

**Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II**  
**Кафедра географії та туризму**

Реєстраційний № \_\_\_\_\_

**Кваліфікаційна робота**  
**Характеристика розвитку берегів на вибраних ділянках р. Тиса**  
**поблизу смт. Вилок**

**Гейруш Норберт Йосипович**

Студент IV-го курсу

Освітня програма 014 Середня освіта (Географія)

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Тема затверджена Вченою радою ЗУІ

Протокол № 10 /27 жовтня 2021 року

Науковий керівник:

Генці Шандор Олександрович

PhD, доцент

Завідувач кафедру

Молнар Йосип Йозефович

к.г.н., доцент

Робота захищена на оцінку \_\_\_\_\_, «\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

Протокол № \_\_\_\_\_

**Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II**

**Кафедра географії та туризму**

**Кваліфікаційна робота**

**Характеристика розвитку берегів на вибраних ділянках р. Тиса  
поблизу смт. Вилок**

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Виконав: студент IV-го курсу

**Гейруш Норберт Йосипович**

Освітня програма а 014 Середня освіта (Географія)

Науковий керівник: Генці Шандор Олександрович

PhD, доцент

Рецензент: Молнар Д. Стефан Стефанович

PhD, доцент

Берегове

2022

## **II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola**

### **Földtudományi és Turizmus Tanszék**

## **A partfejlődés jellegzetességei tiszai mintaterületeken, Tiszaújlak környékén**

Szakdolgozat

Képzési szint: alapképzés

**Készítette: Gérus Norbert**

IV. évfolyamos hallgató

**Képzési program :014 Középiszkolai oktatás (Földrajz)**

**Témavezető: Gönczy Sándor**

PhD, docens

**Recenzens: Molnár D. István**

PhD, docens

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1. ОГЛЯД ФАХОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	7
1.1. Загальна характеристика річки Тиса .....	7
1.1.1. Дослідження питання виникнення та зміни звивистості річок .....	9
1.1.2. Водний режим річки Тиса та його екстремуми .....	11
1.1.3. Повені.....	13
1.1.4. Межені .....	13
1.2. Гідрографічні вимірювання.....	14
1.2.1. Водомірні рейки .....	15
1.2.2. Самописці рівнів води .....	16
1.2.3. Швидкість течії .....	17
2. БАЗА ДАНИХ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	19
2.1. Польове дослідження виділеної ділянки берега.....	20
2.2. Прилади для досліджень.....	23
2.3. Інструкції з безпеки життєдіяльності .....	24
3. РЕЗУЛЬТАТИ .....	25
3.1. Результати вимірювання берегової ерозії.....	25
3.2. Результати вимірювання швидкості течії .....	32
3.3. Результати вимірювання фракцій алювія .....	37
ПІДСУМКИ.....	45
РЕЗЮМЕ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	48
ПЕРЕЛІК РИСУНКІВ .....	51
СПИСОК ТАБЛИЦЬ .....	53
ДОДАТКИ.....	54

## TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS .....	6
1. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS .....	7
1.1. A Tisza jellemzése.....	7
1.1.1. Folyókanyarulatok kialakulásának és változásainak vizsgálata .....	9
1.1.2. A Tisza vízjárása és szélsőségei .....	11
1.1.3. Az árvizek .....	13
1.1.4. A kisvizek .....	13
1.2. Vízrajzi mérések.....	14
1.2.1. Lapvízmércék.....	15
1.2.2. Rajzoló vízmércék .....	16
1.2.3. A folyó sebessége .....	17
2. ADATBÁZIS ÉS MÓDSZEREK .....	19
2.1. A kijelölt partszakasz terepbejárásos vizsgálata .....	20
2.2. A vizsgálatokhoz szükséges eszközök .....	23
2.3. Biztonsági előírások .....	24
3. EREDMÉNYEK .....	25
3.1. Parteróziós eredmények .....	25
3.2. Vízsebesség vizsgálatának eredményei.....	32
3.3. Szemcseösszetétel vizsgálatának eredményei .....	37
ÖSSZEFOGLALÁS.....	45
UKRÁN NYELVŰ ÖSSZEGZÉS (РЕЗЮМЕ) .....	46
FELHASZNÁLT IRODALOM.....	48
ÁBRÁK JEGYZÉKE .....	51
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE .....	53
MELLÉKLETEK.....	54

## BEVEZETÉS

Az elmúlt néhány évben megfigyelhető volt a Tisza folyó kanyarulatainak jelentős mértékű változása, ennek legdinamikusabban fejlődő szakasza Nagyszőlős és Tiszaújlak között helyezkedik el. Ezek a partfejlődések veszélyeztetik azokat a településeket, amelyek az évszázadok folyamán a folyó közelében épültek. A Tisza egykori Nagyszőlősi járásába eső, Királyháza és Tiszaújlak közötti szakasza árvízi szempontból a legveszélyesebbek közé tartozik, mivel a folyó itt lép át az alföldre, ezáltal a folyó lefolyási sebessége nagy mértékben lelassul, de a vízmennyiség nem csökken és a rövid idő alatt ideérő árhullám levonulása megtorpan, ezáltal a folyó medre kiszélesedik. Árvízvédelmi szempontból a folyót mind két oldalról töltések határolják, de egyes helyeken parterősítést eszközöltek, mivel a part széle olyan közel került a töltéshez, hogy egy nagyobb árhullám esetén könnyedén kimosta volna nagy erejével.

Munkánk során egyes kanyarulatokat vizsgálunk meg több szempontból, korábbi munkáinkra alapozva vizsgáljuk a part helyzetét koordináta pontok segítségével, folyamatos méréseket végzünk a folyó sebességének meghatározására különböző vízállások mellett, és az eddig még nem vizsgált part anyagának szemcseösszetételi megvizsgálása a munka fő célja.

Ezek szempontok segítségével évről–évre megtudjuk határozni a változás mértékét, és a partfejlődés intenzitásának tényezőit, azok összefüggését egymással kapcsolatban és egy olyan adatbázist hozunk létre, amely segítségül szolgálhat későbbi kutatások elvégzésében.

Part anyag összetételének vizsgálatáról még nem készült korábbi vizsgálat, ezért számomra fontos, hogy egy olyan vizsgálatot végezzünk el, amely jól kidolgozott és segítségül szolgálhat későbbi kutatások során.

A kanyarulatok vizsgálatának legfontosabb tényezője a terep bejárása. Terepi vizsgálat során rögzítjük a part széleinek koordinátáit futásvonalban, meghatározzuk a folyó sebességét és a part falából mintákat gyűjtünk ki.

Hipotézisünk, hogy a part anyagának összetétele befolyásolja az adott kanyarulatban a parteróziót. Ez a tény megvizsgálása azért fontos, mivel korábbi hipotézisünk, miszerint a vízszint emelkedésével növekszik a folyó sebessége és nagyobb a parterózió, ez beigazolódott.

Az adatok feldolgozásának vizuális részét a Google Earth és ArcGis térképszerkesztő programokkal készítjük, a folyó sebességének adatait Excel táblázatban összesítjük, szemcseösszetétel vizsgálatához szükséges mintákat laborban szárítjuk, majd speciális eszközökkel vizsgáljuk be.

# 1. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

## 1.1. A Tisza jellemzése

A Tisza Kárpátalja legnagyobb és legjelentősebb vízfolyása. A Tisza biztosítja a megyék ivóvízbázisának alapját. Az mellett, hogy megyénk legnagyobb folyója címét képviseli, a Kárpát-medencében sem elhanyagolható jelentősége, mivel ott a második legnagyobb folyó. Elnevezését az ókortól napjainkig sok formában használták, mint például: A Tisianus, Parsius, Tysa, Tisia, Tysia stb. Jelenlegi elnevezése a Tisza, ukránul pedig Тиса (KUN, 2004).

Egykor a történelmi Magyarország határain belül kanyargott a Tisza teljes egésze, ez egészen 1920. június 4.-éig volt így, mikor is a Trianoni békeszerződés aláírásával Magyarország darabjaira hullott (KUN, 2004). A Tisza forrása Kárpátalján, jelenleg Ukrajna területén található. A forrás az Északkeleti-Kárpátokban található és Szerbiában torkollik a Dunába, Titel nevezetű helység közelében. A Tisza két forrásban indul útnak, az egyik forrás a Fehér-Tisza nevet kapta, a másik forrás pedig a Fekete-Tisza nevet, az elnevezés az összefolyásnál megfigyelhető színkülönbségekből adódik. A Tisza teljes hosszát nem az összefolyástól mérik, amely Rahó közelében található, hanem a Fekete-Tisza forrásától, mivel innen számítva a folyó hosszabb, mint a Fehér-Tisza forrásától számítva. Tehát a Tisza hivatalos forrása a Fekete-Tisza, amely a Fagyalos (Szvidovec) közelében, 1680 méteres tengerszint feletti magasságban található. Forrástól torkolatig a teljes hossza 964 kilométer és a vízgyűjtőjének területe 157 200 km<sup>2</sup> (ANDÓ, 2002).

