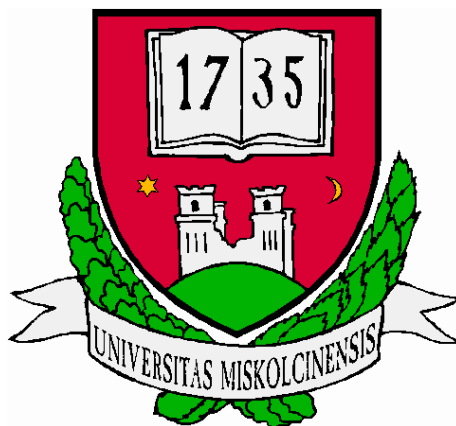


Miskolci Egyetem

Műszaki Földtudományi Kar

Környezetgazdálkodási Intézet

Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Tanszék



A Szinva-patak vízminőségének vizsgálata

Szerző: Lakatos Orsolya

Beadás dátuma: 2014.12.27

Konzulensek: Dr. Szűcs Péter, Dr. Zákányi Balázs, Tóth Márton

Tartalom

1.	Függelék	4
2.	Bevezetés.....	5
2.1.	Témaválasztás	5
2.2.	Célkitűzés.....	5
3.	A Szinva vízgyűjtő területének bemutatása	5
3.1.	Földrajzi, domborzati, vízföldtani viszonyok	5
3.2.	Földtani viszonyok	6
3.3.	Éghajlat	7
4.	A Szinva fizikai és kémiai paraméterei	7
4.1.	Hőmérséklet	7
4.2.	pH	7
4.3.	Fajlagos elektromos vezetőképesség	8
4.4.	Oldott oxigén-tartalom.....	8
4.5.	Kalcium- és magnézium ion.....	8
4.6.	Nátrium- és kálium ion	8
4.7.	Klorid ion	8
4.8.	Szulfát ion	9
4.9.	Ortofoszfát ion.....	9
4.10.	Ammónium ion	9
4.11.	Nitrát ion	9
4.12.	Hidrogén-karbonát ion	9
5.	Méréseim során használt műszerek	10
5.1.	Eijkelkamp 18.52.01 Multiméter	10
5.2.	Hach HQ30D	10
5.3.	Hach DR/2000 típusú spektrofotométer.....	11
5.4.	AAS- atomabszorpciós spektrométer.....	12
6.	A Szinva jelentősebb szennyező forrásai	13
6.1.	Diósgyőri Papírgyár.....	13
6.2.	Diósgyőri Általános Szolgáltató Kft.....	13
6.3.	DAM Rt.	14
7.	A Szinva vízminőségének alakulása a 60-as évektől napjainkig.....	15
8.	Saját mérések bemutatása.....	18
8.1.	A Lyukó hatása a Szinva vízminőségére	20

8.2. Vízminőség elemzés a határértékek figyelembe vételével	25
9. Összegzés	28
10. Felhasznált irodalom	29
11. Internetes irodalom.....	29
12. Ábrajegyzék.....	30
13. Mellékletek.....	31

1. Függelék

Saját diákköri kutatómunka bemutatása

Dolgozatom a Miskolci Egyetem Környezetgazdálkodási Intézetében elvégzett kutatásomról szól, melyben a Szinva patak vízminőségét vizsgáltam. Céljaim között szerepelt, hogy elsajátíthassam a vízminőség-vizsgálatok alapjait a vízmintavételezéstől kezdve, a terepi méréseken keresztül a laboratóriumban végzett vizsgálatokig.

Munkám első felében az Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőség adatait elemeztem az 1968-as évekig visszamenően. Az adatokat Golden Software Grapher programmal rajzoltattam ki, majd az így kapott diagramok alapján igyekeztem az akkor működő gyárak hatásait vizsgálni. Igyekeztem a különböző komponensek egymásra gyakorolt hatását is megérteni.

Kutatásom második felében a Szinva nyolc pontján vízmintát vettem, továbbá a terepen hőmérsékletet, pH-t, vezetőképességet valamint oldott oxigén tartalmat mértem Eijkelkamp 18.52.01 Multiméter és Hach HQ30D típusú műszer segítségével. Az így beszerzett mintákat a Miskolci Egyetem Környezetgazdálkodási Intézetének laboratóriumában tovább vizsgáltam. A szulfát-, ortofoszfát-, ammónium- és nitrát tartalmakat Hach DR/2000 típusú spektrofotométerrel, míg a kationokat (nátrium, kálium, kalcium és magnézium) pedig AAS- atomabszorpciós spektrométerrel mértem. A hidrogén-karbonát és a klorid mennyiségét titrálással sikerült meghatároznom.

Ezután a kapott eredményeimet szintén Golden Software Grapher programmal ábrázoltam. A legjelentősebb eltérésekre igyekeztem választ találni, melyek az időjárásbeli változásokból, geológiai és antropogén eredetből, illetve ezeknek a kombinációiból származnak. Továbbá az eredményeket összevettem a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben található szennyezettségi határértékekkel, ezek alapján vontam le a következtetéseket a patak vizének minőségével kapcsolatban.

Végül javaslatot tettem a Szinva vízminőségének javításával kapcsolatban, valamint a mérések további folytatására.

2. Bevezetés

*„Szeretem csendjét, szeretem báját,
Susogó habját, vad robogását.”*

/Varsás Frigyes- A Szinva/

2.1. Témaválasztás

Miskolcon születtem, itt végeztem iskoláimat, eddigi életemet ebben a városban éltem le. A közel 25 év alatt, amelyet volt szerencsém itt tölteni, láthattam városom arculatának folyamatos alakulását, megismerhettem a különböző részeinek világát, az eldugott utcácskáktól a belvárosig, a csúnya ipartelepektől egészen a védett természeti értékekig. Miskolc képének elengedhetetlen része a Szinva patak, amely nyugat-keleti irányban szinte a város egészét átszeli. Gyermekkorom óta láthattam a rajta keresztülmenő változásokat: az árvizek idején a megemelkedett, vagy száraz időszakokban megapadt vízszintjét, a habzó, zavaros vagy éppen tiszta vizét, melyben halak úszkálnak. Az egyetemi éveim alatt, mivel alkalmam van megismerni a hidrogeológus szakmát, felmerült bennem a vágy, hogy városom fő vízfolyását jobban megismerhessem, hidrogeológiai szempontok alapján is megvizsgálhassam. Így esett a választásom erre a témakörre.

2.2. Célkitűzés

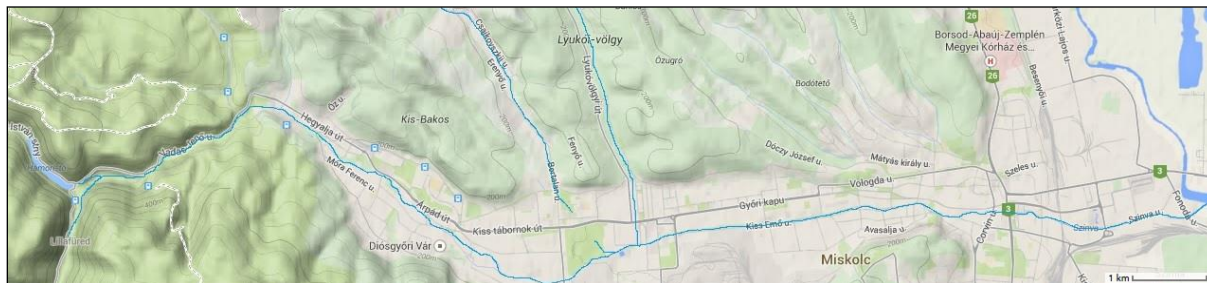
Dolgozatom célja, hogy tősgyökeres miskolciként jobban megismerhessem a városomon keresztülívelő patakot, a Szinvát. Az Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőség adatai alapján az 1968-as évekig visszamenően elemezni a vízminőségben bekövetkezett változásokat, majd saját mérések alapján vizsgálni a patak mai képét. Munkám során bejártam majdnem teljes szakaszát Felsőhámortól egészen a Sajóba való torkollásáig, és a vízminőség-vizsgálat szempontjából fontos helyeken vízmintát vettem havi rendszerességgel, fél éven keresztül. További célom, hogy elsajátíthassam a vízminőség-vizsgálatok alapjait, a vízmintavételezést, a fizikai és kémiai vizsgálatokat. Fontosnak tartottam, hogy az esetleges szennyező források hatását megfigyeljem.

3. A Szinva vízgyűjtő területének bemutatása

3.1. Földrajzi, domborzati, vízföldtani viszonyok

A Szinva patak kb. 170 km²-es vízgyűjtőterülete a Bükk hegység keleti részén található, a Sajó folyó közvetítésével a Tisza vízgyűjtőterületéhez tartozik (1. ábra). A terület része a Bükk-fennsík, a Garadna-, Szinva-völgy, a Kis-fennsík déli oldalai és a Miskolcot övező hegyek. A táj képének nagy részét középhegységi, kis részét dombsági elemek alkotják. A patak forrásának és torkolatának tengerszint feletti magasságkülönbsége mintegy 150-200 m.

A területen karsztjelenségek illetve karsztos formák jellemzőek. A csapadék egy részét a növényzet felveszi, elpárologtatja, a maradék mennyiség a kőzetekbe szivárog, ennek köszönhetően a terület vízfolyásokban és karsztforrásokban gazdag. [1]



1. ábra: A Szinva vonalának domborzati térképe (Google Maps)

3.2. Földtani viszonyok

A Bükk-hegység fő tömegét üledékes kőzetek építik fel, mint például mészkő, agyag, dolomit valamint homokrétegek, amelyek a földtörténeti óidő karbon időszakának második felétől a középidő jura időszakának végéig képződtek. Leggyakoribb a triászi fehér és világosszürke mészkő, de sötétszürke árnyalatban is gyakran találkozhatunk vele. Fontos megemlíteni még a tűzköves mészkövet is, amelynek összetételét elsősorban a kalcium-karbonát és a kova határozza meg, emiatt ez egy keményebb, nehezen pusztuló kőzetféleség. A mélytengeri agyagokból összepréselődött agyag- és kovapalák a Bükk délnyugati, valamint északi részének jelentős felszínhordozói. Ellenben a dolomit és a sekélytengeri homokkő elterjedése lényegesen kisebb.

Az üledékrétegek közé porfirít és diabáz lávái és tufái települtek, a triász időszakban lejátszódó tenger alatti tűzhányó tevékenységek révén. A porfirít a lillafüredi Szent István-tetőtől a Hármaskútig a leggyakoribb, míg a diabáz Létráson és a Szinva felső völgye mentén fordul elő.

A középidő jura időszakának első feléből olyan sajátos mélységi magmás és kiömlési kőzetek - gabbró, ill. diabáz - származnak, amelyek a Tethys-óceán hasadékvölgye mentén keletkeztek.

A Bükk az oligocén végére került a mai helyére, feltételezhetően akkor még magasabb és nagyobb kiterjedésű lehetett. Az eocén és oligocén üledékes kőzetek nagy része lehordódott, így a tengeri üledékek java közvetlenül a triász-jura kőzetekre települt.

A miocén végén a Bükk nyugati és déli szomszédságában lejátszódó tűzhányó tevékenység a hegységet beborította nagy mennyiségű riolit-riodácit tufákkal. A Bükk máig folyamatos karsztosodásával, mai vízhálózatának kialakulásával a késő miocéntól számolhatunk.

A pliocén első felében az éghajlat félsivatagivá vált, ezért a hegység vízfolyásai sugaras irányban kezdték a Bükk szegélyén a hegyláb felszínek kialakítását. A pliocén

második felében az éghajlat hűvösödni, nedvesedni kezdett, és a hegység magassága nőtt. Ekkor kezdtek elkülönülni az alapvető tájrészei (Bükk-fennsík, Déli- és Északi- Bükk), továbbá fő vízfolyásainak (Szinva, Garadna, Eger-patak) kialakulását is erre az időszakra tehetjük. A mai tetőközeli forrásbarlangokat (pl.: Pongor-, Kőrös-lyuk-, Szeleta-barlang) víznyelők táplálhatták, és az ezekből fakadó nemkarsztos fedőtakaró vízfolyásai hozhatták létre a Bükk-fennsík és Délkeleti-Bükk völgyhálózatainak elődjét.

A jégkorban (pleisztocén) a hegység felszínalakulását az éghajlat, valamint emelkedési és nyugalmi szakaszok váltakozása szabta meg. Ebben az időszakban a karsztosodás mérséklődött, majd megélénkült.

A holocén időszakban a Bükk elérte mai magasságát, és Eger, Bélapátfalva, Mályinka, Diósgyőr és Miskolc-Tapolca melegvizekkel keveredő karsztforrásai is a helyükre kerültek. [http2]

A Szinva vonalának földtani térképét az I. számú Mellékletben csatoltam.

3.3.Éghajlat

A Bükk területének átlaghőmérséklete 10,0 és 5,8 °C között változik a magasságtól függően. A legmelegebb hónap július, ilyenkor az középhőmérséklet 15,4 és 20,8 °C között ingadozik, míg a leghidegebb hónapján, januárban az középhőmérséklet -2,3 és -4,1 °C között alakul. Mivel a hőmérsékleti adatok kiegyenlítettnek tekinthetők, a területet mérsékelt hideg tél és hűvös nyár jellemzi. A napsütéses órák éves összege átlagosan 1800 óra.

A Bükk területén az évi 600-800 mm-es átlagszapadék a jellemző, melynek az értéke is a magasságtól függ, míg Miskolcon az évi csapadékösszeg kicsit kevesebb, kb. 533 mm. Elmondható, hogy a nyári félév a csapadékosabb, míg a téli félév szárazabb. [1], [http1], [http2]

4. A Szinva fizikai és kémiai paraméterei

4.1.Hőmérséklet

Ez az egyik a legfontosabb fizikai jellemző, melyet a vízmintavétellel egyidejűleg kell mérni. A vízben végbemenő kémiai és biológiai folyamatokra van hatással, mivel melegebb vízben gyorsabban zajlanak le a reakciók. Ennek következtében alacsonyabb hőmérsékleten a reakciók lassulnak, ilyenkor az ammónia koncentrációja nő, mivel a nitrifikáló baktériumok működése lassul, leáll. Továbbá hatással van az oldott oxigén mennyiségére is, amelynek értéke alacsonyabb hőmérsékleten magasabb, ilyenkor több oxigén tud beoldódni a vízbe. [1], [2]

4.2.pH

A pH a hidrogén ion koncentráció tízes alapú logaritmusa negatív értéke, amely a víz savasságára illetve lúgosságára utal. Értéke 1-14 között mozoghat. Semleges kémhatású vízről 7 körüli értékek esetén beszélhetünk, alatta savas, felette pedig lúgos kémhatású a víz.

