

Debreceni Egyetem
Műszaki Kar
Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék



A Hernád-folyó magyarországi vízgyűjtőterületének vízminőség vizsgálata

Készítette: **SZABOLCSIK ANDREA**
I. éves környezetmérnök hallgató (MSc)

Társszerző: **NAGY KITTI**
IV. éves környezetmérnök hallgató (BSc)

Belső konzulens: **Dr. Bodnár Ildikó**
főiskolai tanár
Fórián Sándor
adjunktus

Tanszékvezető: **Dr. Bodnár Ildikó**

Debrecen
2011.

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	2
1. Bevezetés	3
2. Szakirodalmi és jogszabályi háttér	5
2.1. Víztisztaság fogalma.....	5
2.2. A vízminőségi jellemzők csoportosítása	6
2.3. A vízvizsgálat célja és típusai.....	7
2.4. A vízminőség védelem feladata.....	7
2.5. A felszíni vizek minősítési rendszere	8
2.5.1. Egy terület állandó és eseti (rendkívüli) vízszennyező, potenciális veszélyforrása	8
2.5.2. Minősítési rendszer és jogszabályi háttér.....	10
2.5.3. A vízfolyások víztest jellemzése és a Hernád vízgyűjtőjén található víztest típusok.....	12
3. Hernád-folyó és vízgyűjtőterülete	15
3.1. Hernád vízrajza.....	15
3.2. A Hernád-völgy növény- és állatvilága	18
3.3. Felszíni vízhasználatok a Hernád-folyó magyarországi szakaszán.....	20
3.4. A Hernád- folyót érő szennyezések.....	21
3.4.1. Települések szennyvízterhelései.....	21
3.4.2. Hulladék elhelyezésből adódó lehetséges szennyezések.....	23
3.4.3. Határon átnyúló, vagy szomszédos területről érkező szennyezések fő rizikóforrásai	24
4. Saját mérések.....	26
4.1. Mintavétel, tartósítás, a minták előkészítése	27
4.2. A Hernád-folyó és mellékvizeinek a vízminősítése	29
4.2.1. Fizikai minősítés	31
4.2.2. Kémiai minősítés	33
5. Összefoglalás	46
6. Irodalomjegyzék	49
7. Mellékletek	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 szabad vízkészlet¹ mintegy 97%-a számunkra használhatatlan sós víz formájában van jelen, és a 3%-ra tehető kontinentálisvíz² jelentős része (2,14%-a) a sarki jégtakaróban és a gleccserekbe zárva fordul elő. Így a szabad vízkészletnek kevesebb, mint az 1%-a az, ami ténylegesen hasznosítható, hozzáférhető kontinentális víz [12]. Ezekből az adatokból is jól leszűrhető az, hogy a víz korlátozottan áll rendelkezésünkre és ezért, hogy a víz az emberi élet meghatározó tényezője maradjon lépéseket kell tennünk a vizeink megóvása érdekében.

Ez a felismerés vezetett az Európai Unió új vízpolitikájának, a „Víz Keretirányelvnek” (továbbiakban VKI) kidolgozásához, mely 2000. 12. 22-én lépett hatályba az EU tagországaiban. Az EU-hoz való csatlakozásunk óta Magyarországnak is kötelező az ebben előírt feladatok végrehajtása és a VKI-ben előírt célkitűzések teljesítése. [1]

A célok eléréséhez szükséges intézkedéseket a vízgyűjtő-gazdálkodási terv foglalja össze. A nemzetközi valamint a hazai előírásoknak megfelelően a tervezés hazánkban több szinten valósult meg: országos vízgyűjtő-gazdálkodási terv, részvízgyűjtő – Duna-közvetlen, Tisza, Dráva, Balaton – szinten, tervezési alegységek szintjén és víztestek szintjén. VKI előírásai alapján egyértelműen lehatárolt 869 vízfolyás szakaszt, 213 állóvizet és 185 felszín alatti határoztak meg [1]. Ezek közé tartozik az általam vizsgált Hernád-folyó is.

¹ A Föld teljes vízkészletét két részre tudjuk bontani: kémiaiilag kötött vízkészlet és a szabad vízkészlet.

² A kontinentálisvíz = édesvíz

2008 óta foglalkozom a Hernád-folyó középső szakaszának a vízminőség vizsgálatával és azért, hogy pontosabb vízminősítést és/vagy állapotfelmérést végezhesek a kutatásomat a teljes Hernád-folyó magyarországi vízgyűjtő területére kiterjesztettem.

Jelen tanulmányomban már a fentiekben említett Hernád-folyó magyarországi szakaszának vízminőség vizsgálatával foglalkozom. Dolgozatomban vázolom a vízfolyások jellemzőit a Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszékének segítségével pedig lehetőségem nyílt a vízfolyás helyszíni és laboratóriumi vizsgálatára is. A célom az volt, hogy a vízminősítéshez szükséges analitikai vizsgálatokat elsajátítsam illetve, hogy megvizsgáljam azt, hogy a Hernád-folyó az Európai Unió által előírt „jó állapotba” sorolható-e.

Továbbiakban számot adok a vizsgálati eredményekről és a kapott értékeket összevetem a jogszabályban meghatározott vízminőségi határértékekkel.

2. Szakirodalmi és jogszabályi háttér

2.1. *Vízminőség fogalma*

A vízminőség a víz tulajdonságainak összességét jelenti. 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]

2.2. 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 ismérvek alapján kiválasztott 95 féle vegyi anyagot a következőképp csoportosították:

- Klórozott alkánok és alkének,
- Aromás szénhidrogének,
- Növényvédő szerek,
- Szervetlen vegyületek,
- Fertőtlenítőszer 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 mentén időszakonként megjelenő kommunális hulladék [Saját kép]

A vízminőségét sokféle, egyidejűleg lejátszódó 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.

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.

2.3. A vízvizsgálat célja és típusai [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 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.

2.4. A vízminőség védelem feladata

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].

2.5. A felszíni vizek minősítési rendszere

2.5.1. Egy terület állandó és eseti (rendkívüli) vízszennyező, potenciális veszélyforrása

Mielőtt a Magyarországon lévő felszíni vizek minősítési rendszerét bemutatom, fontos megemlíteni azon vízszennyező forrásokat, melyek befolyásolhatják a felszíni vízfolyások illetve ebben az esetben a Hernád-folyó minőségét is.

Felszíni vizekben előforduló szennyezések a következők:

A vízszennyező anyagok:

a./ Mechanikai (úszó, sodródó) szennyezések

- települési hulladékok,
- elhalt állati és növényi eredetű anyagok (haltetek, úszó hínárközegek fonalas gombák, stb.)
- csapadék által bemosott hordalék.

b./ Felszínen úszó szennyezések

- ásványolaj és származékai

c./ Oldott szennyezések

- Biológiaiag bontható szerves anyagok: élelmiszeripari szennyvizek, állattartó telepek szennyvizei.
- Biológiaiag nehezen bontható szerves anyagok: egyes ásványolaj származékok, detergens, szulfid-szennylúg, szerves vegyipari szennyvizek.
- Toxikus anyagok: növényvédőszer, nehézfémek, cianidvegyületek.
- Szervetlen anyagok: szervetlen vegyipari szennyvizek, foszfor és nitrogén vegyületek (műtrágyák), savak, lúgok, sók, gázok (ammónia, kénhidrogén).

d./ Hőszennyezés

- hűtővizek

e./ Radioaktív szennyezés

- radioaktív lerakók,
- radioaktív anyaggal foglalkozó üzemek

Állandó vízszennyezések

Az ember mindennapi élete során, tevékenységei alapján környezetének egyik legnagyobb szennyezője. A legismertebb, klasszikus vízszennyezési forma a lakossági, ipari, mezőgazdasági és egyéb vízhasználatokból származik:

- A *kommunális szennyvizek* többsége tisztítva vagy tisztítatlanul koncentráltan jut a befogadóba, más része a talaj közvetítésével szennyezi a vizeket.
- Az *ipari tevékenység során keletkező szennyvizek* (olajszármazékokkal szennyezett, savas-lúgos, szerves anyagokban, nitrogénszármazékokban, különféle mérgező anyagokban gazdag, magas lebegőanyag-tartalmú, esetenként magas hőmérsékletű használtvizek) zömében többé-kevésbé megfelelő tisztítás után koncentráltan kerülnek a befogadóba.
- A *mezőgazdaságban keletkező használtvizek* (állattartás, stb.) és az egyéb mezőgazdasági tevékenység során környezetbe kerülő szennyezőanyagok

(műtrágyák, növényvédőszeres stb.) a vízgyűjtő bármely pontjáról úgynevezett diffúz szennyezés formájában szennyezik, szennyezhetik a felszíni és felszín alatti vizeket. [4]

2.5.2. Minősítési rendszer és jogszabályi háttér

1993-ig integrált vízminősítési rendszer volt életben Magyarországon, ez az MSZ 12749 magyar szabvány, mely a felszíni vizek minőségével, minőségi jellemzőkkel és minősítésével foglalkozott, de miután 2004-ben az Európai Unió egyik tagállama lettünk, hazánknak is alkalmazkodni a kellett az EU víz- és vízi környezetgazdálkodási politikájának célkitűzéseire.

Az Európai Unió víz- és vízi környezetgazdálkodási politikájának célkitűzése, hogy 2015-ig „jó állapotba”³ hoznak minden felszíni (folyó, patak, tavak) és felszín alatti vizet az EU egész területén (megalapozott indoklással a határidő 2021-ig ill. 20274-ig kitolható). A megvalósítás érdekében megalkották a Víz Keretirányelvet⁴ (VKI), amely jogszabályt Magyarországnak is be kell tartania. 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 Keretirányelv szerint az egész Duna medencét kell vízgyűjtő területén tekinteni [5].

A VKI általános célkitűzései a következők:

- ♦ a vizekkel kapcsolatban lévő élőhelyek védelme, állapotuk javítása,
- ♦ a fenntartható vízhasználat elősegítése a hasznosító vízkészletek hosszú távú védelmével,
- ♦ a vízminőség javítása a szennyezőanyagok kibocsátásának csökkentésével,
- ♦ a felszín alatti vizek szennyezésének fokozatos csökkentése, és további szennyezésük megakadályozása,

³ Jó állapot: A vizek VKI szerinti jó állapot egyrészt az emberi egészség, másrészt az ökoszisztémák igényeiből indul ki. Akkor tekinthetők a vizek jó állapotúnak, ha az ivóvíz ellátásra, vagy egyéb célokra (rekreáció, öntözés) használt vizek minősége megfelel a használat által szabott követelményeknek, ill. a vizektől függő természetes élőhelyek működését nem zavarják az ember által okozott változások.

⁴ A Víz Keretirányelv az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve.

- ♦ az árvizeknek és az aszályoknak a vizekre gyakorolt kedvezőtlen hatásainak mérséklése.

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 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. Továbbá egy felszíni vízfolyás „jó állapotának” meghatározásához a 10/2010. (VIII.18.) VM rendeletben foglalt határértékek nyújtanak segítséget. Ezen rendelet a felszíni víz vízszennyezettség határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól szól. A rendeletben szereplő határértékek víztest típusokként vannak meghatározva. Azt, hogy a vizsgált felszíni vízfolyás, melyik víztest típusba tartozik, azt a Vízyűjtő-gazdálkodási tervekben tudhatjuk meg.

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 vízyűjtő-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.

2.5.3. A vízfolyások víztest jellemzése és a Hernád vízgyűjtőjén található víztest típusok

A Vízkeret Irányelv szerint a „vízfolyás” egy olyan szárazföldi víztestet jelent, amely nagyjából a földfelszínen folyik, de amely útjának egy részén a felszín alatt áramolhat. A vízfolyás víztestek Magyarország 1:100 000-es méretarányú vízhálózat térképe alapján lettek kijelölve úgy, hogy a víztestek végpontjai mindig valamilyen jellegzetes, jól meghatározható pontban, például torkolat, vagy jelentős keresztműtárgy legyenek. A vízfolyások a típusváltásnál szakaszokra tagolódnak, vagy a kisebb vízfolyások csoportba foglalása gyakori. A VKI által előírt kötelező tipológiai elemek a tengerszint feletti magasság, a vízgyűjtő-terület nagysága, a geológia mellett választott jellemzőként a mederanyagot használta fel a magyarországi vízfolyások differenciálásához.