Kárpátalján több nagyobb folyó is a Tiszába torkollik, ezáltal jelentősen bővítve annak vízhozamát. Legnagyobb mellékfolyói a Tarac, a Talabor, a Nagyág, a Borzsa, a Latorca és az Ung (HERENCSEK ET AL., 1981). A Tisza egy nagyon szeszélyes folyó, vízhozama okozhat meglepetéseket. Tiszaújlaknál, ahol eléri az ukrán–magyar határszakaszt, az átlagos vízhozam mikor nincs áradás, mindössze 30 m<sup>3</sup>/s (HOLY, VITKOVA, 1971). Viszont egyes áradások esetén akár százszoros vízhozam-ingadozás is felléphet, erre példaként tudjuk felhozni a 2001. március 5-i áradást, a csúcsvízhozam 3040 m<sup>3</sup>/s-os lefolyást eredményezett, ez meghaladta az 1998-ban történő csúcsvízhozamot is (FRISNYÁK, 2002).

A Tisza vízgyűjtőrendszerére több nagyobb hullám jellemző, az ilyen hullámok során a folyó elhagyja a medrét és megnövekszik a vízhozama. A Tisza vízének három táplálási forrása van, a hólé, az esővíz és a felszín alatti vizek. Jellemző egy nyári csapadékmaximum, ősszel mediterrán ciklonok hatása figyelhető meg, ennek a következménye, hogy október végét –

november elejét egy újabb csapadékmaximum jellemzi. A téli csapadék hó formájában hull, 100 méter magasságban 65 napos hóborítottság, 1000 méter felett pedig 150 napos hóborítottság figyelhető meg. Ennek a hómennyiségnek időre van szüksége, hogy elolvadjon, tehát kb. májusra elolvad, ami a tavaszi árhullámot eredményezi, persze ez a nagy mennyiségű hó nem egyszerre olvad el, folyamatosan olvad, egyes melegebb napokon jobban, máskor kevésbé. Májusra befejeződik ez a folyamat (RADVÁNSZKY, 2009).

A folyó alföldi szakasza áthalad a mérsékelt kontinentális éghajlatú tájakon, tehát itt a medencehatás érvényesül. A vízgyűjtő éghajlatát és csapadékviszonyait befolyásoló tényezők közé tartozik az óceáni-, szárazföldi-, mediterrán-, és sarkvidéki hatások (ANDÓ, 2002). Az alföldi terület átlagos évi középhőmérséklete 10–11°C (LÁSZLÓFFY, 1982).

A Tisza vízgyűjtőrendszerét több részre oszthatjuk fel: hegyvidék, dombvidék, síkvidék. A hegyvidéki részhez tartozik a folyó 24%-a. A dombvidéki részhez tartozik további 34%, és a maradék 42%-a pedig a síkvidéki területekhez tartozik (RADVÁNSZKY, 2009). Jelenleg a folyó öt ország területén halad át, forrástól a torkolatig számítva: Ukrajna (12800 km<sup>2</sup>), Románia (71300 km<sup>2</sup>), Szlovákia (16000 km<sup>2</sup>), Magyarország (47000 km<sup>2</sup>) és végül Szerbia (10100 km<sup>2</sup>) (ANDÓ, 2002).

A folyó forrásától 81 kilométeren keresztül a Rahói járásban kanyarog, majd Terebesfejérpataknál eléri az ukrán–román határt, ettől kezdve 68 kilométeren határfolyóvá válik, Técsónél elszakad a határtól és újra ukrán földeken kezd kanyarogni 82 kilométeren keresztül, ezt követően eléri Tiszaújlakig ahol ismét határfolyó válik belőle, ukrán–magyar részen egészen 27 kilométeren kanyarog a határ mentén, majd Badalónál teljesen átlép Magyarország területére. Azonban még Szalóka–Tizasalamon szakaszon ismét visszatér ukrán–magyar határfolyónak 17 kilométeren keresztül, ezt követően végleg elhagyja Kárpátalja területét és érinteni sem érinti tovább (AZ ADATOKAT GOOGLE EARTH SEGÍTSÉGÉVEL HATÁROZTUK MEG).

A Tisza régebben sokkal másabb képet mutatott, mint jelenleg. A folyó lefolyása lassú, ártere széles volt, ez köszönhető az alföldi jellegnek. A Tisza hossza régebben elérte az 1419 kilométeres hosszúságot is. A folyóra jellemző volt a csekély esés és a nagyfokú kanyargósság. A rossz lefolyási viszonyok miatt jelentős területet foglaltak el a pangó vizes, mocsaras területek. Egy-egy árvíz alkalmával hatalmas területeket öntött el a víz, így az Alföld területét ártéri erdők, vizenyős rétek és járhatatlan mocsárvidékek jellemezték, gazdag növény-, és állatvilággal (SOMOGYI, 1980). Sokszor próbálkoztak a folyó szabályozásával, de ezek a próbálkozások mind sikertelenek voltak. Ezt követően felkértek egy mérnököt, neve Pietro Paleocapa volt, aki kidolgozta a megfelelő folyószabályozási tervet és a nagy folyószabályozás

1846. augusztus 27.-én vette kezdetét. Ez a mérnök nevezetes volt, mivel a Pó folyó szabályozási tervét is ő dolgozta ki, sikeresen (FRISNYÁK, 1988, GODA, 1991). A Tisza szabályozásánál is sikeres munkát végzett. A folyó teljesen új alakba költözött. A szabályozás eredményeként a folyó új hossza 962 kilométer lett, ami azt jelenti, hogy 63%-kal rövidítették le, 136 kilométer új épített meder született, valamint 589 kilométer holtágat alakítottak ki. A folyó csekély esését is átalakították, mivel rövidebb lett a folyó, ezért a folyó esése is megnövekedett, ami azt jelenti, hogy kilométerenként 3,7 cm-ről 6 cm-re növekedett, ez a folyó gyorsabb lefolyását és nagyobb sebességét eredményezte, aminek következtében erőteljesebb lett a folyó és nagyobb terhelés nehezedett a kanyarulatokra (GODA, 1991). Azonban a szabályozás után létrejött 962 kilométerből mindössze 275 kilométer esik Kárpátalja területére vagy határmentére. A folyó megnövekedett energiája ahhoz vezetett, hogy a meder mélysége megnövekedett és a magaspárt falait erőteljesen szaggatja az odaértő árhullám. Az ilyen területeken a mederváltozás és folyókanyarulatok változásának üteme meggyorsul, folyamatos megfigyelést igényel, mivel a kockázatos helyeken további beavatkozások szükségesek (HOLY, VITKOVA, 1971).

A folyószabályozás eredményeként a Tisza mederalakító tevékenysége, ami évezredek során alakult ki a folyón annak egyensúlya megbomlott. A szabályozási munkálatok felszámolták a természetes tájfejlődést az Alföldön, és a folyót határok közé szorították. A Tiszára jellemző hidrológiai és ökológiai sajátosságok, illetve a vízben élő élővilág átalakult, megfogyatkozott (GODA, 1991).

A Tiszát hidrogeográfiai szempontból nézve három nagy szakaszra különíthetjük el. Első a hegyvidéki jellegű Felső-Tisza, amely a forrástól kezdve a Szamos torkolatáig tart, második a vízgyűjtő terület zömét felölelő Közép-Tisza, amely a Szamos torkolatától Maros torkolatáig terjed, és a harmadik szakasza az Alsó-Tisza, mely Marostól a Tisza torkolatáig tart (ANDÓ, 2002).

### **1.1.1. Folyókanyarulatok kialakulásának és változásainak vizsgálata**

A folyókról általánosságban elmondható, hogy olyan vízfolyások, amelyek mindig a magasabb térszínekről az alacsonyabbak felé haladnak. Vízszállításuk egyes helyeken kisebb-nagyobb mértékben ingadozik, ez köszönhető a terepi viszonyoknak. A víz utánpótlását forrásból, csapadékvízből és olvadékvízből nyeri. A folyó lefolyási sebessége függ a meder lejtésétől és a keresztmetszettől. Befolyásoló tényező lehet még a mederfal simasága, a víz mélysége, valamint az is befolyásolhatja a folyó sebességét, ha a meder összeszűkül.

Az általunk vizsgált folyószakasz átlagos sebessége 0,1–0,7 m/s, ez a folyó síksági része (HOLY, VITKOVA, 1971). A folyó legmeredekebb része mindig a forráspontnál található a hegyvidéken, haladva a torkolatig folyamatosan ellaposodik.

A folyó mederalakítására és folyókanyarulatok partjaira gyakorolt eróziós hatékonysága függ a domborzattól, a lefolyási sebességtől és a part összetételétől, minél erősebb a mederközet annál ellenállóbb a kanyarulat (LÁSZLÓFFY, 1941). Munkánk során is ezekre a szempontokra próbálunk vizsgálatokat végezni, és megállapítani hitelességüket és befolyásoló mértéküket.

