

Міністерство освіти і науки України
Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II
Кафедра Біології та хімії

Реєстраційний № _____

Дипломна робота
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕНOSTІ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ
НА БЕРЕГІВСЬКОМУ ВІДРІЗКУ РІЧКИ ВЕРКЕ

ГАГЕР КРИСТІАН ФЕДОРОВИЧ

Студент IV-го курсу

Спеціальність біологія

Освітній рівень: бакалавр

Тема затверджена на засіданні кафедри

Протокол № _____ / 2017

Науковий керівник:

Чома Золтан Золтанович, PhD

доцент

Завідувач кафедру Біології та хімії:

Буцко Степан Степанович

кандидат хімічних наук, доцент

Робота захищена на оцінку _____, «__» _____ 2017 року

Протокол № _____ / 2017

**Міністерство освіти і науки України
Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II
Кафедра Біології та хімії**

**Дипломна робота
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕНОСТІ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ
НА БЕРЕГІВСЬКОМУ ВІДРІЗКУ РІЧКИ ВЕРКЕ**

Освітній рівень: бакалавр

Виконавець: студент IV-го курсу

спеціальність біологія

Гагер Крістіан Федорович

Науковий керівник: Чома Золтан Золтанович, PhD

доцент

Рецензент: Буцко Степан Степанович

кандидат хімічних наук, доцент

Ukrajna Oktatási és Tudományügyi Minisztériuma
II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola
Biológia és Kémia Tanszék

**AZ ÜLEDÉK NEHÉZFÉM SZENNYEZETTSÉGÉNEK VIZSGÁLATA A
VÉRKE PATAK BEREGSZÁSZI SZAKASZÁN**

Szakedolgozat

Készítette: Háger Krisztián
IV. évfolyamos
biológia szakos hallgató

Témavezető: Dr. Csoma Zoltán, PhD
docens

Recenzens: Buczkó István
a kémiai tudományok kandidátusa, docens

Tartalomjegyzék

Bevezetés	8
I. Irodalmi áttekintés.....	10
1. Vérke.....	10
1.1. Tézisek a Vérke történetéből	11
1.2. A Vérke – mint a Borzsát és a Latorcát összekötő csatorna	13
1.3. Vérke bioindikációs mutatói	13
2. Nehézfémek	14
2.1. Ólom lehetséges forrásai.....	14
2.2. Nehézfémek túlsúlyának és hiányának hatásai a szervezetre	15
2.3. Nehézfémek határértékei az EU-ban	17
2.4. Vérke monitoring eredményei	18
2.5. Nehézfémek lehetséges forrásai.....	19
2.6. Vérke nehézfém szennyezettsége 2015-ben	21
2.7. 2016-17-es mintavételezéseim eredményei	22
II. Anyag és módszertan	24
1. Mintavételezési pontok jellemzése	24
2. Mintavételezés módja	28
3. A pH érték mérése	29
3.1. A vízminta fajlagos vezetőképességének meghatározása	30
4. Nehézfémek mérése	30
III. Eredmények és értékelés	32
1. Vezetőképesség és pH	32
1.1. Vezetőképesség.....	32
1.2. Az iszap kémhatása.....	33
2. Nehézfémkoncentráció	34
2.1. A réz koncentrációja a Vérkébe iszapban.....	35
2.2. A cink koncentrációja a Vérkébe iszapban.....	36
2.3. A mangán koncentrációja a Vérkébe iszapban	37

2.4. A vas koncentrációja a Vérkébe iszapban.....	38
2.5. Az ólom koncentrációja a Vérkébe iszapban.....	39
Összefoglalás	40
Резюме	42
Irodalomjegyzék	44
Ábrák jegyzéke	46
Táblázatok jegyzéke	47

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
I. Літературний огляд	10
1. Верке	10
1.1. Тези про історію Верке	11
1.2. Верке як ріка яка з'єднує Боржаву та Латорицю	13
1.3. Біоіндикаційні показники Верке	13
2. Важкі метали	14
2.1. Можливі джерела свинця.....	14
2.2. Вплив надмірної ваги та нестачі важких металів в організації	15
2.3. Межі важких металів в Євросоюзі	17
2.4. Результати моніторингу Верке	18
2.5. Можливі джерела важких металів.....	19
2.6. Забрудженість Верки важкими металами у 2015 році	21
2.7. Результати відбору проб у 2016 та 2017 році	22
II. Матеріали та методи дослідження	24
1. Опис точок відбору	24
2. Шлях відбору проб	28
3. Вимірювання рН	29
3.1. Визначення провідності води	30
4. Визначення концентрації важких металів	30
III. Результати досліджень та їх обговорення.....	32
1. Провідність та рН.....	32
1.1. Провідність у точках відбору	32
1.2. Рівень рН на точках відбору	33
2. Концентрація важких металів у річці Верке	34
2.1. Концентрація міді у річці Верке	35

2.2. Концентрація цинка у річці Верке	36
2.3. Концентрація марганця у річці Верке	37
2.4. Концентрація заліза у річці Верке	38
2.5. Концентрація веститу у річці Верке	39
Висновки	40
Резюме	42
Список літератури	44
Список рисунків	46
Список таблиць	47

BEVEZETÉS

A Vérke Beregszász egyetlen folyója, amely két részre osztja a várost. Korábban a Vérke volt Beregszász egyik közösség összetartó ereje, a strandokon az emberek összegyűltek fürödni és pihenni. Az elmúlt 10 évben a Vérke állapota rohamosan romlott és egyre szennyezettebbé vált, napjainkban már az emberek tudatában nem is folyó, hanem szennyvízelvezető csatornaként van számon tartva.

Vannak próbálkozások, hogy a Vérkét visszaállítsák eredetihez hasonló állapotába, sajnos csak a lakosság egy része érzi ezt küldetésének, így csak egyes szakaszokat tisztítottak meg. A lakosság másik része viszont élvezi, hogy nem kell fizetnie a szennyvízelvezetésért, hanem beleengedheti a Vérkébe, így nekik nem érdekük a Vérke tisztántartása.

Beregszászban a szennyvízcsatorna-hálózat kiépítése csak részleges, további 21 km csatorna hiányzik, ennek hiányában a Vérke partján élők a szennyvizet gyakran beleengedik a folyóba. A Kárpátaljai Megyei Vízgazdálkodás adatai szerint 2010-ben 521 ezer m³ szennyvíz került a Vérkébe (VINCE, 2013).

Munkám témája a Vérke medrében leülepedett iszap nehézfém szennyezettségének vizsgálata a folyó Beregszászi szakaszán. A Vérke folyó városi szakaszának ökológiai állapota a legrosszabb, főleg antropogén tényezők állnak a háttérben, valamint a termálfürdők vizeinek folyóba engedése. A kutatásom a Vérke folyó Beregszászi szakaszának nehézfém vizsgálatán alapszik. Az általam mért nehézfémek: réz, cink, mangán, vas, és ólom.

A folyó szennyezettségének vizsgálatát személyes küldetésemnek is érzem, mint városi lakosnak rossz naponta elhaladni egy koszos folyó mellett. Tudom, hogy a kutatásom nem fogja megoldani ezt a problémát, de remélem, hogy a folyó védelmére buzdítja a lakosokat.

A munkám három fő részből, terepi munkából, laboratóriumi vizsgálatokból és azok kiértékeléséből áll. Az iszap nehézfém szennyezettségén kívül megvizsgáljuk a folyó pH értékét és vezetőképességét az általam választott hat mintavételezési ponton. A mintavételezési pontokat megpróbáltam úgy kiválasztani, hogy azok megfelelő távolságra legyenek egymástól, valamint megközelíthető legyen.

A Kárpátaljai Ökológiai és Természeti Erőforrások Hivatala rendszeres vizsgálatokat végez a Vérkén is. Viszont a hivatal csak egy mintavételezési ponton figyeli a nehézfémek koncentrációját. A hiányosságok közé tartozik még az is, hogy csak évi egy vizsgálatot végeznek, ami nem mutatja az évszakos változásokat. Tavasszal, mikor a Vérkébe beengedik a vizet, valószínűsíthető, hogy a szennyeződés hígul és nem olyan mértékű, mint ősszel vagy télen.

A munkám célja a Vérke folyó üledéke nehézfém szennyezettségének vizsgálata, ami a következő feladatok elvégzését igényeli:

- Irodalmak összegyűjtése
- Mintavételezési pontok kiválasztása, terepjárás
- Mintavételezés
- Laboratóriumi vizsgálatok
- A kapott adatok kiértékelése

I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1. Vérke

Kárpátalja – vizekben egyik leggazdagabb régiója Ukrajnának. A megye területén 9429 folyó, patak folyik, melyeknek össz. hossza 19,86 ezer km, ebből 152 folyó hossza meghaladja a 10 km-t, 4 meghaladja a 100 km-t (Tisza, Latorca, Ung és a Borzsava folyók). A folyók átlag sűrűsége $1,7 \text{ km/km}^2$, amely Ukrajnában a legnagyobb. A meglévő víztartalékok a megyében egyenetlenül oszlanak meg. A legnagyobb víztömegű folyó a Tisza. A Tisza hordozza az összes meglévő víztartalékok 75%-át, a többi 25%-ot az Ung és a Latorca. A megye vízellátásának 80%-át az Ung és a Latorca folyók vízkészleteiből biztosítják, ami a folyók túlterheléséhez vezet.

A vízellátás főbb forrásai Kárpátalján: a városok és a települések lakossága számára – felszínalatti vizek, az ipar számára – felszíni és felszínalatti vizek, az öntözés számára – felszíni vizek.

A jelenlegi vízforrások védelme érdekében szükség van a létrehozott szabályok betartására, a szennyező források felderítésére és elhárítására, vízvédelmi zónák kialakítására (SZUHÁNYI, 2015).

PÁLFAI (2000) és WOYNAROVICH (1998) foglalkoznak a Borzsával, VASS és munkatársai (2009) és SOMOGYI (2002) foglalkoznak a Tiszával, de a vérkével nagyon kevés irodalom foglalkozik.

A munkámon kívül nagyon kevés kutatás található meg a Vérkével kapcsolatban egy ilyen KURTYÁK és CSOMA (2014) kutatása A Véreke–csatorna vízminőségének változásáról a térben.

A Vérke létrehozásának, ahogy látni is fogjuk a következőkben az volt a célja, hogy eltereljék vele a Szernye mocsár vizét. Másodlagos célnak megfogalmazható, hogy amikor elkezdték kikövezni akkor szerették volna javítani vele a város kinézetét. Tehát, a Vérke a városban díszítő funkciót is ellátott, valamint sokan használták a part menti mezők kertek öntözéséhez a vizét. A Véreke még két évtizeddel ezelőtt is betöltötte a közösség összetartó erejét, a családok hétvégén a kikövezett folyó partjára kimentek fürödni, vagy akár szőnyeget mosni. Sajnos e funkcióit az utóbbi időben elvesztette erős szennyezettsége miatt.

ZÁKÁNYI (2010) Környezetvédelem alapjai munkájában található néhány javaslat, hogy hogyan lehetne tisztábbá tenni egy folyót.

1.1. Tézisek a Vérke történetéből:

2. A Vérke medrébe terelésének célja elsősorban a mocsaras területek lecsapolása és mezőgazdasági hasznosítása, a vidék lakosságának ivóvízellátása, üdülőhelyek kiépítése volt (1. ábra).



