



**SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM**  
UNIVERSITAS SCIENTIARUM SZEGEDIENSIS  
**MÉRNÖKI KAR**

***A SZEGEDI ANNA ÉS A SZOLNOKI ÁLDÁS KÚT  
GYÓGYVIZEINEK VIZSGÁLATA***

***TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT***

***Cseh Débora***

*I. évfolyam élelmiszermérnök MSc.  
hallgató*

*Témavezető*

***Dr. Jójárt Balázs PhD***  
*főiskolai docens*

***Szeged***

***2022.***

## TARTALOMJEGYZÉK

|       |                                                                                                                    |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | BEVEZETÉS .....                                                                                                    | 3  |
| 2     | IRODALMI ÁTTEKINTÉS .....                                                                                          | 4  |
| 2.1   | A víz, mint legfontosabb folyadékbeviteli forrás .....                                                             | 4  |
| 2.2   | A víz körforgása .....                                                                                             | 4  |
| 2.3   | Gyógyvizek.....                                                                                                    | 5  |
| 2.4   | Kutak bemutatása .....                                                                                             | 9  |
| 2.4.1 | Anna kút.....                                                                                                      | 9  |
| 2.4.2 | Áldás kút.....                                                                                                     | 11 |
| 2.5   | Élelmiszerhigiénia .....                                                                                           | 14 |
| 3     | ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK.....                                                                                          | 17 |
| 3.1   | A mintavétel .....                                                                                                 | 17 |
| 3.2   | Az átlagminta készítése .....                                                                                      | 18 |
| 3.3   | A vizek pH értékének meghatározása .....                                                                           | 18 |
| 3.4   | Vezetőkéesség mérése konduktometriás eljárással .....                                                              | 19 |
| 3.5   | Nátriumion és káliumion- tartalom meghatározása emissziós lángfotometriával .....                                  | 19 |
| 3.6   | Kémcsőkísérletek: .....                                                                                            | 21 |
| 3.7   | Mikrobiológiai vizsgálatok.....                                                                                    | 21 |
| 3.7.1 | Összes csíraszám meghatározása:.....                                                                               | 21 |
| 3.7.2 | A vízminták szűrése, a rendeletben meghatározott baktériumok vizsgálata: .....                                     | 21 |
| 3.8   | Érzékszervi vizsgálat .....                                                                                        | 22 |
| 3.9   | A mérési sorozatok eredményeinek vizsgálata statisztikai módszerekkel ...                                          | 23 |
| 3.9.1 | Statisztikai program használata .....                                                                              | 23 |
| 3.9.2 | A pH és a vezetőképesség értékeinek konfidencia intervallumának meghatározása 95 %-os megbízhatósági szinten ..... | 23 |
| 3.9.3 | Grafikus ábrázolások .....                                                                                         | 23 |

|       |                                                                            |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.9.4 | Normalitás vizsgálat Shapiro-Wilk teszttel .....                           | 24 |
| 3.9.5 | Az adatcsoportok összehasonlítása Wilcoxon teszttel.....                   | 24 |
| 3.9.6 | A normális eloszlású értékek további vizsgálatai .....                     | 24 |
| 3.9.7 | Megbízhatósági szint a hipotézis vizsgálatok során .....                   | 24 |
| 4     | EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK .....                                            | 25 |
| 4.1   | Mintavételek során mért vízhőmérsékletek .....                             | 25 |
| 4.2   | A pH és vezetőképesség méréseinek eredménye .....                          | 26 |
| 4.3   | Nátriumion tartalom meghatározása .....                                    | 27 |
| 4.4   | Káliumion tartalom meghatározása .....                                     | 30 |
| 4.5   | Nátrium és káliumion tartalom összehasonlítása az irodalmi adatokkal ..... | 33 |
| 4.6   | Kémcsőképzések.....                                                        | 34 |
| 4.7   | Mikrobiológiai vizsgálatok eredményei .....                                | 34 |
| 4.8   | Érzékszervi vizsgálat kiértékelése .....                                   | 36 |
|       | ÖSSZEFOGLALÁS .....                                                        | 37 |
|       | IRODALOMJEGYZÉK .....                                                      | 40 |

## 1 BEVEZETÉS

Dolgozatom témájaként a Magyarországon található ártézi kutak közül a szegedi Anna és a szolnoki Áldás kút gyógyvizének vizsgálatát választottam. A két kút története sok hasonlóságot rejt magában, ezért célul tűzttem ki minőségi összehasonlításukat is.

Vizsgálataim kiindulópontja a mára már súlyos problémává vált globális vízhiány. A vízhiánynak számos oka van, melyek közül a legtöbb a klímaváltozáshoz köthető. Az ivóvíz elengedhetetlen az egészséges életmód fenntartásához, a mezőgazdaság, valamint az élelmiszeripar megfelelő működéséhez. Magyarország édesvíz készletének mennyisége és minősége kiemelkedő világviszonylatban. Hazánkban a XX. században fúrták a kutatásom alapjául szolgáló kutakat, amelyek vizei bizonyított gyógyhatással rendelkeznek. A gyógyvizek jótékony hatásait több módon is alkalmazzák: gyógyfürdőzés, ivókúra, vagy inhalálás. Dolgozatomban elsősorban a két gyógyvizet, mint élelmiszert vizsgáltam, amelyek már nem kerülnek kereskedelmi forgalomba, így bárki, bármikor ingyen fogyaszthatja azokat.

Dolgozatom célja tehát a szegedi Anna és a szolnoki Áldás kút vizének ásványianyag tartalmának részletesebb vizsgálata, úgymint a nátrium- és káliumion mennyiségi meghatározása, valamint a vas(II)-, vas(III)-, báriumion és a nitrition jelenlétének kimutatása, illetve kémhatásának meghatározása. A mai élelmiszerfogyasztás fontos feltétele az élelmiszerhigiénia, ezért különböző módszerekkel vizsgáltam meg a két gyógyvízben esetlegesen jelenlévő mikroorganizmusokat. A kutakból nyert vízminták mikrobiológiai elemzése kiterjed a 74/1999 (XII.25.) EüM rendelet a természetes gyógytényezőkről, valamint a 65/2004. (IV.27.) FVM-ESZCsM-GKM együttes rendelet a természetes ásványvíz, forrásvíz, az ivóvíz, az ásványi anyaggal dúsított ivóvíz és az ízesített víz palackozásának és forgalomba hozatalának szabályairól szóló rendelet egyes követelményeinek való megfelelésére. Az élelmiszerek fogyasztásakor elengedhetetlen a megjelenés, az élvezeti érték, ezért független bírálókkal végeztettem el egy érzékszervi vizsgálatot, amely kiterjedt a két gyógyvíz ízük, színük, illetve szaguk alapján történő összehasonlítására.

## 2 IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1 A víz, mint legfontosabb folyadékbeviteli forrás

Az evolúció kutatása során bebizonyították, hogy az élet a vízben kezdődött. Az élőlények sejtjei legnagyobb százalékban vizet tartalmaznak, egy felnőtt ember testtömegének nagyjából 65-70%-a víz. Csecsemőkorban teszi ki a víz a szervezet legnagyobb százalékát, ami 75-80%-ra tehető és ez az idő előrehaladtával idős korra már kb. 50%-ra csökken. Az emberi szervek közül a fog víztartalma a legkevesebb 10%, ehhez képest az agy 78%, a vér 86%, a szív 77%, a máj 84%, az izmok 70% vizet tartalmaznak (Csigér, Juhász, Vargáné Lengyel, 2012).

A víz molekula szerkezetét tekintve egy oxigén- és két hidrogénatomból áll, melyek között elsőrendű kovalens kötés alakul ki. Az oxigénatom elektronegativitása nagyobb, mint a hidrogénatomé, ennek köszönhetően az oxigén nagyobb erővel vonzza magához a két kötő elektronpárt. A töltések eltolódása ezáltal egyenlőtlen a molekulán belül, azaz a molekula poláris. A legerősebb másodrendű kémiai kötés, a hidrogén-híd szintén fontos szerepet játszik a víz szerkezeti felépítésében. Ahhoz, hogy hidrogén-hidas kölcsönhatás ki tudjon alakulni, szükséges egy nagy elektronegativitású atom, ami jelen esetben az oxigén, aminek rendelkeznie kell nem kötő elektronpárral. A vízmolekulában található hidrogének ennek köszönhetően képesek kapcsolódni egy másik vízmolekula oxigénjének nem kötő elektronpárjával. A hidrogén-híd kötések folyamatosan alakulnak ki és szakadnak fel.

Élettani jelentőségét tekintve a víz szállítóközegként funkcionál a szervezetben. Továbbá a víz fontos a sejtek regenerálódása szempontjából, párasítja a belélegzett levegőt, az ízületeket rugalmassá teszi és egyfajta védelmi funkciót is ellát azáltal, hogy sok molekula, illetve makromolekula körül képes hidrátburkot képezni (Csigér, Juhász, Vargáné Lengyel, 2012).

A víz magas fajhőjének és párolgáshőjének köszönhetően a szervezet hőháztartásában is fontos szerepet játszik. Az izzadás során, amikor a verejték elkezd párologni a bőr felületén, hőt von el a testről, ezáltal hűti azt (Csigér, Juhász, Vargáné Lengyel, 2012).

### 2.2 A víz körforgása

Bolygónk nagyjából  $\frac{3}{4}$  részét víz borítja, ennek 97%-a tengervíz, 2%-a sarki jég és a maradék kb. 1% édesvíz. Magyarország vízkészlete kimagasló világviszonylatban, kevésbé fenyegeti a számos másik országot már elért és világméretűvé nőtt vízhiány. Ez azonban nem ad okot arra, hogy ne figyeljünk oda arra a kincsre, amit édesvíznek nevezünk, ugyanis manapság a talajvizeink nagy mértékben szennyeződtek. Egyetlen megújuló vízforrásunk az

esővíz, de sajnos a felszín alatti források gyorsabban fogynak, mint ahogy az esővíz pótolná azt (Nádai, Udud, 2007).

A víz állandó körforgásban úgynevezett hidrológiai ciklusban van. Alapvetően két nagy csoportot különböztetünk meg a vizek eredete szerint. Azt a vizet, ami még nem vett részt a felszíni vízkörforgásban és a vulkáni kigázosodás útján kerül a felszínre juvenilis víznek, míg ami már legalább egyszer részt vett a felszíni vízkörforgásban vadózus víznek nevezzük (<https://asvanyvizek.hu>, 2021).

Az óceánok, tengerek felületéről elpárolgó édesvíz tömegek alakítják ki az időjárás folyamatait, ami biztosítja többek között a felszín alatti vizek utánpótlását is. Az esővíz egy nagyon lassú folyamat során szivárog a föld alatt, amit a hidrosztatikus nyomás, a gravitáció, a földtani környezet elemeinek együttes hatása befolyásolnak (Nádai, Udud, 2007). A Föld édesvíz készletének nagyjából kétharmad része ennek alapján a felszín alatt, a földkéreg egyes képződményeiben található és nagyon hosszú idő múltán (egyes esetekben akár 10.000 év alatt) rendkívüli mélységekbe képes lejutni (<https://asvanyvizek.hu>, 2021). A vertikális irányú áramlás az utánpótlási területekről indul, majd a környezeti körülményeknek megfelelően fokozatosan felfelé kezd el áramlani egészen a felszínig. A víz szivárgását a földkéreg alkotó rétegek szerkezete határozza meg, ez alapján a kőzetek két csoportra bonthatók: víztartó és vízvezető kőzetek. A homok és a kavics a legjobb példa az üledékes eredetű vízvezető kőzeteknek. A homokos talaj minden csapadékot elnyel, de például a gránit rétegek is tartalmaznak olyan repedéseket, ahol a víz képes leszivárogni. Az Alföld alatt vízvezető és vízzáró rétegeket találunk váltakozva, ezáltal egymás alatt is ki tudtak alakulni olyan vízrétegek, melyek jelentősen eltérhetnek egymástól. A víz beltartalmát tulajdonképpen a kőzetek befolyásolják, hiszen a csapadékvíz oldja a kőzetekben található ásványi anyagok egy részét. (A csapadékvízben megtalálható kevés mennyiségű oldott széndioxid növeli a víz oldó hatását). A Föld mélyéről áramló hő is hat a kőzetekre, ezáltal a vízre is, minél mélyebben található egy vízáadó kőzet, az ott lévő víz annál melegebb lesz (Nádai, Udud, 2007).

### **2.3 Gyógyvizek**

A gyógyvizek lehetnek, hidegek vagy melegek, ivásra és fürdésre is alkalmazhatók terápiás célzattal. Fontos azonban, hogy a panaszok enyhítésére alkalmazott gyógyvizek használatát orvosi javaslatra célszerű csak alkalmazni, hiszen nem minden típusú víz alkalmazható az egyes panaszok enyhítésére (Nádai, Udud, 2007).

Ahhoz, hogy egy vizet gyógyvízzé nyilvánítsa az Országos Gyógyhelyi és Gyógyfürdőügyi Főigazgatóság (továbbiakban: OGYFI) először is meg kell vizsgálni az adott

vizet. Az eredmények alapján a szakemberek döntenek el, hogy az adott összetétel milyen betegségek enyhítésére, illetve megelőzésére lehet alkalmas. Ezt követően egy kb. 30-40 beteg közül szűrik ki azokat a pácienseket, akiknek panaszainak enyhítésére alkalmas lehet a gyógyvíz. Az emberek fele kap csupán ténylegesen a gyógyvízből, a többiek sima vizet (placebo) kapnak. Fontos, hogy sem a szakorvos, sem a páciensek nem tudják, hogy ki melyik vizet fogyasztja, nehogy pszichésen befolyásolják a vizsgálati eredményt. Az ivókúrák és a vizsgálatok végeztével a szakorvos kiállít egy dokumentumot, ami alapján az OGYFI gyógyvízzé nyilváníthatja a vizet (Nádai, Udud, 2007).