Földtani tényezők határozzák meg a vízfolyások kialakulását és természetét, ilyen tényező a domborzat, vízgyűjtő és a meder környezeti összetevőinek anyaga. A földtani viszonyok közé tartozik a tektonikai viszony, ami a vízfolyások völgyének kialakulását befolyásolja (ALMÁSSY, 1993).

A folyókanyarulatoknak úgynevezett belső-, és külső ívét különböztetjük meg. A folyókanyarulatok fejlődése a belső ív övzátóny-felszínének épülése és a külső ív parteróziója révén valósul meg, amelyek együttesen határozzák meg a kanyarulat vándorlásának ütemét és térbeliségét (HICKIN, 1974, MALIK, 2005). A belső-, és külső ívet másnéven nevezhetjük a kanyarulat homorú és domború részének is. A Tisza síksági részén a folyónak elegendő ereje van a törmelékek szállítására, ezáltal a kanyarulat külső (homorú) részét pusztítja, a belső (domború) részét pedig szép lassan építi a szállított hordalékkal.

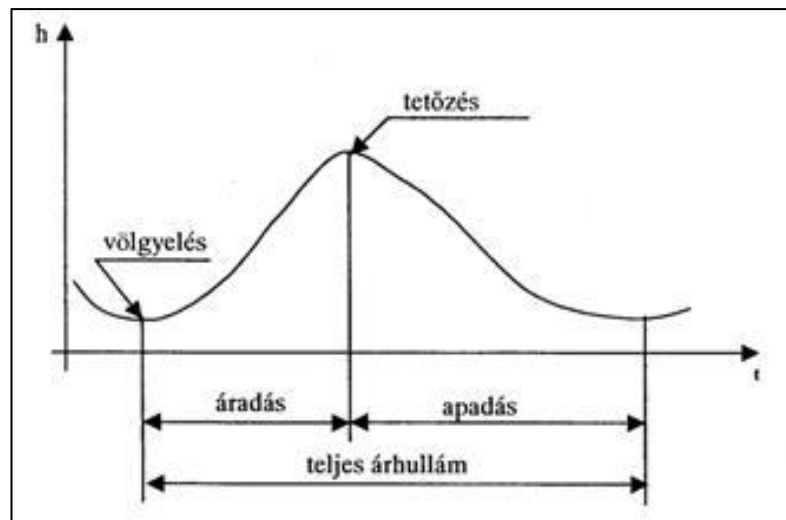
A Tisza kanyarulataira jellemző a meanderezés. A meanderező folyó vagy vízfolyás hosszában kialakuló, általában sorozatokban jelentkező, ellentétes irányú kanyarpár. Ezeknek a sorozatok kialakulásának megkezdése a vízmozgás belső turbulenciájának következménye. Ha egy ilyen meander folyamat kialakul, akkor a külső kanyarív eróziója és a belső ív menti lerakódás miatt továbbfejlődik és kihatással lesz a további kanyarok kialakulására (TIMÁR, 2003).

A Tisza vízszint növekedésével megnövekszik a folyó vízhozama is. Mikor megnövekszik a vízszint és a vízhozam a folyó energiája is megnövekszik, amiből következik, hogy a romboló–épülő munkájának hatékonysága is nagy mértékkel fokozódik. Megnövekedett vízszint esetén, mikor a folyó elhagyja medrét, a felszínformáló tevékenysége nem csak a mederben zajlik, hanem a hullámtérben, másnéven ártérben is érvényesül. A folyó romboló–építő hatékonyságát a megáradt folyó esetén az akkumulált üledék vastagsága is bizonyítja. A szakadópartok partfalán megfigyelhető az egyes anyagok rétegződése, de a legfelső és legalsó réteg minden esetben a kavicsréteg.

### 1.1.2. A Tisza vízjárása és szélsőségei

Mint már szó volt a Tisza vízhozamának szeszélyességéről, hogy Tiszaújlak közelében, a kisvíz mindössze  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  (HOLY, VITKOVA, 1971) lefolyást eredményez, ugyanakkor az áradás során  $3040 \text{ m}^3/\text{s}$  csúcsvízhozam is felléphet, amely 2001-ben okozott árvizet a területen (FRISNYÁK, 2002). Ezek a számok azt bizonyítják, hogy a folyó vízjárása igen nagy intervallum között mozog, és tápláló forrásai befolyásolják.

A víz állásának értékeit függvényekben tudjuk ábrázolni, és az ezáltal kapott vízállás görbe alapján tehetünk néhány általános megállapítást (1. ábra). Például: a vízgyűjtőre hullott csapadék hatására a folyó vízszintje emelkedni kezd (a hulló csapadék lehet hó formájában is, azonban a hó esetében a hatás az olvadást megkezdve lép folyamatba) – tehát a folyó áradni kezd, majd elér egy tetőző helyzetet. A tetőző helyzet a vízszint maximumát jelenti, ezt követi a vízállás csökkenésének szakasza, az apadás. Az apadás a tetőző helyzettől egészen a mélypontig tart, A két mélypont közötti szakaszt árhullámnak nevezzük (GOMBOS, 2011).



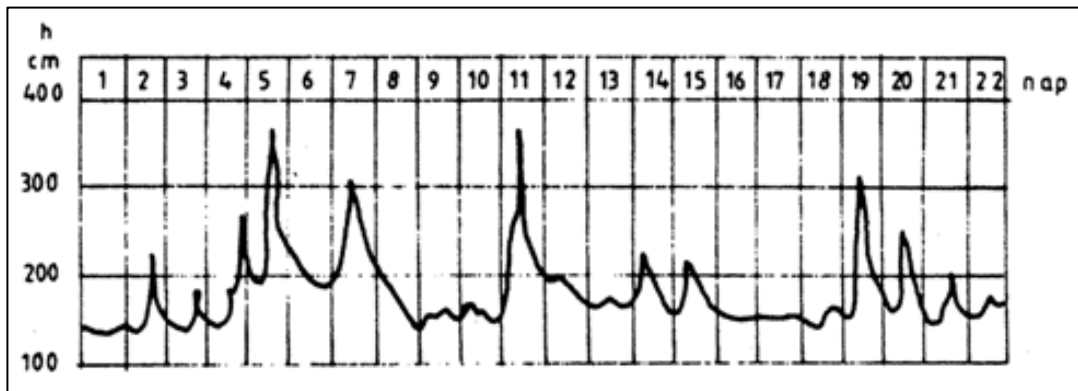
1. ábra: Árhullám vízállás-görbéje (GOMBOS, 2011)

A folyó élete ilyen árhullámok sorozatából áll. Ezen árhullám-sorozat jellegzetességeit nevezzük vízjárásnak (GOMBOS, 2011).

A vízjárás jellege elsősorban a vízgyűjtőterület jellegzetességeitől függ: domborzati viszonyok, lefolyást befolyásoló egyéb felszíni tulajdonságok, vízgyűjtő nagysága, csapadékviszonyok, vízgyűjtő alakja (GOMBOS, 2011).

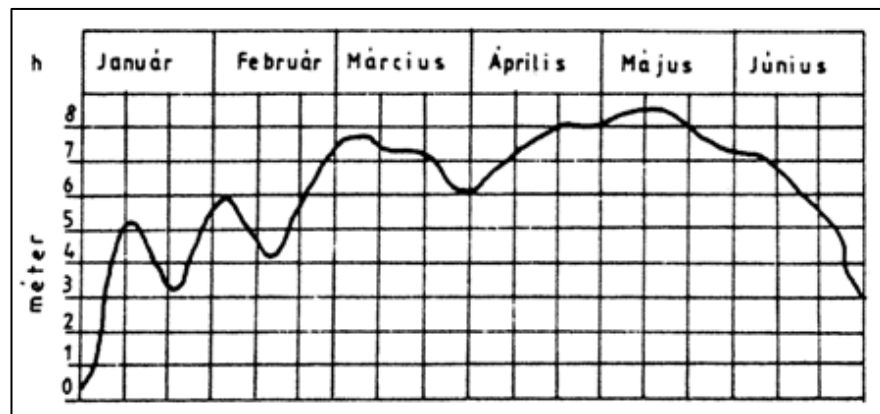
Vízfolyások között megkülönböztetünk heves és nyugodt vízjárású folyókat, illetve vegyes vízjárású folyókat egyaránt. A heves vízjárású folyó az nagy lefolyási arányt biztosító

vízgyűjtőterületeken jellemző. Hirtelen nagy mennyiségű csapadék esetén a vízállás is hirtelen növekszik, azonban a tetőzést követően az apadás mértéke is gyors (2. ábra) (GOMBOS, 2011).



2. ábra: Heves vízjárású folyó vízállás-görbéje (GOMBOS, 2011)

A nyugodt vízjárású folyóknál nincs hirtelen nagy mennyiségű csapadék, ezért a vízszintjük is lassabban emelkedik és az árhullám levonulása is hosszabb ideig tart. A nagyobb vízgyűjtőterülettel rendelkező folyók leginkább ebbe a kategóriába tartoznak (3. ábra) (GOMBOS, 2011).



