

XXXII. OTDK Biológia Szekció

**Ivóvíz vízminősítés biológia és bakteriológiai vizsgálati
módszerekkel**

Készítette: Gonda Csilla

II. évfolyam Hidrobiológus MSc

Debreceni Egyetem Természettudományi

és Technológiai Kar

Duna Menti Regionális Vízmű Zrt.

Belső Konzulens: Kaszáné Dr. Kiss Magdolna

Külső Konzulens: Miklósfalvi Gusztáv, Földi Edit

Debrecen

2014

Tartalom

1. Bevezetés.....	3
2. Célkitűzés	4
3. Szakirodalmi áttekintés.....	5
Felszín alatti vizek	5
Felszíni vizek	6
Felszíni vizek vizsgálata	6
Vízminőség	7
Algák.....	9
Baktériumok	11
Duna Menti Regionális Vízmű Zrt.....	13
4. Anyag és módszer	15
Mintavétel	15
Tartósítás.....	16
Biológiai ivóvízvizsgálat	16
Bakteriológiai ivóvízvizsgálat.....	17
Coliform és <i>Escherichia coli</i> baktériumok kimutatása	17
<i>Clostridium perfringens</i> kimutatása	19
<i>Enterococcus</i> bélbaktériumok kimutatása	20
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> kimutatása.....	20
Telepszámlálás	21
5. Eredmények és azok kiértékelése.....	22
Biológiai vizsgálatok eredményei	22
Bakteriológiai vizsgálatok eredményei	23
6. Következtetések és javaslatok	30
7. Összefoglalás	31

1. Bevezetés

A víz biológiai, fizikai és kémiai tulajdonságai alapján egy nélkülözhetetlen vegyület és eme vegyület nélkül a földi élet elképzelhetetlen. Mindenhol megjelenik halmazállapotainak és azok változó képességének köszönhetően, például a bioszférában, sejtekben, ezenkívül az élőlények javarésze vízből tevődik össze, de ugyanilyen meghatározó az iparba, mezőgazdaságban és termelésben.

Földünk vízkészletének, ami nagyjából 1500 köbkilométer, 97 %-a sós víz és csak töredéke, azaz 3 %-a édes víz. Ennek az édes víz mennyiségnek többféle megjelenése lehet, legnagyobb részben hó és jég, illetve talajvíz formájában, viszont az a víz, ami nagy valószínűséggel felhasználásra alkalmas, csak 1 %, mint felszíni víz jelenik meg.

A rohamosan növekvő társadalmi igények kielégítésre és az iparosodás lassan egyre kevésbé fenntartható vízfelhasználása miatt, nemcsak maga a takarékoság a legfontosabb, hogy ezt a drasztikus csökkenést akadályozzuk, hanem az is, hogyha már ekkora a felhasznált vízmennyiség, mindenképp az elvárható legjobb minőséget mutassa.

Dolgozatomban is ezt vizsgálom, mind biológiai, mind bakteriológiai szempontból, hogy hogyan tehető elfogadhatóvá az a víz, ami az emberek mindennapi életéhez elengedhetetlen.

2. Célkitűzés

A WHO által évente közzétett statisztikák szerint, a világon a tömeges és fertőző betegségek az össz lakosság 20%-át érintik egyazon időben. Ebből 6-8% a vízzel hozható összefüggésbe.

Manapság az emberi tevékenységnek köszönhetően jelentősen megváltoztak/megváltoznak vizeink minősége, amivel együtt jár az ahhoz tartozó élőlénycsoportok (vírusok, baktériumok, gombák, növények, állatok) életfeltételeinek átalakulása is. Egy jelenlegi, korszerű felfogás szerint, azt az anyagot/anyagokat tekinthetjük vízszennyezőnek, ami csökkenti a vízben a természetes folyamatok lejátszódásának lehetőségét valamint nemcsak, hogy csökkenti, de akár meg is szünteti az emberi felhasználás – ivóvíz, öntözővíz, hűtővíz, ipari víz, fürdővíz, üdülés, vízi sport, stb. - módjait.

Fontosnak találom, hogy ezt a szennyezettséget és mind a felszíni, mind a felszín alatti vizek minőségi változásait figyelemmel tudjuk kísérni. Az ehhez szükséges vizsgálatokat a váci Duna Menti Regionális Vízmű Zrt. központi telephelyén működő laboratóriumokban volt lehetőségem felfedezni. És maga a dolgozatom célja is az volt, hogy elsajátítsam a biológiai elemzések illetve a bakteriológiai vizsgálatok módszereit.

3. Szakirodalmi áttekintés

A legalapvetőbb tulajdonságok, amit az ivóvízzel kapcsolatban elvárhatunk: színtelen, átlátszó, szagtalan, kellemes ízű, kellemes hőfokú (8-14°C), ne legyen túl lágy/sem túl kemény, ne tartalmazzon egészségre ártalmas mikroorganizmusokat, szennyező anyagokat, lebegő anyagokat illetve egyéb zavarosságot előidéző komponenseket.

Felszín alatti vizek

A földkéreg hézag-, üreg- és pórusrendszereit kitöltő vizek. Főbb típusaik a parti szűrésű vizek, a talajvíz, a rétegvíz és a termálvíz.

A parti szűrésű vizek tulajdonképp egyfajta átmenetet jelentenek a felszíni és felszín alatti vizek között. Legtöbbször a felszíni vízfolyások mellett található vízvezető, víztároló kőzetekből termelődik ki és az itt felelhető kőzetekkel érintkezve a felszíni vizekkel a vízutánpótlásukat javarészt a felszíni vizekből nyerik. Tehát elsősorban a parti szűrésű vizek termeléséhez a felszíni vizek szükségesek, csak a velük érintkező vízvezető kőzetek, például a kavics, kavicsos homok, homok által van megszűrve. Az elnevezés innen ered. Ez a vízbázis igen sérülékeny, fokozott figyelemmel kell kísérni helyzetét, azért is, mivel a közüzemi vízellátás csaknem 40%-át innen nyerik ki, pl. Budapest vízellátása is erre a vízkészletre épül.

A talajvíz a felszín közelében megtalálható vízréteg, amelyet jelentősen befolyásolhatja a meteorológiai viszonyok és ennek következményeként igen változó mind a hőmérséklete, mind a kémiai összetétele. Porózus és hasadékos kőzetben egyaránt előfordulhat.

A rétegvíz a porózus kőzetek hézagaiban helyezkedik el. Általában a talajvíz alatti réteget foglalja el, ami 20 méteres mélységtől több ezer mélységig húzódhat. Ha a két vízzáró réteg között elhelyezkedő rétegvíz nagy nyomás éri, akkor kútfúrásnak köszönhetően akár ártézi víznek is nevezhetjük, viszont ha nagyobb mélységben marad, akkor mélységi víznek nevezzük (magas hőmérsékletű).

A termálvíz magyarországi vonatkozásban megegyezik a hévizekkel, vagyis a 30°C-nál melegebb, felszínre fakadó vizek, mint például a források, vagy kutak vizét.

Felszíni vizek

A felszíni víz definíció szerint a földkéreg mélyedéseiben található vizek összefoglaló neve. Lehetnek állóvizek és áramló vizek – folyók, patakok, stb. Előfordulnak természetes és mesterséges formáik, mint a halastavak, tározók vagy csatornák. A felszíni víz kémiai és biológiai összetevőket tartalmazó élettér a növényi és állati szervezetek számára. Ezenkívül többféle felhasználási módja létezik. Ezek közé tartozik például a vízi közmű ellátás, avagy az ivóvíz előállítása. A háztartási, vagyis a kommunális célú ivóvíz ellátáson belül az ipari-, mezőgazdasági- és szolgáltatások dolgozói számára szükséges vízellátás, mindemellett jellemző a mezőgazdasági vízhasználatok, termőterület öntözés. Azonban nem elhanyagolható a gazdaságban az a vízmennyiség, melyet a különböző növényvédő szerek hígítására és a termékek tisztítására használnak. Az itteni vízhasználatához soroljuk az állattenyésztést is, az itatás és tisztántartás végett, valamint a haltenyésztést is, ami jelentős vízigénnyel jár és az állattenyésztés egy speciális formája. Ezeken kívül jellemző hasznosítás még az ipari, ami azt jelenti, hogy a vizek valamilyen fizikai, kémiai tulajdonságait kamatoztatják az ipari termékek előállítása során. Maga az ipari víz csak a használat célját határozza meg, nem a víz minőségét. A víz felhasználási módjai továbbá a vízenergia termelése, a természetvédelmi vizes élőhelyek vízzel való ellátása, a hajózás, szállítás és rekreációs célok, valamint a keletkező szennyvizek kezelése/elhelyezése. Azt, hogy melyik vízigényt elégítjük ki a különböző helyekről származó felszíni vízzel, kifejezetten annak minőségétől függ. Természetesen a legjobb minőségű kerül ivóvíz formájában a társadalmi célú igények kielégítésére, viszont a mezőgazdaságban sem teljesen mindegy, hogy milyen a vízminőség, ugyanis a növények és állatok a víz által gyűjtött szennyeződésekkel képesek elraktározni. Ezenkívül az ipari vízellátásban is elengedhetetlen a kevésbé jó minőség, ám a minőségigény technológiánként változik.

Felszíni vizek vizsgálata

A vizek biológiai minősítésekor azt vizsgáljuk, hogy milyen tényezők fontosak a vízi élet szempontjából. Ekkor négy alapvető tulajdonság csoportot különítünk el, a halobitást, trofitást, szaprobitást és toxicitást.

A halobitást a víz szervesetlen kémiai jellege adja, amely a vízben lévő összes ion koncentrációjától és az ionok minőségétől függ. Ebből adódóan nagyrészt az élettelen környezet adottsága, amit az élővilág csak különleges körülmények között alakít ki és általában

alkalmazkodik hozzá. Az úgynevezett halobionta élőlények (pl. kovaalga flóra) vizsgálatával lehet kifejezni, de ehhez ismerni kell a vízben található élőlények összességét és a fajok viszonylagos mennyiségét. A halobitásnak különböző fokozatai (poli-, mezo-, oligobionta és halofóbikus) vannak, amiknek a meghatározása főleg az összes oldott anyag tartalom és a fajlagos elektromos vezetőképesség mérésén alapul.