Az irányelv alapján - a vízfolyások esetében - a 10 km²-nél nagyobb vízgyűjtővel rendelkező víztesteket már ki kell jelölni, mint a vízhálózat jelentős elemét. A vízfolyások típusainak meghatározása a következő elemekre épül:

- a magassági viszonyok és a terepesés szerint elkülönített régiók: hegyvidéki, dombvidéki, síkvidéki;
- a hidro-geokémiai jelleg szerinti megkülönböztetés: szilikátos, meszes, vagy szerves;
- a mederanyag szemcsemérete alapján: durva (szikla, kötörmelék, kavics, homokos kavics), közepes (durva- és finomhomok) és finom (kőzetliszt, agyag);
- a vízgyűjtők mérete: nagyon nagy (>10 000 km²) nagy (1000-10 000 km²), közepes (100-1000 km²), vagy kicsi (10-100 km²);
- nagyon kicsi esés (síkvidéki területeken jellemző). [5]

Összesen 25 víztest típust különböztetünk meg. Minden egyes típusra egy, az arra a típusra jellemző hidrológiai- morfológiai és fizikai-kémiai, valamint biológiai minta határozható meg. Az 1. táblázatban az általam vizsgált Hernád-folyó magyarországi vízgyűjtő területén található vízfolyások víztest típusainak a leírását és a számát tüntettem fel.

Víztest neve	Víztest típus száma	Víztest típus leírása
<i>Gönci-patak alsórésze</i>	4	Dombvidéki - meszes - durva - kicsi vízgyűjtő
<i>Hernád felső része</i>	6	Dombvidéki - meszes - durva - nagy vízgyűjtő
<i>Hernád alsó része</i>	13	Síkvidéki - meszes - durva - nagy vízgyűjtő
<i>Bélus patak</i>	mesterséges (15)	síkvidéki - meszes - közepes-finom - kicsi vízgyűjtőjű típushoz hasonló csatorna
<i>Bársonyos</i>	mesterséges (15)	síkvidéki - meszes - közepes-finom - kicsi vízgyűjtőjű típushoz hasonló csatorna
<i>Vasonca</i>	8	Dombvidéki - meszes – közepes-finom - kicsi vízgyűjtő
<i>Vadász-patak</i>	8	Dombvidéki - meszes – közepes-finom - kicsi vízgyűjtő

1.táblázat: A Hernád vízgyűjtő területén található vízfolyások víztest típus szerinti besorolása [5]

A víztest típusokhoz tartozó határértékek. A 2. táblázatban az általam vizsgált vízfolyásokon meghatározott víztest típushoz rendelt határértéket emeltem ki, de a 10/2010 (VIII.18.) VM rendelet 2. számú mellékletében megtalálható az összes víztest típushoz meghatározott vízminőségi határérték. A vízminősítésem alkalmával ezen a felszíni vizekre megadott környezetminőségi határértékeket alkalmaztam.

	Külön jogszabály előírásaiban meghatározott víztest típus			
Fizikai-kémiai jellemző	Hegyvidéki, dombvidéki kisvízfolyások felső szakasza (4, 8 típus)	Dombvidéki közepes vízfolyások és nagy folyók (6 típus)	Síkvidéki kisvízfolyások (15 típus)	Síkvidéki közepes és nagy folyók (13 típus)
pH	6,5-9	6,5-9	6,5-9	6,5-9
Vezetőképesség (µS/cm)	<900	<700	<1000	<900
Klorid (mg/l)	<50	<50	<60	<60
Oxigén telítettség (%)	85-100	80-120	60-130	70-120
Oldott oxigén (mg/l)	>8	>7	>6	>7
BOI (mg/l)	<3	<4	<4	<4
KOI _{Cr} (mg/l)	<15	<25	<30	<25
NH ₄ -N (mg/l)	<0,1	<0,3	<0,4	<0,4
NO ₂ -N (mg/l)	<0,04	<0,06	<0,06	<0,06
NO ₃ -N (mg/l)	<3	<3	<2	<2
Összes N (mg/l)	<4	<4	<3	<3
PO ₄ -P (mg/m ³)	30-100	50-100	<250	<120
Összes P (mg/m ³)	80-200	100-200	<500	<250

2. táblázat: A vizsgált területre vonatkozó környezetminősítési határértékek

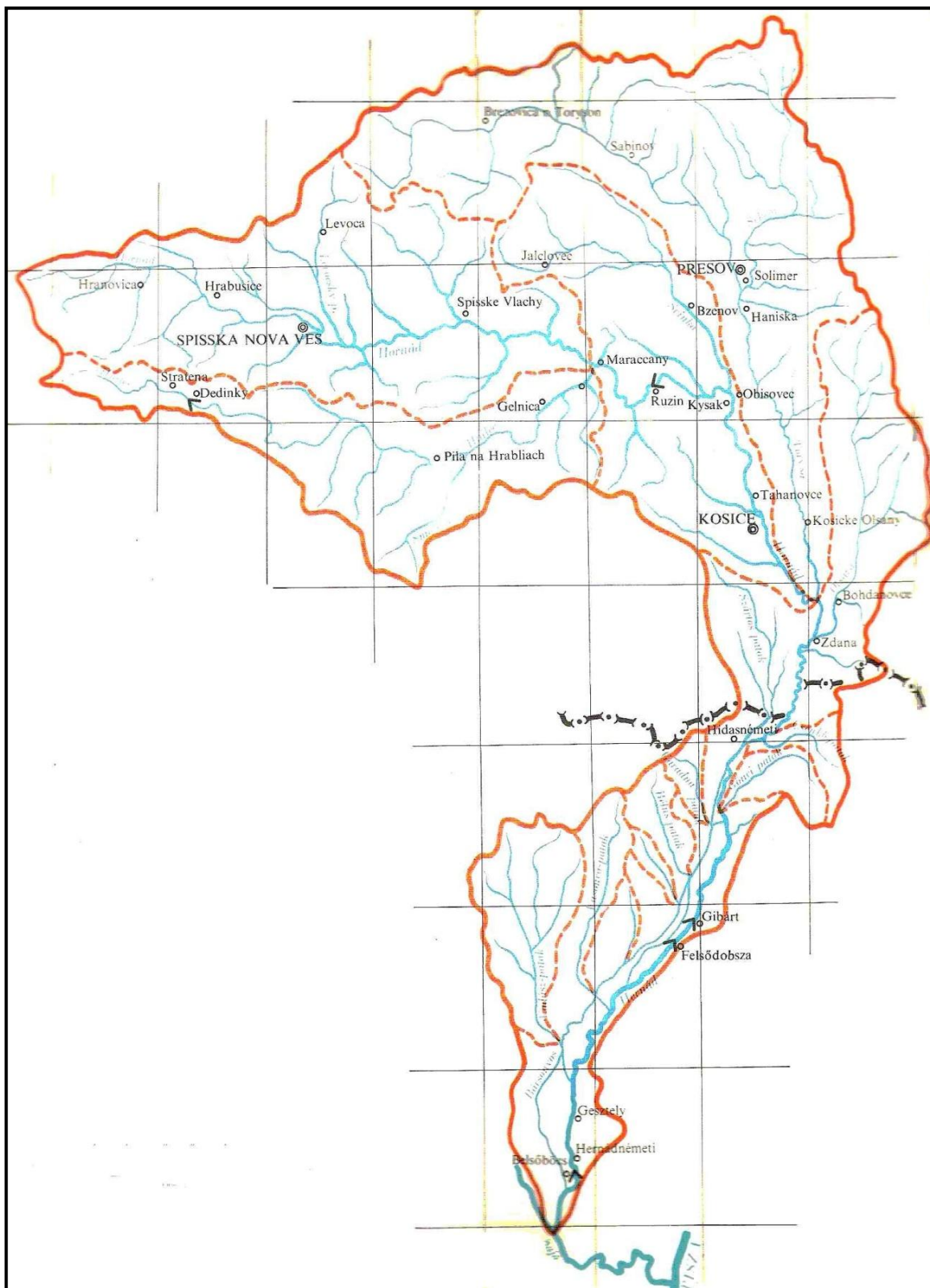
3. Hernád-folyó és vízgyűjtőterülete

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 10 km 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 118 km. Vízgyűjtő területe 5436 km², ebből kb. 1100 km² van Magyarországon [14]. A 3. képen a Hernád folyó teljes vízgyűjtő területének térképe látható továbbá a 4. 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 6-540 m³/s között változik (Hernádnémetinél mérve) átlagos mélysége 2-3 m, helyenként 5-6 m-es kimélyülésekkel, a középvízi meder szélessége 30-50 m. 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 [5].

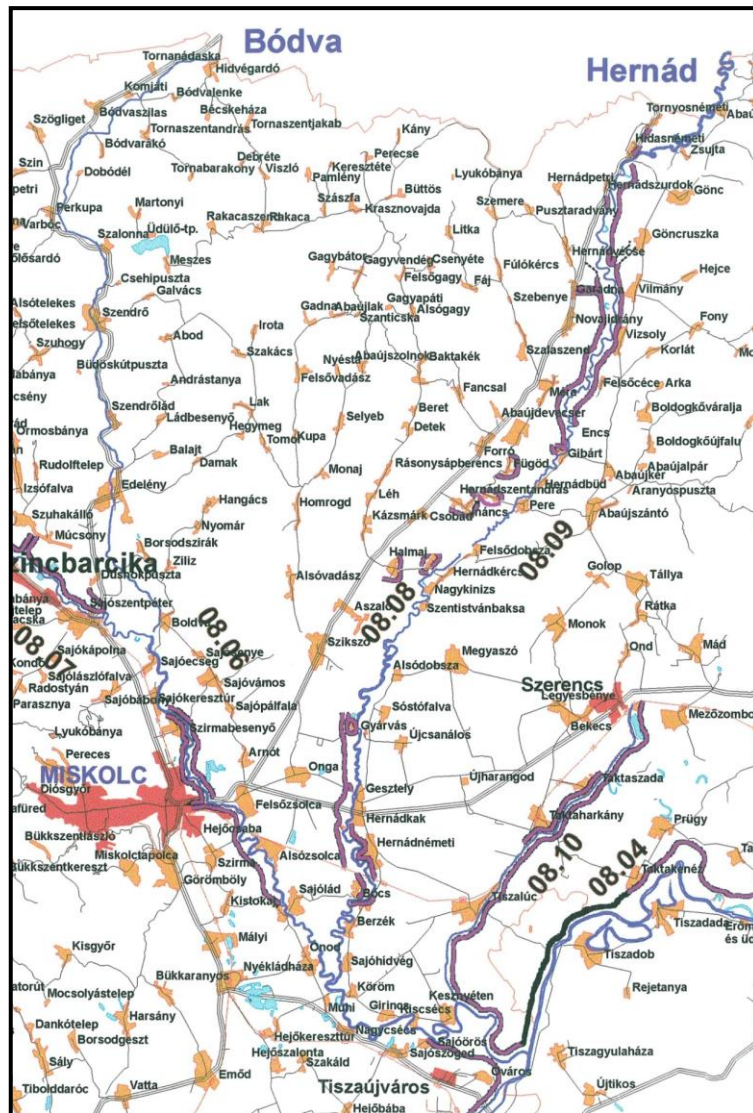


2. kép: Hernád folyó Hidasnémetinél [Saját kép]



3. kép: Hernád-folyó teljes vízgyűjtő területe (ÉKÖVIZIG⁵)

⁵ ÉKÖVIZIG: Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság



4. 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.
- Szlovákiában: Gölnic, Tarca

A Hernád-folyó holtágai: [15]

- ♦ Vizsolyi morotva
- ♦ Hernádvécsei holtág;
- ♦ Göncruszkai holtág (Vider bereki Holt Hernád);
- ♦ Hernádszurdoki holtág;
- ♦ Zug-Zsujtai holtág;



5. kép: Vizsolyi morotva és Hernádvécsei holtág [Saját kép]

3.2. A Hernád-völgy növény- és állatvilága [6]

A mérsékelt övi lomberdő zóna, így a Kárpát-medence folyóit valaha nedvesség kedvelő fajokból álló aljnövényzetű ligeterdők szegélyezték. Ez a ligeterdő 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 növénytakasulás. 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, kűsz, szivárványos ökle, sujtásos kűsz, domolykó, fenékjáró küllő, márna, paduc, szilvaorrú keszeg és a legkülönb félébb szitakötők stb.

A 6. kép és a 7. kép az említett növény és állatfajok közül mutat be néhányat.



6. kép: Növények: *pusztai meténg*, *kétlevelű sarkvirág*, *dunai szegfű* [16,17,18]



7. kép: Állatok: *festőkagyló*, *kűsz*, *szivárványos ökle* [19,20,21]

3.3. Felszíni vízhasználatok a Hernád-folyó magyarországi szakaszán

A Hernád-folyó magyarországi vízgyűjtőterületén ivóvízellátás és ipari célú közvetlen felszíni vízhasználat nincs.

Az igaz, hogy közvetlen felszíni vízkivétel nincs, de pl. Encs térségében is több ivóvíz ellátó kút található. A térség ivóvízellátó mű vízbázisát 4 sekély mélységű kút adja, amelyek talpmélységei 12-18 m között változik. Az üzemi vízszintek pedig 4-6 m közöttiek a Borsodvíz Zrt. adatai alapján és mivel első vízáadó rétegre telepített kutak, ezért a Hernád-folyó mindenkori vízállása és vízminősége hatással lehet a kutakból termelt vízre.