3. ábra: Nyugodt vízjárású folyó vízállás-görbéje (GOMBOS, 2011)

A vegyes vízjárású folyók az előző két típus közötti átmenet, illetve a kettő kombinációja (GOMBOS, 2011).

Azonban az árhullámokat nem csak a vízszint változása jelzi. Ugyanúgy változik a vízszintesés, a vízsebesség és a vízhozam is, ezek összefüggésbe vannak egymással. A Tisza esetében is ez a négy hidrológiai jellemző változása követi egymást meghatározott sorrendben.

Megfigyelések alapján, meghatározták, hogy először a vízszintesés növekszik, ezt azonnal követve megnövekszik a folyó vízsebessége is. Egyidejűleg ezzel a vízállás még nem

változik, de a sebességnövekedés hatására a vízhozam is növekedni kezd. Legvégül az árhullámot a vízállás növekedése jelzi (GOMBOS, 2011).

A vízállás csökkenésénél, azaz apadásánál ez a sorrend változatlan, mint az áradásnál. Jóval a Tisza tetőzése előtt elkezdődik az apadás, amit szinte rögtön követ a vízsebesség csökkenése is. A sebesség csökkenését eleinte még kompenzálja a vízszint emelkedése, így a vízhozam csak később kezd el csökkenni. Azonban mielőtt a vízállás eléri a maximumot, előtte már csökken a vízhozam is, ez azzal magyarázható, hogy a vízsebesség egyre kisebb, és a vízállás is alig emelkedik már (GOMBOS, 2011).

### **1.1.3. Az árvizek**

A folyó alapvető tulajdonsága, amit a szemünkkel is észlelhetünk, az nem más, mint vízszint változása. Ez a folyamat, amit áradásnak és apadásnak nevezünk a folyó örökös játéka. Közvetlen megfigyeléseket a hétköznapiakban bárki tud végezni, azonban pontos megfigyelést csak az erre szakosodott szakemberek tudnak biztosítani. Rengeteg tényező befolyásolja a Tisza vízjárását, ezért még a szakemberek sem tudják teljesen biztosra kiszámítani a folyó vízjárását. A tiszai vízrendszerben a tavaszi – március-áprilisi – árhullámok az uralkodóak, mivel a Felső-Tiszán, ahol a magas-hegységbeli hóolvadás egybeesik a tavaszi esőzésekkel, az április áll az első helyen. Emellett itt még jellegzetes a késő őszi áradás is, amely november-decemberben éri el maximumát. Enyhe tél esetén a januári áradás (árvíz) sem ritka. Az aránylag kis területre korlátozott heves nyári esőzések könnyen megduzzasztják a Felső-Tiszát, itt tehát a júniusi-júliusi árvizek is előfordulhatnak. Sőt augusztus és október között is észleltek már magasabb vizeket. Általában mégis azt mondhatjuk, hogy augusztus és október között csendes a Tisza járása. De ezért is mondják kiszámíthatatlannak, mert okozhat meglepetéseket. A két nagy árvíz (1998 novemberében és 2001 márciusában) a nagy mennyiségű csapadékmennyiség következtében zajlott le, a megszokottól rendkívül magas csapadékmennyiség hullott akkor a Tisza vízgyűjtő területére, és a hirtelen összegyűlt vízmennyiség pusztító áradata elindult, és a pusztító hullámokat nem tudták kivédeni az emberek, áttörte a töltéseket és romba döntött mindent, ami az útjába állt (IZSÁK, 2012).

### **1.1.4. A kisvizek**

Az árvizekkel ellentétes jelenség az alacsony vízállás. Amíg az árvizek kis vízgyűjtőterületeken hirtelen támadnak és a rövid ideig tartanak, addig a kisvizek huzamosabb

ideig vannak jelen egy év során. Az alacsony vízállás akkor következik be, mikor a területen hosszú ideig szárazság uralkodik (LÁSZLÓFFY, 1982).

Általában a kisvizek nyár végén, illetve kora ősszel jelentkeznek. A hőség miatt ugyanis nagyfokú párolgás veszi kezdetét. és ebben az időszakban jóformán csapadék nem táplálja a folyót. Ebben az időszakban egyetlen táplálási forrás a folyóknak, a talajban tárolt vízkészlet. A vízfolyások táplálása közben a talajban tárolt vízmennyiség is a minimumra csökken (LÁSZLÓFFY, 1982).

## 1.2. Vízrajzi mérések

A folyó nyugodt és mozgó vizeinek mennyiségének mérésével a vízméréstan (hidrometria) foglalkozik. Ezen tudományág feladatai körébe tartoznak különböző mérések, pl.: vízállás, geometriai jellemző, sebesség, vízhozam, hordalékszállítás, talaj jellemzői (szintjének, erodáló üteme stb.). Amikor ezeket a tulajdonságokat vizsgáljuk egy területen, akkor egyszerűen nevezhetjük a terület vízrajzi tulajdonságainak is (OVF, 2013).

A folyók vízszállítására egy tulajdonság mindig, minden körülmény között igaz, az nem más, mint a változás. A változások értékét a vízállással és vízhozammal tudjuk jellemezni. A folyó vízállása igazából a vízszintmagasságát jelenti, megkülönböztetünk kisvizet, középvizet és nagyvizet. Azonban a nagyvizet még tudjuk kategorizálni árvíznek is, amikor a folyó kilép a medréből.

A vízállást centiméter beosztású vízmércéken olvassák le, ez magas pontosságot eredményez, a kisebb mértékű változásokat is rögzíteni tudják. A vízszintet azonban nem a mederfenéktől számítják, hanem az előre meghatározott tengerszint feletti magasságban lévő „0” pontjától számított vízszintmagasságot jelenti. Ennek köszönhetően előfordulhat kisvízkor negatív érték is.

A vízhozam a meder adott keresztmetszetén egységnyi idő alatt átfolyó vízmennyiséget jelenti. Értékét általában  $m^3/s$ -ben adják meg. A vízhozam tehát függ a folyás sebességétől is, a sebességet pedig befolyásolja az egyes kanyarulatok partfalának simasága. A vízjárásának kiszámításához elengedhetetlen tudnunk a vízhozam értékeit, mivel mindkét jellemző a folyó egy évre kivetített átlagos, szabályos ingadozása. A vízjárás elsősorban az adott terület éghajlati jellemzőit tükrözi.

A víz szintjét meghatározhatjuk lapvízmércékkel és rajzoló vízmércékkel. Mindkét mérési módszernek megvannak az előnyei és a hátrányai. A lapvízmérce előnye, hogy nem

igényel nagy beruházást, kis költségből elő lehet állítani és a felszerelhetősége is könnyű megfelelő szaktudással. Hátránya viszont a folyamatos felügyelet, mivel automatikusan nem rögzít adatokat, ezért egy észlelő személyzetet igényel. A rajzoló mércék ezzel ellentétben képesek önállóan adatokat rögzíteni, ezért nem szükséges folyamatos észlelő személyzet, ez a módszer a gyors ingadozású vízfolyásokon is megbízható, folyamatos vízállásgörbét (limnogramot) állítanak elő, ennek hátrány, hogy magasabb beruházást igényel és költségesebb a fenntartása, illetve manuális utómunkát is igényel (BENKE L. 2008).

### 1.2.1. Lapvízmércék

A lapvízmércék között megkülönböztetünk álló és fekvő lapvízmércéket. Attól függően, hogy milyen a vízfolyás keresztmetszete, előfordulnak egy részből vagy több részből álló mércék. Tiszaújlakon egy több részből álló, függőleges helyzetben elhelyezkedő lapvízmércét alkalmaznak a vízállás meghatározásához (4. ábra). A lapvízmércék azonban csak abban az esetben alkalmazhatóak a vízszint mérésére, amennyiben a leolvasás kezdőpontja, az úgynevezett „nullapont”, mint tengerszint feletti magasság ismert állandója. Fontos a lapvízmércék olyan helyen való telepítése, ahol a „nullapont” legalább egy méterrel legyen alacsonyabban az előforduló vagy várhatóan legalacsonyabb vízállás alatt, ez a negatív értékek elkerülése érdekében. A vízszintmérőknek biztosítani kell a még be nem következett vízállások leolvasását (kisvizek és nagyvizek esetén) (BENKE L. 2008).



4. ábra: A tiszaujlaki lapvízmércék kisvíz esetén (Saját felvétel)

A lapvízmércék beosztásáról annyit kell tudni, hogy általában 2 cm beosztású és csak a decimétereket számozzák. Az időtállóság érdekében, és a nagy vizek ereje ellen a mércéket öntöttvasból készítik el, és mélyen a földbe helyezetik. De egyes helyeken, ahol alkalmas a

hídpillér, ott a függőleges felületébe elkészítik a skálázást. A lényege ezek elhelyezésének, hogy kisvíz (4. ábra) és nagyvíz (5. ábra) esetén egyaránt leolvasható legyen szemmel látható távolságból. A leolvasási pontosság függ a mérce beosztásától, ez lehet 0,01, illetve 0,005 méteres pontosság. A folyó hullámzása és vízlevegése következtében a 0,005 méteres pontosság igen bizonytalan (BENKE L. 2008).



