

Міністерство освіти і науки України
Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II
Кафедра біології та хімії

Реєстраційний № _____

Кваліфікаційна робота
ОГЛЯД МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ ДЛЯ
ЗАСТОСУВАННЯ У ЕКОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ

КОЗМА ДАВІД ШАНДОРОВИЧ

Студент IV-го курсу

Освітня програма: Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Спеціальність: 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Рівень вищої освіти: бакалавр

Тема затверджена на засіданні кафедри

Протокол № 3 / 25.10.2023 р.

Науковий керівник:

Гаднадь Іштван Іштванович

(доктор філософії, доцент Кафедри біології та хімії)

Завідувач кафедри:

Когут Ержебет Імрїївна

(доктор філософії, доцент Кафедри біології та хімії)

Робота захищена на оцінку _____, «___» _____ 202_ року

Протокол № _____ / 202_

**Міністерство освіти і науки України
Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II**

Кафедра біології та хімії

**Кваліфікаційна робота
ОГЛЯД МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ ДЛЯ
ЗАСТОСУВАННЯ У ЕКОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ**

Рівень вищої освіти: бакалавр

Виконавець: студент IV-го курсу

КОЗМА ДАВІД ШАНДОРОВИЧ

освітня програма Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

спеціальність 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Науковий керівник: **ГАДНАДЬ ШТВАН ШТВАНОВИЧ**

(доктор філософії, доцент Кафедри біології та хімії)

Рецензент: **ЯКОБ ЕЛЕОНОРА АДАЛЬБЕРТІВНА**

(магістр, старший викладач)

Берегове
2024

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
I. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	9
1.1. Значення та типи прісноводних біотопів	9
1.1.1. Загальна екологічна характеристика річок	10
1.1.2. Загальна екологічна характеристика озер	11
1.1.3. Загальна екологічна характеристика інших поверхневих вод	12
1.1.4. Загальна характеристика підземних вод	14
1.2. Регулювання водно-болотних угідь кліматом.....	15
1.3. Фактори ризику водно-болотних угідь.....	16
1.3.1. Забруднення водно-болотних угідь.....	17
1.3.2. Вплив зміни клімату на водно-болотні угіддя	19
1.3.3. Вплив промисловості та сільського господарства на водно-болотні угіддя	20
1.4. Екологічна освіта та сталий розвиток	21
1.4.1. Роль екологічної освіти в збереженні водно-болотних угідь	22
II. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	23
2.1. Презентація водно-болотних угідь в екологічній освіті.....	23
2.1.1. Використання цифрових пристроїв.....	23
2.1.2. Проектне навчання.....	24
2.1.3. Лабораторні дослідження	25
2.1.4. Польові роботи	25
III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	28
3.1. Плани роботи з презентації водно-болотних угідь.....	28
3.2. Презентація поверхневих вод та визначення їх якості	29
3.2.1. Тема сесії: Презентація евтрофікації поверхневих вод за допомогою цифрових інструментів (PowerPoint)	29
3.2.2. Тема сесії: Знайомство з основними принципами очищення води за допомогою проектного навчання (створення власного обладнання для очищення води).....	36
3.2.3. Тема сесії: Презентація підземних вод (питної води) та лабораторне дослідження її якості.....	39

3.2.4. Тема сесії: Презентація поверхневих вод (річки, озера) та дослідження якості за допомогою експрес-тестів.....	42
3.2.5. Тема сесії: Презентація поверхневих вод (річка, озеро) та оцінка якості за допомогою бельгійського методу тестування (біотичний індекс - BISEL)	45
ВИСНОВКИ	50
РЕЗЮМЕ.....	51
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	52
СПИСОК РИСУНКІВ	57

Ukrajna Oktatási és Tudományügyi Minisztériuma

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola

Biológia és Kémia Tanszék

**A KÖRNYEZETI NEVELÉSBEN ALKALMAZHATÓ
VÍZMINŐSÍTÉSI MÓDSZEREK BEMUTATÁSA**

Szakdolgozat

Készítette: Kozma Dávid

IV. évfolyamos

014 Középfokú oktatás (Biológia és az ember egészsége)

szakos hallgató

Témavezető: Dr. Hadnagy István

(PhD, a Biológia és Kémia Tanszék docense)

Recenzens: Jakab Eleonóra

(MSc, adjunktus)

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETŐ.....	8
I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	9
1.1. A édesvízi élőhelyek jelentősége és azok típusai.....	9
1.1.1. A folyóvizek általános ökológiai jellemzői	10
1.1.2. A tavak általános ökológiai jellemzői.....	11
1.1.3. Az egyéb felszíni vizek általános ökológiai jellemzői.....	12
1.1.4. A felszín alatti víztípusok általános jellemzői.....	14
1.2. A vizes élőhelyek éghajlat általi szabályozása.....	15
1.3. A vizes élőhelyek veszélyeztető tényezői	16
1.3.1. A vizes élőhelyek szennyezettsége	17
1.3.2. Az éghajlatváltozás hatása a vizes élőhelyekre.....	19
1.3.3. Az ipar és a mezőgazdaság hatása a vizes élőhelyekre	20
1.4. A környezeti nevelés és a fenntarthatóság.....	21
1.4.1. A környezeti nevelés szerepe a vizes élőhelyek megőrzésében.....	22
II. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN.....	23
2.1. A vizes élőhelyek bemutatása a környezeti nevelésben	23
2.1.1. Digitális eszközök használata	23
2.1.2. Projektalapú tanulás	24
2.1.3. Laboratóriumi vizsgálatok	25
2.1.4. Terepi munka.....	25
III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS.....	28
3.1. A vizes élőhelyek bemutatásának foglalkozás-tervezetei	28
3.2. A felszíni vizek bemutatása és azok minőségének vizsgálata.....	29
3.2.1. A foglalkozás címe: A felszíni vizek eutrofizációjának bemutatása digitális eszközök (PowerPoint) segítségével.....	29
3.2.2. A foglalkozás címe: A víztisztítás alapelveinek megismerése projekt alapú tanulás segítségével (saját víztisztító berendezés készítése).....	36

3.2.3. A foglalkozás címe: A felszíni alatti vizek (ivóvízbázis) bemutatása és minőségének laboratóriumi vizsgálata	39
3.2.4. A foglalkozás címe: A felszíni vizek (folyó, tó) bemutatása és azok minőségének vizsgálata gyorsesztek segítségével	42
3.2.5. A foglalkozás címe: A felszíni vizek (folyó, tó) bemutatása és azok minőségének vizsgálata a belga vizsgálati módszer (Biotic Index at Secondary Education Level - BISEL) segítségével.....	45
ÖSSZEFOGLALÁS.....	50
PE3IOME.....	51
IRODALOMJEGYZÉK	52
ÁBRÁK JEGYZÉKE.....	57

BEVEZETŐ

A világunkban a vizes élőhelyek különleges és értékes ökoszisztémákat képviselnek. Ezek az élőhelyek nemcsak a biológiai sokféleség otthonai, hanem fontos szerepet játszanak az éghajlat szabályozásában és a vízkörforgásban is.

Ezek az élőhelyek folyamatosan veszélyben vannak. Az ipari és mezőgazdasági szennyezés, a hulladéklerakók és a szennyezőanyagok kibocsátása, valamint az élőhelyek pusztítása az emberi beavatkozások következményei. Emellett az éghajlatváltozás is komoly fenyegetést jelent, mivel befolyásolja a csapadék mennyiségét és eloszlását, ami negatív hatással lehet a vizes élőhelyekre és az ott élő fajokra. Ezért kiemelten fontos, hogy a jövő generációinak megtanítsuk a vizes élőhelyek megőrzésének fontosságát. A környezeti nevelés és a tudatosság növelése segíthet abban, hogy az emberek jobban megértsék az élőhelyek értékét és sérülékenységét.

Szakedolgozatunk a környezeti nevelésben alkalmazható módszereket vizsgálja, a vizes élőhelyek bemutatására. Célja, hogy bemutassa, hogyan lehet a különféle tanórán kívüli foglalkozásokon résztvevőket bevonni és az érdeklődésüket felkelteni a vizes élőhelyek iránt, miközben megértik azok ökológiai jelentőségét és a fenntarthatóság szükségességét. A dolgozat különböző módszereket mutat be, amelyeket a foglalkozás vezetőik és oktatók egyaránt alkalmazhatnak a vizes élőhelyek bemutatására, beleértve a terepi munkát, a laboratóriumi vizsgálatokat, a projektalapú tanulást és a digitális eszközök használatát.

A szakedolgozat három fő részre oszlik. Az első rész a vizes élőhelyek jelentőségét és azok minőségének veszélyeztető tényezőit ismerteti. A második rész a környezeti nevelés szerepét és fontosságát vizsgálja a vizes élőhelyek megőrzésében. A harmadik, utolsó rész pedig konkrét módszereket jellemez, melyeket a környezeti nevelésben alkalmazhatunk a vizes élőhelyek bemutatására.

Remélem, hogy a szakedolgozat hasznos információt és inspirációt nyújt a tanároknak és oktatóknak a környezeti nevelésben alkalmazható új és hatékony módszerek alkalmazásához.

I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1. Az édesvízi élőhelyek jelentősége és azok típusai

Az édesvízi élőhelyek ökológiai jelentősége kiemelkedő a Föld biológiai sokféleségének fenntartásában és az ökoszisztémák stabilitásában (JOLÁNKAI et al., 2009). Ezek a vízrendszerek különféle típusokba sorolhatók, mint például a folyók, állóvizek, egyéb felszíni vizek és a felszín alatti vízrendszerek.

A folyók dinamikus áramlással rendelkeznek, amely fontos szerepet játszik az élőlények életciklusában és az anyagforgalomban (RÉTVÁRI–SOMOGYI, 1993). Az áramlás segíti az anyagok, például tápanyagok és szerves anyagok szállítását az ökoszisztéma különböző részei között, elősegítve ezzel a táplálékláncok stabilitását és a természetes folyamatok fenntartását. Emellett a folyóparti zónák sokfélesége, beleértve az ártereket és a szigeteket, lehetőséget ad a különböző élőlényeknek a táplálkozásra, költésre és pihenésre (RÉTVÁRI–SOMOGYI, 1993).

Az állóvizek stabilitása lehetővé teszi az ott élő organizmusok számára, hogy kiegyensúlyozott táplálkozási és szaporodási stratégiákat fejlesszenek ki (DÉVAI, 1993). Ezek a víztestek hosszabb távon állandó élőhelyet biztosítanak, ami lehetővé teszi az ökoszisztéma egészséges működését és a fajok fenntartható populációit. Az állóvizek gyakran gazdagok fitoplanktonban és zooplanktonban, amelyek fontos szerepet játszanak az ökoszisztéma táplálékláncában és az oxigéntermelésben (DÉVAI, 1993).

A tavak és mocsarak, gyakran jelentős biodiverzitással rendelkeznek, és fontos szerepet játszanak a helyi és globális vízhálózatokban (SZABÓ, 2005). Ezek az élőhelyek változatos növény- és állatfajoknak adnak otthont, amelyek adaptálódtak az adott környezeti feltételekhez. Ezek a vízközegek rendkívül fontosak lehetnek az ivóvízkészletek szempontjából, valamint számos faj számára biztosítanak életteret és táplálékot (SZABÓ, 2005).

A felszín alatti vízrendszerek, mint például a forrásvizek és karsztvizek, gyakran kulcsszerepet játszanak az édesvíz-ellátásban és fontos hidrogeológiai jellemzőkkel rendelkeznek (HEGEDŰS, 2018). Ezek a vízforrások gyakran tiszta vizet biztosítanak az emberi fogyasztásra, valamint fontosak lehetnek a mezőgazdaság és az ipar számára. Emellett az ilyen típusú vízrendszerek hozzájárulnak az ökoszisztémák stabilitásához és az élőlények számára elengedhetetlen életfeltételek biztosításához (HEGEDŰS, 2018).

1.1.1. A folyóvizek általános ökológiai jellemzői

A folyóvizek rendkívül fontosak az édesvízi ökoszisztémákban, és számos jellegzetes ökológiai jellemzővel rendelkeznek. A vízhozam változása évszakok és éghajlati viszonyok szerint alakul, ami hatással van az élővilágra és az emberi tevékenységekre egyaránt (RÉTVÁRI–SOMOGYI, 1993). A folyók parti zónái gazdag élővilágot kínálnak, melyek különböző növény- és állatfajoknak adnak otthont (RÉTVÁRI–SOMOGYI, 1993). Az áramlás erőssége és a partok alakja befolyásolja a vízben oldott anyagok és szilárd részecskék szállítását, ami hatással van a vízminőségre. A folyóvizek fontos szerepet játszanak az anyagok körkörös mozgásában, segítve az anyagok lebontását és átalakítását más formákba (RÉTVÁRI–SOMOGYI, 1993).

Fontos ökológiai jellemző a pH-érték. Az Amazonas folyó vízének átlagos pH-értéke például, körülbelül 6,8, ami a közepes savasság tartományba esik. Azonban a folyók pH-értéke változhat a szennyezőanyagok jelenlétének függvényében (VILLAMIZAR et al., 2022). Például a Hudson-folyó New York-i szakaszának pH-értéke általában a semleges 7-es skálán marad (LIMBURG et al., 1986).

Ha a hőmérsékletet vesszük figyelembe, az nagymértékben függ a földrajzi elhelyezkedéstől és az évszakoktól. Az Alaszkában lévő Kenai-folyó téli hőmérséklete akár 2°C-ra is lehülhet, míg nyáron 15-20°C-os is lehet. Az ilyen hőmérsékletingadozások hatással vannak az ökoszisztéma dinamikájára és az ott élő organizmusok életciklusára (MEYER et al., 2023).

A hegyi folyók dinamikus és hűvös vízáramlása számos adaptív előnnyel jár a lazacok számára, különösen az ivadékok kikeltetése és növekedése szempontjából. A gyors hűvös áramlás lehetővé teszi az ivadékoknak, hogy hatékonyan eljussanak a keltető területekről a tápanyagban gazdagabb élőhelyekre (LISI et al., 2013).

Az oxigénszint általában magasabb, mint a tavaké vagy a tengeré, ami részben a víz mozgásának köszönhető. Például az Alaszkában lévő Kenai-folyó általában magas oxigénszinttel rendelkezik (közel 10 mg/l) (MEYER et al., 2023). Itt a víz áramlása biztosítja az oxigén gazdagítást. Az áramlási sebesség változó, a geológiai és topográfiai jellemzőktől függően. A gyorsan áramló folyók, mint a Niagara-folyó, jelentős sebességgel (akár 40 km/h) áramlanak (MASSE–MURTHY, 1992). Míg más folyók, mint a Duna, általában lassabb és stabilabb áramlásúak (általában 1-2 km/h) (DAM, 1992).

A vízszint szezonálisan vagy időszakosan változhat, ami befolyásolja az ökoszisztéma dinamikáját és az ott élő organizmusok életét. A folyókban élő organizmusok

sokfélesége jelentős lehet, beleértve a halakat, gerincteleneket és növényeket. Például a Mississippi folyóban közel 260 hal faj él, mint például a csuka, a sügér és a ponty (HOUSER – RICHARDSON, 2010). A Rajna-folyó Európában több mint 50 hal fajnak ad otthont (VAN DEN BRINK et al., 1996).

1.1.2. A tavak általános ökológiai jellemzői

A tavak különleges ökológiai jellemzőkkel rendelkeznek, amelyek alapvető fontosságúak az édesvízi ökoszisztémákban. Ezek a víztestek általában csendesebbek és kevésbé dinamikusak, mint a folyók, és sajátos jellemzőkkel bírnak (LAKATOS, 2021).

A pH-érték a környező geológiától, a víz összetételétől és a környezeti tényezőktől függ (humusztartalom, a fotoszintézis és az erózió befolyásolhatják) (DÉVAI, 1993). Általában 6,5 és 8,5 között változhat. A Michigan-tó például általában magasabb pH-értékkel rendelkezik, mint a keskenyebb és sekélyebb tavak, mivel kevésbé érintkezik az organikus anyagokkal, és nagyobb mértékben oxigént kap a szabad levegőből (VANDERPLOEG et al., 2015).

A víz hőmérséklete a környezeti tényezőktől függően változhat, de általában kevésbé ingadozik, mint a folyók esetében, ami kedvező feltételeket teremt az élőlények számára. Nagymértékben függ a napsütéses időszakoktól, a szezonális változásoktól és a mélységtől (BÍRÓ et al., 2004). Például egy sekély tó hőmérséklete gyorsan változhat a napsugárzás és a légáramlás hatására, míg egy mély tó hőmérséklete általában stabilabb marad. A Michigan-tó központi részén a nyári hőmérséklet általában 20-25°C között mozog, míg a sekélyebb part menti területeken a víz melegedhet a napsütéstől és a sekély mélységtől (VANDERPLOEG et al., 2015).