A gyógyvizek fogyasztása során a vízben oldott makro- és mikroelemek bekerülnek az emésztőrendszerbe és felszívódás után fejtik ki hatásukat. Ez a hatás lehet pozitív, de negatív is, ezért kiemelten fontos az ivókúrák esetében, hogy a fogyasztó konzultáljon szakorvossal. A gyógyvíz fogyasztása során az emésztési folyamatok nagy része kimarad, hiszen a benne található elemek jól oldható formában, azaz valódi oldatként, vagy kolloid oldatként kerülnek be az emésztőrendszerbe. Ennek köszönhetően a különböző elemek felszívódása és az anyagcsere folyamatokba kerülése is egyszerűbb. Számos dolog befolyásolja a gyógyvíz hasznosulását, például az étkezés, nem mindegy például, hogy a páciens étkezés előtt, alatt vagy után fogyasztja a vizet (<https://asvanyvizek.hu>, 2021).

Az életfolyamatok megfelelő fenntartásához 3 alapfeltételre van szükség:

1. Izotónia törvénye. A szervezetben az ozmotikus nyomás, vagyis a fehérjék és a sók által kifejtett nyomás állandó legyen. (A vörösvértestek szemi-permiabilis hártálya nem képes áteresztetni a konyhasót, csak a vizet. Tehát, ha vörösvértesteket egy magas koncentrációjú sóoldatba tesszük, a sejtek elkezdnek zsugorodni, hiszen a víz kiáramlik belőlük a koncentráció kiegyenlítés következtében. Ha azonban a vörösvértesteket desztillált vízbe helyezzük, a víz befelé fog áramlani, aminek következtében a sejtek szétpukkadnak).

2. Izohidria törvénye: Az anyagcsere a magasabb rendű szervezetekben csak azonos pH (enyhén lúgos) érték mellett folyik le zavartalanul.

3. Izoionia törvénye: A pozitív töltésű ionoknak a vérben egyensúlyban kell lennie. Az ideális nátrium, kálium, kalcium, magnézium arány 100:2:2:1.

A víz és a só tehát az életfolyamatok alappillérei, amiket a táplálkozás során könnyen pótolhatunk. Abban az esetben, ha ezekből nagyobb mennyiség van jelen a szervezetben az élettani szükségletnél, kiválasztás útján távoznak (Balogh et al., 1971).

A nátrium több úton is képes bejutni a szervezetbe. A nyálkahártya sejteiben a nátrium-kálium pumpa mindig alacsony nátrium szintet és negatív potenciált tart fent, ezáltal a nátrium elektrokémiai gradiensként képes bejutni a sejtekbe. Továbbá a vékony és a vastagbélben

lejátszódó nátrium/hidrogén és klorid/bikarbonát cseréhez kötött elektroneutrális folyamattal, ami fehérjehordozót is magába foglal. Normál körülmények között a nátrium 99%-a képes felszívódni, aminek körülbelül a 95%-a a vékonybélben szívódik fel. A vékonybél középső szakaszán nem befolyásolja a felszívódást a glükóz, a galaktóz és a bikarbonát jelenléte, az elektrokémiai gradiens azonban jelentős. Tehát a nátrium abszorpciója során a legnagyobb részlet a koncentráció gradiensek következtében kialakuló ozmózis nyomással hasznosul (<https://asvanyvizek.hu>, 2021). A szervezet kationjainak 9/10 részét a nátrium teszi ki. Legfontosabb szerepe a szervezetben a szövetek víz megkötésének szabályozása (Balogh et al., 1971).

A kálium nagyobb része a béltraktuson belül a vékonybél felső szakaszából szívódik fel aktív transzport és inzulin segítségével passzív abszorpcióval. A nátriumhoz képest kisebb mennyiségben van jelen a szervezetben. A kálium nélkülözhetetlen a szív működéséhez, valamint az ingerületek fenntartásához (Balogh et al., 1971).

A mellékvesekéreg egyik hormonja, az aldosteron szabályozza a kálium és a nátrium megfelelő arányát a vérben. Ennek köszönhetően, ha a vérben növekszik a kálium koncentrációja, a nátrium kiválasztása is fokozódik és fordítva (Balogh et al., 1971).

A kalcium felszívódása a vékonybél kezdeti szakaszán és a végső részén következik be. A felszívódás mértéke függ a táplálék összetételétől, nőknél a terhességtől, a D-vitamin ellátottságától (elősegíti a bélben való felszívódást), valamint a kalciummal együtt bevitt foszforsav mennyiségétől. Ha a kalcium mellett nincs elegendő foszforsav, a szervezet kiválasztja a felesleges kalciumot a vesén és a bélnyálkahártyán keresztül. Ezzel ellenkező esetben, hogy ha a kettő aránya megfelelő a csontokban mészfelhalmozódás következik be. A szervezetben a kalcium legnagyobb mennyiségben mészként, vagyis kalcium-foszfát és karbonát formájában a csontokban és a vérszérumban van jelen. A vérszérum mésztartalma állandó. Az élettani folyamatokban az ionos kalcium vesz részt első sorban. Erős lihegés következtében a szervezet széndioxidot veszít, aminek hatására a szervezet lúgosodik. A lúgosodás csökkenti a kalcium ionizálódását, ami stimulálja az idegrendszert és az izmokat (remegés) (Balogh et al., 1971).

A magnézium a vékonybél teljes felületén képes felszívódni részben egyszerű diffúzióval, részben pedig facilitált folyamattal. A szervezet 25 g magnézium tartalmának kétharmada a csontokban és a fogakban található meg, egyharmada pedig a lágy szövetekben. A magnézium szerepet játszik az enzimatis reakciókban, a vérnyomás és a vércukorszint szabályozásában, az idegműködésben (<https://magnosolv.hu>, 2021). (A szolnoki gyógyvíz

lelőhelyénél tábla jelzi, hogy a csontritkulásban szenvedők számára ellenjavallat a víz fogyasztása annak alacsony magnézium és kalcium tartalma miatt).

A szervezet nagyjából 5-30 mg vasat tartalmaz (Balogh et al., 1971). A felszívódás legnagyobb részben a gyomortartalom bélbe ürülését követő első 5 percében játszódik le. A gyomorsav savtartalmának csökkenése jellemzően csökkenti a vas hasznosulásának mértékét. A vékonybélben az enyhén lúgos kémhatásnak köszönhetően a Fe(III) vegyületek kicsapódnak és távoznak a bélsárral, míg a két vegyértékű vasionok egy része felszívódik a bél nyálkahártyájának sejtjein keresztül. A bélnyálkahártyában a vas ferritin enzimhez kapcsolódva jut át a vészérum globulinjára, ahonnan a vasraktárba. A vasraktárban ismét ferritinhez kötődik és felhalmozódik. Ezekbe a raktárakba kerül vissza a szétesett vörösvértestek vastartalmának nagy része is, hogy a szervezet újra hasznosítsa (<https://asvanyvizek.hu>, 2021). A vasszükséglet igen változó, kiürülhet például hajhullással, vizelettel, lelökődő hámsejtekkel. Ezek a tényezők azonban mindösszesen 1 mg-ot tesznek ki, míg a női szervezet a havivérzéssel 20-40 mg vasat képes elveszíteni. Terhesség alatt szintén fontos a megfelelő mennyiségű vas bevitele a magzat vasraktárainak feltöltése miatt (Balogh et al., 1971).

A jód volt az egyik olyan nyomelem, amelyet az elsők között nyilvánítottak nélkülözhetetlennek. Bevitele során megjelenhet szerves kötésben (lassabban és rosszabbul hasznosul), vagy ionos formában (szinte teljesen felszívódik). A felszívódott jód laza fehérjekötésben található meg a véráramban (<https://asvanyvizek.hu>, 2021). A szervezet a jódot a pajzsmirigy hormonjának, a tiroxinnak képzésére használja fel. Az agyalapi mirigy hormonja (tireotrop) szabályozza a tiroxin képzést, ezáltal a jódfelhasználást is (Balogh et al., 1971). Jód hiányakor felléphet testsúlynövekedés, fáradékonyság, rossz közérzet és a biológiai oxidáció mértékének csökkenése (Csigér, Juhász, Vargáné Lengyel, 2012).

A makro- és mikroelemek pótlása tehát elengedhetetlen a szervezet megfelelő működéséhez. Az Anna és az Áldás kút vize egyaránt tartalmaz ilyen elemeket. Amikor a 19. század első felében a kutak fúrása mellett döntöttek, nem a vizek gyógyhatása volt az elsődleges szempont, hanem a meleg víz által, a fűtésre és áramra szánt költségek csökkentése (Nagy, 1991). Ugyanakkor a kutakból nyert vizek gyógyító ereje azóta is támogatja fogyasztóik egészségét.

A jó hatású alkotórészek mellett azonban a vizek tartalmazhatnak az egészségre ártalmas ionokat is, mint a nitrit- és a báriumion. A nitritiont az élelmiszeripar egyes ágazataiban, például a húsiparban kis koncentrációban adalékanyagként alkalmazzák pácókban annak érdekében, hogy megelőzzék a *Clostridium botulinum* megjelenését és szaporodását a termékekben. Nagyobb mennyiségben azonban káros hatású, mert a

hemoglobint methemoglobinná alakítja, így megakadályozza az oxigénszállítást a vérben, ami elsősorban a babákat veszélyezteti. A bárium a fölkérget képező alkáliföldfém, ami megtalálható egyes élelmiszerekben (például: dió), a talajban és a vízben jellemzően alacsony koncentrációban. A bárium önmagában veszélytelen az emberre, azonban vízben oldható vegyületei nagyobb mennyiségben bejutva a szervezetbe bénulást, vagy akár halált is okozhat (<https://lenntech.com>, 2021).

## **2.4 Kutak bemutatása**

### **2.4.1 Anna kút**

Papp Ferenc a szegedi Városi Gőzfürdő tulajdonos igazgatója a Hajdúszoboszlón elért mélyfúrású kút sikerét látva szeretett volna egy hasonló kutat fúratni, aminek meleg vizével csökkenteni kívánta a gőzfürdő üzemköltségeit. A hajdúszoboszlói kút fúrását követő hónapban el is utazott Hajdúszoboszlóra Dr. Szendrey Jenő és Buócz Károly városi műszaki tanácsos társaságában. Hazafelé Budapesten folytatott tárgyaláson Böhm Ferenc ígéretet tett neki, hogy a rendelkezésre álló szükséges műszaki felszerelést és szakembereket biztosítja a munkálatokhoz. A szegedi szakembereknek köszönhetően a kút fúrásának megtervezésekor már ismerték a város geológiai viszonyait. Pávai-Vajna Ferenc Sümeghy József elemzése és kutatásai alapján 1926. április 20-án adta be szakvéleményét a kút fúrásának pontos helyéről és körülményeiről. A Pávai által kijelölt helyszín 2 kilométerre helyezkedett el a gőzfürdő igazgatója által megtervezett helyszíntől, Papp Ferenc ugyanis a már működő fürdő mellé szeretne volna a kutat fúratni. A további értekezések során Pávai is beleegyezett a helyszínbe és 1000 méter mély kút fúrását javasolta. A fúrást a város kivitelezte, nem adta ki vállalkozó kezébe. 1927-ben neki is láttak a munkálatoknak és két hét elteltével a fúró már 266 m mélységben járt. Júniusban 438 méternél jártak, amikor a fúrószár beszorult a vastag homokrétegbe. Jó ideig meg sem tudták mozdítani a fúrószárát, mire egyszer óvatosan sikerült azt kihúzni. Júliusban már 500 méternél jártak, amikor a fúrószár és a fúrócső közé homok szorult és csak 2 nap elteltével sikerült óvatosan tovább fúrniuk. 511 m-nél már szürke agyagot hozott fel a víz. Októberre, a 7 hónapos fúrás követően már 58 °C-os forró víz tört fel a kútból gázzal elegyedve 944 m mélységből. A hévíz szénsavas, karbonátos, a harmadik kori fiatal üledék alatti sós tengeri lerakódásokból származó, jód és konyhasó mentes volt. A víz analízisének első nagy megállapítása Buócz Károlyhoz köthető. Észrevették ugyanis, hogy a feltörő vízben buborékok vannak, ezért egy kétnyílású, gumidugós üvegbe fogták fel a vizet, aminek feléből a gáz kiszorította a vizet. Buócz Károly a gáz nyílásához égő gyufát tartott, mire az halvány kék lánggal lobbant fel. Hatalmas siker volt ez, hiszen a gázzal további költségeket

tudtak megtakarítani. A munkálatokat tovább folytatták 70 °C-os víz reményében, azonban a fúrás során elfogyott a csővezeték. Ekkor a szakemberek, köztük Pávai tanácsára megálltak a további fúrással, mert külföldről beszerezni a csővezetéket hónapokba tellett volna, ami nagy veszélynek tette volna ki a furatot (Nagy, 1991).



**1. ábra** Az Anna kút. Forrás: Saját

Patzauer Dezső vállalkozó vizsgálta meg először hivatalosan az alkáli nátrium-hidrogénkarbonátos, magas vastartalmú vizet, majd pedig adta be a kérelmet a Belügyminisztériumhoz. A rendelet nemcsak az ivóvizet nyilvánította gyógyvíznek, hanem a fürdőt gyógyfürdőnek, Szeged városát pedig fürdővárosnak (Nagy, 1991).

Patzauer Dezső nevezte el a kutat lányáról, Annáról és meg is kezdte a víz palackozását szénsavval dúsított formában. A városvezetés által kijelölt helyszínen a 1930-as évek végén ivócsarnokot építtetett, ahol elindították az ingyenes ivókúrát. A kúrát Dr. Miskolczy Zoltán felügyelte és véleményezte, a helyszínen pedig egy hölgy adott tájékoztatót az érdeklődők számára a víz gyógyhatásairól. Az ivókúrában ingyenesen részt vehetett bárki, de a hatásokról be kell számolniuk. Patzauer Dezső leveléből kiderül, hogy a kúrák hasznosnak bizonyultak: „Egymás után hozták be a víz által kihajtott veseköveket, ezek egy üvegbúra alatt láthatók voltak”. Az ivócsarnokot a későbbiekben már más célokra használták, végül pedig lebontották (Nagy, 1991). A rendszerváltozás idejében szűnt meg a víz palackozása, majd 1998-ban Mohos Gábor másfél évig kereskedett az Anna vízzel. Azóta az Anna vizet bárki ingyen fogyaszthatja a nap 24 órájában (1. ábra) (<https://www.delmagyar.hu>).

