

Debreceni Egyetem
Műszaki Kar
Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék



Vízminőségi vizsgálatok a Hernád-folyó középső szakaszán

Készítette: **SZABOLCSIK ANDREA**
IV. éves környezetmérnök hallgató

Belső konzulens: **Dr. Bodnár Ildikó**
Boros Norbert

Külső konzulens: -
Tanszékvezető: **Dr. Bodnár Ildikó**

Debrecen
2010.

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	2
1.Bevezetés	3
2. Szakirodalmi és jogszabályi háttér	4
2.1. A víz, mint környezeti elem	4
2.2. Víztisztaság fogalma.....	5
2.3. A vízminőségi jellemzők csoportosítása	6
2.4. A vízvizsgálat célja és fajtái	7
2.5. A vízminőség védelem feladata.....	7
2.6. A felszíni vizek minősítési rendszere	8
2.6.1. Magyarország vízvédelme	8
2.6.2. Minősítési rendszer.....	9
2.7. Jogszabályi háttér	10
3. Hernád-folyó.....	12
3.1. Hernád vízrajza.....	12
3.2. A Hernád-völgy növény- és állatvilága	16
4. Saját mérések.....	18
4.1. Mintavétel, tárolás, a minták előkészítése	19
4.2. Analitikai módszerek.....	20
4.3. A Hernád folyó vizének minősítése.....	21
4.3.1. Fizikai minősítés	23
4.3.2. Kémiai minősítés	25
4.3.3. Biológiai minősítés	43
4.4. Sebesség meghatározása és a Hernád folyó meder keresztmetszet felvétele	46
5. Összefoglalás	49
6.Irodalomjegyzék	50

1.Bevezetés

” A víz létszükséglet az élet minden vonatkozásában. Általános cél, hogy bolygónk minden lakosának elegendő mennyiségű vizet biztosíthassunk, miközben az ökoszisztémánk víztani, biológiai és kémiai funkciói nem változnak, az emberi tevékenységek alkalmazkodnak a természet képességeinek határaihoz és küzdenek a vízzel terjedő járványok ellen. A vízi erőforrások teljes kihasználásához és a szennyezések kivédéséhez új technológiák szükségesek, beleértve az őshonos technológiák tökéletesítéséhez is. „

Feladatok a XXI. Századra, ENSZ Környezet és Fejlődés Világkonferenciája, Rio de Janeiro, 1992. június 14.

Ez az idézet is rávilágít arra a tényre, hogy a víz az emberi élethez nélkülözhetetlen. A Földünk a víz bolygója. Azonban a vízkészlet 97% - a számunkra használhatatlan sós víz formájában van jelen. A mindösszesen 3%-nyi édesvíz kétharmada, pedig jégbe van zárva. Fontos óvni és védeni vizeinket.

A legfőbb problémát a vízszennyezésnek (eutrofizáció, savasodás, mérgező szennyezés) emberi egészségre, az ivóvízkezelés költségére és a vízi ökoszisztémákra gyakorolt hatása jelenti. Ezért fontos hogy a természetes vizeink összetevőit ismerjük, mert vízszennyezésről akkor beszélünk, ha a rendszeren belül valamely természetes alkotó elem koncentrációja jelentősen megváltozik, vagy a rendszerbe az adott ökoszisztéma természetes összetevőitől alapvetően eltérő minőségű szennyező komponens kerül. A szennyezőanyag-kibocsátást és az ezzel összefüggő szennyezőanyag-terhelést nem a természetes folyamatok határozzák meg, hanem az emberi tevékenység. [1]

Az emberi tevékenység hatásai nagymértékben hozzájárulnak ahhoz, hogy a Földön az édesvízkészlet és ezáltal az ivóvízkészlet mennyisége csökken. Mivel a lakhelyemet, azaz Gibártot átszelő Hernád-folyó teljes magyarországi szakasza ivóvíz ellátási célokat is szolgál, fontosnak tartom környezeti állapotának felmérését és az esetleges szennyező komponensek meghatározását.

Dolgozatomban a már a fentiekben említett Hernád-folyó vízminőség vizsgálatával foglalkozom. Tanulmányomban vázolom a folyó jellemzőit, a Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszékének segítségével pedig lehetőségem nyílt a vízfolyás analitikai célú vizsgálatára is. Továbbiakban számot adok a vizsgálati eredményekről és a kapott értékeket összevetem a jogszabályokban meghatározott vízminőségi határértékekkel. Az esetleges eltérésekre okot keresek.

2. Szakirodalmi és jogszabályi háttér

2.1. A víz, mint környezeti elem

A víz a Föld felületén megtalálható egyik leggyakoribb anyag, a földi élet alapja. A Föld felületének 71%-át víz borítja, ennek kb. 2,5%-a édesvíz, a többi sós víz, melyek a tengerekben, illetve óceánokban helyezkednek el. Az édesvízkészlet gleccserek és állandó hótakaró formájában található részét nem számítva, az édesvíz 98%-a felszín alatti víz, ezért különösen fontos a felszín alatti vizek védelme. Magyarország ivóvízellátásának több mint 95%-a felszín alatti vizeken alapszik. Kanada rendelkezik a legnagyobb édesvíz tartalékokkal, a források 25%-ával. [12]

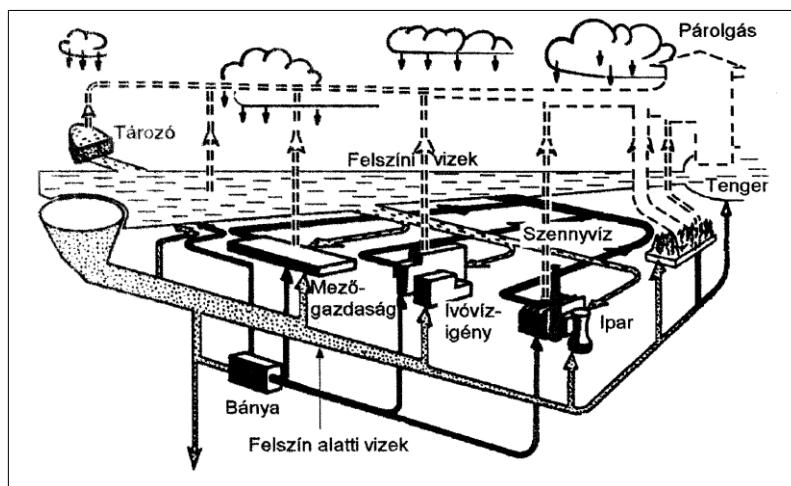
A víz alapvető fontosságú környezeti elem. Az élet egyik feltétele, minden élő szervezetnek építőanyaga. A gazdasági élet számára nélkülözhetetlen természeti erőforrás, alap- ill. segédanyagként és szállítóközegként is használjuk.

A felszíni vizeink minőségromlása az elmúlt években lelassult, de tovább folytatódott [2].

Hazánk településeink 95%-a részesül, tisztított vezetékhez ivóvízben, viszont csak 70%-a rendelkezik csatornázottsággal, ami azt jelenti, hogy a szennyvizek közel egyharmada közvetlenül a talajba vagy az élővizekbe kerül.

Környezetünk, elsősorban a talaj és az élővizek szennyeződését eredményezi, hogy a csatornahálózattal összegyűjtött települési és ipari szennyvizek közel fele szintén tisztítatlanul vagy csak részlegesen megtisztítva jut a befogadóba.

A vízhasználatok során az ember beavatkozik a víz körforgásának természetes rendjébe. A vizek szennyeződése csak körültekintő vízminőség-gazdálkodással kerülhető el. [2]



1. ábra: Az emberi tevékenység hatása a víz körforgására [2]

2.2. *Vízminőség fogalma*

A vízminőség a víz tulajdonságainak összessége. Egyértelmű tehát, hogy nincs egyetlen módszer, ami a meghatározására alkalmas lenne. Olyan skálák vagy mutatószámok sincsenek, amelyekkel a vízminőség általában kifejezhető. A gyakorlatban mindig valamilyen alkalmas minőség megállapításáról van szó. Külön tárgyalható tehát ennek megfelelően a folyóvíz, állóvíz (felszíni vizek), az ipari vizek (pl.: hűtővizek, vagy az öntözővizek) és természetesen az ivóvizek minősítése is. A minősítés alapját minden esetben olyan tulajdonságok képezik, amelyek a kiválasztott cél szempontjából fontosak. A vízminőség igény ily módon tág határok között változik. (Ami pl. az embernek nem jó, az állatnak még jó lehet. Az olyan víz, amelyben az állati szervezetek már nem létezhetnek, hűtési célokra még megfelelő lehet). Tehát annak megállapítása, hogy a víz szennyezett-e, attól függ, hogy milyen célra kívánjuk felhasználni. Megfordítva: vízszennyezőnek tekinthető az az anyag, ami a víz felhasználását adott specifikus célra lehetetlenné teszi. [3]

A természetes víz mindig tartalmaz oldott, ill. külön fázist alkotó, gáz, folyadék, vagy szilárd halmazállapotú, szervetlen és/vagy szerves (élő és élettelen) anyagokat. Adott esetben, tehát egy természetes víz minőségének megállapításához is sok paraméter együttes ismeretére van szükség. Ezen paraméterek ismeretében pedig mindig a felhasználási céltól és a víz eredetétől (vízkivétel helyétől) függően történik a vízminőség megállapítása.

A vízminőség-szabályozás munkájában az elmúlt évtizedben egyre nagyobb szerepet kaptak a környezetvédelem szempontjai. A vízvédelem nemcsak az emberi egészség, hanem a vízi élővilág, tágabb értelemben a bioszféra védelem is. Eszerint a vízszennyezés aktuális meghatározása, bővítettebb értelmezése is változott. [3]

Vízszennyezésnek tekinthető minden olyan hatás, ami a felszíni és felszín alatti vizek minőségét úgy változtatja meg, hogy a víz alkalmassága a benne zajló természetes életfolyamatok számára és az emberi használatra csökken, vagy megszűnik. A természetes vizek összetevőinek ismerete fontos, mert vízszennyezésről akkor beszélünk, ha a rendszeren belül valamely természetes alkotóelem koncentrációja jelentősen megváltozik, vagy a rendszerbe az adott ökoszisztéma természetes összetevőtől alapvetően eltérő minőségű szennyező komponens jut. [3]

2.3. A vízminőségi jellemzők csoportosítása [3]

Tekintve, hogy sokféle paraméter együttes jellemzi a vízminőséget, ezért az áttekinthetőség szempontjából a jellemzőket csoportosítani szokták. A csoportosítás szempontja szerint többféle besorolás terjedt el. A minősítési csoportosítások elsősorban a vízfelhasználás célja szerint tekintik át a jellemzőket.

A fenti ismervek alapján kiválasztott 95féle vegyi anyagot a következőképp csoportosították:

- Klórozott alkánok és alkének,
- Aromás szénhidrogének,
- Növényvédő szerek,
- Szervetlen vegyületek,
- Fertőtlenítőszeres és reakciótermékeik,
- Radioaktív anyagok.

Ismert másféle, az összetevők eredet szerinti besorolása is. A vízszennyező anyagok természetes forrásból is, de a legkülönb félébb ipari, mezőgazdasági, valamint kommunális eredetű hulladékok bemosódásából származhat. Az 1. kép a Hernád-folyó mentén felgyülemlett kommunális hulladékot szemlélteti. Sajnálatos módon ez a jelenség szinte minden felszíni vízfolyásunknál tapasztalható.



1. kép: Hernád-folyó menti kommunális hulladék [Saját kép]

A vízminőségét sokféle, egyidejűleg lejártszódo és egymást befolyásoló fizikai, kémiai és biológiai folyamat alakítja. Ezt figyelembe véve célszerű a folyamatok jellemzőit egymástól elkülönítve vizsgálni.

Ennek alapján a jellemzők besorolhatók:

- Fizikai,
- Kémiai,
- Biológiai,

- Radioaktív és
- Mikrobiológiai tulajdonságcsoporthoz tartoznak.

Fizikai tulajdonságcsoporthoz tartozik, pl. a víz sűrűsége, viszkozitása, hőmérséklete, lebegőanyag-tartalma (zavarossága, fényelnyelő- és fényvisszaverő képessége), színe, szaga, felületi feszültsége, gőznyomása, diffúziója, oldóképessége. Az egyes fizikai paraméterek ismerete nélkülözhetetlen a vízminősítéskor. Így például: a sűrűség és a viszkozitás a különféle transzport folyamatokat, áramlásokat, ülepedést egyaránt befolyásolja.

Kémiai jellemző, pl. a víz pH-ja, a szervesanyag-tartalma, keménysége, a klorid-, szulfát-, illetve nitrát-tartalma, szervesanyag-tartalma, stb.

Biológiai jellemzők pl. az összes algaszám, hal-toxicitás, oxigénfelvétel, stb.

2.4. A vízvizsgálat célja és fajtái [2]

A vízvizsgálatok célja nagyon sokféle lehet, mivel a kérdés felmerülhet az egyes vízfélések és vízhasználatok esetén pl. ivóvíz, hűtővíz, öntözővíz, felszíni víz, hévíz, uszodavíz...stb.

A vízvizsgálatok célja általában a vízminőség jellemzése, a vízminőség ellenőrzése, a vízszennyezés megállapítása, a vízszennyezés eredetének felderítése, a víz adott célra történő alkalmazásának elbírálása, az adatszolgáltatás tervezéséhez, a víz- és szennyvíz-technológiai folyamatok, műtárgyak működésének ellenőrzése, a hatósági ellenőrzés stb.

A vizsgálat célja szabja meg milyen irányú vizsgálat elvégzése szükséges.

A vizsgálat módja lehet fizikai és kémiai, biológiai, mikroszkópos biológiai, bakteriológiai, toxikológiai, parazitológiai.

A vizsgálat terjedelmét szintén az adott vízvizsgálat célja szabja meg. Ez lehet részleges vagy tájékoztató vizsgálat, ellenőrző vizsgálat vagy részletes vizsgálat.

2.5. A vízminőség védelem feladata

A vízminőség védelem feladata egy bekövetkezett szennyezést követően a vízminőség helyreállítása. A vízminőségi kárelhárítás fogalomkörébe tartozik azoknak a tevékenységeknek az összessége, amelyek a rendkívüli vízszennyezések (havária szennyezések) elleni védekezésre illetve azok kártételeinek elhárítására, megelőzésére vagy enyhítésére irányulnak. A vízminőség védelem elemei a következők: a vízminőség rendszeres vizsgálata, értékelése és minősítése, azoknak a műszaki beavatkozásoknak a

végrehajtása, amelyek segítségével elérhető a megfelelő vízminőség, a rendkívüli szennyezések elleni védekezés vagy vízminőségi kárelhárítás.

A következőkben a vízminőség védelem feladatai közül a rendkívüli szennyezések elleni védekezés feladatával, módszereivel foglalkozom, tekintettel arra, hogy a szennyezések jelentős ökológiai hatást gyakorolnak a környezetre. Rendkívüli szennyezésnek (havária szennyezés) nevezzük a felszíni és felszín alatti vizek minőségét, öntisztuló képességét, illetve felhasználhatóságát, a vízi ökoszisztémák életfeltételeit veszélyeztető vagy jelentős mértékben korlátozó - esetleg az élőlények pusztulását okozó - kibocsátásokat (emissziókat). Ezek jellemzője, hogy kialakulásuk gyors, váratlan, előre nem jelezhető időpontban jelentkezik. Az ilyen szennyezések leggyakoribb okai a potenciális szennyező forrásokat képező (termelő, szállító, tároló, tisztító, stb.) berendezések meghibásodása, gondatlan kezelése, baleset, természeti katasztrófa, országhatáron túlról származó szennyező anyag vízbejutása. A vízszennyezés elleni védekezés körébe tartoznak a megelőzési, konkrét védekezési tevékenységek és a szennyezett víz által okozható károk megakadályozása. Így a vízminőségi kárelhárítás részei a következők: a rendkívüli szennyezések megelőzése, a káros szennyező anyagok vízből való eltávolítása, és ezáltal a víz minőségének javítása, a szennyezett vizek által okozott vagy okozható károk eltávolítása vagy csökkentése. A megelőzés leghatékonyabban a potenciális szennyezőként szóba jöhető üzem, intézmény, stb. technológiai illetve vízgazdálkodási rendszere keretébe oldható meg. A vizek szennyezését vagy vízminőség romlását a vízminőségi figyelőhálózat (törzshálózat) észleli, és jelzi a területileg illetékes szervek felé. A védekezés megkezdése előtt ki kell vizsgálni a vízminőség romlásának az okát, és ennek eredménye ismeretében kell döntenie a védekezés módjáról. A leggyakrabban előforduló védekezési mód az úszó szennyeződések lokalizálása, illetve ezek eltávolítása, majd újrafelhasználása, vagy megsemmisítése [13].