5,5-8,3 közötti kémhatás még normális lehet bizonyos vízi szervezetek számára, azon túl már károsító hatása van. A pH mérését célszerű a vízmintavétellel egy időben venni, mert a minta hőmérsékletének változása a pH értékét befolyásolhatja. [1], [2]

4.3.Fajlagos elektromos vezetőképesség

A vezetőképesség az oldat elektromos ellenállásának reciprok értéke, amelyet két, egyenként 1 cm² felületű elektród közti oldatra vonatkoztatnak. Értéke függ a hőmérséklettől, illetve az oldat összes sótartalmától (anionok és kationon mennyisége és fajtája a mintában). Minél jobb vezető egy vizes oldat, annál több benne az oldott só. [1], [2]

4.4.Oldott oxigén-tartalom

A legfontosabb beoldódó gáz, mivel a vízi élőlények oxigént használnak fel működésük során. Mennyisége függ a víz hőmérsékletétől, sótartalmától, a légnyomástól, a vízi ökoszisztéma működésétől, illetve a víz áramlásától (a víz mozgása segíti az oxigén beoldódását, ezért a koncentrációja magasabb a folyóvizekben, mint az állóvizekben). Mennyisége csökken a szerves anyagok bomlása során. [1], [2]

4.5.Kalcium- és magnézium ion

Szinte minden víz állandó alkotórészét képezik. Mennyiségüket és minőségüket befolyásolhatja a karbonátok és széndioxid egyensúlyi állapota és a vízzel érintkező talaj típusa. A felszíni vizekben megtalálható kalcium és magnézium elsősorban dolomitból és mészkőből származik, vízben való oldódásukat a pH és a széndioxid befolyásolja. Normális esetben a kalcium koncentrációja 10 és 100 mg/l között változik. Ellenben a magnézium a vízben sokkal kisebb koncentrációban fordul elő. [1], [2], [4]

4.6.Nátrium- és kálium ion

Felszíni és felszín alatti vizeinkben fellelhető mennyiségük a geológiai viszonyok függvénye. Házi vagy ipari szennyvíz hatására növekedhet a nátrium ionok koncentrációja, míg szennyvíz és mezőgazdaság hatására növekedhet a kálium ion koncentráció. A kálium koncentráció a vizekben alacsonyabb a nátriuménál, ennek oka, hogy a káliumot jobban adszorbeálja a talaj, továbbá mert igen jó tápsó, ezért a növényzet vonja el. [2], [5]

4.7.Klorid ion

A legtöbb vízben előfordul, általában geológiai eredetű komponens. Felszíni vizekben kis koncentrációban fordul elő, nagy mennyiségű előfordulása házi vagy ipari szennyvíz jelenlétét jelzi, ilyenkor a vízben az ammónia és nitrit értéke is megnő, valamint megemelkedik az oxigénfogyasztás is. Ekkor bakteriológiai szennyezettségére lehet következtetni. Felszíni vizekre vonatkoztatott határértéke 50 mg/l. [1], [2]

4.8.Szulfát ion

A víz szulfát tartalma a geológiai viszonyoktól és a biológiai folyamatoktól függ, továbbá üledékes kőzetek beoldása útján kerülhet a vízbe. Házi vagy ipari szennyvizek útján is bejuthat a vízbe, ilyenkor a fehérjék kéntartalmának az oxidációjából származhat a szulfát ion, ez régebbi eredetű szennyeződésre utalhat. Ivóvízben a határértéke 200-300 mg/l. [1], [4]

4.9.Ortofoszfát ion

A kőzetek (apatit, fluorapatit, aragonit) bomlásával természetes úton, továbbá főleg a kommunális szennyvizekből és mezőgazdasági művelés következtében, bemosódással kerül a vizekbe. A foszfor szintén növényi tápanyagnak minősül, ezért nagy mennyiségben eutrofizációt okozhat az állóvizekben. Határértéke felszíni vizekben 50-100 µg/l. [1], [2]

4.10. Ammónium ion

Az ammónium ion a felszíni vizekben a vegetációs időszakokban jellemző, amikor a fehérjékből ammónia szabadul fel. Az ammónia előbb nitríté, majd nitráttá oxidálódik a nitrifikáló baktériumok révén. Magas ammónia koncentrációt a felszíni vizekben házi vagy ipari szennyvizek (mezőgazdaság, állattartó telepek, vegyszerraktárak) beömlése után lehet tapasztalni. Az ammónium ion 6-os pH alatt van jelen, magasabb pH esetén csökken az ammónium ion koncentrációja, és nő az ammóniáé. Fontos különbség a két vegyület között, hogy az ammónia erős mérge, csak néhány baktérium tudja felhasználni működése során, míg az ammónium iont növények is képesek felvenni. Határértéke felszíni vizekben 0,3 mg/l. [2], [3]

4.11. Nitrát ion

Természetben a nitrifikációs folyamatok végtermékeként van jelen. Felszíni vizekben kis koncentrációban fordul elő, nagyobb mennyiség fekáliás szennyeződésre, illetve műtrágya és növényvédő szerek használatára utal. A nitrát ion tartalom megfelelő információt nyújthat a felszíni vizek öntisztulási folyamatairól. Felszíni vizekben mért határértéke 3 mg/l. [2], [3]

4.12. Hidrogén-karbonát ion

A vizek lúgosságáért illetve keménységéért felel elsősorban. Mennyiségük általában nem magas. Jelenléte a levegő CO₂-jének, valamint mészkő és dolomit beoldódására, tehát az alapkőzet jellegére utal. [2]

5. Méréseim során használt műszerek

5.1.Eijkelkamp 18.52.01 Multiméter

A pH és a hőmérséklet mérését az Eijkelkamp 18.52.01 Multiméterrel végeztem. Ez egy 3 elektródás terepi vízminőség mérő műszer, amely alkalmas egy kalibrációval hosszú ideig, gyors és precíz mérésekhez. Áramellátásáról 4 darab AA típusú elem gondoskodik, de 9 V-os egyenfeszültségű adapterrel is biztosítható. Kompakt, könnyen kezelhető műszer, amellyel a terepi méréseimet problémamentesen elvégezhettem. [7]



2. ábra: Eijkelkamp 18.52.01 Multiméter (Lakatos O., 2014)

5.2.Hach HQ30D

Terepi méréseim során a vezetőképességet és az oldott oxigén mennyiségét Hach HQ30D multiméterrel végeztem. A műszerhez egyenként 30 méteres pH, vezetőképesség és oldott oxigén elektróda csatlakoztatható, ezzel lehetővé téve a kényelmes és gyors vizsgálatot, még a nehezen elérhető pontokon is. Egy kalibrációval viszonylag hosszú ideig lehet vele dolgozni, de a műszer jelez, ha szükséges az újabb kalibrálás. 4 darab AA típusú elem biztosítja az áramellátást. Gyors és pontos mérést tesz lehetővé, percek alatt megmérhetőek a kívánt komponensek.



3. ábra: Hach HQ30D multiméter (Lakatos O., 2014)

5.3. Hach DR/2000 típusú spektrofotométer

A laboratóriumi méréseim során Hach DR/2000 típusú spektrofotométert használtam a szulfát, ammónia, nitrát valamint az ortofoszfát kimutatására. Ez egy egyfénnyutas, mikroprocesszoros vezérlésű műszer, amely kompakt mérete miatt terepen is kiválóan alkalmazható. 120 különböző kolometrikus méréshez van előkalibrálva, de további kalibrációkkal bővíthető a felhasználó igényeinek megfelelően. Könnyen kezelhető a műszer, a mérés során üzenetekkel, hibajelzésekkel tájékoztat, beépített időzítő méri a szükséges reakcióidőt, majd a vizsgálat végén a megfelelő koncentráció egységben jeleníti meg a végeredményt a kijelzőn. 6 db R20-as típusú elemmel, vagy váltóáramú tápegységgel hálózatról is biztosítható az áramellátás. [6]



4. ábra: Hach DR/2000 típusú spektrofotométer (Lakatos O., 2014)

5.4.AAS- atomabszorpciós spektrométer

A laboratóriumi méréseim során a Na, K, Ca és Mg koncentrációk meghatározását az AAS típusú atomabszorpciós spektrométerrel végeztem. Ez a műszer kb. 70 elem minőségi illetve mennyiségi vizsgálatát teszi lehetővé. A folyamat két lépésre osztható. Első lépés az atomizáció, mely során a mintát lángban (1700-3200 °C) elpárologtatjuk, így atomi gőzök keletkeznek. Az oldószer a láng magjában párolog el, míg a finom eloszlású szilárd részecskék bomlása, valamint az atomok gerjesztése a belső lángkúpban megy végbe. A második lépés az abszorpciós lépés, melynek során a szabad atomok egy külső fényforrásból származó sugárzást elnyelve gerjesztődnek. Az egyes atomokra jellemző hullámhosszú fény elnyelése során az alapállapotú atomok elsősorban az első elektrongerjesztési szintre kerülnek. A monokromátor a rezonancia vonalat az atomforrásból kilépő sugárzásból kiválasztja, mely a foto elektron-sokszorozós detektorra jut. A mérés során különböző koncentrációjú standardot alkalmaztam, ezáltal megfelelő kalibrációs görbét lehet előállítani, és így az eltérő koncentrációt is meg lehet határozni. A fényt üvegkatódlámpában keltik, amelyben a gerjesztendő fémeket tartalmazó hengeres fémkatód és anód van. Ha ezek közé nagy feszültséget kapcsolunk, akkor a katódban található gerjesztett fématomok meghatározott hullámhosszúságú fényt bocsátanak ki. [8]



5. ábra: AAS- atomabszorpciós spektrométer (Lakatos O., 2014)

6. A Szinva jelentősebb szennyező forrásai

6.1. Diósgyőri Papírgyár

1976-ig a Szinva egyik legjelentősebb szennyezője volt. A hulladékrongy feldolgozásának megszüntetésével, illetve a gyári kommunális szennyvizek közsatornára vezetésével a szennyezőanyag-kibocsátást a határérték alá csökkentette. Az ipari szennyvizeket régen 4 darab hosszanti átfolyású ülepítő medencén tisztították, manapság korszerű szennyvíztisztítóval kezelik, így a szennyvizek megfelelnek a határértékeknek. A szennyvíz minősége egy-egy üzemzavar alkalmával válik kifogásolhatóvá, de ezek csak egyedi esetek. [1]



6. ábra: A Diósgyőri Papírgyár (www.dipa.hu)

6.2. Diósgyőri Általános Szolgáltató Kft.

Az egykori Diósgyőri Gépgyár (a továbbiakban DIGÉP) telephelyén a galvántechnológiából származó ipari szennyvizek kezelését korszerű berendezésekkel oldották meg, míg a kommunális jellegű és ipari szennyvizek tisztítása egy elavult biológiai csepegtetőtestes berendezőn keresztül működik. A telep hidraulikailag túlterhelve üzemel, és a szennyvíziszap kezelése sem megoldott. [1]



7. ábra: A Diósgyőri Gépgyár egykori épületei (www.wikipedia.hu)

6.3.DAM Rt.

Az egykori DIMAG Rt, ill. Lenin Kohászati Művek (a továbbiakban LKM) komolyan befolyásolta a Szinva vízminőségének alakulását. Az elvezetésre kerülő szennyvizeknek magas volt az olaj-, lebegőanyag- és vastartalma, erre az 1983-ban épült C-telephelyi tisztító rekonstrukciója jelentett megoldást, az üzembe helyezést követően jelentős javulás következett be a vízminőségben. Manapság a kommunális szennyvizek 75 %-a közcsontra, a fennmaradó rész pedig a C-telephelyi tisztítóra van kötve. A tisztító által kezelt szennyvizek kb. 90 %-a visszaforgatásra kerül, a maradékot a Szinvába vezetik. Az elvezetett szennyvízben található vegyületek határértéke megfelel az előírásoknak. [1]



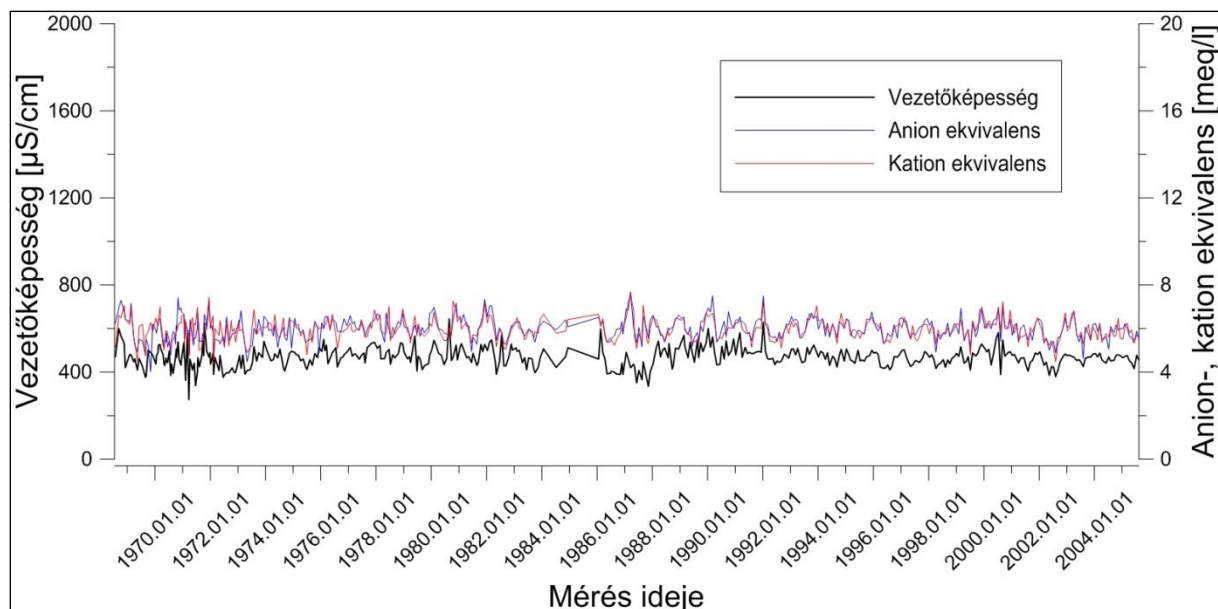
8. ábra: Az egykori LKM (www.orszagalbum.hu)