5. ábra: A tiszaujlaki lapvízmércék nagyobb vízállás idején (saját felvétel)

### 1.2.2. Rajzoló vízmércék

A vízszint meghatározására a lapvízmércéken kívül használhatják a rajzoló vízmércéket egyaránt. A rajzoló vízmércék automatikusabb módon működnek, mint a lapvízmércék. Az eszközbe egy írópapírt helyeznek be, és a víz mozgása következtében ezen a papíron rajzolja meg a víz mozgását. Az írópapíron különböző jelölések találhatóak pl.: „nullapont” stb., a leolvasáshoz mindenekelőtt a méretarányt kell leolvasni. Ezt a rendszert azért nevezik fél automatának, mivel az értékek feldolgozását manuálisan végzik el. Az írópapír cserélésekor mindig meg kell nézni a lapvízmérce által mutatott vízállást, és rögzíteni azt, mivel a lapvízmérce induló vízállását a rajzoló vízmérce adataival összegezve kapjuk meg a papíron szereplő adatokból a tényleges vízállást (BENKE L. 2008).

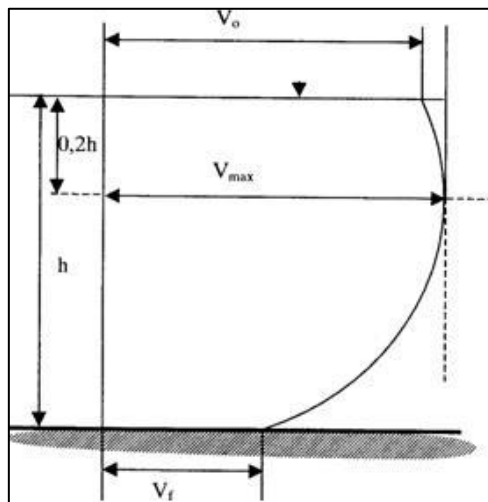
Ezen vízmércének működése nem bonyolult, igazából működésének kulcseleme az úgynevezett „úszó”. Ezt az úszót mikor nagyobb vízfolyásról van szó, akkor egy aknába helyezik bele. Ez az eljárás változik, mikor kisebb, hordalékos, de jégzajlástól mentes vízfolyásokon függőleges csőbe helyezik el. A rajzoló vízmércék alkalmazása roppant biztonságos, mivel a gyors ingadozású vízfolyások esetén is jól helyt áll. Folyamatos

limnogramot állít elő. Az értékeket előfordulási időikkel együtt regisztrálják, legnagyobb vízállástól a legkisebbig (BENKE L. 2008).

### 1.2.3. A folyó sebessége

A folyó sebességére igen sok befolyásoló tényező hat, ezek közé sorolhatjuk a meder felületének súrlódási viszonyait, a folyó esését, a meder szélességét és egyéb természeti befolyásoló tényezőt (pl.: bedőlt fa) (Gombos, 2011).

A meder különböző mélységeiben változik a folyás sebessége is, a mederfenék közelében a nagy felszínű súrlódási erők hatására a legalacsonyabb a sebesség. Ebből következtethető lehetne, hogy akkor a felszínen mérhető a legnagyobb sebesség, azonban ez nem teljesen így van; a legnagyobb sebességet valamivel lentebb mérhetünk a felszíntől, lásd: (6. ábra).



6. ábra: A vízsebesség mélység szerinti eloszlása (Gombos, 2011)

Jelmagyarázat:  $V$ -sebesség,  $h$ -vízállás

A sebességet több módszerrel is mérhetjük. Egyes módszerek speciális műszereket igényelnek, de vannak egyszerűbb megoldások is erre a műveletre. Leggyakrabban a forgóműves vagy forgószárnyas sebességmérőket alkalmazzák. A műszer belsejébe helyezkedik el a vitorla, vagy forgószárny. Az áramló vízbe behelyezve ez a vitorla, vagy forgószárny forogni kezd, és egységnyi idő alatt megtett fordulatszám alapján számítható a sebesség, ezt a szakemberek egy kimért kalibráló egyenlet segítségével határozzák meg (Gombos, 2011).

A kisebb vízhozamú folyók esetében pontos eredményeket biztosíthat az úgynevezett köbözési módszer. Ennek a módszernek elengedhetetlen kelléke egy ismert térfogatú „edény”. Működése nem bonyolult, az ismert térfogatú edény megteléséhez szükséges időből, a térfogat ismeretében számolható ki a vízhozam ( $Q=V/t$ ) (Gombos, 2011).

A mi kutatásunk során ezek módszerek egyike sem alkalmazható, mivel speciális vízsebesség mérő készülék nem áll rendelkezésünkre, a köbözési módszer nem alkalmazható, mivel a vizsgálati területünkön a Tisza nagy vízhozamú folyónak számít. Ezért számunkra egy alternatív módszert kell alkalmaznunk, ami nem más, mint a felszíni úsztatás. Erről részletesebb leírást találunk az „Adatbázis és módszerek” fejezetnél.

Az alföld földrajzi adottságait figyelembe véve a vízsebessége átmenetet képez minél tovább haladva a hegyvidéki szakasztól csökken a víz lefolyási sebessége. Ennek oka, hogy a meder kiszélesedő tendenciát mutat, így a víz nagyobb területen terül el, illetve emellett a lejtés is csökken. Az alföldi átlagsebességet figyelembe véve, a folyó 60-100 méteres szélességénél és 1–2,5 méteres mélységénél az átlagosan 3,5–5 km/h-s sebesség. A mi vizsgálati szakaszunk medrének összetétele főleg kavicsos és homokos összetételű. Ebből kifolyólag a víz hirtelen zavarossá válhat, míg a hegyvidéki szakaszokra nem jellemző jelenség. A hegyvidékekben inkább az átlátszó, oxigénben dús tiszta víz figyelhető meg, itt az átlagos hőmérséklete is a víznek 2–3°C-al hűvösebb, mint az alföldön. Az alföldön viszont a hegyvidéki szakasszal ellentétben jellemző, hogy könnyedén, akár egy nagyobb esőzés következtében is hirtelen zavarossá válik a folyó vize. A víz járása gyors, órák alatt is több métert áradhat, ez az úgynevezett hirtelen árhullám (DÖMÖTÖR, 2004).

## 2. ADATBÁZIS ÉS MÓDSZEREK

A kutatásunk több részből tevődik össze. Különböző eljárásokat kell elvégezni a terepi bejárás előtt, információgyűjtés szempontjából. Mivel a kanyarulatok partfejlődését, folyási sebességét és partanyagösszetételét vizsgáljuk, ezért elengedhetetlen, hogy többszöri alkalommal látogassunk el a kanyarulatokhoz.

A szükséges adatbázis forrásait interneten keresztül közelítettük meg.

1. A kanyarulatokat előzőlegesen Google Earth műholdképen vizsgáltuk meg, és jelöltük ki a felméréndő szakaszokat. Számunkra legoptimálisabb helyszínek, ezen kutatás során a kopár, nem túl erdős szakaszok voltak. A terepi vizsgálat során, a part szélét térképeztük fel, különböző távolságokban rögzítettünk koordináta pontokat, majd számítógépes program segítségével (Google Earth) berajzoltuk a futásvonalat a műholdképeken.

További munkálatokban az ArcGIS (Földrajzi információs rendszer) programcsomag segítette munkánkat. Ez a programcsomag a földrajzi adatok elemzésére kidolgozott speciális információs rendszer. A programcsomagon belül, az ArcMap-ot használtuk. A programban a 2018-as műholdkép állt rendelkezésre. Ezt követően a Google Earth-ben letöltött felvételek adatbázisát átkonvertáltuk a programba és WGS 1984 UTM koordináta rendszerbe helyeztük. A munkámban előforduló minden műholdas térképrészlet így készült el, látványosabb megjelenést kölcsönöz a térképeknek, továbbá pontos méretarányt, északi irányt mutató iránytűt és jelmagyarázatot rendeltünk a térképekhez.

2. A sebesség méréséhez szükséges napi vízállásokat két helyen is megfigyeltük, hogy a legalkalmasabb, legváltozatosabb időpontokba kerüljön sor a mérési vizsgálatra. Az első adatbázisként a Kárpátaljai regionális hidrometeorológiai központ (<http://gmc.uzhgorod.ua/>) adatait figyeltük meg, és gyűjtöttük be a későbbi felhasználás érdekében. A második adatbázisunk, a Vízügyi honlap (<https://www.vizugy.hu/>) volt. Itt az automatikus Tiszabecs-nél mért vízállás adatait gyűjtöttük be. Az adatok begyűjtésére azért volt szükség, mivel az oldalak csak egy adott idő közötti adatmennyiséget tárolnak, és ahogy frissül az új adatokkal, úgy tűnnek el az egy hónapnál régebbi adatok. Az adatokat Excel táblázatba gyűjtöttük össze.