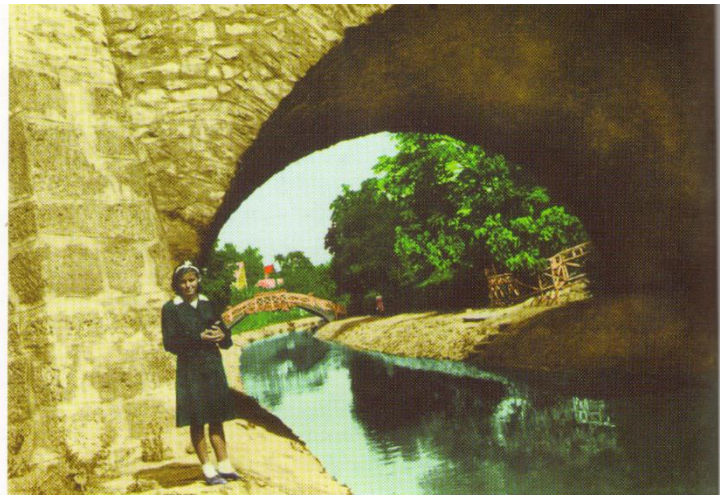
1. ábra. A fotón: A Vérke Terelése (Sepa János magángyűjteményéből)

3. A Vérke medrének kikövezését a Csere erdő eladásából finanszírozták, ami 8940 korona bevételt hozott a városi tanácsnak. A kikövezés 1936-37-ben kezdődött és 3 évig tartott (2. ábra).



2. ábra. A fotón: A kikövezés pillanatai 1936-ban (Sepa János magángyűjteményéből)

4. A beregszászi központi kőhidat Petruska János mester építette 1850 és 1853 között Andrisics polgármestere idején (3. ábra).



3. ábra. A fotón: Az egykori fahíd és kőhid egy nyilasánál (Sepa János magángyűjteményéből)

5. A vérke teljes hossza 36,6 km, ebből Beregszász területén 7,7 km. A kikövezett rész 2,4 km a strandtól a sportbázisig. A Vérke mélysége Beregszász területén 1903-ban 4-6 m, ma 40-60 cm, szélessége 1903-ban 15-19 m, ma átlagosan 4,5 m (4. ábra).



4. ábra. A fotón: Platánfák a mai oázis parknál (Sepa János magángyűjteményéből)

6. A Vérke medrébe terelés idelyén Gáthy Zsigmond volt Beregszász polgármestere, a kikövezés befejezésekor pedig Dr. Hubay Kálmán (BABIÁK, 2010).

1.2. A Vérke – mint a Borzsát és a Latorcát összekötő csatorna

A mocsár a tavaszi és őszi esőzések következtében szinte mindig tengerré duzzadt. A Szernye-mocsár lecsapolásra már a XVIII. század utolsó harmadában tervet dolgoztak ki. Budinszky János Bereg vármegyei mérnök 1771-ben a láp „kiszáradását” úgy képzelte el, hogy a mocsarat tápláló Vérke folyást visszafordítja, és a fölösleges vízmennyiséget a Borzsa folyón át a Tiszába vezeti.

A megvalósításra több intézkedést hoztak, így térképet szerkesztettek a mocsárról, megrajzolták a tervezett csatornák hálózatát, sőt a költségvetést is kidolgozták. 1795-ben Gát község alatt, a Véke-Szernye torkolatánál megkezdtek egy kőgát építését, de azt – mielőtt teljesen elkészült volna – 1798-ban az árvíz elmosta. A mocsár ezután is folyamatosan víz alatt állt 1854-ig, amikor gáttal elzárták a két folyó torkolatát.

A XVIII-XIX. század vízépítő mérnökei jól látták, hogy csak a Vérke folyó Borzsa folyóból való kifolyásának a lezárásával lehetséges a Szernye-mocsár lecsapolása, illetve nagy részének a kiszáritása.

A hatalmas lápot azonban addig, amíg 1854-ben a Vérke-Borzsa folyók torkolatát nem zárta el gáttal a Tisza-szabályozásai Társulat – állandóan víz borította. Ekkor azonban a Nagyborzsova és Bene települések között, a Borzsa folyóból kiszakadó Vérkét zsilippel zárták el, és vízmennyiségének négyötödét visszaszorították. Így született meg a Vérke medrébe terelésének gondolata.

Mivel már a XIX. században fontosnak tartották a Vérke-meder tisztán tartását, nem meglepő, hogy ekkor indult látványos fejlődésnek a belvízszabályozás folyamata.

A Szernye mocsár lecsapolása további munkálatok elvégzését vonta maga után, hiszen a fő csatornahálózat több oldalbeeresztő megépítését is megkívánta annak érdekében, hogy a vizet minden akadály nélkül levezethessék (BABJÁK, 2010).

1.3. Vérke bioindikációs mutatói

A környezetben bekövetkező változásokat az élővilág összetételének megváltozása jelzi számunkra. Az ember a környezetében végzett megfigyelései során képes észlelni mindezt. Ebben vannak segítségünkre a bioindikátor szervezetek. A felszíni vizek szennyezettségének bioindikátorok alkalmazásával történő vizsgálata több mint egy évszázaddal ezelőtt kezdődött azzal a felismeréssel, hogy a szennyezett vízben található élőlények különböznek a tiszta vízben élőktől.

A vizsgálatokat a Vérke-csatorna Beregszászon keresztülfolyó szakaszának egy részén végezték.

A vizsgálat során a vízben tömegesen fordultak elő olyan gerinctelenek, amelyek rossz vízminőségre utalnak. A Vérke vizét az eredmények alapján ezen a szakaszon a IV. V. és VI. vízminőségi osztályokba soroljuk, ami erősen szennyezett, nagyon erősen szennyezett, ill. holt vízre utal.

Az általuk elvégzett vizsgálat arra szolgált, hogy megállapítsák a víz szennyezettségének mértékét. A szennyezettséget okozó anyagok feltárása érdekében azonban, komplex kémiai vizsgálatok eredményei alapján lehet ajánlást tenni a tisztítási módszert illetően (KOMONYI és SZÉKELY, 2006).

2. Nehézfémek

2.1 Ólom lehetséges forrásai

Az ember viszonylag nagy mennyiségű ólommal találkozhat a következő módokon:

- Ólom alapú festékmánc-szilánkok ismételt lenyelése
- Ólom tartalmú fémtárgyak, például lövedék, függöny súly, horgász ólom vagy játék a gyomorban vagy az ízületekben hagyása, ahol az ólom lassan feloldódik
- Olyan savas italok vagy savas ételek fogyasztása - gyümölcsök, gyümölcslevelek, kóla-italok, paradicsom, paradicsomlé, bor, almabor – melyet ólommal szennyeződött ólomzománcos kerámiában helytelenül tároltak
- Ólommal festett fa vagy elemburkolat égése otthoni kandallóban vagy tüzelőhelyen
- Ólom összetevőjű népi orvosságok bevétele
- Ólomzománcos kerámiaedényben vagy ólmozott üvegben ételek tárolása vagy felszolgálása
- Otthoni lepárolt vagy illegálisan importált ólom tartalmú whisky vagy bor fogyasztása
- Ólmozott benzingőz belélegzése

Munkával kapcsolatos ólomforrásokkal történő találkozás légtisztító, szellőző vagy porfojtó védelem nélkül Kisebb mennyiségekkel történt találkozás különösen ólommal szennyezett por vagy talaj, növelheti gyermekekben az ólomszintet, ami kezelést tehet szükségessé, még ha tünetek nem alakulnak is ki.

Az ólommérgezés általában idült betegség. Néha a tünetek időszakosan kiújulnak. A károsodás, így a gyermekek intellektuális károsodása és a felnőttek súlyosbodó vesebetegsége tartós lehet (BERKOW, 1997).

2.2 Nehézfémetek túlsúlyának és hiányának hatásai a szervezetre

Az általam vizsgált fémek közül a Cu és a Zn tekinthető esszenciálisnak (THORNTON, 1981). A szervezetben igen kis koncentrációban, ún. nyomelemként vannak jelen. Kis koncentrációjuk ellenére jelentőségük nagy: vitaminok, enzimek beépült részei, illetve aktivátorai. A szervezet számára optimális koncentrációban kell rendelkezésre állniuk. A szükségesnél kisebb mennyiségben hiánytüneteket, azt lényegesen meghaladó koncentrációban mérgezést, halált okozhatnak (KAMM, 1985). Nem vonhatunk éles határt azonban az esszenciális és nem esszenciális vagy a káros elemekre vonatkozóan (PAIS, 1991).

Az 1. és a 2. táblázatban látható az ásványi elemek hatása az emberi szervezetre.

1. táblázat

Ásványi elemek hiányával és túlsúlyával összefüggő betegségek és tünetek (KÁDÁR, 1995).

Elem (+,-)	Betegségek és tünetek ismertetése	
Al	+	Angolkór; vesebetegnél csont- és izomfájdalmak; Alzheimer kór; időskori elbutulás; agykárosodások.
As	+	Alvászavarok, depresszió, idegesség, ingerlékenység, hányinger, émelygés, étvágytalanság, hányás, hasmenés székrekedés zsibbadásérzet.
Cd	+	csontlágylulás, csonttritkulás, ízlelés és szaglási zavarok, fehérjevízelés, hányinger, étvágytalanság, magas vérnyomás, alacsony vérnyomás.
Pb	+	Fejfájás, migrén, ingerlékenység, depresszió, túlzott aktivitás, tanulási nehézség, hányinger, étvágytalanság, vesepanaszok, emlékezet- és alvászavar.
Hg	+	Emlékezetzavar, észlelési rendellenesség, remegés az írás megváltozása, szédülés, alvászavarok, fejfájás, migrén, idegesség, ingerlékenység, depresszió, fogszuvasodás, stomatitisz (száj nyálkahártya gyulladása), hajhullás, bőrgyulladás, hasmenés.
Cu	+	Hányinger, étvágytalanság, Parkinson kór, Fanconi szindróma (kóros vérszegénység), csonttritkulás, gerincdeformáció.
Cu	-	Fáradékonyság, gyengeség, fejfájás, migrén, ödéma, vérszegénység, növekedési zavarok, ízületi deformitás, reuma, agykárosodások.
Zn	-	Fertőzésekre és daganatképződésre való hajlam, növekedési és nemi fejlődési zavarok, fogyás, csökkent fogamzóképeség, bőrgyulladás,

		kopaszodás, sebpanaszok, ízlelési és szagérzékelési panaszok, A vitaminra nem reagáló szürkületi vakság.
Zn	+	Látási zavarok, részleges bénulások, hányás, hasmenés, hasi fájdalmak, fejfájás, migrén.
Se	-	Daganatképződési hajlam, májbetegségek. hasnyálmirigy elégtelenség, szív és érrendszeri zavarok, csökkent fogamzóképeség.

2. táblázat

Ásványi elemek hiányával és túlsúlyával összefüggő betegségek és tünetek (KÁDÁR, 1995).