Felszíni ipari víz használat a Hernádon mederbeli vízhasználat formájában valósul meg. A vízhasználat célja energiatermelés. A Hernádon 1 nagy- és 2 közepes vízerőmű található. Az üzemelő vízerőművek vizet nem vételeznek ki a folyóból. A turbinákat az átfolyó víz energiája üzemelteti, ennek megfelelően a folyó vízkészletében változást nem okoznak. Továbbiakban bővebben ismertetem a vízerőműveket [4].

Kesznyéteni vízerőmű

A Kesznyéteni Vízerőmű üzemvízcsatornás erőmű. A Hernád vizének a Kesznyéteni Vízerőtelephez vezetését a Hernád folyó 13+450 fkm szelvényében - Bócs község belterületén - lévő duzzasztómű biztosítja. Az erőmű építése 1943. évben fejeződött be, de csak a háborús károk helyreállítását követően, 1954. évben lehetett üzembe helyezni. Az erőmű jelenleg, mint alaperőmű működik.

Az erőmű évi átlagos energiatermelés 11-12 millió kWh. [4]

Felsődobszai vízerőmű

Az erőműtelep a folyó fő medrén kívül üzemvízcsatornás megoldással épült. Az erőművet 1906-ban kezdték el építeni a Hernád 54+640 fkm szelvényében és 1912-től üzemel kisebb-nagyobb megszakításokkal. Az évi átlagos energiatermelés 1,9-2,2 millió kWh. [4]

Gibárti vízerőmű

Az erőműtelep a folyó fő medrén kívül épült meg ún. üzemvízcsatornás megoldással. Az üzemvízcsatorna a Hernád folyótól nyugatra helyezkedik el. 1903-ban épült és azóta - a felújítások és javítások időszakainak kivételével - folyamatosan üzemel a Hernád folyó 66+180 fkm szelvényében

Évi átlagos energiatermelés 2,0-2,8 millió kWh. [4]

Mint már említésre került, hogy a Hernád magyarországi vízgyűjtőterületén ivóvízellátás és ipari célú közvetlen felszíni vízhasználat nincs, de öntözési célú vízkivételek megfigyelhető. A Hernád felszíni vízkészletét és felszíni vízhasználatait tekintve egyértelműen megállapítható, hogy a folyó és mellékvízfolyásai jelentős szabad vízkészlettel rendelkezik. A 3. táblázatban láthatók azok a cégek és magánszemélyek, melyek öntözési célból használják a Hernád vizét.

<i>Engedélyes megnevezése</i>	<i>Vízkivétel célja</i>	<i>Engedélyezett vízsugár [l/s]</i>	<i>Engedélyezett vízmennyiség [m³/év]</i>	<i>Tényleges vízmennyiség [m³/év]</i>
MG. Ipari Kereskedelmi Szövetkezet	öntözés	80	100000	0
Mg. és Szolg. Szövetkezet	öntözés	33	56000	0
Szegedi Imre Jánosné	öntözés	66	150000	0
Bucskó Józsefné	öntözés	12	20000	0
Szalóczyné Hunkár Lúcia	öntözés	8,3	3100	0
ÉKÖVIZIG	öntözés, vízátvezetés	3000	94608000	20822400

3. táblázat: Öntözési célú vízkivételek a Hernádon [5]

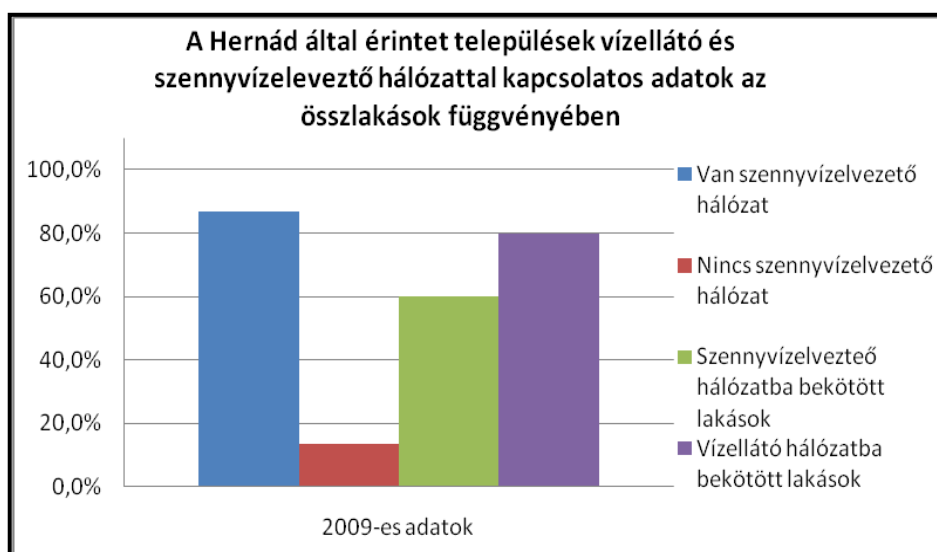
A 3. táblázatban felsoroltam azokat a szervezeteket és személyeket, melyek a Hernád vizét öntözési célból használják, de ezen felül megemlíteném, hogy a Hernád-folyó egyik mellékvízfolyását a Bársonyos-csatornát, mely teljes szakasza napjainkban öntözési célokat lát el. Hernádszurdok közelében a Hernád egy részét elvezetik a Bársonyos-csatornába. 82,3 fkm-en keresztül kíséri a folyót és Böcsnél jut vissza a Hernádba. Ma a csatorna és a hozzákapcsolódó öntözőcsatornák mintegy 9535 ha öntözését biztosítja [6].

3.4. A Hernád- folyót érő szennyezések

3.4.1. Települések szennyvízterhelései

A Hernád-folyót folyamatosan terhelő folyékony szennyezőforrások, a vízgyűjtő területen meglévő és működő szennyvíztisztító telepek. A Hernád hazai vízrendszerének

területén 74 önálló település található, ezek közül 37 települést érint közvetlenül a Hernád. Az érintett települések vízellátó és szennyvízelvezető hálózattal kapcsolatos adatokat az 1. ábra mutatja be.



1. ábra: Hernád által érintett települések vízellátó és szennyvízelvezető hálózattal kapcsolatos adatok az összlakások függvényében

Az 1. ábra az összlakások számának függvényében mutatja be a vízellátó és szennyvízelvezető hálózatba való bekötött lakások megoszlását. Az érintett települések összlakások száma 19255 db (100%) ennek 86,61%-nál van szennyvízelvezető hálózat kiépítve. Az összlakások 79,63%-a vízellátó hálózatba, illetve 59,98%-a szennyvízelvezető hálózatba bekötésre került, melyek összesen kb. 1316 ezer m³ ivóvizet és kb. 974 ezer m³ szennyvizet bocsátanak ki évente.

A Hernád magyarországi vízgyűjtő területén 9 kommunális szennyvíztisztító telep, és 5 kommunális szennyvíz leürítő hely működik. A Hernád-folyó vízgyűjtőterületén megtalálható kommunális szennyvízbevezetések főbb adatait részletezi a 4. táblázat.

<i>Szennyvíztisztító telep neve</i>	<i>Befogadó neve</i>	<i>Szennyvíz (m³/nap)</i>
Encs – szvt. telep	Bélu-patak [11+250]	674
Szikszó – szvt. telep	Vadász-patak [6+950]	658
Halmaj – szvt. telep	Vasonca [2+170]	496
Hernádszentandrás – szvt. telep	Kis-Hernád [7+800]	416
Gönc – szvt. telep	Gönci-patak [5+624]	22
Ócsanáros – szvt. telep	Vadász-patak [0+569]	14
Telkibánya – szvt. telep	Csenkő-patak [4+750]	49

Tomor – szvt. telep	Vadász-patak [3+980]	11
Zsujta – szvt. telep	Csenkő-patak [1+400]	8

4. táblázat: A kommunális szennyvízbevezetések a Hernád-völgyében [5]

Az igaz, hogy a 4. táblázatban feltüntetett szennyvíztisztító telep nem közvetlenül a Hernád-folyóba bocsátják a megtisztított kommunális szennyvizet, de a szennyvizet befogadók mind a Hernád mellékvízfolyásai.

3.4.2. Hulladék elhelyezésből adódó lehetséges szennyezések

A nem folyamatos szennyvízkibocsátók, illetve vízszennyező források körébe kell sorolni – az ugyancsak emberi tevékenység során létrehozott, létrejövő – különböző hulladéklerakó telepeket, hulladéklerakásokat, melyek esetenként nagy potenciális veszélyt hordoznak magukban. A hulladékon keresztül szivárgó csapadékvizek a hulladékból különböző oldható szennyezőanyagokat kioldva a lerakó szigetelésének hiánya vagy nem megfelelő szigetelési rendszer esetén, illetve meglévő szigetelés mellett szennyezhetik a szigetelés sérülésekor a talajt, azon keresztül a talajvizet, mely szennyezés esetenként (felszíni vízfolyásokhoz közel, szélsőséges talajvízjárású területen, belvizek közvetítésével, stb.) a felszíni vízben is megjelenhet.

A Hernád magyarországi vízgyűjtő területén a települések többségében a szervezett hulladékgyűjtést az 1980-as évektől vezették be, de az addig keletkezett hulladékok ma is megtalálhatók a települések környezetében lévő mélyedésekben. A szilárd hulladékok elhelyezésére két épített, műszaki védelemmel és monitoringgal rendelkező engedélyezett regionális lerakó van: Encsen és Szikszón. Előzőeken túl a települések közelében lévő mélyedések majd mindegyikénél fel lehet fedezni a kiépítés-, műszaki védelem és monitoring nélküli, részben különböző engedélyekkel rendelkező, de többnyire illegális hulladéklerakás nyomait pl. Abaújvár, Encs-Fügöd, Gönc, Gesztely, Halmaj, Vizsoly stb. A nem megfelelő kialakítású és engedély nélküli lerakók részben már megszüntetésre kerültek, vagy már csak minimális lerakás figyelhető meg bennük, más részüknél a megszüntetésre, illetve a felszámolásra irányuló intézkedések folyamatban vannak, szennyező hatásuk feltehetően azonban még hosszú ideig mérhető lesz. [4]

3.4.3. Határon átnyúló, vagy szomszédos területről érkező szennyezések fő rizikóforrásai

Magyarország medence-jellegéből adódóan a felszíni vízfolyások tekintetében is tranzitország vagyunk. Ez jellemző Észak-Magyarországra és ezen belül a Hernád-folyó vízgyűjtőjére is. A Hernád teljes vízgyűjtője 5436 km², ebből magyar területre csupán 1013 km² esik. A Hernád vízgyűjtő területének közel 80 %-a a Szlovák Köztársaság területére esik. Előzőek alapján a felszíni vízkészletek mind mennyiségi, mind minőségi szempontból döntően a szomszédos (felvízi) országban tett beavatkozásoktól (készletelvonás és szennyezés) függenek. A Hernád vízgyűjtőjének jellegzetessége, hogy míg a magyarországi völgyben a főfolyó nagyságát megközelítő mellékfolyó nincs, addig a szlovákiai vízgyűjtőn közel azonos nagyságrendű folyók találhatók, a terület közel azonos vízfolyás sűrűségű és jelentőségű részvízgyűjtőkre bontható.

A vízgyűjtőn lévő vízfolyások közül a Hernád és a Szartos-patak érkezik a Szlovák Köztársaság területéről. A Hernád és a Szartos-patak vizének minőségét a felvízi ország területhasználatai alapvetően meghatározzák. Hasonlóan a víz minőségének váratlan megváltozását okozó rendkívüli szennyezések döntő része is Szlovákiából érkezik.

Az ipartelepítések az '50-es években mind Magyarországon, mind a szomszédos országban a környezetvédelmi beruházások mellőzésével valósultak meg.