A trofitás a vízi ökoszisztéma termőképessége, ami az elsődleges szerves anyag termelés erőssége. Ennek legfontosabb tényezői a fény, tápanyagok és az autotrofikus növények. A trofitás, a tápláltság és a szervetlen növényi tápanyagok növekedése eutrofizációt okoz, emellett elősegíti az algák fokozódó mértékű elszaporodását. Ezidő alatt nemcsak az algák egyedszáma emelkedik, hanem a fitoplankton összetétele is jelentősen változik. Ahogy a halobitás esetén, itt is fokozatok vannak, amik az összalgaszám és az eutrofizáció mértékeit írják le.

A szaprobítás a vízi ökoszisztéma szerves anyag bontó képessége, ami az elsődleges termelés ellen dolgozó lebontás erőssége. Mértéke függ a vízbe jutó, bomlékony szerves anyagok mennyiségétől és az ezt fogyasztó heterotróf szervezetek meglététől. A lebontás erőssége vizsgálható az anyagcsere folyamatok közvetlen mérésével, vagy ökológiai módszerrel, az élőlénytársulások elemzésével. Ebbe a kategóriába tartozik a klasszikus, szerves anyag tartalmú vízszennyezés, legszembetűnőbb következménye az oxigénhiány és ellene dolgozik a vizek természetes tisztulási folyamata.

A negyedik csoport a toxicitás (nem fejezhető ki ökológiai módszerrel) a víz mérgezőképességét jelenti. Az élő vizekbe mérgeanyagok kerülhetnek, és ezek befolyásolhatják az élőlények életvitelét, legrosszabb esetben pusztulását okozhatják. Leggyakrabban valamilyen külső környezetből bekerülő, szennyvíz/ipari mérgeanyagok okozzák legnagyobb problémát, de természetesen okozhatnak mérgezést bizonyos élőlények is, mint például a Cianobaktériumok is vízvirágzásuk esetén.

Vízminőség

A víz fizikai, kémiai, biológiai tulajdonságait meghatározva kifejezhető, hogy az adott víztest milyen mértékben megfelelő azoknak az emberi funkcióknak, melyek a mindennapi élethez elengedhetetlenek. Hazánkban a felszíni vizek minősége, minőségi jellemzői és a minősítése az MSZ 12749 számú szabvány alapján történik, ami nemcsak a minőségi meghatározást tartalmazza – ami a mintavételből, a helyszíni és laboratóriumi fizikai, kémiai, biológiai és bakteriológiai vizsgálatokból valamint az azokból kapott adatok és mért adatok értékeléséből

áll – hanem a mintavételi helyeket és a mintavételi gyakoriságot is. A minőségi állapotokat monitoring tevékenységgel határozhatóak meg, de bizonyos indikátor paraméterek segítségével is lehet jellemezni.

A gyakorlati felhasználást tekintve az eltérő minőség különböző célokkal való minősítéssel párosul. Például a felszíni víz magas nitrogén és foszfor koncentrációjú, ami ivóvíz célú felhasználásra kevésbé előnyös mind technológiai, mind gazdasági szempontból, azonban a jelenlegi növényi tápanyagoknak köszönhetően kiválóan alkalmas mezőgazdasági öntözéshez. Különféle osztályokat különíthetünk el a minősítés során:

- I. osztály: kiváló minőségű víz: Tulajdonképpen a természetes állapotot jelenti, amikor is mesterséges szennyező anyagoktól mentes, tiszta, természetes a víz, és amelyben az oldott anyag tartalom kevés, közel teljes az oxigéntelítettség, a tápanyagterhelés csekély és szennyvízbaktérium gyakorlatilag nem található.
- II. osztály: jó minőségű víz: Egyet jelent a mezotróf jellegű vízzel, ami külső szennyezőanyagokkal és biológiailag hasznosítható tápanyagokkal csak kismértékben terhelt. Ebben 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 és a szennyvízbaktériumok száma igen kicsi.
- III. osztály: tűrhető minőségű víz: A mérsékelt szennyezett víz, amelyben a szerves és szervetlen anyagok, valamint a biológiailag hasznosítható tápanyagterhelés eutrofizálódást eredményezhet. Szennyvízbaktériumok következetesen kimutathatóak. Az oxigénháztartás jellemzőinek évszakos és napszakos ingadozása, továbbá az esetenként előforduló káros vegyületek átmenetileg kedvezőtlen életfeltételeket teremtenek. Az életközösségben a fajok számának csökkenése és egyes fajok tömeges elszaporodása vízszíneződést is előidézhethet. Esetenként szennyezésre utólag szag és szín is előfordulhat.
- IV. osztály: szennyezett minőségű víz: Külső eredetű szerves és szervetlen anyagokkal, illetve szennyvizekkel terhelt, biológiailag hozzáférhető tápanyagokban gazdag víz. Az oxigénháztartás jellemzői tág határok között változnak, előfordul az anaerob állapot is. A nagy mennyiségű szerves anyag biológiai lebontása, a baktériumok száma (ezen belül a szennyvízbaktériumok uralkodóvá válnak), valamint az egysejtűek tömeges előfordulása jellemző. A víz zavaros, esetenként színe változó, előfordulhat vízvirágzás is. A biológiailag káros anyagok koncentrációja esetenként a krónikus toxicitásnak megfelelő

értéket is elérheti. Ez a vízminőség kedvezőtlenül hat a magasabb rendű vízi növényekre és a soksejtű állatokra.

V. osztály: erősen szennyezett minőségű víz: Erősen terhelt, esetenként toxikus jellegű víz. Különböző eredetű szerves és szervetlen anyagokkal, szennyvizekkel erősen terhelt, esetenként toxikus víz. Szennyvízbaktérium-tartalma közelít a nyers szennyvizekéhez. A biológiailag káros anyagok és az oxigénhiány korlátozzák az életfeltételeket. A víz átlátszósága általában kicsi; zavaros. Bűzös, színe jellemző és változó. A bomlástermékek és a káros anyagok koncentrációja igen nagy, a vízi élet számára krónikus, esetenként akut toxikus szintet jelent (Felföldy, 1974).

Algák

Az alga elnevezés Linnétől származik, magyarul moszatoknak is hívják őket. Egy igen nehezen definiálható élőlénycsoportról beszélhetünk, amik több prokarióta és eukarióta divíziót is magukba foglalnak. Egy megfogalmazás szerint az algák olyan változatos felépítésű fotoszintetikus növények, melyeknek nincs gyökerük, levelük szöveteik, ezenkívül egyesek nem fotoszintetizálnak, de mégis hasonlítanak a fotoszintetizáló formákhoz. Fontos szerepet játszanak a vizek elsődleges termelésében, a vízben zajló oxigéntermelésben, és a természetes tisztulási folyamatokban. A ma ismert algafajok száma 40.000, de a becsült maximális fajszaám 60.000.

Alaktan

Az algák igen változatos alakokat produkálnak. A sejtfaluk is változatos és gazdagon díszítettek. Különböző módon alkothatnak sejtcsoportokat. Az egyik fajtája a cönóbium, ami egyforma vagy csak kissé differenciálódott sejtek csoportosulását jelenti, míg a másik fajta a kolóniát képzők, amikor már külön sejtek differenciálódnak más-más életműködés fenntartásához. Alkothatnak elágazó vagy el nem ágazó fonalakat is és a magasabb fejlettségű szervezetek gyakran hasonlítanak virágos növényekhez (pl barna/vörös algák).

Sejtfelépítés

Az algasejtek protoplazmája legtöbbször egy- vagy többretegű sejtfallal körülvett és ezek felépítése törzsenként eltérő lehet. A zöldalgák esetében a sejtfal jórészt kétrétegű, ahol a külső réteget pektin, míg a belsőt cellulóz alkotja. Ezzel szemben a kovaalgák sejtfalában szilícium-

dioxid dúsul fel, ami megadja a szilárdságát. Előfordulnak azonban sejtfal nélküli algafajok is (pl. Euglenophyta) melyeknek, a protoplazmájának külső rész differenciálódott és ezt periplasztznak nevezünk.

Citoplazmájuk és a sejtalkotórészeik a növényekéhez hasonló jelenik meg. Általában egy vagy több sejtmagjuk – túlnyomóan gömb alakú, de lehet körte, spirál stb. - van kivéve a kékalgák, ahol nincs elkülönített sejtmag.

Jellegzetes alkotók még a szintestek és a plasztiszok, alakjuk nagyon eltérő lehet, például korong, csésze, szalag, vagy pálcika. A szintestben beágyazva bizonyos alga törzseknél egy kerek alakú, fehérje tartalmú, úgynevezett pirenoid található.

A mozgásban a helyváltoztató szervek, azaz az ostorok segédkeznek, de ilyen ostorok akár a szaporító sejteken is megjelenhetnek.

Szaporodás

Az algák szaporodásának többféle módját különíthetjük el. Lehet vegetatív szaporodás ilyenkor vagy osztódással, vagy valamilyen letört résszel jön létre az új egyed.

Az ivartalan szaporodás esetén leginkább az autospóra- és zoospóra képzés valósul meg. Autospórák képzés során az anyasejt protoplazmája több részre osztódik, míg a zoospóra képzés folyamán egy sejt protoplazmájának osztódása révén jön létre utód.

Az ivaros szaporodás csak a magasabb fejlettségi szinttel rendelkező algák körében valósul meg, és ennek módja az izogámia/oogámia lehet. Az izogámia alatt a gaméták morfológiailag azonosak és így egyesülnek, viszont az oogámia esetén a gaméták jelentősen eltérnek egymástól. A női gaméta nagyobb és mozdatlan (petesejt), ezzel ellentétbe a kisebb hím gaméta (spermatozoid) ami mozog és fogja a megtermékenyítést megvalósítani.

Előfordulás

Az algákat előfordulásukat tekintve 3 csoportba sorolhatjuk. Lehetnek levegőn élők, vízben élők és speciális viszonyok között élő fajok.

A levegőn élők javarészt a fák törzsén, levelein, köveken, sziklákon, de különböző épületeken is megjelenhetnek, ez esetben barna/zöld bevonatot képeznek. Ebbe a csoportba tartoznak a talajon és a talajban élő algák is. A fennmaradáshoz szükséges vízigényüket a levegő páratartalmából fedezik. Az itt megjelenő algák között dominálnak a kék- és a kovaalgák.