Elem	(+, -)	Betegségek és tünetek
Mg	-	Fáradékonyság, kimerültség, fejfájás, migrén, ingerlékenység, depresszió, izomgörcs, izomgyulladás, májbetegségek, magas vérnyomás, regeneratív szívbetegségek, szívgörcs, ritmuszavarok, zsibbadásérzet, részleges bénulások, látási zavarok, szédülés.
Ca	-	Zsibbadásérzet, fogszuvasodás, izomgörcs, csontritkulás, törékeny köröm és haj.
Na	-	Puffadás
Na	+	Magas vérnyomás, érrendszeri betegségek.
K	-	Székrekedés, szívgörcs és ritmuszavarok, száraz bőr, pattanások, fáradékonyság, izomgyengeség, ingerlékenység, depresszió, izomgörcs, izomgyulladás.
K	+	Szívgörcs és ritmuszavarok, izomgörcs, izomgyulladás, fáradékonyság.
Fe	-	Vérszegénység
Mn	-	Fogyás, tüdőasztma, reuma, ízületi deformitás, epilepszia
Mo	-	Elhízás
Mo	+	Köszvény
Li	-	Mániás depresszió
B	+	Ízületi duzzanatok
Be	+	Légmell, makacs köhögés
Co	-	Vérszegénység
Cr	+	Tüdőrák
Cr	-	Csökkent cukortűrés, cukorbetegség
Ba	-	Fogyás

V	-	Izomsorvadás, csökkent fogamzóképeség, cukorbetegség
V	+	Stuma, mániás depresszió
Ni	+	Rákosodás (gége, gyomor, vese), hányás, hasmenés
Si	-	Porcsérülés
Si	+	Szilikózis, nehézlégzés, ingerköhögés
W	+	Tüdőfibrozist
Zr	+	Granulóma (hónaj allati csomóképződés)
Ag	+	Fokozott bőrfesték termelés

2.3 Nehézfémek határértékei az EU-ban

Az 3. táblázatban látható a nehézfémek határértéke felszíni vízre és ivóvízre vonatkozóan.

3. táblázat

VERMES (1997): Felszíni vizekre és ivóvizekre vonatkozó határértékek (fémek)

Elem	Felszíni víz kiváló mg/l	Ivóvíz	
		mg/l	
		MSZ 450-1-1989	EU 80/778/EE C
Ag		0,01	0,01 ^m
Al	0,02	0,1	0,05 ^a
As	0,02	0,05	0,05 ^m
B	0,01	1	1 ^a
Ba	-	1	-
Ca	-	-	100 ^a
Cd	0,0005	0,005	0,005
Co	-	-	-
Cr	0,01	0,05	0,05 ^m
Cr(VI)	0,005	<CL	-
Cu	0,005	0,1	0,1
Fe	0,1	0,2	0,05 ^a
Hg	0,0001	0,001	0,001 ^m
K	-	-	10
Mg	-	-	30 ^a
Mn	0,1	0,1	0,02 ^m
Mo	-	-	-
Na	-	200	20 ^a
Ni	0,015	-	0,05
Pb	0,005	0,05	0,05 ^m
Se	-	0,01	0,01 ^m
Sn	-	-	-
Zn	0,05	1	1 ^a

a: ajánlott; m: maximális; CL: kimutatási határ

2.4 Vérke monitoring eredményei

A СИСТЕМА МОНИТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ (<http://ecozakarp.net.u>) azaz KÁRPÁTALJAI ÖKOLÓGIAI ÉS TERMÉSZETI ERŐFORRÁSOK HIVATALA minden évben végez vizsgálatokat a Vérkén és a 4. táblázatban ezeket foglaltam össze:

4. táblázat

5. Vérke monitoring eredményei az elmúlt években

<http://ecozakarp.net.ua/>

Nehézfémm	Év	Mennyiség mg/l	Kategória	Megengedett mennyiség mg/l ivóvíz	Megengedett mennyiség mg/l hal
Cu	2008	0.0050	I	1.0	-
	2009	0.0050	I		
	2010	0.0030	I		
	2011	0.0050	I		
	2012	0.0050	I		
	2013	0.0050	I		
	2014	0.0050	I		
	2015	0.0050	I		
Cr	2009	0.0010	I	0.05	-
	2012	0.0010	I		
	2013	0.0010	I		
	2014	0.0010	I		
	2015	0.0010	I		
	2016	0.0010	I		
Zn	2008	0.0020	I	1.0	-
	2009	0.0020	I		
	2010	0.0053	I		
	2011	0.0230	I		
	2012	0.0168	I		
	2013	0.0150	I		
	2014	0.0140	I		
	2015	0.0110	I		
Mn	2006	0.060	II	-	-
	2007	0.115	III		
	2008	0.093	II		
	2009	0.150	III		
	2010	0.186	III		
	2011	0.283	IV		
	2012	0.200	III		
	2013	0.350	V		
	2014	0.210	IV		






	2015	0.155	III		
	2016	0.170	III		

Fe	2006	0.20	I	-	-
	2007	0.60	II		
	2008	0.40	II		
	2009	0.58	II		
	2010	0.77	II		
	2011	0.73	II		
	2012	0.49	II		
	2013	0.44	II		
	2014	0.44	I		
	2015	0.40	I		
	2016	0.64	II		

A 5. táblázat magyarázza meg a 4. táblázatban látható színeket, és azok jelentését.

5. táblázat

Színek jelentése

Nagyon tiszta víz	
Tiszta víz	
Feltételesen tiszta víz	
Szennyezett víz	
Nagyon szennyezett víz	

2.5. Nehézfémek lehetséges forrásai

A 6. táblázat táblázatban különböző mezőgazdasági célra használt anyagok nehézfém tartalma figyelhető meg KABATA-PENDIAS és PONDER (1984) összeállításában.

6.táblázat

Mezőgazdasági célra használt anyagok elemtartalma, mg/kg

KABATA-PENDIAS és PONDER (1984)

Elem	Foszforműtrágyák	Szervestrágya	Szennyvíziszap	Peszticidek
As	2-1200	3-25	1-60	20-60
B	5-120	1-60	4-50	-
Cd	1-170	1-40	4-120	-
Cu	1-300	2-60	10-2400	10-50
Pb	7-225	6-15	20-2200	60
Hg	0,01-1,2	0,09-0,2	1-9	1-40
Zn	50-1450	15-350	175-12500	1-25

(NRIAGU, 1989) megbecsülte az antropogén és a természetes forrásokból a légkörbe jutott mikroelemek mennyiségét (7. táblázat).

7.táblázat

Antropogén és természetes forrásokból légkörbe jutott mikroelemek mennyisége (1000 t év⁻¹) a Földön 1983-ban (NRIAGU, 1989) becslése nyomán

Elem jele	Antropogén Medián	Természetes Medián	Össz.emisszió Medián
Zn	132	45	177
Pb	332	12	344
Cd	7,6	1,3	8,9
Ni	56	30	86
Cr	30	44	74
Cu	35	28	63
Elem	Min/Max.	Min/Max.	Min/Max.
Zn	70-194	4-86	74-280
Pb	289-376	1-32	290-399
Cd	3,1-12	0,2-2,6	3,2-15
Ni	24-87	3-57	27-144
Cr	7-45	4,5-83	12-137
Cu	20-51	2,3-54	22-105

A szennyvíziszap elhelyezés elsősorban gabonafélék, ipari növények termőhelyein, illetve gyepterületeken történik. Közvetlen emberi fogyasztásra kerülő zöldségnövények szennyvíziszappal nem trágyázhatók. A gabonafélék általában nem halmoznak fel jelentős mennyiségeket a toxikus elemekből magvaikban (SZLÁVIK et al., 1984; VERMES, 1989). Magyarországon évente mintegy 100 ezer tonna szennyvíziszap kihelyezés történik (VERMES, 1994, 2005).

KÁDÁR (1995) és KINGSTON et al. (1988) szerint a járművek ólomemissziójának 60-80 mg/kg a mértéke, melynek átlagosan a 3/4-e kerülhet a környezetbe, 1/4-e pedig a kipufogó rendszerben rakódik le.

2.6 Vérke nehézfém szennyezettsége 2015-ben

A 2015-ben megvizsgáltam a vérke vizének nehézfém tartalmát a Beregszászi szakaszon hat ponton és a 8. táblázatban található eredményeket kaptam:

8. táblázat

Nehézfém koncentráció a Vérke vizében 2015-ben

Fémek mg/l								
Mintavételezési pontok	Cr	Mn	Zn	Cu	Fe	Co	Ni	Pb
Macsolai út	0.009	0.003	0.0507	0.001	0.018	0,00	0.017	0,000
Strand fürdő	0.003	0.002	0.0514	0.000	0.012	0,00	0.016	0,000
Stefanika út	0.007	0.004	0.0533	0.006	0.023	0,00	0.019	0,000
Ukrán gimnáziummal szemben	0.007	0.004	0.0501	0.001	0.009	0,00	0.022	0,000
Korjatovics úton Uszoda	0.007	0.004	0.0522	0.001	0,000	0,00	0.026	0.01
„Pacsirta” Uszoda	0.006	0.004	0.0732	0.002	0.129	0.026	0.055	0.013
Határértékek vízben	0,01	0,1	0,05	0,005	0,1	-	0,015	0,005

2.7 2016-17-es mintavételezéseim eredményei

A 9. táblázatban látható összefoglalva a 2015 ősszel (októberben) mért nehézfémek koncentrációja a Vérke vizében. A Vizsgálat a következő nehézfémekre terjedt ki: réz, cink, mangán, kobalt, vas, nikkel, króm és ólom.

9. táblázat

2015 őszi mintavételezéskor kapott nehézfémértékek

Mintavételezési pont	Nehézfémek mg/l							
	Cu	Zn	Mn	Co	Fe	Ni	Cr	Pb
Borzsa-Vérke zsilip	0,003	0,0008	0,002	0,000	0,024	0,013	0,000	0,000
Vérke Borzsovai holtága	0,003	0,0086	0,001	0,007	0,014	0,007	0,000	0,000
Borzsovai mező	0,004	0,0049	0,001	0,008	0,014	0,019	0,000	0,000
Bakta	0,003	0,0033	0,000	0,011	0,011	0,013	0,000	0,000
Sínek mentén	0,004	0,0066	0,001	0,010	0,008	0,014	0,000	0,000
Macsolai út	0,003	0,0197	0,001	0,005	0,012	0,024	0,000	0,000
Strand fürdőhely	0,003	0,0166	0,001	0,016	0,010	0,013	0,000	0,000
Ukrán Gimnáziummal szemben	0,005	0,0211	0,000	0,013	0,017	0,017	0,000	0,000
Korjatovics úton Uzoda	0,004	0,0187	0,001	0,010	0,019	0,026	0,000	0,000
„Pacsirta” uszoda	0,004	0,0181	0,000	0,010	0,009	0,017	0,000	0,000
Szennyvíz telep	0,004	0,0164	0,001	0,020	0,013	0,021	0,000	0,000
Balazsér	0,004	0,0074	0,000	0,017	0,015	0,025	0,000	0,000
Határérték vízben	0,005	0,05	0,1	-	0,1	0,015	0,01	0,005

A 10. táblázatban látható összefoglalva a 2016 tavasszal (márciusban) mért nehézfémek koncentrációja a Vérke vizében. A Vizsgálat a következő nehézfémekre terjedt ki: réz, cink, mangán, kobalt, vas, nikkel, króm és ólom.