7. A Szinva vízminőségének alakulása a 60-as évektől napjainkig

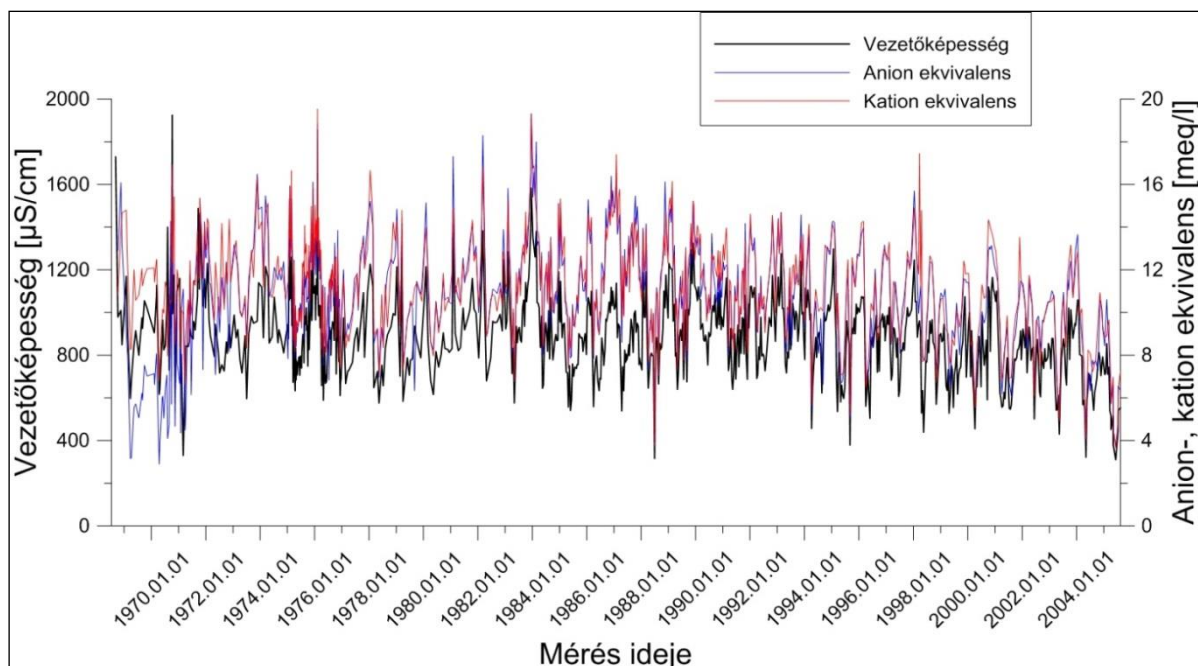
A Szinva az 50-es 60-as években a Miskolcon működő üzemek, mint a DIGÉP, Diósgyőri Papírgyár illetve az LKM szennyvízelvezető csatornájaként működött, élő vízfolyásnak nem lehetett tekinteni. Dr. Fázold Ádám nyugdíjas vízminőségvédelmi osztályvezető visszaemlékezései alapján ebben az időszakban a Szinva vöröses színű, sűrű olajos vízként folyt Miskolcon keresztül, és a patak környékét bűzös szag lengte körül. Nem csak ipari, hanem házi szennyvizet is szállított a Sajóba. A 70-es évek végére, 80-as évek elejére a gyárak javították szennyvíztisztításukat, ennek következtében a víz minősége is javulni kezdett. A rendszerváltás után az üzemeket érintő különböző szerkezeti változások és bezárások szintén jó hatással voltak a Szinva vízminőségére, a 90-as évek elején már jelezték, hogy a patak bizonyos szakaszain halat láttak a vízben, mára már a Szinva szinte egész szakaszán megfigyelhetők. [1], [http3]

Az Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőség 1968-tól végez méréseket a Szinván. A mérések két helyszínen történnek, a Papírgyárnál, illetve a Fonoda utcán, ezáltal Miskolc város vízminőségre gyakorolt hatását vizsgálják. Az általuk mért értékek alapján elemzem a Szinván bekövetkező vízminőség-változásokat 1968 és 2005 között.

Első lépésben egy-egy diagramon ábrázoltam a vezetőképesség, illetve az anion-, kation ekvivalens értékeit a Papírgyárnál és a Fonoda utcán.

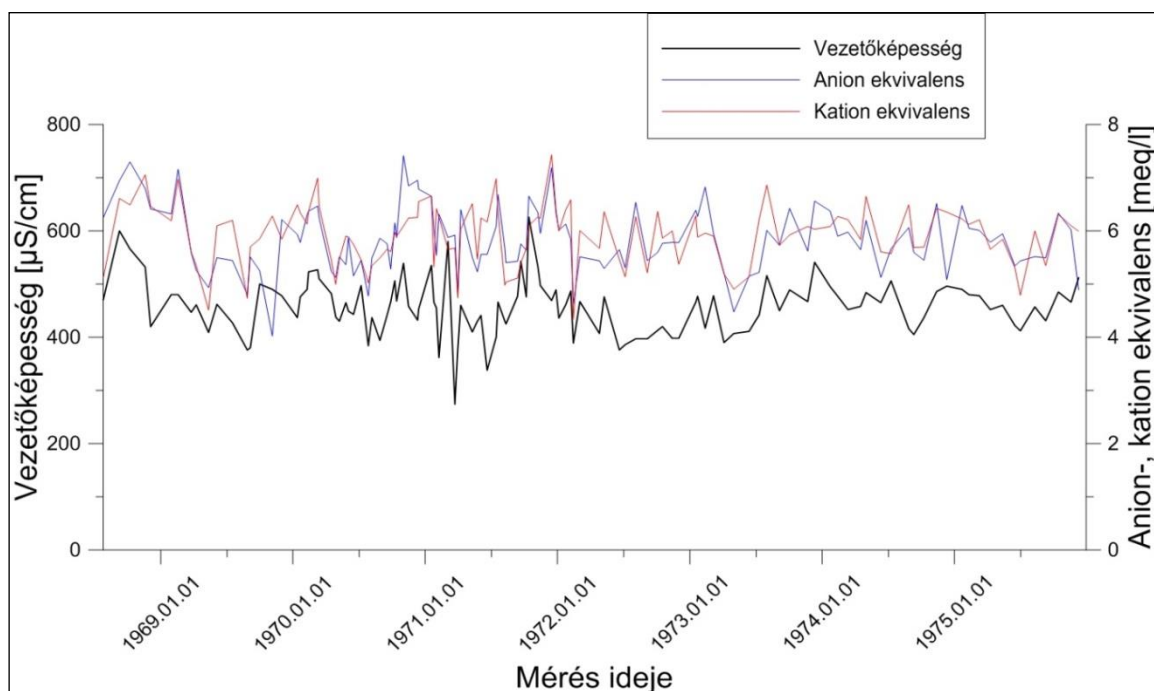


9. ábra: A Szinva vezetőképessége, anion- illetve kation ekvivalens értékei a Papírgyárnál 1968 és 2005 között



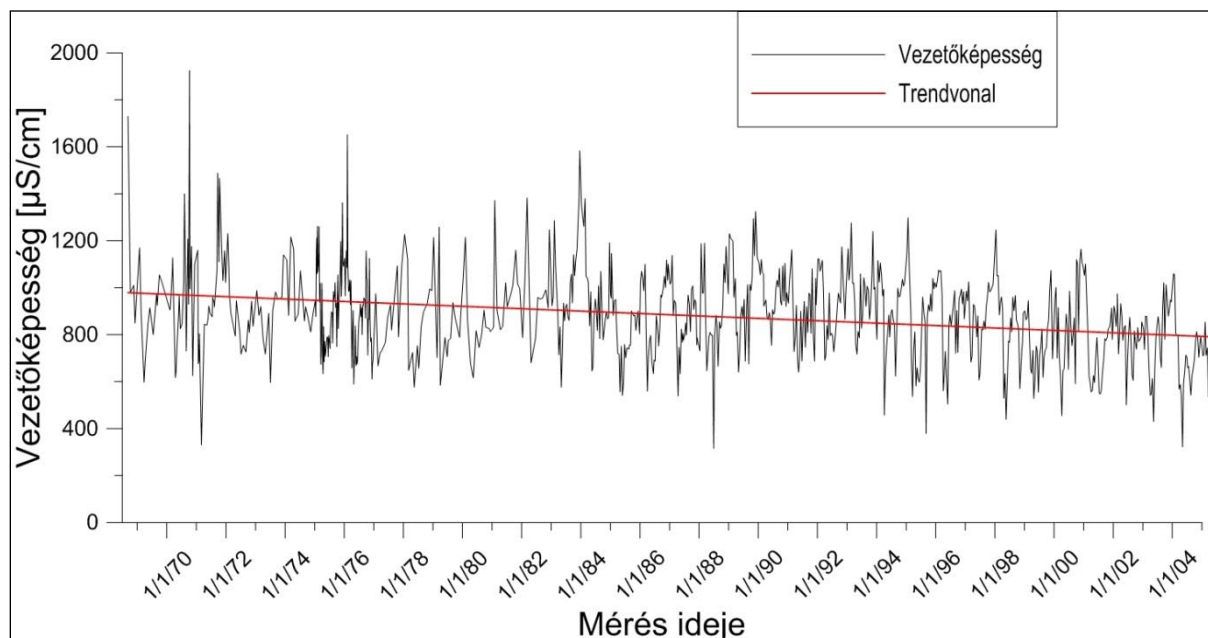
10. ábra: A Szinva vezetőképessége, anion-, illetve kation ekvivalens értékei a Fonoda utcán 1968 és 2005 között

Már első ránézésre jól látható, hogy a különböző hozzáfolyások a város területéről jelentős mértékben változtatják a víz minőségét, mivel a 10. ábra görbéi sokkal nagyobb amplitúdóval rendelkeznek, mint az 9. ábráé. Mint azt korábban leírtam, a vezetőképesség értéke az oldat összes sótartalmától, tehát az anionok és kationok mennyiségétől függ. A két ábra remekül szemlélteti, hogy az összes anion-, illetve kation ekvivalens görbéje ugyanazt a tendenciát követi, mint a vezetőképességé.



11. ábra: A Szinva vezetőképessége, anion- illetve kation ekvivalens értékei a Papírgyárnál 1968 és 1976 között

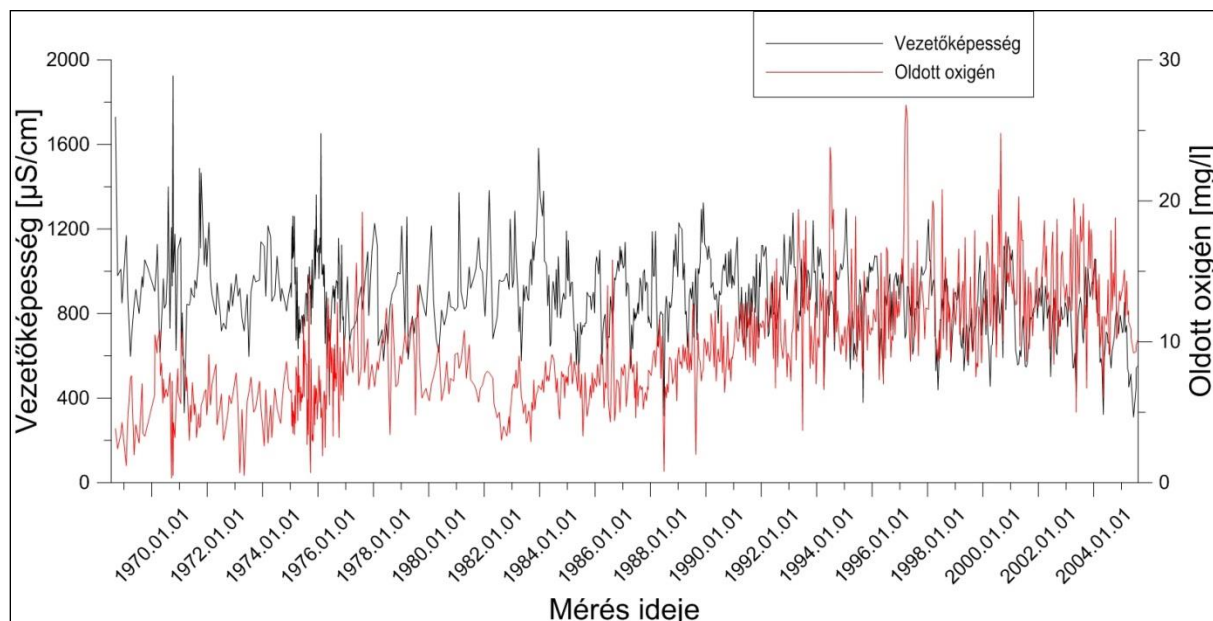
Ha az 9. ábra 1968 és 1976 közötti időszakát jobban megvizsgáljuk (11. ábra), látható, hogy a vezetőképesség és az ekvivalens görbéi nagyobb mértékben, és gyorsabban változnak körülbelül 1973-ig, mint az aztáni időszakban. Ez alapján arra lehet következtetni, hogy a 60-as évek végén, a 70-es évek elején a Papírgyár jelentős mértékben befolyásolhatta a Szinva vízének alakulását. Mint ahogy korábban említettem, a gyár körülbelül 1976-ig számított a Szinva jelentős szennyezőjének, ezt az állítást a diagramok is igazolják.



12. ábra: A vezetőképesség alakulása a Fonoda utcán 1968 és 2005 között

Ha a 10. ábrát jobban megvizsgáljuk vezetőképesség szempontjából (12. ábra), észrevehető, hogy körülbelül a 90-es évekig a görbe kitéréseinek nagyobb az amplitúdója, utána viszont egyre kiegyenlítettebb. A legnagyobb kilengések a 70-es évek elején tapasztalhatóak, ekkor a vezetőképesség majdnem eléri a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -es értéket. Ez azzal magyarázható, hogy az üzemek akkoriban nem fektettek nagy hangsúlyt az általuk okozott környezetterhelés csökkentésére. A 80-as évek elejére a gyárak javították szennyvíztisztítási technológiájukat, majd a 90-es évek elején a szerkezeti átalakítások, bezárások pozitívnak bizonyultak a Szinva vízminőségének alakulásában, a vezetőképesség görbéje egyre kisebb mértékben változik. A javuló tendenciát a görbére illesztett trendvonal is igazolja.

5.



13. ábra: A Szinva vezetőképessége és oldott oxigén- tartalma a Fonoda utcán 1968 és 2005 között

Ha a Fonoda utcai adatokat nem csak vezetőképesség, hanem oldott oxigén tartalom szempontjából is vizsgáljuk (13. ábra), elmondható, hogy kb. a 70-es évek első feléig értéke alacsonynak számított, átlagosan 0-10 mg/l között mozgott az értéke. A beoldódó oxigén mennyisége nagyban függ az oldat sótartalmától, akkor voltak mérhetőek a legalacsonyabb értékek, amikor a víz vezetőképessége magas volt. Ilyenkor a Szinvában nem éltek halak, mivel a vízi ökoszisztémák életműködéséhez oxigénre van szükségük. Az is elmondható, hogy a 90-es évek elejétől az oldott oxigén mennyisége növekedni kezdett, amikor a vezetőképesség csökkenő tendenciát mutat.