A termelést pazarló vízhasználat és aránytalanul nagy szennyezőanyag kibocsátás jellemezte. Elmaradt a települések szennyvízcsatornázása, szennyvíztisztítása. Ilyen körülmények között a felszíni vízfolyások elszennyeződése következett be, amely alól a Hernád és a Szartos-patak sem volt kivétel. [4]

Az 5. és a 6. 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, illegális 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

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

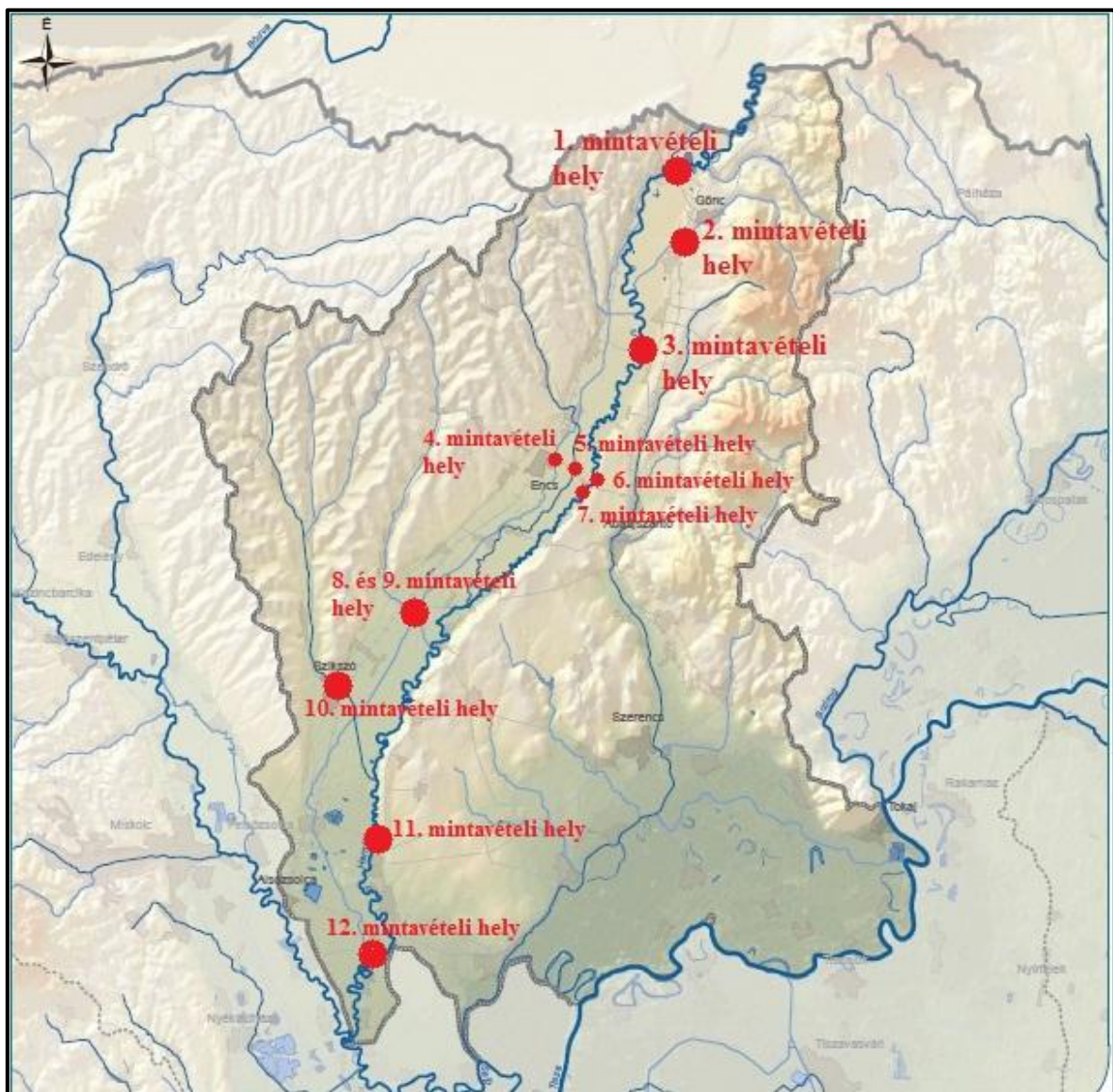
<i>Szennyező (cég neve és helye)</i>	<i>Ipari tevékenység</i>	<i>Befogadó neve</i>	<i>Bebocsátási pont (fkm)</i>	<i>Kibocsátott összes szennyvíz</i>	
				<i>(l/s)</i>	<i>(ezer m³/év)</i>
Kovohuty a.s. (Korompa)	fémgyártás	Hernád	97,8	17,5	551,9
SEZ Korompachy a.s. (Korompa)	gépgyártás	Hernád	96,6	1,9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

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

Továbbá visszatérő probléma a kommunális hulladék terhelése de, az utóbbi időben nem jellemző, mert a Szlovákok a saját területeiken eltávolítják a hulladékot a folyóból. De áradási időszakban bekerülnek kommunális és inert hulladékok a felszíni vízfolyásban, nem csak szlovákiai területéről, hanem magyarországi vízgyűjtő részről is egyaránt.

4. Saját mérések

Már 2009 óta foglalkozom a Hernád-folyó középső szakaszának a vízminőség vizsgálatával és a pontosabb vízminősítés érdekében a kutatómunkámat nem csak a Hernád teljes magyarországi szakaszának a tanulmányozására, hanem a mellékvízfolyásainak a vizsgálatára is kiterjesztettem. A mintavételi helyeimet a 8. kép mutatja be illetve a 7. táblázat a mintavételi helyek GPS koordinátáit és magassági pontjait is ismerteti. Az 1. számú mellékletben a mintavételi helyeken készített fényképek találhatók. A mintavételt követően helyszíni vizsgálatokat végeztem, majd a megfelelően tárolt mintákat a Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék Környezetvédelmi és Vegyipari Művelettani Laboratóriumában Nagy Kitti IV. éves környezetmérnök BSc. szakos hallgató segítségével további fizikai és kémiai minősítésnek vetettem alá.



8. kép: A Hernád-folyó magyarországi vízgyűjtőterületének mintavételi helyei

<i>Mintavételi helyek</i>	<i>GPS koordináták</i>		<i>mBf</i>
Hidasnémeti (Hernád)	É:48,49853	K:21,22963	180
Gönruszká (Gönci-patak)	É:48,45748	K:21,24469	192
Vizsoly és Novajidrány között (Hernád)	É: 45,39228	K:21,12909	171
Encs (Bársonyos)	É:48,32942	K:21,12930	174
Encs Gibárt között (Bélus-patak)	É:48,32536	K:21,14711	175
Gibárt erőmű előtt (Hernád)	É:48,31791	K:21,16379	163
Gibárt erőmű után (Hernád)	É:48,61567	K:21,16051	162
Halmaj (Vasonca)	É:48,24162	K:20,99782	155
Halmaj (Bársonyos)	É:48,24245	K:21,00110	159
Szikszó (Vadász-patak)	É:48,20433	K:20,92638	155
Gesztely (Hernád)	É:48,10814	K:20,95985	148
Bócs (Hernád)	É:48,04016	K:20,96111	147

7.táblázat: A mintavételi helyeim GPS koordinátái és magasságpontjai

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 vennünk. Az MSZ ISO 5667-2 magyar szabvány is foglalkozik a vízmintavételezéssel és egyben tartalmazza a mintavételi technikák leírásait is.

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 folytatódnak vagy megindulnak 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 ($\text{pH}>12$).
- ♦ Oxidálószer alkalmazása.
- ♦ Szerves oldószerek alkalmazása.

A minták előkészítése:[7]

- ♦ 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 $0,45\text{ }\mu\text{m}$ 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.



9. kép: Mintavétel és a minta tárolása [Saját kép]

4.2. A Hernád-folyó és mellékvízeinek a vízminősítése

A vízminőségi vizsgálataim alkalmával fizikai és kémiai minősítést végeztem. Eddig két alkalommal volt lehetőségem a vizsgálatok elvégzésére, 2011. 05.28-án és 2011.10.28-án. Fizikai minősítés során organoleptikus módon (érzékszervekkel) vizsgáltam a vízfolyások színét, szagát és megmértem a hőmérsékletüket. Továbbá helyszínen meghatároztam a pH értéket, vezetőképességet, redoxifeszültséget, oldott oxigén koncentráció és az oldott oxigén telítettségi százalékos értékeket. Laboratóriumban meghatároztam a minták szerves anyag tartalmát (TOC), lúgosságot, zavarosságot és ammónium- (NH_4^+), nitrát- (NO_3^-), foszfát- (PO_4^{3-}), szulfát- (SO_4^{2-}), nitrit- (NO_2^-), klorid- (Cl^-), nátrium- (Na^+), magnézium- (Mg^{2+}), kálium- (K^+), kalcium-ion (Ca^{2+}) koncentrációkat. A mérési eredményeimből azokat a paramétereket emeltem ki, melyekre találtam határértéket, illetve fontosnak tartottam azok ismertetését. Ezek a következők: pH, vezetőképesség, oldott oxigén koncentráció és telítettségi százalékos, TOC, nitrát-, klorid-, foszfát-, ammónium-ion koncentrációk.

Az általam meghatározott vízminősítési paramétereket összevettem az 10/2010. (VIII.18.) VM rendeletben szereplő határértékekkel. A rendelet a határértékeket víztest típusokként adja meg, ezért első lépésben meghatároztam a Hernád-Takta Alegység Vízyűjtő Gazdálkodási Terv segítségével, hogy a mintavételi helyeim, mely víztest típusokba sorolhatók. A 8. táblázatban a mintavételi helyeim, a mintavételi helyek víztest típus számai, illetve a 10/2010 (VIII.18.) rendelet 1. számú mellékletében található víztest típus szerinti besorolását tüntettük fel (ezen megfogalmazásokhoz rendelték hozzá a határértékeket, mely értékeket a 1. táblázatban már egyszer ismertetem).

<i>Mintavételi helyek</i>	Víztest típus száma	Határérték besorolás ⁶
Hidasnémeti (Hernád)	6	Dombvidéki közepes vízfolyások és nagy folyók
Göncruszka (Gönci-patak)	4	Hegyvidéki, dombvidéki kisvízfolyások felső szakasza
Vizsoly és Novajdrány között (Hernád)	6	Dombvidéki közepes vízfolyások és nagy folyók
Encs (Bársonyos)	mesterséges (15)	Síkvidéki kisvízfolyások
Encs Gibárt között (Bélus-patak)	mesterséges (15)	Síkvidéki kisvízfolyások
Gibárt erőmű előtt (Hernád)	6	Dombvidéki közepes vízfolyások és nagy folyók
Gibárt erőmű után (Hernád)	6	Dombvidéki közepes vízfolyások és nagy folyók
Halmaj (Vasonca)	8	Hegyvidéki, dombvidéki kisvízfolyások felső szakasza
Halmaj (Bársonyos)	mesterséges (15)	Síkvidéki kisvízfolyások
Szikszó (Vadász-patak)	8	Hegyvidéki, dombvidéki kisvízfolyások felső szakasza
Gesztely (Hernád)	13	Síkvidéki közepes és nagy folyók
Bőcs (Hernád)	13	Síkvidéki közepes és nagy folyók

8. táblázat: A mintavételi helyeim víztest típus szerinti besorolása

A 8. táblázatban jól megfigyelhető, hogy az általam vizsgált területek több vízminősítési határértékkel is rendelkeznek, ezért a továbbiakban a mérési eredményeimet (melyekhez tartozik határérték) csoportosítva ismertetem, még pedig a határértékek szempontjából. Négy csoportot hoztam létre, melyek a következők:

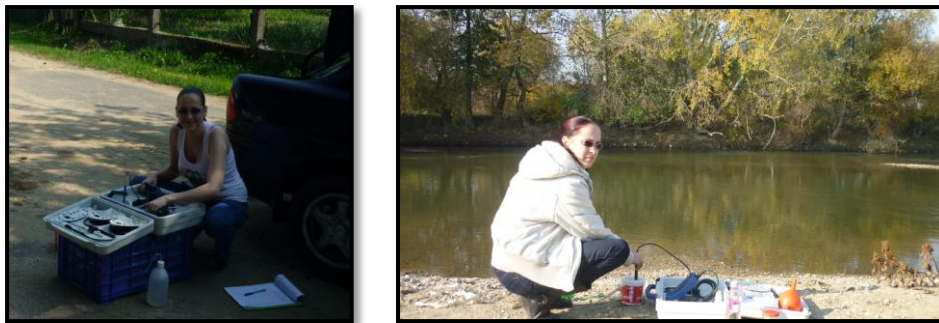
- 1. csoport: Göncruszka (Gönci-patak), Halmaj (Vasonca), Szikszó (Vadász-patak);
- 2. csoport: Hidasnémeti (Hernád), Vizsoly és Novajdrány között (Hernád), Gibárti erőmű előtti és utáni folyó szakasz;
- 3. csoport: Gesztely és Bőcs (Hernád);
- 4. csoport: Encs (Bársonyos), Encs és Gibárt között (Bélus-patak), Halmaj (Bársonyos).

⁶ A 2. táblázatban megtalálható az egyes víztest típusokhoz tartozó határértékek.