A vizekben élő algák megtalálhatók a lebegő növényzet, a plankton, parti sekélyebb vízfenék, alámerült kövek vegetációja, a bentosz és az alámerült növények, tárgyak bevonata, valamint a

perifiton alkotójaként. Zonális elhelyezkedés jellemző, ami annak a függvényében történik, hogy az egyes algafajoknak mekkora a fényszükségletük. Azonban jelentkezhethet egyfajta vertikális vándorlás is, ami a különböző napszakokban, a fényintenzitásnak megfelelően történik. Attól függően, hogy épp milyen víztérről beszélünk – például tó, pocsolya, tócsa, árok, mocsár, láp, folyó, vagy egyéb biotópok – egymástól eltérő algatársulások jelenhetnek meg. A speciális, szélsőséges körülmények között élő algafajok közé tartoznak például a szélsőséges hőmérsékleti viszonyok vagy a sókoncentráció mellett élő fajok.

Számos kékalga megjelenhet 0 Celsius fok vagy alacsonyabb hőmérsékleten, és amikor ezek megtelepednek a hó-/jégfelületen, akár jégvirágzásról is beszélhetünk. Ezeket a megtelepedőket nevezik együttesen kryptovegetációnak. Ezzel szemben előfordulhatnak olyan kékalga fajok, amik a nagyon magas hőmérsékletet, akár a 85 Celsius fokot is képesek elviselni. Ezek leginkább a hévforrások közelében jelennek meg. A sókoncentrációt tekintve a szélsőséges körülményekhez alkalmazkodóak jellemzőek a konyhasós, szikes, és más sós tavakban. Mindemellett léteznek olyan algafajok, melyek megtelepedhetnek növényeken és állatokon vagy endozoicus módon bennük élnek, illetve szimbiontaként együtt élő formájuk is ismert. Például néhány kékalga faj együtt élhet protozoonokkal ahol azok cianellumait alkotja (Kiss Keve, 1998).

Baktériumok

A baktériumok egysejtű szervezetek, melyek rendszerezésénél a legfőképp a sejt alakját, felépítését, anyagcseréjét veszik figyelembe. Alakjukat tekintve igen változatosak lehetnek. Előfordulhat gömb, pálcika vagy csavart forma. A sejten belül található sejtplazma, amiben a maganyag helyezkedik el. Kívülről egy sejthártya és egy szilárdabb sejtfal fedí, ami nemcsak a külvilágtól való védekezést segíti, hanem szabályozza az anyagok felvételét és leadását is. Ezenfelül néhány csoportnál egyfajta tok is megjelenik a sejtfalon kívül, ami csak tovább fokozza a védekezési mechanizmust. Mozgásukat legtöbbször vagy csillók vagy ostor(ok) segítik. Nagyobb hányada a közösségüknek heterotróf anyagcseréjű, de közöttük is nagyon sok a lebontó szervezet, valamint előfordulnak paraziták és szimbionták és természetesen autotrófok is. Annak ellenére, hogy sokféle és igen komoly betegségeket képesek okozni (pl. tüdőgyulladás), mégis némely baktériumnak rendkívül jelentős szerepet játszhat az élet fennmaradásában. Ilyenek például a közönséges bélbaktériumok a vastagbélben, a növényekkel szimbiózisban élő nitrogénkötő baktériumok, ami felhasználhatóvá teszik a légköri nitrogént.

Coliform és *Escherichia coli* baktérium

A coliform baktériumok gram-negatív, nem spóráképző, oxidáznegatív, pálca alakú baktériumok, amelyek epesók jelenlétében aerob és fakultatív anaerob körülmények között képesek növekedni, illetve 48 órán belül laktózt képesek fermentálni, miközben sav és aldehidek képződnek 36 Celsius fokos hőmérsékleten indukálva. Ezek eredményezik a β -galaktozidáz enzimet is.

Az *Escherichia coli* egy rendkívül fontos és domináns mikroorganizmus. Általában nem tekintjük patogénnek, de jelenléte valamilyen fekális szennyezésnek mutatója, így indikátora lehet valódi kórokozók megjelenésének. Az *E.coli* a coliform baktériumok minden tulajdonságát birtokolja, az Enterobacteriaceae csoportba soroljuk. Képes triptofánból indolt képezni 21 ± 3 órán belül 44 Celsius fokon, és β -glükoronidáz enzimet termelni, viszont a citrátot, mint egyedüli szénforrást nem képes hasznosítani és nem növekszik kálium-cianidot tartalmazó táptalajokon.

***Clostridium* baktériumok**

Gram-pozitív, egyenes pálcák, szigorúan anaerobok és lehetnek mozgó vagy nem mozgó formájuk is. Heterotrófok, van nitrogénköltő alakjuk is és ezek a baktériumok előfordulhatnak talajban, vízben, illetve az emberek és állatok intesztinális traktusában. Az ivóvízben hosszabb ideig elhúzódó fertőzésre utal jelenlétük, fekális indikátoroknak is és ezen okból kifolyólag vizsgálatok a felszíni vizek esetén nélkülözhetetlen. Legjellemzőbb fajok: *C. botulinum*, *C. tetani* és *C. perfringes*.

***Enterococcus* bélbaktériumok**

A nevéből adódóan az emlősök bélcsatornájában élő, gram-pozitív, megnyúlt, legtöbbször lánc alakot öltő baktériumok. Oxidáz- és kataláznegatívak és az alakjuk a kerektől az oválisig változhat és D-antigénjük van. Bizonyos esetekben súlyos bél- és húgyúti fertőzéseket okozhatnak.

Pseudomonas aeruginosa

Ez a baktérium emberi fakultatív patogén, széles körben elterjedt, előfordulásukat tekintve jelen lehetnek a talajban, vízben, és termotoleráns tulajdonságának köszönhetően hévizekben is. Gram-negatív, aerob pálca alakú baktérium, kataláz- és oxidázpozitív. valamint képes igen

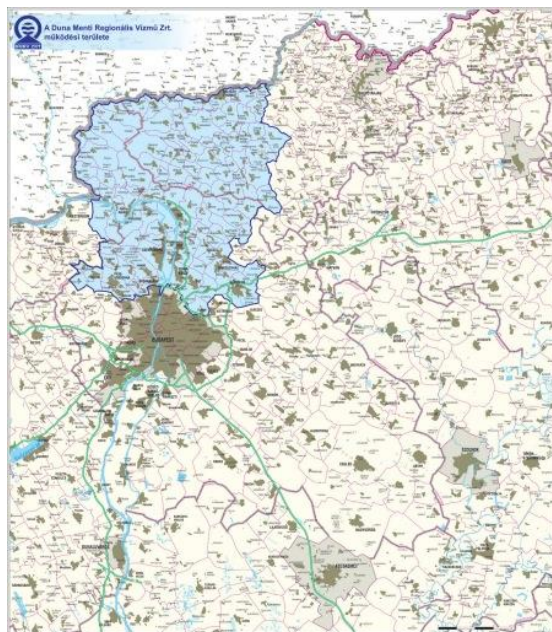
alacsony tápanyag koncentráció mellett is szaporodni a vízben, ennél fogva tartósan megtelepedni ivóvízhálózatokban, ez esetben biofilmeket képez, illetve endotoxint termel, amely láz kiváltására alkalmas.

Duna Menti Regionális Vízmű Zrt.

A társaság alaptevékenysége az ivóvízellátást, valamint a szennyvízelvezetést és tisztítást szolgáló vízi közművek működtetése, s ezáltal közüzemi szolgáltatás biztosítása. Emellett a vízi közmű szolgáltatáshoz kapcsolódó építés-szerelési, ipari és szerviz tevékenységet is végez.

A DMRV Zrt. működési területén a fogyasztók ivóvízzel való ellátás felszín alatti vízkészlet igénybevételével valósul meg. Víztermelésünk tekintélyes hányada a Duna jobb-és bal partján levő partiszűrészű vízbázisokról, kisebb része karsztvíz-, rétegvíz- és talajvízkészletekből történik. Mivel vízbázisaink nagyobb része igen sérülékeny, ezért nagyobb figyelmet kell fordítani a környezet védelmére. Ennek jogi részét *vízbázisok, távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízi létesítmények védelméről szóló 123/1997.(VII.18.) kormányrendelet* írja le.

A tevékenységeket tekintve a Társaság kezelésében üzemelő, víztermelő telepek által szolgáltatott ivóvíz mintavételi, valamint fizikai, kémiai, bakteriológiai, biológiai és toxikológiai szempontból különböző helyekről származó vízmintákon alapszik. Ezek a helyek például: ivóvíztermelő kutak, termelt nyers ivóvíz, ivóvíztározó medencék, ivóvízhálózatok, különböző települések a Társaság működési területén belül. Az itt fellelhető laborvizsgálatok típusai: általános komponensekre vonatkozó vizsgálatok, bakteriológiai, nehézfém, hidrobiológiai, toxikológiai vizsgálatok illetve maguk a mintavételek során elvégzett helyszíni mérések.



1. kép: DMRV Zrt. működési területe (forrás: <http://www.dmrvt.hu/hu/mukodesi-terulet>)

4. Anyag és módszer

Mintavétel (*MSZ EN ISO 19458:2007 alapján*)

A megfelelő mintavételek nélkülözhetetlenek a laboratóriumi vizsgálatok elvégzéséhez. Ezzel reprezentatív mintákat kapunk. A mintavételezés módja nagyban függ céljától és a minta jellegétől.

A mintavételi helyszíneknek feltétlenül reprezentatívnak kell lennie és számításba kell venni a vertikális, a horizontális és az időbeli változásokat. Kerülni kell azokat a mintavételi helyeket, ahol a körülmények instabilak, viszont figyelembe kell venni a hidraulikai rendszerből adódó heterogenitást is. A fertőtlenítés hatásosságának megítéléséhez a mintavételi helyet ott kell meghatározni, ahol a fertőtlenítő hatás várhatóan érvényesül.

A rutinmintákhoz tiszta, kívül-belül steril palackok szükségesek, melyek kívülről alufóliával/csomagolópapírral fedettek és akkora térfogat kell, hogy az adott vízmennyiségből, elegendő legyen a kívánt paraméterek megvizsgálásához. A csomagolást csak a mintavételezéskor szabad kinyitni és a legjobb sterilitás érdekében a csomagolást „kesztyűként” kell alkalmazni.