8. Saját mérések bemutatása

Munkám során a Szinva vízminőségét 8 helyszínen vizsgálok, melyek a következők:

1. Felsőhámor, Waldorf iskola mellett
2. Majális-park Buszvégállomás
3. Papírgyár (Rigó utca)
4. Pereces-patak befolyás
5. Lyukó-patak befolyás
6. Kiss Ernő utca
7. Szinvaterasz
8. Fonoda utca

A továbbiakban a diagramokon a helyszínek megfelelő sorszámot használom. A Szinva vonalának domborzati térképét az állomások bejelölésével a II. számú mellékletben csatoltam.

A mérési pontok megválasztásánál törekedtem arra, hogy legyenek adataim a Szinva vizének szinte zavartalan állapotáról, majd a további helyszíneken az esetleges vízszennyezőket, illetve más patakok hozzáfolyásának hatását vizsgáltam. A felsőhámosi mérési ponton vett mintát tekintettem a Szinva vizének nullállapotának, itt kvázi zavartalannak, egyéb befolyásoló tényezőktől mentesnek feltételeztem. A Majális-parknál és a Papírgyárnál található pontokat azért választottam, hogy a Papírgyár esetleges környezetterhelését vizsgálhassam, tehát vízmintát vettem a gyár alatt és felett. A Pereces- és Lyukó patak befolyásánál lévő mérési pontokra azért esett a választásom, mert kíváncsi voltam arra, hogy a patakok vize hogyan alakítja a Szinva vizének minőségét. A Kiss Ernő utcánál arra voltam kíváncsi, hogy a volt LKM telephelye hatással van-e a vízre. A Szinvateraszon elsősorban az antropogén hatásokra voltam kíváncsi, tehát a belváros befolyásolja-e a vízminőséget. Az utolsó állomáson, a Fonoda utcán, arra szerettem volna rájönni, hogy a környező telephelyek hogyan alakítják a vízminőséget, továbbá szerettem volna képet kapni az úgynevezett végállapotról, mielőtt a Szinva a Sajóba ömlik.



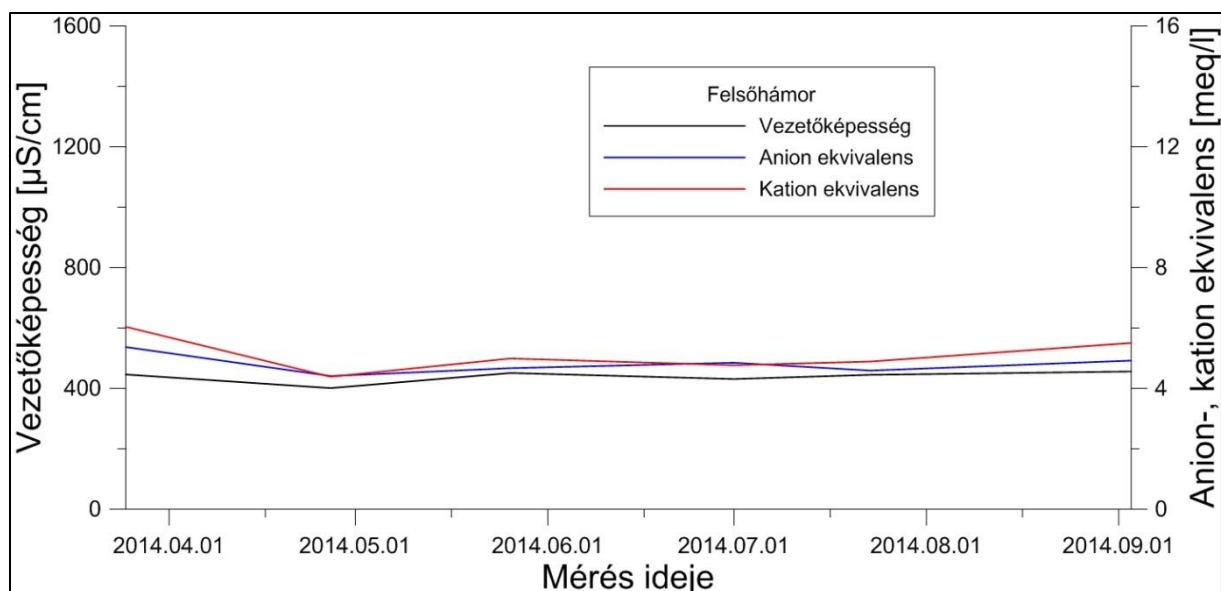
14. ábra: Vízminőség-vizsgálat Felsőhámosnál (Lakatos O., 2014)

A méréseket havi rendszerességgel végeztem, a terepen hőmérsékletet, pH-t, vezetőképességet és oldott oxigént mértem, majd vízmintát vettem. Az így begyűjtött mintákat a Miskolci Egyetem Hidrogeológiai- Mérnökgeológiai Tanszékének laborjában elemeztem az alábbi komponensekre: hidrogén-karbonát, klorid, ammónium, nitrát, szulfát, ortofoszfát, kalcium, magnézium, kálium és nátrium.

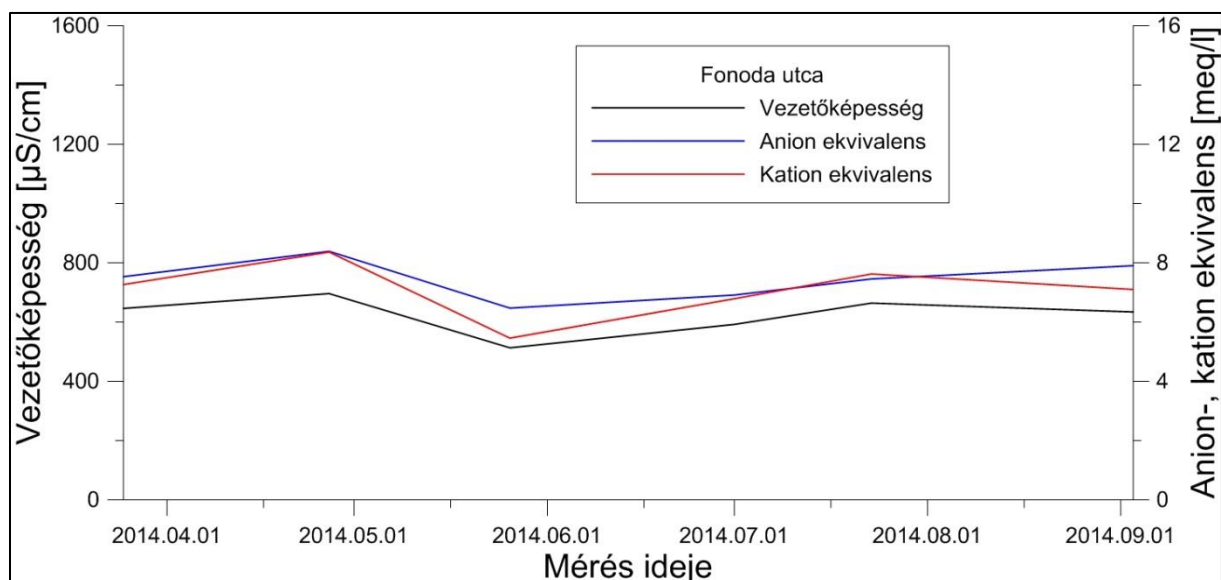
A megfelelő eredmények eléréséhez megközelítőleg 1000 db mérést végeztem.

8.1.A Lyukó hatása a Szinva vízminőségére

Első lépésben itt is a vezetőképesség és anion-, kation ekvivalenseket vizsgáltam meg egy-egy helyszínen. Elmondható, hogy a három görbe hasonló tendenciát mutat, hiszen a vezetőképesség a vízben oldott összes sótartalom függvénye.



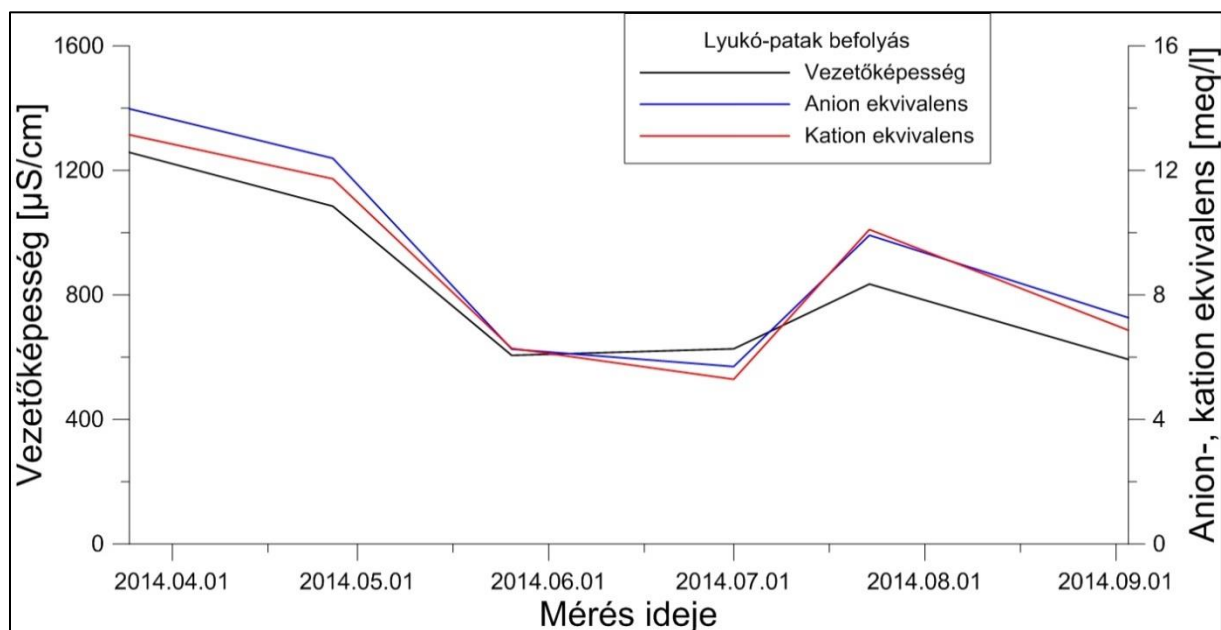
15. ábra: A Szinva vezetőképessége, anion-, illetve kation ekvivalens értékei Felsőháromnál



16. ábra: A Szinva vezetőképessége, anion-, illetve kation ekvivalens értékei a Fonoda utcán

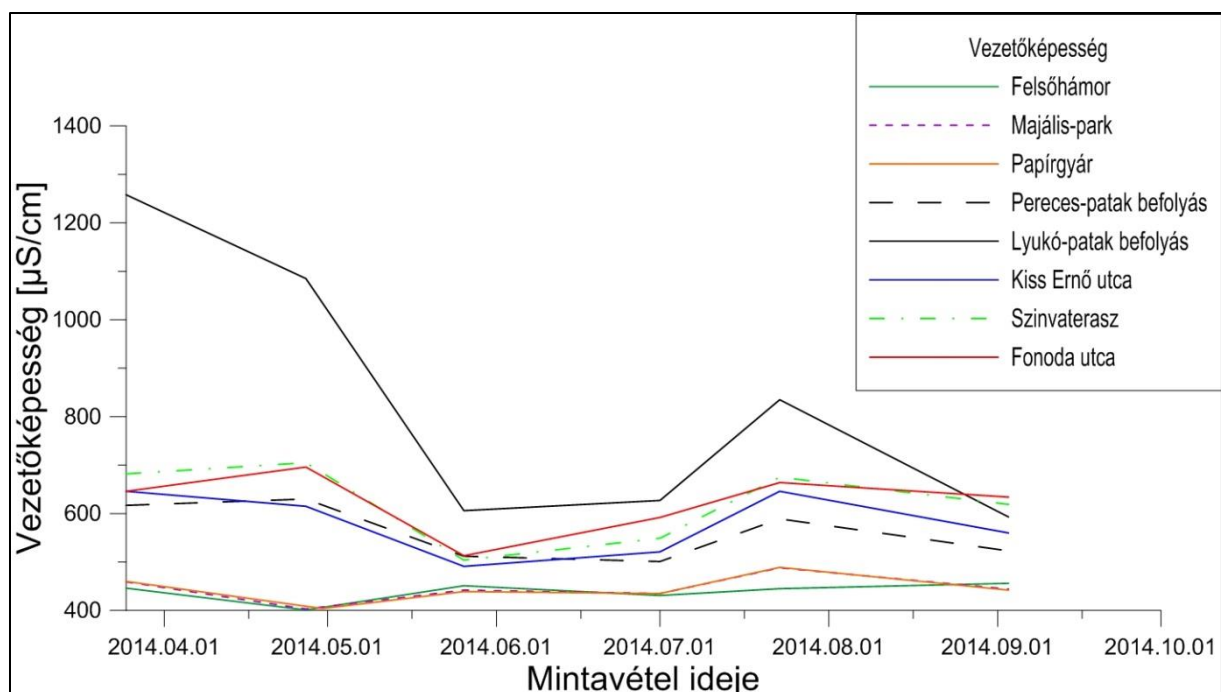
Jól látható, hogy a felsőháromi és a fonoda utcai minták, mint a Szinván való mérésem kezdő- és végpontjai, eltérést mutatnak. Ebből arra következtethetünk, hogy Miskolc város hatása, illetve a Szinvába ömlő patakok befolyásolják a víz minőségét. Felsőháromon a vezetőképesség értékei az idő függvényében csaknem stagnálnak, átlagosan 400-450 $\mu\text{S/cm}$ között változnak, a minimális eltérések az időjárás-változás következtében alakulhattak ki

(15. ábra). A Fonoda utcán a vezetőképesség értékei 2 ponton mutatnak kiugrást, de átlagosan 550-650 $\mu\text{S}/\text{cm}$ között mozognak (16. ábra).