A tavak oxigéntartalma változó lehet attól függően, hogy mennyi oxigént termelnek a fotoszintézis során a növények és mennyi oxigént fogyasztanak el az élőlények. A tó oxigénszintjét befolyásolja a víz hőmérséklete, a vízmozgás és az alga növekedése (KÓBOR, 2015). Például egy oxigénnel jól ellátott tóban a vízszint alatt is található oxigén, míg egy rosszul ellátott tóban, a mélyebb rétegekben oxigénhiány alakulhat ki, ami befolyásolhatja az ott élő organizmusok életét (KÓBOR, 2015).

Egy tó különböző élőhelyeket kínál sokféle organizmus számára. A part menti rétegen gyakran megtalálhatók a mocsári növények, mint például a nád és a tőzegmohák, amelyek otthont adnak a különböző vízi és part menti fajoknak, mint például a kacsák és a kétéltűek (KÓBOR, 2015). A sekélyebb vizekben gyakran található az algák, amelyek

táplálékként szolgálnak a kisebb halaknak és más vízi élőlényeknek, míg a mélyebb részekben találhatóak a nagyobb halak és a ragadozók (KÓBOR, 2015). A tavakban élő organizmusok sokfélesége jelentős lehet. A Michigan-tóban például több mint 100 hal faj él, köztük a sügér, a pisztráng és a csuka (VANDERPLOEG et al., 2015). A svájci Geneva-tóban mintegy 40 halfaj található, míg a Floridai Okeechobee-tóban mintegy 30 halfaj él (JACQUET et al., 2014).

1.1.3. Az egyéb felszíni vizek általános ökológiai jellemzői

Az egyéb felszíni vizek, mint például a mocsarak, lápok és más víztestek, számos jellegzetes ökológiai jellemzővel rendelkeznek, amelyek kulcsszerepet játszanak az édesvízi ökoszisztémákban (CLEMENT et al., 2015). Ezek a víztestek változatosak és sokszínűek, és számos fontos funkciót látnak el az élővilág és az emberi társadalom számára. A mocsarak és lápok például jelentős biodiverzitással rendelkeznek, és különböző növény- és állatfajoknak adnak otthont, amelyek alkalmazkodtak az adott környezeti feltételekhez (CLEMENT et al., 2015).

Az ilyen típusú vizek gyakran fontos ivóvízforrások, és alapvetően hozzájárulnak a vízhálózatokhoz. Emellett ezek az élőhelyek fontos szerepet játszanak a vízrendszer ökológiai egyensúlyában, és számos fontos folyamatot irányítanak, mint például a szerves anyagok lebontását és az oxigéntermelést (CLEMENT et al., 2015). A **mocsarak** például jelentős mennyiségű szén megkötésében vesznek részt, és fontos szerepet játszanak a széndioxid ciklusában (NÉMETBERTA– MÉSZÁROS, 2008).

A pH-értékük általában változó, ám gyakran savasabb lehet, mivel a bomló szerves anyagok savasítják a vizet. Átlagosan a mocsarak pH-értéke 4-5 között mozog, de ez függ a helyi feltételektől és a mocsár típusától (NÉMETBERTA– MÉSZÁROS, 2008). A Dismal-folyó Mocsara (Great Dismal Swamp), az Egyesült Államok délkeleti részén található mocsár, amelynek pH-értéke általában alacsony (kb. 4-5) a bomló szerves anyagok miatt (DAY et al., 1988).

Hőmérsékletük változatos lehet, de általában magasabb, mint a környező területeké. Nyáron a hőmérséklet elérheti a 30°C, míg télen lehülhet, de még mindig magasabb marad, mint a környékén lévő területeken (NÉMETBERTA– MÉSZÁROS, 2008). Az Okefenokee-mocsár, egy hatalmas mocsár Georgia és Florida határán, amelynek hőmérséklete nyáron akár 30°C is lehet (MURRAY– HODSON, 1985).

Az oxigénszint elég alacsony a szerves anyagok bomlása miatt, különösen a mélyebb rétegekben. E jelenség miatt a mocsarakban gyakran található anaerob környezet.

Hollandiában, az Oostvaardersplassen mocsár rendkívül gazdag az oxigénben, átlagosan körülbelül 9-10 mg/l oxigéntartalommal a vízben (VULINK–VAN EERDEN, 1998).

A mocsarak változatos élőhelyeket biztosítanak a különböző organizmusok számára. A mocsári növények, mint például a mocsári ciprusok és a mocsári sások, fontos szerepet játszanak az élőlények életében, mivel biztosítják az élelemforrást és az élőhelyet. A mocsarak rendkívül gazdag élővilágot tartalmaznak, beleértve a különböző növény- és állatfajokat (NÉMETBERTA– MÉSZÁROS, 2008). Sokféle növény-, madár-, kételtű-, hüllő- és rovar faj található ezeken az élőhelyeken. Például az Okefenokee-mocsárban több mint 600 növényfajt tartanak nyilván itt, beleértve a mocsári liliomot, a ciprusfákat és a mocsári tőzegmohát (MURRAY– HODSON, 1985).

A mocsarakhoz hasonló víztestek a **lápok**. A nedves területek, melyek fontos ökoszisztémákat alkotnak, gazdag növény- és állatfajokkal (KEREKES, 2010). Ezek az élőhelyek is kulcsfontosságúak a víz megőrzése és tisztítása, valamint a szénmegkötés szempontjából (DÉVAI et al., 1998).

A pH-érték itt is, ahogy a mocsaraknál, általában változó, és függ a helyi feltételektől és a láp típusától. Gyakran savas környezetűek lehetnek a bomló szerves anyagok miatt, de lehetnek enyhén lúgosak is (KEREKES, 2010). Jó példa ide az Egyesült Államok délkeleti részén található óriási Everglades lápvidék, melynek pH-értéke változó, de általában enyhén savas (kb. pH 6-7) (CRAFT et al., 1993).

A lápok hőmérséklete változó lehet, de általában magasabb, mint a környező területeken (KEREKES, 2010). Nyáron a hőmérséklet elérheti a 30°C, míg télen lehűlhet, de még mindig magasabb marad, mint a környező területeken, ahogy a mocsaraknál. Skóciában található a Loch Leven, melynek hőmérséklete általában enyhén hűvös (kb. 10-15°C) még nyáron is (CUTTLE, 1989).

Az oxigénszint általában alacsonyabb lehet, különösen a mélyebb rétegekben, mert a szerves anyagok bomlása itt is közrejátszik. Ennek köszönhetően a lápokban is található anaerob környezet. Az Everglades lápokban a vízszintváltozások gyakran frissítik az oxigéntartalmat. Átlagosan körülbelül 6-7 mg/l oxigéntartalommal a vízben (CRAFT et al., 1993).

Változatos élőhelyeket biztosítanak a különböző organizmusok számára. Rendkívül gazdag élővilágot tartalmaznak, beleértve a különböző növény- és állatfajokat (KEREKES, 2010). Sokféle madár, kételtű, hüllő és rovar található ezekben az élőhelyekben. Botswana-ban az Okavango-delta több mint 200 emlősfajt, 400 madárfajt és több mint 70 hal- és 80 hüllőfajt tartalmaz (ELLERY et al., 2003).

A felszíni vizekhez sorolhatóak még a **mesterséges víztározók**, amelyeket emberi beavatkozással hoznak létre a víz tárolására. Ezek a tározók fontos szerepet játszanak az ivóvíz ellátásban, az öntözésben, az árvízvédelemben és az energiatermelésben. Általában nagy gátak épülnek a víztározók kialakításához, amelyek a környező területek vízhozamát szabályozzák (GODSON et al., 2023). A világon számos híres mesterséges víztározó található, például a Hoover-gát által képzett Lake Mead az Egyesült Államokban. Ezek a tározók gyakran jelentős méretűek és nagy területeket ölelnek fel, így befolyásolva a környező ökoszisztémákat és az emberi életet (GODSON et al., 2023).

1.1.4. A felszín alatti víztípusok általános jellemzői

A felszín alatti víztípusok sajátos jellemzőkkel rendelkeznek, amelyek kiemelkedő fontosságúak az édesvízi ökoszisztémákban. Ezek a vízforrások különféle hidrogeológiai rendszerekben találhatók, és különböző típusú víztesteket alkotnak (HEGEDŰS, 2018).

A felszín alatti víztípusok főként a földkéreg mélyebb rétegeiben találhatók, ahol a víz a talajpórusokban vagy karsztosodott kőzetek repedéseiben gyűlik össze (HEGEDŰS, 2018). A felszín alatti vizek előfordulási helye nagyban függ a talaj- és kőzettani viszonyoktól, valamint azok vízátvető képességétől. Például porózus homokkőben vagy réteges homokban könnyen felhalmozódhatnak a víztartalékok (HEGEDŰS, 2018).

A felszín alatti vizek forrásai lehetnek természetes vagy mesterséges eredetűek. A természetes források közé tartoznak például a karsztforrások, melyek általában karsztos területeken találhatók (HEGEDŰS, 2018). Itt a felszín alatti víz a barlangokban, a repedéseken keresztül tör fel a felszínre. Az artézi kutak olyan források, melyeknél a víz saját nyomása miatt tör a felszínre. Mesterséges források közé tartoznak a kutak és aknák, melyeket emberi tevékenység révén alakítanak ki a felszín alatti víz kitermelése céljából (HEGEDŰS, 2018).

Összetételük változó lehet, attól függően, hogy milyen kémiai anyagokat tartalmaznak és milyen környezeti tényezők hatnak rájuk (NÉMEDI, 2005). Ezek a vizek gyakran gazdagok ásványi anyagokban, amelyeket a kőzetrétegekből oldanak ki. Emellett a víz kémhatása is változhat, ami befolyásolhatja annak használhatóságát (NÉMEDI, 2005).

Áramlásuk változó lehet. Míg egyes felszín alatti vizek relatíve statikusak lehetnek, mások áramlóak és mozgékonyak. Az áramlás sebességét és irányát befolyásolhatják a hidrogeológiai viszonyok, például a talaj- és kőzettani adottságok, a víztározók mérete és alakja, valamint a környező vízfolyások (HEGEDŰS, 2018).

A felszín alatti vizeket széles körben használják ivóvízként, mezőgazdasági öntözésre vagy ipari folyamatokban (NÉMEDI, 2005). A vízkészletek fenntartható használata kiemelt fontosságú a vízgazdálkodásban, figyelembe véve azok véges mennyiségét és környezeti jelentőségét (MOJORÓCZKI et al., 2009). Megkülönböztetünk fontos felszín alatti víztípusokat:

Karsztvizek: A karsztvizek különlegessége, hogy karsztosodott kőzetek résein vagy barlangokban található, és jellemzően gazdagok ásványi anyagokban (STEVANOVIĆ, 2019). Ezek a vizek a karsztosodás során keletkező üregekben gyűlnek össze, és gyakran tartalmaznak oldott szén-dioxidot, ami azok savasságát növeli. Karsztvízforrások gyakran alkotnak fontos ivóvízkészleteket, melyeket emberi fogyasztásra, mezőgazdasági öntözésre és ipari folyamatokban is felhasználnak (STEVANOVIĆ, 2019).

Artézi vizek: Az artézi vizek olyan víztárolókban található, ahol a víznyomás a felszíni vízszint fölött van, ami lehetővé teszi, hogy a víz spontán a felszínre törjön (ITALIANO et al., 2014). Általában olyan réteges kőzettestekben található, amelyek között feszültség alakult ki, ami nyomás alá helyezi a vizet. Az artézi kutakból származó víz fontos ivóvízkészlet, és gyakran használják mezőgazdasági öntözésre, illetve ipari célokra is (ITALIANO et al., 2014).

1.2. A vizes élőhelyek éghajlat általi szabályozása

Az éghajlat szabályozásában és a vizes élőhelyek fontosságában olyan mély és összetett kapcsolatok rejlenek, amelyek kiemelkedő jelentőséggel bírnak a Föld ökológiai egyensúlyának fenntartásában (DÉVAI et al., 1998). Ezek a vizes élőhelyek, mint a tavak, folyók és mocsarak, nem csupán látványos vízfelületek, hanem valóságos ökoszisztémák, amelyek jelentősen befolyásolják az egész bolygó klímáját (DÉVAI et al., 1998).

Az egyik legfontosabb szerepe a vizes élőhelyeknek az éghajlat szabályozásában a hőmérséklet szabályozása. Ez a természeti jelenség segít kiegyensúlyozni a hőmérsékleti ingadozásokat és létrehozni a környezeti mikroklímát, amely létfontosságú a helyi ökoszisztémák számára (TILKI, 2016). A víz kiváló hőelnyelő és hő leadó tulajdonságokkal rendelkezik, így a vizes élőhelyek hűtő hatást gyakorolnak a környezetükre. Például a tavak és folyók nyáron hűvösebb levegőt biztosítanak a környező területek számára, miközben télen enyhítik a hideget (STENGER-KOVÁCS, 2013). Az Everglades lápvidék nemcsak gazdag élővilágot biztosít, hanem fontos szerepet játszik az éghajlat szabályozásában is. A lápok,

mocsarak megakadályozzák az árvizeket, lassítják a víz lefolyását, és hűtő hatást gyakorolnak a környezetre (CRAFT et al., 1993).

A vízpárolgás, mely a vizes élőhelyek sajátos jelensége, kulcsfontosságú szerepet játszik az éghajlat szabályozásában. A párolgás során kibocsátott vízpára nem csupán hűti a helyi levegőt, hanem felhők képződését is elősegíti, ami eső formájában visszajuttatja a vizet a földre (CZÚCZ, 2010). Például a mocsarak nagy mennyiségű vizet tárolnak, és lassan engedik el, így hozzájárulnak a talaj és a levegő nedvességtartalmának fenntartásához. Az Amazonas-medence esőerdői és folyói óriási mennyiségű vizet tartalmaznak, amelyek jelentős hőelnyelő és párolgási hatást fejtenek ki. Ez az ökoszisztéma hozzájárul a globális klíma szabályozásához és a páratartalom fenntartásához (CZÚCZ, 2010).

A szélrózió olyan folyamat, amely során a szél hordalékként szállítja és erodálja a talajt, amelynek következtében csökken a termőföld minősége és környezeti károk jelentkeznek. De a vizes élőhelyek segítenek megakadályozni ezt a folyamatot. A tavak és folyók parti növényzetének és a mocsaraknak a széllel szembeni védelmező hatása megakadályozza a talaj erózióját és megőrzi a környezeti struktúrákat (STENGER-KOVÁCS, 2013).

A vizes élőhelyek jelentős szerepet játszanak a szén-dioxid ciklusának szabályozásában és az üvegházhatású gázok koncentrációjának befolyásolásában (CZÚCZ, 2010). Ezek az élőhelyek gazdag növényzetük révén szén-dioxidot vesznek fel a légkörből, a fotoszintézis során, és oxigént bocsátanak ki. Ezáltal a vizes élőhelyek hatékonyan csökkentik a légköri szén-dioxid koncentrációját, hozzájárulva az üvegházhatású gázok mennyiségének szabályozásához és a klímaváltozás enyhítéséhez (CZÚCZ, 2010).

1.3. A vizes élőhelyek veszélyeztető tényezői

A vizes élőhelyek kritikus fontosságúak a Föld ökoszisztémájának fenntartásában, azonban ezek az élőhelyek egyre nagyobb fenyegetettségnek vannak kitéve, ami jelentős problémákat okoz az emberiség és a környezet számára (STENGER-KOVÁCS, 2013). Az ipari fejlődés és a városi terjeszkedés miatt sok vizes élőhelyet leromboltak vagy átalakítottak. Az illegális halászat és az óceánok túlhalászása súlyosan károsítja a vizes élőhelyeket és az ott élő állatokat (ALONSO et al., 2019).

A vízszennyezés, származzon az ipari kibocsátásokból vagy a háztartási hulladékokból, jelentős hatással van a vizes élőhelyek ökoszisztémájára (ALONSO et al., 2019). Az éghajlatváltozás miatt pedig a vizes élőhelyeket egyre gyakrabban sújthatják

szélsőséges időjárási események, mint például árvizek vagy aszályok (STENGER-KOVÁCS, 2013). Az Aral-tó egykor a világ negyedik legnagyobb tavaként volt ismert, azonban a folyók vízvételének és az öntözésnek köszönhetően jelentősen kiszáradt és megsemmisült (TOMAN et al., 2015).

Az emberi tevékenységek, a víztározók építése vagy a folyók átvezetése, drasztikusan megváltoztathatják a vizes élőhelyek természetes állapotát, az invazív fajok betelepítése pedig jelentős veszélyt jelent a helyi ökoszisztémákra nézve (CZÚCZ, 2010). Az élőhelyek fragmentációja és az ökológiai korridók hiánya tovább súlyosbítja a vizes élőhelyek fenyegetettségét. A vizes élőhelyek pusztulása hozzájárul az értékes ökoszisztémák és a különféle élőlények kihalásához, a vízpartok és mocsarak eltűnése pedig növeli az árvizek és a szárazság kockázatát (CZÚCZ, 2010).