A csapból való mintavételnek különböző céljai lehetnek, például a víz minőségének meghatározása az elosztó hálózaton, a fogyasztói csaphoz érkező víz minőségi ellenőrzése, vagy az esetlegesen szennyeződött csapból kifolyó és fogyasztásra kerülő víznek a minőségi meghatározása. Az első esetben a mintákat olyan csatolt, szerelvényektől mentes csapokból kell venni, amelyek a gerincvezeték közvetlen közelében vannak, tiszták és égetéssel vagy más alkalmas fertőtlenítővel tisztítható. A második esetben jellemzően az épület belsejében levő vízvezeték hálózatát kell vizsgálni. Ilyenkor a csapok égetése nem mindig kivitelezhető, ennél fogva más fertőtlenítő módszereket (pl. etil-alkohol/izopropil-alkohol) kell alkalmazni. Az utolsó eset akkor áll fenn, ha az ivóvíz hálózaton belül valami gond pl. baktérium elszaporodás/rozsdásodás jelenik meg.

Kiemelten fontos a mintavétel végén az egyedi azonosítással és jelöléssel ellátott palackok alapján a mintavételi jegyzőkönyv megírása. Ebben szerepelniük kell a megrendelő nevének, címének, a vizsgálandó komponensek felsorolásának, dátumnak, helyszínek, és a mintavevő személy nevének, de szükségesek még a minta jellege, célja, amik segíthetnek a vizsgálati módszer kiválasztásában.

A szállításkor a legfőbb, hogy minimálisra redukáljuk a szállítási időt. Az ivóvíz esetén a legjobb, ha a minták vizsgálatát még aznap elkezdjük. A mintákat védeni kell a napsugárzástól illetve jégakkumulációval fontos a minták hűtése (3-5 Celsius fok), viszont egyúttal ügyelni kell arra, hogy a minták ne fagyjanak meg.

Tartósítás

Ha az azonnali vizsgálat nem lehetséges a mintavételeket követően, a tartósítás kálium-jodid oldattal elvégezhető. Ez esetben a petricsészéből és a szűrőpapírról a vizet (~1 ml) egy centrifuga csőbe kaparjuk és bele csepegtetünk néhány cseppet az előbb említett jód oldatból. Aztán ezt lefedjük és hűtőben tároljuk a felhasználás időpontjáig.

Biológiai ivóvízvizsgálat

A biológiai/mikrobiológiai vizsgálatok során, megtalálhatók olyan szervezetek, amik az ivóvíz minőségét nagyban befolyásolhatják. Ilyenek például a baktériumok, gombák, algák, protozoonok, zooplankton és természetesen bizonyos magasabb rendű szervezetek (Németh, 1998).

Laboratóriumi vizsgálatok során, amelyek a Duna Menti Regionális Vízmű Zrt. akkreditált laborjaiban történik, a behozott mintákat egy saját sorszámmal kell ellátni és külön kell választani a Daphnia-tesztre illetve az egyéb (mikrobiológiai) vizsgálatokra szánt vízmennyiségeket. Miután ez megtörtént először egy vákuumszivattyú segítségével a jól felrázott mintákat 0,45µm pórusátmérőjű membránszűrőlapra (szűrőpapíron) keresztül átszűrtem.



2., 3. kép: Millipore típusú vákuumszivattyú (forrás: saját)

A szűrés befejeztével a szűrőpapírt behelyeztem egy petricsészébe és automata pipettával a mintából vett néhány csepp (~1 ml) vizet is rácseppentettem. A mikroszkópos vizsgálat előtt ennek a kettőnek a keverékéből a tárgylemezre kapartam és lefedtem fedőlemezzel. A mikroszkópizálást 400 ritkábban 1000szeres nagyítással végeztem. Ezután a mintában szereplő fajok nevét és mennyiségét állapítottam meg.

A számlálás másik formája a Bürker-kamrás. Ez esetben a végtérfogatra beállított, tartósított és homogenizált üledékszuszpenzióból 1 cseppet mikropipettával a kamrára cseppentettem és lefedtem egy fedőlemezzel. Az itt jelenlevő szervezetek számát egy literre vonatkoztatva egy képlet segítségével számoljuk ki: $N=a.b/c*v$ (ahol a: megszámolt szervezetek száma, b: a tömörített anyag térfogata μ l-ben, c: a Bürker-kamra nagykockák térfogata, v: vízminták eredeti térfogata).

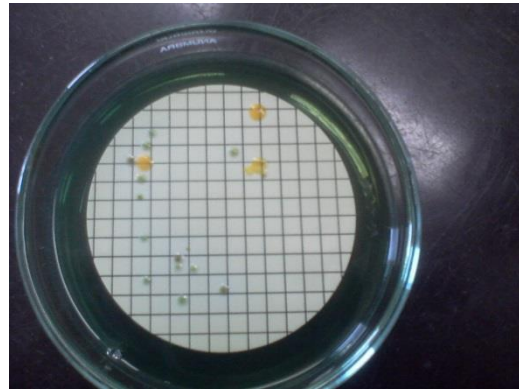
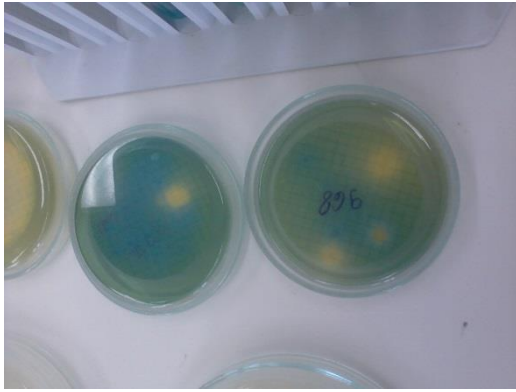
Bakteriológiai ivóvízvizsgálat

Coliform és *Escherichia coli* baktériumok kimutatása

A bakteriológiai vizsgálatokat az MSZ EN ISO 9308-1:2001 szabványban leírtak alapján történik a coliform és *Escherichia coli* membránszűrési kimutatása.

A vizsgálat megkezdése előtt előkészítjük a már szabvány alapján elkészített vagy a kereskedelmi forgalomból is beszerezhető táptalajokat.

A vizsgálatot membránszűrési technológiával valósítjuk meg. Miután sterilizáltuk lánggal a tölcsért kívül-belül, a szűrő fejét és a csipeszt is, a vizsgálandó, felrázott vízmintából 100 ml mennyiséget 0,45 μ m pórusátmérőjű membránszűrőn átszűrtem, ahol a filter felszínén megtapadnak a jelenlevő baktérium csírák. Miután a szűrés befejeződött, a filtert, arra ügyelve, hogy buborék mentes legyen, áthelyeztem a Tergitol-7 TTC agart tartalmazó táptalajra. Ezután inkubáljuk 21 ± 3 órára és az inkubálási idő elteltével, ha a membránszűrő alatt megjelennek sárga, fényes telepek, akkor azokról mintát veszünk, és megerősítő vizsgálatot végeztem.



4., 5. kép: „Coli-gyanús” telepek

A megerősítő vizsgálatok között az első az Indol teszt, ami Kovács-reagens hozzáadásával valósul meg. A teszt során a „coli-gyanús” telepeket átoltjuk egy triptofán levesbe ezután 44 Celsius fokon 1(vagy 2) napig inkubáljuk. Az inkubálási idő leteltével néhány csepp Kovács-reagenst cseppentünk bele, és ha pár másodperc múlva lilás/pirosas gyűrű jelenik meg, akkor indoltermelés megfigyelhető, ha nem történik változás vagy sárga szín tapasztalható, akkor negatív eredményt kaptunk.



6. kép: Indol gyűrű (forrás: saját)

A másik féle megerősítő vizsgálat az oxidáz próba, amikor a szélesztett és a növekedett telepekhez oxidáz reagenst öntünk. Ha néhány másodperc elteltével vörös színezet jelenik meg, akkor pozitív az eredmény, vagyis nem *E. coli*, ha nem válik vörössé, akkor negatív, azaz erős a gyanú az *E. coli* jelenlétére, ezáltal már nem minősíthető ivóvíznek.

Az előbbi vizsgálat egy standard vizsgálat volt, ami tartalmazza a membránszűrők inkubációját egy szelektív táptalajon, amelyek lehetővé teszik a laktóz-pozitív telepek biokémiai jellemzőinek kimutatásával az *E.coli* kimutatását és megszámlálását. Ám ez igen lassú folyamat.

Ezzel ellentétben vannak gyorsesztek is, az úgynevezett „lertek”, amik ugyanúgy lehetővé teszik mind a mennyiségi, mind maguk a coliform/*E.coli* jelenlétének kimutatását. Ez esetben nincs szükség megerősítő vizsgálatokra és 24 óra elteltével mutatkozik az eredmény. Ezenkívül előnyei még, hogy specifikusan azonosít, költségkímélő és a használata is egyszerű: 100 ml mintát a reagenssel bele kell önteni a tasakba, lezárjuk a tasakot (leégetjük), majd inkubálás után azonnal megszámlálhatók a pozitív eredménnyel (sárgás színű) rendelkező mélyedések és egy értéktáblázat alapján kiszámolhatjuk a végleges értéket.