2.6. A felszíni vizek minősítési rendszere

2.6.1. Magyarország vízháztartása

Magyarország vízháztartásának sajátosságait földrajzi helyzete, az ország medence jellege határozza meg. Az ország folyamatosan megújuló vízkészletét a belépő (csapadék, belépő vízhozamok) és a kilépő (párolgás, kilépő vízhozamok) tényezők határozzák meg. Az átlagos évi vízforgalom jellemző adatai a következők: az ország területére hulló csapadék 58 km^3 a belépő vízfolyások vízszállítása 114 km^3 az ország területén elpárolgó

víz 52 km³ a kilépő vízfolyások vízzállítása 120 km³. Az elmúlt évek csapadékhiánya és a vízfolyások felső szakaszán létesült tározók következtében mind a belépő, mind a kilépő vízhozamok csökkenő tendenciák mutatnak. [14]

Felszín feletti vizek csoportosítása: A felszíni vizek csoportját folyó vagy álló vizek, természetes vagy mesterséges tavak alkotják, ezek az édesvizek. Az édesvizekhez soroljuk továbbá a patakokat, a holtágakat, kavicsbányák vizeit, természetes és mesterséges öntöző és csatornarendszereket, tározókat. A felszíni vizekhez tartoznak ezen kívül a tengervizek, óceánok és brakkvizek (utóbbiak a kevert típusú, édes-sós vizek). [4] Az 1. táblázat a felszíni vízfolyások csoportosítását mutatja be.

Név	Hosszúság (km)	Vízgyűjtő terület (km ²)	Vízhozam (m ³ /s)	Példa
<i>Csermely, ér, patak</i>	<100	<1000	<5	Csele-patak, Garadna
<i>Kisebb folyó</i>	100-250	1000-10000	250-50	Zagyva, Kis- Túr
<i>Közepes folyó</i>	250-500	10000-50000	600-250	Dráva, Hernád
<i>Nagy folyó</i>	500-1000	50000-150000	2500-600	Maros
<i>Folyam</i>	>1000	>150000	2500	Duna

1. táblázat: Felszín vízfolyások csoportosítása [5]

2.6.2. Minősítési rendszer [3]

1993-ig integrált vízminősítési rendszer volt életben. Ez azt jelentette, hogy a vízminőségi jellemzőknek azon köre, ami elsősorban arra van hatással, hogy milyen módon tudja biztosítani az adott típusú víz a benne lévő élőlények számára az életteret (ökológiai/biológiai vízminőségi jellemzők). A másik szempont, ami szerint a vízminőségi jellemzőket vizsgálták az, hogy milyen mértékben lehet ivóvizet előállítani a felszíni vízből. Ennek a két kategóriának megfelelően a vízminőségi jellemzőket felosztották és így kiderült, hogy melyek azok, amelyek közösek. Ennek alapján 3 kategóriára osztották a határértékeknek megfelelő felszíni vizeket.

Az EU-s csatlakozással ezt a rendszert át kellett alakítani. A környezeti állapot meghatározása érdekében egy ökológiai szemléletű vízminősítési rendszer kerül bevezetésre. Elsősorban azokat a vízminőségi jellemzőket foglalták csoportokba, amelyek a vízben élő szervezetek élettevékenysége szempontjából meghatározóak. Ennek megfelelően 5 nagy csoportba osztották be a vízminőségi jellemzőket:

- A. Oxigénháztartás jellemzői: az oldott oxigén koncentrációja, oxigéntelítettség, BOI, KOI_{ps}, KOI_k, TOC, szaprobitás index
- B. N- és P-háztartás jellemzői: NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, szerves nitrogén (mg/l, mindig átszámítják nitrogénre), összes foszfor, ortofoszfát (µg/l), klorofill-A
- C. Mikrobiológiai jellemzők: Coliformszám 1 ml-ben, fekális, Salmonella
- D. Mikroszennyezők (µg/l koncentrációtartományban) és toxicitás
 - D₁: szervezetlen mikroszennyezők : Hg (µg/l)→ legkisebb koncentráció
 - D₂: szerves mikroszennyezők: PAH-ok, PBC-k (µg/l)
 - D₃: TOXICITÁS: Daphnia-, csíra- és halteszt
 - D₄: radioaktív anyagok: különösen Csernobil óta fontos, vizsgálják az összes β-aktivitást, Cs, sr, trícium izotópok mérése
- E. Egyéb jellemzők: pH (első osztály: pH=6,5-8), vezetőképesség, vízhőmérséklet, összes lebegő anyag, zavarosság, keménység.

2.7. Jogszabályi háttér

Az Európai Unió víz- és vízi környezetgazdálkodási politikájának célkitűzése, hogy 2015-ig jó állapotba hoznak minden felszíni (folyó, patak, tavak) és felszín alatti vizet az EU egész területén. A megvalósítás érdekében megalkották a Víz Keretirányelvet (VKI), amely jogszabályt Magyarországnak is be kell tartani. A Víz Keretirányelv jelentőségét elsősorban az adja, hogy egységes alapokon szabályozza a felszíni, felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi védelmét, a pontszerű és diffúz forrásokkal szembeni fellépését, és előírja a vizek jó állapotának eléréséhez vezető intézkedések vízgyűjtő szintű összehangolását. Ennek Magyarország számára kiemelt jelentőségű szerepe van, mert hazánk egész területe a Duna vízgyűjtőjében fekszik, és a Víz Keretirányelv¹ szerint az egész Duna medencét kell vízgyűjtő területén tekinteni [6]. Továbbiakban a felszíni vizekre vonatkozó jogszabályokat ismertetem.

Nem csak a VKI, de a hazai szabályozás is rendelkezik a felszíni vizek jó állapotának eléréséről és fenntartásáról. A rendelkezést 220/2004. (VII. 21.) Kormányrendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól címmel tartalmazza. A rendelet célja a felszíni vizek minőségének megóvása, fenntartása és javítása, a vízi és víz közeli, továbbá

¹ A Víz Keretirányelv az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve.

a felszíni víztől közvetlenül függő szárazföldi élőhelyek és élő szervezetek fennmaradásához szükséges feltételek biztosítása, a vízhasználatok biztonsága, az emberi egészség és a környezeti állapot megőrzése érdekében a szennyezések megelőzése és csökkentése.

A felszíni vizekre vonatkozó főbb jogszabályok időrendi sorrendben:

- 1995. évi LIII törvény a környezet védelmének szabályairól,
- 1995. évi LVII törvény a vízgazdálkodásról,
- A TANÁCS 1979. október 9-i 79/869/EGK IRÁNYELVE: a tagállamokban az ivóvízkivételre szánt felszíni víz mérésének módszereiről, valamint mintavételének és elemzésének gyakoriságáról
- 221/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet: a vízgyűjtő-gazdálkodás egyes szabályairól
- 31/2004. (XII. 30.) KvVM rendelet: a felszíni vizek megfigyelésének és állapotértékelésének egyes szabályairól
- 27/2006. (II. 7.) Korm. rendelet: a vizek mezőgazdasági eredetű nitrát szennyezéssel szembeni védelméről
- 40/2006. (X. 6.) KvVM rendelet: a felszíni vizeket szennyező egyes veszélyes anyagok környezetminőségi határértékeiről és azok alkalmazásáról
- 379/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet: a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó szabályokról
- A BIZOTTSÁG 2009. július 31-i 2009/90/EK IRÁNYELVE: a vizek állapotának kémiai elemzésére és figyelemmel kísérésére vonatkozó műszaki előírásoknak a 2000/60/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv szerinti megállapításáról.
- 10/2010. (VIII.18.) VM rendelet: a felszíni víz vízszennyezettség határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól,
- MSZ 12749:1993 magyar szabvány: a felszíni vizek minősége, minőségi jellemzők és minősítés.

3. Hernád-folyó

A Gibárt községe, amelyet a Hernád-folyó kettéssel Borsod-Abaúj-Zemplén megyében található Encstől 3 km-re keletre, Encs és Abaújkér között fekszik (koordinátái: é. sz. 48.3155° k. h. 21.16048°). A község teljes népessége 2008. évi adatok alapján 386 fő volt. [15]



2. kép: Gibárt címere

A környék már az a IV. században is lakott volt. E korból származnak a Hernádbúd és Gibárt határában található tárgyak: vaskard, vaskés, kardok és lándzsa. A neve az oklevelekben 1290-ben tűnik fel először Gybart néven, amikor a Berzevzcziek elődei a szepesi Rycolf fiai, Kolos, János, Rycolf osztozkodtak rajta. 1315-ben Rykolph fia Kokol mester és Kércsi Lang birtokának írták. 1316-ban Kokos cserébe adta e birtokát Langnak és testvérének Sáros megyei birtokért. A falu életét a Hernád közelsége határozta meg. A Gibárti gátszakadás súlyos következménnyel járt. Gibárt 1984 és 2006 között Encs része volt (2006. október 1-jétől ismét önálló község). Két fontosabb nevezetessége említhető meg: az egyik a törpe vízerőmű (amely 1903-ban épült) és Mihály bácsi fája (Gibárttól északra a Hernád- völgyében, a folyót hajdan kísérő galériaerdők egyik ritka maradványában található ez a 20 méter magasságú, 7,5 méter törzskerületű, 250 éves nyárfa, amely legenda szerint nevét arról az erdésről kapta, aki megmentette a kivágástól). [7]



3. kép: Gibárti törpe vízerőmű [Saját kép]

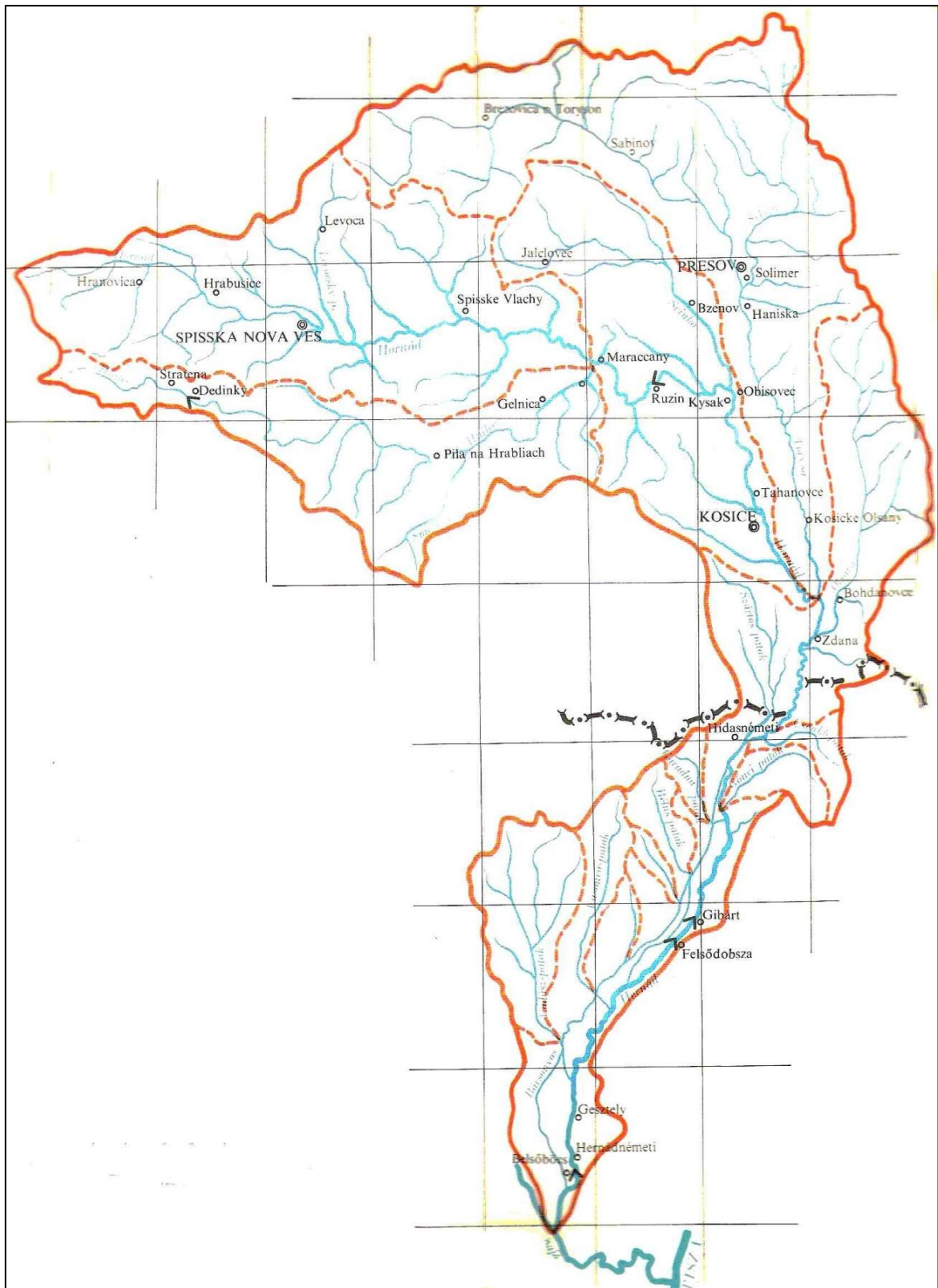
3.1. Hernád vízrajza

A Hernád egyike Magyarország legszebb és legérdekesebb folyóinak. A Hernád a Sajó egyik mellékfolyója. Szlovákiában, Hernádfő (Vikartovce) községnél ered. De valójában három fő forráspatakból fakad, ezek a következők: a Királyhegy csoportjának tövében, Szepes és Gömör vármegye határán a Vikartóc (Hernádfő) község fölött, a másik az Uplaszhegy alatt, a harmadik Gömör vármegyében Vernár mellett. Abaújnádasd (Trstené pri Hornáde) községnél hagyja el Szlovákiát és Abaújvár mellett lép be Magyarországra. Mintegy 10km hosszban határfolyó. A partjára épült legnagyobb város Kassa. A Hernád a

Köröm, Muhi, Ónod és Sajóhídvég községek szegélyezte területen folyik a Sajóba. A Hernád teljes hossza 286 km, magyar szakasza 118km. Vízigyűjtő területe 5436 km², ebből kb. 1100 km² van Magyarországon [16]. Az 5. képen a Hernád folyó teljes vízgyűjtő területének térképe látható továbbá a 6. képen a Hernád-folyó magyarországi szakaszának térképe található. A magyarországi folyómeder átlagos esése 0,6 m/km, a víz átlagos sebessége 1 m/s, vízhozama rendkívül ingadozó 6-540m³ között változik (Hernádnémetinél mérve) átlagos mélysége 2-3m, helyenként 5-6m-es kimélyülésekkel, a középvízi meder szélessége 30-50m. A víz hőmérséklete nyáron 20-22 °C. A folyó magyarországi szakaszát a rendkívül erőteljes kanyargási hajlam (azaz meanderezés) jellemzi, a folyó életének természetes velejárója a túlfejlett kanyarulatok átszakadása partszakadások, medervándorlás [6].