Az urbanizáció és az infrastrukturális fejlesztések komoly fenyegetést jelentenek a vizes élőhelyekre. Például a tározók és gátak építése folyók mentén vagy tavak környékén jelentős hatással van az ottani ökoszisztémákra (STENGER-KOVÁCS, 2013). Az ilyen építkezések gyakran megváltoztatják a vízfolyás természetes rendszerét, ami kihat az élővilágra és a vízminőségre. Emellett a városi terjeszkedés gyakran vezet a vizes élőhelyek csökkenéséhez vagy teljes eltűnéséhez, ahogy a városok egyre több területet vesznek igénybe (STENGER-KOVÁCS, 2013).

1.3.1. A vizes élőhelyek szennyezettsége

A vizes élőhelyek szennyezettsége egy súlyos probléma, amely globális szinten érinti a környezetet és az emberi egészséget egyaránt. Az ipari tevékenységek, mezőgazdasági műveletek és a városi lakosság mind hozzájárulnak ehhez a jelenséghez. A víz szennyeződése különböző forrásokból származhat, például vegyi anyagokból, műanyag hulladékokból vagy szerves anyagokból (PARRAG, 2019). Ezek a szennyezőanyagok megváltoztatják a vizek fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait. A szennyezett vizek veszélyeztetik a vízi élőlények életét, károsíthatják a növényzetet és csökkenthetik a víz minőségét (PARRAG, 2019). Az ivóvíz források szennyezettsége komoly közegészségügyi kockázatokat jelent az emberi fogyasztás szempontjából (NÉMEDI, 2005).

A vizes élőhelyek szennyezettsége hatással van a táplálékláncre is, hiszen a szennyezett vízben élő organizmusok bekerülhetnek az emberi táplálékba. Az ipari szennyezőanyagok, például nehézfémek és vegyi anyagok, hosszú távú káros hatással lehetnek az ökoszisztémákra (PARRAG, 2019).

A vízi műanyag hulladék nagy része az óceánokban és a tengerekben gyűlik össze. Idegen anyagként avatkoznak bele a természet körforgásába (PARRAG, 2019). Általában az apró műanyag darabkák az állatok emésztőrendszerébe is bekerülnek, ahol gyulladást okoznak, ami az állat pusztulásához is vezethet (PARRAG, 2019). A műanyag részecskék, a gyulladás mellett rákkeltő, vagy egyéb toxikus hatást is produkálhatnak. Viszont itt a probléma forrása nem a részecske, hanem az adalékanyag (PARRAG, 2019). A fertőzött állat, például egy hal, részt vesz a táplálékláncban, amin keresztül akár az emberekig is eljut. A szennyezett hal, így a tányérunkon végzi és ezáltal a műanyag részecske bekerül a szervezetünkbe (PARRAG, 2019). Évente 4,8-12,7 millió tonna műanyag kerül az óceánokba, becsülte meg az Egyesült Nemzetek Környezetvédelmi Közgyűlése 2017-ben. Az óceán műanyagszennyezésének egyik főbb forrásai a tengerparti városok, partok melletti hulladék lerakók és egyéb part menti emberi tevékenységek (ALONZO et al., 2021).

Az eddig mért óceáni műanyag törmelék koncentrációknak a legmagasabb aránya az Atlanti-óceán északi részének és a Csendes-óceán északi részének központi területein található (ALONZO et al., 2021).

Az óceánok szennyezettségének alkotása a nagy csendes-óceáni szemétfolt. Ez egy szemét felhalmozódás a Csendes-óceán északi részén, mely Észak-Amerika nyugati partjától Japánig terjed. Maga a folt, két részből áll, a japán közelében lévő nyugati szemétfoltból és a Hawaii valamint Kalifornia államok közé eső keleti szemétfoltból (LUSHER et al., 2014). A két szemétfoltot néhány 100 km-re Hawaiitól található észak-csendes-óceáni szubtrópusi konvergencia zóna köti össze. A zóna legjobban egy autópályához hasonlít, hisz áthelyezi a hulladékot egyik foltról a másikra. A szemétfolt eltüntetése nem valószínű, hogy megvalósul, mivel túl messze van az országok partvonalaitól. Így senki sem akar érte felelősséget vállalni (LUSHER et al., 2014).

Sajnos nem csak a normálméretű műanyagok okoznak problémát. A műanyag nem bomlik le, de a természeti hatások következtében degradálódik egyre kisebb darabokra, így egyre veszélyesebbé válik a környezetre (PARRAG, 2019). Például a vízben élő organizmusok le is nyelhetik őket és így elpusztulhatnak tőlük. Kutatók kísérlet alá vetették a nagy vízibolha (*Daphnia magna*) egy darab petés nőstény egyedét. Meg akarták tudni, hogy a mikro-műanyag hány generáción át marad a szervezetben (PARRAG, 2019). A vízibolhát 50 µl alga + 50 µl haltáppal etették, amihez hozzá adtak 1,0% v/w, 3,25 µm spherofluoreszcens szemcsét (#FP-3052-2, Biozol). A mikro-műanyagok fennmaradtak a bélcsatornájában (PARRAG, 2019). Ezt követően a kutatók vizsgálni kezdték a

nemzedékeket, melynek eredményeként kiderült, hogy a mikro-műanyag nem bomlott le még a harmadik nemzedékre sem (PARRAG, 2019).

1.3.2. Az éghajlatváltozás hatása a vizes élőhelyekre

Az éghajlatváltozás következményei jelentős kihívások elé állítják a vizes ökoszisztémákat, melyek, esszenciálisak az élővilág számára és fontos szerepet játszanak az emberi élet fenntartásában is (IPCC, 2023).

Csapadékmintázatok és vízfolyások változása: Az éghajlatváltozás következményeképpen kialakuló csapadékmintázatok változása befolyásolja a vízfolyásokat és a víztározókat (STENGER-KOVÁCS, 2013). Például az Amazonas-medencében az éves csapadékmennyiség csökkenése már most is érezhető, ami az egyik legnagyobb édesvízkészletű területen okoz jelentős kihívásokat a vízgazdálkodásban (VILLAMIZAR et al., 2022).

Hőmérséklet emelkedése és hőhullámok: Az éghajlatváltozás miatt az átlaghőmérséklet emelkedése hatással van az édesvizek hőmérsékletére is. A melegedő vizek hőhullámokat és az oxigéntartalom csökkenését okozhatják, ami kedvezőtlenül befolyásolja az édesvízi élőlényeket (STENGER-KOVÁCS, 2013).

Hosszabb aszályok és vízhiány: Az éghajlatváltozásnak köszönhetően egyes régiókban hosszabb és súlyosabb aszályos időszakok alakulhatnak ki. Az emelkedő hőmérséklet és a csapadék eloszlásának megváltozása következtében egyes területeken csökkenhet a rendelkezésre álló vízmennyiség. Az aszályok komoly kihívást jelenthetnek az ivóvízkészletek fenntartásában és az ökoszisztémák megfelelő működésében (STENGER-KOVÁCS, 2013).

Gleccserek olvadása és árvizek: Az éghajlatváltozás hatására a gleccserek gyorsabban olvadnak, ami hosszú távon az édesvízfolyások mennyiségének növekedését eredményezheti egyes területeken. Az olvadó gleccserek által kibocsátott víz hozzájárulhat az árvizek kialakulásához és súlyosbításához. Az egyensúly megbomlása a vízforrások mennyiségének szempontjából jelentős kihívásokat jelent a helyi közösségek és az infrastruktúra számára (STENGER-KOVÁCS, 2013).

Talajvízszint csökkenése és felszín alatti vízkészletek kimerülése: Az éghajlatváltozás miatt az esőzések mintázata és mennyisége megváltozik, ami csökkentheti a felszín alatti vízkészleteket. A csökkenő talajvízszint és a felszín alatti vízkészletek

kimerülése negatív hatással lehet a mezőgazdaságra és az ivóvízellátásra (STENGER-KOVÁCS, 2013).

1.3.3. Az ipar és a mezőgazdaság hatása a vizes élőhelyekre

A vizes ökoszisztémák pusztulása számos tényező összjátékának eredménye, amelyek között az emberi tevékenység kiemelkedő szerepet játszik. Az egyik fő tényező, ami hozzájárul a vizes élőhelyek pusztulásához, a vízterhelés. Az ipari kibocsátások és mezőgazdasági eredetű tápanyagok túlzott mennyisége bejut a vizekbe, megváltoztatva azok ökológiai egyensúlyát. Ez a folyamat a vízminőség romlását és a halállomány csökkenését okozza (TILKI, 2016).

A vízszennyezés további problémát jelent. Az olajszivárgások, vegyi anyagok és műtrágyák kibocsátása súlyos károkat okoz a vizek élővilágában, beleértve a halakat, madarakat és növényeket is. Az emberek tevékenységei révén a víztestek eutrofizálódnak (FRUMIN–GILDEEVA 2014). Ami azt takarja, hogy megnövekednek tápanyagokban, leggyakrabban nitrogén és foszfor felhalmozódása következtében. Ennek háttérben legtöbbször az olyan emberi tevékenységek állnak, mint például a mezőgazdasági műtrágyák használata vagy a városi lefolyók (FRUMIN–GILDEEVA 2014). Az extra tápanyagok stimulálják a növényi és algás növekedést a tavakban, ezáltal elnyomva más élőlényeket és felborítva az ökoszisztéma egyensúlyát. A lebomló elhalt növényi anyagok során a baktériumok oxigént fogyasztanak, ami oxigénhiányos környezetet teremthet az élőlények számára, ismert nevén hipoxia (FRUMIN–GILDEEVA 2014). Az eutrofizáció súlyos környezeti problémát jelent, mely hatással van az ivóvíz minőségére, a halállományra, valamint az ökoszisztémák stabilitására (FRUMIN–GILDEEVA 2014).

Az élőhelyek megváltoztatása, például mesterséges tavak és csatornák építése, valamint part menti területek fejlesztése, szintén jelentős veszélyeket rejtjenek magukban. Ezek az emberi beavatkozások megváltoztatják az élőhelyek természetes jellegét, és gyakran elpusztítják a helyi ökoszisztémákat (TILKI, 2016).

Az éghajlatváltozás hatása szintén szembetűnővé vált, amely extrém időjárási eseményeket, tengerszint emelkedést és az élőhelyek eltolódását eredményezheti. Ez az összes többi tényezőt tovább súlyosbítja, növelve a vizes élőhelyek pusztulásának ütemét (STENGER-KOVÁCS, 2013).

A túlhalászás is jelentős problémát jelent, különösen azoknál a vizeknél, ahol nincs megfelelő szabályozás. A halállomány kimerülése nemcsak a halakat, hanem az egész

ökoszisztémát érinti, mivel a ragadozók és más élőlények táplálékforrásait is kimerítheti (SCHURMAN, 1996).

Az intenzív mezőgazdasági tevékenységek nagy területeket foglalnak el, és ezek a területek gyakran vizes élőhelyek rovására terjeszkednek ki. A vízparti földművelés, például a mocsarak vagy tavak kiszáradását és lecsökkenését eredményezheti, miközben a vízfelhasználás csökkenti a vizes élőhelyek vízkészletét, veszélyeztetve az ott élő fajokat (TILKI, 2016).

1.4. A környezeti nevelés és a fenntarthatóság

A környezeti nevelés és a fenntarthatóság összefonódása mély és meghatározó hatással van a jövőnkre. A környezeti nevelés célja, hogy tudatosítsa az emberekben a környezetvédelem fontosságát és a fenntartható életmód elérésének lehetőségeit. Az oktatási rendszerekbe integrált programok és kezdeményezések révén a környezeti nevelés hozzájárul a társadalmi tudatosság növeléséhez (ZSÓKA et al., 2011). A fenntarthatóság fogalma arra ösztönzi az embereket, hogy a jelenben úgy éljenek, hogy ne veszélyeztessék a jövő generációk lehetőségeit. Az élet minden területén alkalmazható, legyen az gazdasági, társadalmi vagy környezeti vonatkozás (ZSÓKA et al., 2011).

A fenntarthatóság elérése érdekében az embereknek meg kell tanulniuk környezettudatos döntéseket hozni mindennapi életük során. A környezeti nevelés nemcsak ismereteket közvetít, hanem arra is ösztönöz, hogy cselekvésre sarkalljon. A gyerekek és fiatalok bevonása kritikus fontosságú, mivel ők maguk a jövő (GŐSI, 2015).

A fenntarthatóságra való átállás nemcsak egyéni felelősség, hanem kollektív erőfeszítés is. Az intézményeknek és vállalatoknak is szerepet kell vállalniuk a fenntarthatósági célok elérésében. A környezeti nevelésnek fel kell készítenie az embereket az új kihívásokra és technológiákra (VÁSÁRHELYI, 2023). Az innováció és a technológia fejlődése kulcsszerepet játszik a fenntartható megoldások kialakításában. A társadalmi változások elérése érdekében az embereknek át kell értékelniük fogyasztói szokásaikat és életmódjukat. A környezeti nevelés és a fenntarthatóság közös célja a tudatosság és az elkötelezettség növelése a bolygó jövőjének védelme érdekében (VÁSÁRHELYI, 2023).

A fenntarthatósági törekvések nemzetközi szinten is összefonódnak, mivel a környezeti problémák, globálisak és határokon átnyúlnak. A környezeti nevelésnek támogatnia kell a kulturális sokféleséget és az együttműködést a fenntartható jövő érdekében (GŐSI, 2015). A tudatformálás és tudatosság növelése mellett az intézményeknek és

szervezeteknek szabályozókkal is támogatniuk kell a fenntarthatóságot. A fenntarthatóság elérése érdekében a társadalmi és gazdasági rendszereket is át kell alakítani. A környezeti nevelés segítségével az emberek jobban megérthetik a természeti folyamatokat és az emberi tevékenység hatását (GŐSI, 2015).

A fenntarthatósági elvek és gyakorlatok integrálása mindennapi életünkbe hosszú távon segít megőrizni a bolygó erőforrásait és biztosítani a jövő generációk számára a fenntartható életfeltételeket (ZSÓKA et al., 2011).

1.4.1. A környezeti nevelés szerepe a vizes élőhelyek megőrzésében

A környezeti nevelés az egyik legfontosabb eszköz a vizes élőhelyek megőrzésében és fenntartásában. A környezeti nevelési programok és kezdeményezések lehetővé teszik az emberek számára, hogy megértsék az élőhelyek fontosságát, felismerjék azok veszélyeztetettségét, és megtanulják, hogyan lehet tenni azok védelméért (GŐSI, 2015).

A környezeti nevelés az egyének és közösségek tudatosságát növeli az élőhelyekkel kapcsolatos környezeti kihívások és veszélyek tekintetében (ZSÓKA et al., 2011). Ezáltal ösztönzi az aktív részvételt és a közösségi együttműködést az élőhelyek védelmében és helyreállításában. Az oktatási intézményeknek kiemelkedő szerepük van abban, hogy környezeti nevelési programokat kínáljanak a diákoknak, hogy azok megértsék az élőhelyek fontosságát és felelősséget érezzenek azok megőrzése iránt (ZSÓKA et al., 2011).

A környezeti nevelés segíthet az embereknek abban is, hogy megfelelő módszereket és technológiákat tanuljanak meg az élőhelyek megóvására és helyreállítására. Emellett felhívja a figyelmet az emberi tevékenység hosszú távú következményeire és azokra a fenyegető veszélyekre, amelyekkel a vizes élőhelyek szembesülnek (VÁSÁRHELYI, 2023). A környezeti nevelés célja, hogy hosszútávon fenntartható kapcsolatot alakítson ki az emberek és az élőhelyek között, valamint erősítse a demokratikus értékeket a döntéshozatalban és tervezésben (VÁSÁRHELYI, 2023).

II. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

2.1. A vizes élőhelyek bemutatása a környezeti nevelésben

A vizes élőhelyek bemutatásának számos módja lehetséges a környezeti nevelésben. Az alábbiakban kiválasztásra került néhány olyan módszer, amelyek alkalmazhatók tanórán, tanórán kívüli foglalkozáson, szakkörökön, esetleg táborozás alkalmával.

A kiválasztott módszerek az alábbiak:

- digitális eszközök használata
- projektalapú tanulás
- laboratóriumi vizsgálatok
- terepi munka

2.1.1. Digitális eszközök használata

A digitális technológiák folyamatos fejlődése lehetővé teszi, hogy interaktív és lenyűgöző módon mutassuk be a vizes élőhelyek változatos jellegét és fontosságát a környezeti nevelésben (TAHIR et al., 2016). Az interaktív térképek, virtuális túrák és videók segítségével a diákok részletesen megismerhetik ezeket a területeket anélkül, hogy fizikailag jelen lennének rajtuk. Ez különösen fontos lehet, ha a tanulók távol vannak az ilyen élőhelyektől, vagy ha a területek látogatása biztonsági vagy egyéb korlátozások miatt nem lehetséges (TAHIR et al., 2016).