7. kép: Colilert gyorsesztezt „coli-gyanús” eredménnyel

***Clostridium perfringens* kimutatása**

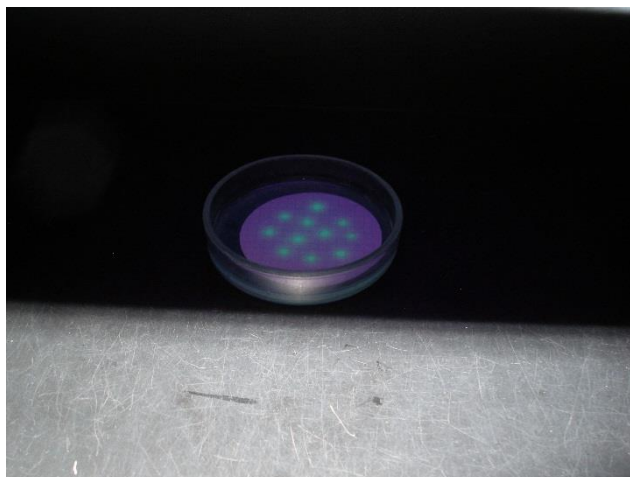
A vizsgálat az MSZ EN 26461-2 szabvány alapján valósult meg. Ezen szulfitredukáló anaerobok spórái a környezetben igen elterjedtek, és az *E.coli* és coliform mikroorganizmusoktól eltérően a spórák hosszú ideig életképesek maradnak a vízben és sokkal ellenállóbbak a különböző környezeti behatásokkal szemben, mint a vegetatív formák. Ennél fogva hosszantartó, szakaszos szennyezésre utalnak. A vizsgálati módszer első lépései igen hasonlóak a fent említettekéhez. A különbség annyi, hogy a vízmintát 0,2 µm pórusátmérőjű membránszűrőn szűrjük, illetve az anaerob tulajdonsága miatt fordítva helyezzük a szulfit-vas agar táptalajra, majd 37±1 Celsius fokon, 24 és 48 óráig inkubáljuk. Az inkubációs idő leteltével a fekete telepeket számoljuk.

***Enterococcus* bélbaktériumok kimutatása**

Ezen baktériumok kimutatására és megszámlálására ugyanolyan membránszűrő technológiát alkalmaztunk. A szűrési fázis itt is megegyezik, azzal a kivétellel, hogy 0,45 µm pórusátmérőjű szűrőn keresztül valósult meg. A szűrés befejeztével a szűrőpapírt Slanetz-Bartley táptalajra helyezzük, majd a kinőtt vörösesbarna/vörös/rózsaszínű telepeket kell figyelembe venni. Ha ezek megjelennek, megerősítő vizsgálatot végzünk úgy, hogy epe-aeculin-azid agaron 44 Celsius fokon inkubáljuk és ennek eredményét (sárgás barna színezet) akár pár óra elteltével is meg lehet figyelni. Ennek a vizsgálatnak is van egy másik módja, mint az *E.coli* esetén, manapság használatos Enterolert gyorseszteszt.

***Pseudomonas aeruginosa* kimutatása**

Ez a mikroorganizmus centrimid tartalmú (antibiotikus adalékkal) táptalajon növekednek és piocianint termelnek/oxidáz pozitívak. UV fényben fluoreszkálnak és enyhe hárs illatot árasztanak a telepek. A szűrés ugyanaz a módszer, mint az *Enterococcus*-nál, majd a szűrőpapír kihelyezése táptalajra és az inkubálás után, fluoreszkáló, enyhén vörösesbarna telepek megjelenése esetén megerősítő vizsgálat szükséges.



8. kép: *Pseudomonas a.* telepek UV fény alatt (forrás: Földi Edit)

A megerősítő vizsgálat során a telepeket húspepton táptalajra oltjuk át. Az inkubációt követően mind a fluoreszkáló, mind a nem fluoreszkáló telepeket vizsgáljuk. Amik nem fluoreszkáltak,

azokon oxidáz próbát végzünk, amik eredetileg fluoreszkáltak azt vizsgáljuk, hogy képesek e acetamidból ammóniát felszabadítani (Páter, 1954).

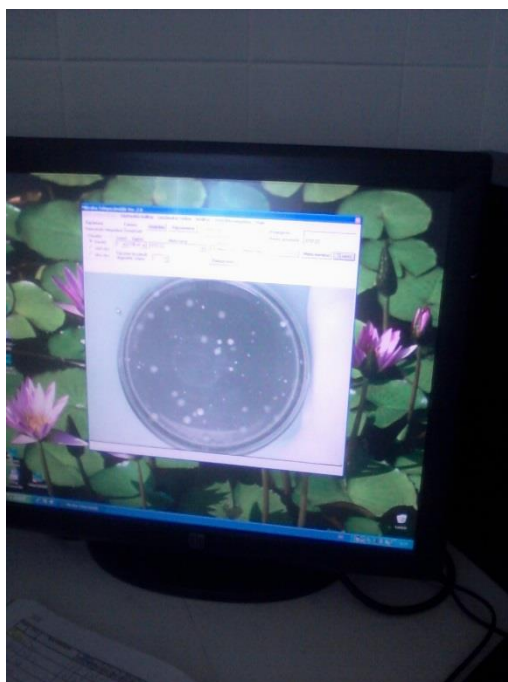
Telepszámlálás

A telepszámlálás módszer elve, hogy a minták kimért térfogatú részeit a megadott táptalajjal elkeverve petricsészébe beoltjuk. A lemezek egyik sorozatát 36 Celsius fokon 44óráig, másik sorozatát 22 Celsius fokon 68 óráig inkubáljuk. A minta telepképző egységeinek milliliterenkénti számát kiszámítjuk a táptalajban képződött telepek számából.

A számoláshoz szükséges élesztő kivonatos agar, ami tripton, dehidratált élesztőkivonat, agar és víz összetevőket foglal magába.

A lemezöntéses módszert alkalmazva először a folyékonytáptalajt öntjük petribe, majd pár perc elteltével, az agar megdermedése után legfeljebb 2 ml vízmintát öntünk rá. A lemezek megfordításával kezdhetjük el a két sorozat inkubálását.

A telepszámlálást végezhetjük gépi vagy kézi módszerrel.



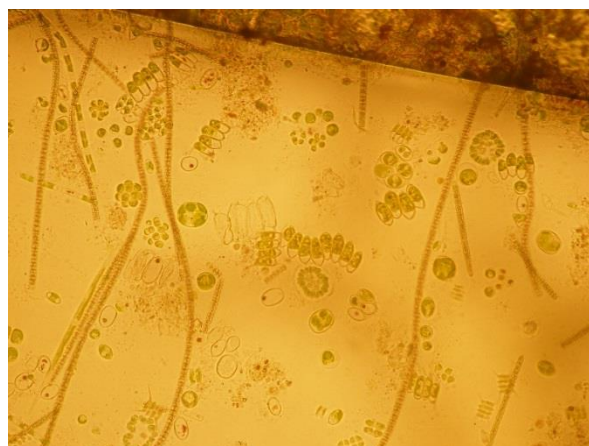
9. kép: Telepszámlálás gépi módszerrel (forrás: saját)

5. Eredmények és azok kiértékelése

Biológiai vizsgálatok eredményei

Azon vizsgálatok, amiknek kivétele és vizsgálata a sajátom volt, a Tatai (Öreg)-tóból illetve a Soroksár-Ráckevei Duna ágból származott. Ezeket tartósítás nélküli mikroszkópos vizsgálatokkal elemeztem. A szállítás steril, félliteres flakonokban történt, amit jól befedtem alufóliával és hűtve tartottam.

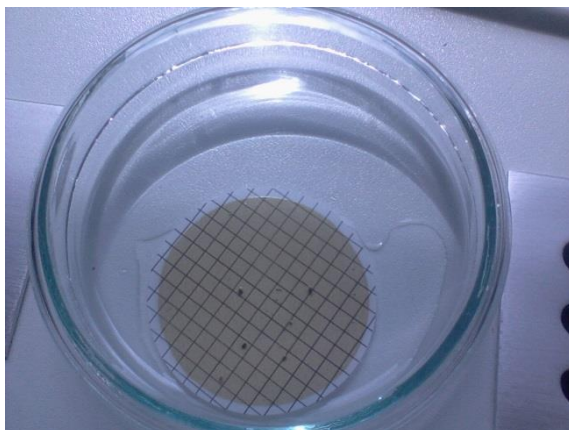
A tatai-tónál jellemző volt a kékalga (*Lyngbya limnetica*) elszaporodás valamint a nagymennyiségű zöldaga csoportok (*Scenedesmus sp.*, *Oocystis sp.*, *Gomphosphaeria sp.*, *Euglena sp.*, *Tetradion sp.*) megjelenése.



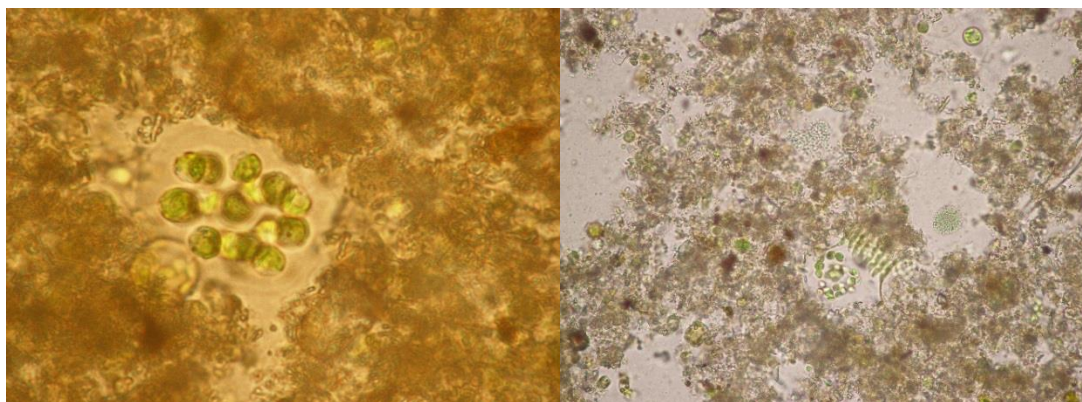
10.,11. kép: Algacsoportok a Tatai-tóból (forrás:saját)

A feltűnt fajok is jól mutatják a tó β -mezoszaprób tulajdonságait. Ebből következtethetünk, hogy kémiai előrehaladott oxidáció zajlik, oxigén tartalom 50 % feletti, változatos a flóra és fauna, valamint aerob lebontás jellemző.