Fogyasztási javallatok:

1. Gyomor- és bélpanaszok: Az ivókúrák javasoltak gyomorsavtúltengésre, krónikus gyomor- és nyombélfekélyre, gyomor- és bélműtét rehabilitációjára, valamint gyomor- és bélhurut kezelésére.

2. Fogászati panaszok: Fogtömés, gyökértömés, fogpótlás és fogínybetegségek enyhítésére alkalmas lehet.

3. Légzőszervi betegségek: Enyhíti az asztmával, az idült orrnyálkahártyagyulladás, illetve a bronchitissal járó kellemetlen tüneteket.

Ellenjavallat a következő betegségek esetén: bármely betegség akut stádiuma, gyulladásos megbetegedések, lázas állapot, fertőző betegségek, epilepszia, szív- és érrendszeri betegségek, visszer, inkontinencia, bőrsérülés, terhesség, és elmebetegség (<http://users.atw.hu/>).

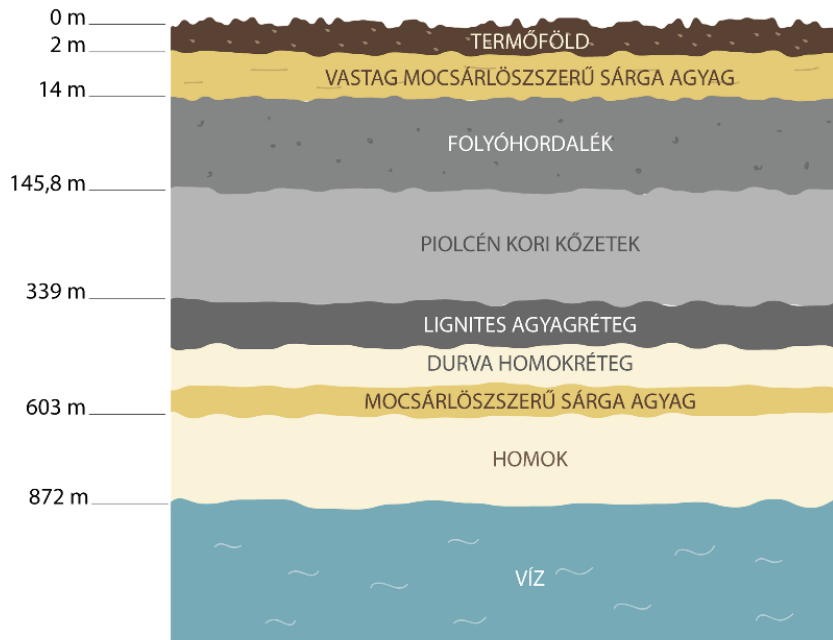
#### **2.4.2 Áldás kút**

A 19. század első felében vált fontossá a szolnoki városvezetés számára a városközpont rendezése, a Tisza part vonzóvá tétele. A tervezet középpontjában egy szálloda megépítése állt, amely később a Tisza Szálló és Gyógyfürdő elnevezést kapta (Nagy, 1991). Hegedűs Ármin műszaki főtanácsos, építész tervei szerint zajlottak a munkálatok. 1926-ban a városvezetés szakmai vélemények alapján (Pávai- Vajna Ferenc és Horusitzky Henrik) egy mélyfúrású kút fúrása mellett döntött az épület fenntartási költségének csökkentése érdekében. A kútból kitörő meleg vízzel, illetve annak gázával tervezték a fürdőhöz, illetve a melegvízfűtéses berendezéshez szükséges hő- és vízigény egy részét fedezni (Kaposvári, 1986).

1927 januárjában meg is kezdte a munkálatokat Lapp Henrik részvénytársasága, Janisc Gyula fúrási munkálatokat vezető főmérnök vezetésével. A fúrást 1000 méter mélyre tervezték 200.000 pengős költségvetéssel (Nagy, 1991). A kút fúrása során több nehézség is adódott, például a fúró „nyele” kétszer is eltört, a bent maradt rész kihúzása pedig több hónapot vett igénybe (Elek, 1930). A fúrás közben a szálloda felépült, 1928. április 14.-én pedig fel is avatták. 1928. júniusában a fúró jó vízvezető homokba ért. Ekkor a városvezetés összehívta a szakembereket, Pávai-Vajna Ferenc a tovább fúrás, vagy a megállás kérdésében a következőt mondta:

„Véleményem szerint, amit eddigi tapasztalataimra is alapítok, a szolnoki fúrással nem kell mélyebbre hatolni. A legmélyebben 943-948 méter között elért vízvezető homokréteg magában is tartalmazhat megfelelő hőfokú és elegendő mennyiségű vizet...s ajánlja, hogy kezdjék meg a fúrás <kimunkálását>, ami annyit jelent, hogy el kell távolítani az öblítővizet, a homoktól a

csövet meg kell tisztítani, az egyes vízrétegeket meg kell vizsgálni – visszafelé is – honnan kapható a leoptimálisabb eredmény, s ennek megfelelően kell a csövezetet megnyitni.” (2. ábra **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**). Pávai tanácsára a 872-877 méter mélységből 5 °C-os bőséges, gázos vizet nyertek, mely nagy erővel tört fel a felszínre (Nagy, 1991).



**2. ábra:** A kimunkálás során bevizsgált rétegek. Forrás: Elek 1989., saját szerkesztés

A kút fúrását követően megindult a Tisza Szálló és Gyógyfürdő gyógyvízellátása, illetve az épület melegvízfűtése. A kút vize azonban nem csak ezt a két funkciót látta el, a szállodával szemben található színház és egyéb környékbeli épületek melegvízfűtését is képesek voltak vele biztosítani. A kivezetett földi gázzal továbbá a fürdő világítását is megoldották. Mindent együtt véve a városnak hatalmas költségmegtakarítást jelentett a kútból kitörő meleg víz (Nagy, 1991).

A kútból perceként kitörő 1310 liter 55 °C fokos hévíz vizsgálata során megállapították, hogy fő komponensei közé tartoznak az alkáli- kloridok, a karbonát(ok), a jódid, a bromid és sok más nyomelem (Nagy, 1991). A vizsgálatok során továbbá kimutatták a víz radioaktivitását is (Elek, 1931).

A szakvélemények alapján a következő panaszokra javasoltak ivókúrák:

1. Emésztőrendszeri megbetegedések:

Idült gyomor- és bélhurut, idült bélrenyheség, illetve az epehurut esetén. Az alkalikus víz ugyanis képes oldani a hurutos nyálkahártyát, amivel gyógyítja a hurutot. Továbbá lúgosságának köszönhetően képes javítani az emésztést, serkenti a bélmozgást, leköti a gyomorsavat.

2. Vese hurut esetén:

A húgysavas lerakódások oldását elősegíti, valamint a vizeletet lúgosabbá teszi. Leginkább a szénsavval dúsított verziója előnyös erre a célra.

3. Gége és hörgő hurut esetén:

Nyákoldó tulajdonsága miatt ivókúraként, inhalálva együttesen alkalmazható.

4. Cukorbetegsége:

A diétát kiegészítve ivókúraként rendkívül jó hatással bír lúgossága miatt (Elek, 1931).

1968-ban azonban földrengések következtében a kút megsérült, vize szennyezetté vált, ezért 1972-ben egy új kutat fúrtak néhány méterre az előzőtől és azt kötötték rá a régi rendszerre. A víz összetétele, hőmérséklete kis mértékben tért csak el az eredeti kút vizétől, így azóta is ez a kút szolgáltatja a vizet Szolnok városának. 1978-ban az új kút vizét gyógyvízzé nyilvánították (Varga, 2021).



3. ábra: Az Áldás víz hirdető táblája. Forrás: (<https://lechnerkozpont.hu/>)

A gyógyvizet 1964-ig palackozták a Tisza Szálló és Gyógyfürdő pincéjében széndioxiddal dúsított formában (3. ábra) (<http://www.blogszolnok.hu/>). Ezt követően 1993-ban Varga Lajos kezdte el újra palackozni az Áldás vizet szintén a szálloda pincéjében, ahol kialakította a 150 m<sup>2</sup>-es szikvíz készítő üzemét. Az értékesítés igen eredményesnek bizonyult, az üzemet azonban 1997-ben be kellett zárni az új megszigorított szabályozások miatt (Varga, 2021). Azóta az Áldás vizet már senki nem forgalmazza, ugyanakkor bárki ihat belőle ingyen, a szálloda falán található egy csap (4. ábra), amely 24 órán keresztül szolgáltatja a vizet az arra szomszédoknak.

A mintavételek során a helyiektől értesültem róla, hogy a közelmúltban a szállodának új tulajdonosa lett, aki a szálloda pincéjében építtetett egy tartályt, amiben felfogják a folyamatosan folyó vizet. Az utcán található csapból csak akkor folyik az víz, ha az érzékelő érzékeli, hogy valaki odaállt a csap elé. Ekkor bekapcsol a szivattyú, ami a tartályból folytatja a vizet a csapon keresztül (4. ábra).



**4. ábra:** Az Áldás kút. Forrás: Saját

## 2.5 Élelmiszerhigiénia

Az élelmiszerhigiénia jelentős mértékben képesek befolyásolni a mikrobák, egyes fajok veszélyeztethetik az élelmiszer biztonságát, illetve az élelmiszer minőségét. A mikrobiológiai romlást okozó szervezetek kihatnak az élelmiszer szagára, színére, ízére, állagára. Az érzékszervi elváltozás mellett pedig anyagcsere termékeikkel az élelmiszert fogyasztásra alkalmatlanná tehetik (De Oliveira Mota J, 2021).

Napjainkban kiemelten fontos tehát az élelmiszer biztonság, azon belül is az élelmiszerek mikrobiológiai vizsgálata. Az általam vizsgált két kút vize (szegedi Anna kút és szolnoki Áldás kút) gyógyvíz minősítéssel rendelkezik. Az előbb említett vizeket a dolgozat írásának időszakában már nem palackozták, ezért a 74/1999 (XII. 25.) EüM. rendelet a természetes gyógytényezőkről szerint végeztem a minták bakteriológiai feldolgozását. A rendelet 6. számú melléklete az elismert természetes ásványvizek vizsgálati követelményeinek 2.6-os pontja a következő vizsgálatokat írja elő:

„2.6 Bakteriológiai vizsgálatok

2.6.1. Telepszám 22 °C-on és 37 °C-on TKE/ ml

2.6.2 Coliform baktériumok TKE/100 ml, *Escherichia coli* TKE/100 ml

2.6.3 *Enterococcus* TKE/100 ml

2.6.4. *Pseudomonas aeruginosa* TKE/100 ml

2.6.5 Szulfitredukáló anaerobok (*Clostridium*) TKE/50 ml” (74/1999 (XII.25.) EüM. rendelet).

A telepszám meghatározásával a vízben lévő összes mikroba számot határozzuk meg. Ez a vizsgálat nem baktérium specifikus, úgymint a szűrésekkel meghatározott egyes baktériumtörzsek telepszáma.

A *Coliform* baktériumok aerob, vagy fakultatív anaerob Gram negatív spórátlan pálcák, melyek az *Enterobacteriaceae* családjába tartoznak. Laktóztartalmú tápoldatban aerob módon képesek növekedni és szaporodni miközben savat és gázt termelnek. Nagy számban megtalálhatóak a melegvérű állatok, illetve emberi székletben, valamint a talajban és vizes élőhelyeken. Élelmiszerekben való megjelenésük fekáliás eredetű fertőzések indikátoraként informál (Daoliang, Shuangyin, 2021). Az *Eserichia coli* az *Enterobacteriaceae* családjába tartozó Gram-negatív aerob és fakultatív anaerob spórátlan nemzetség, mely szintén az emberi bélflóra részét képezi. A laktózt képes bontani sav és gáztermelés közben, a triptofánból indolt képez, aminek köszönhetően detektálható. Az *Eserichia coli* hasmenést, illetve emésztőrendszeri gyulladásokat okozhat.

Az *Enterococcus sp.* szintén a normál bélflóra tagja, ezért indikátor baktériumként tartják számon. Az élelmiszerben való megjelenése a szennyezettségre, a rossz higiéniai körülményekre utalhat. A baktérium a leghőttűrből a spórátlan baktériumok közül, ezért is alkalmas indikátor baktériumnak. Gram pozitív, fakultatív anaerob baktérium.  $10^6$  CFU/g-nál nagyobb mennyiségben ételmérgezést okoz.

A *Pseudomonas aeruginosa* Gram negatív, aerob baktérium, mely csillóival képes az önálló mozgásra. Trimetilamin képző tulajdonságának köszönhetően, jellegzetes hársfaillata

van. Fluoreszceint és piocinanint termel, ezáltal detektálása UV lámpával elvégezhető, hiszen a lámpa fényében fluoreszkál. Tápanyag igénye csekély, képes megélni a desztillált vízben is, illetve képes szaporodni hűtő hőmérsékleten, valamint 42 °C felett is. Opportunista patogén, azaz feltételezetten kórokozó. Életveszélyes betegségeket okozhat, különösen a gyenge immunrendszerrel rendelkező emberek estében (<https://www.news-medical.net>, 2021).

A szulfitredukáló *Clostridium sp.* Gram pozitív anaerob, mezofil baktérium (Amaresan et al, 2020). Alakját tekintve pálca alakú és spórát képez. A spóra ebben az esetben nem szaporító képlet. Ha a baktériumot valamilyen pusztító behatás éri spórát képez, aminek segítségével már a számára kedvező körülmények között ismét szaporodásra képes. Ökológiai szempontból hasznos baktérium, hiszen a talajban képesek a nitrogén megkötésére, valamint a foszfátszolubilizációra. Az iparban is felhasználják ezeket a baktériumokat például bioüzemanyagok, aceton, biohidrogén előállítására (Amaresan et al,(2020.)).

