az érdeklődési körüknek megfelelően kiválasztott modulcsoporton belül végezték.

Kisvízfolyások szennyezőanyag-terhelése			
<b>I. Élővíz - Természetes vízi ökoszisztéma (5 fő)</b>	<b>II. Szennyvízbevezetés vízminőséget meghatározó szerepe (5 fő)</b>	<b>III. Mezőgazdasági tevékenységek hatása a víz minőségére (3 fő)</b>	<b>IV. Urbanizációs folyamatok hatásai (4 fő)</b>
Vízgyűjtőfeltárás	Szennyvíz keletkezése, összetétele	Állattartás környezet-szennyező hatása	Az urbanizáció folyamata és hatásai
Ökológiai vízminősítés a makrogerinctelenek vizsgálata alapján	Szennyvíztisztítás	Növénytermesztés vízminőséget veszélyeztető hatása	Mederrendezés hatásai
Ökológiai vízminősítés a makrovegetáció vizsgálata alapján	A tisztított szennyvíz hatása a befogadóra	Ökológiai gazdálkodás	Csapadékvíz-gazdálkodás

1. táblázat: A Kisvízfolyások szennyezőanyag-terhelése modulegységei

A tervezés során végrehajtott feladatok:

- Modulcsoportok szervezése.
- Probléma megfogalmazása modulcsoportonként, részcélok kijelölése, részfeladatok megbeszélése, a modulegységek meghatározása.

A tervezés során alkalmazott, a személyes célok megismerését elősegítő módszerek: Hangos gondolkodás, fogalomtérkép, beszélgetés, heurisztikus beszélgetés, vita, magyarázat.

## A projekt szervezésének szakasza

A projekt eredményes végrehajtását precíz, körültekintő munkával lehet csak biztosítani. A tervezési szakaszban megfogalmazott problémák, célok és feladatok kapcsán felmerül az igény olyan programok megszervezésére, melyek hasznos információkkal szolgálhatnak, elengedhetetlenek a projekt sikeres megvalósítása szempontjából. Ezek a szervezési feladatok a projekt teljes időtartamát lefedték. A projekt időtartama alatt a hét egy napján a délutáni órákban projektdélután tartottunk. Itt lehetőség nyílt a személyes találkozásra, feladatok egyeztetésére, konzultációra a tanárokkal. Emellett létrehoztunk az interneten két projektkapcsolódási felületet, a Facebook segítségével és a Google-csoporton keresztül, mindkettő biztos, gyors információcserét biztosított. Az internet nyújtotta szolgáltatásokat nemcsak a témához kapcsolódó kutatási munkákhoz tudták használni a hallgatók, hanem itt gyűjtötték a mindenki számára hozzáférhető dropbox-ban a beszámolók anyagait, szakirodalmi anyagokat, előadások anyagait, a foglalkozásokon és a kirándulásokon, külső helyszíni programokon készített fotókat.

A félév során a projektcsoport közös szervezésű programjai a következők voltak:

Program időpontja	Tartalma
2011. 09. 15.	Első megbeszélés, fogalomtérkép készítése, csoportok létrehozása
09. 27.	Vízfogyasztás csökkentésének lehetőségei – „asztalterítő” módszer, feladatok és problémák megbeszélése
10. 04.	Terepszemle az Aranyhegyi-patak bp.-i 6 km-es szakaszán Bp. határától a torkolatig, mintavétel és helyszíni mérés, BISEL-mérés a határ és a torkolati szelvényben.
10. 11.	Kutatási részeredmények beszámolója (kiselőadások), beszélgetés, irányított vita az esővíz felhasználásról a „Telesó” rendszer kapcsán.
10. 18.	Megbeszélés, szennyvíztisztító látogatásának előkészítése