A mobilalkalmazások és online platformok lehetőséget biztosítanak arra, hogy interaktív módon tanuljunk a vizes élőhelyekről, és részt vegyünk különböző tanulási tevékenységekben és játékokban (MEIRBEKOV et al., 2022). Ezek az eszközök segíthetnek abban is, hogy a tanulás élmény dús legyen, és hogy jobban megértsük az édesvízi ökoszisztémák működését és fontosságát (MEIRBEKOV et al., 2022).

A Microsoft PowerPoint szoftver, rendkívül hasznos lehet azoknak, akik érdeklődnek a környezeti nevelés és más tudományos témák iránt. Ez az eszköz lehetővé teszi, hogy interaktív és érdekes prezentációkat készítsünk (CRAIG et al., 2006).

Az animációk és multimédiás elemek, amelyeket könnyen hozzá lehet adni a PowerPoint prezentációkhoz, segítenek abban, hogy a prezentációk vizuálisan vonzóbbak és

érthetőbbek legyenek. Ez különösen fontos lehet például egy szakkör környezeti témájú összejövételén, ahol az információk megjelenítése és megértése kiemelt fontosságú (BARTCH et al., 2003).

A prezentációkba beépített interaktív elemek, például hiperhivatkozások vagy rövid videók, lehetővé teszik a résztvevők számára, hogy aktívan részt vegyenek a tanulási folyamatban (HOSSEIN–ABDUS, 2005). Ezáltal a prezentációk nemcsak információt közvetítenek, hanem lehetőséget is kínálnak a résztvevőknek a további kutatásra vagy mélyebb megértésre. A képek, idézetek vagy érdekes tények beillesztése a prezentációkba tovább növelheti azok vonzerejét és tartalmi értékét (HOSSEIN–ABDUS, 2005).

2.1.2. Projektalapú tanulás

A projekt alapú tanulás lehetőséget kínál arra, hogy az érintettek aktívan részt vegyenek a vizes élőhelyekkel kapcsolatos kutatásokban, tervezésben és megvalósításban. A projektek tervezése során fontos figyelembe venni a vizes élőhelyek fenntartható használatának és védelmének kérdéseit (KRAKKER, 2015).

Ez a fajta tanulási módszer, hatékonyan fejleszti a résztvevők problémamegoldó képességeit és kritikus gondolkodását, miközben növeli a motivációt és az érdeklődést az adott témában. Ez a megközelítés lehetővé teszi, hogy a diákok elmélyüljenek a vizes élőhelyekkel kapcsolatos kutatásokban, és valós élményeken keresztül sajátítsák el az ismereteiket és készségeiket (GÖSI, 2015).

A projekt alapú tanulás során fontos, hogy a résztvevők aktívan részt vegyenek a különböző tevékenységekben, például helyszíni látogatásokban és közösségi projekteknél. Ezek a tevékenységek lehetőséget adnak arra, hogy a diákok közvetlen tapasztalatokat szerezzenek a vizes élőhelyekkel kapcsolatban, és aktívan részt vegyenek a fenntartható használatuk és védelmük tervezésében és megvalósításában (KRAKKER, 2015).

Ezenkívül a projekt alapú tanulás lehetőséget kínál arra, hogy a diákok többféle készséget fejlesszenek, például csapatmunka, kommunikáció és problémamegoldás. Ezek az általános készségek nemcsak a vizes élőhelyekkel kapcsolatos munkában hasznosak, hanem általánosan is hasznosak a későbbi életük során (GÖSI, 2015).

2.1.3. Laboratóriumi vizsgálatok

A laboratóriumi környezet lehetővé teszi, hogy a résztvevők közvetlenül tapasztalhassák meg a vízi ökoszisztémák működését és összetettségét, miközben biztonságban vannak a környezeti tényezőkkel szemben (GÖSI, 2015).

Az ilyen típusú vizsgálatok lehetővé teszik a résztvevők számára, hogy mikroszkóp alatt tanulmányozzák a vízi mikroorganizmusokat és planktonokat, valamint megértsék azok szerepét az ökoszisztémákban (KRAKKER, 2015). Emellett a laboratóriumi kísérletek segítségével a résztvevők megismerhetik a vízi életciklusokat és az ökológiai folyamatokat, valamint megtanulhatják a víz minőségének mérését és a környezeti változások nyomon követését (KRAKKER, 2015).

A laboratóriumi környezet magában foglalja az interaktív demonstrációkat és kísérleteket is, amelyek segítenek a résztvevőknek abban, hogy személyes kapcsolatot alakítsanak ki az élővilággal és megértsék annak sokféleségét (KRAKKER, 2015). Ezáltal a résztvevőknek lehetőségük van arra, hogy saját tapasztalataik alapján vonjanak le következtetéseket, és felelősségteljes döntéseket hozzanak a környezettel kapcsolatos kérdésekben (KRAKKER, 2015).

2.1.4. Terepi munka

A terepi munka kiváló lehetőséget kínál arra, hogy közvetlen kapcsolatba kerüljünk ezekkel az értékes ökoszisztémákkal (ZSÓKA et al., 2011). Az első lépés az, hogy megértsük és tudatosítsuk a vizes élőhelyek fontosságát a környezetünkben. Ezen élőhelyek bemutatása során különböző módszereket alkalmazhatunk, hogy a résztvevők teljes körű képet kapjanak róluk (ZSÓKA et al., 2011). Fontos, hogy a módszerek interaktívak legyenek, hogy a résztvevők bevonódjanak, és aktívan részt vegyenek az élményben. Az élőhelyek bemutatásának egyik hatékony módja a területi túrák szervezése, ahol a résztvevők élőben tapasztalhatják meg az adott ökoszisztéma sokféleségét és dinamikáját. A területi túrák során lehetőség van megfigyelni a különböző növény- és állatfajokat, valamint megérteni azok összefüggéseit és kapcsolatait (GÖSI, 2015). A vizes élőhelyek bemutatása során fontos, hogy figyelembe vegyük a résztvevők életkorát, érdeklődését és tapasztalati szintjét, hogy a lehető legmegfelelőbb módszereket alkalmazzuk a hatékony tanulás érdekében (BODA et al., 2023).

A vizes élőhelyek bemutatásának legjobb módja a mintavételezés és a mintavételi vizsgálatok elvégzése különböző paraméterek alapján:

Hőmérséklet – A víz hőmérséklete kritikus tényező az élőlények élőhelyének meghatározásában, és a hő szennyezés által okozott hirtelen változások komoly hatással lehetnek az ökoszisztémákra (CHIKÁN et al., 2015). Az emelkedő hőmérséklet csökkentheti az oldott oxigén mennyiségét, amely létfontosságú a vízi szervezetek számára (CHIKÁN et al., 2015). Például 8°C alatti hőmérsékleten a nitrifikáló baktériumok aktivitása csökken, ami a vízben lévő ammóniak koncentrációjának emelkedéséhez vezethet (CHIKÁN et al., 2015). A hőmérsékleti méréseket kifinomult hőmérőkkel kell végrehajtani, amelyek 0,1–0,5 fokos pontossággal képesek rögzíteni a változásokat (CHIKÁN et al., 2015).

Hidrogénion koncentráció – pH számmal mérhető a vizek kémhatása, ami a hidrogénion koncentráció negatív logaritmusát fejezi ki (CHIKÁN et al., 2015). Általában a természetes vizek pH-értéke 4,5 és 8,3 között változik, de szikes tavakban ez az érték gyakran 9 és 10 között mozog (CHIKÁN et al., 2015). A lápvizek általában savasak, mivel sok huminsav és oldódó szén-dioxid található bennük. A savas környezetben több nehézfém-ion oldódhat ki a kőzetekből, amely további káros hatásokat eredményezhet az élővilágra (CHIKÁN et al., 2015). A pH szint figyelemmel kísérése fontos a vízi ökoszisztémák egészségének fenntartása és védelme érdekében. A pH mérésére pH mérő tesztsíkkal vagy hordozható műszerrel van lehetőség.

Oldott oxigénszint – Az oldott oxigén kulcsfontosságú a vízi ökoszisztémák számára, mivel az alapvetően befolyásolja az élőlények túlélését és fejlődését. Az oxigén elengedhetetlen az aerob anyagcsere során, amely az élő szervezetek számára energiát biztosít (CHIKÁN et al., 2015). A vízben oldott oxigén fő forrása a fotoszintézis, amely során a vízi növények és algák oxigént termelnek a szén-dioxid felhasználásával és a napfény energiájának segítségével. Az oldott oxigén szintje jelentős mértékben függ a víz hőmérsékletétől és az oxigénforrásoktól. Az alacsony oldott oxigén szintek negatívan befolyásolhatják a halak és más vízi élőlények túlélését, és hozzájárulhatnak a halpusztuláshoz és a vízi ökoszisztémák egyensúlyának felbomlásához (CHIKÁN et al., 2015). Az oldott oxigén mérésére általában elektrokémiai érzékelőt használnak (CHIKÁN et al., 2015). A megfelelő oldott oxigén szint fenntartása kulcsfontosságú a vízi ökoszisztémák egészségének és fenntarthatóságának megőrzése érdekében.

Foszfortartalom – A felszíni és talajvizekben a foszfor ortofoszfát ionok formájában oldódik (CHIKÁN et al., 2015). A foszfor az egyik alapvető tápanyag, amely szükséges a növények és más élőlények számára a növekedéshez és fejlődéshez. A foszfor a vízben

általában szerves és szervetlen formában található meg, és eredetét tekintve lehet természetes vagy emberi tevékenység következtében szennyezett (CHIKÁN et al., 2015). A magas foszfortartalommal rendelkező vizek hajlamosak a túlzott növényi növekedésre, mint például a vízi algák elszaporodása, amelyek a vízi ökoszisztémák egyensúlyának felbomlását okozhatják. A foszfortartalom mérésére általában tesztcsíkot használnak (CHIKÁN et al., 2015).

Nitrit és nitrát tartalom – A nitrit az ammónia oxidációjának mellékterméke lehet, míg a nitrát a nitrit oxidációjának eredményeképpen keletkezhet (CHIKÁN et al., 2015). Ezek a vegyületek természetes módon is jelen lehetnek a környezetben, például a talajból vagy az állati ürülékből eredve, de emberi tevékenységek, például műtrágyázás, ipari kibocsátások és szennyvízszennyezés is jelentős forrásai lehetnek (CHIKÁN et al., 2015). A nitrit és nitrát tartalom fontos indikátora lehet a vízminőségnek, mivel magas koncentrációik toxikus hatásokat gyakorolhatnak a vízi élőlényekre, például a halakra és az egyéb vízi élőlényekre. A nitrit például károsíthatja a halak légzőrendszerét, míg a nitrátok a vízi ökoszisztémában a túlzott alganövekedést és az oxigénhiányt okozhatják. A nitrit és nitrát szintek mérése általában tesztcsík használatával történik (CHIKÁN et al., 2015).

Vízkeménység – A Földre hulló víz, mint eső vagy hó, a légkörben található gázok egy részét oldja fel (CHIKÁN et al., 2015). Ez a víz, amelyben szén-dioxid van, reakcióba léphet a kőzetekben lévő kalcium- és magnézium-karbonátokkal, aminek eredményeként hidrogén-karbonátok oldódnak a vízben (CHIKÁN et al., 2015). Az így keletkező savas ülepedés csökkentheti a természetes vizek pH-értékét (CHIKÁN et al., 2015). A savas kémhatású víz képes reagálni a kalcium- és magnézium-karbonátokkal, amelynek következtében Ca^{2+} és Mg^{2+} ionok oldódnak a vízbe (CHIKÁN et al., 2015). A talajban lévő egyéb kalcium- és magnézium-vegyületek is feloldódnak a természetes vizekbe (CHIKÁN et al., 2015). A víz keménységét a bennük oldott kalcium- és magnézium-sók okozzák. Azokon a területeken, ahol a kőzetek kalcium- és magnézium-karbonátokat tartalmaznak, kemény a víz, míg a kevés kalciumot tartalmazó kőzetek esetén a víz lágyabb (CHIKÁN et al., 2015). Az ivóvíz keménysége megfelelő, ha legalább 50 mg/dm^3 kalcium-oxid értékű kalcium- és magnéziumiont tartalmaz (CHIKÁN et al., 2015). Általában a víz keménységét kalcium-oxid mg/dm^3 vagy keménységi fokban adják meg. Különböző értékű keménységi fokokat különböztetünk meg: $10 \text{ kalcium-oxid mg/dm}^3 = 1$ német keménységi fok (nk°), ami 1,78 francia keménységi foknak (fk°) és 1,25 angol keménységi foknak (e°) felel meg (CHIKÁN et al., 2015). A víz keménységét tesztcsíkkal vagy komplexometriás titrálással határozzák meg (CHIKÁN et al., 2015).

III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

3.1. A vizes élőhelyek bemutatásának foglalkozás-tervezetei

A következőkben különféle foglalkozások kerülnek bemutatásra. Céljuk, felépítésük és alkalmazott eszközeik segítségével sokszínű tanulási élményt biztosítanak a résztvevőknek. A foglalkozás szempontjai:

Cél – Meghatározza, milyen konkrét tudást vagy készségeket szeretnénk átadni a résztvevőknek. Lehet ez egy adott témakör elméleti megértése, gyakorlati készségek fejlesztése, vagy egy probléma megoldásának megtanítása. A célok világos irányt adnak a foglalkozásnak és segítenek elérni a kívánt eredményeket.

Korcsoport – A korcsoport megjelölése azt mutatja, hogy a foglalkozás mely életkorú résztvevők számára készült. Ez figyelembe veszi a gyerekek vagy fiatalok kognitív és szociális fejlettségi szintjét, így biztosítva, hogy a tartalom és a módszerek megfeleljenek az adott korosztály igényeinek.

Helyszín – A helyszín kiválasztása fontos a foglalkozás sikeres lebonyolításához. A megfelelő környezet (legyen az tanterem, műhely vagy laboratórium) biztosítja a szükséges eszközöket és a zavartalan működést, valamint biztonságos környezetet nyújt a résztvevők számára.

Felhasznált eszközök – Az eszközök felsorolása segít abban, hogy megértsük, milyen anyagokra és felszerelésekre lesz szükség a foglalkozás során. Ide tartozhatnak a különféle szerszámok, kísérleti eszközök, oktatási segédanyagok vagy bármilyen speciális berendezés, amelyek elősegítik a tanulást.

Tanulási eredmények – A tanulási eredmények azt mutatják, hogy a foglalkozás végére milyen ismeretekkel és készségekkel kell rendelkezniük a résztvevőknek. Ezek az eredmények lehetnek:

- *Fogalmak* – Azok a fontos elméleti ismeretek, amelyeket a résztvevőknek el kell sajátítaniuk.
- *Készségek* – Azok a gyakorlati tevékenységek során fejlesztett képességek, mint a kreatív gondolkodás, problémamegoldás, tervezés és kivitelezés, valamint a csapatmunka.
- *Kompetenciák* – Azok a szélesebb körű tudás és attitűdök, amelyeket a résztvevőknek ki kell fejleszteniük, például a műszaki ismeretek, környezettudatosság és a tudományos módszertan alkalmazása.

A foglalkozás menete – A foglalkozás lépéseinek részletes ismertetése tartalmazza az egyes tevékenységek időbeli ütemezését és a résztvevők tevékenységeit.

3.2. A felszíni vizek bemutatása és azok minőségének vizsgálata

3.2.1. A foglalkozás címe: A felszíni vizek eutrofizációjának bemutatása digitális eszközök (PowerPoint) segítségével

Cél: A foglalkozás célja, hogy a résztvevők megismerjék és megértsék a felszíni vizek eutrofizációjának folyamatát, valamint annak hatásait és lehetséges megelőzési módszereit, egy interaktív PowerPoint prezentáció segítségével.

Korcsoport: A foglalkozás kifejezetten 10-14 éves korosztálynak ajánlott, akik érdeklődnek a környezeti tudományok iránt.

Helyszín: PowerPoint prezentáció előadására alkalmas terem.

Felhasznált eszközök:

- Számítógép vagy laptop.
- Projektor és vetítövászon.
- PowerPoint vagy más prezentációs szoftver.

Tanulási eredmények:

- Fogalmak:
 - Eutrofizáció – olyan folyamat, amelyben a vízbe túlzott mennyiségű tápanyag kerül, például nitrogén és foszfor, ami túlzott növényi növekedést és algavirágzást eredményez. Ennek eredményeként az ökoszisztéma károsodhat, például oxigénhiány alakulhat ki a vízben, ami negatív hatással van a vízi élővilágra.
 - Algavirágzás – olyan jelenség, amikor egy adott vízterületen hirtelen és túlzottan elszaporodnak az algák, jellemzően a tápanyagok (pl. foszfor és nitrogén) túlzott jelenléte miatt.
- Készségek: Prezentáció készítése és annak előadása, vizuális kommunikáció, tudás megosztása.
- Kompetenciák: Környezettudatosság, tudományos megértés, problémamegoldás.

A foglalkozás menete:

1. Bevezetés (15 perc):

- Rövid áttekintés a felszíni vizek eutrofizációjának fogalmáról és jelentőségéről (1. ábra, 2. ábra).
- A prezentáció céljainak és felépítésének ismertetése (2. ábra).



1. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás első diája.

2. Eutrofizáció folyamata (20 perc):

- Bemutató és magyarázó a felszíni vizek eutrofizációjának folyamatáról, beleértve a tápanyagok bevitelét és az ökoszisztéma károsodását (3. ábra, 5. ábra, 6. ábra, 7. ábra, 8. ábra).
- Részletes áttekintés a felszíni vizek eutrofizációjának lehetséges hatásairól, beleértve az oxigénhiányt, a halpusztulást (4. ábra).

Bevezetés

FOGALOM ÉS JELENTŐSÉG

- A felszíni vizek **eutrofizációja**: Az alga- és növénytömeg-túlszaporodása által jellemzett jelenség, amely a vízminőség romlását és az ökoszisztéma károsodását eredményezi.

Cél és Felépítés

- Célunk: Megérteni az eutrofizáció folyamatát és hatásait, valamint megismerni a megelőzés és kezelés lehetséges módjait.

2. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás második diája.

Az eutrofizáció folyamata

De mi az oka?

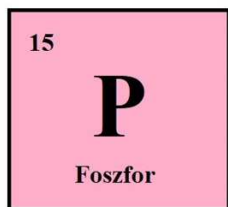
- A tápanyagok (például a foszfor és a nitrogén) nagy mennyiségben kerülnek a vízbe, ezzel elősegítve az algák és növények túlzott növekedését.



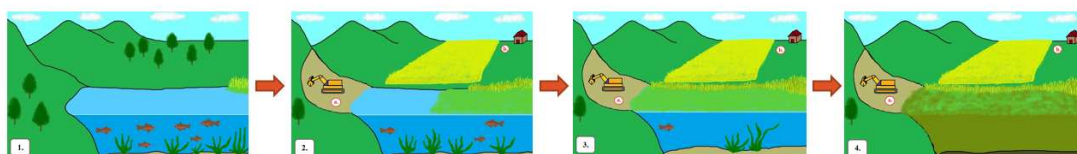
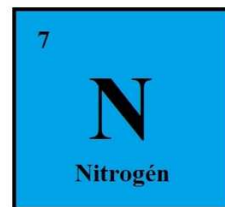
3. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás harmadik diája.

Az eutrofizáció folyamata

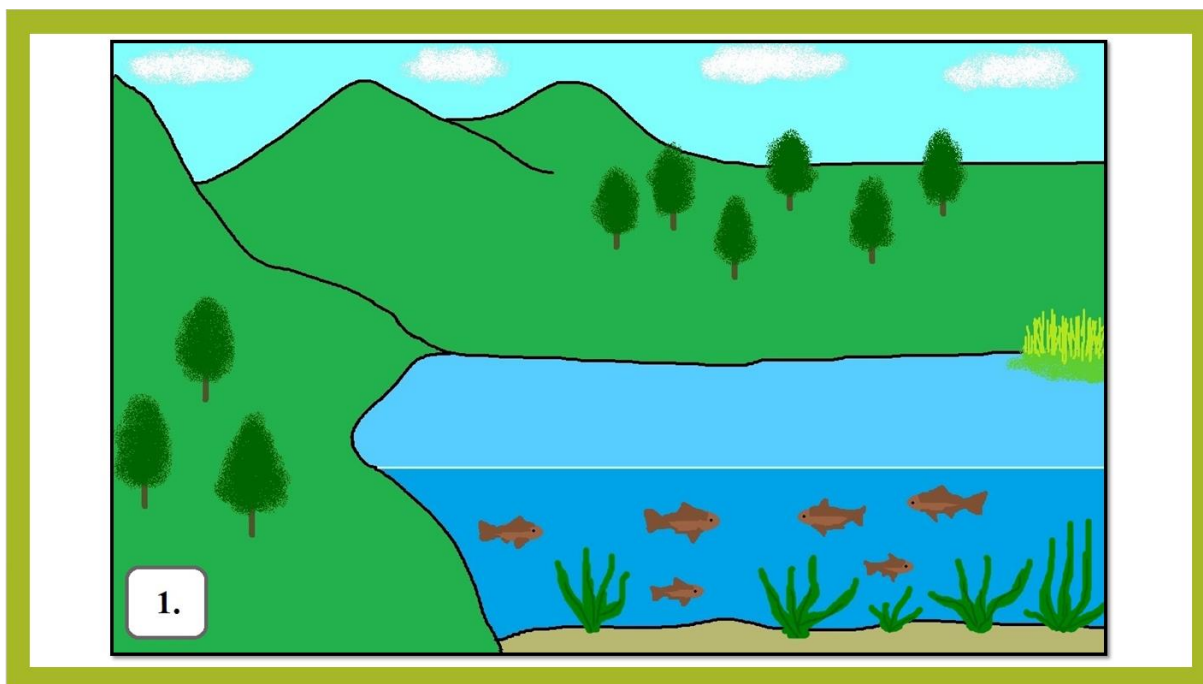
KÜLÖNBÖZŐ HATÁSOK



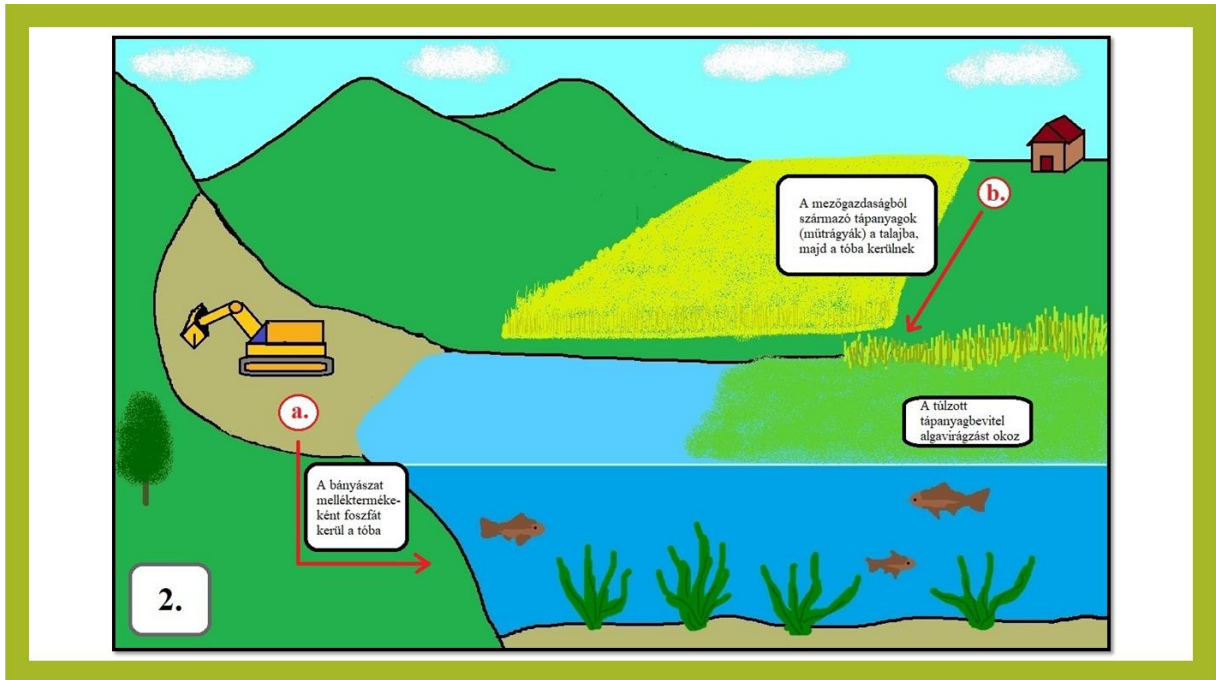
- Oxigénhiány a vízben
- Halpusztulás
- Zavart ökológiai egyensúly



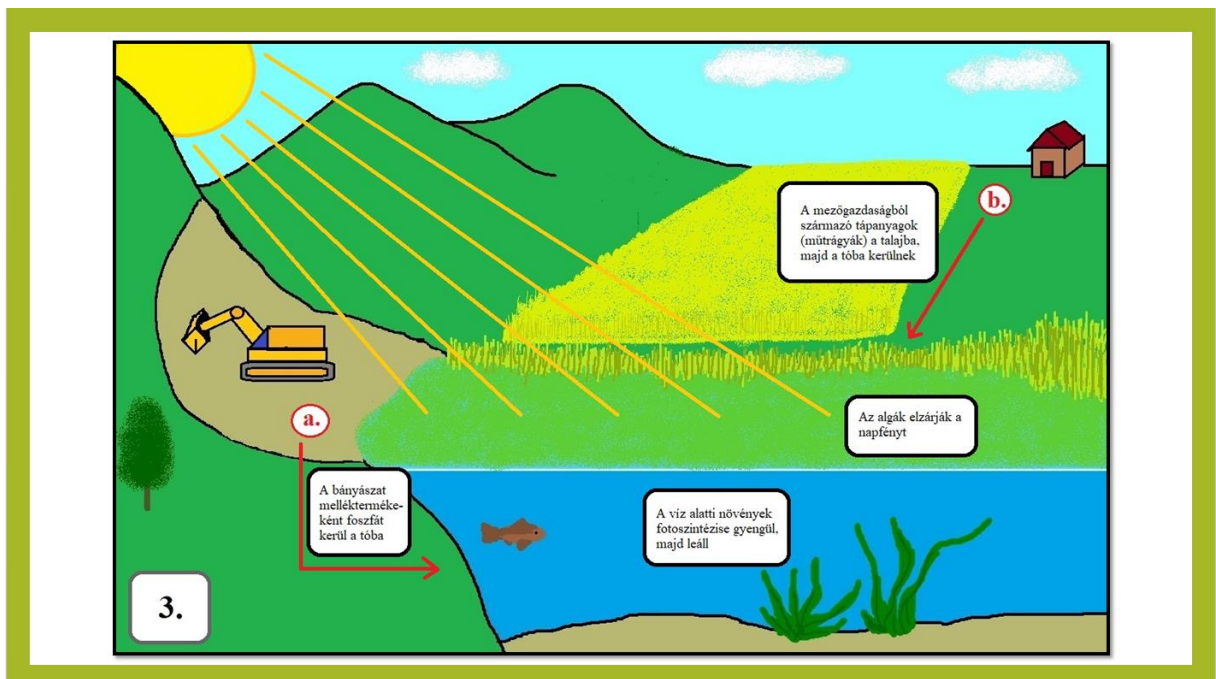
4. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás negyedik diája.



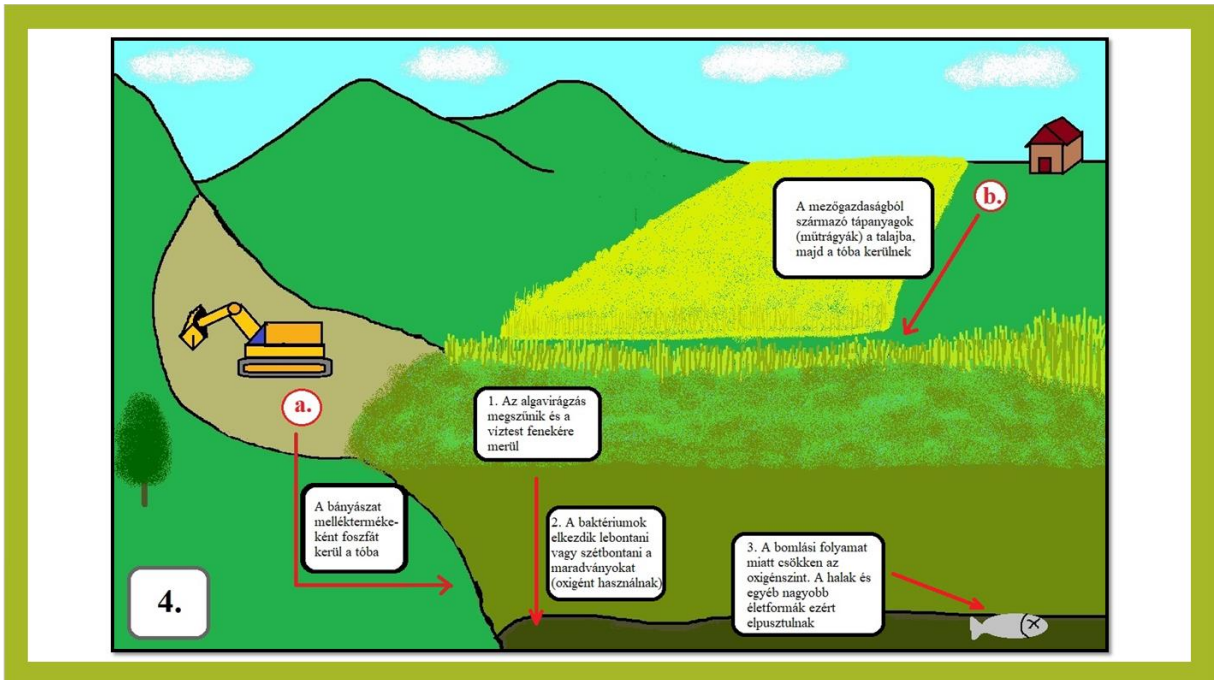
5. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás ötödik diája. – Az egészséges tó.



6. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás hatodik diája. – A bányászat melléktermékeként foszfát kerül a tóba (a); a mezőgazdaságból származó tápanyagok (műtrágyák) a talajba, majd a tóba kerülnek (b); a túlzott tápanyagbevitel algavirágzást okoz.



7. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás hetedik diája. – Az algák elzárják a napfényt; a víz alatti növények fotoszintézise gyengül, majd leáll.



8. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás nyolcadik diája. – Az algavirágzás megszűnik és a víztest fenekére merül (1); a baktériumok elkezdik lebontani vagy szétbontani a maradványokat (oxigént használnak) (2); a bomlási folyamat miatt csökken az oxigénszint, a halak és egyéb nagyobb életformák ezért elpusztulnak (3).

3. Megelőzés és kezelés (20 perc):

- Bemutató és magyarázat a felszíni vizek eutrofizációjának lehetséges megelőzési és kezelési módszereiről, például a környezetvédelmi intézkedésekről és a víztisztítási technológiákról (9. ábra, 10. ábra).

Megelőzés és Kezelés

MEGELŐZÉSI ÉS KEZELÉSI MÓDSZEREK

A felszíni vizek eutrofizációjának megelőzésére és kezelésére számos módszer létezik, beleértve:

- Környezetvédelmi intézkedések (például mezőgazdasági folyamatok megváltoztatása)
- Vízisztítási technológiák (például a vízfelületek oxigénnel való telítése)

9. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás kilencedik diája.

Megelőzés és Kezelés



Bougarne és társai komposzt készítéséhez használták fel az eutrofizáció hatására túlszaporodott zöldalgát (BOUGARNE et al., 2019)

10. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás tizedik diája. – Bougarne és társai komposzt készítéséhez használták fel az eutrofizáció hatására túlszaporodott zöldalgát (BOUGARNE et al., 2019).

4. Zárás (11. ábra) (15 perc):

- Rövid összefoglalás és kiemelés a prezentáció főbb pontjaiból.
- Nyitott diskusszió a témával kapcsolatos kérdésekről, véleményekről és további megfontolásokról.

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

KÉRDÉSEK?

11. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás tizenegyedik diája.

3.2.2. A foglalkozás címe: A víztisztítás alapelveinek megismerése projekt alapú tanulás segítségével (saját víztisztító berendezés készítése)

Cél: A foglalkozás célja, hogy a résztvevők projektmunka keretében megtervezzék és elkészítsék saját víztisztító berendezésüket, miközben megismerik az ivóvíz tisztításának alapvető elveit és technológiáit.

Korcsoport: A foglalkozás kifejezetten 12-14 éves korosztálynak ajánlott, akik érdeklődnek a környezeti tudományok iránt és képesek a közepes szintű műszaki eszközök használatára.

Helyszín: Műhely vagy laboratórium

Felhasznált eszközök:

- Különböző szűrőanyagok (vatta, homok, fa (aktivált) szén, kavics, nagyobb kövek).
- 1 db 2 l-es műanyag palack.
- Kémiai anyagok (pl. klórtabletták).
- Olló.

Tanulási eredmények:

- Fogalmak:
 - Víz tisztítás – olyan folyamat, amely során eltávolítják a vízből az esetleges szennyeződések, káros anyagokat és mikroorganizmusokat, hogy biztonságos és megfelelő minőségű ivóvíz álljon rendelkezésre. A víz tisztítás célja a víz fizikai, kémiai és biológiai paramétereinek javítása, hogy megfeleljen az egészségügyi előírásoknak és az emberi fogyasztásra szánt víz minőségi normáknak.
 - Szűrés – olyan eljárás, amely során egy szűrőanyag vagy membrán segítségével kiszűrnék vagy megtartanak különböző részecskéket, szennyeződések vagy mikroorganizmusokat a folyadékból vagy gázból. Ez a módszer hatékonyan alkalmazható a víz tisztításban, levegőszűrésben és különböző ipari folyamatokban a kívánt anyagok elválasztására vagy tisztítására.
 - Fertőtlenítés – olyan folyamat, amely során elpusztítják vagy inaktíválják a mikroorganizmusokat, például baktériumokat, vírusokat és gombákat, a környezeti felületeken, folyadékokban vagy levegőben. Ezáltal a fertőtlenítés célja a kórokozók terjedésének megelőzése és a higiéniai szint fenntartása.
- Készségek: Kreatív gondolkodás, problémamegoldás, tervezés és kivitelezés, csapatmunka.
- Kompetenciák: Műszaki ismeretek, környezettudatosság, tudományos módszertan alkalmazása.