A folyás sebességét a következő módszerrel határoztuk meg, ami nem más, mint a felszíni úsztatás. A módszer alkalmazása egyszerű, kimérünk egy távolságot, amelynek kezdőpontja az „A”, végpontja pedig „B”. Egyedül is végezhető a módszer, de ajánlott a két emberes alkalmazása. Tehát a kezdő-, és végpontban áll egy-egy ember. Egyikük a folyó

közepét célozva behajít egy környezetet nem szennyező tárgyat a folyóba, amely úszik a víz felszínén. A végpontban álló ember stopperrel méri az időt, és mikor áthalad előtte a tárgy akkor megállítja az stopper számlálóját, ezáltal lemérik mennyi idő alatt teszi meg a tárgy a kimért távolságot. Egy adott helyszínen ajánlott a művelet háromszori elvégzése, és a kapott három eredmény átlagolása. Amennyiben megvan az idő, és tudjuk a távolságot, nincs sok teendőnk ezek után, mindössze annyi, hogy a távolságot elosztjuk az idővel (m/s), így megkapjuk a folyó sebességét.

A kanyarulatok fejlődésének tendenciáját több alkalommal vizsgáltuk terepbejárásos módszerrel. A folyó sebességének meghatározásához is több alkalommal látogattunk el az adott kanyarulathoz, különböző vízállások mellett.

3. A partanyagösszetételének vizsgálatához, egy alkalommal gyűjtöttünk mintákat. A magasparton falán szemmel elkülöníthető rétegekből gyűjtöttük ki a mintákat, a legalsó kavicsrétegtől egészen a legfelső kavicsréteggig. Némely kanyarulat több rétegből tevődött össze, valamelyik kevesebből. A begyűjtött mintákat egymástól különálló dobozokban szárítottuk. A minta precíz szitálása és az anyagok osztályozása a laborban történik. Többnyire a száradás során részecskéire hullott az anyag, de mozsár segítségével összetörtük a még egybemaradt darabkákat. A folyamat befejezte után, a mintákat egy precíz szitasoron eresztettük át. A szitasor nagyságrendileg a következő frakciókat (lyukbősséget) tartalmazta: >2mm, 1,0 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,2 mm, 0,1mm, <0,1 mm;

A kiértékeléséhez szükséges folyamathoz két lehetőség közül választhattunk:

1) a különböző frakciókhoz tartozó szemcséket egyesével megszámloljuk pontos darabszámra, azonban ez a mi kutatásunknál kivitelezhetetlen, mivel az agyagos-homok-kavicsos szemcsenagyságot nem lehet leszámolni egyesével, ez a durvább szemcsenagyságoknál alkalmazható és a pontos darabszámból százalékos arányt lehet vonni, ami elősegíti a kumulatív görbe megrajzolását.

2) a különböző frakciókhoz tartozó szemcséket egy precíziós mérleg segítségével lemérjük grammokban, majd ezt követően százalékos arányt készíteni a kapott eredményekből, ami elősegíti a kumulatív görbe megrajzolását.

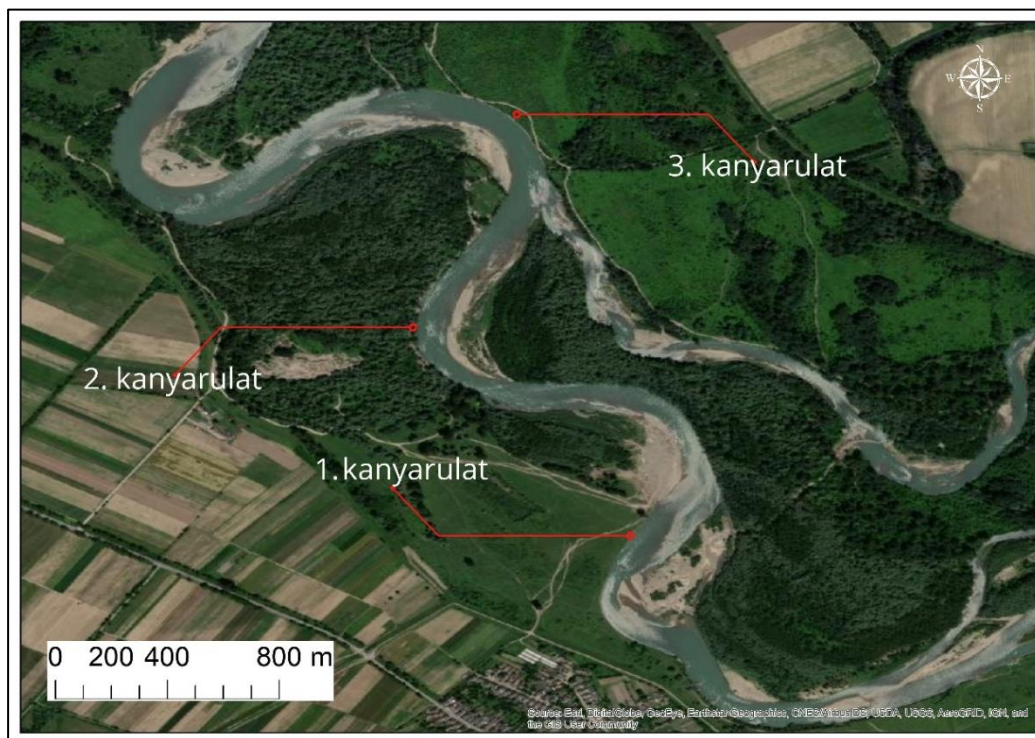
## **2.1. A kijelölt partszakasz terepbejárásos vizsgálata**

A munkám során Tiszaújlaktól nem messze elhelyezkedő kanyarulatokat választottunk vizsgálati területként. Két kanyarulatot a Tisza bal oldaláról, egyet pedig a jobb oldaláról. A bal

oldali kanyarulatokról rendelkezünk korábbi mérései adatokkal. A vizsgálatot a kanyarulatok külső (homorú) partjainál végeztük, mivel itt mossa alá a partot a víz és így válik szakadóparttá.

A mintavételezési pontok elnevezései és UTM vetületrendszerű geokoordinátái (7. ábra):

1. Kanyarulat – bal oldal 1 – 34 U 640039 5327075
2. Kanyarulat – bal oldal 2 – 34 U 639523 5327723
3. Kanyarulat – jobb oldal – 34 U 639746 5328585



7. ábra: A mintavételezési pontok helyszínei (Saját szerkesztés, ArcGis)

**A kanyarulatokhoz 6 alkalommal látogattunk el, és mértük fel helyzetüket.**

1. alkalom: 2021. július 08. – Tiszabecsi mérőállomás adatai szerint a vízállás ekkor: -131 cm.
2. alkalom: 2021. augusztus 16. – Tiszabecsi mérőállomás adatai szerint a vízállás ekkor: -222 cm.
3. alkalom: 2021. szeptember 15. – Tiszabecsi mérőállomás adatai szerint a vízállás ekkor: -219 cm.
4. alkalom: 2021. október 05. – Tiszabecsi mérőállomás adatai szerint a vízállás ekkor: -225 cm.

5. alkalom: 2021. november 17.– Tiszabecsi mérőállomás adatai szerint a vízállás ekkor: - 224 cm.
6. alkalom: 2022. január 10. – Tiszabecsi mérőállomás adatai szerint a vízállás ekkor: -8 cm.

## **2.2. A vizsgálatokhoz szükséges eszközök**

### **A partfejlődés vizsgálatához szükséges eszközök:**

- Jegyzőkönyv
- Grafitceruza (nem ázik el) vagy toll
- GPS készülék
- Fényképezőgép
- Kinyomtatott műholdképek

### **A folyó sebességének meghatározására szükséges eszközök:**

- Jegyzőkönyv
- Grafitceruza vagy toll
- GPS készülék
- Fényképezőgép
- Távolságmérő
- Stopperóra
- Környezetet nem szennyező vízbedobható tárgy (ami úszik a víz felszínén)

### **A partösszetételének vizsgálatához szükséges eszközök:**

#### **1. Terepen:**

- Jegyzőkönyv
- Grafitceruza vagy toll
- GPS készülék
- Fényképezőgép
- Ásó
- Kisebb kaparók
- Nejlon zacskó
- Jegyzettömb

#### **2. Laborban:**

- Dobozok (a minták szárítására)
- Mozsár
- Precíz szitászor

- Tálcák
- Mérőkanalak
- Mérleg

Fontos eleme a mintavételnek a fotó dokumentáció. Célszerű az egész helyszínről több képet is készíteni. A fényképezőgép adta sorszámot a jegyzőkönyvben az információ-vesztés elkerülése érdekében fel kell jegyezni (CSÁNYI ÉS SZEKERES, 2011).