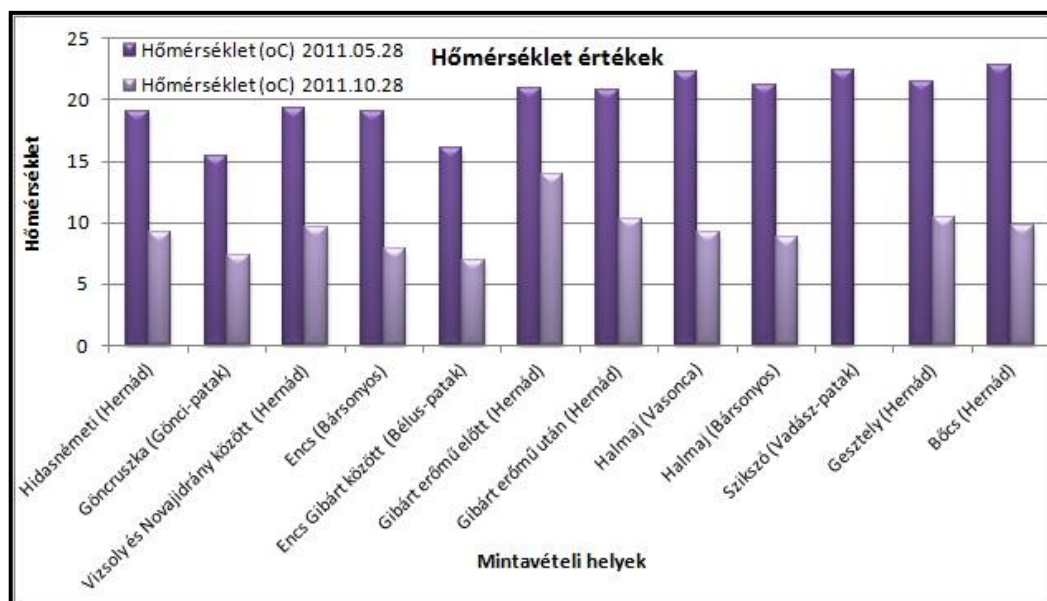
4.2.1. Fizikai minősítés

1, Hőmérséklet:

Az egyik legfontosabb fizikai vízminősítési paraméter a hőmérséklet. A hőmérséklet éghajlat és évszak függő. 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 [8]. Én is végeztem helyszíni méréseket (10. kép) és a 2. ábra az általam meghatározott hőmérséklet eredményeket mutatja be.



10. kép: Helyszíni mérések [Saját kép]

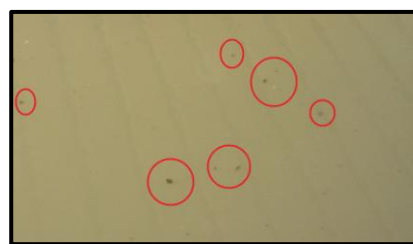
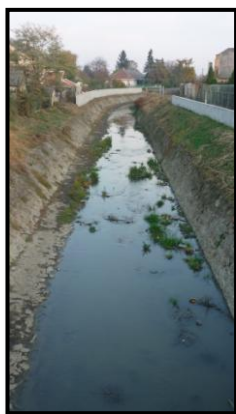


2. ábra: Hőmérséklet összehasonlítása

A 2. ábráról jól leolvasható, hogy a mért értékek között kismértékű eltérés van. Az eltérés oka az eltérő meteorológiai viszonyokban keresendő. A 2. ábrán is jól megfigyelhető az a megállapítás, hogy a hőmérséklet értékek nem csak a domborzati viszonyoktól, a meteorológiai helyzettől, hanem az évszakoktól és napszaktól is nagymértékben függ.

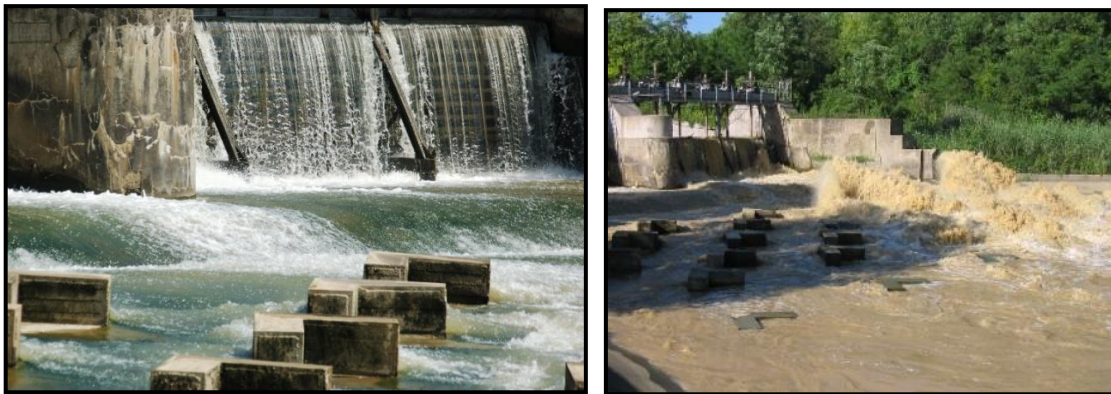
2. Szag, szín és íz:

A mintavétel során egy eset kivételével szaghatások nem voltak tapasztalhatók. Ez a kivétel a 2011.10.28-ai mintavételkor Szikszón, a Vadász-patakon volt megfigyelhető. Jól érezhető ammónia jellegű szaghatás volt a vízfolyásnál és szabad szemmel is jól észrevehető volt, hogy állati eredetű ürülékek bocsájtottak a patakba. A 11. képen az első mintavételkor tapasztalt helyzet és a második mintavételkor tapasztalt állapot látható. Itt jegyezném meg, hogy e miatt az állapot miatt úgy döntöttünk, hogy nem veszünk mintát (akár fertőzött is lehetett a víz).



11. kép: Szikszó, Vadász-patak [Saját kép]

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 és mellékvízfolyások többségének színe a tavaszi és őszi áradási időszakok kivételével zöldes volt, áradások idején pedig a hordaléka miatt tejeskávés színű, melyet a 12. kép szemléltet. A víz színe a visszavert fényből ítélném meg. A tiszta víz, ha a rétegvastagsága kicsi, színtelen, ha a vastagsága nagy, halványkék 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.



12. kép: A Hernád-folyó színei [Saját kép]

4.2.2. 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** elektroanalitikai mérőműszerrel végeztem, amely műszer lehetővé tette még a redoxipotenciál, a vezetőképesség és az összes oldott sótartalom, valamint az oldott oxigén koncentráció meghatározását.

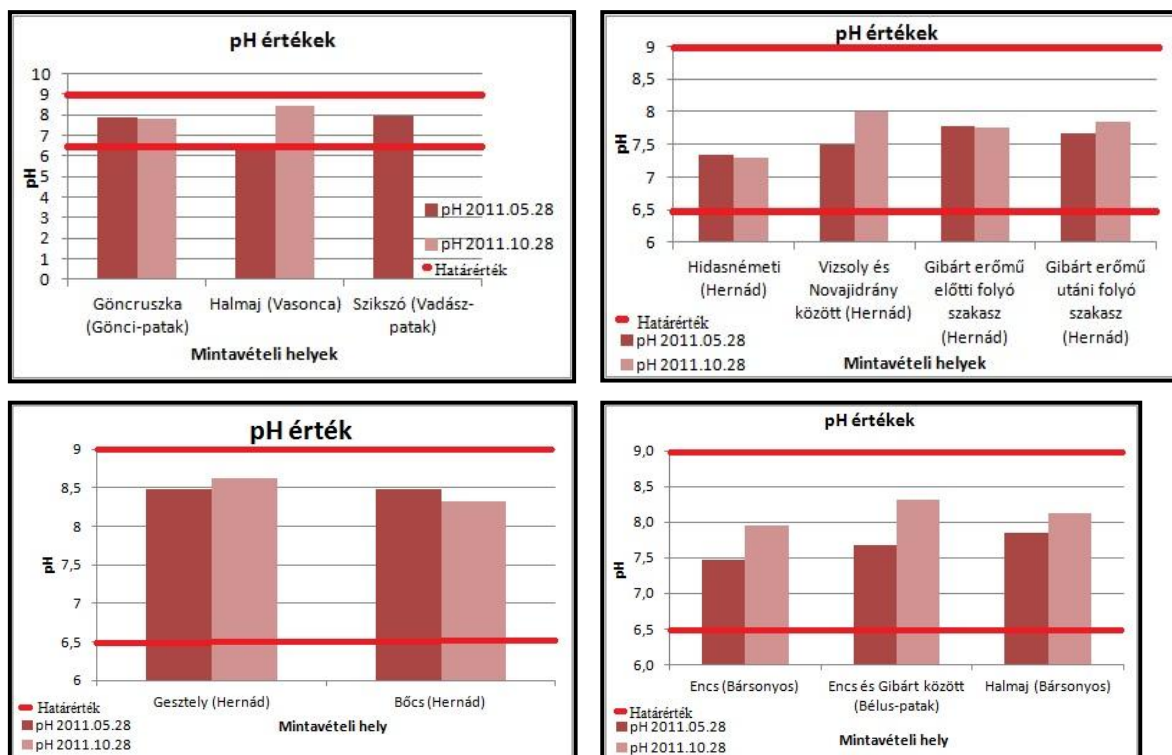


1. kép: Terepi mérés közben [Saját kép]

A pH-érték meghatározásához használt analitikai módszer a potenciometria, mely során 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 [9].

A pH-érték meghatározását lehetőleg a helyszínen kell elvégezni, a mintavételt követően azonnal. A 3. ábra az általam mért pH eredményeket és a határértékeket mutatja be.



3. ábra: A helyszínen mért pH értékek

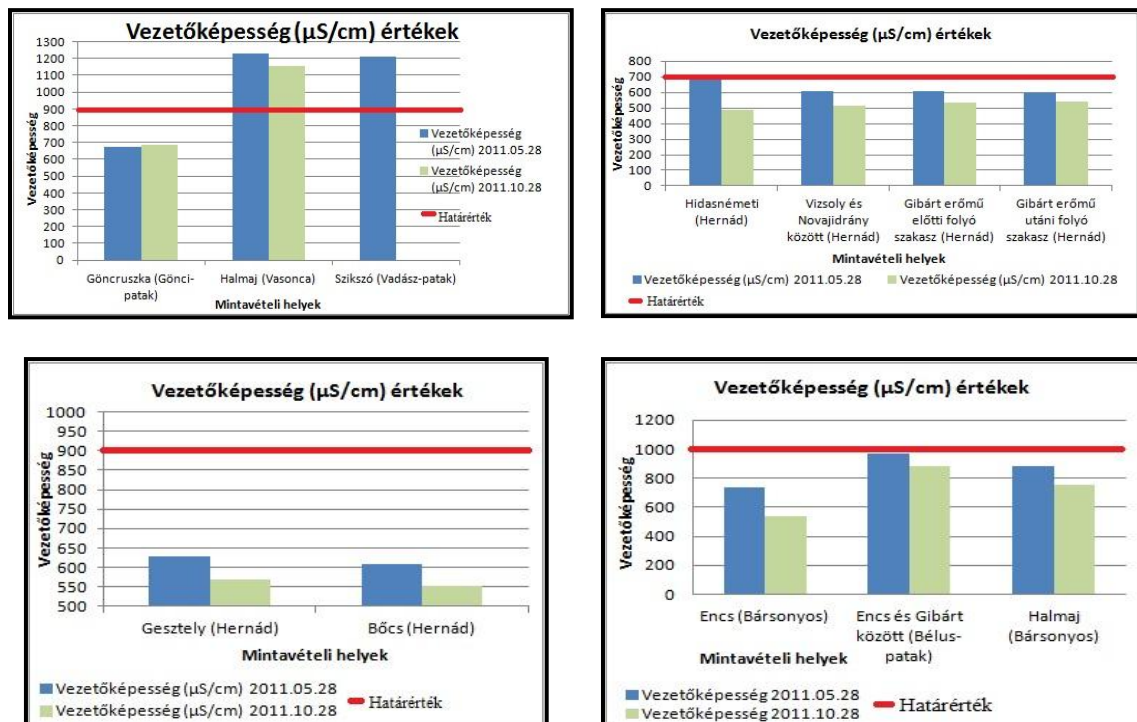
A 3. ábráról jól leolvashatók a mintavételi helyeimen mért pH eredmények. Ugyan ezen ábráról azt is megfigyelhetjük, hogy a kapott értékek mind a rendeletben előírt határérték tartományon belül helyezkednek el. Ezen paraméter tekintetében a vizsgált terület megfelel az Európai Unió elvárásainak.

2, A vezetőképesség mérése:

A vezetőképesség meghatározása is a MultiLine P4 mérőműszerrel történt. A vezetőképesség mérésén alapuló elektroanalitikai eljárás a konduktometria. A vezetőképesség egyenesen arányos az oldat ionkoncentrációjával és egyben függ a hőmérséklettől is (vezetőképesség mértékegysége Simens/méter). 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 [9]. A vezetőképesség során kapott értékeimet a 4. ábra szemlélteti.