Ráckevei-Soroksári Duna ágon vett mintámon jól látható, hogy a tartósítás nélküli vízben a berohadás jellegzetességei mutatkoznak. A következő közösségek voltak a dominánsak. Pl. *Euglena sp.*, *Pediastrum sp.*, *Oocystis sp.*, *Fragillaria sp.*, *Navicula sp.*, *Melosira sp.*



12. kép: A soroksári minta szűrés után (forrás: saját)



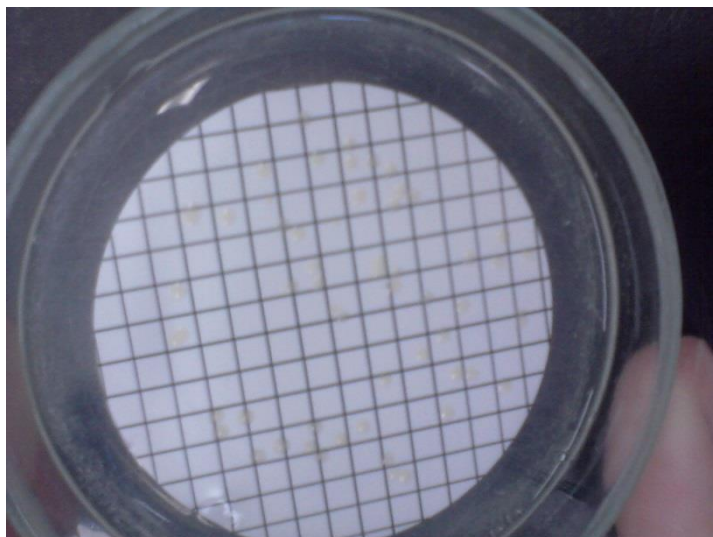
13., 14. kép: Algacsoportok a Ráckevei-Soroksári Duna ágról (forrás: saját)

Fontos megemlíteni, hogy a berohadás semmiképp nem a víz alaptulajdonságai miatt van, hanem a tartósítás nélkül elvégzett vizsgálatkor, sokkal nagyobb biomassza termelés jellemző. A víz minősége megegyezik a tisztított szennyvizével, azaz fogyasztásra kevésbé alkalmas, inkább jellemző a horgászat vagy fürdés.

Mindkét mintából jól láthatóak azok az algafajok, amelyek a vizekre általánosan jellemző.

Bakteriológiai vizsgálatok eredményei

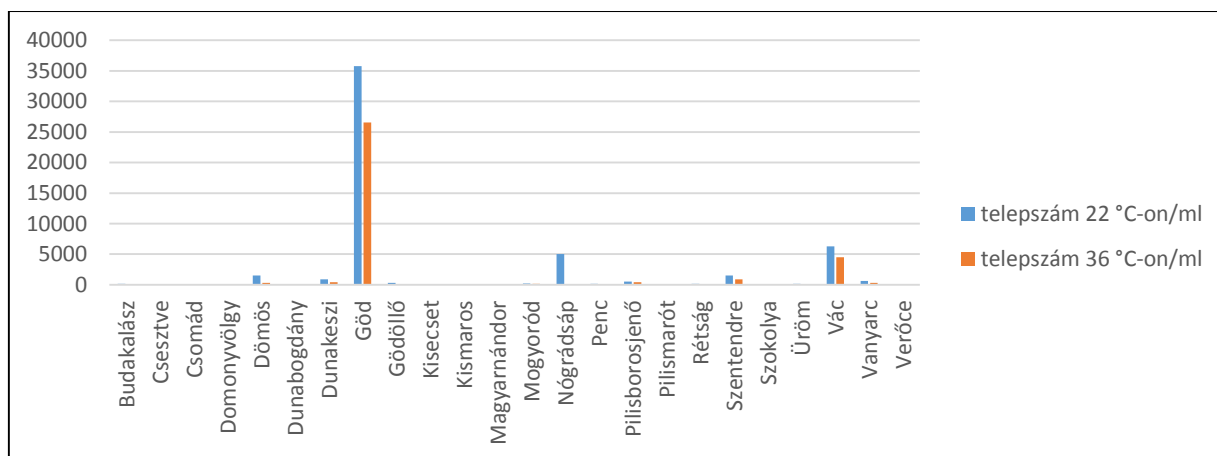
A saját mintám – ami váci ivóvízhálózatból vett - által bemutatott vízminőségi vizsgálatok elvégzésénél jellemző volt, hogy semmilyen humán patogén baktérium spóra nem volt megtalálható, sem a membránszűrés, sem a telepszámlálás módszer esetén.



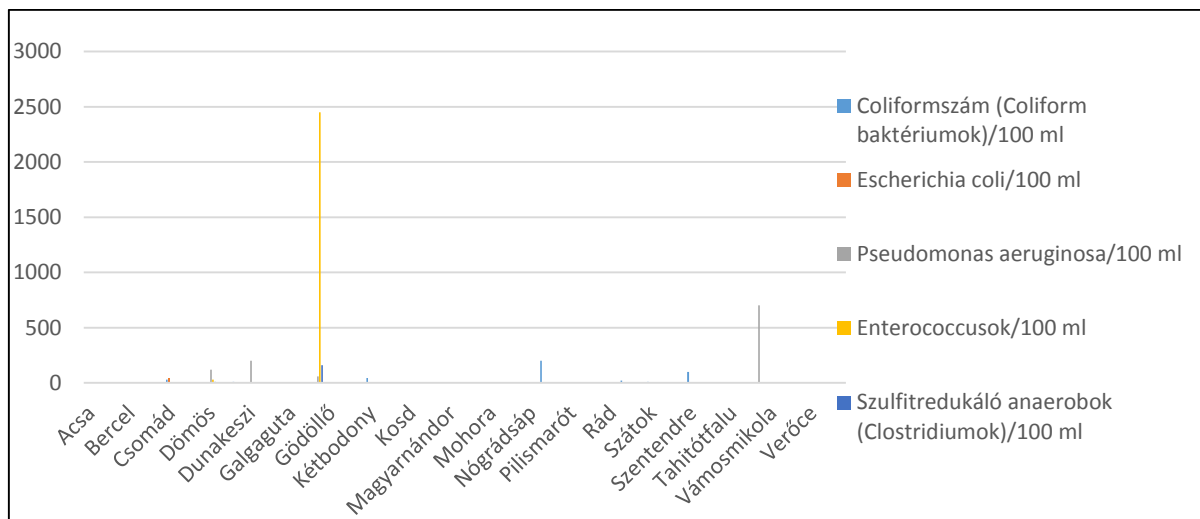
15. kép: Negatív szűrési eredmény (forrás: saját)

A laboratóriumban minden egyes eredmény pontosan kell bevinni az adatbázisba, és ha szükséges, megfelelően kell prezentálni, ha a vízminőség oly mértékben változik.

A gyakorlati időmben a baktériumi vizsgálatok során a következő telep/baktérium gyakoriságok voltak jellemzőek, amik az előbb említett adatbázisból származó adatok alapján láthatók (1. ábra).

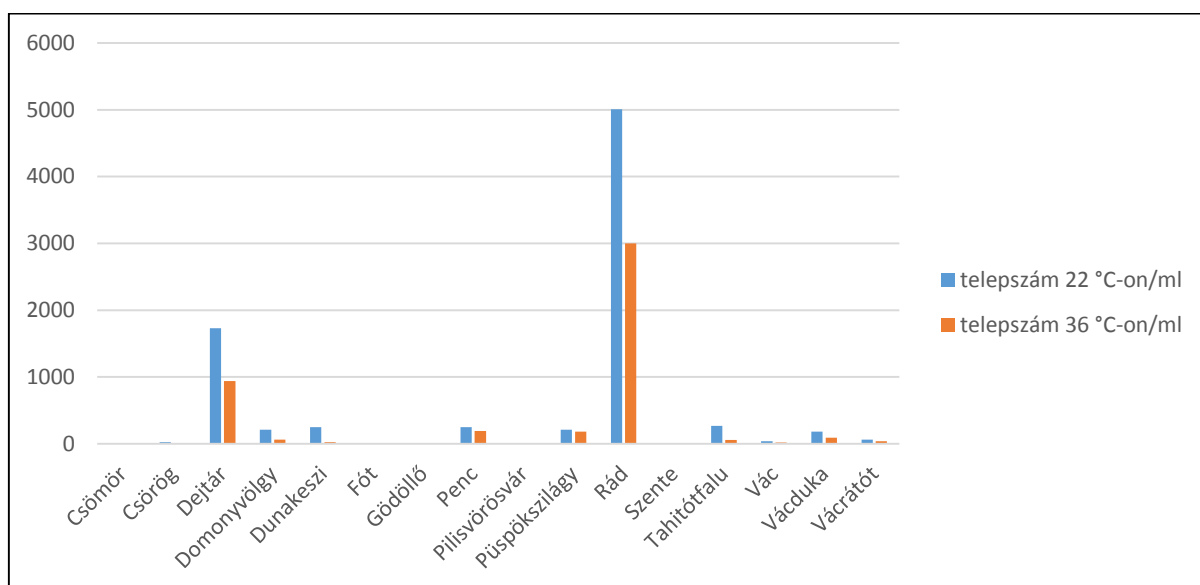


1. ábra: Telepgyakoriság az egyes mintavételi helyeken (2014.07.14-18.)



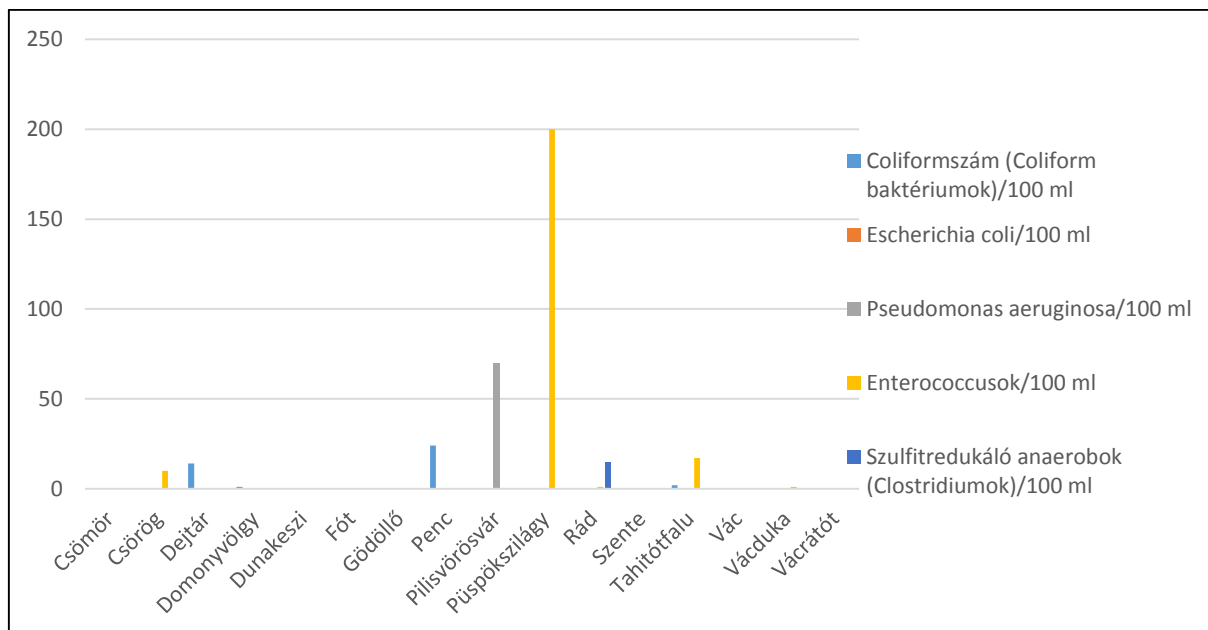
2. ábra: Baktériumtípusok megjelenése településenként (2014.07.14-18)

A 2. ábra megmutatja, hogy az *Enterococcus* sp. meghaladja a kétezres határértéket, ami már kevésbé elfogadható.