### **2.3. Biztonsági előírások**

1. A folyóvíz közelében fokozott figyelmet fordítsunk a környezetre és a talaj viszonyaira. Mivel a vizsgálati terület a szakadópartok (magaspartok) mentén készülnek. A part szélét megközelítve óvatosan mérjük fel a terepet, hogy nincs-e alámosva a partszakasz. Vizsgáljuk meg az esetleges repedéseket, friss szakadásokat. Óvakodjunk a beláthatatlan növényzettel borított területektől. Óvatos léptekkel közlekedjünk a part széléhez közel.

2. Árvizek vagy nagyon magas vízállás esetén ne közelítsük meg a partot és ne végezzünk vizsgálatokat! Akkor sem, ha még megközelíthető a partszakasz. Ezt nem csak a veszélyes áramlatok miatt tanácsoljuk, hanem a part meggyengülése és fokozottabb omlásveszélye miatt.

3. Nem ajánlott egyedül ilyen veszélyes helyre merészkedni, ha lehetőségünk van rá mindig hívjunk valakit magunkkal. Ez nem csak a munkafolyamatot könnyíti meg, hanem véletlen baj esetén segítséget tud nyújtani.

4. Hideg időjárás vagy szeles idő esetén vigyázzunk a nagyobb szellőkésekre, fagyott talaj esetében pedig a stabilnak tűnő, de törékeny partrészekről!

5. Óvakodjunk a veszélyes állatoktól a sűrű erdős, bokros területeken való járkálás során.

6. Fordítsunk fokozott figyelmet a mára már nagyon elterjedt égési sérülést okozó medvetalp nevű növényre.

7. Terepi vizsgálat esetén minden esetben tájékozódjunk az esetleges veszélyekről és kockázatokról! (Saját tapasztalatok)

### 3. EREDMÉNYEK

A három kanyarulatnál elkészített vizsgálatok adatait előzőlegesen egy Excel táblázatban összesítettük, a különböző időpontú mérésekhez hozzápárosítottuk az akkori vízállást és ezáltal egy összefoglaló adatbázis kaptunk, ami segítségünkre volt az eredményeink leírásában és elemzésében. A partok lerombolódását elsősorban a víz munkájának köszönhetjük, mivel a folyó tevékenysége sosem szünetel, hordalékot szállítja egyik helyről a másikra. A homorú partokat pusztítja, míg a domború partokat építi. És munkánk során a homorú partok változásait is vizsgáltuk, az elmúlt évek eredményeivel összevetve.

#### 3.1. Parteróziós eredmények

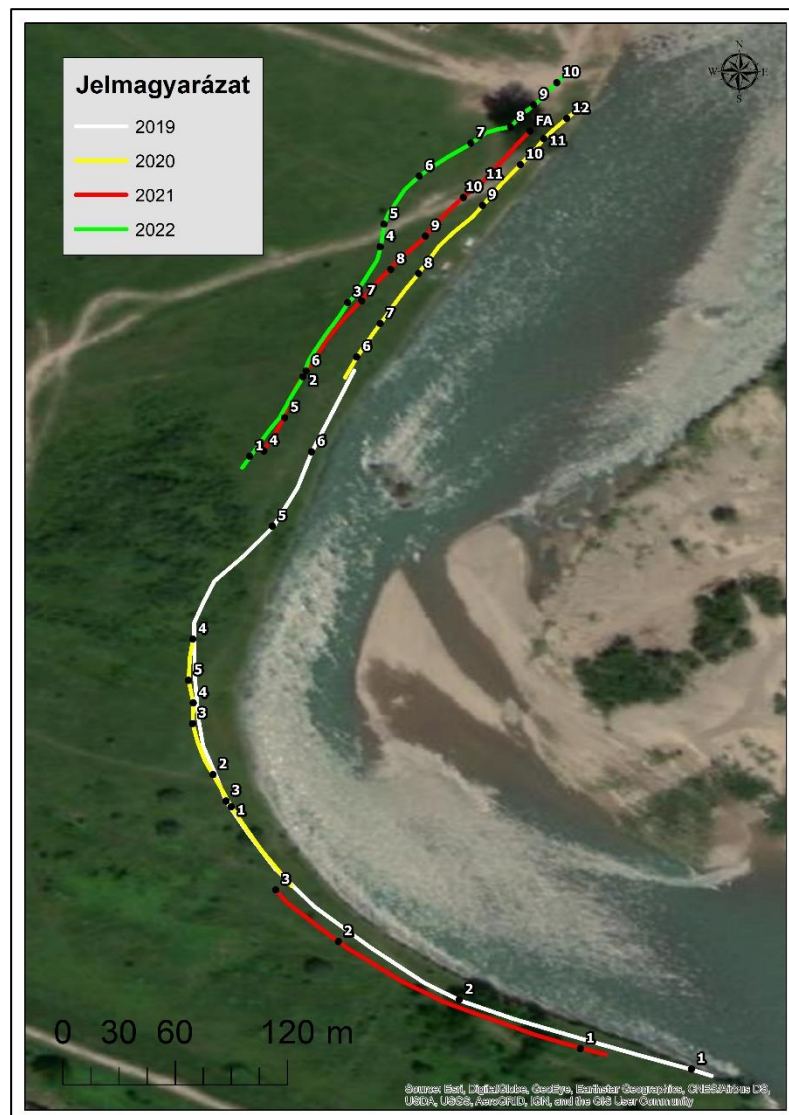
A kanyarulatok sorszáma a folyás irányával megegyező irányban lettek feltüntetve.

Az első kanyarulat a Tiszabökénytől nem messze elhelyezkedő vizsgálati területünkön helyezkedik el (7. ábra). A kanyarulatnál 2019 óta folynak a vizsgálatok. Az elmúlt évek vizsgálataira alapozva, kijelenthető, hogy ez a legintenzívebben fejlődő kanyarulat azok között, amit vizsgálunk. Az intenzitására felfigyelve óvintézkedéseket eszközöltek, mivel gyors tempóban közelítette meg a töltést. Az óvintézkedés keretein belül, egy 10 méter hosszúságú parerősítést helyeztek a szakadópart elgyengült részére, és egy benyúló sarkantyúval biztosították stabilitását (8. ábra). A parterősítési munkálatok 2021 tavaszán készültek el (megfigyelések alapján).



8. ábra: Parterősítés sarkantyúval az első vizsgálati kanyarulatunknál (Saját felvétel)

A parterősítést követően megváltozott a folyás jellege a Tisza ezen szakaszán, a folyó sebessége lelassult, valamint a kanyarulat északi szakaszára erősödött a nyomás, azonban ott nem jelent veszélyt, a parterősítéssel a kívánt célt elérték, megakadályozták a további parteróziót a töltés közelében. A 9. ábrán láthatjuk, hogy a kanyarulat déli részénél 2019–2021-es időszakban nem történt nagy változás, mivel ebben az időszakban kezdték a parterózió visszaszorításának folyamatát.

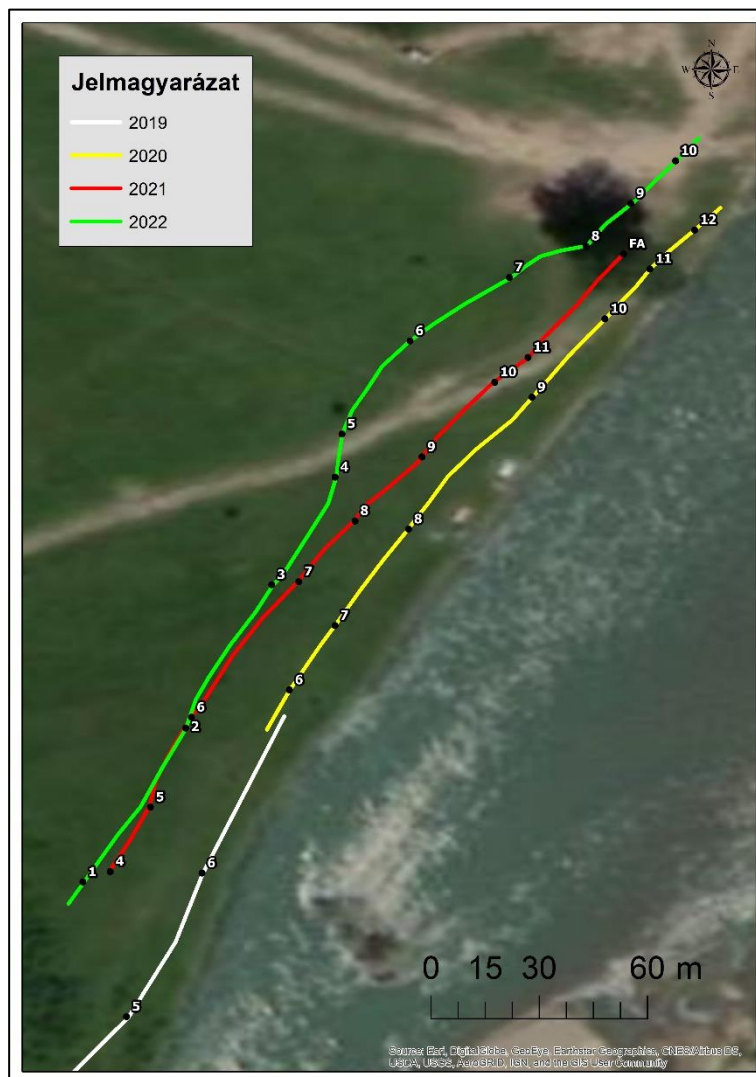


9. ábra: Az első vizsgált kanyarulat teljes ábrázolása (saját szerkesztés, ArcGis)

A kanyarulat déli része kb. 100 méterre helyezkedik el a töltéstől (9. ábra). A 2021-ben mért koordináták jelölik a parterősítés elhelyezkedését és a 2019-es mérések óta összesen 5 métert nyomult előre a kanyarulat, itt további méréseket nem végeztünk, mivel ez a part nem fejlődött tovább azóta.