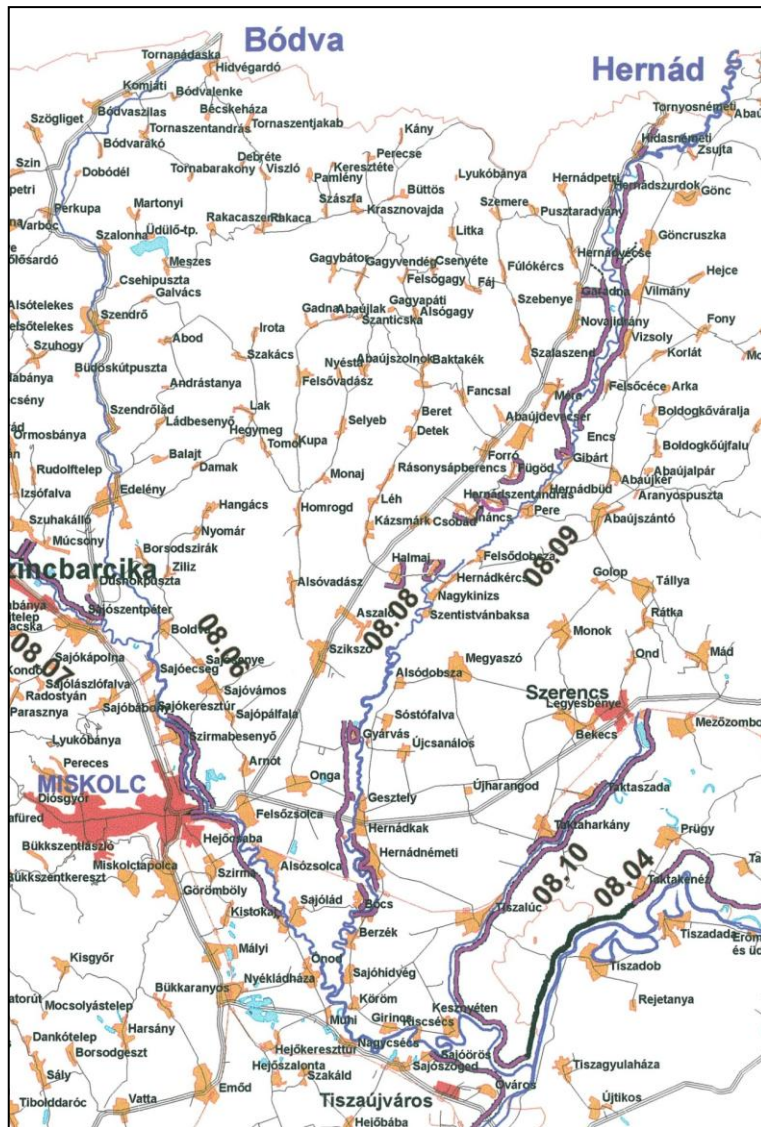


4. kép: Hernád-folyó [Saját kép]



5. kép: Hernád folyó teljes vízgyűjtő területe (ÉKÖVIZIG²)

² ÉKÖVIZIG: Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Vízügyi igazgatóság



6. kép: Hernád folyó magyarországi szakaszának elhelyezkedése (ÉKÖVIZIG)

A Hernád-folyó mellékvizei:

- Magyarországon: (északról dél felé haladva) Csenkő-patak, Szartos-patak, Perényi-patak, Gönci-patak, Garadna-patak, Vilmány-patak, Bélus-patak, Kis-Hernád, Vasonca-patak, Vadász-patak, Bársonyos (csatorna) patak: Hernádszurdok közelében a Hernád vizének egy részét elvezetik. 82,3 fkm keresztül kíséri a folyót majd Böcsnél jut vissza a Hernádba.
- Szlovákiában: Gölnic, Tarca

A Hernád-folyó holtágai: [17]

- ♦ Vizsolyi morotva
- ♦ Hernádvécsei holtág:
- ♦ Göncruszkai holtág (Vider bereki Holt Hernád):
- ♦ Hernádszurdoki holtág:

- ♦ Zug-Zsujtai holtág:



7. kép: Vizsolyi morotva és a Hernádvécsei holtág [Saját kép]

3.2. A Hernád-völgy növény- és állatvilága [8]

A mérsékelt övi lomberdő zóna, így a Kárpát-medence folyóit valaha nedvesség kedvelő fajokból álló aljnövényzetű ligeterdők szegélyezték. Ez a liget erdő a magasabb, ritkán elöntött ártéri szinteken kemény fájú fajokból állt: tölgy (*Quercus*), kőris (*Fraxinus*), szil (*Ulmus*), juhar (*Acer*) és gyertyán (*Carpinus*), keményfa-ligetet alkotott. A folyók mentén ez a legfajgazdagabb erdei élőhely. Kiemelkedő a rovar- és az énekes-madár-faunájuk.

A Hernád mentén keményfa-ligetet sajnos már csak nyomokban találunk, szinte teljes mértékben elpusztultak, óriási és helyrehozhatatlan veszteséget okozva ezzel a természetnek.

Az alacsonyabb, a vízhez közelebbi, gyakran elöntött szinteken puha fájú fajokból áll: fűz (*Salix*), nyár (*Populus*) és éger (*Alnus*) alkotta puhafa-liget a jellemző növénytársulás. Kiváló madárfészkelőhelyek.

A folyószabályozás és az erdőirtás következtében ez a természetes állapot gyökeresen megváltozott. A keményfa-ligetek valaha az ország területének 19%-át borították, mára azonban az 1%-ot sem éri el. A puhafa-ligeteknél nem ennyire rossz a helyzet, de a területük ezeknek is jelentősen csökkent, a megmaradt állományokban pedig tájidegen fajok szaporodtak el.

A magyarországi Hernád felső szakaszán még nagyobb kiterjedésű puhafa-liget található, amely még őriz valamit a természetes állapotból, ezért védelemre javasolható. Azonban ezt is mezőgazdasági, irtott, ill. degradált területek határolják, gyomosodás és akácosodás okoz problémát.

A középső, ill. alsó szakaszán még találunk puhafa-ligetet, amelynek állapota hasonló az előbb említettthez, és megőrzésük szintén fontos. Itt azonban már megjelennek a szabályosan ültetett nemes nyárasok és az irtott, erősen degradált, akácosodott területek. A Hernád mentén előforduló védett növényfajok:

- Dunai szegfű (*Dianthus collinus*)
- Kétlevelű sarkvirág (*Platanthera bifolia*)
- Korcs nőszirm (*Iris spuria*)
- Macskahere (*Phlomis tuberosa*)
- Nyári tűzike (*Leucjum aestivum*)
- Pusztai meténg (*Vinca herbacea*)
- Réti iszalag (*Clematis integrifolia*)
- Tátorján (*Crambe tataria*)
- Széleslevelű nőszőfű (*Epipactis helleborine*)

A Hernád víz faunája: lapos tavi kagyló, festőkagyló, folyamkagyló, küsz, szivárványos ökle, sujtásos küsz, domolykó, fenékjáró küllő, márna, paduc, szilvaorrú keszeg és a legkülönb félébb szitakötők stb.

A 8. kép és a 9. kép az említett növény és állatfajok közül mutat be néhányat.



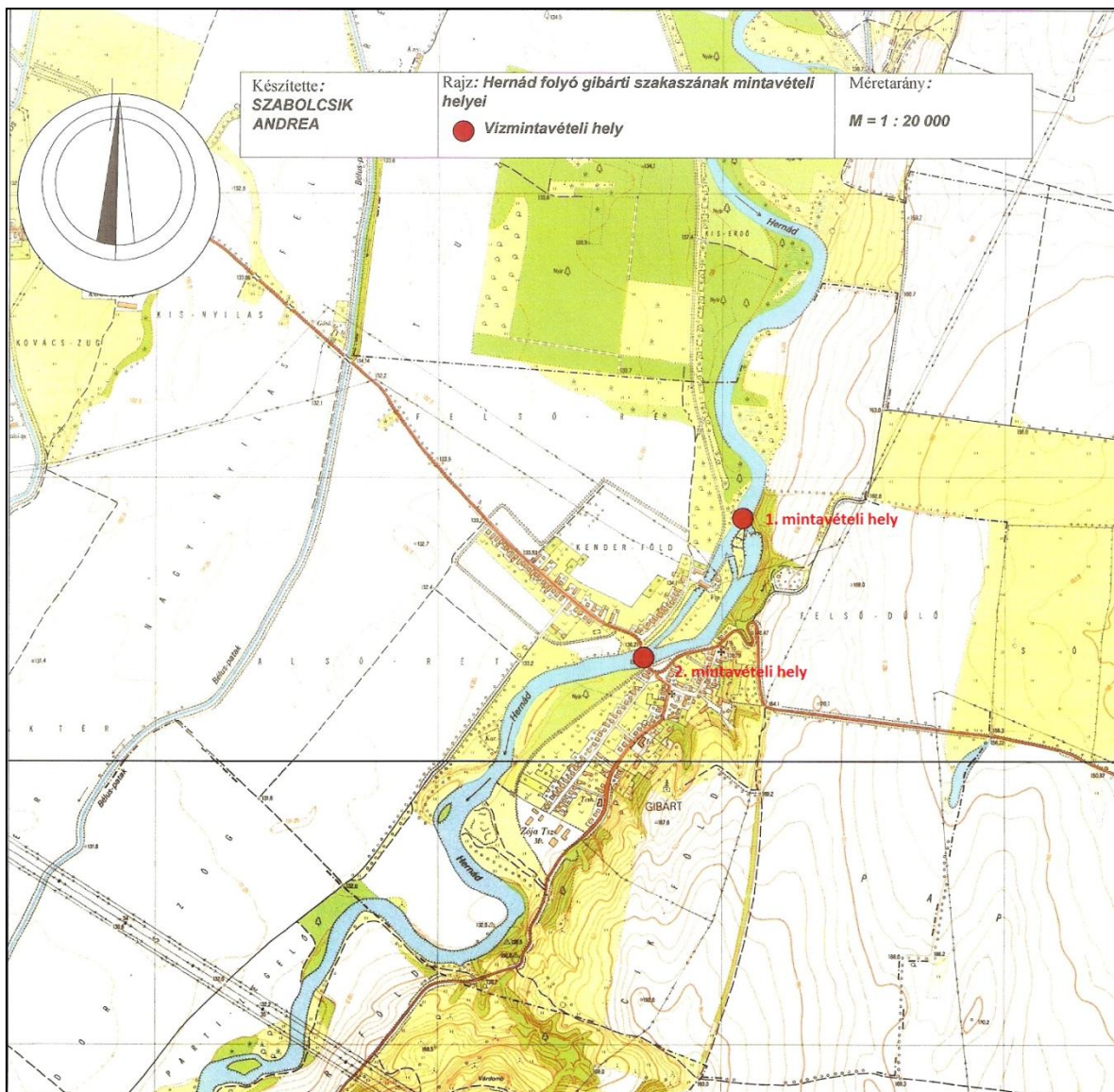
8. kép: Növények: pusztai meténg, kétlevelű sarkvirág, dunai szegfű [19, 20, 21]



9. kép: Állatok: festőkagyló, küsz, szivárványos ökle [22, 23, 24]

4. Saját mérések

Kutatásaim kezdetén el kellett sajátítanom a szükséges vízanalitikai eljárások ismeretét, mely után a mintavételezés következett. A mérésekhez szükséges mintákat a Hernád-folyóra épült Gibárti törpe vízerőmű előtti, utáni folyószakaszból (66 fkm környéke) vettem. A mintavételi helyeket a 10. képen található térképen jelöltem be. Továbbiakban a megkönnyítés érdekében a Hernád-folyóra épült Gibárti törpe vízerőmű előtti szakaszt 1. mintavételi helynek még a vízerőmű utáni szakaszt 2. mintavételi helynek neveztem el. A mintavételezést követően a megfelelően tárolt mintákat a Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék Környezetvédelmi és Vegyipari művelettani Laboratóriumában fizikai és kémiai minősítésnek vettem alá.



10. kép: A Hernád folyó gibárti szakaszának mintavételi helyei

4.1. Mintavétel, tartósítás, a minták előkészítése [2]

A víz- és szennyvízvizsgálatok során a vizsgálat céljától függően pontminta, időbeli- és térbeli átlagminta vételére is sor kerülhet. A mintákat (folyók, tavak, tározók, szabadtéri műtárgyak, tározó medencék, csővezetékek stb.) a szabad víz felületű mederből, műtárgyakból vagy zárt, nyomás alatti berendezésekből, csővezetékekből kell venniük.

A mintavétel általános szabályai:

1. A mintát előírászerűen, jól zárható üveg vagy műanyag edénybe vesszük: merítéssel, vízszugárból feltöltéssel vagy speciális mintavevő edénnyel.
2. A mintát mindig áramló víztérből kell venni.
3. Zárt rendszerből történő mintavételnél a mintavételi csapon legalább 5 percen keresztül folytatjuk a vizet és csak ezután vesszünk mintát.
4. A mintavétel előtt a mintavevő edényt a vizsgálandó vízzel ki kell öblíteni.
5. Az adott mintavételi helyen külön vesszünk mintát: a fizikai, kémiai vizsgálatokhoz, ezen belül is a tartósításra, vagy fixálásra kerülő komponensek vizsgálatához; a biológiai vizsgálatokhoz; a bakteriológiai vizsgálatokhoz.
6. A mintavételi edényeket jól látható, tartósan megmaradó jelöléssel kell ellátni.
7. A mintavételi jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell: a mintavétel helyét, a mintavétel körülményeit, a helyszíni szemle tapasztalatait, a mintavétel időpontját (év, hó, nap, óra), a helyszíni vizsgálatok eredményeit, felszíni vizek vizsgálatánál az időjárási viszonyokat (szükség esetén az előző napit is).

A vízminták tartósítása:

Az élővizek, tisztítatlan szennyvizek, felszíni vizekből tisztítással nyert ivóvizek mindig tartalmaznak élő szervezeteket (planktonok, baktériumok stb). a körülményektől függően a mintavételt követően folytatódhatnak vagy megindulhatnak a fizikai-kémiai, valamint a biokémiai folyamatok. De felszíni vizek esetében a tartósítás a biokémiai változások miatt szükséges.

A tartósítás lehetséges módjai:

- ♦ A minta hűtése $+4^{\circ}\text{C}$ -ra.
- ♦ Savas kémhatás ($\text{pH} < 2$) biztosítása.

- ♦ Lúgos kémhatás biztosítása ($\text{pH} > 2$).
- ♦ Oxidálószer alkalmazása.
- ♦ Szerves oldószerek alkalmazása.

A minták előkészítése:[9]

- ♦ Hígítás: a koncentráció beállítása a választott módszer méréstartományának közepére.
- ♦ Koncentráció növelése: ha a vizsgálandó anyag koncentrációja nem éri el az alkalmazott módszer méréstartományát.
- ♦ Szűrés: lebegő anyagok visszatartása $0,45\ \mu\text{m}$ pórusméretű membránszűrővel.
- ♦ Derítés és szűrés: ha a kolloidális méretű lebegő anyagtartalom magas (nagy a zavarosság).
- ♦ Feltárás: a komplex vegyületek formájában megkötött ionok így válnak alkalmassá pl. színreakcióra.



11. kép Mintavétel és a minta tárolása [Saját kép]

4.2. Analitikai módszerek [10]

Az analitika egyik osztályozása az alkalmazott módszerek szerint lehetséges. Ezen belül két módszert különböztethetünk meg: a klasszikus analitikai módszerek és a műszeres analitikai módszerek.

Klasszikus analitikai módszerek:

- Tömegszerinti elemzés, a gravimetria
- Térfogatos elemzés, a titrimetria

Műszeres analitikai eljárások:

- Elektroanalitikai,
- Optikai,
- Termoanalitikai,
- Radiokémiai,
- Mágneses módszer,
- Kromatográfia,
- Egyéb technikák.

A vizsgálataim során használt analitikai eljárások leírása az egyes mérések értékelésénél található.

4.3. A Hernád folyó vizének minősítése

A vízminőséget a víz fizikai, kémiai, biológiai és mikrobiológiai tulajdonságaik összessége adja. Ezért vízminősítés során ezeket a tulajdonságokat kell megvizsgálni és a vizsgálati eredményeket értékelni.

Fizikai minősítés:

- víz színváltozása, áttetszőség,
- a víz szaga és íze,
- hőmérséklet, hőháztartását,
- lebegőanyag tartalom és lebegőanyag szemcse méret.

Kémiai minősítés:

- oldott gáz, só, oldott és kolloidos szerves anyag tartalom (KOI, BOI, TOC),
- összes keménység,
- pH értéke,
- vezetőképesség
- redoxifeszültség,
- oldott oxigén koncentráció,

- ammónium- (NH_4^+), nitrát- (NO_3^-), foszfát- (PO_4^{3-}), szulfát- (SO_4^{2-}), nitrit- (NO_2^-), klorid- (Cl^-) ion koncentráció illetve mangán-, vas-, cink-, réz- tartalom.

Biológiai minősítés:

- *halobitás* (szervetlen kémiai tulajdonságok összessége),
- *trofitás* (a vízben élő szervezetek elsődleges szervesanyag termelésének mértéke),
- *szaprobítást* (szervesanyag lebontás heterotróf mikroorganizmusokkal),
- *toxicitás* (természetes eredetű méreganyag tartalom).

A 90-es évek környékén a Hernád folyó Magyarország egyik legszennyezettebb vízfolyásai közé tartozott, ezért 1999-ben egy monitoring állomást építettek ki a folyó 102 fkm-nél (Hernádszurdoknál.), amely a Kassa térségéből érkező ipari és kommunális szennyezőanyag-terhelés hatását is figyeli. A 2. és a 3. táblázat a Szlovákia területén található főbb települési szennyvíz és ipari szennyvíz kibocsátókat mutatja.

Az általam vizsgált folyó szakasz vízminőségét ezek a szlovákiai szennyező források befolyásolják, mivel a magyarországi szakaszon az én mintavételi helyemig nincsen bejelentett szennyező forrás (azaz nincs legális szennyező kibocsátó) természetesen az illegális szennyező források jelen lehetnek (pl.: települési szennyvíz bemosódás, hulladék lerakás stb.)