17. ábra: A Szinva vezetőképessége, anion-, illetve kation ekvivalens értékei a Lyukó-patak befolyásánál

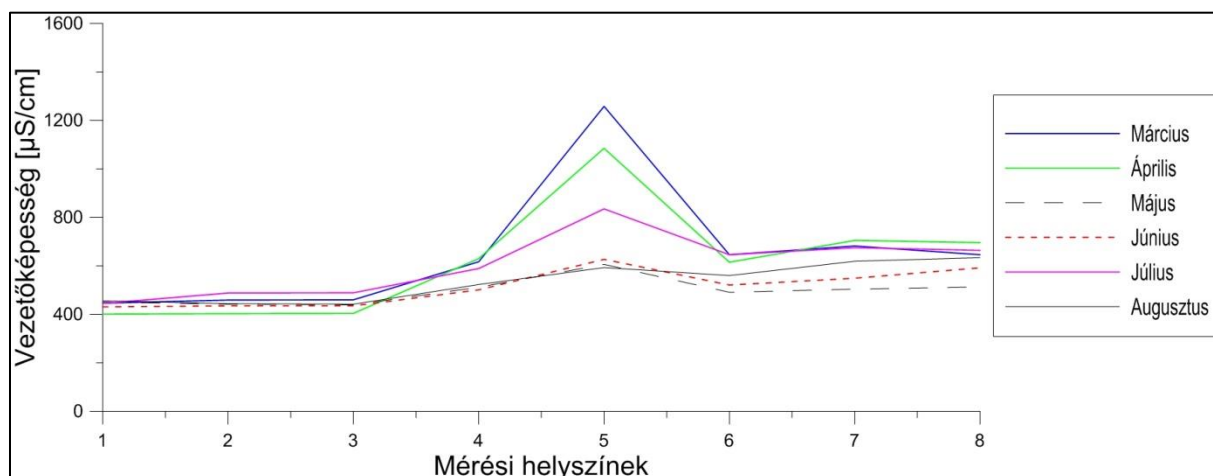
A vezetőképesség megemelkedése a Lyukó-patak hozzáfolyásával magyarázható (17. ábra). Ezen a mérési ponton átlagosan 800-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -es értékek vannak. Az anion-, kation ekvivalens tendenciái közel azonosak a vezetőképességével.



18. ábra: Az összes mérési pont vezetőképessége az idő függvényében

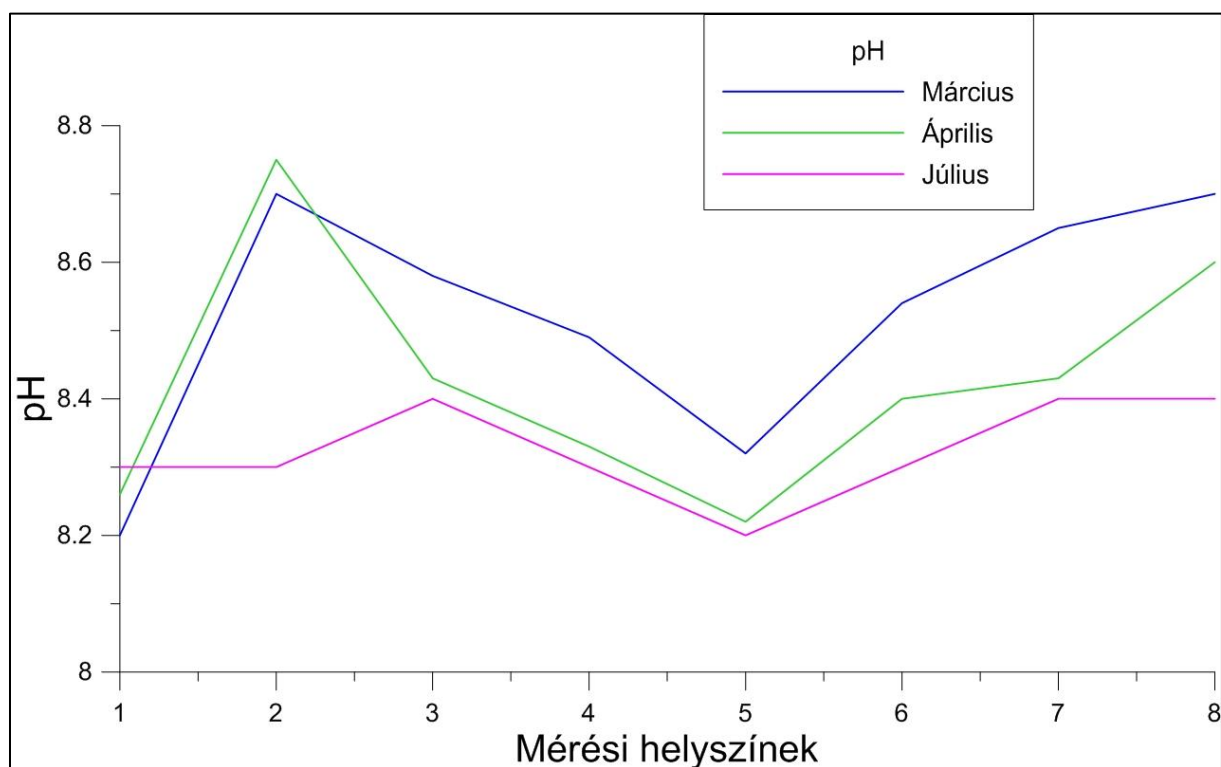
Ha az összes állomás vezetőképesség görbáját megvizsgáljuk az idő függvényében (18. ábra), jól megfigyelhető, hogy a Lyukó hozzáfolyásánál a legkiugróbbak az értékek, a

középső szakaszban a Pereces befolyás, Kiss Ernő utca, Szinvaterasz és Fonoda utca vezetőképességei vannak. A legalacsonyabb vezetőképességet a Felsőhámoron, Majális-parknál, illetve a Papírgyárnál mértem.



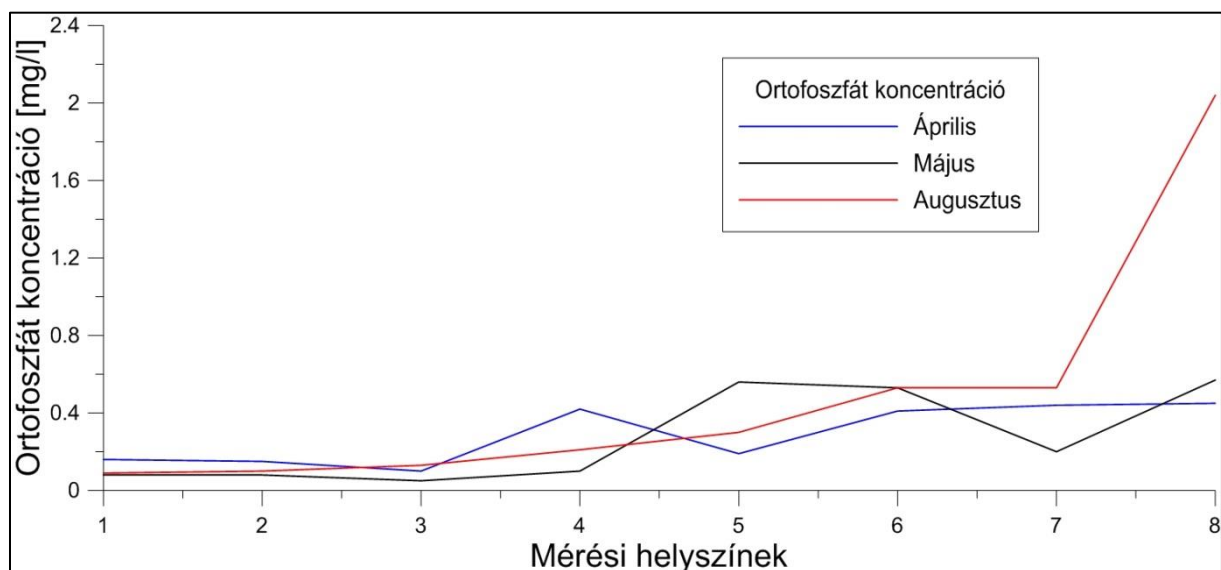
19. ábra: Az időpontokhoz tartozó vezetőképesség a mérési helyszínek tekintetében

A vezetőképesség vizsgálatokor a mérési helyszínek tekintetében a fent látható diagramot kaptam (19. ábra). Jól látható, hogy a görbék szinte ugyanolyan tendenciát mutatnak, a legmarkánsabb eltérést az 5. mérési ponton, a Lyukó-pataknál mutatja. A diagram alapján szezonális szempontból nem jellemezhetőek a görbék.



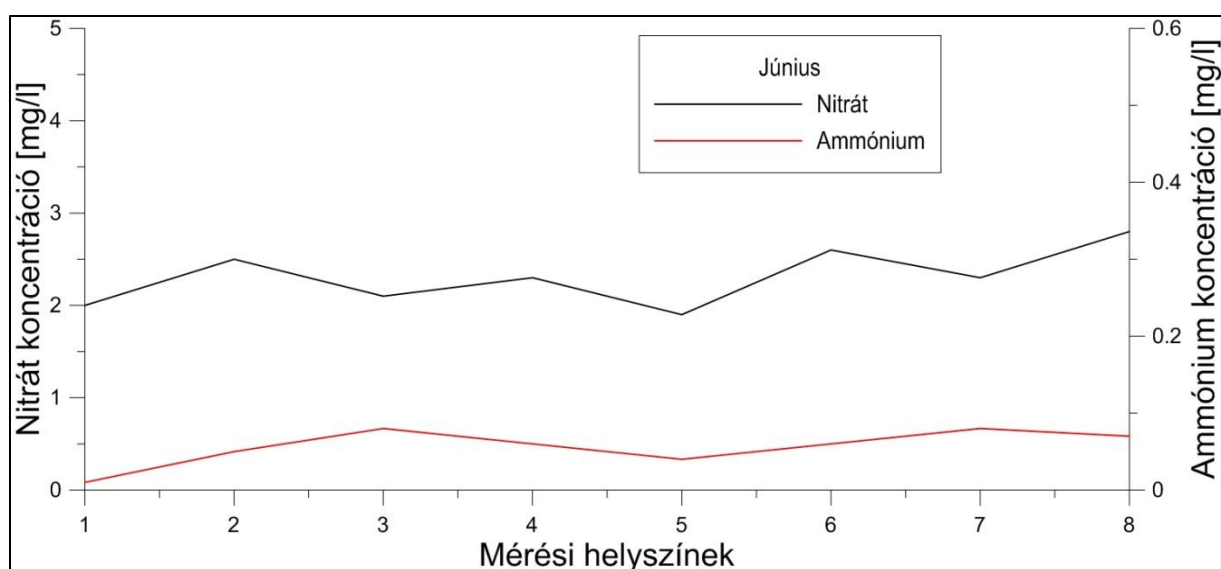
20. ábra: A pH alakulása a mérési helyszínek függvényében

Ha megvizsgáljuk a pH alakulását a mérési helyszínek függvényében, látható, hogy szinte minden esetben az 5. ponton esik le az értéke (20. ábra). Ebből arra lehet következtetni, hogy a Lyukó-patak vize befolyásolja a Szinváét, miután beleömlik.



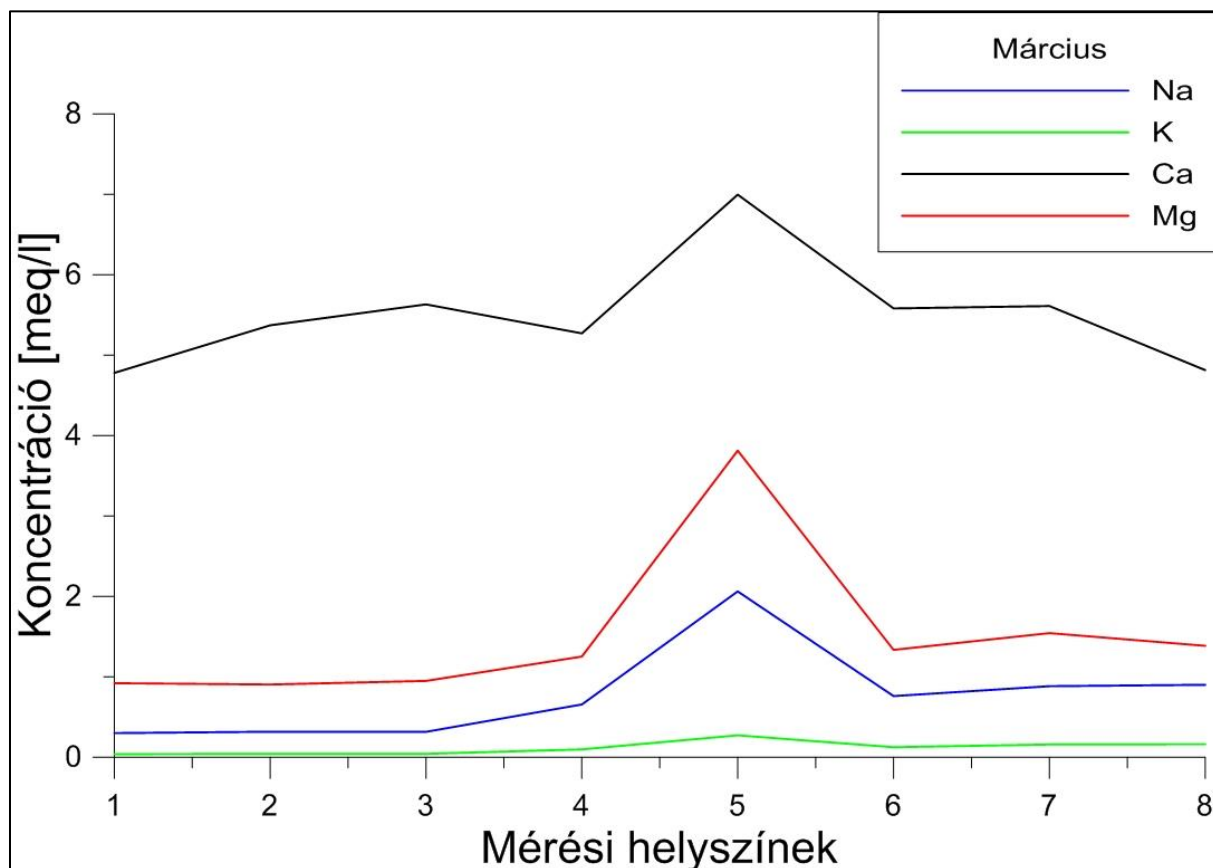
21. ábra: Az áprilisi, májusi és augusztusi ortofoszfát koncentráció a mérési helyszínek függvényében

Ha megvizsgálunk néhány ortofoszfát koncentrációt a mérési helyszínek függvényében (21. ábra), megállapítható, hogy elsősorban nem a Lyukó-pataknál mutat kiugrást. Áprilisban a 4. állomásnál, a Pereces-patak befolyásánál, illetve a 6. pontnál, a Kiss Ernő utcánál emelkedik meg az értéke, utána a többi ponton stagnál. Májusban a legmagasabb értékeket az 5., 6. és 8. pontnál mutatja, tehát a Lyukónál-pataknál, a Kiss Ernő utcánál és a Fonoda utcánál mértem. Augusztusban viszont komoly kiemelkedést mutat az utolsó állomáson, a Fonoda utcán. Ezekből azt a következtetést vontam le, hogy elsősorban nem a Lyukó vize mos be ortofoszfát szennyezést.