10. 25.	<i>Terepszemle az Aranyhegyi-patak solymári szakaszán – az eperfüdek és a szennyvíztisztító alatti szelvény (solymári főútig) és a Solymári Szennyvíztisztító Telep látogatása, interjú készítése az igazgatóval. Helyszíni mérések és mintavétel a szennyvíztisztító feletti és alatti szelvényben a VITKI munkatársának vezetésével</i>
10. 26.	<i>Laborlátogatás a VITUKI-ban, beszélgetés a laborvezetővel és munkatársaival. Mérések az egyetemi laborban (solymári minták mérése - szennyvízes csoport)</i>
11. 08.	<i>Megbeszélés és irányított vita az ökológiai vízminősítés fontosságáról</i>
11. 14.	<i>Üzemlátogatás a Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telepen</i>
11. 15.	<i>Kutatási részeredmények beszámoló és hallgatói kiselőadások</i>
11. 28.	<i>Vízmintha mérése a laborban (nov. 27-én a Szentendrei úti felüljáró alatti befolyásból származó vízmintha vizsgálata)</i>
11. 29.	<i>Beszélgetés a fenntartható vízgazdálkodásról, a Mindentudás Egyeteme előadásainak megtekintése: Somlyódy László Az értől az óceánig 2003. 02. 03.; Vízválasztón Magyarország (Magyarország felszíni és felszín alatti vizei riportmúsor) 2011. 05. 17-i előadás; és Juvancz Zoltán Hormonhatású szennyezések útja a vizektől az emberi testig 2011. 05. 18.</i>
12. 02.	<i>Terepszemle az Aranyhegyi-patak pilisvörösvári szakaszán, forrástól a szennyvíztisztítóig, mintavétel a szennyvíztisztító felett és alatt, a minták laboratóriumi vizsgálata (szennyvízes csoport mérése)</i>
12. 06-07.	<i>Mintavétel a patak bp.-i szakaszán (csapadékbefolyók mintázása), a minta vizsgálata a laborban (urbanizációs csoport) Mintavétel a patak bp.-i szakaszán, határszelvény és torkolat mintázása és mérés a laborban (élővízes csoport mérése) Irányított vita a fenntartható vízgazdálkodásról</i>
12. 12.	<i>Mérés a laborban, Solymár és Pilisvár közötti szakasz nádas területének bejárása, mintavétel és a minták vizsgálata (mezőgazdasági csoport mérése)</i>
12. 13.	<i>A projektbeszámoló tartalmi egyeztetése, a projekt programjainak zárása, a projekt zárásának (projektzáró előadás) előkészítése</i>

2. táblázat: A Kisvízfolyások szennyezőanyag-terhelése projekt megvalósult közös programjai

Az Aranyhegyi-patak állapotértékelése során a hallgatók a vízgyűjtő terület feltárása során megállapították a vízminőséget leginkább befolyásoló hatásokat, és ezek figyelembe vételével a forrástól a torkolatig a 2. ábrán látható mintavételi helyeken végeztek vizsgálatokat.



2. ábra: Mintavételi és vizsgálati helyek az Aranyhegyi - patak állapotértékelésénél

(\* jelmagyarázat: M – mezőgazdasági modulcsoport, SZ – szennyvízes modulcsoport, B – Biesel-vizsgálatok, N – makrovegetációs vizsgálatok, U – urbanizációs modulcsoport vizsgálati helyei)

A projektdélutánokat a hallgatók minden alkalommal igénybe vették, aktív résztvevőként, szemben a hagyományos oktatási órákkal, ahol „csendes elszendődő” a tanári előadásnak. Szemben a heti 2-45 perces vízminőség-védelmi gyakorlati órával, a témával eltöltött kontaktidő csak a megbeszéléseket számolva alkalmanként 5-45 perc volt, vagyis összességében sokkal több időt szántak a témával való foglalkozásra, és azt örömmel, érdeklődve tették, sokkal inkább a belső motiváció érvényesült, mint a külső pl. hiányzás miatti letiltás. Ez annak köszönhető, hogy volt céljuk, amiért hajlandóak voltak dolgozni. A hagyományos gyakorlati órával szemben ez jelenti a legnagyobb különbséget, hiszen ott a hallgató elsődleges célja, hogy minél észrevétlenebb maradjon, és minél gyorsabban teljen el a tanóra időtartama (kevés kivételtől eltekintve).