<i>Szennyező</i>	<i>Befogadó neve</i>	<i>Bebocsátási pont (fkm)</i>	<i>Kibocsátott összes szennyvíz</i>	
			<i>(l/s)</i>	<i>(ezer m³/év)</i>
Igló	Hernád	127,40	182,0	5739,6
Korompa	Hernád	95,80	29,0	914,5
Kassa	Hernád	24,30	1200,0	37843,2

2. táblázat: Főbb települési szennyvíz kibocsátók a Hernád folyó szlovákiai szakaszán

<i>Szennyező (cég neve és helye)</i>	<i>Ipari tevékenység</i>	<i>Befogadó neve</i>	<i>Bebocsátási pont (fkm)</i>	<i>Kibocsátott összes szennyvíz</i>	
				<i>(l/s)</i>	<i>(ezer m³/év)</i>
Kovohuty a.s. (Korompa)	fémgyártás	Hernád	97,8	17,5	551,9
SEZ Korompachy a.s. (Korompa)	gépgyártás	Hernád	96,6	1,9	30,0

3. táblázat: Főbb ipari szennyvíz kibocsátók a Hernád folyó szlovákiai szakaszán

A továbbiakban az általam mért komponensek értékeit elemzem és összehasonlítom a monitorállomáson mért eredményekkel illetve a határértékekkel.

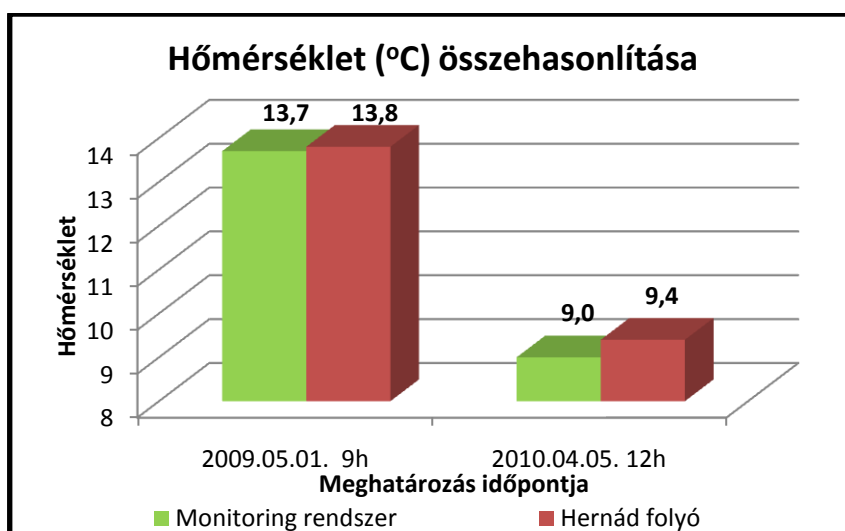
4.3.1. Fizikai minősítés

1, Hőmérséklet:

Az egyik legfontosabb fizikai vízminősítési paraméter a hőmérséklet. A vízhőmérséklete hatással van a víz sűrűségére, viszkozitására, elektromos vezetésére, a gázok oldhatóságára, a vízben fennálló kémiai egyensúlyokra és befolyásolja a víz ízét és szagát. A víz hőmérsékletét a helyszínen kell meghatározni mintavétellel egy időben vagy azt követően azonnal. Én is végeztem helyszíni méréseket és a 2. ábra az általam és a monitoring rendszer által mért adatokat hasonlítja össze.



12. kép: Helyszíni mérések [Saját kép]



2. ábra: Hőmérséklet összehasonlítása

A 2. ábráról jól leolvasható, hogy a mért értékek között kismértékű eltérés van, még pedig enyhe mértékű melegedés. Az eltérés oka lehet az eltérő meteorológia viszonyok illetve a Gibárti törpe erőmű felduzzasztja a Hernád-folyó vizét, ezáltal a sebessége

drasztikusan csökken a vízfolyásnak és szinte álló vízzé válik, ezért jobban felmelegszik. Ez a különbség azonban a mérési eredményeimet számottevően nem befolyásolja.

2, Szag, szín és íz:

A mintavételezések során szaghatások nem voltak tapasztalhatók. A víz szaga a benne oldott gázoktól, az oldott sóktól valamint az ott található életközösségektől függ. A víz szagát és ízét a tömegesen elpusztult mikroorganizmusok valamint a szerves anyagok is befolyásolják. A Hernád folyó színe a tavaszi és őszi áradási időszakok kivételével zöld volt, áradások idején pedig tejeskávé színű, melyet a 13. kép szemléltet. A víz színe a visszavert fényből ítéltet meg. A tiszta víz, ha a rétegvastagsága kicsi, színtelen, ha a vastagsága nagy, halványkékes színű. A felszíni vizek nagyon színesnek tűnnek néha a bennük lévő színes szuszpendált anyagok miatt, ez azonban csak látszólagos szín. A tényleges színt: a kolloidális vasvegyületek, házi- és ipari szennyvizek, huminanyagok idéznek elő, és a növényi szervezetek (pl. algák) túlszaporodása okozza.

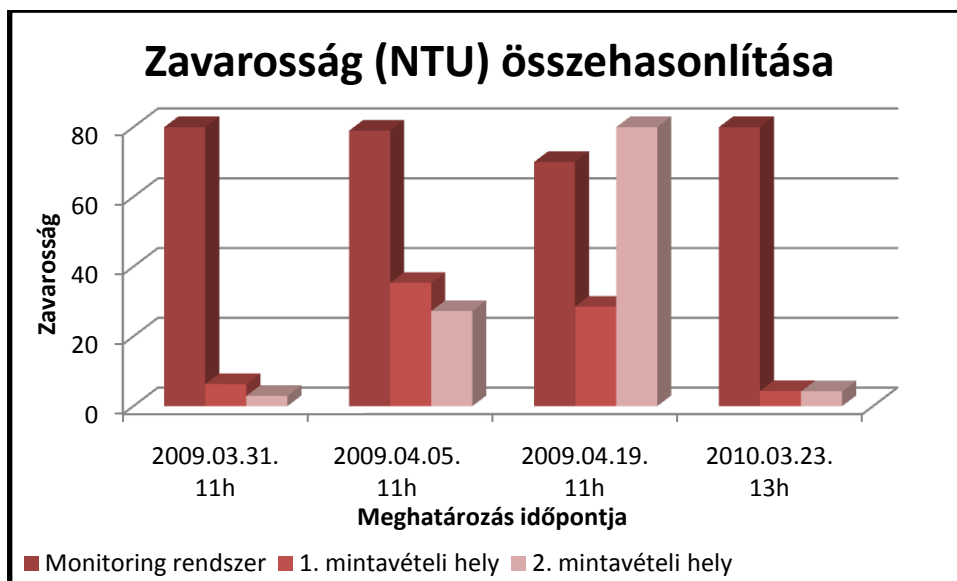


13. kép: A Hernád-folyó színei

3, Zavarosság:

Turbidimetriás módszerrel határozzák meg a felszíni vizek zavarosságát. A zavarosság szerves és szervetlen eredetű oldhatatlan anyagok, kolloid méretű részecskék jelenlétével függ össze. A felszíni vizeknél rendszerint szerves kolloid, mikroorganizmusok, vas-hidroxid, iszap, talajalkotók, kovássav, planktonok idézik elő [11]. A turbidimetriás analitikai módszer a kolloid oldaton áthaladó szóródó fény relatív intenzitáscsökkenésének mérésén alapul. A mértékegysége NTU.

A 3. ábra az általam és a monitoring rendszer által mért zavarossági értékeket mutatja be.



3. ábra: Zavarosság összehasonlítása



14. kép: Zavarosság mérés turbidimetriás módszerrel

A zavarosság esetében megfigyelhetők az eltérések. Ennek egyik oka lehet az, hogy a mintavétel helye és a monitoring állomás közötti távolság kb. 36 fkm illetve törpevízerőmű is befolyásolja a zavarossági értékek. A másik ok, amelyet meg kell még említeni az az, hogy az általam mért zavarosság meghatározása nem a helyszínen történt ezért lehetnek az értékek alacsonyabbak. A zavarosság mértéke elsősorban az oldhatatlan részek mennyiségétől függ, befolyásolja azonban az ilyen részek alakja, mérete és összetétele is. Ennek következtében a zavarosság mérésekor a szuszpendált részek mennyiségére utaló kvantitatív megállapítás csak jó specifikált mintáknál lehetséges.

4.3.2. Kémiai minősítés

1, A pH mérés:

Az egyik legfontosabb paraméter a pH, amely értékétől számos egyéb minősítési jellemző függ (pl. szervesetlen szénformák, ammónium-ion koncentráció, vezetőképesség, só koncentráció, redoxipotenciál) [3]. A mérést **MultiLine P4** mérőműszerrel végeztem,

amely műszer lehetővé tette még a redoxipotenciál, a vezetőképesség és az összes oldott sótartalom meghatározását.

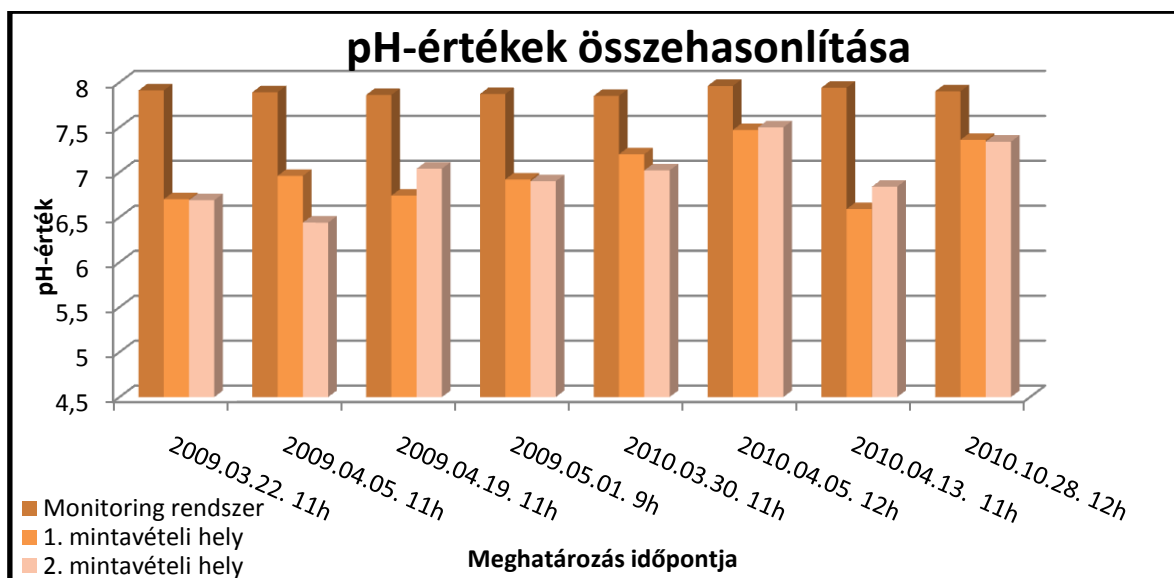


15. kép: Mérés közben [Saját kép]

A pH-érték meghatározásához használt analitikai módszer a potenciometria, amely egy elektroanalitikai eljárás. A mérés egy kombinált üvegelektroda segítségével történik és ugyan ezzel az elektródával határozható meg a redoxifeszültség is

Az elektróda olyan elektrokémiai érzékelő, amely egy mérő- és egy referencia elektródából áll. Az érzékelő speciális galvánelemnek tekinthető, melynek elektromos ereje az oldat H^+ -ion koncentrációval egyenesen arányos egy adott tartományon belül [11].

A pH-érték meghatározását lehetőleg a helyszínen kell elvégezni, a mintavételt követően azonnal. A 4. ábra az általam mért és a monitorállomáson mért pH értékeket hasonlítja össze.



4. ábra: A pH értékek összehasonlítása

A 4. ábráról jól leolvashatók az egyes mérési eredmények, melyek elég jó egyezést mutatnak. A kismértékű eltérés oka lehet pl. az eltérő hőmérséklet és a minta tartósítása, ill. szállítása, mely befolyásolja a pH értékeket. Felszíni vizek esetében a pH határértéke

5,5-9,5 tartományba esik és jól látható, hogy méréseim alkalmával minden mérési eredmény ebben az intervallumban volt.

Továbbá a redoxifeszültség értéke jellemzi a vizsgált oldat redukáló ill. oxidáló képességét. Méréseim alkalmával túlnyomó többségben negatív értékeket kaptam, amely redukáló képességet jelent. Tehát a vegyület negatív alkotórészeinek vegyértéke nő, vagyis egy ion vagy molekula elektront ad le.

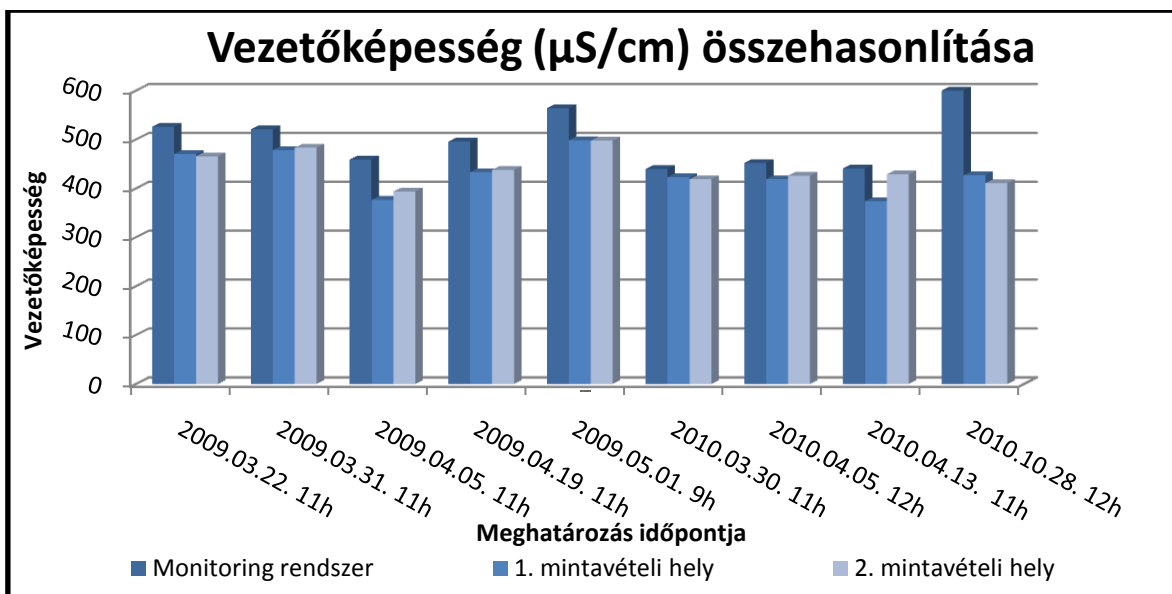
2, A vezetőképesség mérés:

A vezetőképesség meghatározása is a MultiLine P4 mérőműszerrel történik. A vezetőképesség mérésén alapuló elektroanalitikai eljárás a konduktometria. A vezetőképesség egyenesen arányos az oldat ionkoncentrációjával és egyben függ a hőmérséklettől is. A vezetőképesség tájékoztat az elektrolit koncentrációról (vezetőképesség mértékegysége Simens/méter). Minél nagyobb az oldat só tartalom, minél több savat vagy lúgot tartalmaz az adott minta annál nagyobb a vezetőképessége. Ebből kifolyólag a víz összes oldott sótartalmát is mérni tudjuk. A mérés elektrokémiai ellenállásméréssel történik. A mérőcella két egyforma elektródból áll (Pt/Pt elektród). Ezekre az elektródokra adott változó feszültség idézi elő az oldatban lévő ionok elektródok irányába történő mozgását [11]. Ugyanezen elektródával történik a sótartalom meghatározása és itt említeném meg, hogy a kutatásom alkalmával én is mértem a sótartalmat, de minden esetben 0,0 g/l értéket kaptam. Ezáltal azt tudom elmondani, hogy a Hernád-folyó sótartalmának meghatározása során olyan mérőműszert kell alkalmazni, amelynek a kimutatási határa mg/l.

A vezetőképesség során kapott értékeimet és a monitoring rendszer adatait az 5. ábra szemlélteti.