### 3 ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A mérések során az Anna kút és az Áldás kút vizét vizsgáltam különböző módszerekkel.

#### 3.1 A mintavétel

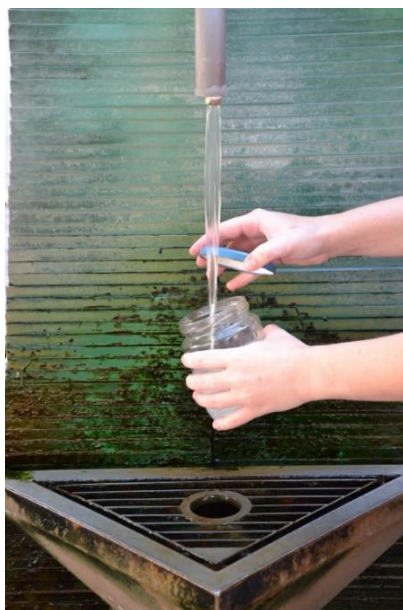
A mintavételek során 1,5 literes ásványvizes palackot alkalmaztam mintavevő edényként. Az Anna vízhez Natur Aqua, az Áldás vízhez pedig Szentkirályi ásványvizes palackot vásároltam annak érdekében, hogy a minták biztosan ne keveredjenek össze, amiket a mintavétel előtt kiöblítettem desztillált vízzel. A mikrobiológiai mintavételek mintavevő edényei steril befőttesüvegek voltak. A befőttesüvegeket sütőben 120 °C-on 30 percen keresztül hőkezelttem zárt állapotban. A mintavételt követően hűtőtáskában szállítottam a mintákat a laboratóriumba, az Anna vizet sárga, az Áldás vizet kék hűtőtáskában, az összekeveredés elkerülése miatt.

A mintavételeket minden esetben a víz hőmérsékletének mérése előzte meg, melyet egy egyszerű maghőmérővel végeztem el (5. ábra). Ennek az Áldás víz esetében volt jelentősége, hiszen a beépített tartály befolyásolhatta a hőmérsékletet.



**5. ábra** Az Áldás víz hőmérsékletének mérése. Forrás: Saját

Az analitikai mérésekre szánt mintát egyszerűen megtöltöttem 3 db 1,5 l-es ásványvizes PET palackot. Ezt követte a mikrobiológiai mintavétel (6. ábra). Az Anna víz esetében a víz folyamatos kifolyása miatt a csapot nem tudtam fertőtleníteni, illetve leégetni és annak érdekében, hogy az Áldás vízzel össze tudjam hasonlítani a kapott mikrobiológiai eredményeket a megfelelő eljárást az Áldás víz mintavétele során sem hajtottam végre. Az előre sterilizett befőttesüvegeket a mintavétel pillanatában nyitottam ki, pontos annyi időre ameddig azok meg nem teltek, majd azonnal bezártam a befőttesüvegeket és a megfelelő színű hűtőtáskában szállítottam feldolgozásra.



**6. ábra** Az Anna kút vizének mintavételes steril befőttesüvegbe. Forrás: Saját

### 3.2 Az átlagminta készítése

A minták mérését minden esetben az átlagminta készítése előzte meg. Ehhez 2 db 1,5 literes palack mintát használtam, a harmadik palackot kontrolmintaként megőriztem. Redős szűrőpapíron átszűrtem két különböző főzőpohárba  $400\text{--}400\text{ cm}^3$  mintát, majd azokból  $100,00\text{--}100,00\text{ cm}^3$  szűrletet pipettáztam egy  $250\text{ cm}^3$ -es főzőpohárba. A  $200,00\text{ cm}^3$  szűrletet üvegbottal homogenizáltam. Ezt az eljárást mind a 3 mintavétel során végrehajtottam az Anna és az Áldás víznél is külön-külön.

### 3.3 A vizek pH értékének meghatározása

A pH-t potenciometriás eljárással határoztuk meg. A direkt potenciometriai eljárás során a kombinált pH üvegelektrodon mért feszültség arányos az oldat protonkoncentrációjával, aminek következtében a pH egyszerűen leolvasható a készülékről.

A módszer elve a kombinált üvegelektrodon alapszik. Az üvegelektrod alsó részén egy nátrium-szilikagéllal bevont üvegmembrán található. (A használat során rendkívül fontos, hogy ez a hidrát gél ne száradjon ki, mindig folyadékban kell tartani.) Ahogy az üvegelektrodot belehelyezzük a vizsgálandó mintaoldatba, a nátriumszilikagél nátrium kationjai kilépnek, helyükre a mintaoldat protonjai kerülnek. Az üvegelektrod belső felületén található hidrát gél a protonbeépülés negatívját képezi le, azaz amikor egy proton beépül a nátriumszilikagélbe, a másik oldalon a hidrát gélből kilép egy proton és belép egy nátriumkation. Ennek megfelelően a külső referencia oldatban (KCl oldat) található kloridionok kémiai potenciálja megváltozik azáltal, hogy a puffer disszociálatlan formája megnövekszik. A kloridionok potenciálváltozását

érzékelő tulajdonképpen a belső referencia elektród (Ag/AgCl), aminek hatására potenciálkülönbség alakul ki a külső és a belső referencia elektród között. Ez a potenciálváltozás mérhető a gyakorlatban és számítható át pH értéké.

A mérés során 3 pufferoldatra kalibráltam a műszert: 4,00, 7,00, és 9,00 értékekre. Egy mintavétel átlagmintáját háromszor mértem meg, így a 3 mintavétel során összesen 9 db pH értéket mértem.

### **3.4 Vezetőképesség mérése konduktometriás eljárással**

A vezetőképesség méréséhez használt eszközben az érzékelő elektród lemezek az érzékelő alján található ovális lyukak két oldalán helyezkednek el. Az eszköz ezen része a konduktométer cella. A kalibrációval ez az eszköz meghatározza a cellaállandót, kiszámítására ma már nincs szükség. A cellaállandó a cellában található két elektród távolságának ( $l$ ) és felületének ( $A$ ) hányadosával jellemezhető. A felület ebben az esetben nem a geometriai felületet jelenti, hiszen az elektród általában be van vonva valamilyen anyaggal, például platinával. Ezért a cellaállandó meghatározása nem a geometriai definíció alapján történik, hanem kalibráló oldatsorozat segítségével.

Mérésem során a mai modern eszköznek köszönhetően nem kellett meghatároznom a cellaállandót. Az elektródot belehelyeztem a vizsgálandó vízmintába, néhány perc elteltével pedig a műszer kiírta a mért értéket mS/cm mértékegységben. Egy mintavétel átlagmintáját háromszor mértem meg, így a 3 mintavétel során összesen 9 db vezetőképesség értéket mértem.

### **3.5 Nátriumion és káliumion- tartalom meghatározása emissziós lángfotometriával**

Az emissziós lángfotometriás mérések a mintában található elektronok gerjesztésén alapul (7. ábra). Az energia minimum elve szerint az elektronok mindig a lehető legalacsonyabb energiaszintű pályán keringenek. Amikor energiát közlünk például egy nátrium atommal, az atomban található elektronok energiát vesznek fel, ezáltal egy magasabb energiaszintű pályára lépnek fel. Ez az energia lehet a például lángfotometriás eljárás során alkalmazott hőenergia. Amikor az elektron leadja többletenergiáját foton formájában, visszatér az eredeti alacsonyabb energiaszintű pályájára. Bizonyos atomok esetében a kibocsátott foton a látható fény tartományába esik, ezért például a nátrium a lángot sárga színűre festi.



7. ábra JENWAY PFP7 flame fotométer. Forrás: Saját

A vízminták nátriumion tartalmának mérését megelőzően, az irodalmi adatokból tájékozódva, az Anna vizet 100-szoros, míg az Áldás vizet 200-szorosra hígítottuk a megfelelő mérés érdekében. A kalibráló oldatsorozatot standard oldatok felhasználásával végeztük. Az első mérés jelerősségét a koncentráció függvényében [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ] ábrázolva az derült ki, hogy a mért értékek egy bizonyos része már a dinamikus tartományba esett, ami miatt a kalibráló oldatsorozaton változtatva ismételt mérést végeztem. A második oldatsorozat kibővítése már megfelelőnek bizonyult és a további mérések során ezt alkalmaztuk.

A káliumion mérésekor az Áldás víz esetében az első és a második mérés különbséget mutatott. A műszer leírását megnézve, kiderült, hogy a  $25 \text{ mg}/\text{dm}^3$ -nél magasabb nátriumtartalom megzavarja a kálium mérését. Ezt követően az Áldás víz mérésekor a mintát tízszeresére hígítottuk és a 0,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0  $\text{mg}/\text{dm}^3$  koncentrációjú 100,00  $\text{cm}^3$ -es kalibráló oldatsorozatba 6,00-6,00  $\text{cm}^3$  nátrium standard oldatot is pipettáztam. Ekkor a legalacsonyabb koncentrációjú (2,0  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) kalibráló oldat jelerőssége 233 volt, amihez képest a vízminta értéke 100 lett. Tehát a kalibráló oldatsorozat beállítása még mindig nem volt megfelelő. Ezt követően a nátrium standard oldatból 5,60  $\text{cm}^3$ -eket pipettáztam a kalibráló oldatsorozatba, aminek koncentrációját is változtattunk 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; és 2,0  $\text{mg}/\text{dm}^3$ -re. Ezzel a méréssel a második mintavételből származó mintámnál már megkaptuk a várt eredményeket, ezért ezeket tekintettük validnak és a következő mérések során már ezt a beállítást alkalmaztuk. Az Anna víz kálium tartalmának méréséhez hígításra nem volt szükség az alacsony káliumtartalom miatt, a 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; és 5,0  $\text{mg}/\text{dm}^3$  koncentrációjú kalibráló oldatsorozathoz 35,00  $\text{cm}^3$  nátrium standard oldatot tettem és az eredmények megfelelőnek bizonyultak.

Egy mintavételből származó 3 db átlagmintát kétszer mértem meg mintavételenként, ennek köszönhetően a három mintavétel során 18 db értéket kaptunk a nátriumion tartalomra vízmintánként és 18 db a káliumion tartalomra is.

### 3.6 Kémcsőkísérletek:

A vízminták nitrit tartalmát Griess-Ilosvay reagenssel ellenőriztük. Abban az esetben, hogy ha a minta jelentős mennyiségű nitritet tartalmaz, az oldat rózsaszínessé színeződik.

A bárium kimutatására a mintákhoz tömény kénsavat adagoltam. A bárium és a kénsav egymással reagálva bárium-szulfát csapadékot képez.

A minta vas(II) iontartalmának meghatározására  $\alpha$ - $\alpha'$  dipiridilt használtam. A vas(III). tartalom kimutatására, a mintához 0,100 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kálium-rodanidot adagoltam.

### 3.7 Mikrobiológiai vizsgálatok

#### 3.7.1 Összes csíraszám meghatározása:

A mikrobaszámot lemezöntéssel módszerrel határoztuk meg. A vizsgálathoz szükséges automata pipetta hegyeket, illetve TGE agart előzetesen sterilizáltam. A Petri-csészékből műanyagot használtam, amely már steril formában érkezett a laboratóriumba. A vízmintából 1 ml-t pipettáztam automata pipettával a steril Petri-csészébe, majd körülbelül 15 ml kézmelegre hűtött, steril TGE agart ráöntöttem a mintára. Körkörös mozdulattal elegyítettem a Petri-csészében a táptalajt a mintával. Szobahőmérsékleten megvártam, amíg az agar kihül és ezzel együtt megszilárdul, majd fejjel lefelé inkubáltam. (A csészék felfordítása az inkubálás során keletkező kondenzvíz miatt volt szükséges.) Az inkubálás 37 °C-on 24 óráig, illetve 22 °C-on 72 óráig történt 3- 3 párhuzamos mintával.

#### 3.7.2 A vízminták szűrése, a rendeletben meghatározott baktériumok vizsgálata:

A *Coliform*, *Enterococcus* sp, *Pseudomonas aeruginosa* és Szulfitredukáló *Clostridium* sp baktériumok jelenlétét a vízminta szűrésével határoztuk meg. A vízszűrő berendezést előzetesen autoklávban, a különböző specifikus táptalajokat pedig kuktában való sterilizálás után lamináris boxban öntöttem steril Petri-csészékbe. A táptalajok szilárdulása után kezdtem meg a szűrés folyamatát. A vizsgálatot üveg vízszűrőberendezéssel végeztem el.



**8. ábra** A mikrobiológiai vizsgálatok során használt szűrőberendezés és a szűréshez szükséges eszközök. Forrás: Saját

A folyamat első lépéseként összeállítottam a berendezést (8. ábra). Az alkoholba mártott csipeszt lelángoltam, majd ezzel vettem ki a steril csomagolásból a 0,45 mikrométer átmérőjű membránszűrőlapot. A membránszűrőpapírt a berendezés erre kialakított helyére tettem. A berendezés legfelső részén található betöltő üvegedénybe az azon látható térfogattmegjelölés szerint 100 ml (szulfitredukáló anaerobok vizsgálata során 50 ml) vízmintát töltöttem, majd elindítottam a szivattyút. Ekkor a szivattyú a vízmintát a szűrőpapíron keresztül szivattyúzta a berendezés alsó tartályába. A szivattyú leállítása után az ismételt alkoholba mártott és lelángolt csipesszel a szűrőpapírt a specifikus táptalajra helyeztem. A különböző baktériumok vizsgálatához különböző táptalajokat használtunk a 3 párhuzamos minta szűrésekor. A *Coliformot* HiCrome Coliform, az *Enterococcust* Chromocult Ecocci, a *Pseudomonas aeruginosát* Cetrimid, a *szulfitredukáló Clostridiumot* pedig TSC agaron vizsgáltam.