10. táblázat

2016 tavasszal mintavételezéskor kapott nehézfémértékek

Tavaszi mintavételezés								
	nehézfémek mg/l							
Mintavételezési pont	Cu	Zn	Mn	Co	Fe	Ni	Cr	Pb
Borzsa-Vérke zsilip	0,001	0,0066	0,000	0,008	0,017	0,023	0,000	0,000
Vérke Borzsovai holtága	0,000	0,0021	0,000	0,008	0,018	0,019	0,000	0,000
Borzsovai mező	0,000	0,0080	0,000	0,014	0,029	0,021	0,000	0,000
Bakta	0,000	0,0089	0,004	0,017	1,032	0,024	0,000	0,000
Sínek mentén	0,000	0,0057	0,001	0,010	0,020	0,018	0,000	0,000
Macsolai út	0,026	1,8737	0,006	0,018	2,121	0,029	0,000	0,000
Strand fürdőhely	0,021	1,5418	0,007	0,019	2,186	0,031	0,000	0,000
Ukrán Gimnáziummal szemben	0,000	0,0650	0,117	0,017	0,037	0,031	0,000	0,000
Korjatovics úton Uzoda	0,012	0,9377	0,003	0,010	0,129	0,030	0,000	0,000
„Pacsirta” uszoda	0,015	0,6753	0,001	0,021	0,155	0,026	0,000	0,000
Szennyvíz telep	0,004	0,0369	0,283	0,017	0,101	0,034	0,000	0,000
Balzsér	0,007	0,0341	0,001	0,016	0,033	0,028	0,000	0,000
Határérték vízben	0,005	0,05	0,1	-	0,1	0,015	0,01	0,005

II. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

1. Mintavételezési pontok jellemzése

A mintavételezésre 2017 februárjában került sor. A mintavételezési pontok kiválasztásában a megközelíthetőség és a szennyező forrás jelenléte (uszoda, kórház) játszott szerepet, valamint az, hogy lefedje a teljes beregszászi szakaszt. A 5. ábrán látható térképen feltüntettem a Vérke Beregszászi szakaszán kijelölt hat minta vételezési pontot.



5. ábra. Mintavételezési pontok a Vérke Beregszászi szakaszán (Google eart, 2015)

Az 11. táblázatban összefoglaltam a mintavételezési pontok elhelyezkedését jelölő rövidítések jelentését.

11. táblázat

Mintavételezési pontok elhelyezkedése

Mintavételezési pont:	Mintavételezési pont elhelyezkedése:
M1	A Macsolai úton félig megépített országút mellett
M2	Beregszászban a „Strand” nevű régi fürdőhely mellett
M3	A Sztefanika úton lévő Vérke híd mellett
M4	A Sztefanika úton az Ukrán Gimnáziummal szemben
M5	Beregszászban Korjatovics úton található uszoda mellett
M6	A Sevcsenkó úton található „Pacsirta” termálfürdő mögötti szakasz

M1 Mintavételezési pont

Az 6. ábrán látható az M1-es mintavételezési pont. A mintavételezési pont a Macsolai úton található Beregszász és Macsola között, a félbehagyott országút mellett.



6. ábra. M1 Mintavételezési pont

M2 Mintavételezési pont

Az 7. ábrán látható az M2-es mintavételezési pont. A mintavételezési pont a Strand utca mentén elhelyezkedő „Strand” nevű fürdőhelyen található.



7. ábra. M2 Mintavételezési pont

M3 Mintavételezési pont

Az 8. ábrán látható az M3-as mintavételezési pont. Az M3-as mintavételezési pont A Stefanika úton található Vérke híd mellett található.



8. ábra. M3 Mintavételezési pont

M4 Mintavételezési pont

Az 9. ábrán látható az M4-es mintavételezési pont. Az M4-es mintavételezési pont a Stefanika úton a Beregszászi Ukrán Gimnáziummal szemben található.



9. ábra. M4 Mintavételezési pont

M5 Mintavételezési pont

Az 10. ábrán látható az M5-ös mintavételezési pont. Az M5-ös mintavételezési pont a Korjatovics úton az uszoda mellett található.



10. ábra. M5 Mintavételezési pont

M6 Mintavételezési pont

Az 11. ábrán látható az M6-os mintavételezési pont. Az M6-os mintavételezési pont a Sevcenkó utcán a „Pacsirta” uszoda mögött található folyószakasz.



11. ábra. M6 Mintavételezési pont

2. Mintavételezés módja

2017 februárjának végén a jég már olvadt a Vérke felszínén így az nem akadályozta a mintavételezést. A mintavételező egy alumínium edény volt, aminek végére egy hosszú pálca volt erősítve, hogy a mintavételezés a partról is lehetséges legyen. A mintavételező edényt lemerítettem a folyó aljzatára, majd azt végig húztam az aljzaton, hogy megteljen iszappal, ez megfigyelhető az 12. ábrán. A felhozott iszapot egy műanyag zacskóba helyeztem és minden alaklommal felcímkéztem. Majd az iszapot bevittem a laboratóriumba száradni.



12. ábra. Mintavételezés a Vérkén

3. A pH érték mérése

Az iszapok pH értékének mérését laboratóriumban végeztem. A pH érték alapján, a 12. táblázat szerint meghatároztam az iszapok kémhatását.

A talaj kálium-kloridos pH-értékének meghatározása potenciometriкусan

A pH-t direkt potenciometriás módszerrel, kombinált üvegelektroda segítségével határozzuk meg. A pH-értéktől függő potenciálváltozás egy vékony üvegmembrán két oldala között jön létre. A cél eltérő kémhatású iszapminták kálium-kloridos pH-értékének meghatározása. A meghatározás menete pH (KCl): 100 cm³-es üvegedényben bemérünk 20 g iszapmintát és hozzáadunk 50 cm³ 1 M KCl-oldatot. Az iszapot a kálium-kloridos oldattal 2-3 percen át jól összerázzuk és kb. 1 órát állni hagyjuk.

Beállítjuk az iszapsuszpenzióknak megfelelő hőmérsékletet. Az üvegelektrodát desztillált vízzel leöblítjük, majd a mérés előtt felrázott iszapsuszpenzióba merítjük. A szuszpenzió pH-értékét 1-2 perces várakozás után a műszer skáláján leolvassuk, és a leolvasást kétszer megismételjük (CSOMA, 2009).

12. táblázat

A talajok osztályozása a kémhatás szerint

pH	Kémhatás
<4,5	erősen savanyú
4,5-5,5	savanyú
5,5-6,8	gyengén savanyú
6,8-7,2	semleges
7,2-8,5	gyengén lúgos
8,5-9,0	lúgos
>9,0	erősen lúgos

3.1. A vízminta fajlagos vezetőképességének meghatározása

A mintáim fajlagos vezetőképességének meghatározását hasonlóan végeztem, mint a pH érték mérését. Az elektródot minden minta után desztillált vízzel öblítettem, majd szűrőpapírral eltöröltem. Vártam míg az érték állandósul és feljegyeztem.

4. Nehézfémek mérése

A mintavételezési pontokról behozott iszap mintákat műanyag tányérokban szárítottam. Száradás után az iszapot achát mozsárban megtörtem. A porított iszaptól analitikai mérlegen lemértem 20 grammot és hozzáadtam 100 cm³ pH=4,8 pH ammónium-acetát puffer oldatot. Rázógépen egy órán keresztül rázattam, majd az oldatot szűrőpapíron elválasztottam az iszaptól. A leszűrt oldatokban láng atom-abszorpciós spektrométeren meghatároztuk a nehézfémek koncentrációit.



13. ábra. A minták szűrése

A 13. táblázatban olvasható határértékeket fogom használni viszonyítási alapnak az én általam mért eredmények kiértékeléséhez.

13. táblázat

A talajok megengedhető felvehető mikroelem tartalma
(extraháló szer: ammónium acetát puffer oldat, pH=4,8, Krupskij – Aleksandrova féle
módszer)
(FATEJEV, PASCHENKO, 2003)

Réz	3	Általános egészségügyi érték
Cink	23	Transzmissziós érték
Mangán csernozjom, gyepes-podzol talaj		
pH 4,0	60	
pH 5,1 – 6,0	80	
pH > 6,0	100	
Kobalt	5	Általános egészségügyi érték
Króm	6	Általános egészségügyi érték
Nikkel	4	Általános egészségügyi érték
Ólom	6	Általános egészségügyi érték
Kadmium	5	Általános egészségügyi érték

III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

1. Vezetőképesség és pH érték

Az 14. táblázatban látható az mintákban mért pH érték és vezetőképesség összefoglaló táblázata.

14. táblázat

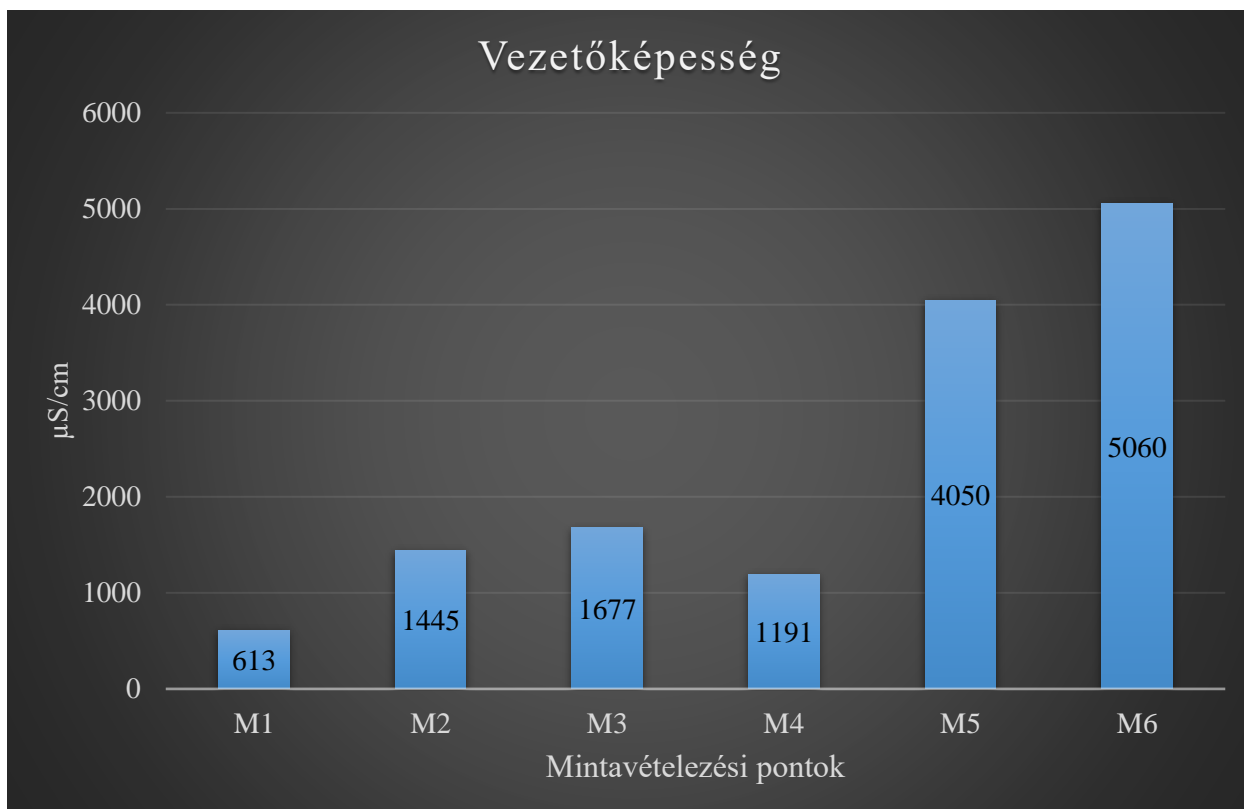
Az iszapminták pH értéke és fajlagos vezetőképessége

Mintavételezési pont	pH érték	Fajlagos vezetőképesség, $\mu\text{S}/\text{cm}$
M1	5,060	613
M2	4,766	1445
M3	5,055	1677
M4	6,970	1191
M5	6,946	4050
M6	7,325	5060

1.1. Vezetőképesség

A 2015 tavaszán mért vezetőképesség a Vérke vizében csak az uszodák (Korjatovics úton található uszoda és a Sevcsenko uton található „Pacsirta” uszoda) melletti mintavételezési ponton haladta meg a felszíni vizekben megengedett 200 $\mu\text{S}/\text{cm-t}$. 2015 őszi és 2016 tavaszi mintavételezéskor is csak a két uszoda melletti pontokon haladta meg a 200 $\mu\text{S}/\text{cm-t}$.