16. kép: Mérés közben



5. ábra: A fajlagos vezetőképesség összehasonlítása

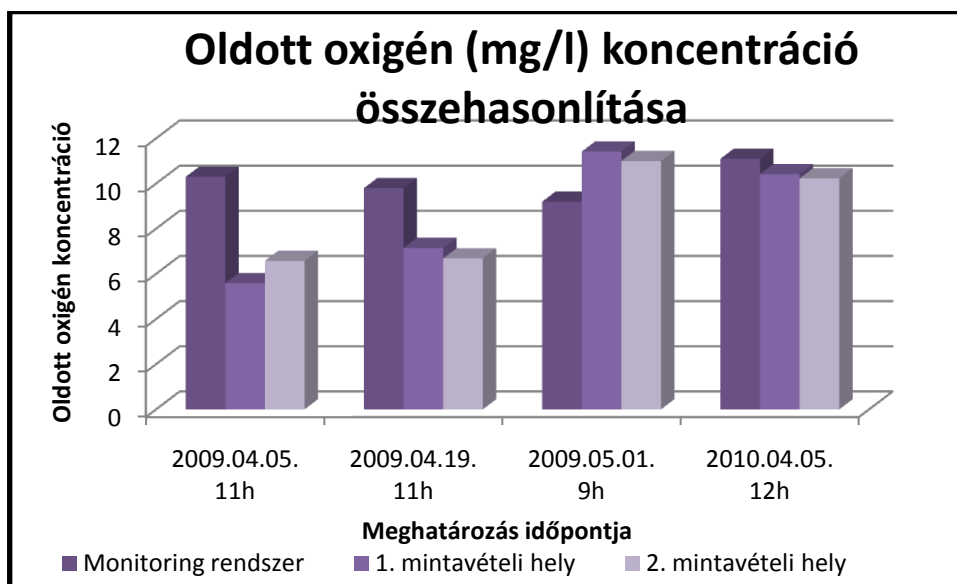
Az 5. ábrán jól megfigyelhető az egyes mérési eredmények. A mért értékek között kismértékű eltérés figyelhető meg, amelynek oka lehet, hogy a minta tartósítása során olyan kémiai reakciók játszódnak le a mintában, amelyek során a rendszert alkotó oldott ionok koncentrációja megváltozott. A mért értékek a megengedett vezetőképesség vízminőségi határértékét (2500 µS/cm) nem haladták meg.

3. Oldott oxigén tartalom mérés:

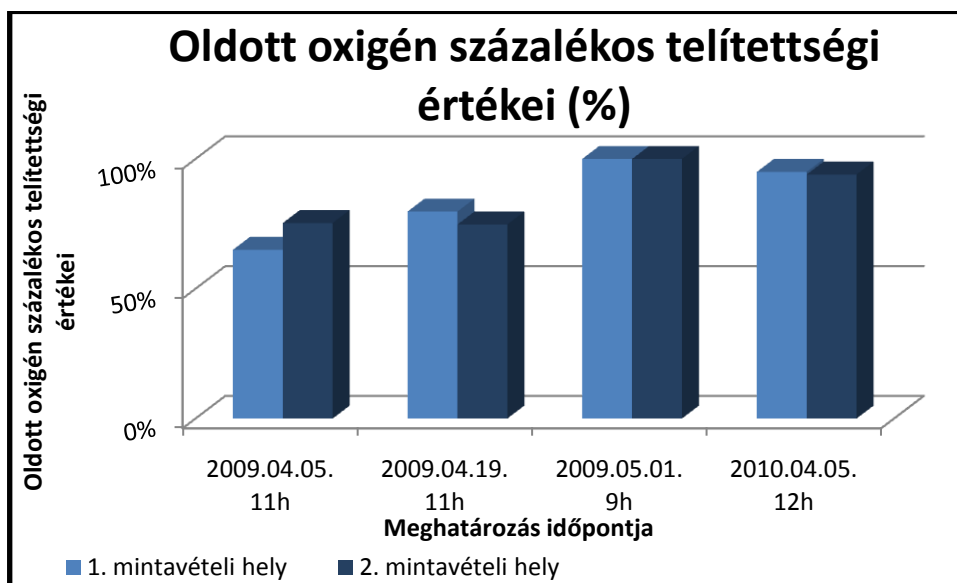
A vízminta oldott oxigén tartalmának meghatározása oldott oxigénmérő műszerrel történik. Az eredményeket megadhatjuk koncentrációban (mg/l), vagy százalékos telítettség értékben (%) is. A gyakorlatban minden folyadék tartalmaz valamennyi oldott oxigént. Minden folyadék annyi oxigént vesz fel, ameddig a folyadékban lévő oxigén parciális nyomása egyensúlyba kerül a vele érintkező levegő, ill. gázfázissal. A tényleges oxigén-koncentráció tehát számos tényezőtől függ, pl. a hőmérséklettől, a légnyomástól, a mikrobiológiai lebontási folyamatok oxigén- felhasználásától, ill. az algák oxigéntermelésétől stb., tehát problémát jelent, hogy a vízminta oldott oxigén koncentrációja szállítás közben változhat, így természetes vizek esetén, a mintavétel helyszínén kell a mérést elvégezni.

A víz aktuális oldott oxigéntartalma, a víz minőségét akkor jellemzi a legjobban, hogyha nem a koncentrációját, hanem telítettségi százalékban kifejezett mennyiségét adjuk meg. Az oxigén tartalom ilyen módon megadott értéke a víz biokémiai állapotát jellemzi, teljes (100%) telítettséghez képest; eltérés megmutatja, hogy a vízben vannak-e jelen oxigént fogyasztó, vagy termelő szervezetek. A 6.-os ábra az oldott oxigén tartalmat mutatja be a meghatározott értékeink és a monitorállomás értékei függvényében. A 7.-es

ábra az általam mért telítettségi százalékban mutatja be az oldott oxigén tartalmat, mivel a monitoring rendszer ezt a paramétert nem vizsgálja.



6. ábra: Oldott oxigén tartalom összehasonlítása



7. ábra: Mért értékeim oldott oxigén százalékos telítettségi értékei

Az 6. ábrán jól megfigyelhető a meghatározott értékek eltérése. Az egyes értékek közötti eltérés oka lehet az, hogy a mérést nem a helyszínen végeztük, de ez alól kivételt képez a 2009.05.01-i és a 2010.04.05-i minta, mert ezeknek a mintáknak az elemzése a mintavételezéskor történt. A fentiekben már említettem, hogy a szállítás és a tartósítás nagyban befolyásolja ezeket az értékeket, ezért az oldott oxigén koncentrációt a helyszínen kell meghatározni, mert csak így kaphatunk reális értékeket.

4. Biológiai oxigénigény (BOI₅):

A biológiai oxigén igény fontos paraméter a vízminősítésben. A biológiai oxigénigény az az oldott oxigénmennyiség, amely a vízben lévő szerves anyagok aerob baktériumok általi lebontásához bizonyos időtartam és hőmérséklet mellett szükséges. A biokémiai oxigénigény értéke alapján a vizsgált minta szervesanyag-tartalmának mértékére következtethetünk [10]. A BOI értékét milligramm/liter oxigénben adjuk meg és a szennyvíz „erősségének” szennyezettségének kifejezésére használjuk. A biológiai oxidáció két fő reakciólépésből áll. Az első, ún. szénfázisban a szerves anyag oxidálása történik. A másik az ún. nitrogénfázisban az ammónia és a nitrit alakul át nitráttá [4].

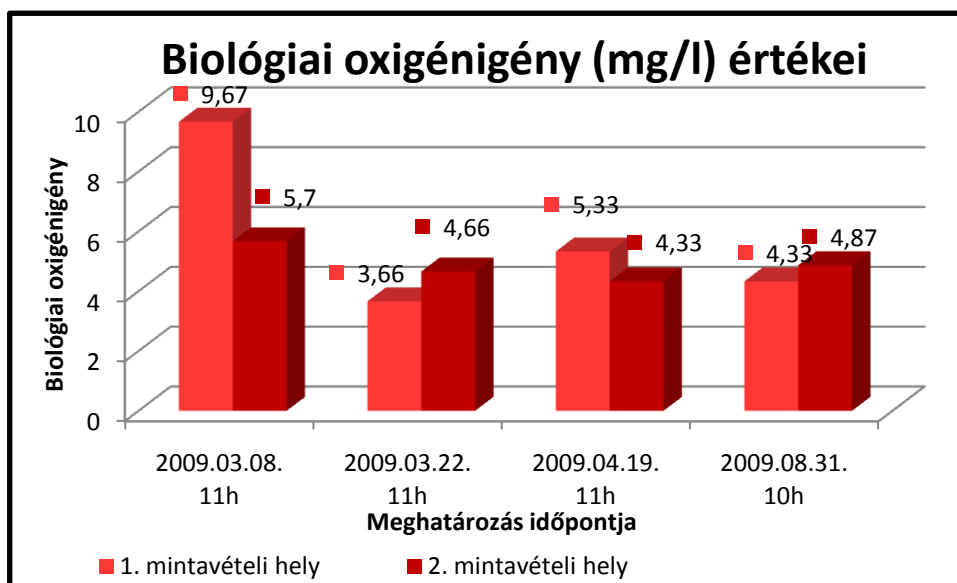
A ma legáltalánosabb használt BOI érték megadási mód: a BOI₅ (mg/l), amely 1 liter vizsgált minta 5 nap alatti vizsgálat során felhasznált biológiai oxigénigényt adja meg, mg O₂-ben kifejezve. A teljes biológiai lebontáshoz elméletileg végtelen időtartam szükséges, gyakorlatilag a lebontás 20 nap alatt teljesnek tekinthető [11]. A BOI-mérés során biológiai bontási folyamatot hajtunk végre és a biológiai bontási folyamat során a mikroorganizmusok által elhasznált oxigén mennyiségét mérjük. Ez az jelenti, hogy a mérés végrehajtása során a szokásos analitikai szabályokon túlmenően arra is ügyelni kell, hogy a mikroorganizmusok életfunkcióit semmivel ne zavarjuk meg és számukra minden tekintetben reprodukálható módon biztosítsuk a bontási tevékenységükhöz szükséges körülményeket. A zavaró hatás kizárására NTH 600 oldat adagolása, amely a nitrifikációs folyamatokat kizárja, azaz a biológiai bontást gátló- és toxikus hatások kizárása. A BOI érték meghatározáshoz manometrikus **BOI mérő üveget** használtam, amely a mérés során az oxigénfogyás nyomásváltozáshoz vezet és ezt a nyomáskülönbséget méri. A mérés 5 napig tart egy 20 °C-ot biztosító termosztát szekrényben.



17. kép: BOI-mérés

A mérés során a mintából 432 ml térfogatot mértem be túlfolyós mérőlombik segítségével, ezután 9 csepp NTH-oldatot adtam a bemért mintához. Egy mintából 3

mérést végeztem majd az eredmények átlagát vettem és ezeket az értékeket a 10 számú ábra mutatja be.



10. ábra: Biológiai oxigénigény mérés eredményei

A 10 számú ábrán jól leolvasható a mért értékek. A meghatározott értékek alapján megállapítható, hogy a szerves anyag tartalom egy érték kivételével minimális, de meg kell említenem, hogy a 2009.03.08-án a Hernád-folyón árhullám vonult le és ezért magasabb a BOI_5 érték. De hangsúlyoznám, hogy a felszíni vizekre vonatkozó határértéket még a legmagasabb eredmény sem lépi át, azaz a határérték 3-10 mg/l közötti tartományban található.

5. Kémiai oxigénigény:

A vízben lévő szerves szennyezőanyag mennyisége közelítően a kémiai oxigénigény (KOI, mg/l) alapján is meghatározható. A KOI meghatározása tehát azt az oxigénmennyiséget adja meg, amely a vízben lévő szerves anyag kémiai oxidálásához szükséges. Azon tényen alapszik, hogy minden szerves vegyület, kevés kivétellel, a széndioxiddá és vízzé oxidálható erős oxidáló szerrel. A KOI meghatározása során valamennyi szerves anyag oxidálódik széndioxiddá és vízzé, tekintet nélkül arra, hogy a szerves anyag biológiailag lebontható vagy nem. A kémiai oxigénigény különböző módon adható meg aszerint, hogy milyen oxidálószerrel használunk. A klasszikus analitikai módszereken belül beszélhetünk a kálium-permanganátos oxigénfogyasztás és kálium-dikromáttal végzett oxigénigény meghatározásról. A KOI meghatározása nem csak a hagyományos klasszikus analitikai módszerek segítségével, hanem egyszerűbben, gyorsabban és biztonságosabban műszeres analitikai módszerek alkalmazásával is

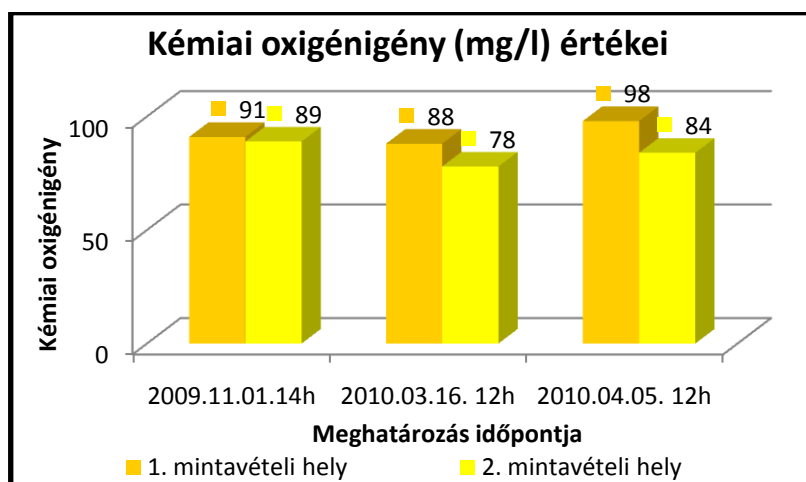
történhet. Ezek közül az egyik legelterjedtebb módszer a fotometriás vizsgálat, amit termikus kezelés (roncsolás) előz meg. Ehhez előre elkészített reagens-készletek használatosak.

A KOI meghatározása **NANOCOLOR Linus fotométer** (18. kép) segítségével történik. A fotométer működési elve: a molekulák és az ultraibolya, ill. a látható elektromágneses sugárzás kölcsönhatásán alapuló analitikai eljárás. A különböző anyagok molekulái a fény egy részét elnyelik: abszorbeálják. Az abszorpció mértékének a hullámhossz szerinti megoszlása az anyag minőségére, adott hullámhosszú fény abszorpciójának mértéke az illető anyag mennyiségére ad felvilágosítást.

A meghatározás lépései a következők: a tesztesőbe lassan beadagolunk, 2ml vízmintát majd egy biztonsági edény segítségével összerázzuk. Ezután a tesztesövet egy fűtőblokkba helyezzük majd 148 °C-on 2 órán keresztül roncsoljuk. Ezután káliumdikromát/kénsav/ezüstsulfát-tal 148 °C-on végrehajtott 2 órás oxidációt követően, a kromát koncentráció csökkenését mérjük fotometriásan 436 nm hullámhosszú fény segítségével. A 11. ábra az általam mért KOI értékeket tartalmazza.



18. kép: NANOCOLOR Linus spektrofotométer [25]



11. ábra: Kémiai oxigénigény mérési eredmények

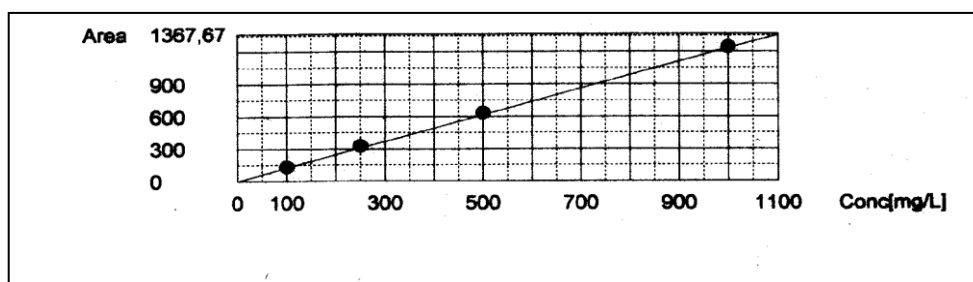
A 11. ábrán megfigyelhető, hogy a mérési értékek jó egyezést mutatnak. A meghatározott szerves anyag tartalom a felszíni vizekre vonatkozó vízminősítési határértéket nem haladja meg, azaz a határérték 30-100 mg/l között van.

6. Összes szerves széntartalom (TOC)

Összes szerves széntartalom mérő készülék alkalmas oldat minták szerves komponenseit jellemző összegparaméter megadására. A paraméter (TOC/NPOC) napjainkban a vízanalitikában egyre elterjedtebb, pontosabb, mint a kémiai- (KOI), illetve mint a biológiai oxigénigény (BOI).

A **Shimadzu TOC-V CPN** összes szerves széntartalom mérő készülék, NDIR detektorral, gázlefejtő panellel (fali nyomáscsökkentő panel túszeleppel, mely szintetikus levegő vagy oxigén vezetékre illeszthető), 72 minta bevitelére alkalmas automata mintaadagolóval, illetve mintabeviteli tartozékokkal rendelkezik, szükség esetén kézzel is injektálható. Rendelkezik több mérési lehetőséggel: TC, IC, TOC, NPOC.

A méréseimhez NPOC üzemmódot használtam (nem kiűzhető szerves széntartalom (NPOC), mely gyakorlatilag azonos a TOC-val ha nem tartalmaz a minta illékony szerves vegyületeket), mely során első lépésben kalibráltuk a készüléket. A kalibráló standard NPOC mérésre vízmentes káliumhidrogén-ftalát volt. A kalibrációhoz 1000, 100 és 20 ppm (mg/l) koncentrációjú oldatot készítettünk, ezt a készülék hígítva használta a kalibrációs görbe felvételéhez. A mérések megkezdése előtt ellenőriztük a rendszer vegyszer és ultra tiszta víz tartályait és megkezdtük a kalibrációt. Tisztítólépésként ultratiszta vízre lefuttattunk néhány mérést. A kalibrációs görbét a 12-es ábra szemlélteti. A TOC Control-V szoftver jól használható és gyors analízist biztosít.