Miután a hallgató megfogalmazta a problémát, és eldöntötte, hogy arra megoldást keres, a tanulási folyamat az adott cél eléréséhez szükséges eszközzé válik, mely lehetőséget biztosít a sikeres megvalósításra. Küzdenek a cél eléréseért, felelősnek érzik magukat a tanulási folyamatért, vagyis kialakul, fejlődik az önszabályozó tanulás és ezzel együtt az egész életén át tanulás képessége. Ezt bizonyítja az is, hogy a félév végére a legtöbb csoporttagnak már kész ötlete volt a munka folytatására tudományos diákköri tevékenység vagy szakdolgozat keretei között.

Az eredményességet és annak visszajelzését fontosnak tartottuk a projekt során, ugyanis a sikeresen végrehajtott feladat ösztönöz egy újabb felvállalására és megoldására. Ezért minden találkozót egy nyitó beszélgetéssel

kezdünk, amelynek keretében a hallgatók beszámoltak előző heti munkájukról, a sikeresen végrehajtott feladatokról, egyben jelezték, ha valahol elakadtak vagy valami olyan problémával találkoztak, melyhez segítséget igényelnek. Ez a beszámolási lehetőség az interneten keresztül folyamatosan végigkísérte munkánkat. Ennek tapasztalata, hogy a munka folytonossága nemcsak a hallgatókra terjed ki, hanem a pedagógusra is, akinek folyamatosan elérhetőnek és információkésznek kell lennie a projekt folyamán. Munkája a projektvezetés során nem korlátozódik a tanítási időre, hanem azon túlnyúlva szabadidejének jelentős részét is igényli. Ehhez az elhivatottság, a hallgatókba és a munkába vetett hit elengedhetetlen feltétel. A hallgatók kiselőadásokkal is készültek, melyeket a csoporttagok előtt bemutattak, és beszélgetést kezdeményeztek az adott témával kapcsolatban. A beszélgetések legfőbb célja az volt, hogy egy adott terület mélyebb tanulmányozása során szerzett információkat, érdekességeket a többiekkel is megosszák, ezáltal mindenki tájékozott legyen így együtt dolgozva fel a rendelkezésre álló idő alatt a tananyagot. Tapasztalataink szerint ezek az előadások színvonalasak és érthetőek voltak, a tananyag közös feldolgozását szolgálták. A hallgatók előadókészsége és a bemutatót kísérő prezentációik színvonala a félév alatt sokat fejlődött.

*A projekt szervezési szakaszában elvégzett munka:*

- Programok szervezése.
- Kapcsolatfelvétel a programban szereplő cégekkel, munkatársaikkal.
- Labormérések előkészítése, mérőműszerek, reagensek számbavétele.
- Szakirodalmi anyagok előkészítése, tanulmányozása.

A szervezés során alkalmazott, az önállóságot, kreativitást, kutatást elősegítő módszerek: megfigyelés, gyűjtés, elemzés, tervezés.

## **A projekt kivitelezése**

A hallgatók a projekt kivitelezési szakaszában adatokat, információkat gyűjtöttek és elemeztek. Az információszerzéshez a projektvezető tanár által összeállított szakirodalmi lista adta meg a kezdeti lépéseket, majd a hallgatók ezt folyamatosan bővítve a félév végére elkészítették a vízminősítési folyamatokhoz általuk ajánlott irodalomjegyzéket, melyet a következő munkák során, illetve az oktatásban is hasznosnak tartunk a jövőben.

Feltárták az ok-okozati összefüggéseket, és ennek segítségével eljutottak a megoldáshoz. A csoportok önállóan végrehajtották a vállalt feladatokat, felelős döntéseket hoztak. A projektvezető tanár szerepe ebben a szakaszban ténylegesen csak a háttérirányítás, elsősorban segítő, mentoráló és szakértői tevékenység volt.

A kiinduló probléma megoldásaként a kivitelezési szakasz végére elkészültek a produktumok, melyek tulajdonképpen válaszok az induláskor megfogalmazott feltevésekre, kérdésekre. Megjelenési formájuk nagyon változatos lehet

a projekt fajtájától, témájától függően (3–6. táblázat). Több tanulmány és bemutató anyag készült pl. mérési jegyzőkönyvek, újságcikk, plakát a Víz Világnapjára, valamint elkészítették a hallgatók a makrogerinctelenek vizsgálatát megkönnyítő *Makrogerinctelen-határozót*, a makrovegetáció vizsgálatát segítő *Növényhatározót*, továbbá készült egy nagyon ötletes vízhozammérésre alkalmas szerkezet is.