Amint a 15. ábrán látható 2017-ben a folyó városba vezető szakaszánál lévő mintavételezési ponton begyűjtött iszapban háromszorosa a vízben megengedett értéknek, de később megtöbbszöröződik. A „Strand” fürdőhelynél, a Stefanika úton található híd melletti és a Beregszászi Ukrán Gimnáziummal szembeni mintavételezési pontokon az érték 1000 és 2000 között mozog, majd a Korjatovics úton található uszoda melletti mintavételezési ponton az érték meghaladja a 4000-et és majd a „Pacsirta” uszoda mögötti mintavételezési ponton az 5000-et is.

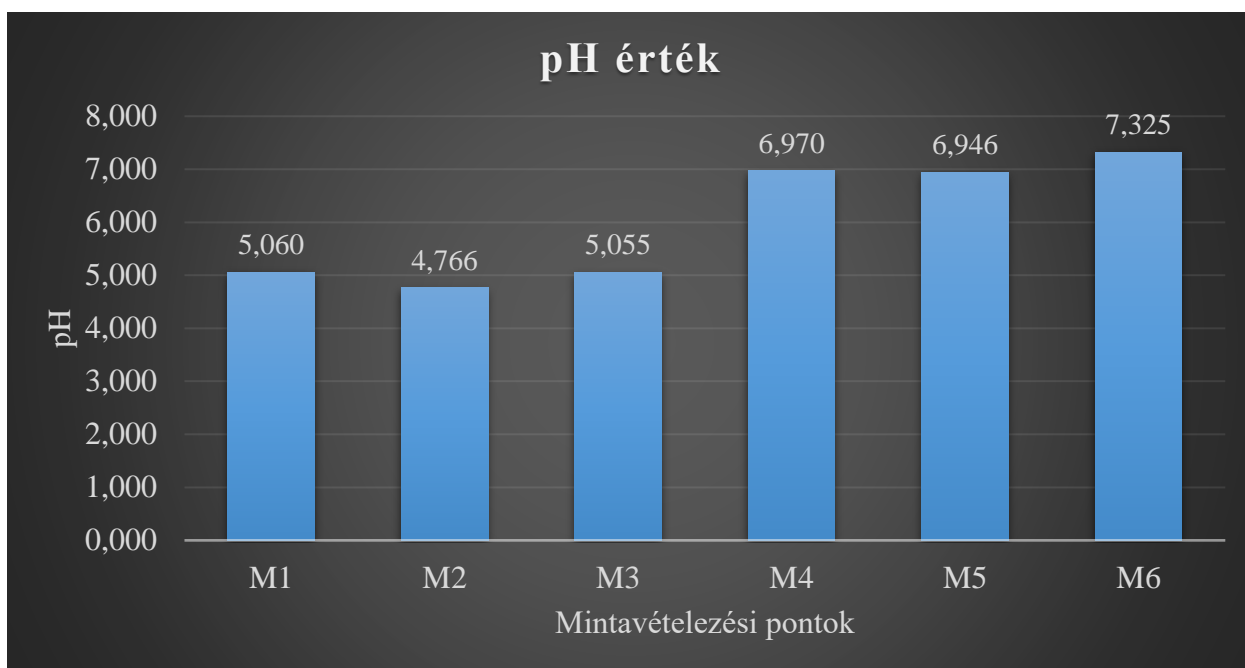


14. ábra. Az iszapmintákban mért vezetőképesség

1.2. Az iszap kémhatása

2015 tavaszán mért pH értékek a Vérke vizében 6,6-6,7-es értékek között voltak, ami közel semleges. 2015 őszi mintavételezés során a Vérke vizének pH értéke 7,1 és 7,4 között mozgott, ami szintén közel semleges.

A 16. ábrán látható, hogy 2017 februárjában az első három (Macsolai úton, Strand fürdőhelynél, Stefanika úton lévő Vérke híd) mintavételezési pontokon az iszap savanyú kémhatású. A Beregszászi Ukrán Gimnáziummal szemben található szakaszon és a Korjatovics úton található uszoda melletti mintavételezési pontokon semleges kémhatást mértem. Az „Pacsirta” uszoda mögötti mintavételezési ponton gyengén lúgos kémhatást mértem



15. ábra. Az iszapminták kémhatása

2. Nehézfémkoncentráció

A 15. táblázatban látható összefoglalva a 2017 telén (februárjában) mért nehézfémek koncentrációja a Vérkébe iszapjában. A Vizsgálat a következő nehézfémekre terjedt ki: réz, cink, mangán, vas és ólom.

15. táblázat

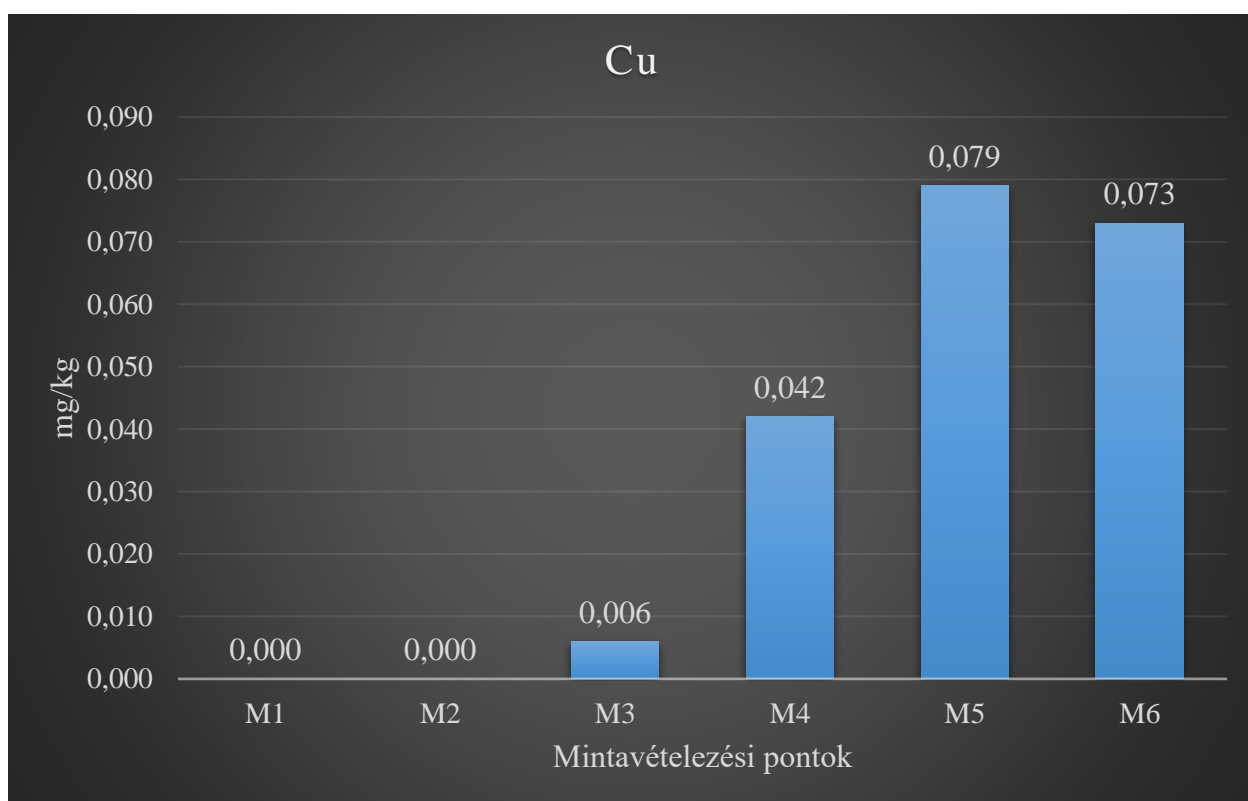
Az iszapmintákban mért nehézfémek koncentrációja

Mintavételezési pontok	Cu	Pb	Zn	Mn	Fe
	mg/kg				
M1	kimutatási határ alatt	2,12	2804,5	608,8	2263,4
M2	kimutatási határ alatt	6,61	7797,6	328,4	846,0
M3	0,006	8,80	6031,5	342,6	1752,7
M4	0,042	4,66	3523,5	316,5	1993,7
M5	0,079	9,59	2778,4	252,7	3478,1
M6	0,073	7,23	5035,6	268,2	5320,0
Határérték:	3,000	6,00	23,0	100,0	

2.1. A réz koncentrációja a Vérke iszapban

A 2015 tavaszi mintavételezés során a Vérke vizében a réz koncentrációja csak egy ponton, a Stefanika úton található Vérke híd mellett haladta meg a felszíni vizekben megengedett 0,005 mg/l-es koncentrációt egy ezreddel. A 2015 őszi mintavételezés során egy ponton sem haladta meg a felszíni vizekben megengedett koncentrációt. A 2016 tavaszi mintavételezés során egyet kivéve minden mintavételezési ponton meghaladta a felszíni vizekben megengedett értéket.

A 17. ábrán látható 2017-ben a réz koncentrációja a Vérke iszapjában- Az első két mintavételezési ponton a réz mennyisége a kimutatási határérték alatt van, olyan kicsi a koncentráció, hogy azt a mérőeszköz nem képes érzékelni. A legmagasabb értéket a réz koncentráció a Korjatovics uton található uszoda melletti mintavételezési ponton érte el. A réz koncentrációja egy mintavételezési ponton sem haladta meg a megengedett 3,0 mg/kg-os koncentrációt.