22. ábra: Az ammónium- és nitrát ion koncentráció júniusban

Az ammónium- és nitrát ion koncentráció tekintetében a júniusi mintákat megvizsgálva (22. ábra), a Lyukó-pataknál vett mintákban nem jelentkezik kiemelkedő érték. Nitrát szempontjából elsősorban a 2., 6. és 8. ponton, tehát a Majális-parknál, Kiss Ernő, illetve a Fonoda utcánál van változás, míg ammónium szempontjából a 3. és a 7. pont, tehát a Papírgyár és a Szinvaterasz értékei kiugróak.

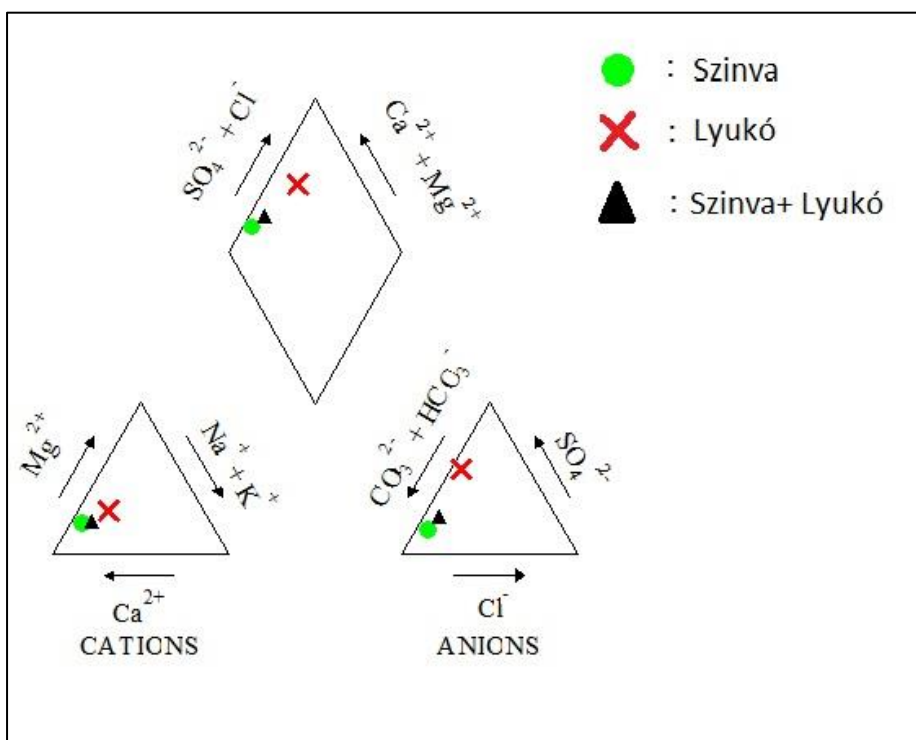


23. ábra: A kationok koncentrációjának alakulása márciusban

A kationok koncentrációjának változása a helyszín függvényében, március hónapban a fenti diagramon látható (23. ábra). Mindegyik elem koncentrációja az 5. ponton, tehát a Lyukónál ugrik meg. Ha a II.számú mellékletben csatolt földani térképet szemügyre vesszük, jól észrevehető, hogy a Szinva és a Lyukó vonalának eltérő a földtana. Míg a Szinva környezetében megtalálható formációk, mint például az Ablakoskővölgyi Formáció, Hegyestetői Formáció vagy a Fehérkői Mészke Formáció elsősorban mészkő tartalmúak, addig a Lyukót körülvevő formációkra, a Salgótarjáni Barnaköszén Formációra vagy az Egyházasgergei Formációra a barnaköszén-, homokkő-tartalom a jellemző. A szennyező anyagokra utaló komponensek értékei nem nőnek meg, csak a geológiára utaló kationok. Ebből azt a következtetést vonom le, hogy a változás oka földtani eredetű, nem szennyezés okozza.

Ezután vízkémiai paraméterekre vizsgáltam a Szinva és a Lyukó vizét együtt és külön-külön is. Az eredményt Piper-diagramon ábrázoltam (24. ábra). Ennek a diagram-típusnak az egyik nagy előnye, hogy különböző minták eredményét egy diagramon ábrázolhatjuk, és így jól látszik a minták közti hasonlóság vagy különbség. Hátránya, hogy nem mutatja az ionok

koncentrációit. A Piper-diagram 3 diagramból áll: egy anion, egy kation és egy rombusz diagram. A minta anion és kation háromszögben elfoglalt helye jelöli ki a rombuszban elfoglalt helyét.

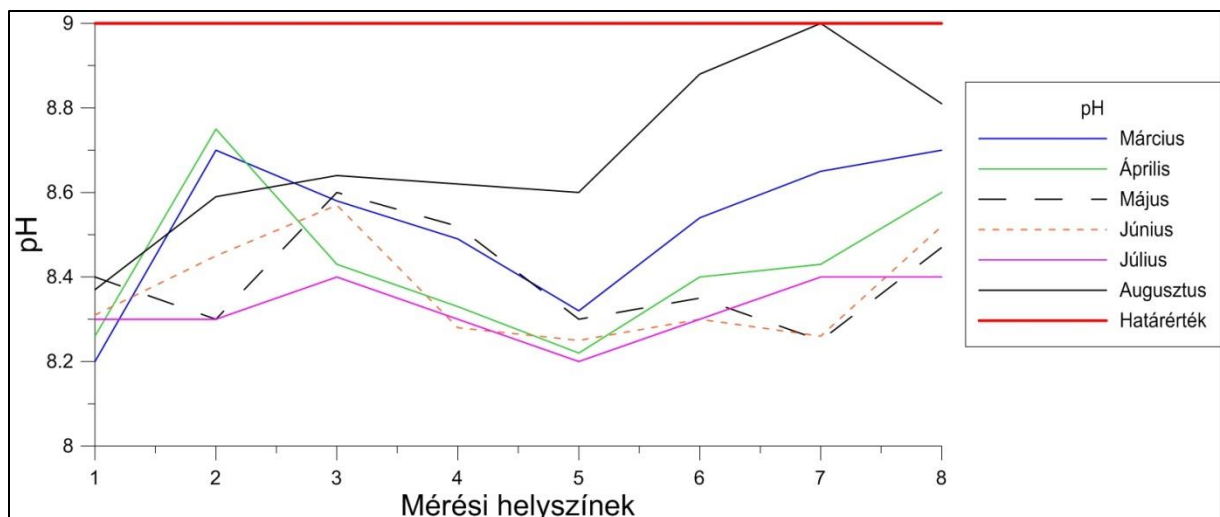


24. ábra: A Szinva és a Lyukó vízkémiai paramétereinek Piper-diagramon

Az így kapott Piper diagramból jól látszik, hogy a Szinva vize $\text{Ca}^{2+}\text{-HCO}_3^-$ -os típusba tartozik, amíg a Lyukó vize egy kevert, $\text{Ca}^{2+}\text{-Mg}^{2+}\text{-Cl}^-$ -os típusba tartozik. A két víz keveréke a Szinvához hasonlóan szintén $\text{Ca}^{2+}\text{-HCO}_3^-$ -os jelleget mutat, de a tartományon belül eltér. Így bebizonyosodott, hogy a két patak vize geokémiai szempontból eltérő. [http4], [http5]

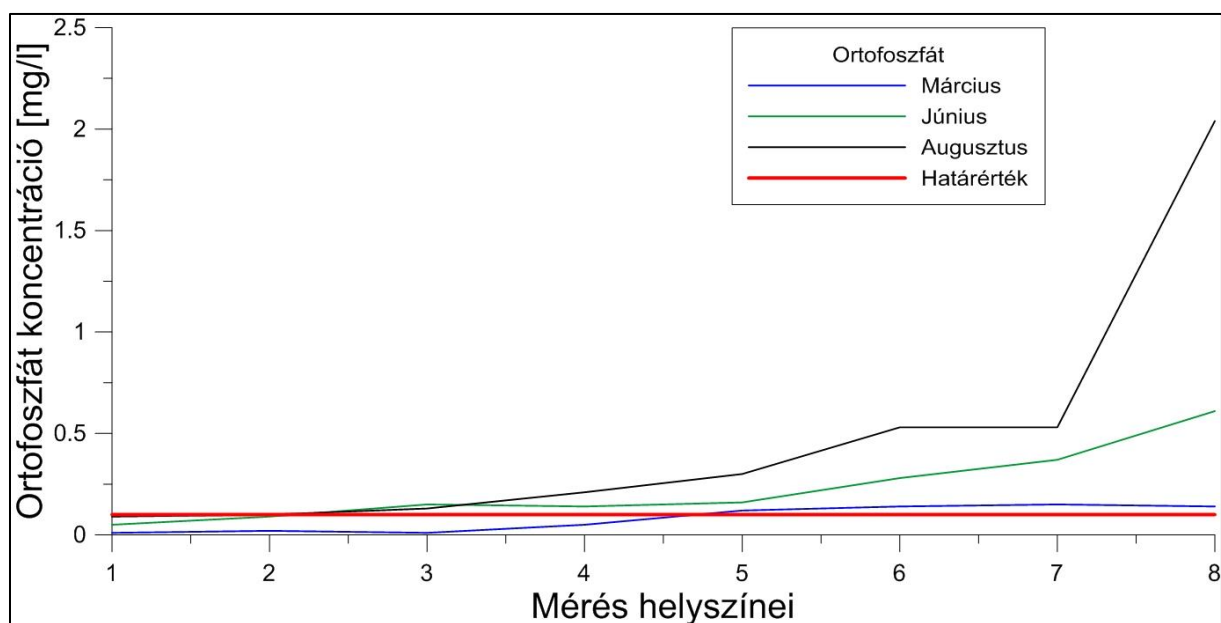
8.2. Vízhatalárértékek elemzése a határértékek figyelembe vételével

Miután a rendelkezésemre álló eszközökkel bizonyítottam a Lyukónál mért eltérés feltételezett okát, úgy döntöttem megvizsgálom az egyes komponensek határérték szempontjából. Ehhez a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletet használtam fel, amely a felszíni víz szennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól szól.



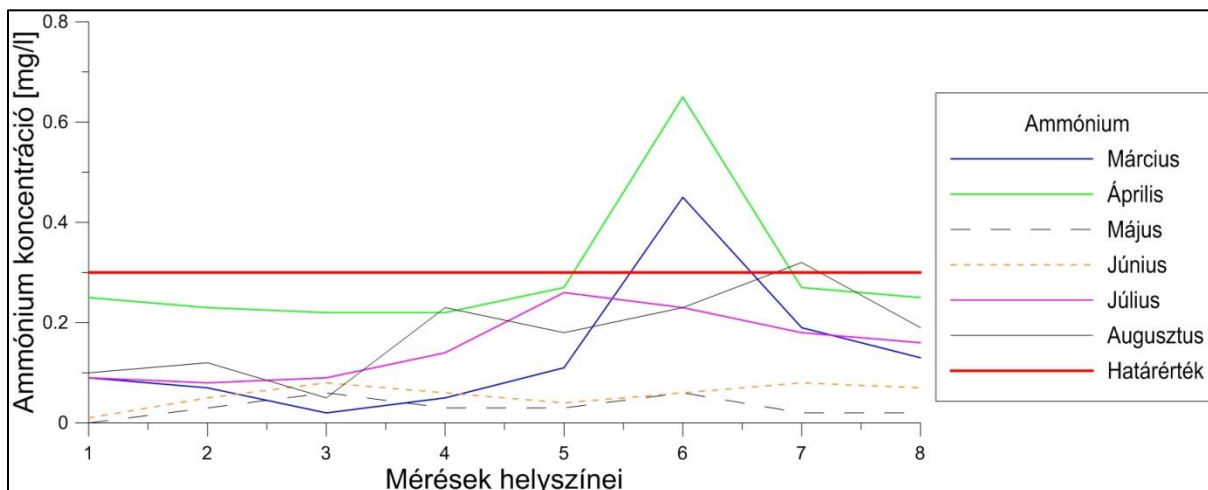
25. ábra: Az időpontokhoz tartozó pH a mérési helyszínek függvényében

A pH értéke a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet szerint 6,5 és 9 közé kell, hogy essen. Ennek a feltételnek minden minta megfelelt, egyet leszámítva (25. ábra). Az augusztusi mérés során a 7., azaz a Szinvaterasznál vett vízminta elérte a 9-es értéket, de azt nem haladta meg. Így elmondható, hogy ennek a komponensnek a tekintetében nem tapasztalható szennyezés.



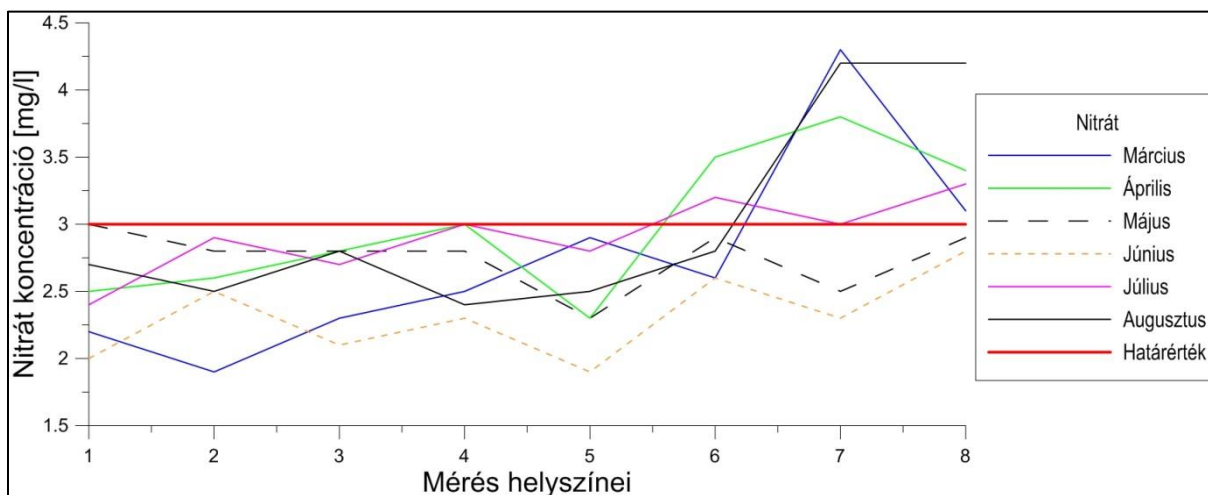
26. ábra: Az ortofoszfát márciusi, júniusi és augusztusi értékei

A vízmintákat ortofoszfátra vizsgálva hamar megállapítható, hogy a minták nagy része meghaladja a határértéket. A fenti diagram alapján (26. ábra) márciusban az ortofoszfát koncentráció épphogy meghaladja a határértéket, viszont júniusban már magasabb értékeket mutat a görbe. A legdurvább kiugrást augusztusban tapasztalhatjuk, akkor a 6. és 7. ponton (Kiss Ernő utca és Szinvaterasz) 0,5 mg/l feletti koncentrációk vannak, majd az utolsó állomáson, a Fonoda utcán az értékek felugranak a kb. 2 mg/l-es értékre. Mivel a határérték 0,1 mg/l, ez már komolyabb szennyezésnek minősül, valószínűsíthetően a Fonoda utcai telephelyek valamelyike felelős a koncentráció megemelkedéséért.