A szulfitredukálók vizsgálatakor a rendeletnek megfelelően 50 ml vízmintát szűrtem a 100 ml helyett és anaerob körülmények között inkubáltam. A feldolgozott mintákat 37 °C-os termosztátba tettem 24 órára.

### 3.8 Érzékszervi vizsgálat

Az érzékszervi vizsgálatot 3 poharas teszttel végeztem. Két pohárba Áldás vizet töltöttem, 1 pohárba pedig Anna vizet. A bírálóknak a vizek íze, színe, szaga alapján kellett eldönteniük, hogy a három pohár közül melyik kettő tartalmaz azonos vizet és melyik különbözik a többitől. A COVID-19 vírus járvány miatt erre a kísérletre 10 rokont, illetve barátot kértem fel egyszer.

### 3.9 A mérési sorozatok eredményeinek vizsgálata statisztikai módszerekkel

#### 3.9.1 Statisztikai program használata

Szakdolgozatom statisztikai elemzéséhez az RStudio 4.1.1. verzióját használtam windows rendszerrel a témavezetőm tanácsára (<http://www.rstudio.com/>, 2021).

#### 3.9.2 A pH és a vezetőképesség értékeinek konfidencia intervallumának meghatározása 95 %-os megbízhatósági szinten

A pH és a vezetőképesség 3 mérési sorozatából 9 adat állt rendelkezésünkre. A mért értékek átlagát, valamint konfidencia intervallumát határoztam meg, amelyekből következtetéseket vontam le. A konfidencia intervallumot 95%-os valószínűségi szinten határoztam meg Student t-teszttel, ami megmutatja a valódi érték elhelyezkedésének intervallumát. A konfidencia intervallum kiszámításához alkalmazott képlet:

$$C = \pm t * \frac{SD}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

ahol,

C = konfidencia intervallum

t= táblázatos érték 95 %-os megbízhatósági szinten (t=n-1 oszlop)

SD= szórás

n= mérések száma

#### 3.9.3 Grafikus ábrázolások

A nátrium és káliumion tartalom meghatározása során már több mérési adat állt rendelkezésünkre. A boxplot ábra a mért adatok eloszlását mutatja meg: a vonalak vége a minimális és maximális értékeket, a vízszintes vastag vonal a mediánt, a négyzet az átlagot, míg a doboz alja és teteje pedig az alsó és felső kvartiliseket. Egy ábrán jelenítettük meg az Anna és az Áldás víz nátriumion tartalmát és egy másikon a káliumion tartalmát. Ennek az ábrázolásnak köszönhetően nem csak egy-egy mérés eloszlását láthattuk, hanem a két vízminta egymáshoz képesti eloszlásáról is tájékozódhattunk. A „qqplot” szintén grafikusán szemlélteti az adatok eloszlását, amellyel tájékoztatást kaptunk az esetlegesen nem normális eloszlást követő adatsorokról. Ha az adatok a referencia vonalat követik, illetve a konfidencia intervallumon belül helyezkednek el, feltételezhető a normalitás. A mérések annál jobban követik a normális eloszlást, minél inkább a referencia vonal közelében helyezkednek a mért értékek. Abban az esetben, hogy ha egy mérési pont a konfidencia intervallumot jelző sáv határán, vagy azon kívül helyezkedik el, mindenképpen szükséges a normalitás vizsgálata egyéb tesztekkel is.

### 3.9.4 Normalitás vizsgálat Shapiro-Wilk tesztrel

A Shapiro-Wilk tesztrel az adatok normális eloszlását vizsgáltuk meg. Ezzel a tesztrel bizonyítható a grafikus ábrázoláskor felmerülő feltételezések az eloszlásról. A Shapiro-Wilk teszt hipotézisei:

- $H_0$ : az adatsor normális eloszlást követ
- $H_1$ : az adatsor nem normális eloszlást követ

### 3.9.5 Az adatcsoportok összehasonlítása Wilcoxon tesztrel

A Shapiro-Wilk teszt kimenetelétől függően a további vizsgálatok során a Wilcoxon, illetve a két mintás t-próbát alkalmaztuk. A Wilcoxon tesztrel az adatokat hasonlítottuk össze abban az esetben, hogy ha legalább az egyik adatsor nem normális eloszlást követett, hiszen ennek a tesztnek nem feltétele a normális eloszlás. A Wilcoxon teszt hipotézisei:

$H_0$ : a két adatcsoport eloszlása hasonló

$H_1$ : a két adatcsoport eloszlása különböző

### 3.9.6 A normális eloszlású értékek további vizsgálatai

Azokban az esetekben, amikor nem volt elvethető a Shapiro-Wilk teszt nullhipotézise, azaz az adatok normális eloszlást követtek, varianciaanalízist és az átlagok összehasonlításának vizsgálatát végeztük el. A legtöbb valószínűségi eloszlásnak két paramétere van: az átlag és a variancia. Az átlag adja meg az eloszlás középpontját, míg a variancia a mérések terjedelmét határozza meg. A normális eloszlást ábrázoló haranggörbe valójában ez a két paraméter alapján változik. A varianciaanalízist F-próbával végeztük el. Az F-próba hipotézisei:

$H_0$ : a varianciák egyenlők

$H_1$ : a varianciák különbözőek

Erre a tesztre azért volt szükség, hogy információt nyerjünk a varianciákról, hiszen a következő vizsgálatot ez befolyásolta. A  $H_0$  hipotézis megtartása után kétmintás t-próbát, míg ellenkező esetben a Welch-féle két mintás t-tesztet alkalmaztuk, mely próbáknak hipotézisei megegyeznek:

$H_0$ : az átlagok különbsége nulla, az átlagok egyenlők

$H_1$ : a varianciák különbsége nem egyenlő nullával, az átlagok különbözőek

### 3.9.7 Megbízhatósági szint a hipotézis vizsgálatok során

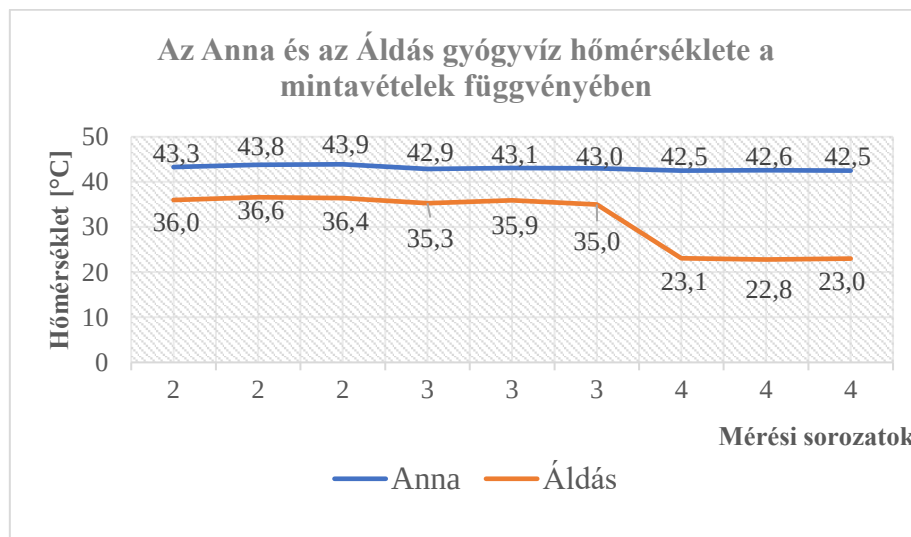
A hipotézis vizsgálatok során a megbízhatósági szintet  $p=0,05$  értékre állítottuk be. Ha a számított  $p$ -érték nagyobb, mint az előre beállított érték, akkor a  $H_0$  hipotézist megtartjuk, ellenkező esetben elvetjük és a  $H_1$  hipotézist vesszük figyelembe.

## 4 EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az ábrákon és a kiértékelés során második, harmadik, valamint negyedik méréseket tüntettem fel. Ennek az az oka, hogy az első heti mintavételemből származó vízminták feldolgozását a Covid-19 vírus miatt nem tudtam befejezni, ezért a kísérletezést fel kellett függesztenem egy rövid időre.

A második és harmadik mintavételeket 2020. októberében végeztem el. Ezeket a méréseket ezt követően kiértékeltek, megvizsgáltuk a számadatokat és tájékozódunk az elvégzett kísérletek megfelelőségéről. Ezt követően a negyedik mintavételt már 2021. januárjában végeztem el.

### 4.1 Mintavételek során mért vízhőmérsékletek



**9. ábra:** A vizsgált gyógyvizek hőmérséklete és a mintavételek közötti összefüggés

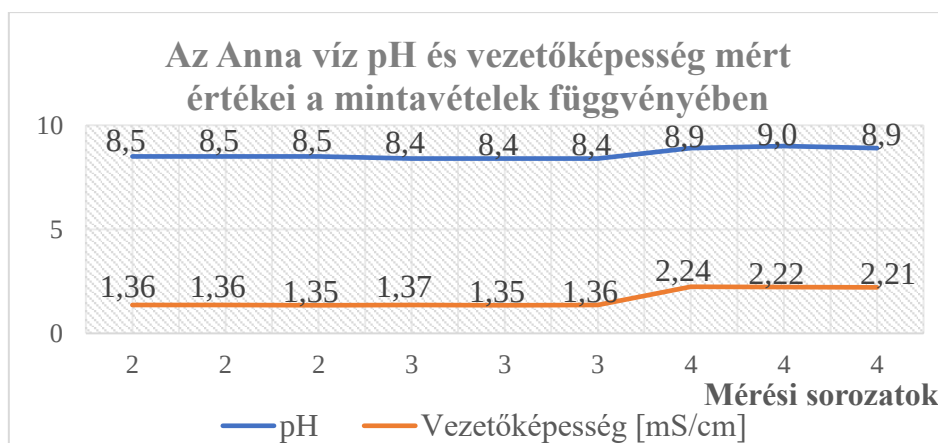
A diagrammon látható, hogy az őszi mintavételek (9. ábra: 2-es és 3-as sorszámú) során a vízminták hőmérséklet értékei közel eső számadatokat mutatnak. Az Anna víz esetében a téli mintavétel (9. ábra: négyes sorszám) során a környezeti hőmérséklet nem befolyásolta a víz hőfokát, ami az Áldás víz esetében nem mondható el. A téli időjárásnak köszönhetően jelentős mértékben lecsökkent az Áldás víz hőmérséklete az őszi mintavételekhez képest. Valószínűleg a beépített tartálynak volt köszönhető az Áldás víz téli mintavétele során tapasztalt jelentős hőmérséklet csökkenés, valamint a pangó víznek köszönhetően *Pseudomonas aeruginosa* vizsgálatának későbbiekben leírt eredménye.

## 4.2 A pH és vezetőképesség méréseinek eredménye

**1. táblázat** Az Anna és az Áldás víz pH és vezetőképességének átlaga és konfidencia intervalluma

|                               | Anna  |                               | Áldás |                               |
|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|
|                               | átlag | konfidencia intervallum (95%) | átlag | konfidencia intervallum (95%) |
| <b>pH</b>                     | 8,6   | [8,6...8,6]                   | 8,4   | [8,4...8,4]                   |
| <b>Vezetőképesség [mS/cm]</b> | 1,65  | [1,64...1,66]                 | 2,03  | [2,02...2,04]                 |

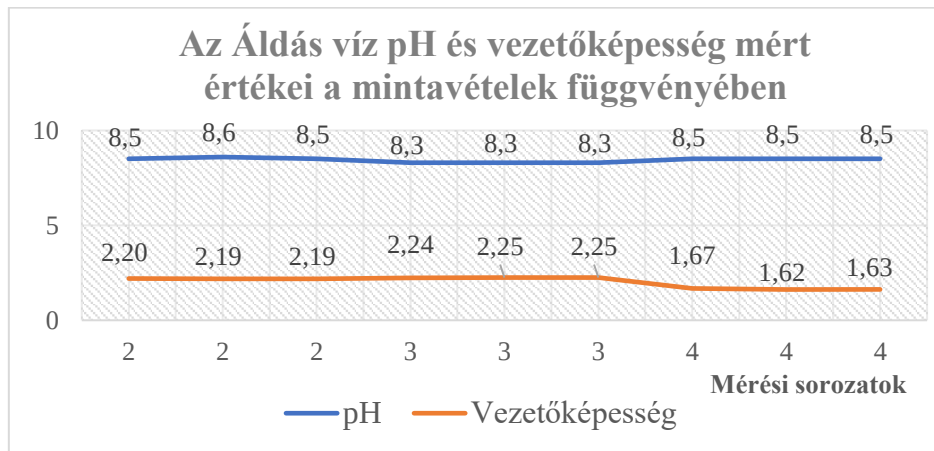
A táblázatban 3 hét 3 mérésének eredményét, azaz 9 mérés átlagát, és konfidencia intervallumát foglaltam össze (1. táblázat). A két víz pH-jának átlaga között nincs jelentős eltérés, a különbség csupán 0,2. A táblázatos értékek jól mutatják, hogy mind a két víz a 7-es pH-t átlépve az enyhén lúgos tartományba esik. 95 %-os megbízhatósági szinten konfidencia intervallumuk a tizedes jegyek egyeztetése miatt gyakorlatilag nincs. Vezetőképességüket megnézve kimondható, hogy az Áldás víz összes ásványi anyag tartalma 25%-kal magasabb, az Anna víz összes ásványi anyag tartalmához képest. A vezetőképesség értékeinek konfidencia intervallumai nem fedik egymást, ezért 95 %-os megbízhatósági szinten kijelenthető, hogy az értékek eltérnek egymástól.