A foglalkozás menete:

1. Projekttervezés (30 perc):

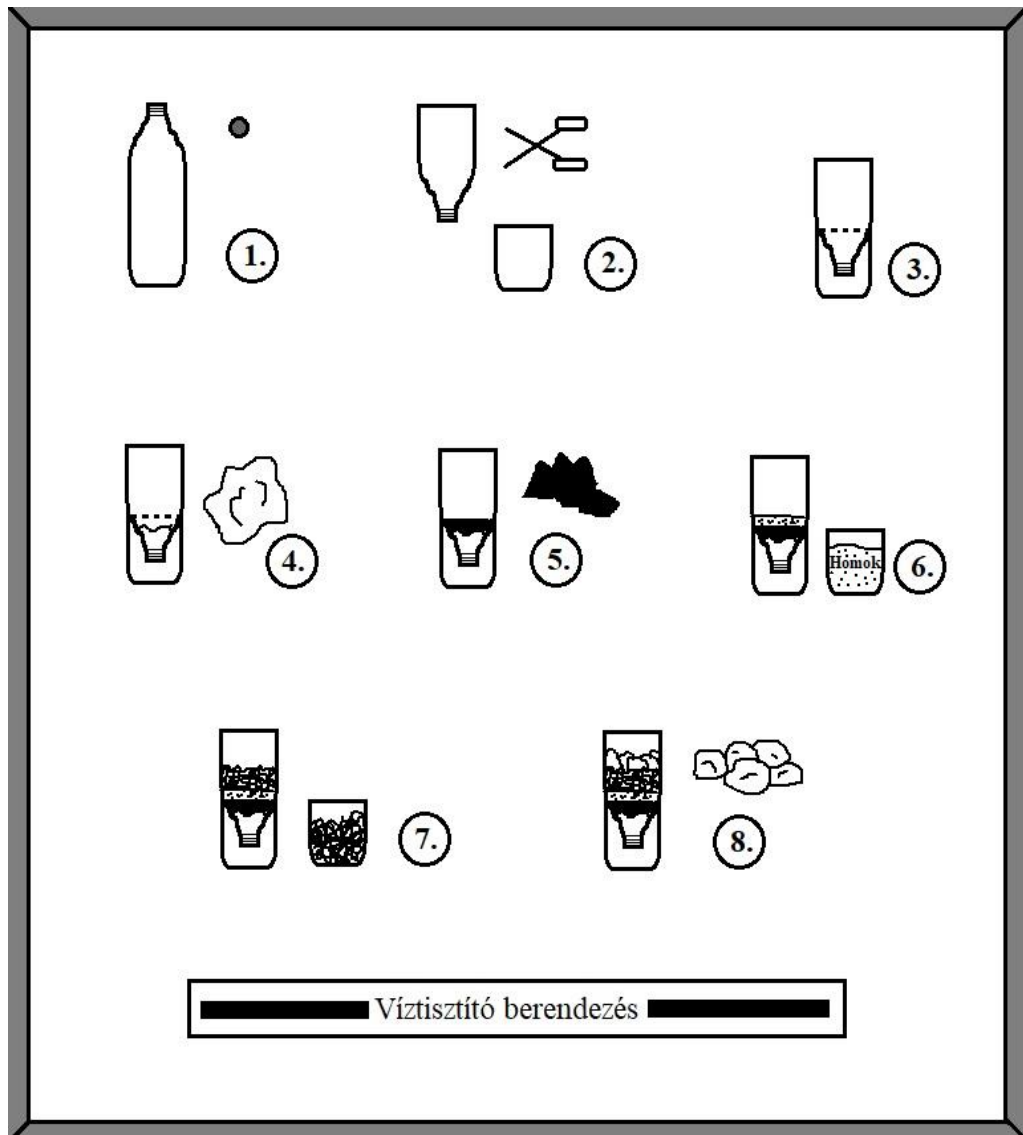
- Bevezetés a víz tisztítás alapvető elveibe és technológiáiba.
- A projekt munka céljainak és tervezett eredményeinek megbeszélése.
- A víz tisztító berendezést először mi készítjük el, hogy megmutassuk a résztvevőknek hogyan is kell létrehozni.

2. A víz tisztító berendezés elkészítése (12. ábra) (20 perc):

Az elkészítéshez szükséges anyagokat és eszközöket a munkaasztalra helyezzük.

Első lépésként a műanyag palackot kettévágjuk. A szétválasztást, a palack felétől 5 cm-rel lejjebb valósítjuk meg. Az alsó részbe helyezzük a felső részt (szájnyílással lefelé, a kupak nélkül). Belehelyezzük az első szűrő anyagot, a vattát (kb. 4-5 cm vastagon). Ezután jöhet az aktivált szén réteg, mely 3 cm-t igényel, egyenletesen elosztva. Ezt követi a szintén 3 cm

vastagságú homok réteg. Rajta a kavicsok kapnak helyet, legalább 6 cm vastagon. Végül pedig nagyobb köveket helyezünk a kavicsokra (minimum 4 cm).



12. ábra. A víztisztító berendezés tervrajza: 1. – kupak levétele a palackról, 2. – a palack kettévágása, 3. – a két rész egymásba illesztése, 4. – a vattaréteg, 5. – az aktivált szén réteg, 6. – homok réteg, 7. – kavicsréteg, 8. – kőréteg (Saját szerkesztés).

Működési elv: Szerkezetünkbe szennyezett pocsolyavizet öntünk. A kövek megátolják, a vízben lévő nagyobb objektumok tovább jutását (például: falevelek, kisebb ág darabok, kavicsok stb.). A kavicsok az eddig eljutott kisebb objektumokat szűrik ki. A szén réteg képes eltávolítani bizonyos szennyeződések és vegyi anyagokat a vízből, valamint antibakteriális hatással is rendelkezik. Illetve az aktivált szénnek adszorpciós tulajdonságai is vannak, ami azt jelenti, hogy képes megkötni bizonyos anyagokat a

felületén. Az ezt követő homok réteg finom szerkezete révén a megfogja és kiszűri a kisebb szennyeződések, mint például a homokot vagy a sarat. Végül a vattaréteg tovább tisztítja és polírozza a vizet. Finom szálai megfogják és eltávolítják az eddig eljutott kisebb részecskéket. A víztisztító berendezésünk alsó részébe már a tiszta víz csordogál, a palack szájnnyílásán keresztül. Maga a folyamat kissé lassú, de hatásos. Emberi fogyasztásra csak forralás után alkalmas.

3. A résztvevők elkészítik a saját víztisztító berendezésüket (60 perc):

- A résztvevők számától függően csoportokat alkotunk.
- A csoportoknak meg kell kezdeniük saját víztisztító berendezésük építését a tervek alapján.
- Szükség esetén segítségnyújtás és felügyelet biztosítása a felnőtt felügyelők által.

4. Tesztelés (20 perc):

- A kész berendezések tesztelése különböző típusú szennyezőanyagokkal szennyezett vízen.
- Az eredmények értékelése és visszajelzés alapján az esetleges javítások és finomítások elvégzése.

5. Zárás (15 perc):

- Rövid beszélgetés a tapasztalatokról és a tanulságokról.
- Összefoglalás és kiemelés: Hogyan lehetne javítani a víztisztító berendezéseket a jövőben, és hogyan lehetne alkalmazni azokat a mindennapi életben?

3.2.3. A foglalkozás címe: A felszíni alatti vizek (ivóvízbázis) bemutatása és minőségének laboratóriumi vizsgálata

Cél: A foglalkozás célja, hogy megismertesse a résztvevőket a felszín alatti ivóvízbázisok minőségének laboratóriumi vizsgálatával, valamint az ivóvíz biztonságának fontosságával.

Korcsoport: A foglalkozás kifejezetten 10-14 éves korosztálynak ajánlott, akik érdeklődnek a környezeti tudományok iránt és képesek a közepes szintű műszaki eszközök használatára.

Helyszín: Laboratórium

Felhasznált eszközök:

- 2 db vízgyűjtő palack (500 ml)
- 3 db laboratóriumi üvegedény (250 ml).

- pH-mérő tesztcsík.
- Vízkeménység mérő tesztcsík.
- Nehézfém tartalmat mérő tesztcsík.
- Biztonsági felszerelések (kesztyűk, szemüveg stb.)
- Laboratóriumi jegyzetfüzet és ceruza

Tanulási eredmények:

- Fogalmak:
 - Ivóvízbázis – olyan természetes vagy mesterséges vízgyűjtő rendszer, amelyből az ivóvíz származik, és amely megfelelő minőségű és mennyiségű vizet biztosít az emberi fogyasztásra. Az ivóvízbázisok különböző forrásokból származhatnak, például felszíni vizekből vagy talajvízből, és gondos kezelést és védelmet igényelnek az emberi felhasználás biztosítása érdekében.
 - Nehézfém tartalom – az ivóvíz nehézfém tartalma a vízben található különböző nehézfémek, például ólom, higany, arzén stb. koncentrációját jelöli, amelyek természetes vagy emberi tevékenységek során kerülhetnek a vízbe. Ezeknek a nehézfémeknek a magas szintje az ivóvíz minőségének romlásához és az emberi egészségre káros hatásokhoz vezethet.
 - Vízkeménység – a vízben található kalcium- és magnéziumionok mennyiségétől függő tulajdonság, amely befolyásolja a víz oldóképességét és a vízfelületekhez tapadó lerakódások képződését.
 - pH – a víz pH-értéke a hidrogénionok (H^+) koncentrációjának logaritmikus mértéke, amely meghatározza a víz savasságát vagy lúgosságát. Az alacsony pH érték savas környezetet, míg a magas pH érték lúgos környezetet jelöl.
 - Tesztcsík – a tesztcsík egy kémiai vagy biológiai elemzéshez használt eszköz, amely segítségével gyorsan és egyszerűen lehet mérni bizonyos anyagok jelenlétét vagy koncentrációját egy folyadékban vagy egy mintában.
- Készségek: Laboratóriumi mintavétel, mérések elvégzése, eredmények értékelése, laboratóriumi jegyzetek vezetése.
- Kompetenciák: Tudományos gondolkodás, kémiai ismeretek alkalmazása, problémamegoldás.

A foglalkozás menete:

1. Bevezetés (15 perc):

- Rövid áttekintés az ivóvízbázisok fontosságáról és az ivóvíz minőségének jelentőségéről.
- Bemutatás és megbeszélés a laboratóriumi vizsgálatok fontosságáról az ivóvíz minőségének ellenőrzésében.

2. Mintavétel és vizsgálatok (60 perc):

pH mérés. Egy közeli csapból vizet engedünk és feltöltsük a vízgyűjtő palackokat. Az első mintavételi palack tartalmából öntsünk, az első üvegedénybe 200 ml vizet. Vegyünk egy pH-tesztcsíkot, amely alkalmas a víz pH-értékének gyors és egyszerű mérésére. Győződjünk meg arról, hogy friss és még nem járt le, illetve ellenőrizzük, hogy az a dott típus alkalmas-e az ivóvíz vízének pH-értékének mérésére. Vegyük ki a tesztcsíkot a csomagolásából, majd merítsük az edényben lévő vízbe. Hagyjuk a tesztcsíkot néhány másodpercig a vízben, hogy a reagensek reagáljanak a vízzel, és megváltozzon a csík színe vagy árnyalata a pH-érték alapján. Általában a tesztcsíkokon található színváltozás skálát használva tájékozódhatunk a víz pH-értékéről. Figyeljük meg a tesztcsík színváltozását, majd olvassuk le a skáláról az eredményt. A skálán található színcsíkok segítségével határozzuk meg a víz pH-értékét. Jegyezzük fel az eredményt.

Vízkeménység mérés. A mintavételi palackok tartalmából öntsünk a második üvegedénybe 200 ml vizet. Vegyük elő a tesztcsíkot, amely alkalmas a vízkeménység gyors és egyszerű mérésére. Győződjünk meg arról, hogy friss és még nem járt le. Ezután merítsük az edényben lévő vízbe. Néhány másodpercig hagyjuk benne, hogy a reagensek reagáljanak a vízzel, és megváltozzon a csík színe vagy árnyalata. Figyeljük meg a tesztcsík színváltozását, majd olvassuk le a skáláról az eredményt. A skálán található színcsíkok segítségével határozzuk meg a víz keménységét. Jegyezzük fel az eredményeket.

Nehézfém tartalom mérés. A mintavételi palackok tartalmából öntsünk a harmadik üvegedénybe 200 ml vizet. Vegyük elő a tesztcsíkot, amely alkalmas különböző nehézfémek (ólom, higany, réz stb.) gyors és egyszerű mérésére. Győződjünk meg arról, hogy friss és még nem járt le. Ezután merítsük az edényekben lévő vízbe. Néhány másodpercig hagyjuk benne, hogy a reagensek reagáljanak a vízzel, és megváltozzon a csík színe vagy árnyalata. Figyeljük meg a tesztcsík színváltozását, majd olvassuk le a skáláról az eredményt. A skálán található színcsíkok segítségével határozzuk meg a vízben lévő különböző nehézfémek tartalmát. Jegyezzük fel az eredményeket.

3. Eredmények összegzése és következtetések (30 perc):

- Az összes vizsgálati eredmény összegzése és értékelése.
- Következtetések levonása az ivóvíz minőségéről és annak esetleges kockázatairól.

4. Zárás (15 perc):

- Rövid beszélgetés a tapasztalatokról és a tanulságokról.
- Összefoglalás és kiemelés: Hogyan lehetne javítani az ivóvízbázis minőségét és az ivóvíz biztonságát?

3.2.4. A foglalkozás címe: A felszíni vizek (folyó, tó) bemutatása és azok minőségének vizsgálata gyorsesztek segítségével

Cél: A foglalkozás célja, hogy a résztvevők megértsék és elsajátítsák a felszíni vizek minőségének vizsgálatát, valamint felismerjék annak fontosságát a környezetvédelemben és az ökoszisztémák fenntartásában.

Korcsoport: A foglalkozás kifejezetten 10-14 éves korosztálynak ajánlott, akik érdeklődnek a környezeti tudományok iránt és képesek a közepes szintű műszaki eszközök használatára.

Helyszín: A foglalkozás ideális helyszíne egy tópart vagy folyópart, ahol könnyen hozzáférhetünk a vízhez és megfigyelhetjük annak környezetét.

Felhasznált eszközök:

- 2 db vízgyűjtő palack (500 ml)
- 6 db laboratóriumi üvegedény (250 ml).
- pH-mérő tesztesík.
- Nitrát és nitrit tesztesík.
- Foszfát tesztesík.
- Oldott oxigénszint mérő készülék.
- Vízálló digitális hőmérő.
- Jegyzetfüzet, toll.
- 1 db távcsöves horgászbot, amelynek a végén egy mintavételi palack foglalat van.

Tanulási eredmények:

- Fogalmak:
 - A vízminőség fogalma – a vízminőség a víz fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak összessége, amelyek hatással vannak az élőlényekre és az

emberi tevékenységekre. Az egészséges vízminőség biztosítása alapvető fontosságú az élőlények túléléséhez és az emberi egészség megőrzéséhez.

- pH – a víz pH-értéke a hidrogénionok (H^+) koncentrációjának logaritmikus mértéke, amely meghatározza a víz savasságát vagy lúgosságát. Az alacsony pH érték savas környezetet, míg a magas pH érték lúgos környezetet jelöl.
 - Hőmérséklet – a víz hőmérséklete az anyag hőmérsékletének mérése, amely meghatározza a víz részecskéinek mozgásának sebességét és az anyag halmazállapotát. A víz hőmérséklete alapvető fontosságú a kémiai és biológiai folyamatok szempontjából, kihatva például a víz oldóképességére és az élőlények metabolikus folyamataira.
 - Oldott oxigéntartalom – a víz oldott oxigéntartalma a vízben oldott molekuláris oxigén mennyisége, amely alapvető fontosságú az élőlények lélegzése és az ökoszisztéma egészséges működése szempontjából. Az oldott oxigénszint befolyásolja a víz biológiai aktivitását, és az oxigénhiányos környezet káros hatással lehet az élővilágra.
 - Nitrát és nitrit – a víz nitrát és nitrit tartalma a vízben jelen lévő nitrogén vegyületek mennyiségét jelöli, amelyek általában szerves vagy mesterséges eredetűek lehetnek, például növényi bomlástermékek vagy műtrágyák alkalmazása során keletkeznek. A nitrát és nitrit tartalom ellenőrzése fontos a vízminőség fenntartása és a környezeti egészségvédelem szempontjából.
 - Foszfát – a víz foszfát tartalma azon foszforvegyületek koncentrációját jelenti, amelyek a vízben oldott állapotban megtalálhatók, általában szerves vagy szervesetlen eredetű forrásokból, mint például műtrágyák, mosószerek vagy szerves anyagok bomlása. A foszfátok jelenléte befolyásolhatja a víz ökológiai egyensúlyát és a vízi életkörnyezet egészségét, és a túlzott foszfátok előfordulása az eutrofizációhoz vezethet.
 - Tesztcsík – a tesztcsík egy kémiai vagy biológiai elemzéshez használt eszköz, amely segítségével gyorsan és egyszerűen lehet mérni bizonyos anyagok jelenlétét vagy koncentrációját egy folyadékban vagy egy mintában.
- Készségek: Mintavétel technikái, mérések elvégzése, eredmények értékelése és összehasonlítása.
 - Kompetenciák: Környezettudatosság, tudományos gondolkodás, problémamegoldás.