A modulcsoportok által megfogalmazott problémák, célok és az elérésükhöz megvalósítandó feladatok, továbbá a megoldást prezentáló produktumok a következők voltak:

modulcsoport	problémafelvetés	célok	feladatok	produktumok	
Élővíz	„A kisvízfolyások biológiai állapota, háttere nem megfelelően ellenőrzött.”	Aranyhegyi-patak biológiai állapotának felmérése.	Vízgyűjtő terület feltárása.	Kisvízfolyás makrofiton és parti zóna növényzetének növényhatározó gyűjteménye.	
		A meder összetételének, anyagának megismerése. Adatok feltárása a hidromorfológiai jellemzéshez.	Aranyhegyi-patak geológiájának feltárása.		
		A Víz Keretirányelv és a Vízyűjtő-gazdálkodási Terv tanulmányozása.	Aranyhegyi-patak VKI szerinti besorolása.	Kisvízfolyások makrogerinctelen határozó gyűjteménye.	
	A makrogerinctelenek vizsgálatára nincs egységes, szabványosított vizsgálati eljárás.	A hazai makrogerinctelen vizsgálati eljárások áttekintése, összehasonlítása.	Aranyhegyi-patak makrogerinctelen alapú ökológiai minősítése a BISEL-módszer alapján.		
			Szennyezőanyagok hatásainak vizsgálata a felszíni vizek élővilágára.	Jegyzőkönyv a kisvízfolyás torkolati szelvényéből és bp.-i határszelvényből származó vízminta BISEL-vizsgálatáról.	
			Bioindikátor növények vizsgálata az Aranyhegyi-patakknál.		

3. táblázat: Az élővízi és a természetes vízi ökoszisztéma modulcsoport céljai, feladatai és az elkészült produktumok

modul-csoport	problémafelvetés	célok	feladatok	termékek
Szennyvíz	„A köztudatban a szennyvíztisztítókról negatív vélemény alakult ki: a tisztított szennyvíz befogadóra gyakorolt hatása nem lehet jó.”	A feltevés igazolása vagy cáfolása. A tisztított szennyvíz befogadóra gyakorolt hatásának vizsgálata két különböző hatékonysággal üzemelő szennyvíztisztító kapcsán.	A szennyvíz befogadóra gyakorolt hatásának mérése. Mintavétel, mérés mindkét szennyvíztisztító felett és alatt.	Mérési jegyzőkönyv a Pilisvörösvári Szennyvíztisztító Telep feletti és alatti szelvényből vett vízminta vizsgálatáról.
			Jogszabályi előírások áttekintése.	Felszíni vízre vonatkozó jogszabályok gyűjteménye.
			Szennyvíztisztítás technológiájának megismerése.	Egyedi tervezésű és kivitelezésű forgómozgású elvén működő vízhozammérő berendezés „prototípus”.
			Iszapkezelési technológiák megismerése.	Interjú a Solymári Szennyvíztisztító Telep igazgatójával. A beszélgetésről készült újságcikk megjelentetése a Solymári Hírműködésben.
			Solymári és Pilisvörösvári Szennyvíztisztító Telepek hatékonyságának vizsgálata a telepen mért hosszú távú idősorok adatai alapján.	Mérési jegyzőkönyv a Solymári Szennyvíztisztító Telep feletti és alatti szelvényből vett vízminta vizsgálatáról.