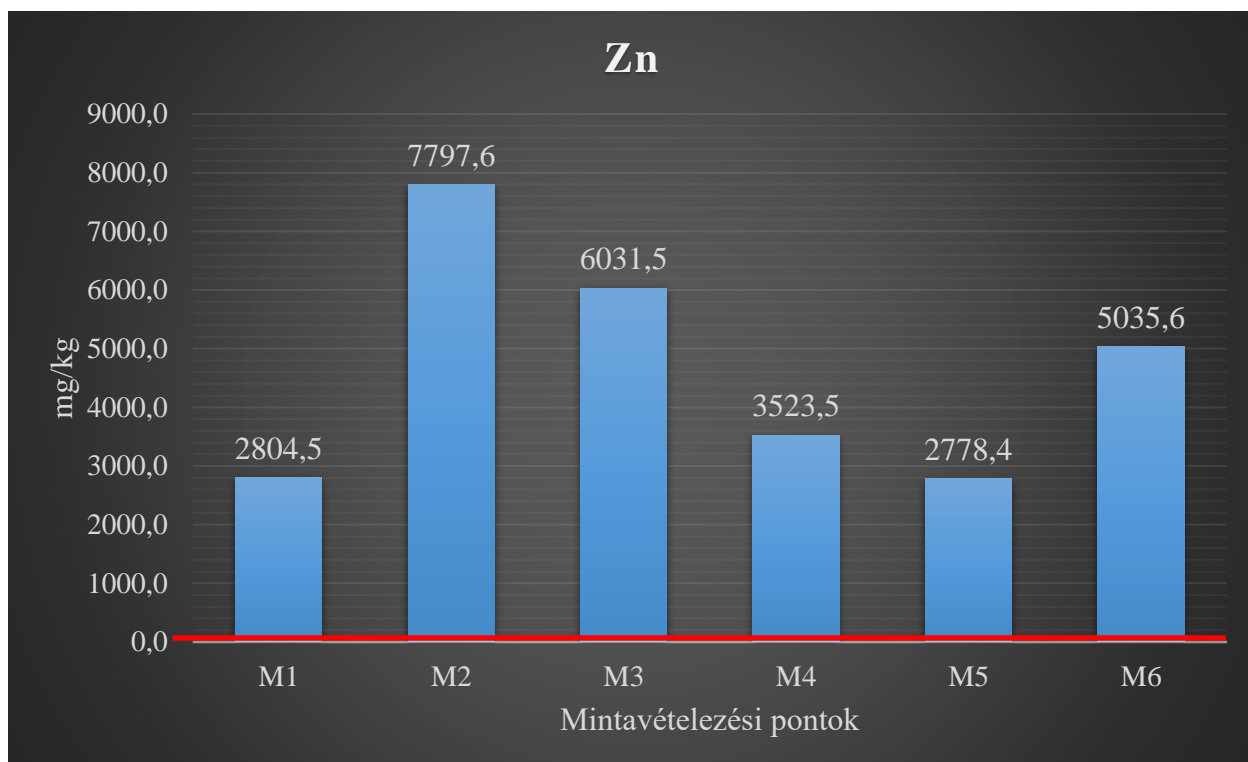


16. ábra. Réz koncentrációja a Vérkébe iszapban

2.2 A cink koncentrációja a Vérke iszapban

A 2015 tavaszi mintavételezés során a Vérke vizében a cink koncentrációja mind a 6 mintavételezési ponton elérte a 0,05 mg/l-es felszíni vizekben megengedett koncentrációt, de nem haladta meg jelentősen. 2015 őszén egyetlen mintavételezési ponton sem haladta meg a határértéket. A 2016 tavaszi mintavételezés során egy kivétellel minden mintavételezési ponton jelentősen meghaladta a határértéket.

A 18. ábrán látható a cink koncentrációja a Vérke iszapjában 2017-ben. A cink az iszapban minden ponton meghaladta a megengedett 23,0 mg/kg-os határértéket. A Macsolai úton és a Korjatovics úton található uszoda melletti mintavételezési pontokon hasonló értékeket kaptunk, pontosan 2804,5 és 2778,4 mg/kg-os koncentrációt. A sorban a Beregszászi Ukrán Gimnáziummal szemben található mintavételezési pont következik, ahol 3523,5 mg/kg-os koncentrációt mértünk. A következő a „Pacsirta” uszoda mögötti szakasz, ahol a koncentráció meghaladta az ötezer mg/kg-os értéket pontosan 5035,6, majd a Stefanika úton található híd melletti mintavételezési pont következik, ahol 6031,5 mg/kg-os koncentrációt mértünk. A legmagasabb koncentráció a Strand fürdőhelynél lévő mintavételezési ponton volt mérhető, ahol 7797,6 mg/kg-os koncentrációt mértünk. Ezek az eredmények rendkívül magasak. A cink túlsúlya a szervezetben látási zavarokat, részleges bénulásokat, hányást, hasmenést, hasi fájdalmakat, fejfájást is okozhat.

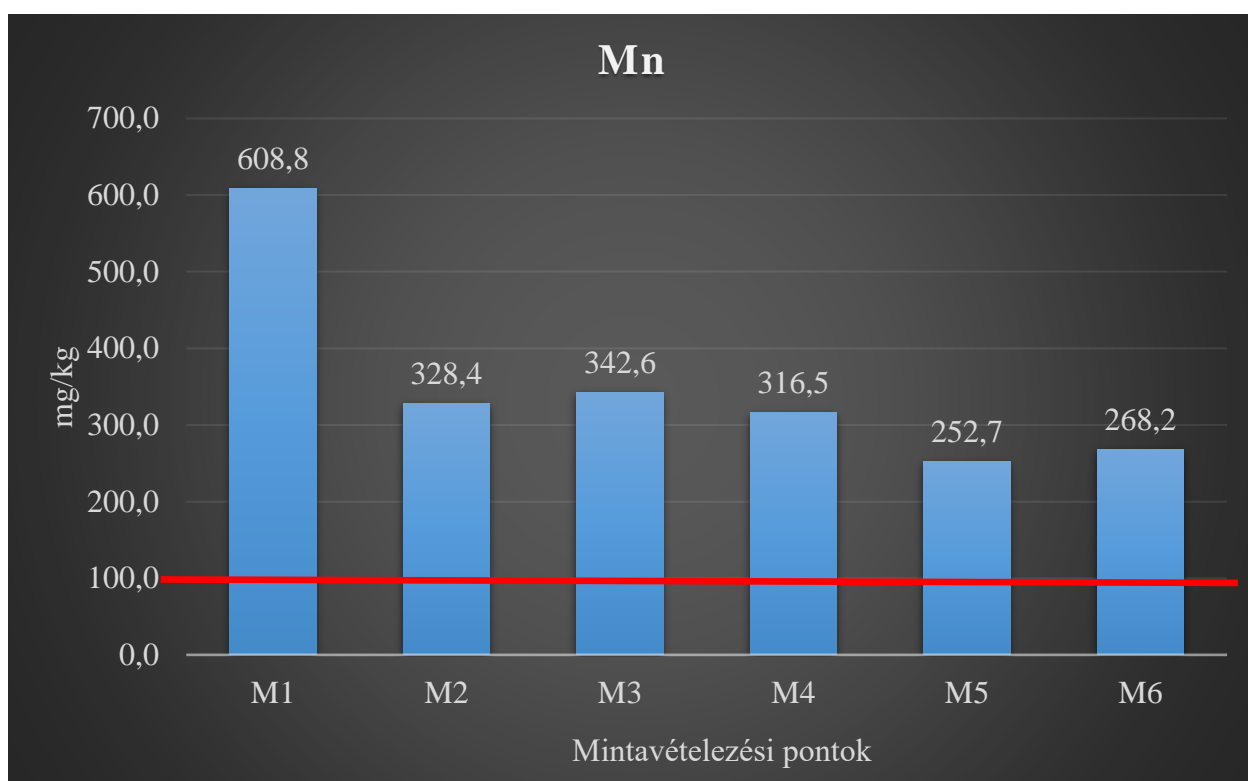


17. ábra. Cink koncentrációja a Vérkébe iszapban

2.3. A mangán koncentrációja a Vérke iszapban

A 2015 tavaszi és őszi mintavételezés során a mangán egy mintavételezési ponton sem haladta meg a felszíni vizekben megengedett 0,1 mg/l-es határértéket. A 2016 tavaszi mintavételezés során egy ponton, a Stefanika úton található híd mellett elérte a határértéket.

A 19. ábrán láthatjuk, hogy a mangán koncentrációja a Vérke iszapban mindenhol meghaladta a megengedett 100 mg/kg-os értéket. A Korjatovics úton található uszoda melletti és a „Pacsirta” uszoda mögötti mintavételezési pontokon hasonló értékeket mértünk, mindkét helyen meghaladta a 200 mg/kg-os koncentrációt, ami a megengedett érték duplája. A Strand fürdőhelynél lévő, Stefanika úton található híd melletti és a Beregszászi Ukrán Gimnáziummal szembeni mintavételezési pontokon a mért koncentráció meghaladta a 300 mg/kg-os koncentrációt, ami a megengedett háromszorosa. A legmagasabb értéket a Macsolai úton lévő félbehagyott országút melletti mintavételezési ponton mértük 608,8 mg/kg-ot, ami a megengedett hatszorosa.

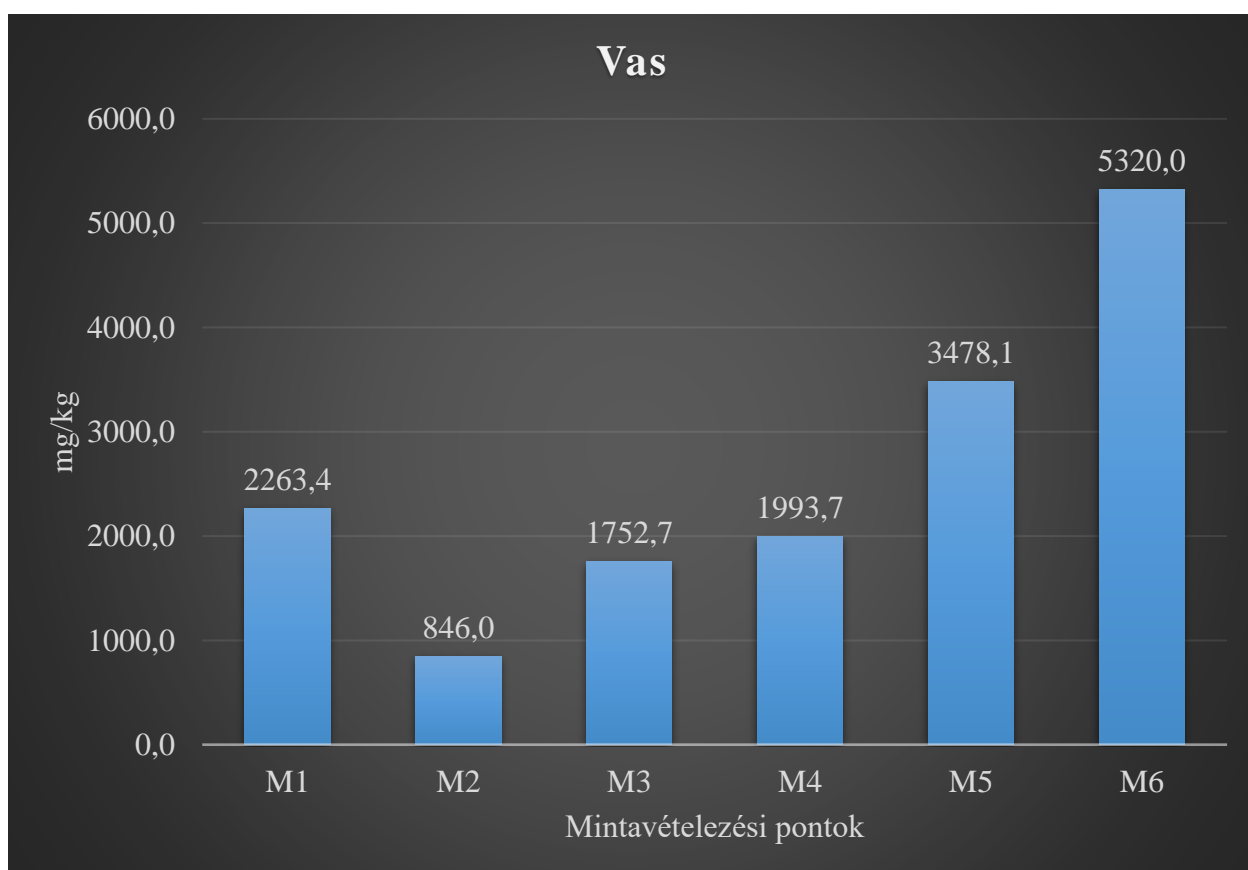


18. ábra. Mangán koncentrációja a Vérkébe iszapban

2.4. A vas koncentrációja a Vérke iszapban

A 2015 tavaszi mintavételezés során a vas koncentrációja a Vérke vizében csak a Sevcsenko úton található „Pacsirta” uszoda mögötti szakaszon érte el a felszíni vizekben megengedett 0,1 g/l-es koncentrációt. A 2015 őszi mintavételezés során egy ponton sem haladta meg a vas koncentrációja a határértéket. A 2016 tavaszi mintavételezés során mind a hat ponton meghaladt a vas a megengedett koncentrációt, a Vérke városba vezető szakaszán (Macsolai úton található mintavételezési pont, „Strand” fürdőhely) nagyon magas értékeket mértünk: 1,8, illetve 1,5 mg/l-es koncentrációt.