2. kép: Mérés közben [Saját kép]



4. ábra: Vezetőképesség értékeim

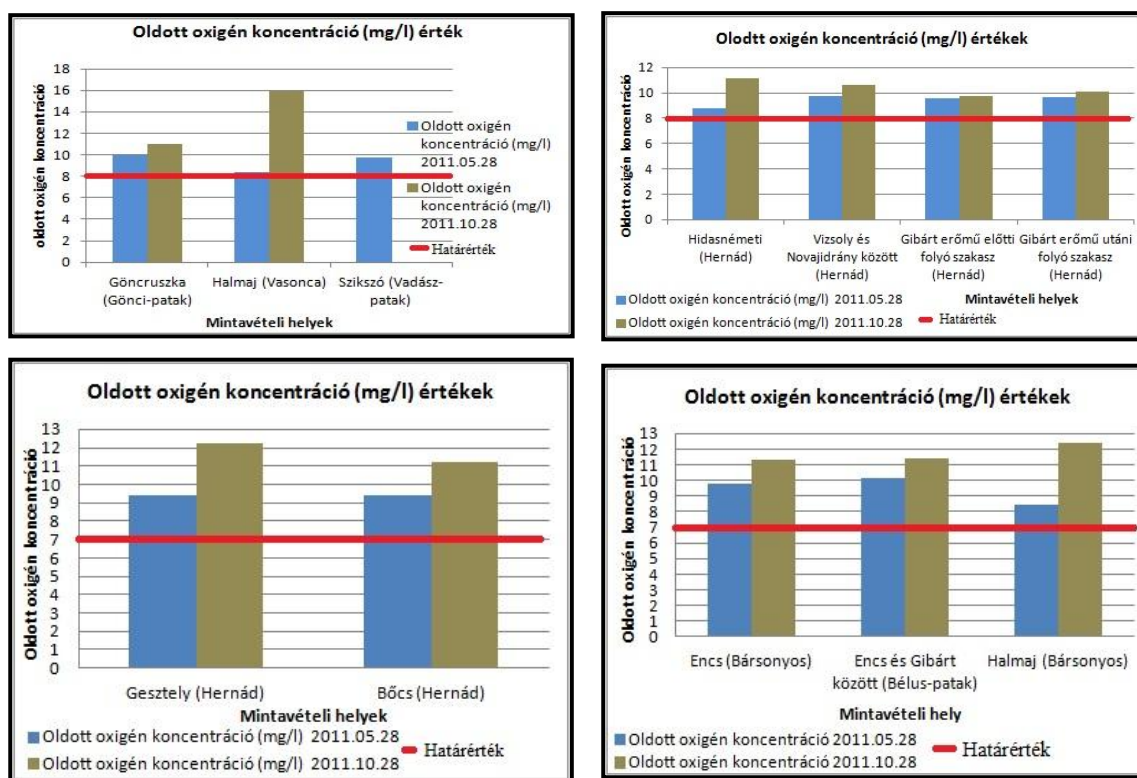
A 4. ábrán jól megfigyelhető az egyes mérési eredmények és a hozzájuk tartozó határértékek is. Vasonca (Halmaj) és a Vadász-patak (Szikszó) esetében figyelhető meg határérték túllépés. A vezetőképesség értékét a vizekben található kalcium-, magnézium, nátrium-, kálium-, szulfát-, klorid- ionok stb. koncentrációja határozza meg. A tanszéki ionkromatográfiás mérés alkalmával (ahol az előbb felírt ionok mennyiségét határoztam meg) is megfigyelhető volt az ionok mennyiségének a növekedése a két mintavételi helyen (Szikszó, Halmaj) a többi vizsgált vízfolyás ion összetételéhez képest.

3. Oldott oxigén tartalom mérése:

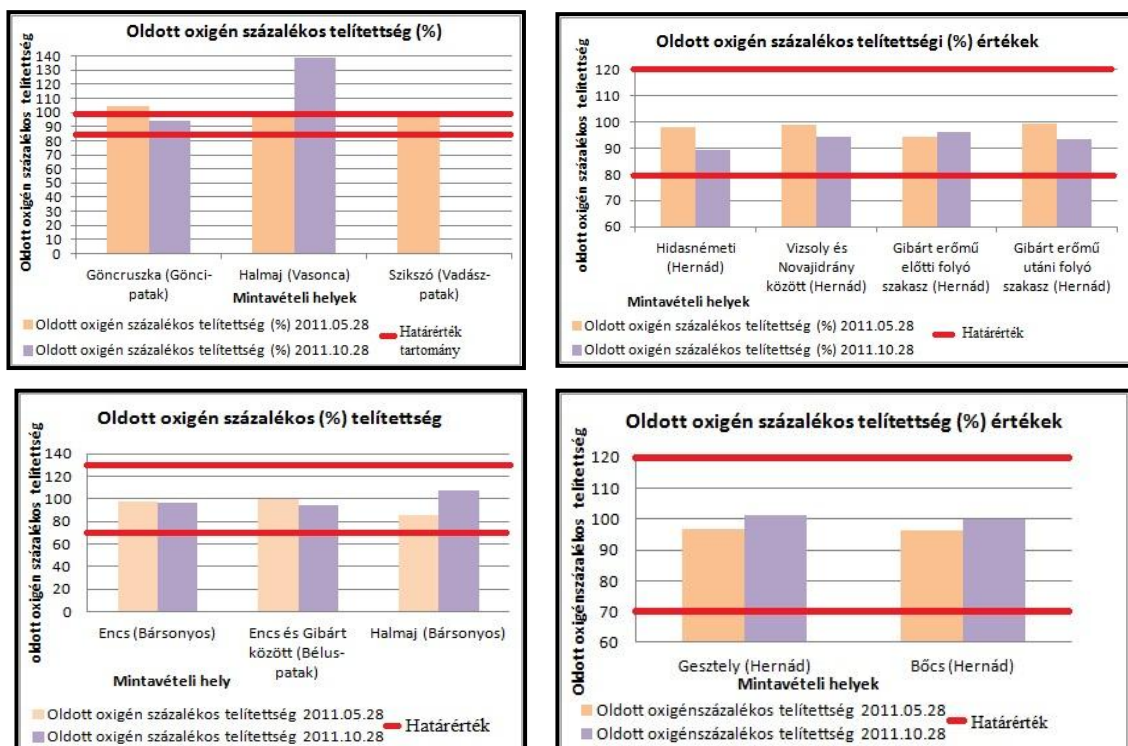
A vízben oldott oxigén az élő szervezetek számára nélkülözhetetlen. Ha a vízben nem lennének élőlények, a légköri oxigén parciális nyomásától és a víz hőmérsékletétől függő mértékben oldódna a vízben. Hideg vízben több, melegben kevesebb oxigén oldódik, a telítettség nagyjából 100% lenne. Az algák és hínárok oxigént juttatnak a vízbe, mert a fotoszintézis során a víz oxigénjét felszabadítják. A légzés csökkenti a víz oxigén tartalmát. Oxigént lélegzik sok baktérium, minden vízi állat az apró rákaktól a halakig, és persze a növények is. Ha túl sok alga vagy hínár terem a vízben, délutánra lényegesen 100% fölé nőhet az oxigén telítettség a gyors fotoszintézis miatt, éjszaka viszont nagyon lecsökken az intenzív légzés miatt. A nagy napi ingadozás az eutrofizálódás jele. Ha 2 mg/l alá csökken az oxigén koncentrációja, a halak akár el is pusztulhatnak. [22]

A vízminta oldott oxigén tartalmának meghatározása oldott oxigénmérő műszerrel történik. Az eredményeket megadhatjuk koncentrációban (mg/l), vagy százalékos telítettség értékben (%) is. A tényleges oxigén-koncentráció 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. Az 5. ábra az oldott oxigén tartalmat mutatja be a meghatározott értékeimet, míg a 6. ábra a mért értékeket telítettségi százalékban mutatja be.



5. ábra: Oldott oxigén tartalom összehasonlítása



6. ábra: Mért oldott oxigén százalékos telítettségi értékei



14. kép: A tavaszi és őszi mintavételkor készített képek a Vasoncán (Halmaj) [Saját kép]

Az oldott oxigén koncentráció esetében fontos hangsúlyozni azt, hogy a jogszabály kimondja, hogy az oldott oxigén koncentráció értéke nem lehet kisebb a határértéknél. Ezen paraméter esetében az az elvárt, hogy a megadott érték felett legyen a mérési eredmény. A 5. ábrán, mely a meghatározott oldott oxigén koncentrációkat mutatja, megfelel az elvárásoknak, de azért kiemelném a Vasoncán (Halmaj) mért értékeket. Véleményem szerint ez a magas oldott oxigén koncentráció érték (15,90 mg/l) eutrofizációra utalhat, mert nem csak az alacsony (~2 mg/l), hanem a magas oldott oxigén

koncentráció értékek is az eutrofizálódás egyik jelzője. Ezen kijelentésemet a 6-os ábrán látható oldott oxigén telítettségi százalékos értékek is alátámasztják. A helyszínen készített képek is ezt mutatják (14. kép). A képeken jól látszik, hogy a vízfolyás erősen zöld színű, zavaros és a növényzet elburjánzása is jól megfigyelhető a képeken, mivel erősen benőtték a vízfolyást a növények, így annak áramlását (mozgását) szinte megakadályozzák, mint ahogy a helyszíni mérések alkalmával ezt mi is megállapíthattuk.

4, Összes szerves széntartalom (TOC) meghatározása:

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).

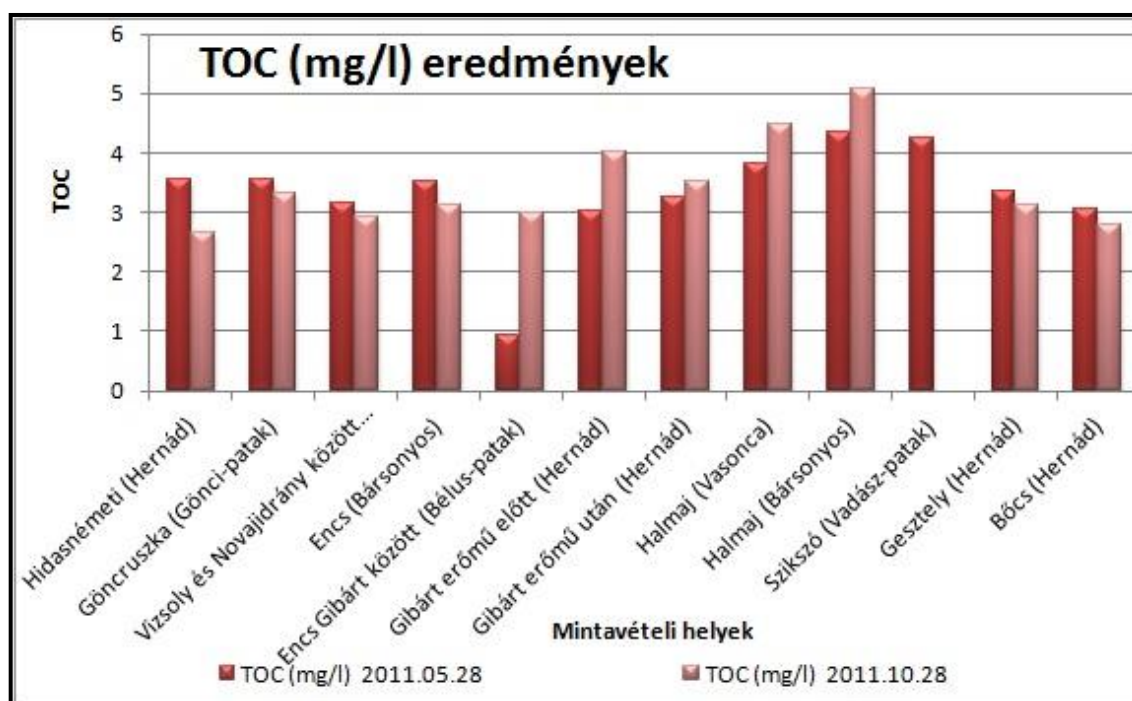
A **Shimadzu TOC-V CPN** összes szerves széntartalom mérő készülék, NDIR detektorral, gázlefejtő panellel (fali nyomáscsökkentő panel tűszeleppel, mely szintetikus levegő vagy oxigén vezetékre illeszthető), 72 minta bevitelére alkalmas automata mintaadagolóval, illetve mintabeviteli tartozékokkal rendelkezik, 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 megkezdtuk a kalibrációt. Tisztítólépésként ultratiszta vízre lefuttattunk néhány mérést. A TOC Control-V szoftver jól használható és gyors analízist biztosít.

A 15. 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 7. ábra foglalja össze.



15. kép: Shimadzu TOC mérő készülék [Saját kép]



7. ábra: TOC mérési eredményeim

A mérés során kapott eredményeimet a 7. ábrán látható. Az általam mért TOC értékek a vizekben előforduló szerves anyag mennyiségére utalnak. A Vasonca (Halmaj) és Bársonyos (Halmaj), Vadász-patak (Szikszó) esetében figyelhető meg kicsit magasabb TOC értékek. A TOC eredményekre a rendelet nem ad meg határértéket, de az összes szerves szén tartalom eredményeit a kémiai oxigénigény értékeihez lehetne hasonlítani. A felszíni vízfolyásoknál néhány 10 mg/l-es érték még elfogadható a teljes szerves szén koncentráció esetében.