4. táblázat: A szennyvízbevezetés vízminőséget meghatározó szerepe modulcsoport céljai, feladatai és az elkészült termékek

modul-csoport	problémafelvetés	célok	feladatok	termékek
Mezőgazdaság	A mezőgazdasági tevékenységek országsszerte bizonyítottan több környezeti problémát is okoznak.	Megismerni a mezőgazdasági tevékenységből származó szennyezéseket és hatásukat.	Pilisszentiváni bányató és a pilisvörösvári ötó példáján vizsgálni a halastavak hatását az Aranyhegyi-patakra.	Vízfogyasztás csökkentésére felhívó jellegű plakát és szóróanyag.
	A növényvédő szerek a felszíni vizekben kimutathatók és káros hatást gyakorolnak hosszú távon.		A kemikáliák káros hatásainak vizsgálata az eperföldek példáján. Interjú készítése az eperföld tulajdonosával.	Interjú az eperföld tulajdonosával.
	Aranyhegyi-patak vízminőségét befolyásolják a környező szántóföldeken használt talajjavító eljárások.		Biogazdálkodás, mint a prevenció lehetőségének kutatása.	
			A műtrágya-felhasználás mennyiségi adatainak kimutatása.	
			Alternatív megoldási lehetőségek keresése a műtrágya kiváltására.	
			Az Aranyhegyi-patak Solymár és Pilisvörösvár között található nádassal benőtt szakaszának vizsgálata.	

5. táblázat: A mezőgazdasági tevékenységek hatása a víz minőségére modulcsoport céljai, feladatai és az elkészült termékek

modul-csoport	problémafelvetés	célok	feladatok	termékek
Urbanizáció	Az urbanizáció a hidrológiai körfolyamatot megzavarja.	Megismerni az urbanizáció folyamatát és azokat a tényezőket, amelyek a vízminőséget befolyásolják.	Népességi adatok gyűjtése, elemzése. A területre jellemző csapadékmennyiségek vizsgálata. Óbuda település-történetének és szerkezetének áttekintése.	Jegyzőkönyv a népességi adatokról és a területre lehulló csapadék mennyiségekről.
	A burkolt városi felületekről nagy esőzéskor nagy mennyiségű szennyezőanyag kerül a patakba.	Megismerni a csapadékvízzel patakba kerülő szennyező anyagokat, hatásukat.	A patak vízminőségének vizsgálata a csapadék csatorna befolyása előtt és után.	Az Aranyhegyi-patak Óbudai Buszgarázs csapadék bevezetés feletti és alatti, továbbá a csatornán a telepről összegyűjtött csapadékvíz-bevezetés előtti vízminizsgálati jegyzőkönyve.
		Felderíteni a csapadék bevezetésére szolgáló műtárgyakat.	Csapadékvíz-mintavétel és -vizsgálat. Az Óbudai Buszgarázs csapadék-összegyűjtő és -elvezető rendszerének tanulmányozása.	
	A mederrendezés káros hatást gyakorol a vízi ökoszisztémára.	Felderíteni a mederrendezés célját és technológiai lehetőségeit.	A patak mederrendezéséért felelős Fővárosi Csatornázási Művek felkeresése, adatgyűjtés, térképmásolat a mederrendezési tervekről.	Tanulmány az ökológiai mederrendezésről.
			Az Aranyhegyi-patak bp.-i szakaszának (torkolat-városhatár) bejárása során számba venni a műtárgyakat, fényképek készítése és beazonosítás.	
			Megismerni azokat a jogszabályokat, melyek a mederrendezéssel kapcsolatban előírásokat tartalmaznak a felszíni víz minőségét illetően.	

6. táblázat: Az urbanizációs folyamatok hatásai modulcsoport céljai, feladatai és az elkészült termékek

A projekt végére a részfeladatok összefoglalásaként elkészült a közös produktum, az Aranyhegyi-patak vízminőségi térképe, mely tartalmazza a patak minőségét befolyásoló szennyező forrásokat (szennyvíztisztítók, mezőgazdasági területek, település, esővízgyűjtő csatorna, illegális hulladéklerakás stb.) a pontos koordináták megadásával, és a mintavételi pontokat a mért eredmények feltüntetésével. Ez tükrözi a hallgatók vízgyűjtő területi szemléletét, a vízről mint komplex rendszerről való gondolkodását.