A 20. ábrán látható a vas koncentrációja a Vérke iszapjában 2017-ben. A mérések alapján a vas koncentrációja is magasnak bizonyult a Vérke üledékében. A Macsolai úton lévő félbehagyott országút melletti mintavételezési ponton az érték 2263,4 mg/kg volt. Majd növekedő tendenciát mutatott a koncentráció a „Strand” fürdőhelytől egészen a „Pacsirta” uszoda mögött lévő szakaszig. A legmagasabb értéket a „Pacsirta” uszoda mögött lévő mintavételezési ponton mértük, ami 5320,0 mg/kg volt.

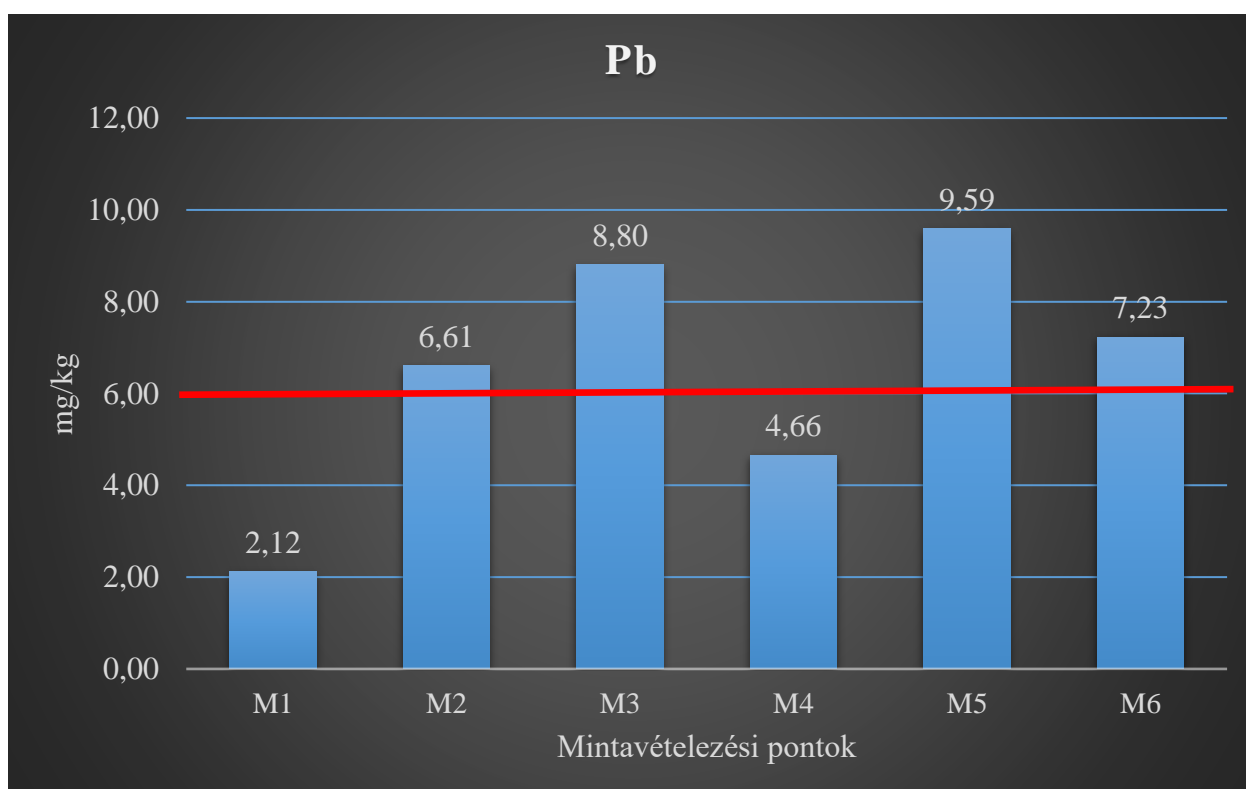


19. ábra. Vas koncentrációja a Vérkébe iszapban

2.5. Az ólom koncentrációja a Vérke iszapban

Az ólom koncentrációja a Vérke vizében a 2015 őszi mintavételezés során három mintavételezési ponton a kimutatási határ alatt volt. A Stefanika úton található Vérke híd melletti ponton (a kórház mellett), és a két uszodánál (a Korjatovics úton található és a Sevcsenko uton található „Pacsirta”) az ólom koncentrációja meghaladta a felszíni vizekben megengedett 0,005 mg/l-es koncentrációt. A 2015 őszi és 2016 tavaszi mintavételezés során minden ponton az ólom koncentrációja a kimutathatósági határ alatt volt.

A 21. ábrán látható az ólom koncentrációja a Vérke üledékében 2017-ben. A Macsolai úton lévő félbehagyott országút melletti és a Beregszászi Ukrán Gimnáziummal szembeni mintavételezési pontokon a koncentráció nem haladta meg a megengedett 6,0 mg/kg-os értéket, a többi négy mintavételezési ponton viszont meghaladta azt. A legmagasabb koncentrációt a Korjatovics úton található uszoda melletti mintavételezési ponton mértük, itt az ólom koncentráció az üledékben 9,59 mg/kg volt. Az ólom többlete az emberi szervezetben okozhat fejfájást, migrént, ingerlékenységet, depressziót, túlzott aktivitást, tanulási nehézségeket, hányingert, étvágytalanságot, vesepanaszokat, emlékezet- és alvászavart.



20. ábra. Ólom koncentrációja a Vérkébe iszapban

ÖSSZEFOGLALÁS

A munka célja az a Vérke folyó üledéke nehézfém szennyezettségének vizsgálata volt. A Vérke Beregszászi szakaszán hat mintavételezési pontot jelöltem, ahonnan iszapmintákat gyűjtöttem. Megvizsgáltam az iszapminták pH értékét, fajlagos vezetőképességét. Láng atom abszorpciós spektrométerrel megmértem az iszap réz, cink, mangán, vas és ólom koncentrációját.

Az első három (Macsolai úton, Strand fürdőhelynél, Stefanika úton lévő Vérke híd) mintavételezési ponton a pH érték alapján az iszap savanyú kémhatású. A Beregszászi Ukrán Gimnáziummal szemben található szakaszon és a Korjatovics úton található uszoda melletti mintavételezési pontokon semleges kémhatást mértem. A „Pacsirta” uszoda mögötti mintavételezési ponton az iszap kémhatása gyengén lúgos.

A fajlagos vezetőképesség a folyó városba vezető szakaszánál lévő mintavételezési ponton háromszorosa a megengedett értéknek, a városban pedig megtöbbszöröződik. A „Strand” fürdőhelynél, a Stefanika úton található híd melletti és a Beregszászi Ukrán Gimnáziummal szembeni mintavételezési pontokon az érték 1000 és 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ között mozog, majd a Korjatovics úton található uszoda melletti mintavételezési ponton az érték meghaladja a 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -et, a „Pacsirta” uszoda mögötti mintavételezési ponton pedig az 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ -et is.

Az első két mintavételezési ponton a réz koncentrációja a Vérke iszapban a kimutatási határérték alatt van. A legmagasabb értéket az iszap réz tartalma a Korjatovics úton található uszoda melletti mintavételezési ponton érte el. A réz koncentrációja egy mintavételezési ponton sem haladta meg a megengedett 3,0 mg/kg-os koncentrációt.

A cink koncentráció az iszapban minden ponton meghaladta a megengedett 23,0 mg/kg-os határértéket. A Macsolai úton és a Korjatovics úton található uszoda melletti mintavételezési pontokon hasonló értékeket kaptunk: 2804,5, illetve 2778,4 mg/kg-os koncentrációt. A sorban a Beregszászi Ukrán Gimnáziummal szemben található mintavételezési pont következik, ahol 3523,5 mg/kg-os koncentrációt mértünk. A következő a „Pacsirta” uszoda mögötti szakasz, ahol a koncentráció meghaladta az ötezer mg/kg-os értéket, pontosan 5035,6 mg/kg volt az iszap cink tartalma, majd a Stefanika úton található híd melletti mintavételezési pont következik, ahol 6031,5 mg/kg-os koncentrációt mértünk. A legmagasabb koncentráció a Strand fürdőhelynél lévő mintavételezési ponton volt mérhető, ahol az iszap cink tartalma 7797,6 mg/kg volt.

A mangán koncentrációja mindenhol meghaladta a megengedett 100 mg/kg-os értéket. A Korjatovics úton található uszoda melletti és a „Pacsirta” uszoda mögötti mintavételezési pontokon hasonló értékeket mértünk, mindkét helyen az iszap mangán tartalma meghaladta a 200 mg/kg-os értéket, ami a megengedett duplája. A Strand fürdőhelynél lévő, Stefanika úton található

híd melletti és a Beregszászi Ukrán Gimnáziummal szembeni mintavételezési pontokon a mért koncentráció meghaladta a 300 mg/kg-os koncentrációt, ami a megengedett háromszorosa. A legmagasabb értéket a Macsolai úton lévő félbehagyott országút melletti mintavételezési ponton mértük 608,8 mg/kg-ot, ami a megengedett hatszorosa

Az ólom koncentrációja az iszapban a Macsolai úton lévő félbehagyott országút melletti és a Beregszászi Ukrán Gimnáziummal szembeni mintavételezési pontokon nem haladta meg a megengedett 6,0 mg/kg-os értéket. A többi négy mintavételezési ponton mért ólom koncentráció meghaladta a határértéket. A legmagasabb koncentrációt a Korjatovics úton található uszoda melletti mintavételezési ponton mértük, ahol az iszap ólom tartalma 9,59 mg/kg volt.

A vas koncentrációja is magasnak bizonyult a Vérke üledékében. A Macsolai úton lévő félbehagyott országút melletti mintavételezési ponton az iszap vas tartalma 2263,4 mg/kg volt. Majd növekedő tendenciát mutatott a koncentráció a „Strand” fürdőhelytől egészen a „Pacsirta” uszoda mögött lévő szakaszig. A legmagasabb értéket a „Pacsirta” uszoda mögött lévő mintavételezési ponton mértük, itt a vas koncentrációja az üledékben 5320,0 mg/kg volt.

Összességében elmondható, hogy a Vérke iszapban az öt vizsgált fémből négy jóval meghaladta a megengedett mennyiséget. A mérések azt igazolják, hogy a Vérke folyó jelentősen szennyezett nehézfémekkel. A 2015-os és 2016-es években a nehézfémeket a vízben vizsgáltuk, de az nem tükrözte a Vérke szennyezettségét, mivel mindig kerül a folyóba esővíz, talajvíz és friss víz a Borszából, ami jelentősen fel hígítja a fémek koncentrációját. Továbbá ismert, hogy az általunk vizsgált fémek (Cu, Zn, Mn, Fe, Pb) vegyületei vízben csak kis mennyiségben oldódnak. A méréseink azt mutatták, hogy a vízbe jutó szennyezőanyagokból a fémek a folyó medrében található iszapba rakódnak le. Az üledékben a cink, a mangán, a vas és az ólom koncentrációja is igen magas, több mintavételezési ponton is jóval meghaladta a hatályos határértéket.