5. Ionkromatográfiás elemzések:

A vízmintáim ion összetételének a vizsgálata DIONEX ICS-3000 ionkromatográfiás mérőműszer segítségével történt. A **DIONEX ICS-3000** ionkromatográfiás (15. 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, vezetőképesség mérő detektor.*



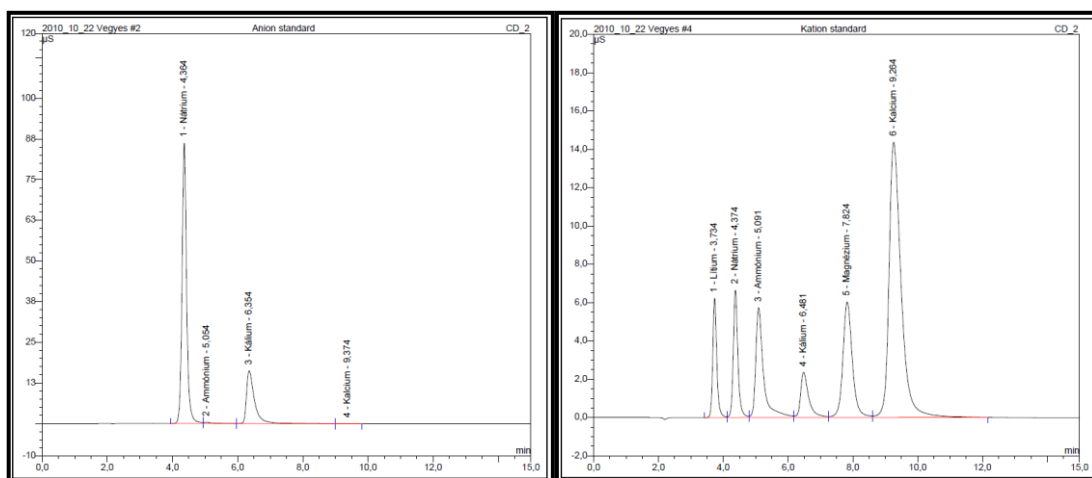
16. kép: DIONEX ICS-3000 típusú ionkromatográfiás rendszer [Saját kép]

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 pl. ISO 10304-1 :2007, melynek a címe „Az oldott anionok meghatározása ionkromatográfiával: 1. rész A bromid-, a klorid-, a fluorid-, nitrát-, nitrit-, foszfát- és szulfát-ionok meghatározása” és a MSZ EN ISO 14911:2000, mely az oldott lítium, nátrium, ammónium, kálium, mangán, kalcium, magnézium, stroncium és bárium-ion ionkromatográfiás módszerrel való meghatározásával foglalkozik.

Standardok:

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

A kromatográfiás mérések végeredményeként egy ún. kromatogramot kapunk (detektor-jel idő függvényében), amely a minőségi és a mennyiségi információk hordozója. A 8. ábrán a mérések során meghatározott standardoknak a kromatogramja látható.



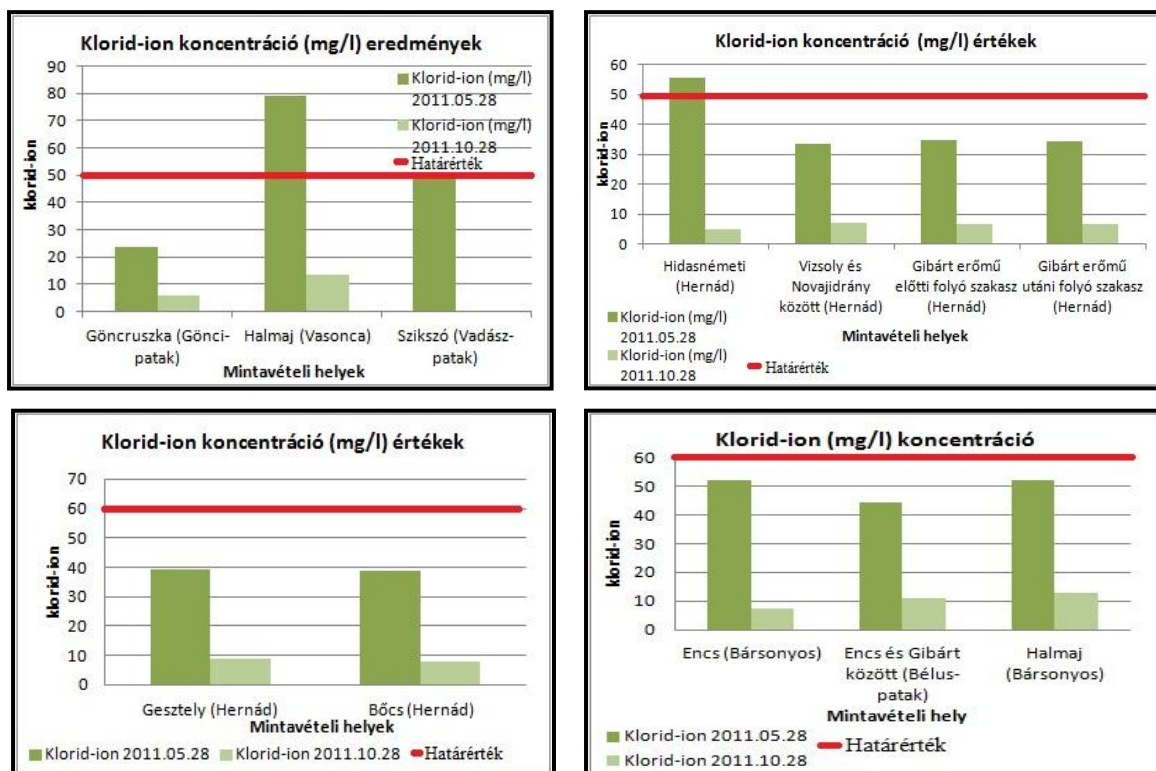
8. ábra: Anion és kation standard kromatogramja

A kromatogramon a csúcs alatti területe az alkotó mennyiségével arányos, még a minőségi információ hordozója a retenciós idő. [10,11]

A mérések alkalmával a mintáimban kimutatható volt minden esetben fluorid-, klorid-, nitrát-, szulfát-, nátrium-, kálium-, kalcium-, és magnézium-ion. Egyes mintáknál az ammónium-ion és a foszfát-ion is megjelent. A továbbiakban bővebben beszélek a mintáimban meghatározott klorid-, nitrát-, foszfát-, és ammónium-ion tartalomról.

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 [9]. A 9. ábra a mérések alkalmával kapott klorid-ion tartalmat prezentálja.



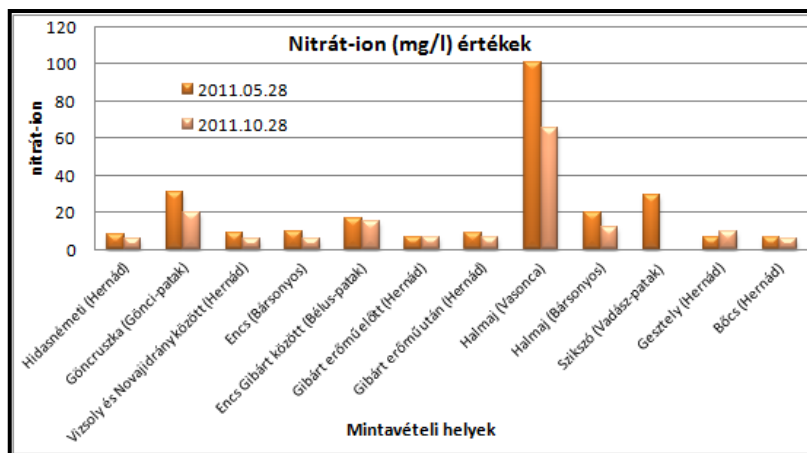
9. ábra: Klorid-ion koncentráció eredmények

A klorid-ion tartalmat a 10/2010 (VIII.18) VM rendeletben megadott határértékkel vettem össze, melyet a 9. ábra szemléltet. A 9. ábrán jól megfigyelhető, hogy a mérési eredmény két eset kivételével nem lépik túl az elvárt értéket. Ismét amint már többször is kiemelt Vasonca esetében és a Hernád hidasnémeti szakaszán figyelhetők meg eltérések. Mint már említésre kerül, a klorid-ion azért fontos, mert nátriummal összekapcsolódva sót képez. A mintákban meghatározott nátrium-ion mennyisége korrelál a klorid-ion tartalommal. Ezen a két helyen nagyobb nátrium tartalmat mértem, a többi mintavételi helyhez képest.

A kialakult sók kiülepedhetnek, a talajba kerülhetnek, melyek a talajok elszikesedéséhez (sófelhalmozódáshoz) vezethetnek. A sók felhalmozódása (különösen a nátrium sóké) az ökoszisztémára káros. A só megzavarja a növények növekedését azzal, hogy korlátozza a tápanyag-felvételt és rontja a növény rendelkezésére álló víz minőségét [23]. A sófelhalmozódás ezen hatásai, miatt érdemes lenne az érintett területeken talajminta elemzéseket is végezni és azután lehetne pontosabb következtetést mondani arról, hogy ez a megemelkedett klorid-ion és nátrium-ion mennyiség milyen hatással is van a vízfolyásra.

Nitrát- (NO_3^-) tartalom meghatározása:

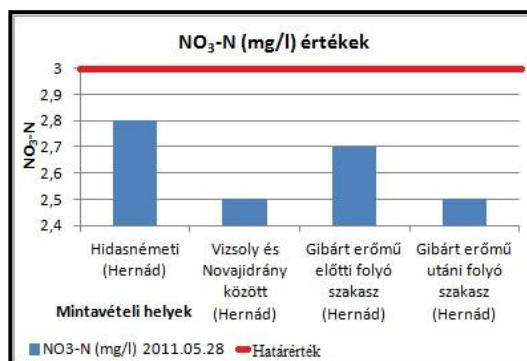
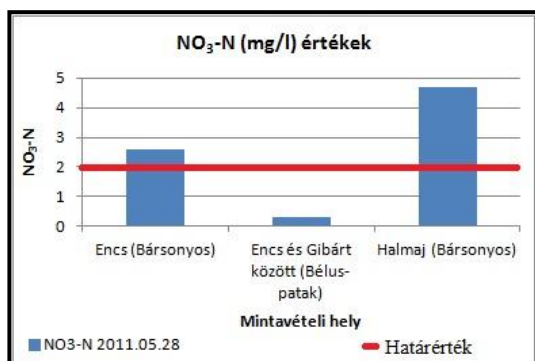
A nitrát nélkülözhetetlen a növényi fejlődéshez, de környezetvédelmi szempontból gondokat is okoz. Szennyezést jelző vízminőségi paraméterek: túlzott műtrágya-felhasználás során a talajból beoldódik a vízbe.

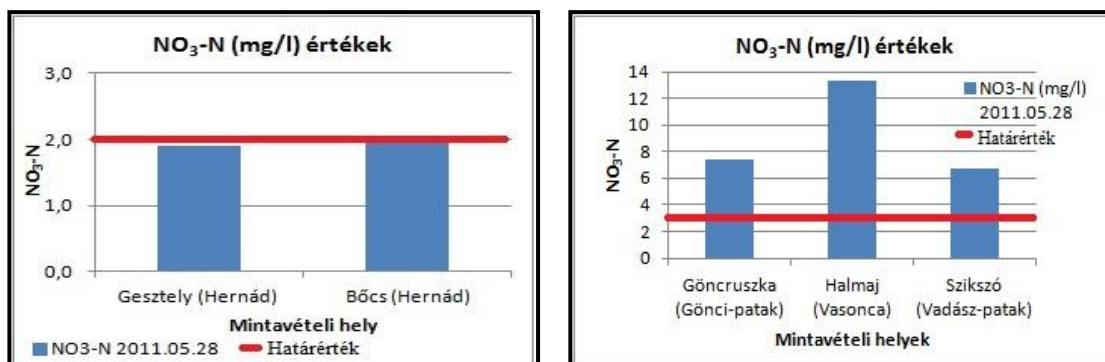


1. ábra: Mért nitrát tartalom értékek

Az igaz, hogy az ionkromatográfiás mérések alkalmával, nem azt a nitrát-nitrogén formát ($\text{NO}_3\text{-N}$) határoztam meg, melyre a rendeletben található határérték, de a 10. ábrán látható nitrát-ion koncentráció értékekből, ha mást nem is, de le lehet vonni azt a következtetést, hogy a Vasonca (Halmaj) esetében vannak problémák. Az első mérésnél 100 mg/l volt a nitrát-ion koncentráció. Az is megfigyelhető, hogy ez az érték a második mérésnél már lecsökkent kb. 70 mg/l-re, de véleményem szerint ez így is nagyon magas érték (ha csak a többi helyszínmérési eredményhez viszonyítjuk, akkor is).

Az első mérésem alkalmával (2011.05.28.) lehetőségem nyílt arra, hogy NANOCOLOR Linus fotométer segítségével meghatározzam a vízminták $\text{NO}_3\text{-N}$ értékeit is. A kapott eredményeket a 11-es ábra mutatja be.





11.ábra: NO₃-N értékek

A 11. ábrán ismét megfigyelhető az, hogy a Vasonca esetében a kapott NO₃-N koncentráció jóval meghaladja az előírt értéket. Ezen mérési eredmény is egyre jobban alátámasztja azt a véleményemet, hogy a vízfolyáson az eutrofizáció jelensége figyelhető meg.