A mérések során a hallgatók nemcsak a mérési elveket sajátították el, hanem jártasságot szereztek a mérőműszerek alkalmazásában. Ezt azzal is bizonyították, hogy a méréssel kapcsolatos tudásukat egymásnak adták át, így a csoportok gyakorlatilag egymást készítették fel a mérésekre, segítették egymás munkáját. Megtapasztalták, hogy a mintavételezési eljárás milyen terepi nehézségekkel jár, hiába tervezik meg a mintavétel helyét papíron, elméletileg a leginkább megfelelő helyen, ha nincs mód a terepen annak megközelítésre. A mintavételi idő tervezése során pedig a szélsőséges időjárás hatását kellett figyelembe venni, pl. az Urbanizációs csoportnak a csapadéokra egészen decemberig kellett várnia, hogy mintát tudjon venni a csapadék összetételének, illetve patak vízminőségére gyakorolt hatásának vizsgálata céljából.

A munka folyamán bizonyosságot szereztünk arról, hogy a legmotiválóbb tényező a külső helyszíneken való munkavégzés. Több hallgató is megfogalmazta, hogy igazán akkor tudta a munka lényegét megérteni, a problémát megfogalmazni, amikor első alkalommal közös terepbejárást szerveztünk a vízgyűjtő terület megismerésére. A környezeti elemekkel való közvetlen kapcsolat, az élményszerzés, a valóságos állapotok megismerése szerves része a projektmunkának, és ez adja az alapját jövőbeni szakmai tevékenységüknek is. Ezt mi sem igazolja jobban, mint a projektmunkában részt vevő hallgató véleménye: *„A terepgyakorlat csodákra képes. Talán ekkor dolgoztak össze leginkább a csapatok. Azt hiszem, ekkor mindenkinek fontossá vált a természet védelme és szeretete. Elkezdtünk intenzívebben utánajárni a dolgoknak, elolvasni az anyagokat, könyvtárban keresgélni.”* (Részlet a projektben részt vevő hallgató munkanaplójából)

*A projekt kivitelezési szakaszában elvégzett munka:*

- Adatgyűjtés.
- Terepi munka, mintavétel, mérések a helyszínen és a laborban.
- Üzemlátogatás, interjúk készítése.
- Mért adatok elemzése.
- Produktumok elkészítése.

*A kivitelezés során alkalmazott, az önállóságot, kreativitást, kutatás elősegítő, valamint az együttműködést feltételező módszerek:* megfigyelés, mérés, gyűjtés, elemzés, vizsgálat, adatfeldolgozás, rendszerezés, interjú, terepkutatás, alkotás, esettanulmány, projekt módszer, tanulmányi kirándulás.

## Projekt bemutatása, értékelése

A szorgalmi időszak utolsó heti megbeszélésével nem ért véget a projektcsoport munkája. A vizsgaidőszakban is tartottuk a kapcsolatot, a konzultációs időpontok továbbra is lehetőséget biztosítottak információszerezésre, találkozásra. A vizsgaidőszakban a hallgatók felkészültek, hogy meghívott vendégek és csoporttársaik előtt beszámoljanak a félév során végzett munkájukról. Ez fontos momentum a projektmunkának, és eltér a hagyományos pedagógiai értékeléstől.

A projekt értékelésénél figyelembe vettük egyrészt az egész csoport egyetemes munkáját, a produktumot, annak színvonalát és az odáig vezető tanulási folyamatot a probléma megfogalmazásától a megoldásig terjedően. Számba vettük, hogy milyen tanulási folyamatok zajlottak a szaktárgyi és a metakognitív tudásrendszer gyarapodása szempontjából. A munkát a társas kapcsolatok szempontjából is értékeltük, az együttműködés, segítőkészség a csoportokban mennyire fejlődött a munka folyamán. A munkát az egyén szempontjából is értékeltük, hogy ő miként tudott beilleszkedni a csoportba, voltak-e konfliktusai, és ezeket meg tudta-e oldani, mennyire számíthattak rá a többiek, hogyan és mennyit tanult a projekt folyamán. Ezeket főként a projektvezető tanár tudta értékelni a folyamatos megfigyelései és a hallgató önértékelése, valamint a hallgatók egyénileg elkészített portfóliói alapján.