**10. ábra** Az Anna víz pH és vezetőképesség értékeinek alakulása a mérési sorozatok függvényében

Az ábráról leolvasható (10. ábra), hogy a pH és a vezetőképesség egyenes arányosságban állnak egymással. Ahogy nőtt a pH értéke, nőtt a vezetőképesség is az Anna víz esetében. Ez az összefüggés valójában a hidroxidionok mennyiségével magyarázható, melynek tendenciája jól látható az ábrán. Ahogy növekszik a pH a lúgos tartományban, a hidroxidionok

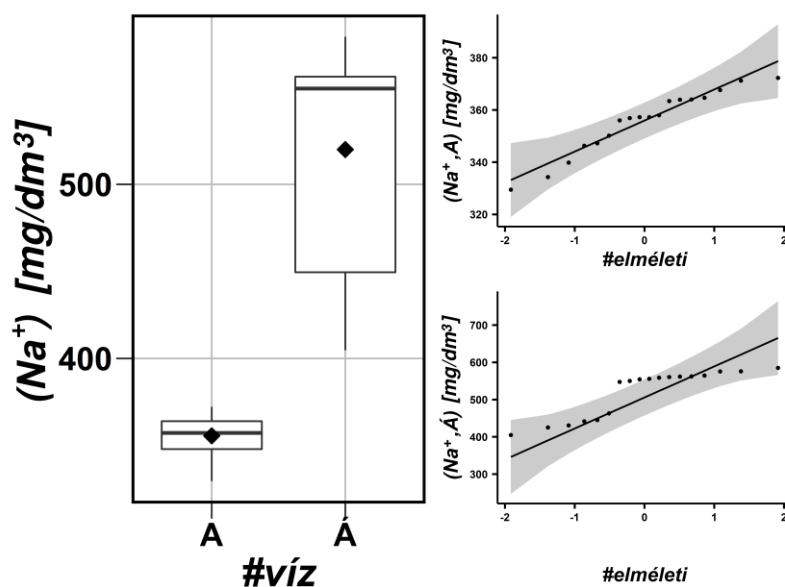
koncentrációja is növekszik és a hidroxidion viszonylag nagy fajlagos vezetőképessége miatt, ahogy nő a pH nő a vezetőképesség is.



**11. ábra** Az Áldás víz pH és vezetőképesség értékeinek alakulása a mérési sorozatok függvényében

Az Áldás víz esetében az Anna víztől eltérően kevésbé egyértelmű az összefüggés (11. ábra). A mért pH értékek szűk tartomány belül váltakoznak, jelentős eltérés nem látható. A vezetőképesség azonban már nagy léptékű csökkenő tendenciát mutat a 4. mérési sorozatra. A további vizsgálatok során találtam magyarázatot a vezetőképesség csökkenés és a nátriumion koncentrációjának változása között, amit a későbbiekben fejtek ki.

#### 4.3 Nátriumion tartalom meghatározása



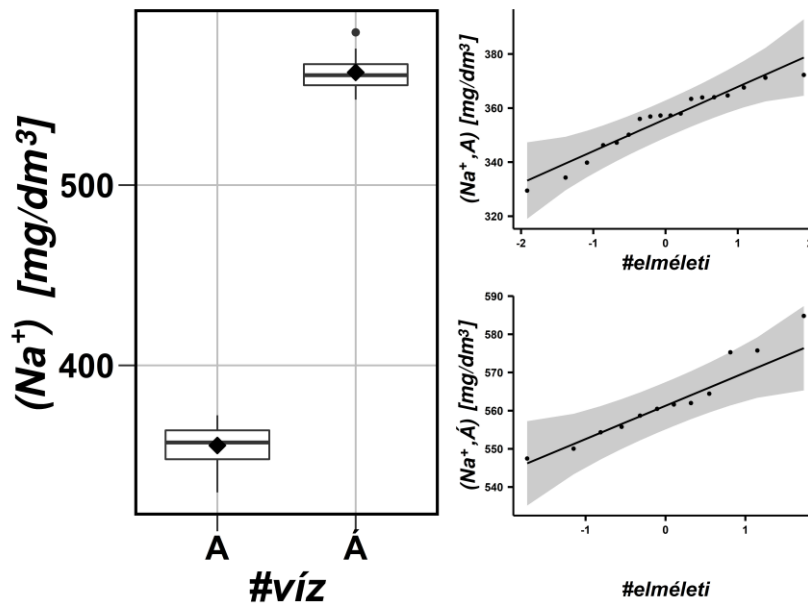
**12. ábra** A vízminták nátriumion tartalmának ábrázolása boxplot és qqplot ábrákon

A nátriumion mérése során több mért érték állt a rendelkezésünkre, ezért az adatok eloszlásának grafikus ábrázolását a boxplot ábrával végeztük el (12. ábra). A két boxot megfigyelve jól látható, hogy azok nincsenek egy vonalban az y tengely mentén, vagyis a két víz nátriumion tartalma nagy valószínűséggel eltérő lehet. A két boxról elmondható az is, különböző szimmetriával rendelkeznek. Az Anna víz megközelítőleg szimmetrikusnak mondható, az Áldás víz nátriumion tartalmának értékei a boxplot ábrán inkább aszimmetrikus képet mutat. Az Anna víz értékei közelebb állnak egymáshoz, azaz a kapott értékek intervalluma szűkebb az Áldás vízhez képest. Az átlag és a medián kapcsolatát megfigyelve a különbség itt is jól látható. Az Anna víz átlaga és mediánja közelebb helyezkedik el, míg az Áldás víz esetén távolabb. Az eddigi elemzések alapján az mondható el, hogy az Áldás víznél megkapott értékek nem feltétlenül követnek normális eloszlást.

A „qqplot” grafikusán szemlélteti az adatok eloszlását, amivel tájékoztatást kaptunk az esetlegesen nem normális eloszlást követő adatsorozatokról (12. ábra). Az Anna víz esetében a normalitás feltételezhető, hiszen az összes mérési pont a konfidencia intervallumon belül helyezkedik el, az Áldás víz esetében azonban három olyan érték is látható, melyek az intervallumon kívül esnek. Ennek megerősítésére a Shapiro-Wilk tesztet alkalmaztuk, amellyel bizonyítható, hogy az Anna és az Áldás víz nátriumion tartalmát kifejező értékei valóban normális eloszlást követnek-e, vagy sem. A Shapiro-Wilk teszt eredményei alapján elmondható, hogy az Anna víz esetén mért értékek normális eloszlást követnek ( $p=0,2586$ ), az Áldás víz esetén mért értékek azonban nem ( $p=0,00076$ ), hiszen a  $p$ -érték kisebb, mint 0,05. Így a boxplot alapján feltételezett nem normális eloszlást statisztikai módszerrel is bizonyítottuk.

Ezen vizsgálatoknak köszönhetően a két adatsorozat (Anna és Áldás) egyezőségét a Wilcoxon tesztel hasonlítottuk össze. A Wilcoxon tesztet független minták szerint hajtottuk végre. A teszt során kapott  $p$ -érték ( $p=3,222 \times 10^{-7}$ ) kisebb mint 1, ezért elvetethető a nullhipotézist 5%-os megbízhatósági szinten, azaz kijelenthető, hogy a két víz nátriumion tartalma eltér egymástól.

Az adatokat tovább vizsgálva észrevettük, hogy az utolsó (4.) mérési sorozat eredményei jelentős eltér a második és harmadik sorozat mért értékeitől. Ezért, az Áldás víz negyedik méréseit figyelmen kívül hagyva elkészítették a második és harmadik alkalommal mért értékek ábráját.

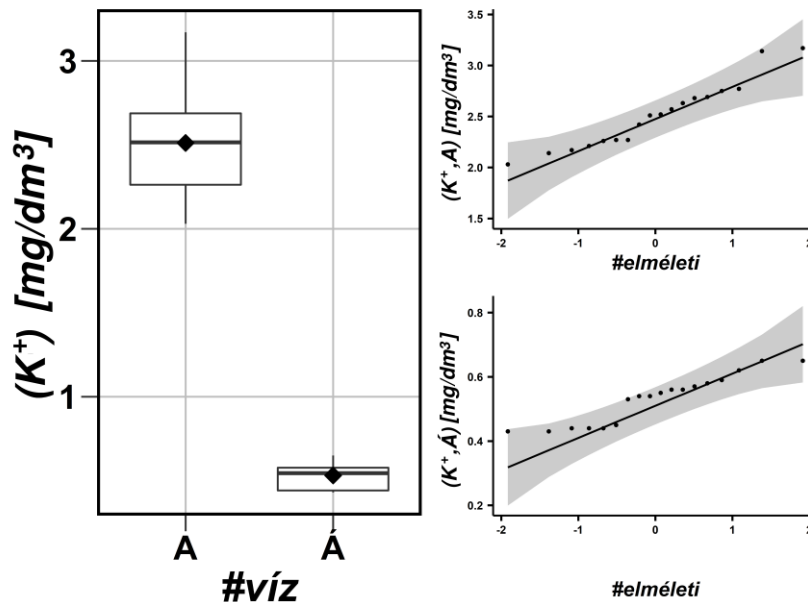


**13. ábra** Az Áldás víz 2. és 3. mérésének és az Anna víz összes mérésének nátriumion tartalmának ábrázolása boxplot és qqplot ábrákon

A normalitás vizsgálat alapján az Anna víz összes mérési pontját ábrázoltuk a két ábrán, hiszen az adatok a korábbiakban tapasztalok szerint normális eloszlást követnek. Az Áldás víz esetében a 4. mérési sorozatot kihagyva ábrázoltuk a mért adatok eloszlását annak érdekében, hogy ebben az esetben is megvizsgáljuk a normalitását (13. ábra). A két box ebben az esetben sem fedí egymást, hiszen különbözik a két vízminta nátriumion tartalma (amit a Wilcoxon teszttel korábban bizonyítottuk), de a változás az Áldás vizet megfigyelve jelentős az előző nátriumion tartalmat szemléltető ábrához képest. Az Áldás víz értékeinek intervalluma jelentősen kisebb tartományt mutat és a mediánja és az átlaga közötti differencia is kisebb. Ebben az ábrázolásban azonban megjelent egy kiugró érték a boxploton. Ez a kiugró érték megfigyelhető a qqplot ábrán is, csak hogy ezen az ábrán kevésbé egyértelmű, hogy az valóban kiugró értéknek tekinthető-e, hiszen a konfidencia intervallum határát jelző vonalon található. A grafikai ábrázolás alapján tehát nem dönthető el egyértelműen, hogy az adatok normális eloszlást követnek-e. A normalitás vizsgálatot ebben az esetben is Shapiro- Wilk teszttel hajtottuk végre. Az Áldás víz és második és harmadik sorozat mérései során kapott értékeire megnézve a Shapiro-Wilk tesztet ( $p=0,4706$ ) nem vetethető el a nullhipotézist, miszerint az adatok normális eloszlásúak. Tehát ebben az esetben mind az Anna, mind pedig az Áldás víz normális eloszlást követ. A varianciák egyenlőségét az F-próbával ellenőriztük, a kapott  $p$ -érték ( $p=0,762$ ) nagyobb, mint 0,05, ami alapján 5 %-os valószínűségi szinten nem vethető el a nullhipotézist, tehát az Anna és az Áldás víz nátriumion tartalmának második és harmadik

méréseinek varianciája egyenlőnek tekinthető. A varianciaanalízis következtében a varianciák egyenlőségének ismeretében a két mintás t-próbát alkalmaztuk az átlagok összehasonlítására. A két mintás t-próba során kapott  $p$ -érték ( $p=2,2 \times 10^{-6}$ ) kisebb, mint 0,05. Tehát elvethető a nullhipotézis, azaz a két adathalmaz átlaga nem egyenlő egymással.

#### 4.4 Káliumion tartalom meghatározása



**14. ábra** A vízminták Káliumion tartalmának ábrázolása boxplot és qqplot ábrákon

Az Anna és az Áldás víz káliumtartalmának eltérése csak úgy, mint a nátrium tartalom esetében már a boxplot ábrán is jól látható (14. ábra). A nátriumion tartalomhoz képest megfigyelhető, hogy a káliumion tartalom jelentős mértékben alacsonyabb. A mérésekhez használt spektrofotométer kézikönyvében szereplő LOD érték  $0,20 \text{ mg/dm}^3$ , tehát a mért értékek megbízhatóan megkülönböztethetők a vak mintától. Az ábráról elsődlegesen kijelenthető, hogy a két box nem fedi egymást, sőt elhelyezkedésük jelentősen eltér egymástól az y tengelyen, azaz a két vízminta káliumtartalmukban valószínűleg eltér egymástól. Vizuális alapon elmondható, hogy az Anna víz átlaga és mediánja egyenlőnek mondható, míg az Áldás víz esetében a medián az átlag felett helyezkedik el, de a kettő közötti eltérés nagyon csekély. A mérések értékei az Anna víz esetében egy nagyobb intervallumot fednek le, mint az Áldás víz mérésekor kapott eredmények. Az Anna víz káliumion tartalma jóval magasabb az Áldás vízhez képest. Kiugró érték a boxplot ábrán nem látható, aminek köszönhetően az adatok normális eloszlása feltételezhető. Az adatok eloszlását tovább vizsgáltuk grafikusán a qqplot grafikonon (14. ábra). Az Anna víz esetében a normalitás feltételezése továbbra is helytálló, csupán egy érték látható, amely a konfidencia intervallum szélére esik. Az értékek legnagyobb

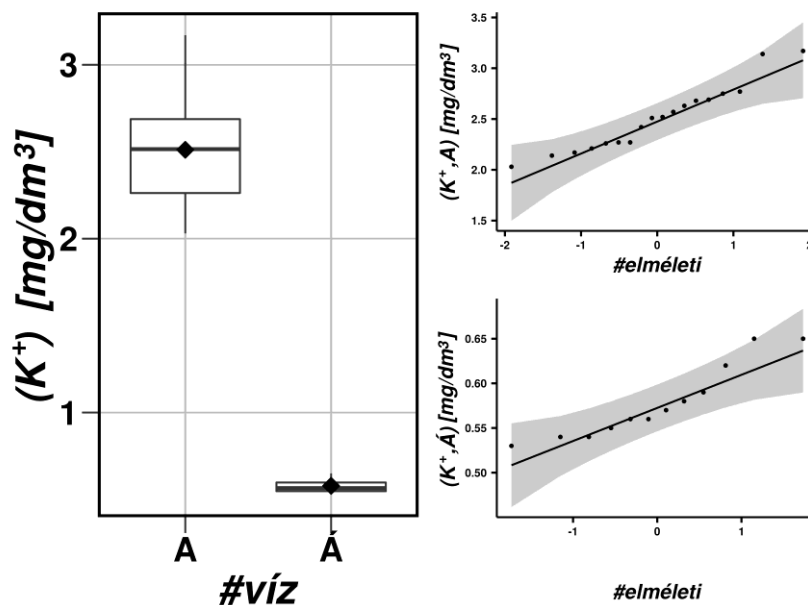
részben a referencia vonal közelében helyezkednek el. Az Áldás víz esetében azonban a referencia vonal közelében már kevesebb mért érték található és két olyan érték is látható, amely a konfidencia intervallum határán helyezkedik el.