27. ábra: Az időpontokhoz tartozó ammónium koncentrációk a mérési helyszínek függvényében

Az ammónium koncentráció vizsgálatok megállapítható, hogy a 0,3 mg/l-es határértéket 3 alkalommal lépte át a Szinva (27. ábra). Márciusban és áprilisban a 6. pontnál (Kiss Ernő utca), és augusztusban a 7. pontnál (Szinvaterasz). A legmagasabb értéket áprilisban éri el, akkor közel duplája a határértéknek. Ennek a magyarázata esetleg a volt LKM telephelyéről bekerülő szennyeződés, de a mérési hiba lehetősége is fennáll.



28. ábra: Az időpontokhoz tartozó nitrát koncentrációk a mérési helyszínek függvényében

A határértékek vizsgálatát a nitrát tartalommal zártam (28. ábra). Ebben esetben megállapítható, hogy márciusban, áprilisban, júliusban és augusztusban a vizsgált minták meghaladták a 3 mg/l-es határértéket. A legmagasabb koncentrációkat márciusban a 7. ponton (Szinvaterasz), és augusztusban a 7. és 8. ponton (Szinvaterasz és Fonoda utca) mértem. Ezekben az esetekben az értékek csaknem másfélszeresei a határértéknek. Áprilisban a Szinvaterasznál kb. 4 mg/l-es értéket haladja meg a koncentráció, míg júliusban a legkisebbek az eltérések. A határértéktől való eltérés lehetséges okai a Kiss Ernő utca közelében található volt LKM telephelyének esetleges szennyezése, a Szinvateraszon a belváros környezetterhelése, a Fonoda utcán pedig az ott található ipartelepek károsító hatása.[http6]

A Víz Keretirányelv előírásai szerint az Európai Unió tagállamaiban 2015-ig jó állapotba kell hozni minden felszíni és felszín alatti vizet, és fenntarthatóvá kell tenni a jó állapotot. Az így készült jelentésekben az egyik megfogalmazódott probléma, hogy a nem megfelelően tisztított lakossági szennyvizek bevezetése a mikrobiológiai állapotot befolyásolják. Ezen dolog kapcsán a Szinva is érintett.

A méréseim is azt igazolják, hogy a különböző koncentrációk esetén a vízminták elérik, sőt, sok esetben meghaladják a határértéket.

9. Összegzés

Kutatómunkámban a Szinva-patak vízminőségének vizsgálatát 8 ponton végeztem el, amely során a havi rendszerességgel vett mintákat fizikai és kémiai paraméterekre vizsgáltam. Ezek a következők: hőmérséklet, pH, vezetőképesség, oldott oxigén-, hidrogénkarbonát-, klorid-, szulfát-, ammónium-, nitrát-, ortofoszfát-, nátrium-, kálium-, kalcium- és magnézium-tartalom.

Munkám során meg akartam ismerni a patak komponenseinek alakulását, miközben elsajátítom a vízminőség-vizsgálat alapjait. Mérési eredményeimet a Mellékletek című fejezetben foglalom össze. Először az Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőség adatait elemeztem 1968-ig visszamenően, majd a saját méréseimnél azokra az eltérésekre kerestem a választ, amit a Lyukó-pataknál tapasztaltam, állításaimat szerettem volna bebizonyítani. Továbbá a mért koncentrációkat összevetettem a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben meghatározott határértékekkel, és az eltérést mutató értékek okára próbáltam választ találni.

Mindent összevetve elmondható, hogy a Szinva vízminősége sokat javult az évek folyamán, mivel a Miskolcon üzemelő gyárak, amelyek a fő szennyező forrásainak számítottak, vagy már nem működnek, vagy változtattak szennyvíztisztító rendszerükön. Fontos megemlíteni, hogy a kommunális szennyvízelvezetés is javult az évtizedek alatt. A különböző paraméterek bizonyos mérési pontokon még mindig meghaladják a határértéket, tehát továbbra is érdemes hangsúlyt fektetni a Szinva vízminőségének javítására, illetve a megkérdőjelezhető ipartelegeket hasznos lenne megvizsgálni környezetvédelmi szempontból, és amennyiben nem felelnek meg az előírásoknak, úgy a szükséges intézkedéseket megtenni. A mérések során tapasztalt eltérés a Lyukó-pataknál az eltérő geológiai viszonyokra vezethető vissza, hiszen a két patak vízgyűjtő területe földtani szempontból különbségeket mutat.

Kutatásomat szeretném tovább folytatni, és egy év adatai alapján is vizsgálni a Szinvát, melytől azt remélem, hogy ismeretanyagomat tovább mélyíthetem a felszíni vizekben lejátszódó folyamatokról.

10. Felhasznált irodalom

- 1) Bene Béla: Adatok a Szinva-patak ismeretéhez. Miskolci Öko-kör. 2002
- 2) Szűcs Péter, Sallai Ferenc, Zákányi Balázs, Madarász Tamás: Vízkészletvédelem. Bíbor kiadó. 2009
- 3) Dr. Percsich Kálmán: Bevezetés a vízanalitikába. SZIE Kiadó. 2005
- 4) Dr Balázs Lóránt: A kémia története. Nemzeti Tankönyvkiadó. 1996
- 5) Papp Sándor: Szervetlen kémia. Tankönyvkiadó. 1988
- 6) Fábián I.: Spektrofotometria. Debreceni Egyetem Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék – Debrecen. 2009
- 7) ITENVIRO Környezetvédelmi Szolgáltató Kft.: Használati útmutató Eijkelkamp 18.52.01 Multiméterek – Budapest. 2008.
- 8) Kristóf: Kémiai Analízis II. Veszprémi Egyetemi Kiadó

11. Internetes irodalom

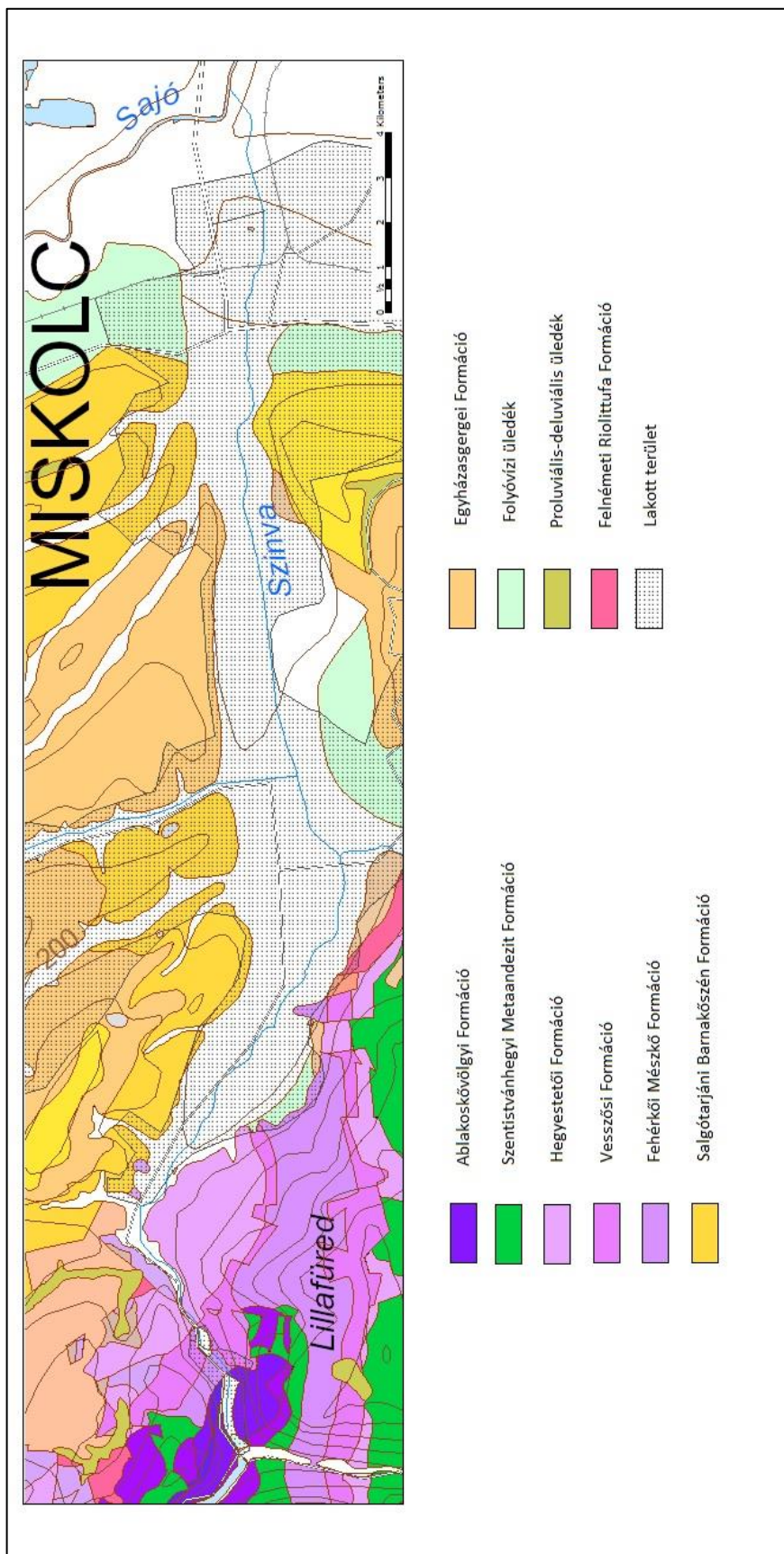
- http1) http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/varosok_jellemzoi/Miskolc/
Letöltés: 2014.10.05
- http2) <http://www.bnpi.hu>
Letöltés: 2014.10.05
- http3) http://www.hidrologia.hu/vandorgyules/31/dolgozatok/137_fazold_adam.html
Letöltés: 2014.10.11
- http4) <http://www.kvvm.hu/szakmai/karmentes/kiadvanyok/karmutmutato6/203-06.htm>
Letöltés: 2014.10.25
- http5) <http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/hidrogeologia/ch12s02.html>
Letöltés: 2014.10.25
- http6) http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A1000010.VM
Letöltés: 2014.10. 23

12. Ábrajegyzék

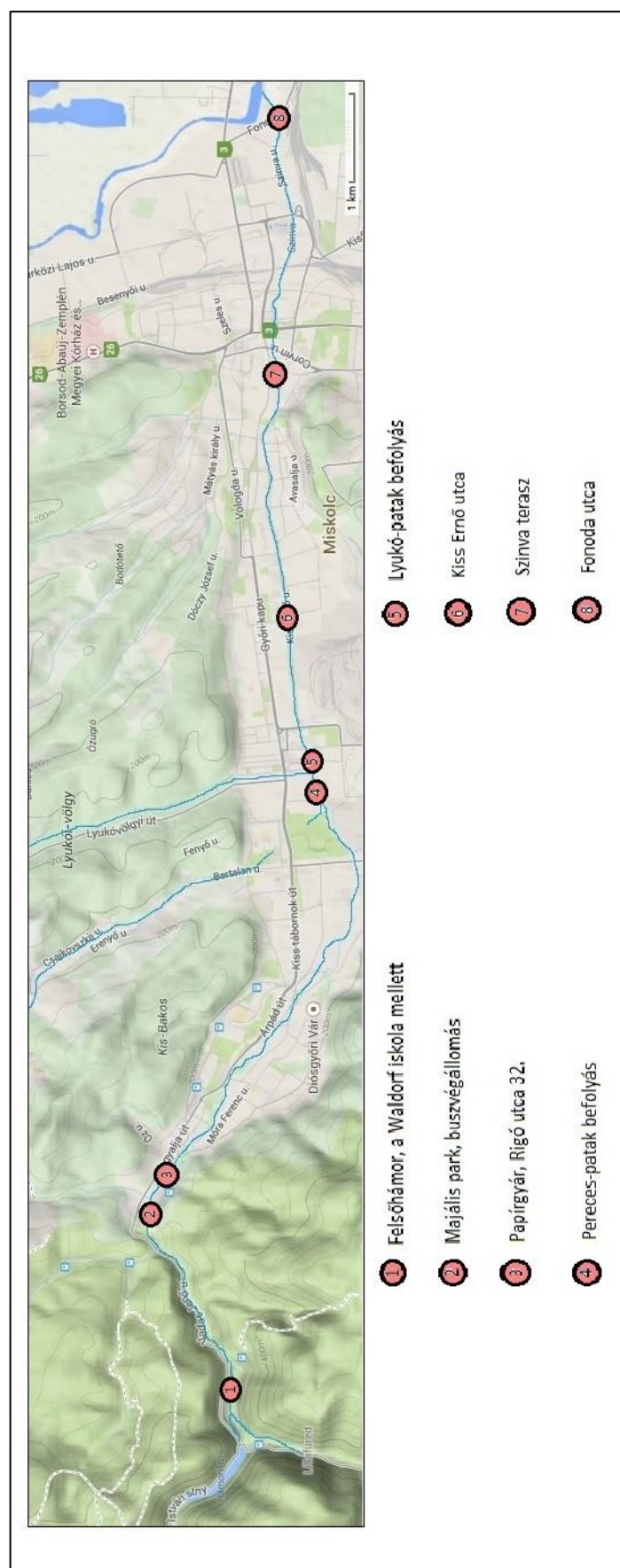
1. ábra: A Szinva vonalának domborzati térképe (Google Maps).....	6
2. ábra: Eijkelkamp 18.52.01 Multiméter (Lakatos O., 2014).....	10
3. ábra: Hach HQ30D multiméter (Lakatos O., 2014)	11
4. ábra: Hach DR/2000 típusú spektrofotométer (Lakatos O., 2014).....	11
5. ábra: AAS- atomabszorpciós spektrométer (Lakatos O., 2014).....	12
6. ábra: A Diósgyőri Papírgyár (www.dipa.hu)	13
7. ábra: A Diósgyőri Gépgyár egykori épületei (www.wikipedia.hu).....	14
8. ábra: Az egykori LKM (www.orszagalbum.hu).....	14
9. ábra: A Szinva vezetőképessége, anion- illetve kation ekvivalens értékei a Papírgyárnál 1968 és 2005 között	15
10. ábra: A Szinva vezetőképessége, anion-, illetve kation ekvivalens értékei a Fonoda utcán 1968 és 2005 között	16
11. ábra: A Szinva vezetőképessége, anion- illetve kation ekvivalens értékei a Papírgyárnál 1968 és 1976 között	16
12. ábra: A vezetőképesség alakulása a Fonoda utcán 1968 és 2005 között	17
13. ábra: A Szinva vezetőképessége és oldott oxigén- tartalma a Fonoda utcán 1968 és 2005 között .	18
14. ábra: Vízhőmérséklet-vizsgálat Felsőhámornál (Lakatos O., 2014)	19
15. ábra: A Szinva vezetőképessége, anion-, illetve kation ekvivalens értékei Felsőhámornál	20
16. ábra: A Szinva vezetőképessége, anion-, illetve kation ekvivalens értékei a Fonoda utcán	20
17. ábra: A Szinva vezetőképessége, anion-, illetve kation ekvivalens értékei a Lyukó-patak befolyásánál.....	21
18. ábra: Az összes mérési pont vezetőképessége az idő függvényében.....	21
19. ábra: Az időpontokhoz tartozó vezetőképesség a mérési helyszínek tekintetében.....	22
20. ábra: A pH alakulása a mérési helyszínek függvényében	22
21. ábra: Az áprilisi, májusi és augusztusi ortofoszfát koncentráció a mérési helyszínek függvényében	23
22. ábra: Az ammónium- és nitrát ion koncentráció júniusban	23
23. ábra: A kationok koncentrációjának alakulása márciusban.....	24
24. ábra: A Szinva és a Lyukó vízkémiai paraméterei Piper-diagramon	25
25. ábra: Az időpontokhoz tartozó pH a mérési helyszínek függvényében	26
26. ábra: Az ortofoszfát márciusi, júniusi és augusztusi értékei.....	26
27. ábra: Az időpontokhoz tartozó ammónium koncentrációk a mérési helyszínek függvényében.....	27
28. ábra: Az időpontokhoz tartozó nitrát koncentrációk a mérési helyszínek függvényében	27