Ammónia/ ammónium-ion tartalom meghatározása:

Az ammónium (NH₄⁺), 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 ammóniumszennyezés 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 első mérési sorozatban (2011.05.28.) néhány esetben volt kimutatható az ammónium-ion jelenléte. A Vadász-patakban (~3 mg/l), a Vasoncában (~0,5 mg/l), a Hernád Vizsoly és Novajidrány közötti folyószakaszában (~0,36 mg/l) és a Bélus-patakban (~0,2 mg/l). Sajnos a meghatározott ammónium-ion forma sem fele meg a rendeletben meghatározott formának (NH₃-N), de véleményem szerint így is lehet következtetéseket levonni az eredményekből.

A Vadász-patak esetében már említettem a fentiekben, hogy a második méréssorozat alkalmával a felszíni vízfolyásnak jellegzetes szúrós ammónia szaghatása volt. Az igaz, hogy az első mérés során nem érzékeltem ezt a jelenséget, de a kapott eredményből látszik, hogy a vizsgálat időpontjában a vízfolyás ammónium-ionnal terhelt volt. Véleményem szerint a vízfolyás közelében állatokat tartanak és az így keletkezett hígtrágyát kezeletlenül vagy illegálisan beleengedik a Vadász-patakba. Érdeemes lenne, a későbbiekben

feltérképezni azt, hogy honnan is ered ez a szennyeződés és hosszútávon ez, milyen hatást gyakorolt a vízfolyás ökoszisztémájára.

Foszfát-ion koncentráció 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 (PO_4^-). A foszfát legnagyobb mennyiségben való vízbe jutásáért a mezőgazdasági tevékenységek (szervestrágyázás, műtrágyázás, állattartó telepek), ill. a kommunális szennyvízkibocsátás a felelősek. A 12. mintám foszfor-ion koncentrációját, mint már említettem ionkromatográfiás műszerrel határoztam meg. A két mérés alkalmával a Gönci-patakban volt kimutatható, első esetben $\sim 0,44$ mg/l, míg a 2. mérésnél 0,24 mg/l foszfát-ion mennyiség. A Gönci-patakba a Gönc községnél található szennyvíztisztító telep engedi bele a szennyvizét. Ha jól tudom, jelenleg a nyers szennyvíz csak mechanikai tisztításon esik át és nincs foszfor eltávolítás. Ezzel magyarázható, az, hogy a Gönci-patakban kimutatható volt valamennyi foszfát-ion (megjegyzés: a mintavételi helyem a szennyvíz bebocsátás utáni szakaszon található).

5. Összefoglalás

Miután 2004-ben Magyarország is az Európai Unió tagországa lett, ezért a hazánknak is alkalmazkodnia kell a Víz Keretirányelv célkitűzéseire. A feladatokba beletartozik az is, hogy 2015-re felszíni vizeinket „jó állapotba” hozzuk. A vizek VKI szerinti jó állapota egyrészt az emberi egészség, másrészt az ökoszisztémák állapotából indul ki. Akkor tekinthetők a vizek jó állapotúnak, ha az ivóvízellátásra, vagy egyéb használatokra (rekreáció, öntözés) használt vizek minősége megfelel a használat által szabott követelményeknek, illetve a vizektől függő természetes élőhelyek működését nem zavarják az ember által okozott változások. Vízfolyások és állóvizek esetén a jó ökológiai és kémiai (vízminőségi) állapot, felszín alatti vizeknél a jó kémiai és mennyiségi állapot elérése a cél 2015-ig. Ettől az általános környezeti célkitűzéstől csak részletes társadalmi és gazdasági elemzések alapján lehet eltérni. A határidő indokolt esetben 2021-re vagy 2027-re kitolható, vagy esetleg enyhébb célkitűzések tehetők. [1]

Dolgozatomban a Hernád-folyó magyarországi vízgyűjtő területének vízminőség vizsgálatával foglalkoztam. A célom az volt, hogy a vízminősítéshez szükséges analitikai vizsgálatokat elsajátítsam illetve, hogy megvizsgáljam azt, hogy a Hernád folyó magyarországi vízgyűjtője az Európai Unió által előírt „jó állapotba” sorolható-e.

A kapott mérési eredményeimet összehasonlítottam a 10/2010 (VIII.18.) VM rendeletben található határértékekkel. Ezen jogszabály a VKI-ben előírt „jó állapothoz” kapcsolódó minősítési határértékeket tartalmazza. Az összehasonlítás során megállapíthattam azt, hogy a Hernád-folyó felső szakaszának (Hidasnémetinél) vize egy komponens esetében nem felel meg a vízminőségi határértéknek, ezért nem felel meg az Európai Unió elvárásainak. A Hernád-folyó alsó szakasz (gibárti, bőcsi és gesztelyi szakasz) megfelel az EU elvárásainak és kémiai szempontból eléri a „jó állapotot”.

Nagyobb problémák a mellékvízfolyások vízminőségében figyelhetők meg. Véleményem szerint a legnagyobb probléma a Vasoncán található. Ezen vízfolyáson szerint az eutrófikáció jelensége figyelhető meg. A 2. számú mellékletben található térképen és az általam kinagyított térkép részletén jól látható, hogy ez a területen intenzív mezőgazdaság folyik és az ÉKÖVIZIG adatai alapján erózió veszélyes területek közé tartozik. E tevékenységek hatására és, hogy a vízfolyás szinte áll (ezért nincs megfelelő keveredés és hígulás) alakulhatott ki a Vasoncán nitrát terhelés és az eutrófikáció.

Eddigi tanulmányaim alatt megtanultam, hogy az eutrofizáció egy természetes folyamat, de az antropogén tevékenységek felgyorsítják és kialakul a gyorsított eutrofizálódás. Az eutrofizáció oka a természetesnél nagyobb növényi tápanyagterhelés. A vizekbe bemosódott nagy mennyiségű nitrát és foszfor eredménye az eutrofizáció.

A felgyorsított eutrofizáció megakadályozásának egyrészt input módszerek alkalmazásával csökkentik a tápanyagok bejutását a vizekbe, másrészt output módszerekkel meg lehet tisztítani a már előrehaladott mértékben lévő vizeket. [12]

Input szabályozási módszerek:

- Fejlett szennyvíztisztítási technológiák alkalmazásával a kommunális és ipari szennyvizekből a foszfortartalom 90%-ának eltávolítása után eljuttatni a tisztított szennyvizet a befogadóba.
- Megtiltatni vagy hatósági úton limitálni a mosószeres és más tisztítószeres foszfáttartalmát, ezzel csökkentve a szennyvíztisztító telepekre belépő szennyvizek és a szennyvízszikkasztóból elszivárgó, nem pontszerű foszfáttartalmát.
- A földhasználat szabályozása, a talajvédelem, illetve talajkímélő művelési technológiák alkalmazása, melyek megakadályozzák a tápanyagok kimosódását a talajból és a pontszerű forrásokból.

Output szabályozási módszerek:

- Fenékkotrással eltávolítani a felesleges tápanyagot a mederfenékről.
- Eltávolítani a túlburjánzott növényzetet.
- Herbicidekkel (gyomirtó szerek) és algicidekkel (algairtó szerek) szabályozni a nemkívánatos flórát.
- Levegőztetés a vizek oldott oxigéntartalmának növelése céljából. [12]

A másik problémás patak, az a Vadász-patak. Szintén a 2. mellékletben található térképen és térkép részleten megfigyelhető, hogy a Vadász-patak felső szakaszán több helyen is állattartó telepeket üzemeltetnek. Például szarvasmarha, juh és kecske telepek. Az általam megállapított Vadász-patak ammóniumterhelését ezek a telephelyek okozhatják.

De felhívnom arra a figyelmet, hogy az összes mellékvíz csekély mértékben módosítja a Hernád-folyón mért paramétereket, mivel jelentős vízhozam különbség állapítható meg a befogadó Hernád javára. Ezt a megállapítást az is alátámasztja, hogy a Hernád alsó

szakasza (Gesztelynél és Bőcsnél) vízminőség szempontjából megfelel az EU-s előírásoknak.

További célkitűzéseim közé tartozik, ökológia szempontból is megvizsgáljam a vízfolyásokat. Tervezem makrozoobenton vizsgálat és halteszt elvégzését, toxicitási demonstratív vizsgálatok elvégzését növényi csíztatással.

Természetesen szeretnék több mérés sorozatot elvégezni és ezáltal megfigyelni például azt, hogy a Vasoncán és a Vadász-patakon kialakul helyzet, hogyan változik.

6.Irodalomjegyzék

- [1] Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság, Duna-vízgyűjtő magyarországi része, Vízyűjtő-gazdálkodási terv (2010. április)
- [2] Lévai Tibor: Analitika I. (Környezetvédelmi Minisztérium, 1999)
- [3] Dr. Percsich Kálmán: Bevezetés az vízanalitikába (SZIE MKK Központi Laboratórium, 2005)
- [4] Vízyűjtő Terület Vízminőségi Kárelhárítási Terve, A Hernád magyarországi vízgyűjtője (ÉKÖVIZIG, 2005)
- [5] Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság, Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság: Hernád- Takta alegység vízgyűjtő-gazdálkodási terv (2010. április)
- [6] Fülep Teofil és Kiss József: Hernád völgyének turistakalauza (Hoconén Természetvédelmi Egyesület, Miskolc, 1999)
- [7] Dr. Bodnár Ildikó: Környezet analízis I., oktatási segédlet, DE-MK, Debrecen, 2008.
- [8] Szabolcsik Andrea: Hernád-folyó gíbárti szakaszának vízminőség vizsgálata (Szakdolgozat, Debrecen, 2011)
- [9] Dr. Bodnár Ildikó: Vízgazdálkodás- és vízminőség védelem II., oktatási segédlet, DE-MK, 2009.
- [10] James S. Fritz, Douglas T. Gjerde: Ion Chromatography, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2009. ISBN: 978-3-527-32052-3
- [11] S. Mita, B.B. Kebbekus: Environmental Chemical Analysis, 1998. ISBN:075140456
- [12] Pregun Csaba: Vízgazdálkodás és vízminőségvédelem III. (órai anyag)
- [13]<http://hu.shvoong.com/exact-sciences/1717866-v%C3%ADzmin%C5%91s%C3%A9g-v%C3%A9delem-feladatai/>
- [14] <http://hu.wikipedia.org/wiki/Hern%C3%A1d>
- [15] http://www.holtagak.hu/htg/terkep_sub.php?bes=1834&pic=HT00T
- [16] http://kmnp.nemzetipark.gov.hu/index.php?pg=sub_300
- [17] <http://www.garne.pl/dd0313/5605020/storczyk-polny-platanthera>
- [18] <http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Dianthus-collinus.htm>
- [19] <http://www.topart.ugyanez.hu/viziallatok.html>
- [20] <http://www.marcal.extra.hu/allat.html>
- [21]http://www.hotdog.hu/magazin/magazin_article.hot?m_id=30603&h_id=95727&a_id=516329
- [22] http://www.vkkt.bme.hu/balaton/Chart/oxigen_plot.html
- [23] <http://soco.jrc.ec.europa.eu/documents/HUFactSheet-04.pdf>

7. MELLÉKLETEK

1. SZÁMÚ MELLÉKLET

Mintavételi helyek fényképekben [*Saját képek*]



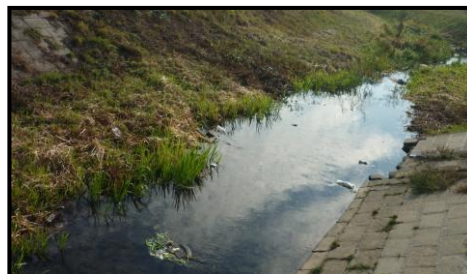
Hidasnémeti (Hernád)



Göncruszka (Gönci-patak)



Vizsoly és Novajidrány között (Hernád)



Encs (Bársonyos)



Encs és Gibárt között (Bélus-patak)



Gibárti erőmű előtti folyószakasz (Hernád)



Gibárti erőmű után folyószakasz (Hernád)



Halmaj (Vasonca)



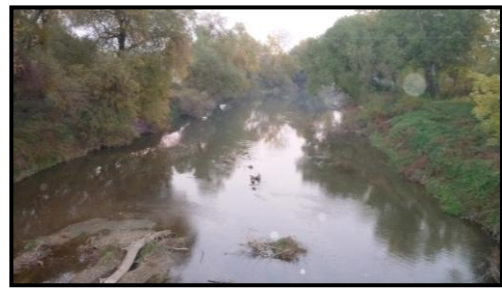
Halmaj (Bársonyos)



Szikszo (Vadász-patak)



Gesztely (Hernád)



Bőcs (Hernád)

2. SZÁMÚ MELLÉKLET

Diffúz nitrát terhelés és állattartó telephelyek térképei
a Hernád magyarországi vízgyűjtőterületén [5]