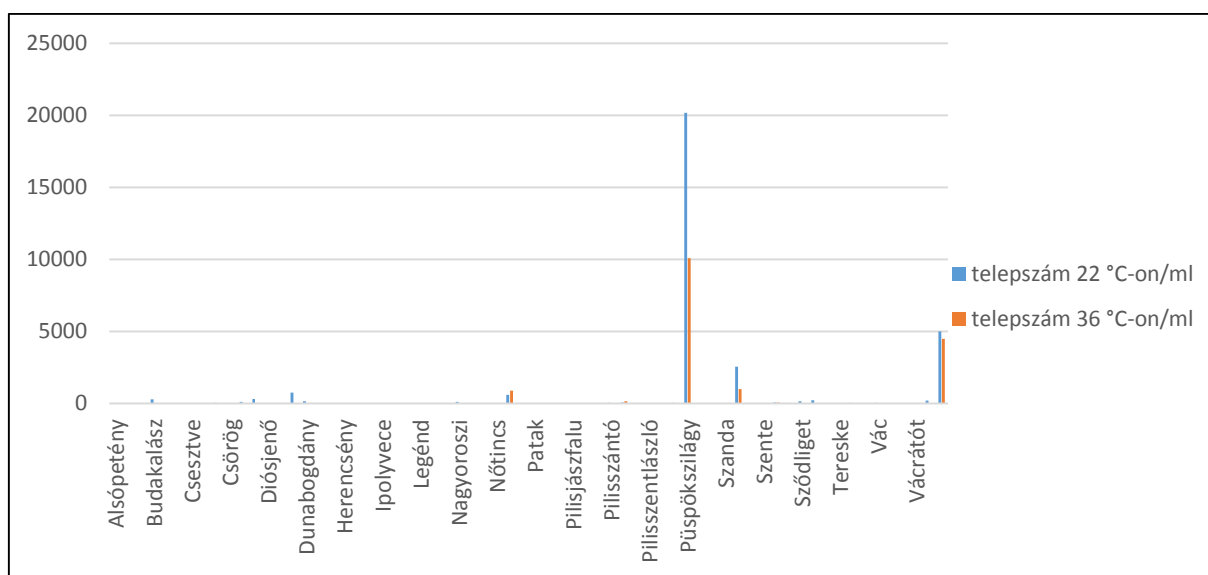


3. ábra: Telepgyakoriság az egyes mintavételi helyeken (2014.07.21-25)

A július 21. és 25. közötti intervallumban (3. ábra) jól látható, hogy a rádi adatok kiemelkednek a többi közül, ennek ellenére a 22 és 36 Celsius fokon telepgyakoriság megfelel az előírtaknak, mert a határérték mindkét esetben 10.000, valamint az *Enterococcus* értékek is megfelelnek, mivel a 2.000-es határértéket nem haladják meg (4. ábra).



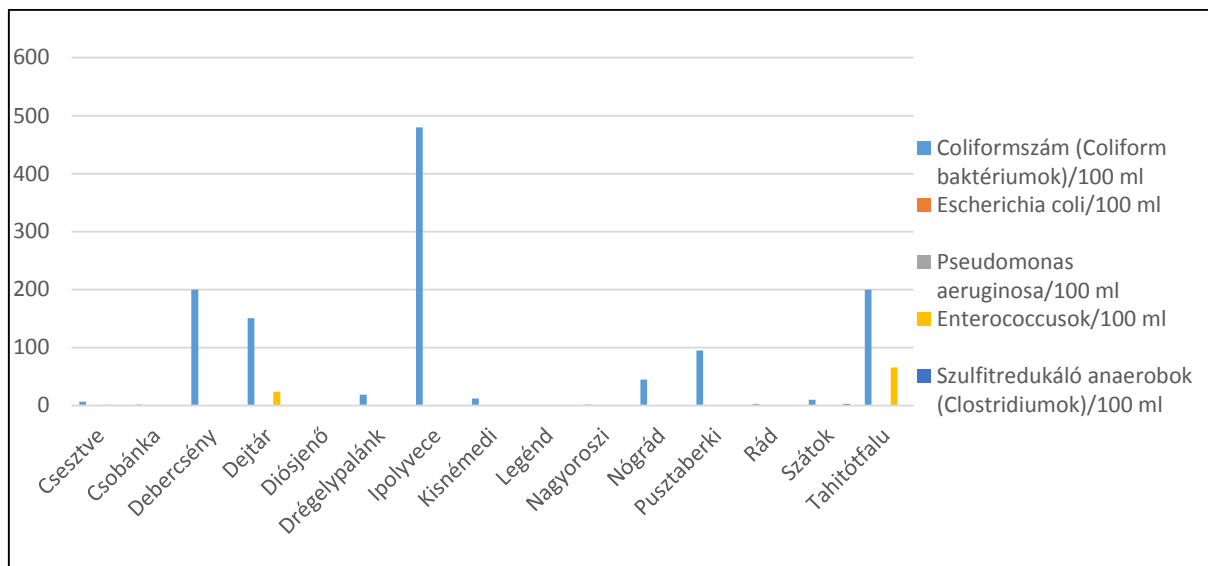
4. ábra: Baktériumtípusok megjelenése településenként (2014.07.21-25)



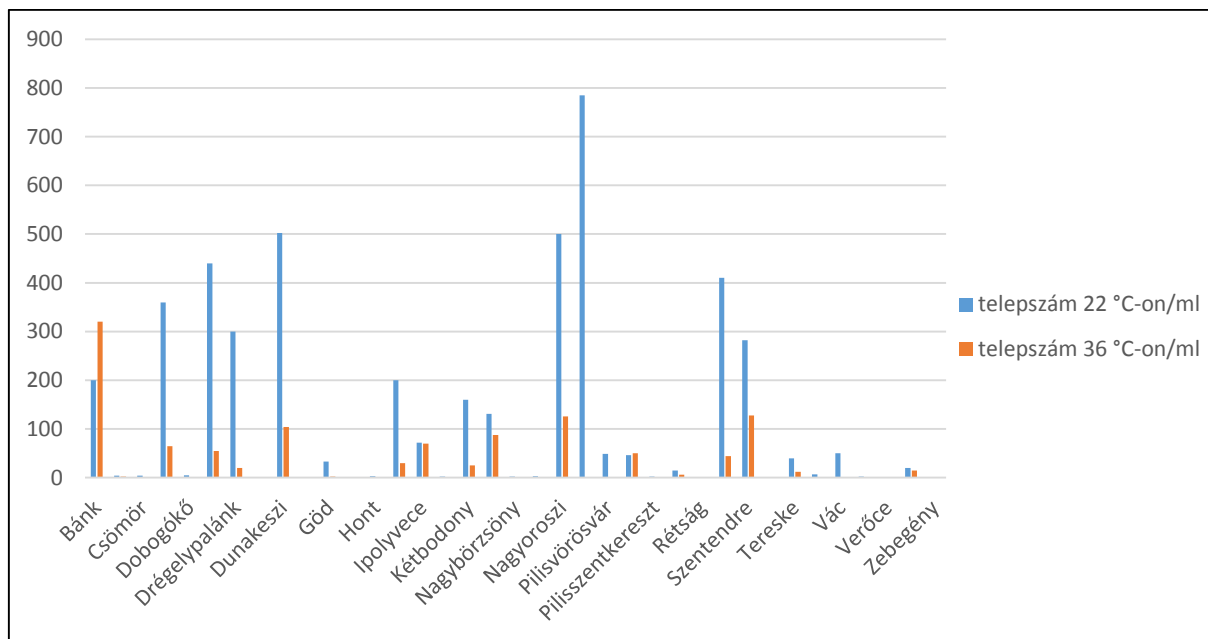
5. ábra: Telepgyakoriság az egyes mintavételi helyeken (2014.07.28-08.01)

Az utóbbi adatok azt mutatják, hogy a püspökszilágyi telepgyakoriság 36 Celsius fokon eléri az elfogadott határértéket, mi több a 22 Celsius fokos telepszám esetén túl is lépi a 10.000-es értéket.