13. Melléklet

I.sz. Melléklet: A Szinva vonalának földtani térképe



II.sz. Melléklet: Színva vonalának domborzati térképét az állomásokkal



III. számú Melléklet: Mérési eredmények

Felső-Hámar, Waldorf iskola	Március	Április	Május	Június	Július	Augusztus
hőmérséklet [°C]	8,6	13,6	14,4	16,6	18,6	16,8
pH	8,2	6,26	6,04	8,31	8,3	8,37
vezetőképesség [μS/cm]	446	401	451	431	445	456
oldott oxigén [mg/l]	10,76	9,75	9,95	9,42	9	9,58
szulfát [mg/l]	40	10	10	20	0	10
hidrogénkarbonát [mg/l]	256,0588	235,92	261,8129	256,0588	261,81	263,1807
klorid [mg/l]	10,6788	10,1934	4,3686	7,281	9,22	12,6204
ortofoszfát [mg/l]	0,01	0,16	0,08	0,05	0,09	0,09
ammónia [mg/l]	0,09	0,25	0	0,01	0,09	0,1
nitrát [mg/l]	2,2	2,5	3	2	2,4	2,7
Na [mg/l]	6,871	6,394	4,198	5,15	5,77	6,29
K [mg/l]	1,47	1,643	0,829	1,195	5,75	3,37
Ca [mg/l]	95,57	67,69	83,98	70,63	71,13	81,85
Mg [mg/l]	11,18	8,1	7,14	11,91	11,29	12,72
Összes anion ekv [meq/l]	5,37	4,41	4,67	4,85	4,59	4,92
Összes kation ekv [meq/l]	6,04	4,39	4,99	4,77	4,89	5,50

Majális-park, végállomás	Március	Április	Május	Június	Július	Augusztus
hőmérséklet [°C]	9,5	13,6	17,4	17,3	17,9	17,2
pH	8,7	6,75	5,95	8,45	8,3	8,59
vezetőképesség [μS/cm]	459	403	442	435	488	444
oldott oxigén [mg/l]	11,15	9,91	9,5	9,14	9,1	9,58
szulfát [mg/l]	40	40	0	20	10	40
hidrogénkarbonát [mg/l]	253,1817	230,17	233,0423	247,4276	284,83	263,1807
klorid [mg/l]	11,1642	10,6788	7,281	8,2518	10,68	12,6204
ortofoszfát [mg/l]	0,02	0,15	0,08	0,09	0,18	0,1
ammónia [mg/l]	0,07	0,23	0,03	0,05	0,08	0,12
nitrát [mg/l]	1,9	2,6	2,8	2,5	2,9	2,5
Na [mg/l]	7,276	6,434	5,485	5,391	5,98	6,42
K [mg/l]	1,61	1,897	0,98	1,372	5,84	2,42
Ca [mg/l]	107,4	63,54	89,54	66,09	79,95	77,91
Mg [mg/l]	10,97	8,53	10,27	11,3	12,12	12,65
Összes anion ekv [meq/l]	5,33	4,95	4,07	4,75	5,23	5,55
Összes kation ekv [meq/l]	6,63	4,22	5,59	4,51	5,41	5,28

<u>Papírgyár, Rigó utca</u>	<u>Március</u>	<u>Április</u>	<u>Május</u>	<u>Június</u>	<u>Július</u>	<u>Augusztus</u>
hőmérséklet [°C]	9,4	13,6	17,7	17,4	18,2	17,7
pH	8,58	6,43	6,05	8,57	8,4	8,64
vezetőképesség [μ S/cm]	460	404	439	435	489	442
oldott oxigén [mg/l]	11,13	10,1	9,76	9,32	9,4	10,42
szulfát [mg/l]	40	20	10	10	30	20
hidrogénkarbonát [mg/l]	247,4276	227,29	241,6735	244,5505	281,95	268,8405
klorid [mg/l]	11,1642	10,1934	6,7956	7,7664	10,68	13,5912
ortofoszfát [mg/l]	0,01	0,1	0,05	0,15	0,09	0,13
ammónia [mg/l]	0,02	0,22	0,06	0,08	0,09	0,05
nitrát [mg/l]	2,3	2,8	2,8	2,1	2,7	2,8
Na [mg/l]	7,239	6,298	5,537	5,434	6,31	6,57
K [mg/l]	1,61	1,917	0,987	1,394	6,18	3,55
Ca [mg/l]	112,6	63,42	81,34	75,36	80,74	76,62
Mg [mg/l]	11,52	8,57	9,84	12,18	12,48	10,86
Összes anion ekv [meq/l]	5,24	4,48	4,41	4,47	5,59	5,26
Összes kation ekv [meq/l]	6,94	4,21	5,15	5,05	5,50	5,10

<u>Pereces-patak torkolat</u>	<u>Március</u>	<u>Április</u>	<u>Május</u>	<u>Június</u>	<u>Július</u>	<u>Augusztus</u>
hőmérséklet [°C]	11,4	17,7	21,2	19,6	18,6	21,5
pH	8,49	5,93	6,06	8,28	8,3	8,62
vezetőképesség [μ S/cm]	617	630	512	501	589	523
oldott oxigén [mg/l]	10,43	9,8	9,35	8,97	9,1	10,97
szulfát [mg/l]	80	90	70	50	70	80
hidrogénkarbonát [mg/l]	281,9524	302,09	267,5671	256,0588	302,09	266,0106
klorid [mg/l]	22,8138	20,8722	12,135	11,6496	17,47	19,9014
ortofoszfát [mg/l]	0,05	0,42	0,1	0,14	0,37	0,21
ammónia [mg/l]	0,05	0,22	0,03	0,06	0,14	0,23
nitrát [mg/l]	2,5	3	2,8	2,3	3	2,4
Na [mg/l]	15,07	13,36	9,061	8,042	11,55	12,2
K [mg/l]	3,77	2,985	2,01	2,939	11,3	4,03
Ca [mg/l]	105,4	101,8	81,53	74,28	94,32	95,98
Mg [mg/l]	15,2	13,46	13,36	11,74	14,24	14,05
Összes anion ekv [meq/l]	6,97	7,48	6,23	5,61	6,96	6,63
Összes kation ekv [meq/l]	7,28	6,87	5,62	5,11	6,69	6,60

<u>Lyukó-patak torkolat</u>	<u>Március</u>	<u>Április</u>	<u>Május</u>	<u>Június</u>	<u>Július</u>	<u>Augusztus</u>
hőmérséklet [°C]	10,2	18,3	21,7	19,6	18	21,2
pH	8,32	6,12	6,05	8,25	8,2	8,6
vezetőképesség [μ S/cm]	1258	1085	606	627	835	593
oldott oxigén [mg/l]	11,09	9,73	9,31	6,83	8,5	11,26
szulfát [mg/l]	270	220	80	50	120	80
hidrogénkarbonát [mg/l]	411,4203	397,04	250,3047	261,8129	391,28	297,1395
klorid [mg/l]	55,3356	44,6568	15,5328	11,6496	33,49	24,27
ortofoszfát [mg/l]	0,12	0,19	0,56	0,16	0,52	0,3
ammónia [mg/l]	0,11	0,27	0,03	0,04	0,26	0,18
nitrát [mg/l]	2,9	2,3	2,3	1,9	2,8	2,5
Na [mg/l]	47,4	33,76	12,03	7,644	24,24	15,84
K [mg/l]	10,59	1,962	2,581	3,01	23,2	5,06
Ca [mg/l]	139,9	141,7	88,35	77,2	121,4	92,82
Mg [mg/l]	46,32	37,82	15,52	12,37	28,79	16,97
Összes anion ekv [meq/l]	13,98	12,39	6,26	5,7	9,92	7,27
Összes kation ekv [meq/l]	13,15	11,73	6,29	5,29	10,10	6,87

<u>Kiss Ernő utca- Lidl fahíd</u>	<u>Március</u>	<u>Április</u>	<u>Május</u>	<u>Június</u>	<u>Július</u>	<u>Augusztus</u>
hőmérséklet [°C]	11,1	18,1	23	20,5	18,5	21,9
pH	8,54	5,82	6,09	8,3	8,3	8,88
vezetőképesség [μ S/cm]	646	615	491	521	646	560
oldott oxigén [mg/l]	9,49	8,38	10,45	8,88	9,2	11,32
szulfát [mg/l]	100	90	60	70	80	90
hidrogénkarbonát [mg/l]	287,7065	293,46	227,2881	241,6735	342,37	282,99
klorid [mg/l]	24,27	21,3576	12,6204	17,4744	20,87	25,7262
ortofoszfát [mg/l]	0,14	0,41	0,53	0,28	0,47	0,53
ammónia [mg/l]	0,45	0,65	0,06	0,06	0,23	0,23
nitrát [mg/l]	2,6	3,5	2,9	2,6	3,2	2,8
Na [mg/l]	17,47	15,03	9,718	13,21	15,33	16,77
K [mg/l]	4,82	3,823	1,954	3,93	15,46	3,94
Ca [mg/l]	111,6	101	75,75	76,69	100,1	85,56
Mg [mg/l]	16,21	12,96	12,26	13,07	18,94	15,19
Összes anion ekv [meq/l]	7,53	7,36	5,4	5,96	7,93	7,3
Összes kation ekv [meq/l]	7,82	6,90	5,27	5,59	7,64	6,37

Szinva terasz	Március	Április	Május	Június	Július	Augusztus
hőmérséklet [°C]	11,2	18,4	23,8	21,1	18,6	21,9
pH	8,65	5,81	6,02	8,26	8,4	9
vezetőképesség [μ S/cm]	682	705	504	549	675	619
oldott oxigén [mg/l]	9,65	8,57	8,89	8,7	9,1	10,75
szulfát [mg/l]	100	110	80	90	90	80
hidrogénkarbonát [mg/l]	296,3377	307,85	235,9193	230,1652	316,48	277,3302
klorid [mg/l]	27,1824	26,2116	14,0766	16,989	22,33	32,5218
ortofoszfát [mg/l]	0,15	0,44	0,2	0,37	0,26	0,53
ammónia [mg/l]	0,19	0,27	0,02	0,08	0,18	0,32
nitrát [mg/l]	4,3	3,8	2,5	2,3	3	4,2
Na [mg/l]	20,29	19,88	11,13	13,97	17,28	20,47
K [mg/l]	6,15	4,795	2,471	4,717	17,04	5,52
Ca [mg/l]	112,2	119	73,7	84,31	101,8	95,72
Mg [mg/l]	18,74	15,68	12,3	15,39	16,76	15,73
Összes anion ekv [meq/l]	7,78	8,15	5,98	6,18	7,75	7,21
Összes kation ekv [meq/l]	8,20	8,24	5,25	6,21	7,67	7,13

Sajó torkolat- Fonoda, híd	Március	Április	Május	Június	Július	Augusztus
hőmérséklet [°C]	12,5	18,3	24	22,4	19,1	23,7
pH	8,7	5,85	6,04	8,52	8,4	8,81
vezetőképesség [μ S/cm]	646	696	513	592	664	634
oldott oxigén [mg/l]	9,07	9,24	9,19	8,95	8,7	11,03
szulfát [mg/l]	110	120	70	120	80	110
hidrogénkarbonát [mg/l]	270,4441	310,72	267,5671	230,1652	307,85	285,8199
klorid [mg/l]	26,697	25,7262	19,9014	20,3868	23,79	28,1532
ortofoszfát [mg/l]	0,14	0,45	0,57	0,61	0,57	2,04
ammónia [mg/l]	0,13	0,25	0,02	0,07	0,16	0,19
nitrát [mg/l]	3,1	3,4	2,9	2,8	3,3	4,2
Na [mg/l]	20,69	20,18	12,83	17,88	17,76	19,87
K [mg/l]	6,27	4,78	2,624	5,295	17,58	5,66
Ca [mg/l]	96,26	119,2	75,52	90,02	100,5	98
Mg [mg/l]	16,82	16,86	12,81	16,64	16,59	14,34
Összes anion ekv [meq/l]	7,53	8,39	6,47	6,91	7,45	7,90
Összes kation ekv [meq/l]	7,26	8,36	5,46	6,79	7,62	7,10