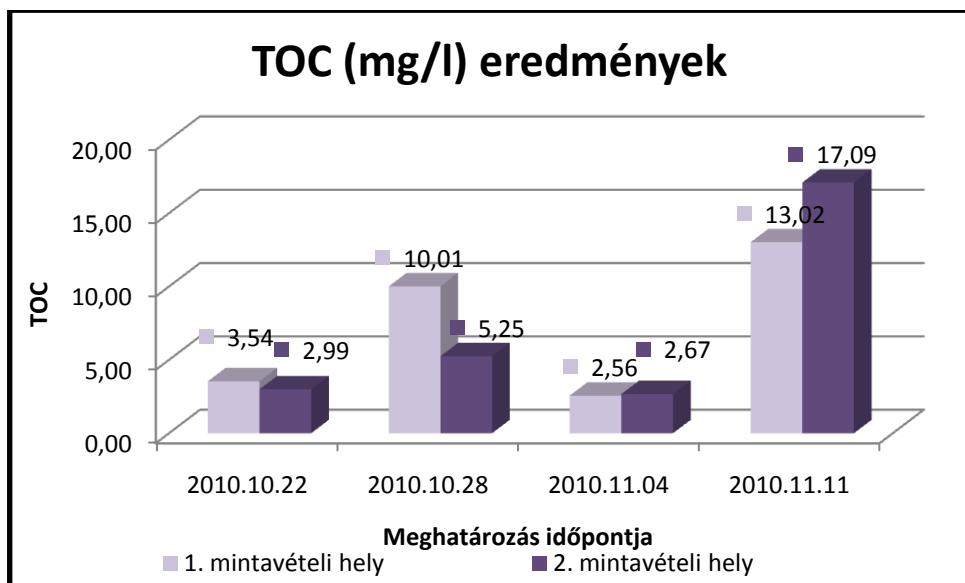


12. ábra: TOC mérés kalibrációja, 1000 ppm

A 19. képen a Környezet- és Vegyészmérnök Tanszék laboratóriumában található TOC mérő készülék látható. Ezen a készüléken végeztem én is a méréseimet és a vizsgálat során kapott eredményeket a 13. ábra foglalja össze.



19. kép: Shimadzu TOC mérő készülék



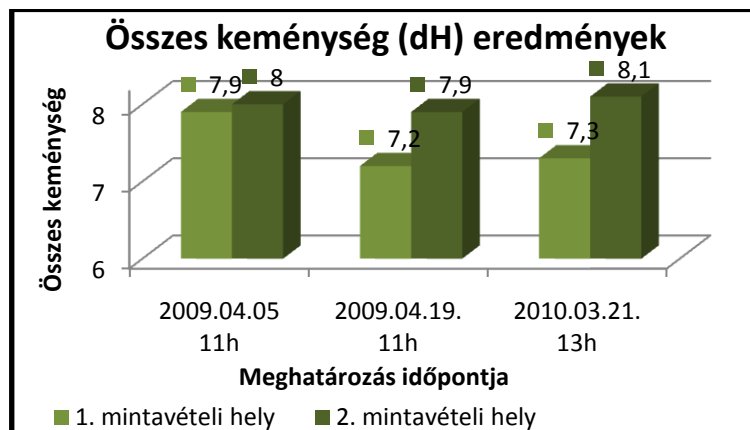
13. ábra: TOC mérési eredményeim

TOC műszertechnika megbízhatóbb, mint a „manuálisan” meghatározott BOI és általában a BOI értékek kisebbek, mint a TOC értékek. Illetve egyre inkább elterjed a szerves anyagok meghatározási módszereként a vizek teljes szerves széntartalmának meghatározása a kémiai oxigénigény meghatározása helyett, mert a KOI meghatározására használatos módszerek hátránya, hogy a vízben jelenlévő redukáló szervezetlen anyagok is reagálnak a kálium-permanganáttal vagy a kálium-bikromáttal, a KOI meghatározása így pozitív hibával végezhető el.

7. Összes keménység meghatározása:

A természetes vizek keménységét a vízben oldott sók mennyisége határozza meg. Megállapodás szerint a vízben oldott kalcium- és magnézium sók adják a vizek össze keménységét (ebben az alkálifém sók nem szerepelnek), a hidrogén-karbonátok pedig a változó vagy karbonát-keménységet. Az összes és a változó keménység különbsége az állandó keménység, mely a kalcium- és magnézium-kloridoktól, szulfátoktól ered. A keménységet úgynevezett keménységi fokkal jellemezzük, az én esetemben ez a német

keménységi fok (dH), amely azt jelenti, hogy a 1000 cm³ vízben oldott 10 mg kalcium-oxiddal ekvivalens mennyiségű kalcium- és magnézium sók. Ennek megfelelően a víz keménységét az alábbiak szerint lehet csoportosítani: 4-8° dH lágy víz, 8-15° dH közepesen kemény víz, 15-30° dH kemény víz, 30°-nál nagyobb pedig a nagyon kemény víz. Az összes keménység meghatározása is NANOCOLOR Linus fotométer segítségével történt. A 14 számú ábra az általam meghatározott össze keménységet ábrázolja.



14. ábra: Összes keménység mért értékeim

A 14. ábráról jól leolvashatók az értékek és megfigyelhető, hogy az eredmények hasonlóságot mutatnak. Ezekből az eredményekből meghatározható, hogy a Hernád folyó vize a méréseim alapján lágy víz kategóriába tartozik.

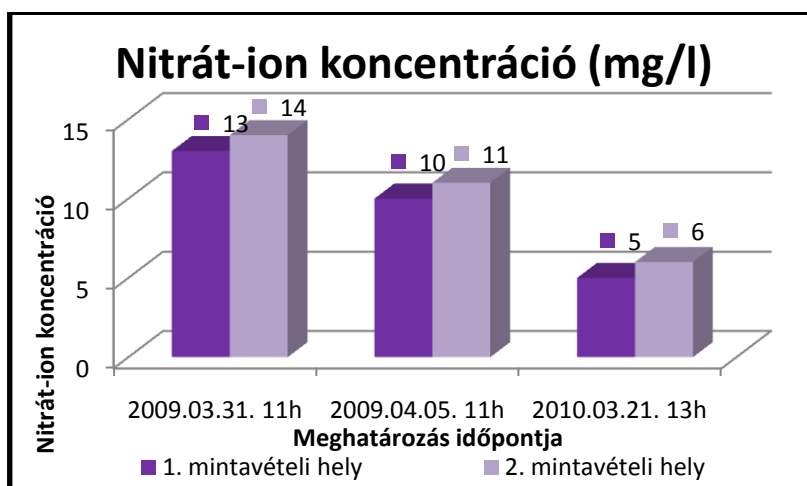
8. Foszfát- (PO₄⁻) tartalom meghatározása:

A foszfor az élőlények építő eleme. A többi elemtől eltérően a szervezetek testében nagyobb arányban fordul elő, mint a környezetben. A bioszférában szinte kizárólag teljesen oxidált formában van jelen, leggyakrabban foszfátként (PO₄⁻). A foszfát legnagyobb mennyiségben való vízbe jutásáért a mezőgazdasági tevékenységek (szervestrágyázás, műtrágyázás, állattartó telepek), ill. a kommunális szennyvízkibocsátás a felelősek. A foszfát tartalom meghatározása is NANOCOLOR Linus fotométerrel történt. A szűrt minta 1 ml térfogat részletét a tesztcsőbe mérjük, majd reagenst adunk hozzá a receptben leírtak szerint. Majd a fotométerrel 690 nm hullámhosszúságú fény segítségével meg mérjük a foszfát tartalmat. A kimutatási határa 0,5-15,0 mg/l között található.

Két fotometriás mérést végeztem a 2009.04.05 11 órakor és a 2009.09.07 14 órakor vett mintából. A meghatározás alkalmával a foszfát-ion tartalom mind a két esetben kisebb volt, mint 0,5 mg/l. Ezért pontos értéket nem tudtam meghatározni, mivel nem állt rendelkezésemre ennél kisebb kimutatási határral rendelkező tesztkészlet.

9, Nitrát- (NO_3^-) tartalom meghatározása:

A nitrát nélkülözhetetlen a növényi fejlődéshez, de gondokat is okoz. Szennyezés jelző vízminőségi paraméterek: túlzott műtrágya-felhasználás során a talajból beoldódik a vízbe. Káros hatása a vér oxigénfelvevő képességét csökkenti, valamint a vizek átalakulnak a baktériumok számára tápanyagban gazdag vizekké (eutrofizáció). A nitrát tartalom meghatározása fotometriás módszerrel történt, NANOCOLOR Linus fotométer alkalmazásával. A meghatározás menete: A tesztcsőbe 0,5 ml mintát bemérünk, majd reagenst adunk hozzá. Majd meghatározzuk a vízminta tartalmát, 385 nm hullámhosszúságú fénnel. A tesztkészlet kimutatási határa nitrát tartalom meghatározása esetén 2-100 mg/l.

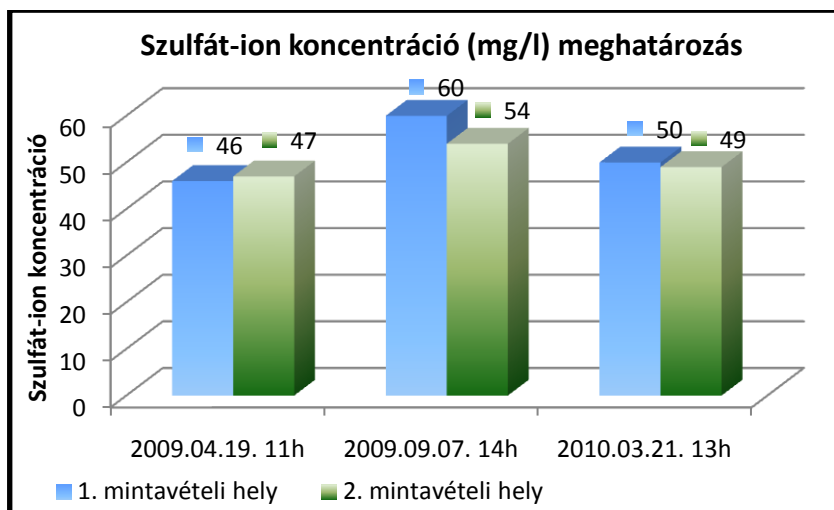


15. ábra: Mért nitrát értékeim

Az általam mért nitrát koncentráció értékei a 15-ös számú ábrán látható. Az értékek hasonlóságot mutatnak. Ez a vízben található nitrát mennyiség származhat településekről, szántóföldekről, állati itató helyekről származó lefolyásból, ill. műtrágya bemosódásából. A vízminta nitrát tartalma nem haladja meg a határértékben előírt értéket, azaz az 50 mg/l-t.

10, Szulfát-ion (SO_4^-) koncentráció meghatározása:

A felszíni vizekben a szulfát-ion többnyire jól oldódó szulfátok: Na_2SO_4 , MgSO_4 formájában van jelen. A szulfát tartalom meghatározása is NANOCOLOR Linus spektrofotométer segítségével történt a következőképpen: a tesztcsőbe 4 ml vízmintát bemérünk, majd reagenst adok hozzá. Azután 436 nm hullámhosszúságú fénysugár segítségével megmérjem a szulfát tartalmat. A módszer elve az, hogy a bárium szulfát zavarosságot mérem.



16. ábra: Mért szulfát-ion értékek

Oldott oxigén és nitrátok hiánya esetén a szulfát-ion szolgáltatja az oxigént és a lebontási folyamatokat anaerob baktériumok végzik. A bomlás során keletkező szulfid-ion kellemetlen ízt és szagot kölcsönöz a vízfolyásnak, ezért a víz egészségügyi szempontból kifogásolhatóvá válik. A szulfát tartalom általában ásványok eróziójából származik, illetve az antropogén tevékenységek okozhatnak szulfát tartalom növekedést.

A 16. ábra az általam mért szulfát-ion koncentrációt szemlélteti. A mért értékek nem haladják meg a vízminősítési határértéket, azaz a 250 mg/l értéket.

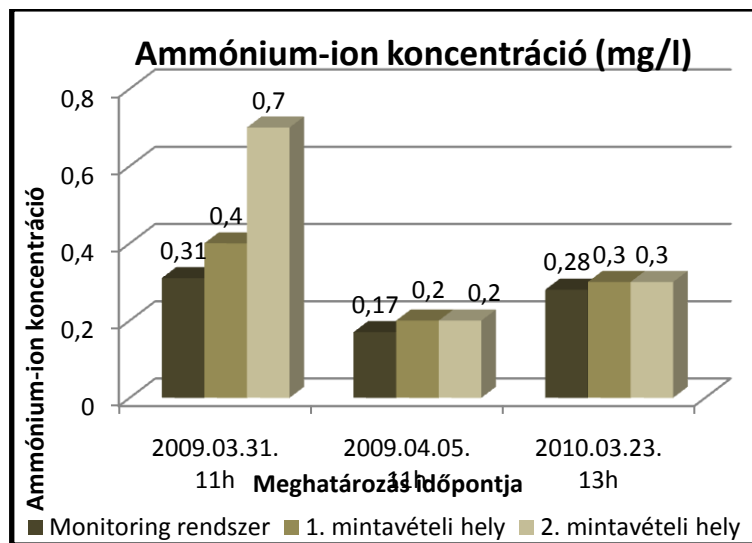
11. Ammónia tartalom meghatározása:

Az ammónium (NH_4^+), a különféle nitrogénformák mennyiségének ismerete, a vizek anyagforgalmának vizsgálatában, a különböző öntisztulási folyamatok meghatározásában, és általában a vízminőség jellemzése során szükséges. A nitrogénformák közül az ammónia az, ami oldott gázként jelenik meg a vízben [3]. Az ammónium szennyezés jelző vízminőségi paraméter: szerves anyag, a mikroorganizmusok élettevékenysége során felbomlanak, és ennek termékeként keletkezik. Települési és ipari szennyvizek bemosódásából eredhet, ezért a vizek elfertőződésére utal.

Az ammónium meghatározása is NANOCOLOR Linus spektrofotométerrel történik. A vízmintából 1 ml térfogatot bemérünk a tesztcsőbe majd egy NANOFIX ammónium kapszulát adtam. Majd a tesztcövet a fotométerbe helyezve 690 nm hullámhosszúságú fénnel megvilágítjuk és megmérjük az ammónium koncentrációt. Az általam és a monitoring rendszer által mért ammónium tartalom összehasonlítása látható a 17. ábrán.



20. kép: Mérés közben



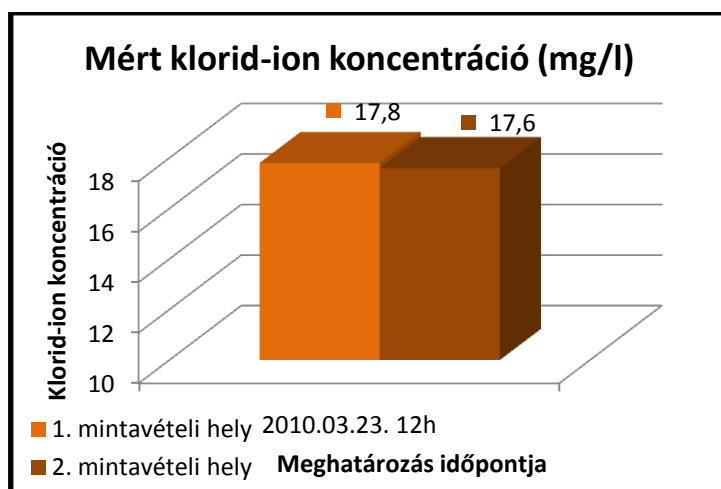
17. ábra: Ammónium tartalom összehasonlítása

A 17-es ábrán jól észrevehető, hogy a mért értékek nagyon hasonlítanak. A Hernád folyó ammónium tartalma a 2000.01.01. adatok alapján elérte a mg/l-t is. Ezáltal jól megfigyelhető, hogy az értékek drasztikusan csökkentek, mely a szigorúbb szabályozásnak tekinthető. A szigorúbb törvények által a Hernád folyó ammónium tartalmát különféle intézkedések segítségével a megengedett határérték (0,5 mg/l) alá csökkentették.