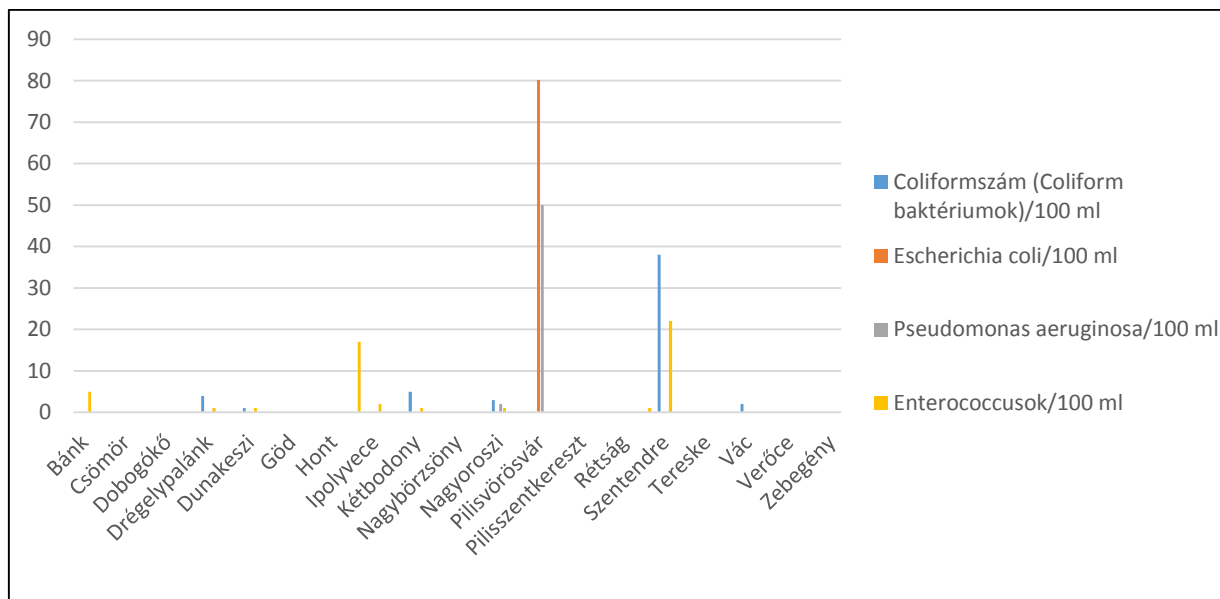
Ezzel szemben a baktérium típusok száma (6. ábra) nem közelíti meg a határértéket.



6. ábra: Baktériumtípusok megjelenése településenként (2014.07.28-08.01.)

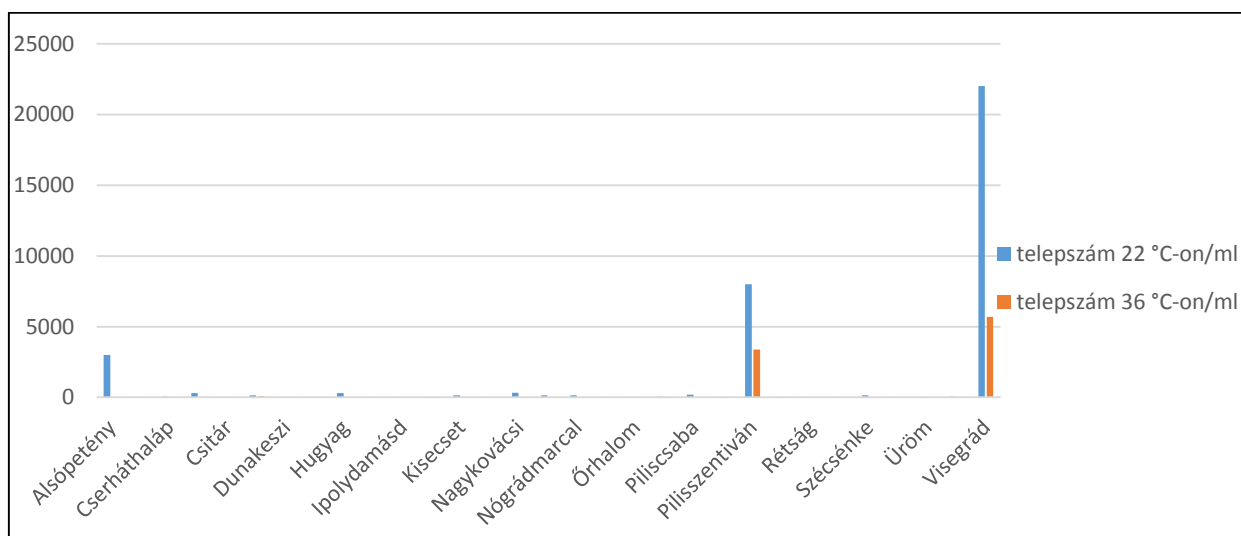


7. ábra: Telepgyakoriság az egyes mintavételi helyeken (2014.08.04-08.)



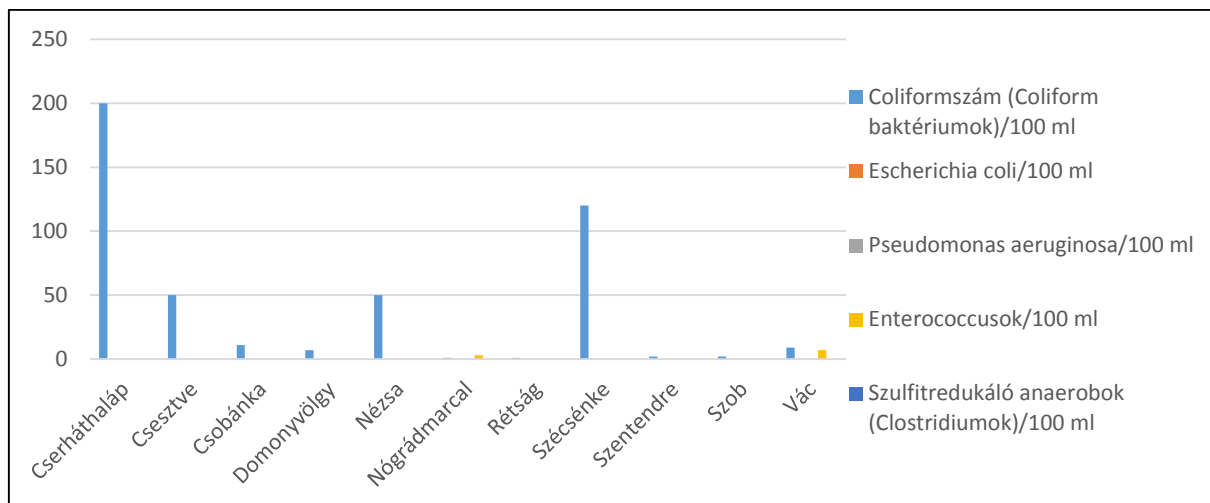
8. ábra: Baktériumtípusok megjelenése településenként (2014.08.04-08.)

Ahogy az előző vizsgálatoknál, itt is az adatok nem mutatnak olyan eredményeket, amik problémát okozhatnak a vízminőségi szempontból (7. és 8. ábra).



9. ábra: Telepgyakoriság az egyes mintavételi helyeken (2014.08.11-15.)

Az eredményekből kiderül, hogy míg a visegrádi telepszámok 22 Celsius fokon (9. ábra) több mint a megengedett érték kétszeresét mutatják, addig a baktériumok megjelenésénél (10. ábra) nem mutatkozik kiemelkedő mennyiség.



10. ábra: Baktériumtípusok megjelenése településenként (2014.0811-15.)

Némely telepgyakoriság esetén a kiemelkedően magas értékek nem feltétlenül utalhatnak patogén organizmusokra, hanem jelenthet egy külvilágból bekerülő, ártalmatlan szennyeződést, illetve a nagyon ritkán megjelenő penész következménye.

Valamint a baktériumok főként, ha az Coliform/Escherichia coli nagy mennyiségben fordul elő, akkor azt a vizet azonnal ivásra alkalmatlannak kell minősíteni és az adatokkal a felügyeleti szervekhez kell fordulni.

6. Következtetések és javaslatok

A dolgozatomba bemutatott vízminőség megállapítására szolgáló technológia a mai víztisztítási módszereknek megfelelően történik. A különböző eljárásokat a Duna Menti Regionális Vízmű Zrt. akkreditált laboratóriumaiban lettek elvégezve, ezek törvény által előírt rendeletek és nemzetközi szabványok által vannak szabályozva. A folyamatos ellenőrzések, a dolgozók folyamatos képzése, valamint a technológiák folyamatos fejlesztése elkerülhetetlen a megfelelő mérések elvégzéséhez.

A DMRV Zrt. laborjaiban ezek a vizsgálatok kifogástalanul zajlanak és mind az ivóvíz vizsgálat mind annak előállítása – mennyiségileg és minőségileg - megfelelő színvonalon történik.

A gazdasági szempontokat figyelembe véve a különböző technológiák fejlesztése mellett, feltétlenül nyitottnak kell lenni az új technológiák bevezetésére, illetve a vizsgálatokban is előnyökkel járhat, ha az elemzések elemei között kisebb újításokat vezetünk be. Ilyen lehet, például a fent említett „*lert-tesztek*” amik nemcsak megkönnyítik a vizsgálatokat, de jelentősen redukálják azok időtartamát, specifikusan azonosítják a vizsgálandó patogéneket és mindemellett költségkímélőbb eszközök.

Továbbá fontos az adatbázis, ami naprakész információkkal szolgál a vízminőséggel kapcsolatban, illetve az azonnali segítség és a különböző gyógyítási vagy semlegesítő módszerek, amint problémák adódnak/valamilyen fertőzés bukkan fel a vízhálózatokban.

7. Összefoglalás

A víz minden élőlény számára alapvető fontosságú az élet fennmaradásához. Központi kérdés, hogy ez a nélkülözhetetlen elem mennyiségileg és minőségileg megfelelő e.

A fent említettek alapján a minősítésnek több fontos szereplője van. Ide tartozik az elsődleges szerves anyag termelés, amit az algák mérésével és számlálásával lehet megadni, ezenkívül a holt szerves anyagok lebontásának mértéke, a szennyezések mérgezésének mértéke, illetve a szervesetlen kémiai összetevők is ide köthetők.

Az emberi behatásra élővízbe bekerülő ipari mérgek, tömény növényvédő szerek, higanyvegyületek, ciánvegyületek következtében a hatás egyes szervezet csoportokra lehet befolyással, illetve a tömény mérgezés esetén az egész vízi élővilágot károsíthatják. Már kisebb koncentrációban is problémát okozhat a vízi baktériumoknak, és ezáltal lassul a vizek öntisztulása. Vannak méreganyagok, amelyek vízben rosszul, zsírokban viszont jól oldódnak, ezért a táplálékláncban a csúcsragadozóknak kumulálódhatnak. Ennél fogva ez a felhalmozódási folyamat az emberre is közvetlen veszélyt jelenthet.

A legtöbb ilyen folyamatban pozitív behatással lehetne módosítani, illetve ennek mértékét csökkenteni, ámde ehhez komoly erőfeszítéseket kell tenni. Nemcsak a technológiai fejlődésben fontos, hanem maga a szemlélet megváltozásában, hozzáállásban és a lakosság vízszükségletének és vízhasználásának megváltozásában is változásokat kell eszközölni, hogy az az ökológiai állapot, ami manapság fennáll, minőségileg ne romoljon.