Резюме

Метою роботи було дослідження забрудненості донних відкладів річки Верке. На Берегівському відрізку річки мною були визначені шість точок для відбору зразків донних відкладів. В підготовлених зразках визначив рН, питому електропровідність. На полум'яному атомно-абсорбційному спектрометрі у зразках донних відкладів визначив концентрацію міді, цинку, марганцю, заліза та свинцю.

На перших трьох точках відбору (вул. Мочолівська, вул. Пляжна та біля моста на вул. Стефаніка) зразки донних відкладів були кислими. На відрізку напроти Берегівської Української Гімназії та біля вул. Корятовича зразки були нейтральними. Позаду басейна «Жайворонок» реакція донних відкладів була лужною.

Питома електропровідність зразків на відрізку до міста у тричі більше за допустимого рівня, а в подальшому цей показник ще вищий. Біля вул. Пляжної, та біля моста на вул. Стефаніка та напроти Берегівської Української Гімназії питома електропровідність коливається у межах 1000-2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, а біля вул. Корятовича перевищує 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, а позаду басейна «Жайворонок» його значення більше ніж 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Концентрація міді у донних відкладах р. Верке на перших двох точках відбору нижче межі виявлення. Найбільше значення виявилось біля вул. Корятовича. Концентрація міді ні на одному точці відбору не перевищувало допустиме – 3,0 мг/кг – значення.

Вміст цинку у всіх зразках донних відкладів перевищив допустиме значення, який становить 23,0 мг/кг. На вул. Мочолівська та біля вул. Корятовича ми отримали схожі результати, 2804,5 та 2778,4 мг/кг відповідно. На наступній точці відбору, напроти Берегівської Української Гімназії концентрація цинку була 3523,5 мг/кг. Далі слідує точка позаду басейна «Жайворонок», де вміст цинку перевищило 5000 мг/кг і становив 5035,6 мг/кг, а біля моста на вул. Стефаніка нами була визначена 6031,5 мг/кг концентрація. Найвище значення концентрації цинку ми визначили у зразках, які були відібрані біля вул. Пляжної, де його вміст становив 7797,6 мг/кг.

Концентрація марганцю на всіх точках була вища за допустиме значення (100 мг/кг). Біля вул. Корятовича та позаду басейна «Жайворонок» нами отримані схожі результати, в обох випадках вміст марганцю перевищив 200 мг/кг, що у два рази більше допустимого. Біля вул. Пляжної, біля моста на вул. Стефаніка та напроти Берегівської Української Гімназії концентрація марганцю перевищила значення 300 мг/кг, що у три рази більше

допустимого. Найбільше значення концентрації марганцю – 608,8 мг/кг – нами була визначена на вул. Мочолівської.

Концентрація свинцю біля вул. Мочолівської та напроти Берегівської Української Гімназії не перевищила 6,0 мг/кг. У всіх інших чотирьох точках відбору концентрація свинцю була вище за допустиме значення. Найбільшу концентрацію ми визначили біля вул. Корятовича – це 9,59 мг/кг.

Концентрація заліза виявилась високою в осаді р. Верке. Біля вул. Мочолівської концентрація його була 2263,4 мг/кг. Від вул. Пляжної до басейна «Жайворонок» вміст заліза у донних відкладах має тенденцію до зростання. Найбільше значення було біля басейна «Жайворонок», де ми визначили 5320,0 мг/кг заліза.

Узагальнюючи можемо сказати, що концентрація всіх п'ятьох визначених металів перевищують допустимих значень. Це, на жаль, підтверджує те, що р. Верке забруднене важкими металами. Під час 2015 – 2016 рр. ми досліджували вміст важких металів у воді, але то не відображало забрудненість р. Верке, тому, що у воду потрапляють дощові, підземні води та свіжа вода з р. Боржава, що веде до розбавлення забруднювачів. Відомо також, що визначені нами метали у воді розчиняються дуже повільно. Метали осідають у донні відклади і там нагромаджуються. У донних відкладах спостерігається високий вміст цинку, марганцю, заліза і свинцю, який у декількох точках відбору перевищив гранично допустиму концентрацію.

IRODALOMJEGYZÉK

1. BABJÁK, Z. (2010): Részletek a Vérke történetéből. Kálvin nyomda, Beregszász
2. BERKOW, R. (1997): MSD Orvosi kézikönyv a családban. Melania kiadó Kft., Budapest
3. Система моніторингу довкілля Закарпатської області Interneten:
<http://ecozakarp.net.ua/>
4. CSOMA, Z. (2009): Általános talajtan- és talajföldrajz-gyakorlatok, PoliPrint Kft, Ungvár, pp 70-71
5. Google Earth, 2015
6. KABATA-PENDIAS, A., PONDER, H. (1984): A termőtalajok degradációjának veszélye Lengyelországban. *Agrokémia és Talajtan*, 33, 539-544. p.
7. KÁDÁR, I. (1995): A talaj - növény - ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. Környezet- és Természetvédelmi Kutatások, KTM-MTA TAKI, Budapest. 388 p.
8. KAMM, K. (1985): Prognose künftiger Schwermetallgehalte in Boden und verzehrbaren Pflanzen. *Wasser, Luft und Betrieb*, 7-8, 36-39. p.
9. KINGSTON, L., LEHARNE, S., MCPHEE, E. (1988): A survey of vehicular lead deposition in a woodland ecosystem. *Water, Air and Soil Pollution*, 38 (3-4), 239-250. p.
10. KOMONYI, É.- SZÉKELY, G. (2006): A Vérke vízminőségének bioindikációs vizsgálata. *Acta Beregsasiensis*, V. évfolyam, 1. kötet p. 112-123
11. KURTYÁK, Á. – CSOMA Z. (2014): A Vérke–csatorna vízminőségének térbeli változása. Interneten:
https://www.academia.edu/9703471/Spatial_change_of_water_quality_in_V%C3%A9rke_canal
12. NRIAGU, J. O. (1989): Natural Versus Antropogenic Emissions of Trace Metals to the Atmosphere, In: Pacyna, J. F., Brynjulf, O. (Ed.): Control and Fate of Atmospheric Trace Metals, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 3-13. p.
13. PAIS, I. (1991): Criteria of essentiality, beneficiality and toxicity. What is too little and too much? In: Pais, I. (Ed.): IGBP Symposium of H.A.S. „Cycling of nutritive elements in geo- and biosphere.” Univ. Hort. Food Ind. Budapest, 59-77. p.
14. PÁLFAI, I. (2000): A víz szerepe és jelentősége az alföldön, Békéscsaba
15. SOMOGYI, S. (2002): Az Északkeleti Kárpátok vízrajza. Kárpátalja kézi-könyv; Gondola kiadó, Budapest

16. SZLÁVIK, I., OLÁH, J., SZÖNYI, I. (1984): Települési szennyvíziszapok mezőgazdasági elhelyezése és hasznosítása. *Vízügyi Műszaki Gazdasági Tájékoztató*, Vol. 148, Budapest, 147 p.
17. SZUHÁNYI, GY. (2005): Kárpátalja víztartalékának jellemzése. Agrártudományi közlemények, 2005/16. Különszám, p. 1
18. THORNTON, I. (1981): Geochemical aspects of the distribution and forms of heavy metals in Soils. In: Lepp, N. W. (Ed.): *Effect of Heavy Metal Pollution on Plants*. Vol. 2 Applied Science Publishers, London and New Jersey, 1-33. p.
19. VASS, R. – SZABÓ, G – SZABÓ, J. (2009): Hullámtéri feltöltődés vizsgálata geoinformatikai módszerekkel a felső–Tisza vidéken, Interneten: http://www.uni-miskolc.hu/~fkt/Hudem_es_Geoinfo_2009/Cikkek/VassR_SzaboG_SzaboJ.pdf
20. VERMES, L. (1989): A szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosításának Kelet-európai tapasztalatai. *Melioráció. Öntözés és Talajvédelem*, 2, 48-66. p.
21. VERMES, L. (1994): A talajszennyezés néhány kérdése. *Talajvédelem*. 2 (2), 86-93. p.
22. VERMES, L. (1997): Vízgazdálkodás mezőgazdasági, kertész-, tájépítész-, és erdőmérnök-hallgatók részére, *Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó*, Budapest, p. 151-152
23. VERMES, L. (2005): *Hulladékgazdálkodás és hulladékhasznosítás*. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 220 p.
24. VINCE, T. (2013): A Vérke-csatorna vizének állapota néhány vizsgált paraméter alapján. – *Acta Beregsasiensis* 7:2, p. 210
25. WOYNAROVICH, E. (1998): *Vizeinkről mindenkinek*, Agroinform Kiadó, Budapest
26. ZÁKÁNYI, B. (2010): Válogatott fejezetek „A környezetvédelem alapjai” című tárgyhoz. Miskolc, p. 153
27. ФАТЄЄВА, А. ПАЩЕНКО, Я. (2003): Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України, Харків.

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra A fotón: A Vérke Terelése (Sepa János magángyűjteményéből).....	10
2. ábra A fotón: A kikövezés pillanatai 1936-ban (Sepa János magángyűjteményéből)	10
3. ábra A fotón: Az egykori fahíd és kőhíd egy nyilasánál (Sepa János magángyűjteményéből)	11
4. ábra A fotón: Platánfák a mai oázis parknál (Sepa János magángyűjteményéből)	11
5. ábra. Mintavételezési pontok a Vérke Beregszászi szakaszán (Google eart, 2015).....	23
6. ábra M1 mintavételezési pont.....	24
7. ábra M2 mintavételezési pont.....	24
8. ábra M3 mintavételezési pont.....	25
9. ábra M4 mintavételezési pont	25
10. ábra M5 mintavételezési pont	26
11. ábra M6 mintavételezési pont	26
12. ábra Mintavételezés a Vérkén.....	27
13. ábra A minták szűrése.....	29
14. ábra Az iszapmintákban mért vezetőképesség	32
15. ábra Az iszap kémhatása	33
16. ábra Réz koncentrációja a Vérkébe iszapban	34
17. ábra Cink koncentrációja a Vérkébe iszapban.....	35
18. ábra Mangán koncentrációja a Vérkébe iszapban	36
19. ábra Vas koncentrációja a Vérkébe iszapban	37
20. ábra Ólom koncentrációja a Vérkébe iszapban	38

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat Ásványi elemek hiányával és túlsúlyával összefüggő betegségek és tünetek	14
2. táblázat Ásványi elemek hiányával és túlsúlyával összefüggő betegségek és tünetek.....	15
3. táblázat Felszíni vizekre és ivóvizekre vonatkozó határértékek (fémek)	16
4. táblázat Vérke monitoring eredményei az elmúlt években	17
5. táblázat Színek jelentése	18
6. táblázat Mezőgazdasági célra használt anyagok elemtartalma.....	18
7. táblázat Léggörbe jutott mikroelemek mennyisége	19
8. táblázat Nehézfém koncentráció a Vérkében 2015-ben	20
9. táblázat 2015 őszi mintavételezéskor kapott nehézfémértékek	21
10. táblázat 2016 tavaszi mintavételezéskor kapott nehézfémértékek	22
11. táblázat Mintavételezési pontok elhelyezkedése	23
12. táblázat A talajok osztályozása a kémhatás szerint	28
13. táblázat A talajok megengedhető felvehető mikroelem tartalma	30
14. táblázat Az iszapminták pH értéke és fajlagos vezetőképessége	31
15. táblázat Mintákban mért nehézfémértékek	33