Miután a grafikus ábrázolások alapján nem dönthető el egyértelműen a normalitás vizsgálata, de a normális eloszlás továbbra is feltételezhető a Shapiro-Wilk teszttel folytattuk a mért értékek közötti összefüggés vizsgálatát. A  $p$ -értékek megfigyelve csak úgy, mint a nátriumion tartalom vizsgálata során megfigyelhető, hogy az Anna víz  $p$ -értéke ( $p=0,3043$ ) meghaladja a  $p=0,05$  értéket, míg az Áldás víz ( $p=0,0473$ ) ettől kevesebbet mutat.

A grafikus és számított eredményeknek köszönhetően kijelenthető, hogy az Anna víz káliumion tartalmának értékei normális eloszlást követnek, míg az Áldás víz káliumion értékei nem normális eloszlást követnek. A további vizsgálatok során a Wilcoxon tesztet végeztük el, csak úgy, mint a nátriumion tartalom vizsgálata során, amellyel az adatok hasonlóságát, illetve különbözőségét vizsgáltuk meg.

A Wilcoxon teszt lefuttatása során kapott  $p$ -érték ( $p=0,2204$ ) meghaladja a  $0,05$  értéket. Ez alapján a nullhipotézis elvethető, azaz a két adatsort különbözö. Ez a különbség ugyan már látható volt a boxplot ábrán is, a Wilcoxon tesztel csupán alátámasztottuk a grafikus alapokra helyezett feltételezést.

A káliumion tartalom vizsgálata során is a negyedik mérési sorozat nagyobb eltérést mutat a második és harmadik méréshez képest, csak úgy, mint a nátriumion tartalom vizsgálatánál.



**15. ábra** Az Áldás víz 2 és 3 mérésének és az Anna víz összes mérésének Káliumion tartalmának ábrázolása boxplot és qqplot ábrákon

Az Áldás víz negyedik heti mérését kihagyva a normalitás vizsgálatot ismét grafikusán közelítettük meg első lépésként (15. ábra). Az Áldás víz negyedik mérési sorozatának figyelmen kívül hagyásával a boxplot ábrán a megfigyelhető, hogy a két box továbbra sincs egy vonalban az y tengely mentén, tehát a két víz káliumion tartalma továbbra is különböző. Az Áldás víz változott az összes adatot figyelembe vett ábrához képest. A mérések terjedelme szűkebb intervallumot zár be, az alsó és felső kvartilisek is közelebb kerültek egymáshoz, valamint a medián és az átlag kisebb különbséget mutat. Az Áldás víz qqplot ábrájánál eddig egy kiugró érték volt látható (ami a konfidencia intervallum határán volt), a negyedik mérési sorozatot kihagyva szintén egy kiugró érték látható az ábrán, ami már nem a határvonalon, hanem egyértelműen a konfidencia intervallumon kívül helyezkedik el.

A normalitás vizsgálatot ebben az esetben is Shapiro-Wilk teszttel végeztük el. Az Áldás víz  $p$ -értéke ( $p=0,101$ ) ebben az esetben meghaladja az ötszázadot. Így statisztikai teszttel is bizonyítottuk, hogy az Áldás víz is normális eloszlást követ, ha kihagyjuk a negyedik mérési sorozatot. A káliumion tartalom mérése során a negyedik mérési sorozat adatai származhatnak mérési hibából is. A káliumion mérések során minden esetben a nátriumion tartalomnak megfelelő nátrium standard oldatot kellett volna pipettáznom a káliumion kalibráló oldatsorozatába. Az első és második mérés során a nátriumion koncentráció nagyon hasonló volt, az adatok e két mérési sorozatot megnézve normális eloszlást is követtek. A negyedik mérés során azonban a nátriumion tartalom lecsökkent az Áldás víz esetében és az addigi  $5,60 \text{ cm}^3$  nátriumion standard oldathoz képest csupán  $4,40 \text{ cm}^3$  nátrium standard oldatot kellett volna pipettáznom a kálium kalibráló oldatsorozatához. Az nátriumion mérést követően azonban nem vizsgáltuk meg azonnal az addigi mérésekhez képest az adatsorozatot, ezért a negyedik mérési sorozatot is az addigi bevált módszerrel hajtottam végre.

A statisztikai módszerekkel történő további vizsgálatokhoz először ebben az esetben is (csak úgy, mint a nátriumion tartalom vizsgálata során a negyedik mérést kihagyva) varianciaanalízist végeztünk F-próbával, annak érdekében, hogy a későbbi vizsgálatokhoz ismertek legyenek a varianciák. A kapott  $p$ -érték ( $p=0,001$ ) kisebb, mint ötszázad, ezért elvethető a nullhipotézis, azaz adatsorok varianciája különböző. A különbözőség miatt az átlagokat a Welch-féle két mintás t-próbával hasonlítottuk össze. A vizsgálatok során kapott  $p$ -érték ( $p=2,63 \times 10^{-15}$ ), kisebb, mint 0,05. Ez alapján az alternatív hipotézis fogadható el, vagyis az átlagok különbsége nem egyenlő nullával.

#### 4.5 Nátrium és káliumion tartalom összehasonlítása az irodalmi adatokkal

**2. táblázat** A vízminták mért és irodalmi értékei a nátriumion és a káliumion tartalmat tekintve

|                 | Anna               |                               |                      | Áldás              |                               |                                                |
|-----------------|--------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|
|                 | saját mérés [mg/l] | konfidencia intervallum (95%) | irodalmi adat [mg/l] | saját mérés [mg/l] | konfidencia intervallum (95%) | irodalmi adat [mg/l]                           |
| Na <sup>+</sup> | 355.52             | [349,45...361,59]             | 323                  | 519,99             | [488,43...551,55]             | Kálium és Nátirum (Nátirumban kifejezve) 616,6 |
| K <sup>+</sup>  | 2.51               | [2,35...2,67]                 | 2.7                  | 0.53               | [0,49...0,57]                 |                                                |

Az értékek számszerűsített formáját megfigyelve (2. táblázat) látható, hogy a nátriumion jelentősen nagyobb mennyiségben van jelen az Anna és az Áldás vízben egyaránt a káliumionhoz képest. A nátriumion tartalom ez alapján összefüggésbe hozható a vezetőképesség értékeivel. Az Anna víz nátriumion tartalma és vezetőképessége is alacsonyabb, mint az Áldás vízé. Továbbá az Áldás víz negyedik mintájának vezetőképesség mérése során tapasztalt csökkenés is a negyedik mintavételre csökkent nátriumion és káliumion tartalommal magyarázható.

A mért értékek kiértékelését követően összehasonlítottam az irodalmi adatokkal annak érdekében, hogy a mérés pontosságáról további információt kapjak (2. táblázat). Az Anna víz esetében az irodalmi adatoktól nagyon csekély mértékben térnek el a mért és az irodalmi értékek. A nátriumion esetében az eltérés 10%, míg a káliumion tartalom esetében 8%. Az Áldás víz mérése mind a káliumion, mind a nátriumion tartalom esetében csupán egy becslés, hiszen az irodalmi értékek a két iont nátriumionban kifejezve adja meg. A 95%-os megbízhatósági szinten kiszámított konfidencia intervallumokat figyelembe véve a kapott értékek intervallumai nem fedik az irodalmi értékeket, az eltérés azonban nem mondható jelentősnek. A témavezetőm egyik célja volt a szakdolgozatom méréseivel, hogy megbizonyosodjon a laborban található spektrofotométer pontosságáról, illetve, hogy a továbbiakban hasonló kísérletezések alkalmával mekkora megbízhatósággal tudják használni a hallgatók. A kapott értékeket látva én úgy gondolom, hogy ez a mérőeszköz nem a legpontosabb, de megközelítő eredményeket képes szolgáltatni.

#### 4.6 Kémcsőkísérletek

A mintához hozzáadott Griess-Ilosvay reagens nem lépett reakcióba a vízzel, nem történt rózsaszínű elszíneződés, ennek következtében nem folytattam a vizsgálódást (3. táblázat). A bárium tartalom meghatározásakor, a kénsav és egyik vízminta sem lépett reakcióba. A kísérlet során csapadék nem keletkezett, ezért az Anna és az Áldás víz bárium tartalma a kimutatási határ alatt feltételezhető (3. táblázat). Az  $\alpha$ - $\alpha'$  dipiridil hozzáadását követően a vízminta rózsaszín elszíneződést mutatott, tehát a Fe(II) kísérlete pozitívnak bizonyult (3. táblázat). Fe(III) iont azonban a minta nem tartalmazott jelentős mennyiségben. Amikor a mintához  $0,1 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú kálium-rodanidot adagoltam nem lépett fel színváltozás, a minta víztiszta maradt (3. táblázat). A vas(II) és vas(III) kimutatása egy rendkívül furcsa összefüggést mutatott, hiszen a vas(II) a levegőben található oxigén hatására vas(III)-má kellett volna oxidálódnia, hiszen vízminták mintavétele és feldolgozása sem levegőmentesen zajlott.

**3. táblázat** A kémcsőkísérletek eredményei

|                  | Anna | Áldás |
|------------------|------|-------|
| $\text{NO}_2^-$  | -    | -     |
| $\text{Fe}^{2+}$ | "+"  | "+"   |
| $\text{Fe}^{3+}$ | -    | -     |
| $\text{Ba}^{2+}$ | -    | -     |

#### 4.7 Mikrobiológiai vizsgálatok eredményei

**4. táblázat** Az Anna és az Áldás vízminta mikrobaszámai

|       |               | Mikrobaszám 37 °C |            | Mikrobaszám 22 °C |            |
|-------|---------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
|       |               | TKE / ml          |            | TKE / ml          |            |
|       |               | átlag             | szórás     | átlag             | szórás     |
| Anna  | 2. mintavétel | 0,0               | 0,0        | 1,0               | 1,4        |
|       | 3 mintavétel  | 0,0               | 0,0        | 1,0               | 1,0        |
|       | 4 mintavétel  | 2,3               | 3,2        | 0,3               | 0,6        |
| Áldás | 2 mintavétel  | 0,0               | 0,0        | 2,5               | 0,7        |
|       | 3 mintavétel  | <b>4,3</b>        | <b>5,9</b> | <b>&gt;100,0</b>  | <b>0,0</b> |
|       | 4 mintavétel  | <b>&gt;1000,0</b> | <b>0,0</b> | <b>&gt;1000,0</b> | <b>0,0</b> |

A táblázatban szereplő értékek a telepképző egységek számát (TKE) jelölik az egyes mintavételek esetében. (4. táblázat)

A 74/1999 (XII. 25.) EüM. rendelet a természetes gyógytényezőkről II. Gyógyvíz melléklete szerint

b) belsőleg történő (ivási, palackozási, inhalálási célú) felhasználásban gyógyvíz az a víz, amely

ba) megfelel az ásványvíz követelményeinek, és

bb) fogyasztási előírások betartása mellett iható vagy inhalálásra alkalmas, és

bc) ilyen felhasználásban bizonyított gyógyhatása van.

A 65/2004. (IV. 27.) FVM-ESzCsM-GKM együttes rendelet a természetes ásványvíz, a forrásvíz, az ivóvíz, az ásványi anyaggal dúsított ivóvíz és az ízesített víz palackozásának és forgalomba hozatalának szabályairól 5. § (3) számú bekezdése szerint a „A vízkivételi helynél az összes telepszám nem haladhatja meg a 20/milliliter értéket 20-22 °C-on, 72 órán belül vizsgálva, illetve az 5/milliliter értéket 37 °C-on, 24 órán belül vizsgálva. Ezek az értékek irányszámok, nem legnagyobb megengedett koncentrációk.”

Ennek megfelelően az Áldás második és harmadik mintavételéből származó mintái nem felelnek meg a rendeletben foglaltaknak. A csíraszám meghaladja a 20/ ml, illetve az 5/ ml határértéket. Az Anna víz esetében minden mintavételből származó vízminta megfelel a rendeletben meghatározott értékeknek (4. táblázat).

#### 5. táblázat Az Anna és az Áldás víz szűrleteinek mikrobiológiai eredménye

|       |   | Coliformok  |        | Enterococcus |        | Pseudomonas aeruginosa |        | Clostridium |        |
|-------|---|-------------|--------|--------------|--------|------------------------|--------|-------------|--------|
|       |   | TKE/ 100 ml |        | TKE / 100 ml |        | TKE / 100 ml           |        | TKE / 50 ml |        |
|       |   | átlag       | szórás | átlag        | szórás | átlag                  | szórás | átlag       | szórás |
| Anna  | 2 | 1,20        | 0,56   | 0,00         | 0,00   | 0,00                   | 0,00   | 0,00        | 0,00   |
|       | 3 | 0,00        | 0,00   | 0,00         | 0,00   | 0,00                   | 0,00   | 0,00        | 0,00   |
|       | 4 | 0,00        | 0,00   | 0,00         | 0,00   | 0,00                   | 0,00   | 0,00        | 0,00   |
| Áldás | 2 | 1,00        | 0,28   | 0,20         | 0,28   | 0,00                   | 0,00   | 0,00        | 0,00   |
|       | 3 | 1,00        | 0,00   | 1,00         | 1,00   | 0,00                   | 0,00   | 0,00        | 0,00   |
|       | 4 | 0,00        | 0,00   | 0,00         | 0,00   | 0,28                   | 0,48   | 0,00        | 0,00   |

Az Anna és az Áldás víz esetében is az 2. mintavételből származó minta Coliformokat tartalmazott, míg az Áldás vízben az 2. és a 3. vízminta szűrletében megjelent az *Enterococcus* sp-t is. A harmadik mintavételkor tapasztalt jóval alacsonyabb vízhőmérséklet (5. táblázat) optimális volt a *Pseudomonas aeruginosa* szaporodásához. Fluoreszceint termelő képességét

kihasználva sikerült detektálni UV fényben és a jellegzetes hársfa illatát is mutatta. Az eddig felsorolt tények miatt egy újabb mintavétel mellett döntöttünk, amely már csak az Áldás vízre terjedt ki és az elsődleges célunk a *Pseudomonas sp.* újbóli detektálása volt.