12, Klorid-ion (Cl⁻) koncentráció:

A klorid-ion minden természetes vízben jelen van, koncentrációja igen tág határok közé eshet. A kloridion tartalom magasabb fekvésű (hegyes) területek vizeiben kisebb, a folyók és a felszín alatti vizekben tetemes lehet. A kloridokat a víz oldja fel. Klorid-ion rendszerint a nátrium kísérője (NaCl). Nagy mennyiségű klorid-ion kerülhet a felszíni és a felszín alatti vizekbe a házi- és ipari szennyvizek bevezetése révén is. A klorid-ion bizonyos koncentrációig nem ártalmas az emberi szervezetre, 250 mg/l koncentráció felett a víz sós ízt kap, ami az ivóvíz használhatóságot kezdi korlátozni [11]. A klorid-ion meghatározása is NANOCOLOR Linus spektrofotométerrel történik. A klorid tesztesőhöz 1ml mintát adagolunk, majd 1 ml R2 reagenst adunk hozzá. A 3 perc reakció idő eltelte

után a fotométerben 470 nm hullámhosszúságú fénnel megvilágítjuk, majd megmérjük a klorid-ion koncentrációt. A 18. ábra a mérések alkalmával kapott klorid-ion tartalmat prezentálja.



18. ábra: Klorid-ion koncentráció eredmények

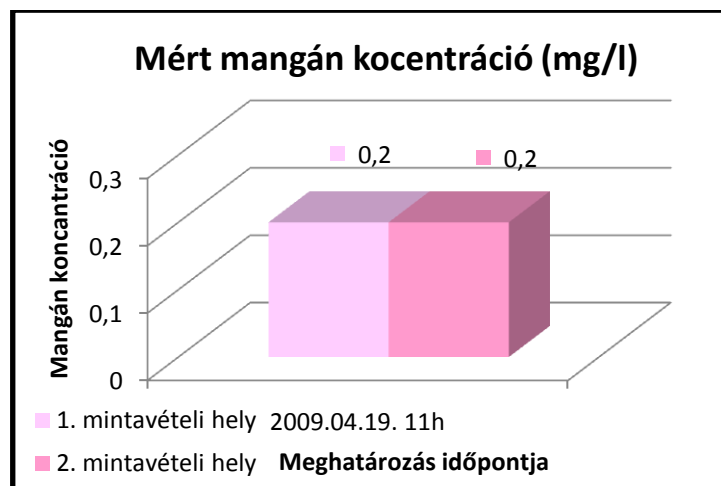
A 18. ábrán a klorid-ion eredmények jól leolvashatók és a meghatározott értékek nem haladják meg a felszíni vizek vízminősítési határértékét, amely 100 mg/l.

13. Fém tartalom meghatározása: (vas, cink, mangán)

A vízminőségi problémák egyik legfontosabb kérdése: milyen és mennyi a mérgező fém tartalom. A toxikus fémek alacsony koncentrációban vannak jelen, de megkötődnek és felhalmozódnak- ember és állathoz is eljutnak a táplálékláncban. Meghatározatlan ideig maradnak vegyületekben, bármikor környezetre káros fémformák alakulhatnak ki. + csoportba soroljuk ezeket a fémeket: esszenciális elemek (Zn, Co, Kr, Mn, Mo, Cu, Fe; a stimuláló mikroelemek (Ti); és a toxikus elemek (Ag, Hg, Cd, Pb). Bizonyos koncentráció után az esszenciális elemek is toxikussá válnak és több toxikus elem is létfontosságú lehet megfelelő koncentrációban. Lehetőségem nyílt a mangán, vas és a cink tartalom meghatározása NANOCOLOR Linus spektrofotométer segítségével.

A vas és a cink tartalom meghatározása során a kapott értékek mind a kimutatási határ alatt voltak, ezért nem tudtam pontos koncentráció értéket meghatározni. Vas esetében a kimutatási határ 0,1-3,0 mg/l, még cink esetében ez a tartomány 0,1-4,0 mg/l.

A mangán tartalom meghatározása alkalmával 4 ml mintát mértem be a tesztcsőbe, reagenseket adtam hozzá a recept szerint. Végül 470 nm hullámhosszúságú fénysugárral megmértem a mangán-ion koncentrációt. A mérés eredményei 19-es számú ábrán látható.



20. ábra: Mért mangán koncentráció értékeim

A 20. ábrán megfigyelhető, hogy a mért értékek egyeznek. A mangán felszíni vízben megszabott határértéke 0,05 mg/l. Így látható, hogy ez esetben a mangán-ion koncentráció meghaladja a határértéket. Ennek oka lehet a vízfolyásba való tisztítatlan kommunális, ill. ipari szennyvíz vezetése.

A foszfát-ion, a cink és vas tartalom meghatározásának az esetből is látszik, hogy a fotometriás mérések tájékoztató jellegűek. Pontosabb és megbízhatóbb méréseket lehet elvégezni ionkromatográfiás méréssel. A Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék pályázati pénzből megvásárolhatott egy ionkromatográfot, amelynek beüzemelése, ezáltal a mérések elkezdése ez év őszén történt meg. Ezért ez év őszétől végzett méréseimet, már nem fotometriás végeztem el, hanem ionkromatográffal. A következőkben az ionkromatográfot mutatom be illetve azokat az anionokat és kationokat, amelyeket meghatároztam.

A **DIONEX ICS-3000** ionkromatográfiás (21. kép) rendszer alkalmas erős és gyenge savak anionjainak meghatározására ionelnyomással, valamint egy- és kétértékű kationok meghatározására. Az anionok és a kationok meghatározása párhuzamosan vagy felváltva egymás mellett egyszerre futhat attól függően, hogy a felhasználó egyazon vagy különböző mintákból kíván-e anionokat/kationokat mérni. Az eluens és mintaáramlási útvonal is egyaránt teljesen fémmentes. A vezérlő CHROMELEON Chromatography Management szoftver rendkívül sokoldalú, a készülék rendelkezik a megfelelő PC-illesztéssel. A hardver komponenseket a vezérlő és adatgyűjtő/feldolgozó szoftver monitorozza.

A rendszer alapelemei: *pumpa, gázmentesítő, 50 db minta befogadására képes automata mintabeviteli egység, ill. mintaváltó, kolonna termosztáttal, elektrolitikus ionelnyomó reaktor, vezetőképességmérő detektor.*



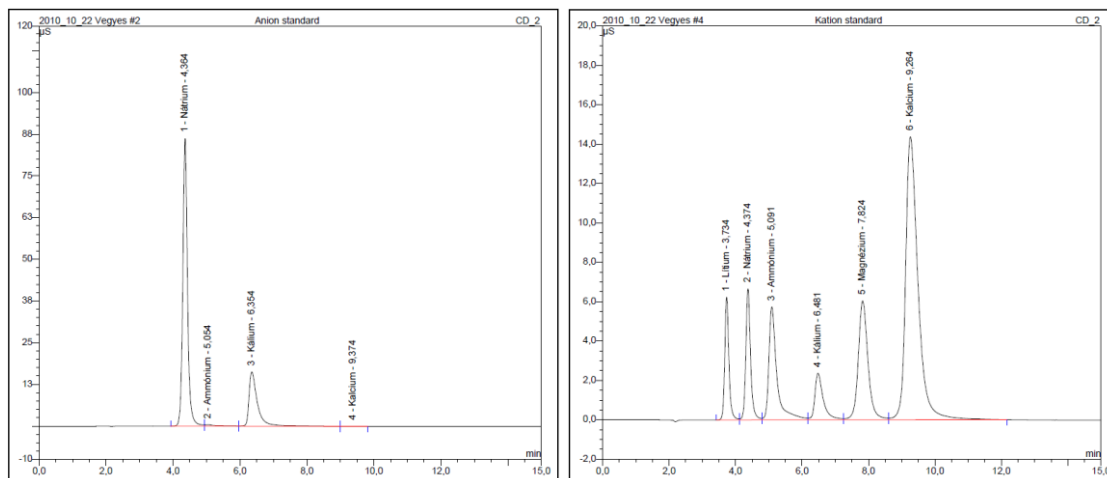
21. kép: DIONEX ICS-3000 típusú ionkromatográfiás rendszer

A mérések során alkalmazott módszer a következő: Az anionágon nátrium-karbonát, nátriumhidrogénkarbonát tartalmú eluenssel, míg a kationágon kénsav eluenssel dolgoztunk. A mérési paramétereket DIONEX applikációk és ide vonatkozó magyar szabványok alapján állítottuk össze.

Standardok:

- anionág: fluorid, klorid, bromid, nitrit, nitrát, foszfát, szulfát,
- kationág: lítium, nátrium, ammónium, kálium, magnézium, kalcium,.

A kromatográfós mérések végeredményeként egy ún. kromatogramot kapunk (detektor-jel idő függvényében), amely a minőségi és a mennyiségi információ hordozója. A 21. ábrán a mérések során meghatározott standardoknak a kromatogramja látható.



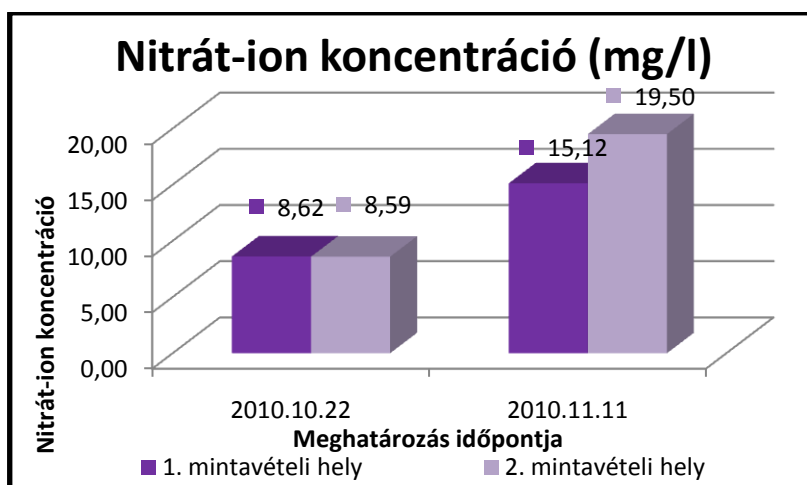
21. ábra: Anion és kation standard kromatogramja

A kromatogramon a csúcs alatti terület az alkotó mennyiségével, még a minőségi információ hordozója a retenciós idő.

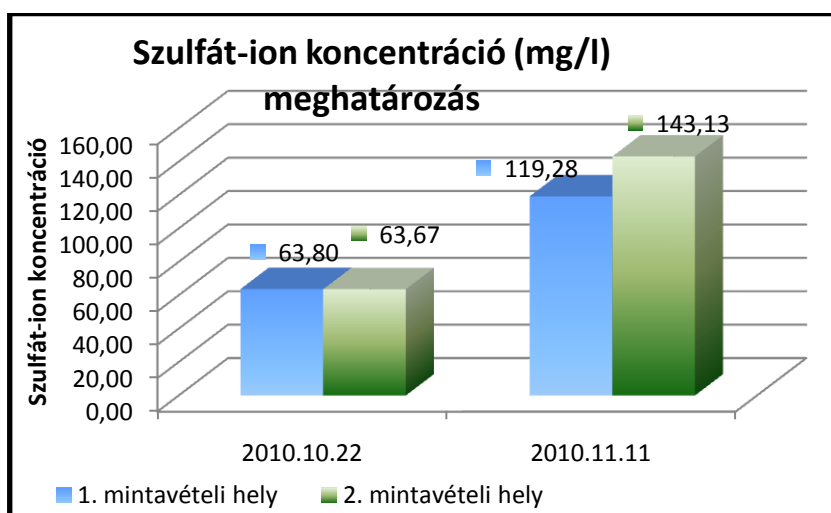
15, A meghatározott anionok

Három ionkromatográfiás mérést sikerült elvégezni a beüzemelés óta, de sajnos a három vizsgálatból csak kettő sikerült, mert a 2010. 11. 04-ei mérés alkalmával egy kis műanyag szelep elrepedt a készülékben, amely azt eredményezte, hogy nem volt megfelelő a nyomás szint (ingadozott a nyomás).

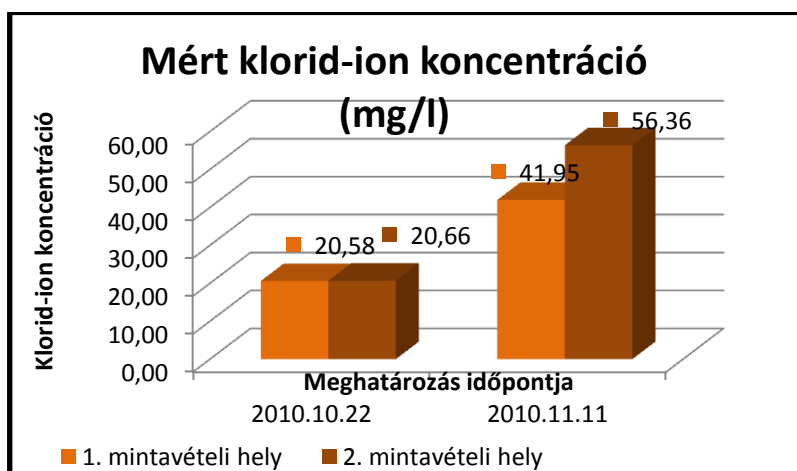
A továbbiakban diagramokon mutatom be a nitrát-, szulfát- és a klorid-ion koncentrációt. A 22. ábra nitrát-ion koncentrációt, a 23. ábra a szulfát-ion koncentrációt és végül a 24. ábra a klorid-ion koncentrációt szemlélteti.



22. kép: Az ionkromatográfiás mérés nitrát-ion eredménye



23 kép: Az ionkromatográfiás mérés szulfátion eredménye



24. kép: Az ionkromatográfiás mérés klorid-ion eredménye

14. A meghatározott kationok

Habár a monitoring rendszer nem határoz meg kationokat, de nekem módomban állt az egyes kationok kimutatása az ionkromatogram segítségével, ezáltal pontosabb vízminőség vizsgálatot tudtam elvégezni. A 4. táblázat a mérések alkalmával kimutatott kationokat foglalja össze.

Kationok megnevezése	1. MINTAVÉTELI HELY		2. MINTAVÉTELI HELY	
	2010.10.22	2010.11.11	2010.10.22	2010.11.11
Lítium	0,0089 mg/l	0,0142 mg/l	0,057 mg/l	0,0170 mg/l
Nátrium	14,7006 mg/l	25,8380 mg/l	24,762 mg/l	32,9130 mg/l
Kálium	4,7660 mg/l	7,4260 mg/l	2,997 mg/l	9,6256 mg/l
Magnézium	18,8201 mg/l	25,9022 mg/l	27,423 mg/l	30,6404 mg/l
Kalcium	74,7775 mg/l	74,7760 mg/l	46,269 mg/l	60,7965 mg/l

4. táblázat: Ionkromatográfiás módszerrel meghatározott kationok



22. kép: Mérés alkalmával

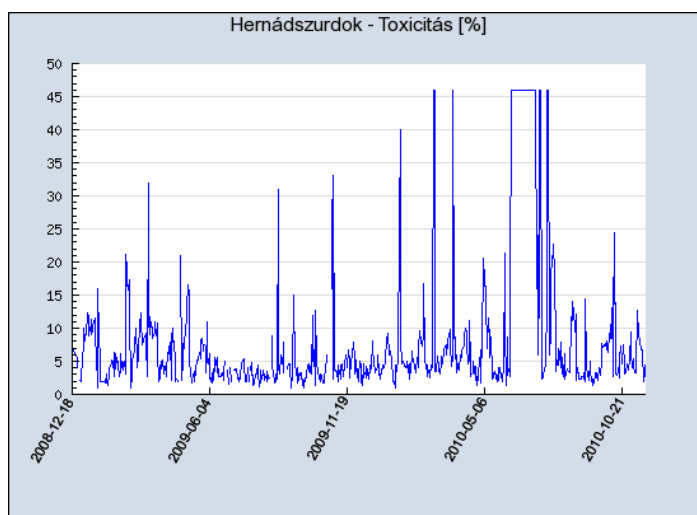
A kalcium-ion (Ca^{2+}) a legelterjedtebb kation. Leginkább hidrogén-karbonáthoz kötve fordul elő. A magnézium-ion (Mg^{2+}) a vizekben kisebb mértékben fordul elő, mint a kalcium-ion. A 4. táblázatban is jól látható, hogy az mérések során a Hernád-folyóban kevesebb magnézium-ion fordul elő, mint kalcium-ion. A kalcium- és a magnézium-ion által képzett sók határozzák meg a vizek keménységét.

Ezeket a kationokat, azaz a nátriumot, káliumot, magnéziumot és kalciumot megemlíti a különböző jogszabályok, de rájuk vonatkozó vízminősítési határértéket nem találtam.

4.3.3. Biológiai minősítés

A biológiai minősítés alkalmával a halobitást, a trofitást, a szaprobitást és a toxicitást vizsgálják.