Az értékelésnek a legfőbb mozzanata azonban az, amikor a csoportok saját és a másik csoport munkáját értékelik, ezzel gyakorolva a véleményalkotást, a döntéshozatalt. Ezt ünnepélyes keretek között valósítottuk meg a vizsgaidőszak utolsó hetében. A meghívott vendégekből álló szakmai zsűri (intézetünk oktató kollégái és más egyetem, kar meghívott vendégei) előtt mindegyik csoport 20 perc időtartamban bemutatta a félév során végzett munkájának eredményeit és a produktumokat.

A zsűri véleménye főbb pontokban összefoglalva a projektcsoport által végzett munkáról a bemutató előadás alapján a következő volt:

- A hallgatók által végzett munka értékes, a megszerzett tudást integrálja.
- A hallgatók munkája tükrözte a lelkes együttműködést, a feladatelosztást, az együtt dolgozás örömeit.
- Jól felismerték és megfogalmazták a problémát, a célkitűzéseket és a feladatokat.
- A projektben sok önálló, eredeti ötlet született, melyek alapján feladataikat jól oldották meg.

- Munkájuk során gazdag módszer- és eszköztárral dolgoztak.
- A hallgatók ökológikus szemlélete a feladatmegoldásokban megnyilvánult.
- A folytatáshoz sok TDK- és szakdolgozattémát, ötletet említettek meg a hallgatók.
- A hallgatók által készített portfóliók igényesek, a munkához való pozitív viszonyulást igazolják.
- A projekt vezetése során igyekezni kellene minél több kollégát bevonnani a projektmunka szervezésébe, irányításába.
- A projekt szervezésének legmegfelelőbb helye a tavaszi szemeszter, amikor a tavaszi időjárás több lehetőséget kínál a környezeti elemek vizsgálatára, de az is meggondolandó, hogy a vízminőség-védelmi projektet két féléves időtartamra célszerű tervezni.
- A „vizsgaelőadás” igazolta, hogy a hallgatók önálló tevékenységgel feltárták és megoldották a modulokon belüli problémákat.

A hallgatók számára a meghívottak tetszésnyilvánítása, a külső értékelés nagyon fontos motiváló tényező. További munkájuk sikerének az alapja az önbizalom, melyre a projektben végzett munkájuk során tettek szert. Bebizonyították önmaguknak, hogy képesek vállalt feladataikat önállóan megoldani, miközben társaikkal együttműködve a közös célért dolgoznak.

A zsűri észrevételei alapján a hallgatók elvégezték a szükséges módosításokat a projektbeszámoló írásos anyagában. Ezzel lezárult egyetemünk első környezetmérnöki projektmunkája mind a hallgatók, mind a projektben részt vevő oktatók legnagyobb meglepésére, bízva a további folytatásban.

A projektmódszer hatékonysága újabb bizonyosságot nyert. Az elért eredmények alapján a felsőoktatásban eredményesen alkalmazható szakmai és pedagógiai vonatkozásban is. Ezt az állítást a hallgatók szaktárgyból írt zárthelyi dolgozatainak eredményeivel és a félév során megvalósított kétcsoportos környezeti-pedagógiai kísérlettel igazoltuk. A zárthelyi dolgozatok eredménye a projektben részt vevő hallgatók szakmai tudásának bővülését, mélyülését igazolta. A kérdőíves írásbeli kikérdezés célja – melyet a félév elején és végén, a kontroll- és a projektcsoporttal is elvégeztünk – az volt, hogy megismerjük a projektben együttműködő hallgatók környezeti attitűdjét, nézeteit és ökológiai műveltségét, ezeket összehasonlítsuk a kontrollcsoportéval, melynek eredményéből a környezeti nevelés hatékonyságára nézve vonhattunk le következtetéseket.

*A vizsgálat eredményeként megállapítottuk, hogy:*

- A projektben részt vevő hallgatók környezettudatos viselkedése, környezethez való viszonyulása a féléves munka során pozitív irányban változott.

- A környezet irányában tanúsított felelősség, ökológikus gondolkodás tekintetében a kontrollcsoporttal szemben szignifikáns a pozitív változás.
- A projektoktatás során felelősségérzetük erősödött és tájékozottabbá váltak.