**6. táblázat** Az Áldás víz ismételt mintavételének mikrobiológiai eredménye

| Áldás víz        |                                               | Átlag   | Szórás |
|------------------|-----------------------------------------------|---------|--------|
| Összes csíraszám | 37 °C, 24 h<br>TKE / ml                       | >1000,0 | 0,0    |
|                  | 22 °C, 72 h<br>TKE / ml                       | >1000,0 | 0,0    |
| Szűrlet          | <i>Pseudomonas aeruginosa</i><br>TKE / 100 ml | 0,3     | 0,5    |
|                  | <i>Enterococcus sp.</i><br>TKE / 100 ml       | 0,0     | 0,0    |
|                  | Coliform<br>TKE / 100 ml                      | 0,0     | 0,0    |
|                  | <i>Clostridium sp.</i><br>TKE / 50 ml         | 0,0     | 0,0    |

A minta összes csíraszama szignifikánsan magas értéket mutatott és mindemellett ismét megjelent a *Pseudomonas aeruginosa* (6. táblázat). A megjelent telepeket ebben az esetben is UV fénnel detektáltam. A korábban taglalt beépített tartály és a hőmérsékletcsökkenés együttes hatásának lehet köze a baktérium ismételt megjelenéséhez.

#### 4.8 Érzékszervi vizsgálat kiértékelése

A tíz főből mindenki helyesen állapította meg, hogy a három pohárban lévő víz közül, melyik kettő azonos és melyik a kivétel. Egy bíráló volt csupán a 10 főből, aki az Áldás vizet tartotta finomabbnak kénes íze miatt, míg mások éppen ezért is kevésbé finomnak ítélték meg az Anna vízhez képest. Az Áldás víz színét sárgábbnak tartották, míg az Anna vizet a csapvízhez hasonló átlátszóság jellemezte. Ízüket tekintve az Áldás víz kénes, valamint petróleumhoz hasonló ízvilágot tükröz, keserű utóízzel kombinálva. Az Anna víz ehhez képest selymesebb, kevésbé kén ízű és nincs utóíze. Többen a csapvízhez hasonló ízvilágot véltek felfedezni az Anna víz kóstolásakor. Szagukat tekintve az Áldás vízhez egyértelműen többen írták, hogy „bűdös”, míg az Anna vizet szagtalanak ítélték. A kóstolás során akadt olyan bíráló is, aki az Áldásvizet „katasztrófának” ítélte, míg egy fő pont azt tartotta finomnak. Ebből jól látható, hogy az emberek ízvilága ugyan különböző, de a többség kevésbé szereti a keserű ízt.

## **ÖSSZEFOGLALÁS**

Dolgozatom témájának kiindulópontja a mára már súlyos problémává vált globális vízhiány. Az ivóvíz elengedhetetlen az egészséges életmód fenntartáshoz, valamint a mezőgazdaság és az élelmiszeripar megfelelő működéséhez. Munkám célja, hogy a víz hőmérséklet, a pH és az ásványianyagtartalom mérésével, a nátrium és kálium ion mennyiségi meghatározásával, valamint egyéb ionok jelenlétének kimutatásával, illetve érzékszervi és mikrobiológiai vizsgálatokkal összehasonlítsam az előtörténetükben hasonló szolnoki Áldás és szegedi Anna kút gyógyvizét.

A mintavételek során mért víz hőmérséklet az Anna víz esetében közel azonos tartományban volt, míg a téli időjárásnak és a beépített tartálynak köszönhetően az Áldás víz utolsó mintavételekor a hőmérséklet jelentős mértékben lecsökkent.

A vízminták pH és vezetőképesség mérését üvegelektrodával, illetve konduktometirás eljárással határoztuk meg. Az Anna víz pH méréseinek átlaga 8,6, az Áldás víz ettől az értéktől kissé a semleges pH felé tolódott el, a mérések átlaga 8,4. A vezetőképesség méréseinek átlagát tekintve az Anna víz esetében alacsonyabb (1,65 mS/cm) értékeket mértem, mint az Áldás víz mérése során (2,03 mS/cm). Az Anna víz pH és vezetőképesség értékei az utolsó mintavételből származó vízminta esetében növekvő tendenciát mutattak. Ennek az oka, hogy a vízben ahogy nőtt a hidroxidion koncentráció a pH egyre inkább a lúgos tartomány felé tolódott el. A hidroxidionok viszonylag nagy fajlagos vezetőképessége miatt pedig ennek következtében nőtt a víz vezetőképessége is. Az Áldás víz utolsó mintájának vezetőképesség és pH értékei ezzel ellentétben csökkentek, ami pedig a nátriumion és káliumion csökkenésével magyarázható.

A nátrium- és káliumion tartalmat lángfotometriás módszerrel határoztuk meg. A mért értékek statisztikai vizsgálatai alapján elmondható, hogy az Anna víz nátriumion és káliumion mérési eredményei normális eloszlásúak, míg az Áldás víz egyik esetben sem követ normális eloszlást. Az Áldás víz nátriumion és káliumion tartalmának mérési eredményeit megfigyelve megállapítottuk, hogy az utolsó mérési sorozat eredményei eltérnek az előző két méréshez képest. Ebből kifolyólag statisztikai módszerrel megvizsgáltuk az Áldás víz második és harmadik mérési sorozatát is külön, aminek köszönhetően már helytállóvá vált 5 %-os megbízhatósági szinten a nullhipotézis, azaz a mért értékek normális eloszlásúak.

A statisztikai vizsgálatok alapján megállapítható, hogy az összes mérést figyelembe véve az Anna és az Áldás víz nátriumion és káliumion tartalma eltérő. Az Áldás víz második és harmadik, valamint az Anna víz összes mérésének nátriumion tartalomra kapott értékek

variáciája egyenlőnek, míg a káliumion esetében különbözőnek tekinthetők és mind a nátriumion mind a káliumion tartalom esetében átlagaik különböznek egymástól.

Az Anna víz nátriumion tartalma 355,52 mg/l, az Áldás víz ettől több nátriumionot tartalmaz, számszerűsítve 519,99 mg/l-t. Az Anna víz káliumiontartalma 2,51 mg/l, míg az Áldás vízé 0,53 mg/l. A két iontartalom számadatát megfigyelve látható, hogy a nátriumion mind a két vízmintában jelentősen nagyobb mennyiségben van jelen. Ezáltal ezek az adatok összefüggésbe hozhatóak a mért vezetőképességgel is. A két mérési módszer összhangban van, hiszen az Anna víz vezetőképessége és nátriumion tartalma is kisebb, mint az Áldás víz vezetőképessége és nátriumiontartalma. A kapott értékeket összehasonlítva az irodalmi adatokkal az Anna víz esetében nagyon csekély eltérés jelent meg, csupán 10% a nátriumion tartalomban és 8% a káliumion tartalmat nézve. Az Áldás víz irodalmi adatai a káliumion és nátriumion tartalmat nátriumionban kifejezve határozza meg, ezért az Áldás víz mérése csupán egy becslés. A kémcsőkísérletek során reakció lépett fel a vas(II) kimutatásakor. A nitrition, a vas(III), valamint a báriumion nem volt kimutatható mennyiségben a vízmintákban.

A mikrobiológiai vizsgálatok elvégzése során az Anna víz összes csíraszama nem volt jelentősnek tekinthető, az Áldás víz harmadik és negyedik mintavételéből származó víz minta összes csíraszama azonban kiemelkedően magas számot eredményezett. A szelektív vizsgálatok megmutatták, hogy az Anna víz első mintavételéből származó víz mintájában jelen volt a Coliform, az Áldás víz esetében pedig az összes víz minta tartalmazta a vizsgált mikrobákat úgymint, Coliform, *Enterococcus sp.*, *Clostridium sp.*, Az Áldás víz utolsó mintájában megjelent a *Pseudomonas aeruginosa* is, aminek szaporodását valószínűleg a korábban említett téli időjárásnak köszönhető hőmérséklet csökkenés okozott. A *Pseudomonas aeruginosa* megjelenése miatt egy újabb mintavétel mellett döntöttünk az Áldás vízzel kapcsolatban, amellyel bizonyítottam annak tényleges jelenlétét.

Az érzékszervi vizsgálatot elvégző bírálók közül mindenki helyesen állapította meg, hogy melyik két víz azonos és melyik különböző. Egy bíráló volt csupán a 10 főből, aki az Áldás vizet tartotta finomabbnak kénese miatt, míg mások éppen ezért is kevésbé finomnak ítélték meg az Anna vízhez képest.

Összefoglalva tehát az Áldás víz kevésbé lúgos kémhatású, vezetőképessége és nátriumiontartalma kevesebb az Anna vízhez képest. Az Anna víz lúgosabb és magasabb káliumiontartalommal rendelkezik, mint az Áldás víz. Gyógyhatásukat tekintve az Anna víz hatékonyabb lehet például gyomorsav lekötésre lúgosabb kémhatása miatt. A mikrobiológiai eredmények alapján az Anna víz fogyasztása célszerűbb lehet alacsony baktérium száma miatt.

Az Áldás víz fogyasztása magasabb nátriumiontartalma miatt lehet előnyös, a szervezet vízmegkötése szempontjából.

## **IRODALOMJEGYZÉK**

### **Szakkönyv:**

Amaresan N., Senthil Kumar M., Annapurna K., Kumar K., Sankaranarayanan A. (2020.): *Beneficial Microbes in Agro-Ecology*, Academic Press, Amsterdam, 477-491.

Balogh Gy., Berde K., Dévényi T., Egedy S., Gárdos M., Götze Á., Győry Gy., Haranghy L., Horváth A., István L., Juhász P., Kereszty A., Khoór Ö., Láng I., Mérő E., Molnár J., Munkácsi I., Oberna F., Palócz I., Papp M., Pertorini R., Putnoky Gy., Solti F., Szabó Gy., Vértés L. (1971): *Az emberi test 1*, TIT Könyvkiadó, Budapest 392-400.

Csigér I., Juhász K., Vargáné Lengyel A. (2012.): *Biológia 11.*, Maxim Könyvkiadó, Szeged, 15-16., ISBN: 978 963 948 974 5

Daoliang L., Shuangyin L. (2021.): *Water Quality Monitoring and Management*, Elsevier, Guangzhou (China), 303-328.

Nagy L. J (1991.): *A csillagok gyermeki vagyunk*, Piremon Kiadó, Debrecen 125 – 137.

Nádai T., Udud P. (2007.): *Ásványvizek könyve*, Aquaprofit Zrt., Budapest 11-21., 41-42., 48-49.

### **Folyóirat:**

De Oliveira Mota J., Boué G., Prévost H., Maillet A., Jaffres E., Maignien T., Arnich N., Sanaa M., Federighi M. (2021.): Environmental monitoring program to support food microbiological safety and quality in food industries: A scoping review of the research and guidelines, *Food Control* 130, 1-5.

Elek I. (1989. március): A szolnoki hévíz, Szolnoki Közélet, IX. évfolyam, 1. szám, 24.

Elek I. (1930. december 28.): *A szolnoki „Áldás víz”*, Szolnok és Vidéke, XXII. évfolyam, 104. szám, 2.

Elek I. (1931. január 1.): *A szolnoki „Áldás víz”*, Szolnok és Vidéke, XIII. évfolyam, 1. szám, 2.

Kaposvári Gy. (1986. december): *Pávai- Vajna Ferenc Geológus a „hévizsek atyja”*, Szolnoki Közélet, IV. évfolyam, 4. szám, 15-9.

**Internetes szakirodalom:**

- <https://asvanyvizek.hu/mit-kell-tudni-az-asvanyvizrol/a-viz-korforgasa/> (2021.08.30.)
- <https://asvanyvizek.hu/makro-es-mikroelemek-szakirodalom/> (2021.08.30.)
- [http://www.blogszolnok.hu/arcok\\_a\\_szolnoki\\_szodas](http://www.blogszolnok.hu/arcok_a_szolnoki_szodas) (2021.09.05.)
- <https://www.delmagyar.hu/szeged-es-kornyeke/anna-viz-az-orok-gyogyforras-4047745/> (2021.09.05.)
- <https://lechnerkozpont.hu/cikk/aldasviz-szolnokon>
- <https://www.lenntech.com/periodic/elements/ba.htm> (2021.10.30.)
- <https://magnosolv.hu/a-magnezium-szerepe/magnezium-elettani-szerepe/> (2021.08.30.)
- <https://www.news-medical.net/life-sciences/Quorum-Sensing-and-Pseudomonas-aeruginosa.aspx> (2021.09.15.)
- <https://www.rstudio.com/> (2021.10.30.)
- <http://users.atw.hu/szegedturstaut/anna%20viz.pdf> (2020.09.10.)

**Szóbeli közlés:**

Varga Lajos (2021.): Szóbeli közlés

**Rendeletek:**

65/2004. (IV. 27.) FVM-ESzCsM-GKM együttes rendelet a természetes ásványvíz, a forrásvíz, az ivóvíz, az ásványi anyaggal dúsított ivóvíz és az ízesített víz palackozásának és forgalomba hozatalának szabályairól

74/1999 (XII. 25.) EüM. rendelet a természetes gyógytényezőkről