A foglalkozás menete:

1. Bevezetés (15 perc):

- Rövid áttekintés a felszíni vizek jelentőségéről és a vízminőség vizsgálatának fontosságáról.
- Alapfogalmak ismertetése és megbeszélése.

2. Mintavétel és vízvizsgálat (60 perc):

Hőmérés. Lassan és óvatosan merítsük a hőmérőt a tó/folyó vizébe. Győződjünk meg arról, hogy a hőmérő érzékelője teljesen a vízben van, és nincs érintkezésben a tó aljával vagy partjával. Hagyjuk a hőmérőt néhány percig a tó vizében, hogy az érzékelője stabilizálódjon, és az érték kiegyenlítődjön a környezeti hőmérséklettel. Ez általában pár percet vesz igénybe. Figyeljük a hőmérő kijelzőjét, és olvassuk le a rögzített hőmérsékletet. Ez lehet Celsius vagy Fahrenheit fokban, attól függően, hogy a hőmérő milyen egységben mutatja az értéket. Jegyezzük fel a tó/folyó aktuális hőmérsékletét a megfelelő dokumentáció vagy napló vezetése céljából. Ez lehetőséget ad az adatok későbbi elemzésére vagy összehasonlítására. Ha végeztünk a méréssel, óvatosan vegyük ki a hőmérőt a tóból, és alaposan tisztítsuk, szárítsuk meg. Ezután helyezzük vissza a tároló helyére.

pH mérés. A vízgyűjtő palackot rá erősítsük a foglalat segítségével a horgászbotra. Ezután mintát veszünk a tóból/folyóból. A mintavételi folyamat optimalizálása érdekében javasolt megfelelő mennyiségű (1000 ml) és minél tisztább mintát venni, amely elegendő a teljes mérési sorozathoz. Az első mintavételi palack tartalmából öntsünk, az első üvegedénybe 200 ml vizet. Vegyünk egy pH-tesztcsíkot, amely alkalmas a víz pH-értékének gyors és egyszerű mérésére. Győződjünk meg arról, hogy friss és még nem járt le, illetve ellenőrizzük, hogy az adott típus alkalmas-e a tó/folyó vizének pH-értékének mérésére. Vegyük ki a tesztcsíkot a csomagolásából, majd merítsük az edényben lévő vízbe. Hagyjuk a tesztcsíkot néhány másodpercig a vízben, hogy a reagensek reagáljanak a vízzel, és megváltozzon a csík színe vagy árnyalata a pH-érték alapján. Általában a tesztcsíkokon található színváltozás skálát használva tájékozódhatunk a víz pH-értékéről. Figyeljük meg a tesztcsík színváltozását, majd olvassuk le a skáláról az eredményt. A skálán található színű csíkok segítségével határozzuk meg a víz pH-értékét. Jegyezzük fel az eredményt.

Foszfát, nitrit és nitrát mérés. A mintavételi palackok tartalmából öntsünk, a második, harmadik és negyedik üvegedénybe 200 ml vizet. Vegyünk elő egy-egy tesztcsíkot, amely alkalmas a víz foszfát-, nitrit- és nitrát-értékének gyors és egyszerű mérésére. Győződjünk meg arról, hogy friss és még nem járt le. Ezután merítsük az edényekben lévő vízbe a tesztcsíkokat. Néhány másodpercig hagyjuk a vízben őket, hogy a reagensek

reagáljanak a vízzel, és megváltozzon a csík színe vagy árnyalata. Figyeljük meg a tesztcsíkek színváltozását, majd olvassuk le a skáláról az eredményt. A skálán található színscsíkek segítségével határozzuk meg a víz foszfát-, nitrit- és nitrát-értékét. Jegyezzük fel az eredményeket.

Oldott oxigénszint mérés. A mintavételi palackok tartalmából öntsünk 200 ml vizet az ötödik üvegedénybe. Vegyük elő az oldott oxigénszint mérő készüléket, majd lassan és óvatosan merítsük az edényben lévő vízbe. Győződjünk meg arról, hogy a készülék érzékelője teljesen a vízben van, és nincs érintkezésben az edény falaival. Hagyjuk a készüléket néhány percig a vízben, hogy az érzékelője stabilizálódjon. Figyeljük a készülék kijelzőjét, és olvassuk le a rögzített oxigénszintet. Általában milligramm per literben (mg/l) vagy mikrogramm per literben ($\mu\text{g/l}$) van kimutatva, a készüléktől függően. Jegyezzük fel a tó/folyó aktuális oldott oxigén szintjét. Ha végeztünk a méréssel, vegyük ki a készüléket a vízből, és alaposan tisztítsuk, szárítsuk meg. Ezután helyezzük vissza a tároló helyére.

3. Eredmények értékelése (30 perc):

- Az elvégzett mérések alapján értékeljük a tó vízének minőségét.
- A várható következmények megbeszélése.

4. Zárás (15 perc):

- Rövid beszélgetés a tapasztalatokról és a tanulságokról.
- Összefoglalás és kiemelés: Hogyan lehetne javítani a helyi vízminőséget? Hogyan tudunk hozzájárulni a környezet védelméhez?

3.2.5. A foglalkozás címe: A felszíni vizek (folyó, tó) bemutatása és azok minőségének vizsgálata a belga vizsgálati módszer (Biotic Index at Secondary Education Level - BISEL) segítségével

Cél: A foglalkozás célja, hogy megismertesse a résztvevőket a felszíni vizek minőségének vizsgálatára alkalmas indikátor szervezetekkel, és bemutassa a belga vizsgálati módszer (BISEL) használatát a felszíni vizek minőségének vizsgálatában.

Korcsoport: A foglalkozás kifejezetten 10-14 éves korosztálynak ajánlott, akik érdeklődnek a környezeti tudományok iránt és képesek a közepes szintű műszaki eszközök használatára.

Helyszín: Tópart vagy folyópart.

Felhasznált eszközök:

- Mintavételi háló (Egy erős anyagból készült rúd, melynek végén háromszög alakú keretre ráfogott háló van).
- 1 db műanyag vödör.
- Csipesz (az élőlények szétválogatásához).
- Nagyító.
- Kis műanyag dobozok a szervezetek tárolásához.
- Referenciaanyagok a szervezetek azonosításához.
- Vízzátlan horgász nadrág.
- Jegyzetfüzet, toll.

Tanulási eredmények:

- Fogalmak:
 - BISEL módszer – olyan vizsgálati eljárás, amely az ökológiai állapot meghatározására szolgáló integrált biológiai indexrendszer. Ez a módszer összekapcsolja a különböző élőlénycsoportok (pl. gerinctelenek, növények) mintázatát és jelenlétét a vízi ökoszisztéma minőségének értékelésével, elősegítve a vízminőség hatékony felmérését és monitorozását.
 - Biotikus index – olyan mutató, amely az adott élőhely vagy ökoszisztéma biológiai sokféleségét és egészségét méri. Ennek az indexnek az értékelése lehetővé teszi a természetes vagy emberi hatások által okozott változások nyomon követését és az ökoszisztéma állapotának felmérését.
 - Indikátor szervezetek – olyan élőlények, amelyek jelenléte, hiánya illetve viselkedése jelzi az adott ökoszisztéma egészségét vagy állapotát.
 - Vízügyi ökoszisztéma – azoknak az élőlényeknek és élőhelyeknek a komplex rendszere, amelyek vízben vagy víz közelében találhatóak. Ezek az ökoszisztémák különböző víztestekben, például folyókban, tavakban, patakokban és tengeri területeken fordulnak elő.
 - Vízminőség - a víz fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságainak összessége, amelyek hatással vannak az élőlényekre és az emberi tevékenységekre. Az egészséges vízminőség biztosítása alapvető fontosságú az élőlények túléléséhez és az emberi egészség megőrzéséhez.
- Készségek: Szervezetek gyűjtése, azonosítása, adatok rögzítése és értékelése.
- Kompetenciák: Környezettudatosság, tudományos megfigyelés, problémamegoldás, csapatmunka.

A foglalkozás menete:

1. Bevezetés (15 perc):

- Rövid áttekintés a felszíni vizek minőségének fontosságáról és a BISEL módszer alkalmazásáról.
- Bemutatás és megbeszélés, a BISEL módszer lényegéről, és működési elvének rövid ismertetése.

2. Mintavétel és vizsgálat (60 perc):

Hálókkel vagy szűrőkkel minták gyűjtése. Első lépésként meg kell határoznunk a vizsgálandó területen pár mintavételi pontot. A vízálló horgásznadrágot viselve és a megfelelő felszerelésekkel ellátva, kezdjük el a mintavételt. Célzottan haladjunk a mintavételi terület felé, és biztosítjuk, hogy a mintavétel helye megfelelően elérhető legyen. Figyeljük meg a biztonsági szempontokat, majd óvatos lépésekkel haladjunk a vízben, kizárólag az előzőleg meghatározott mintavételi ponthoz. A mintavételi hálót alkalmazva, gyűjtjük össze a környezeti elemekben megtalálható szervezeteket. A mintavételi folyamat során különös figyelmet fordítunk a vízínövényekre, mint potenciális biomonitoring célpontokra. A mintavételi területen, a meder alján is végezzünk mintavételt. A háló végét a meder aljába döngölve, haladjunk előre a bemeneti nyílással, hogy hatékonyan tudjunk mintát gyűjteni. A háló tartalmát a műanyag vödörbe kell elhelyezni.

Gyűjtött mintákban található indikátor szervezetek kiválogatása és tárolása. Miután a minták begyűjtésre kerültek ki kell válogatnunk az élő szervezeteket és el kell őket különítenünk a műanyag dobozokba morfológiai szempontok alapján a csipesz segítségével. Vizsgálatunk eredményessége érdekében nincs szükség a faji szinten történő meghatározásra. Az állatokat könnyen meg lehet különböztetni morfológiájuk alapján, és csoportonként külön válogatjuk őket. Egyes makro gerinctelenek, mint az álkérészek és kérészek megkülönböztetése külső jegyeik alapján nem egyszerű feladat, és ilyenkor nagytóra is szükség van.

A BISEL módszer alapján történő azonosítás. Az élőlények kiválogatásakor a minta BISEL-táblázat (13. ábra) szerinti, I. Indikátorcsoportok, oszlop megfelelő sorába való besorolás a cél. Ha esetleg a mintánkból, a II. Érzékenység szerinti, magasabb kiosztásba tudunk taxonokat besorolni, a biotikus index magasabb lesz. Ezután Láthatjuk, hogy van egy III. Taxonszám megnevezésű oszlop, ami tovább finomítja az érzékenységi csoportot. Abban az esetben, ha az érzékenységi csoportban 2 vagy annál több mintacsoportot is számolhatunk. Viszont indikátorcsoportonként több taxont is figyelembe vehetünk, ha találunk a mintánkból, és ekkor felhasználhatjuk a negyedik oszlopot (IV. Összes taxon

száma). De fontos kiemelni, hogy a megfelelő mintavételezés érdekében a BISEL-táblázatba való besoroláskor csak is kizárólag az 1. és 3. érzékenységi sor esetében számolunk taxonszámot.

Az indikátor csoport (minimum két azonos példány), amely a táblázat érzékenységi tényezői szerinti legfelsőbb sorban helyezkedik el, fogja majd meghatározni a mintánkra vonatkoztatható érzékenységet. A Biotikus Indexet, a legnagyobb érzékenységi osztály és az összes taxon száma szerinti oszlop metszete adja meg. Azonban, hogy a Biotikus Indexet megkapjuk, szükségünk van összes indikátor csoport számára.

3. Eredmények értékelése és következtetések (30 perc):

- Következtetések levonása a vízminőségről és az ökoszisztéma állapotáról.



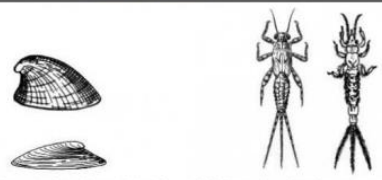
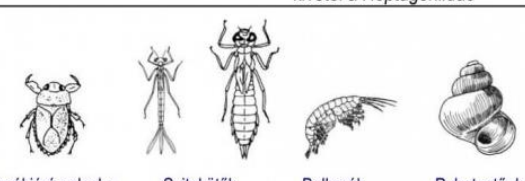
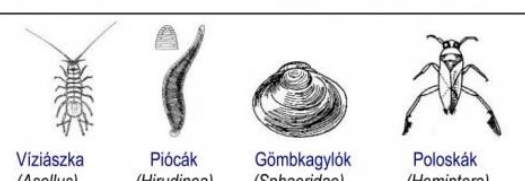


4. Zárás (15 perc):

- Rövid beszélgetés a tapasztalatokról és a tanulságokról.
- Összefoglalás és kérdés: Hogyan lehetne javítani a helyi vízminőséget az indikátor szervezetek segítségével?

S Z A B V Á N Y O S B I S E L - T Á B L Á Z A T

(Biotic Index at Secondary Education Level – Biotikus Index a Középiskolai Oktatásban)

Comenius 3.1. Socrates educational programme (1995-1999)

I. Indikátorcsoportok	II. érzé- kenység	III. taxon- szám	IV. összes taxon száma				
			0 - 1	2 - 5	6 - 10	11 - 15	≥16
			Biotikus Index				
 Álkérészek (<i>Plecoptera</i>) Erezett kérészek (<i>Heptageniidae</i>)	1	≥ 2	-	7	8	9	10
		1	5	6	7	8	9
 Házás tegzesek (<i>Trichoptera</i>)	2	≥ 2	-	6	7	8	9
		1	5	5	6	7	8
 Sapkacsigák (<i>Ancylidae</i>) Kérészek (<i>Ephemeroptera</i>) kivétel a <i>Heptageniidae</i>	3	≥ 2	-	5	6	7	8
		1	3	4	5	6	7
 Fenékjáró poloska (<i>Aphelocheirus</i>) Szitakötők (<i>Odonata</i>) Bolharák (<i>Gammaridae</i>) Puhatestűek (<i>Mollusca</i>)	4	≥ 1	3	4	5	6	7
 Víziászka (<i>Asellus</i>) Piócák (<i>Hirudinea</i>) Gömbkagylók (<i>Sphaeriidae</i>) Poloskák (<i>Hemiptera</i>) (kivétel az <i>Aphelocheirus</i>)	5	≥ 1	2	3	4	5	-
 Csövájó féreg (<i>Tubificidae</i>) Árvaszúnyogok (<i>Chironomus thummi-plumosus</i>)	6	≥ 1	1	2	3	-	-
 Herelégy / pocikféreg (<i>Syrphidae</i>)	7	≥ 1	0	1	1	-	-

13. ábra. A BISEL-táblázat (TAKÁCS, 2017)

ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozatban a környezeti nevelésben alkalmazható vízminősítési módszereket és a vizes élőhelyek bemutatásának didaktikai formáit dolgoztuk ki, illetve megpróbáltunk rávilágítani azok hatékonyságára. Az irodalmi áttekintésben elemeztük a környezeti nevelés fontosságát és céljait, valamint az édesvízi ökoszisztémák jelentőségét és veszélyeztető tényezőit. A kutatás módszertanában kiemelten foglalkoztunk a környezeti nevelés egyes pedagógiai módszereivel és azok alkalmazhatóságával.

Megállapítható, hogy a környezeti nevelés számos módszere hatékony lehet a vizes élőhelyek bemutatásában és megismerésében. A terepi munkák lehetőséget biztosítanak a résztvevők számára, hogy közvetlenül megfigyelhessék és tanulmányozzák az élőhelyeket és az ott zajló ökológiai folyamatokat. A laboratóriumi vizsgálatok pedig részletes és kvantitatív adatokat szolgáltathatnak a vízminőség és az élővilág állapotáról. A projektalapú tanulás révén a diákok saját kezükkel dolgozhatnak az édesvízi ökoszisztémák megőrzéséért és problémáinak megoldásáért. A digitális eszközök lehetővé teszik egy előadás érdekesebbé, átláthatóbbá és befogadhatóbbá alakítását, illetve segítséget nyújtanak az élőhelyek virtuális bemutatására és azok összetett ökológiai folyamatainak szemléltetésére.