## Összefoglalás

A fenntarthatóság mind a vízgazdálkodás, mind az oktatás oldaláról a magas szintű tudományos elméleti ismeretek mellett a rendszerszemléletet, a probléma felismerést és megoldást, vagyis a gyakorlati tevékenységet, az élethosszig tartó tanulás képességét, valamint a környezettel szembeni felelős magatartást igényli. Ezek a kompetenciák a hagyományos oktatási módszerekkel kevésbé fejleszthetők.

A megvalósított kétcsoportos környezeti-pedagógia kísérlettel igazolt *Kisvízfolyások szennyezőanyag-terhelése* című projekt eredményei igazolták, hogy a projektoktatás, a környezetpedagógia oktatási stratégiája hatékony kiegészítője lehet a felsőoktatás tudományos elméleti képzésének a gyakorlati tevékenységek erősítésével, az alkalmazható tudás létrehozásával és a kompetenciák fejlesztésével.

A projektoktatás eredményességét a hallgatók által vezetett és a projekt végén kiértékelt önértékelő munkanaplók is igazolják. Miután kiértékeltük a hallgatóknak arra a kérdésre adott válaszait, hogy miben látják a projekt munka jelentőségét, összefoglalóan megállapítottuk, hogy eredményként fogalmazzák meg a projektoktatással szemben támasztott elvárásokat:

*„A projekt során azt tapasztaltam, hogy a külső kényszer helyett egy belső motiváció alakult ki. Sokkal jobban érdekelt a témakör. Nagyon tetszett, hogy nem egy kész valamit tettek elénk, hanem nekünk kellett utánajárnunk az információknak. És amiért megküzd az ember, azt sokkal inkább magáénak érzi.”*

*„Abban, hogy nem a könyv fölött kell ülni, hanem egy csoportban kell együtt dolgozni. A csoportban mind a rossz, mind a jó ötletek előreviszik a munkát. Gondolkodni kell, ki kell találni, mi az, amit meg akarunk vizsgálni, hogyan csináljuk azt. Nevel az életre, mert kompromisszumképesnek kell lenni. Saját magunk alkotunk valamit, aminek utánajártunk és ez jó érzés.”*

*„Szerintem az a legfontosabb jelentősége és eredménye, hogy a hallgatók elkezdik élvezni azt, amit tanulnak.”*

*„Abban látom az eredményét, hogy a saját kutatásokon keresztül, sokkal jobban a részünkké vált a témakör. Hogy kialakult egy saját motiváció, hogy mélyebbre menjünk, többet akarjunk tudni. Aztán eredményét látom a sok gyakorlatban. Rengeteg tapasztalatot szereztünk, és nem csak elméletben*

*tanultuk, hogyan végezzünk különböző méréseket. A közös munkán keresztül megtanultuk, hogyan kell csoportban együtt dolgozni. Hogyan osszuk be az elvégzendő feladatot. Hogy nemcsak a saját felelősségünkre dolgozunk, hanem több ember munkájának a sikerességéért.”*

(Részletek a hallgatók által vezetett önértékelő munkanaplókból)

A projektoktatás a belső motivációra építve a tanulást a produktum eléréséhez szükséges eszköznek tekinti, így segíti az önszabályozott tanulási folyamat kialakulását. Az élethosszig tartó tanulás képessége az ebben a folyamatban kialakuló önállóságot feltételezi. A valós életből származó komplex probléma megoldása közben lehetőséget teremt a tapasztalatszerzésre, a különböző tudományterületek ismereteinek összekapcsolására, az ok-okozati összefüggések meglátására.

A végzett környezetmérnökkel szembeni elvárások ebben a tanítási-tanulási folyamatban biztosíthatók a leghatékonyabban. Eredménye a multidiszciplináris ismeretekkel és komplex gondolkodásmóddal rendelkező generalista környezeti szakember, aki képes a problémák felismerésére és megoldására.

## Irodalom

Falus Iván (2003): Az oktatás stratégiái és módszerei In *Didaktika*. Falus Iván szerk. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó, 278–281. p.

Kováts-Németh Mária (2010): *Az erdőpedagógiától a környezetpedagógiáig*. Pécs: Comenius Kft.

M. Nádasi Mária (2003): *Projektoktatás*. Budapest: Gondolat Kiadói Kör – ELTE BTK Neveléstudományi Intézet.