Ilyen típusú mérések kivitelezésére nem volt lehetőségem. Ezzel szemben a Hernád folyón található monitorállomáson egy biomonitor segítségével lehetőség van a toxicitás mérésére. A 25. ábra a monitoring rendszer által mért toxicitási értékeket tartalmazza, abban az idő intervallumban amióta én a Hernád-folyó vízminőség vizsgálatával foglalkozom.



25. ábra: Monitoring rendszeren mért toxicitás értéke

A toxicitás a biológiai vízminősítés egyik mutatója. Mérgezőképesség, melyet a vízbe került vagy az ott megtermelt mérgek okoznak. A mérgek származhatnak a földkéreg anyagaiból (pl. nehézfémek), a vizek szervesanyag-tartalmának rothadásából (ammónia; kén-hidrogén, merkaptánok) vagy emberi tévékénységből (pl. tisztítatlan szennyvíz bevezetése). A mérgező hatás megállapítását a sokféle eredet és anyag miatt általában nem kémiai, hanem biológiai módszerekkel, élő tesztszervezetekkel (pl. algák, halak) vagy növényi magvak csíráztatásával (pl. mustármag) végzik.

Növény csíráztatási kísérlet eredményének ismertetése

A csíráztatás alkalmával hat különböző magot csíráztattam, melyek a következők: búza, kukorica, gyöngybab, nagy szemű bab, zab és borsó. A csíráztatást egyidejűleg elvégeztem ioncserélt vízre, debreceni csapvízre és a Hernád folyó vizére. A vizsgálatom első lépése során 2 liter vízmintát vettem a Hernád folyó kb. 66 fkm-nél. Ezután ugyan ennyi ioncserélt vizet vásároltam. A csapvizet pedig minden locsolás alkalmával a csapból vételeztem. Következő lépésként a magvakat vattán helyeztem el, amelyeket egy másik vattával letakartam, majd jól elkülönítettük őket egymástól. Minden egyes magból vizenként 3-3 kísérletet végeztem a pontosabb összehasonlítás végett. Majd ezután a magvakat általában 2 naponta locsoltam, majd nyomon követtem a változásokat.

A hely szűkössége miatt csak a borsó és a kukorica csíráztatása alkalmával kapott eredményeket mutatom be. Az 23. kép a kukorica csíráztatás végeredményét a 24. kép pedig a borsó csíráztatásának a végeredményét mutatja be.



23. kép: A kukorica csíráztatás végeredménye

A kukorica csíráztatása alkalmával jól megfigyelhető az egyes vízminták közötti különbség, amelyet a 23. kép szemléltet. A kukorica legnagyobb mértékű fejlődése a Hernád folyó vizével öntözött magvak esetében figyelhető meg. Ennek oka az lehet, hogy a Hernád vize tartalmazza a legoptimálisabb koncentrációban azokat a komponenseket, amelyek a mag fejlődéséhez szükségesek. A másik ok az lehet, hogy a fejlődéshez szükséges optimális hőmérséklet biztosítva volt (optimális hőmérséklet: 10-12 °C). Illetve a megfelelő pH érték megléte. Mind a 3 vízminta estében méréseket végeztem és biztosan ki tudom jelenteni, hogy a legalkalmasabb pH tartományban volt a pH érték, azaz 6,5-7,5 között.



24. kép: Borsó csíráztatásának végeredménye

A 24. kép a borsó csírázásának eredményét szemlélteti. A legnagyobb és legkiegyensúlyozottabb fejlődés a debreceni csapvíz által öntözött borsóknál volt megfigyelhető. Természetesen a többi két esetben is volt csiraképződés, de nem olyan nagymértékű. Azt tudom elmondani, hogy a debreceni csapvíz a legalkalmasabb a borsó csíráztatására. A Hernád folyó vizével öntözött borsó fejlődése is említésre méltó, de

Hernád folyó vízének lehetnek olyan összetevői, amelyek a borsó csirázó képességét csökkentik.

Mikrobiológiai vizsgálatok:

Lehetőségem nyílt arra, hogy mikrobiológiai vizsgálatot végezzek. A vizsgálat a Debreceni Egyetem Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet laboratóriumában történt Dr. Győri Zoltán segítségével. A vizsgálat során meghatároztuk a *E. colit*, az *Enterobacteriaceae*-t, mikrobaszámot 37 °C-on és 22 °C-on. Továbbá meghatároztuk a *Pseudomonas*-t, az *Enterococcus*-t és a Szulfitredukáló *Clostridium*-ot. A mikrobiológiai vizsgálat eredményei feldolgozás alatt állnak, ezért még konkrét eredménnyel nem tudok szolgálni.

4.4. Sebesség meghatározása és a Hernád folyó meder keresztmetszet felvétele

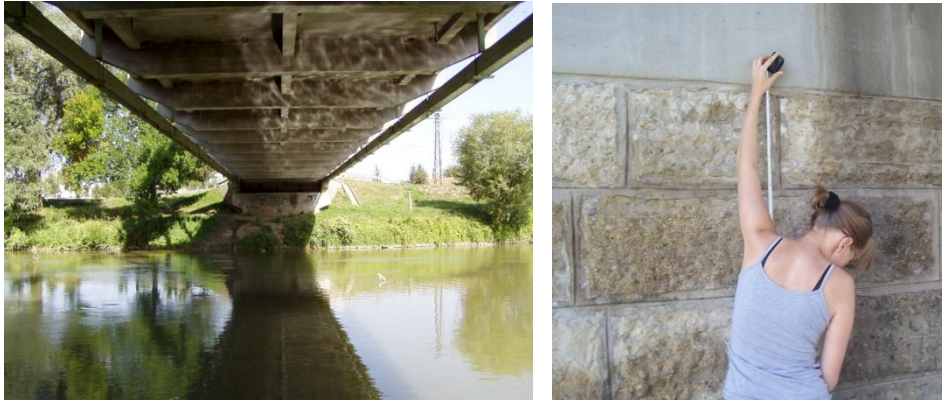
Az én esetemben a sebesség nagyon fontos szerepet játszott, mert a mintavételi hely és a monitoring állomás helye között meglehetősen nagy a távolság (36 fkm) ill. a vízhozam megállapításához is szükség van a sebesség ismeretére.

Sebesség meghatározása: Mivel a monitoring rendszer és a mintavétel hely között kb. 36 fkm távolság van, ezért fontos a sebesség ismerete. Mondhatjuk azt is, hogy a folyó vízminősége méterről méterre változik, ezért meg kell határozni azt, hogy a mintavételezésünk idejekor a monitoring állomáson mikor történt „ugyanaz” a minta vizsgálata.

A meghatározás során először lemértem egy adott távolságot, ebben az esetben 15 métert. Ezután egy kukoricacsutka segítségével megmértem azt az időt, ami alatt ezt a távolságot megteszi a folyó. A pontosság kedvéért 3 mérés sorozatot végeztem, és az értékek átlagát vettem. A vízfolyás a 15 métert átlagosan 13,53 másodperc alatt tette meg. Ebből a sebesség értéke: 1,11 m/s. Ha a mintát 11 órakor vettük, akkor a monitoring állomáson „ugyanaz” a vízfolyás kb. hajnali 2 órakor volt.

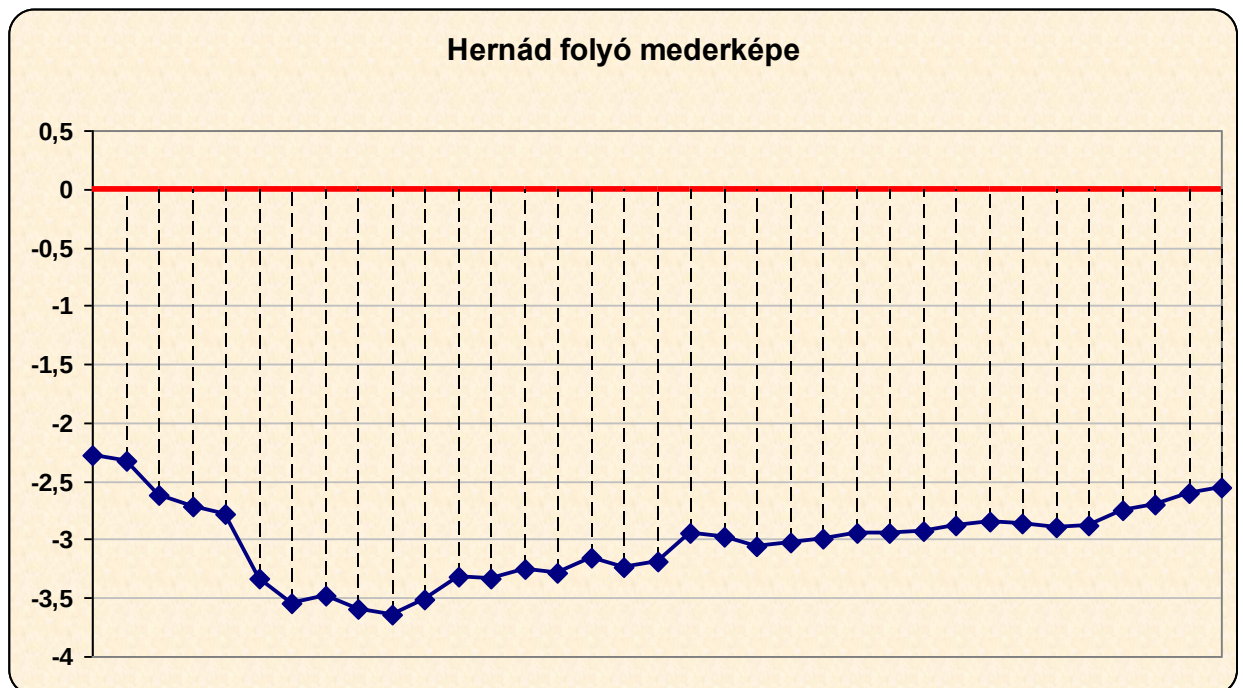
A sebesség meghatározásával lehetővé válik az egyes komponensek hígulási folyamatainak a megfigyelése vagy ezzel szemben a különböző szennyezőanyagok tovaryűrűző hatásának a vizsgálata.

A vízhozam kiszámításához szükségem volt a meder keresztmetszetének meghatározására.



25. kép: A meder feltérképezés helye és lépései

A Hernád folyó feltérképezése a gibárti híd alatt történt kb. a folyó 66 fkm-nél. Első lépésben egy kötelet rögzítettem a híd kétoldali pillérjéhez. Majd egy bot és egy mérő szalag segítségével megadott távolságokban (kb. 1,5m) megmértem a kötéltől viszonyított folyó meder távolságát. A meghatározásom szerint a meder hossza a hídpillér két pontja között 63,96 m volt. Majd a mért értékeket egy diagramon ábrázoltam. A 26-os ábrán a meder keresztmetszeti kép látható illetve a 27. ábrán az ÉKÖVIZIG munkatársai által meghatározott meder keresztmetszet látható. A két meder szelvény jól összehasonlítható és jól látható, hogy az általam és az ÉKÖVIZIG szakemberi által meghatározott meder szelvény illeszkedik egymásra, azaz a kezdetleges mérési módszerem eredményesnek bizonyult.



26. ábra: A Hernád keresztmetszete



27. ábra: ÉKÖVIZIG munkatársai által meghatározott keresztmetszet

A meder keresztmetszet meghatározása után a vízálláshoz viszonyítva kiszámoltam a meder területét és a terület értéket megszoroztam a sebességgel és megkaptam a vízhozamot, az akkori vízállás függvényében.

Számításaim alapján a víz sebessége 1,11 m/s, a terület 7,63 m² a vízállás az első esetben 0,4 m a második esetben pedig 0,6 m. Ebből az következik, hogy az első esetben a vízhozam 3,38 m³ másodpercenként, a másodikban 5,08 m³ másodpercenként. Természetesen áradások esetén ezek az értékek a sokszorosára is nőhetnek és akár vadvízi jellegű folyóvá is válhat.

5. Összefoglalás

Víz nélkül nincs élet. A víz érték és létfontosságú elem. Az édesvíz készletünk nem kimeríthetetlen, ezért ezeket meg kell őriznünk, ill. védenünk. Mivel évről évre a felszíni vizeink fokozatos romlása figyelhető meg, ezért fontos szerepe van a vízminőség vizsgálatának.

Összegzésként elmondható, hogy a mért értékek a megengedett határértékek alatt vannak, így a Hernád folyó ezen szakasza a mért paraméterek alapján és az MSZ 12749:1993 szabványban leírtak szerint a jó vízminőségi kategóriába sorolható. Ez azt jelenti, hogy külső szennyezőanyagokkal és biológiailag hasznosítható anyagokkal kismértékben terhelt, mezotróf jellegű víz. A vízben oldott és lebegő, szerves és szervetlen anyagok mennyisége, valamint az oxigénháztartás jellemzőinek évszakos és napszakos változása az életfeltételeket nem rontja. A vízi szervezetek fajgazdagsága nagy, egyedszámuk kicsi, beleértve a mikroorganizmusokat. A víz természetes szagú és színű, benne a szennyvízbaktérium igen kevés. Fontos hangsúlyozni, hogy ezen megállapításaim csak a vizsgált paraméterek alapján mondható el, ugyanis a víznek vannak olyan összetevői, amelyek meghatározására nem volt lehetőségem.

Továbbá azt a következtetést tudom levonni, hogy a Hernád-folyó vízminősége nem romlik, hanem stagnál az elmúlt időszakra vonatkozóan. Ezen kijelentésemet a 2009-ben és 2010-ben mért adataim összehasonlításával állapítottam meg.

Célkitűzéseim közé tartozik, hogy a jövőben a Hernád folyón található monitoring rendszer előtt és után adott távolságban az egyes szennyezőanyagok mennyiségét meghatározzam, ezáltal a tovaterjedési folyamatokat megismerjem, és azok hatásait vizsgáljam. Illetve a mikrobiológiai vizsgálatok eredményeinek kiértékelése és több mikrobiológia vizsgálat elvégzése, különösen nyári időszakban, mert a mikroorganizmusok kb. 20 °C-os vízben szaporodnak a leggyorsabban.

6.Irodalomjegyzék

- [1] Szabó Elemér: Magyarország környezeti kulcsmutatói 2002 (Környezetvédelmi Minisztérium, 2002)
- [2] Lévai Tibor: Analitika I. (Környezetvédelmi Minisztérium, 1999)
- [3] Dr. Percsich Kálmán: Bevezetés az vízanalitikába (SZIE MKK Központi Laboratórium, 2005)
- [4] Barótfi István: Környezettechnológia. (Mezőgazda kiadó, Budapest, 2000)
- [5] Fórián Sándor: Mérnöki ismeretek I. oktatási segédlet, DE-MK, Debrecen, 2006.
- [6] Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság, Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság: Hernád- Takta alegység vízgyűjtő-gazdálkodási terv (2010. április)
- [7] Abaúji Területfejlesztési Önkormányzati Szövetség: Abaúji útikalauz (Alpes Nyomda, Miskolc, 1999)
- [8] Fülep Teofil és Kiss József: Hernád völgyének turistakalauza (Hoconén Természetvédelmi Egyesület, Miskolc, 1999)
- [9] Dr. Bodnár Ildikó: Környezet analízis I., oktatási segédlet, DE-MK, Debrecen, 2008.
- [10] Dr. Bodnár Ildikó: Általános kémia III., oktatási segédlet, DE-MK, Debrecen, 2003.
- [11] Dr. Bodnár Ildikó: Vízgazdálkodás- és vízminőség védelem II., oktatási segédlet, DE-MK, 2009.
- [12] <http://hu.wikipedia.org/wiki/V%C3%ADz> +
- [13] <http://hu.shvoong.com/exact-sciences/1717866-v%C3%ADzmin%C5%91s%C3%A9g-v%C3%A9delem-feladatai/>
- [14] <http://hu.shvoong.com/exact-sciences/1717797-f%C3%B6ld-v%C3%ADzk%C3%A9szlete-magyarorsz%C3%A1g-v%C3%ADzh%C3%A1ztart%C3%A1sa-v%C3%ADzk%C3%A9szlete/>
- [15] <http://hu.wikipedia.org/wiki/Gib%C3%A1rt>
- [17] <http://hu.wikipedia.org/wiki/Hern%C3%A1d>
- [18] http://www.holtagak.hu/htg/terkep_sub.php?bes=1834&pic=HT00T
- [19] http://kmnp.nemzetipark.gov.hu/index.php?pg=sub_300
- [20] <http://www.garneke.pl/dd0313/5605020/storczyk-polny-platanthera>
- [21] <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Dianthus-collinus.htm>
- [22] <http://www.topart.ugyanez.hu/viziallatok.html>
- [23] <http://www.marcal.extra.hu/allat.html>
- [24] http://www.hotdog.hu/magazin/magazin_article.hot?m_id=30603&h_id=95727&a_id=516329
- [25] <http://www.irmeco.com.pl/katalog/2/zdjecia/linus.jpg>