Javaslatként felvetődik, hogy további kutatásokra és programokra van szükség a környezeti nevelés területén, amelyek célja az édesvízi élőhelyek megővésének és fenntartható használatának előmozdítása. Ez magában foglalhatja például az interaktív oktatási eszközök fejlesztését, valamint a környezeti nevelés integrálását az iskolai tantervekbe és oktatási programokba.

Összességében, a kutatás alapján javasoljuk, hogy a fenntartható vízgazdálkodás és az édesvízi élőhelyek megőrzése érdekében hangsúlyt kell fektetni a környezeti nevelésre és tudatformálásra. A jövőbeli intézkedések és kezdeményezések célja legyen az, hogy növeljék a társadalmi tudatosságot és felelősséget az édesvízi ökoszisztémák iránt, és elősegítsék azok hosszú távú megőrzését és fenntartható használatát.

РЕЗЮМЕ

У рамках дослідження вивчали ефективність методів оцінки якості води, які можуть бути застосовані у екологічному вихованні. Під час літературного огляду всебічно проаналізували важливості та цілі екологічного виховання, а також значення та загрози прісноводних екосистем. У методології дослідження особливу увагу приділили педагогічним підходам у сфері екологічного виховання та їх можливостям застосування.

Можна визначити, що багато методів екологічного виховання можуть бути ефективними у презентації та вивченні водних середовищ. Польові роботи надають можливість учасникам безпосередньо спостерігати та вивчити біотопів і екологічні процеси, які в них відбуваються. Лабораторні дослідження можуть забезпечити детальні та кількісні дані про якість води та стан екосистеми. Через проектне навчання учні можуть особисто працювати над збереженням та вирішенням проблем прісноводних екосистем. Цифрові інструменти допомагають зробити лекції більш захопливими, зрозумілими та доступними, а також допомагають у віртуальній презентації середовищ та складних екологічних процесів, що відбуваються в них.

Виникає необхідність у сфері екологічного виховання подальше дослідження методів, які сприяють збереження, раціональне використання прісноводних середовищ. Це може включати, наприклад, розробку інтерактивних освітніх засобів та інтеграцію екологічного виховання у шкільні навчальні плани та програми.

Узагальнюючи, на основі результатів дослідження рекомендуємо надавати пріоритет екологічному вихованню та формуванню свідомості для забезпечення раціональне використання водних ресурсів та збереження прісноводних екосистем. Метою майбутніх заходів та ініціатив повинно бути підвищення суспільної свідомості та відповідальності щодо прісноводних екосистем з метою їх довгострокового збереження та сталого використання.

IRODALOMJEGYZÉK

- ALONSO, A. N. – ASTORGA, D. – LENIN, C. – BASTIDAS, L. – VILLEGAS, S. – MACAY, C. – CHRISTENSEN, J. (2021): Microplastic pollution in seawater and marine organisms across the Tropical Eastern Pacific and Galápagos. – *Scientific Reports* 6024(11): 1-8.
- BARTCH, A. R. – COBERN, M. K. (2003): Effectiveness of powerpoint presentations in lectures. – *Computers & Education* 41: 77-86.
- BÍRÓ, P. – OERTEL, N. (2004): A hidrobiológia főbb irányvonalai és feladatai. – *Magyar Tudomány* 37-48.
- BODA, P. – VÁRBÍRÓ, G. – FICSÓR, M. (2023): Módszertani kézikönyv. Makroszkópikus vízi gerinctelenek. – *Ökológiai Kutatóközpont, Budapest*, 60 pp.
- BOUGARNE, L. – ABBOU, B. M. – HAJI, E. M. – BOUKA, H. (2019): Consequences of surface water eutrophication: remedy and environmental interest. – *Materials today: Proceedings* 13(3): 654-662.
- CHIKÁN, É. – FERNENGEL, A. – FODOR, E. – KÉRI, A. – SCHRÓTH, Á. – SZÁSZNÉ-HESZLÉNYI, J. (2015): Környezettan szakmódszertan környezettan szakos tanárjelöltek részére. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, 406 pp.
- CLEMENT, A. – KARDOS, M. K. – SZILÁGYI, F. (2015): Felszíni vizek minősítése az ökológiát támogató fizikai-kémiai jellemzők szerint-az állapotértékelés tanulságai az intézkedési programok tervezése szempontjából. – *BME Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék, Budapest*, 11 pp.
- CRAFT, B. C. – RICHARDSON, J. C. (1993): Peat Accretion and N, P, and Organic C Accumulation in Nutrient-Enriched and Unenriched Everglades Peatlands. – *Ecological Application. Ecological Society of America* 3(3): 446-458.
- CRAIG, R.J. – AMERNIC, J.H. (2006): PowerPoint Presentation Technology and the Dynamics of Teaching. – *Innov High Educ* 31: 147–160.
- CUTTLE, S. P. (1989): Land use changes and inputs of nitrogen to Loch Leven, Scotland: A desk study. – *Agricultural Water Management* 16(1-2): 119-135.
- CZÚCZ, B. (2010): Az éghajlatváltozás hazai természet közeli élőhelyekre gyakorolt hatásainak modellezése. Doktori (PhD) értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyümölcstermő Növények Tanszék, 164 pp.
- DAM, H. (1992): Twelfth International Diatom Symposium. – *Springer Dordrecht*, 540 pp.
- DAY, F.P. – WEST, S.K. – TUPACZ, E.G. (1988): The influence of ground-water dynamics in a periodically flooded ecosystem, the Great Dismal Swamp. – *Wetlands* 8: 1–13.

- DÉVAI, GY. – NAGY, S. – WITNER, I. – ARADI, CS. – CSABAI, Z. – TÓTH, A. (1998): A vízi és a vizes élőhelyek sajátosságai és tipológiája. – KLTE Ökológiai Tanszék, Hidrobiológiai Részleg, Debrecen, 66 pp.
- DÉVAI, GY. (1993): A vizes élőhelyek típusai, sajátosságai és megőrzésük lehetőségei. – KLTE Ökológiai Tanszék, Hidrobiológiai Részleg, Debrecen, 34 pp.
- ELLERY, W.N. – MCCARTHY, T.S. – SMITH, N.D. (2003): Vegetation, hydrology, and sedimentation patterns on the major distributary system of the Okavango fan, Botswana. – *Wetlands* 23: 357–375.
- FRUMIN, G.T. – GILDEEVA, I.M. (2014): Eutrophication of water bodies — A global environmental problem. – *Russian Journal of General Chemistry* 84: 2483–2488.
- GODSON, E. A. – HAROON, S. – SAJJAD, A. (2023): Spatial and Temporal Dynamics of Key Water Quality Parameters in a Thermal Stratified Lake Ecosystem: The Case Study of Lake Mead. – *Earth* 4(3): 461-502.
- GŐSI, V. (2015): A környezeti nevelés gyakorlata az erdei iskolában. – Hazánk Kiadó, Győr, 178 pp.
- HEGEDŰS, H. (2018): Magyarország felszín alatti vizeinek fenntartható minőségvédelme a jogi szabályozás és a lehetséges javító tevékenységek tükrében. – Doktori (PhD) értekezés, Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 184 pp.
- HOSSEIN, N. – ABDUS, S. (2005): The Effect of powerpoint presentations on student learning and attitudes. – *Global perspectives on accounting education* 2(1): 53-73.
- HOUSER, J.N. – RICHARDSON, W.B. (2010): Nitrogen and phosphorus in the Upper Mississippi River: transport, processing, and effects on the river ecosystem. – *Hydrobiologia* 640: 71–88.
- ITALIANO, F. – YUCE, G. – UYSAL, T. I. – GASPAREN, M. – MORELLI, G. (2014): Insights into mantle-type volatiles contribution from dissolved gases in artesian waters of the Great Artesian Basin, Australia. – *Chemical Geology* 378-379: 75-88.
- IPCC 2023. AR6 Synthesis Report Climate Change 2023. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- JACQUET, S. – DOMAIZON, I. – ANNEVILLE, O. (2014): The need for ecological monitoring of freshwaters in a changing world: a case study of Lakes Annecy, Bourget, and Geneva. *Environ Monit Assess* 186: 3455–3476.
- JOLÁNKAI, G. – KOVÁCS, G. – MADARÁSZ, T. – SZÖNYI, J. – MÁNDOKI, M. – MOJORÓCZKI, M. – SALLAI, F. – SZŰCS, P. – TAKÁCS, J. – VIRÁG, M. – ZÁKÁNYI, B. (2009):

Vízkezelésvédelem. A vízminőség-védelem aktuális kérdései. – Bíbor Kiadó, Miskolc, 20 pp.

KEREKES, SZ. (2010): Az Alcsíki-medence lágjainak botanikai állapotfelmérése és vegetációváltozásainak vizsgálata. – Doktori (PhD) értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola, Biokörnyezettudomány program, Sopron – Csíkszereda, 151 pp.

KÓBOR, P. (2015): A hegyeshalmi kavicsbánya-tó ökológiai szempontú értékelése. – Diplomadolgozat, Pannon Egyetem Georgikon Kar, Állattudományi és Állattenyésztési Tanszék, Állattani és Akvakultúra Csoport, Keszthely, 47 pp.

KRAKKER, A. (2015): Környezeti nevelés élményalapú módszerekkel. – *Economica* 8(3): 199-206.

LAKATOS, B. (2021): A felszíni vizek ökológiai állapota. A Nemzetközi Duna-védelmi Bizottság Közös Duna Felméréseinek ökológiai állapotra vonatkozó eredményeinek összehasonlítása 2001–2020-ig. – *Hadmérnök. Környezetbiztonság* 16(2): 107-125.

LIMBURG, E. K. – MORAN, A. M. – MCDOWELL, H. W. (1986): *The Hudson River Ecosystem*. – Springer New York, New York, 331 pp.

LISI, J. P. – SCHINDLER, E. D. – BENTLEY, T. K. – PESS, R. G. (2013): Association between geomorphic attributes of watersheds, water temperature, and salmon spawn timing in Alaskan streams. – *Geomorphology* 185(1): 78-86.

LUSHER, A. L. – BURKE, A. – O'CONNOR, I. – OFFICER, R. (2014): Microplastic pollution in the Northeast Atlantic Ocean: validated and opportunistic sampling. *Mar. Pollut. Bull.* 88: 325-333.

MASSE, K. A. – MURTHY, R. C. (1992): Analysis of the Niagara River plume dynamics. – *Journal of Geophysical Research: Oceans* 97(c2): 2403-2420.

MEIRBEKOV, A. – MASLOVA, I. – GALLYAMOVA, Z. (2022): Digital education tools for critical thinking development. – *Thinking skills and creativity* 44: 1-8.

MEYER, E. B. – WIPFLI, S. M. – SCHOEN, R. E. – DANIEL, J. R. – FALKE, A. J. (2023): Landscape characteristics influence projected growth rates of stream-resident juvenile salmon in the face of climate change in the Kenai River watershed, south-central Alaska. – *Transactions of the American Fisheries Society* 152(2): 127-269.

MURRAY, E. R. – HODSON, E. R. (1985): Annual Cycle of Bacterial Secondary Production in Five Aquatic Habitats of the Okefenokee Swamp Ecosystem. – *Applied and Environmental Microbiology* 49(3): 650-655.

- NÉMEDI, L. (2005): Az ásványvizek mikrobiológiai jellemzői. – Felszín Alatti Vizekért Alapítvány, 29 pp.
- NÉMETBERTA, E. – MÉSZÁROS, CS. (2008): A Merzse-mocsár tájökológiai elemzése. – TDK dolgozat, Környezettudományi TDK, 33 pp.
- PARRAG, T. (2019): Mikroműanyagok előfordulása és kockázatuk csökkentése. – Védelem Tudomány 6(1): 103-121.
- RÉTVÁRI, L. – SOMOGYI, S. (1993): Az Alcsi-Holt-Tisza környezetének ökológiai jellemzői. A vízi környezet rekreációs célú minősítése. – Földrajzi Értesítő 16(1-4): 153-176.
- SCHURMAN, R. (1996): Overfishing. – Capitalism Nature Socialism 7(1): 131-137.
- STENGER-KOVÁCS, CS. (2013): Az éghajlatváltozás következménye: szikes tavak és algaközösségeinek veszélyeztetettsége. – Iskolakultúra, Pannon Egyetem, Környezettudományi Intézet és MTA-PE Limnoökológiai Kutatócsoport, Veszprém 23(12): 86-94.
- STEVANOVIĆ, Z. (2019): Karst waters in potable water supply: a global scale overview. – Environmental Earth Sciences 78: 662.
- SZABÓ, M. (2005): Vizes élőhelyek tájökológiai jellemvonásai a szigetköz példáján. – Akadémiai Doktori Értekezés, Budapest, 169 pp.
- TAHIR, A. – AHMET, G. – TUĞBA, T. (2016): Application and evaluation of biology laboratory experiments with computer-based digital experimental tools. – Journal of human sciences 13(3): 3961-3972.
- TAKÁCS, V. (2017): BISEL-vizsgálat. Gyakorlati segédanyag. – Sopron, 9 pp.
- TILKI, K. (2016): Természetvédelem nemzetközi szinten és az Európai Unióban. – Belügyi Szemle. A belügyminisztérium szakmai, tudományos folyóirata, 64(5): 88-106.
- TOMAN, J. M. – PLOTNIKOV, I. – ALADIN, N. – MICKLIN, P. – ERMAKHANOV, Z. (2015): Biodiversity, the present ecological state of the Aral Sea and its impact on future development. – Acta Biologica Slovenica 58(1): 45-56.
- VAN DEN BRINK, B. W. F. – VAN DER VELDE, G. – BUIJSE, D. A. – KLINK, G. A. (1996): Biodiversity in the Lower Rhine and Meuse river-floodplains: Its significance for ecological river management. – Netherland Journal of Aquatic Ecology 30: 129-149.
- VANDERPLOEG, A. H. – BUNNELL, B. D. – HUNTER, J. C. – HÖÖK, O. T. (2015): Complex interactions in Lake Michigan's rapidly changing ecosystem. – Journal of Great Lakes Research, 41(3): 1-6.
- VÁSÁRHELYI, T. (2023): Múzeumok új, környezeti nevelési szerepkörben a fenntarthatóságért. – Múzeumi tükröződés: társadalom és környezet 24(2): 64-75.

VILLAMIZAR, R. A. E. – LOPES, A. – SILVA, R. S. M. – SANTOS, S. A. N. – OLIVEIRA, R. – CALAZAES, M. R. – PIEDADE, F. T. M. – SCHÖNGART, J. – FORSBERG, R. B. – WITTMAN, F. – JUNK, J. W. (2022): Water chemistry of rivers and streams from the Jaú and Uatumã basins in central Brazilian Amazon. – *Sustainable Water Resources Management* 117(8): 1-12.

VULINK, T. J. – VAN EERDEN, R. M. (1998): Hydrological conditions and herbivory as key operators for ecosystem development in Dutch artificial wetlands. *Grazing and Conservation Management*. – *Conservation Biology Series*, Springer, Dordrecht, 11: 217–252 pp.

ZSÓKA, Á. – SZERÉNYI, ZS. – SZÉCHY, A. (2011) Fenntartható fogyasztás? A fenntartható fogyasztás gazdasági kérdései. A környezeti nevelés szerepe a fenntartható fogyasztás és életmód kialakításában. – Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, p.90-109.

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás első diája	30
2. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás második diája	31
3. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás harmadik diája	31
4. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás negyedik diája	32
5. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás ötödik diája	32
6. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás hatodik diája	33
7. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás hetedik diája	33
8. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás nyolcadik diája	34
9. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás kilencedik diája	35
10. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás tízedik diája	35
11. ábra. A felszíni vizek eutrofizációjáról szóló előadás tizenegyedik diája	36
12. ábra. A víztisztító berendezés tervrajza	38
13. ábra. A BISEL-táblázat	49

Звіт про перевірку схожості тексту Oxsico

Назва документа:

Szakdolgozat_KozmaD_2024.05_22.pdf

Ким подано:

Шірокаї-Кудрон Ласло Габорович

Дата перевірки:

2024-05-22 16:01:03

Дата звіту:

2024-05-22 18:36:18

Ким перевірено:

I + U + DB + P + DOI

Кількість сторінок:

57

Кількість слів:

13733

Схожість 0%	Збіг: 49 джерела	Вилучено: 47 джерела
Інтернет: 11 джерела	DOI: 0 джерела	База даних: 0 джерела
Перефразовування 0%	Кількість: 26 джерела	Перефразовано: 90 слова
Цитування 31%	Цитування: 434	Всього використано слів: 10531
Включення 0%	Кількість: 0 включення	Всього використано слів: 0
Питання 0%	Замінені символи: 0	Інший сценарій: 2 слова