A méréseinket a kanyarulat északi részén folytattuk. Az északi részén intenzív fejlődés figyelhető meg évről-évre. Egy nagyobb vízállást követően a part akár 2-3 métert is erodál.

Méréseink alapján megfigyelhető volt 2019–2020 között 2–3 méter változás, ezt követő évben a 2020–2021-es időszakban jóval intenzívebb fejlődés következett be 13 métert nyomult előre a kanyarulat. A parterősítést követően az elmúlt évekhez képest is szokatlan módon, még nagyobb erózió mutatkozott a kanyarulatnál, 22,5 métert rombolt le a víz a part szélességéből (10. ábra).



10. ábra: Az első vizsgált kanyarulat intenzíven fejlődő része (saját szerkesztés, ArcGis)

Ez a nagymértékű partfejlődés következtében egy fa, amely 2019-ben még a part szélétől bő 30 méterre helyezkedett el, mára nem áll a parton. A víz alámosta a partot és a saját súlyát nem bírva tovább a fa beborult a folyóba (11. ábra), (korábbi képek a 6. számú mellékletben).



11. ábra: Az első vizsgálati területünk látképe (saját felvétel)

1. számú táblázat: Összefoglaló táblázat a változásokról az első kanyarulatnál.

2019–2020	2020–2021	2021–2022
2-3 méter	13 méter	22,5 méter

A második vizsgálati kanyarulatunk az elsőtől nem messze elhelyezkedő szintén baloldali kanyarulat (7. ábra). A kanyarulat nem mutat akkora intenzitást, mint az első és szemmel láthatóan a partnál jelentős változás nem történt az utóbbi időszakban.



12. ábra: A második vizsgálati kanyarulatunk látképe (saját felvétel)

A kanyarulatnál 2019–2020 közötti időszakban hatalmas változás mutatható ki, azonban feltevésem szerint a 2019-ben mért 9-es mérőpont pontatlan, ezért a változás mértékét a 8-as mérőpontnál határoztam meg (13. ábra). Tehát a 2019–2020 közötti időszakban a kanyarulat 10 métert nyomult előre, a 2020–2021-es időszakban pedig 5 métert fejlődött a kanyarulat.

A jobb átláthatóság érdekében a 2021-es és 2022-es mérési eredményeinket egybevontuk, mivel semmilyen változás nem volt megfigyelhető a mérési pontok között.



13. ábra: A második vizsgálati kanyarulat mérőpontjai (saját szerkesztés, ArcGis)

2. számú táblázat: Összefoglaló táblázat a változásokról a második kanyarulatnál.

2019–2020	2020–2022
10 méter	5 méter

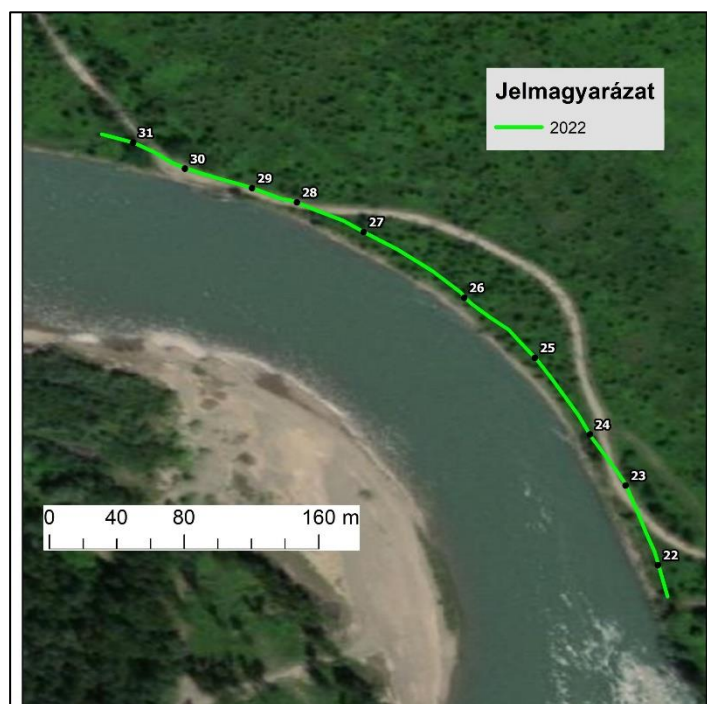
A harmadik kanyarulatunk a folyás irányát figyelembe véve a másodikat követve rögtön a Tisza jobb oldalán helyezkedik el (7. ábra). Ezen a vizsgálati területen nem készültek korábbi vizsgálatok, ezért az eredményeket a műholdképhez hasonlítjuk, az általunk hozzárendelt

műholdkép 2018-as, ez a lehető legfrissebben fellelhető műholdkép az ArcGis térképszerkesztő programban. A kanyarulat nem mutat intenzív fejlődést, teljesen átlagos kanyarulatról van szó. Összehasonlításban a második vizsgálati kanyarulatunkhoz hasonlít.



14. ábra: A harmadik vizsgálati kanyarulatunk látképe (saját felvétel)

2018–2022 közötti időszakban összesen 10 métert nyomult előre a kanyarulat (15. ábra)



15. ábra: A harmadik vizsgálati kanyarulat mérőpontjai (saját szerkesztés, ArcGis)

3. táblázat: Parterózió szemléltetése az egyes kanyarulatokban a 2019–2022-es időszakban.

	<b>2019–2022</b>
<b>1. kanyarulat</b>	38,5 méter
<b>2. kanyarulat</b>	15 méter
<b>3. kanyarulat</b>	10 méter

A kanyarulatok változásának ütemét jól láthatóan az első kanyarulat (7. ábra) vezeti, a parterózió ezen a vizsgálati területen a legmagasabb. A kimagasló értékek befolyásoló tényezői az általunk vizsgált folyás sebessége és a part összetétele.

### 3.2. Vízsebesség vizsgálatának eredményei

4. táblázat: Első mérés: 2021. július 08. Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -131

2021. július 10., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -157

Sorszám	Sebesség (m/s)	Mért szakasz (m)	Idő (s)	Koordináta X	Koordináta Y	Dátum
1	1,5	30	20	640063	5327104	2021.07.10
2	0,7	30	42,8	639551	5327869	2021.07.10
3	0,7	30	42,7	639797	5328533	2021.07.08

5. táblázat: Második mérés: 2021. augusztus 16., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -220

2021. augusztus 17., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -222

Sorszám	Sebesség (m/s)	Mért szakasz (m)	Idő (s)	Koordináta X	Koordináta Y	Dátum
1	1,1	30	27,2	640063	5327104	2021.08.17
2	0,6	30	50	639551	5327869	2021.08.17
3	0,6	30	50	639797	5328533	2021.08.16

6. táblázat: Harmadik mérés: 2021. szeptember 14., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -219

2021. szeptember 15., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -222

Sorszám	Sebesség (m/s)	Mért szakasz (m)	Idő (s)	Koordináta X	Koordináta Y	Dátum
1	1,1	30	27,2	640063	5327104	2021.09.15
2	0,5	30	60	639551	5327869	2021.09.15
3	0,7	30	42,8	639797	5328533	2021.09.14

7. táblázat: Negyedik mérés: 2021. október 05., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -225

2021. október 06., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -226

Sorszám	Sebesség (m/s)	Mért szakasz (m)	Idő (s)	Koordináta X	Koordináta Y	Dátum
1	1,3	30	23	640063	5327104	2021.10.06
2	0,6	30	50	639551	5327869	2021.10.06
3	0,6	30	50,1	639797	5328533	2021.10.05

8. táblázat: Ötödik mérés: 2021. november 17., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -224

Sorszám	Sebesség (m/s)	Mért szakasz (m)	Idő (s)	Koordináta X	Koordináta Y	Dátum
1	1,2	30	25	640063	5327104	2021.11.17
2	0,5	30	60	639551	5327869	2021.11.17
3	0,6	30	50,1	639797	5328533	2021.11.17

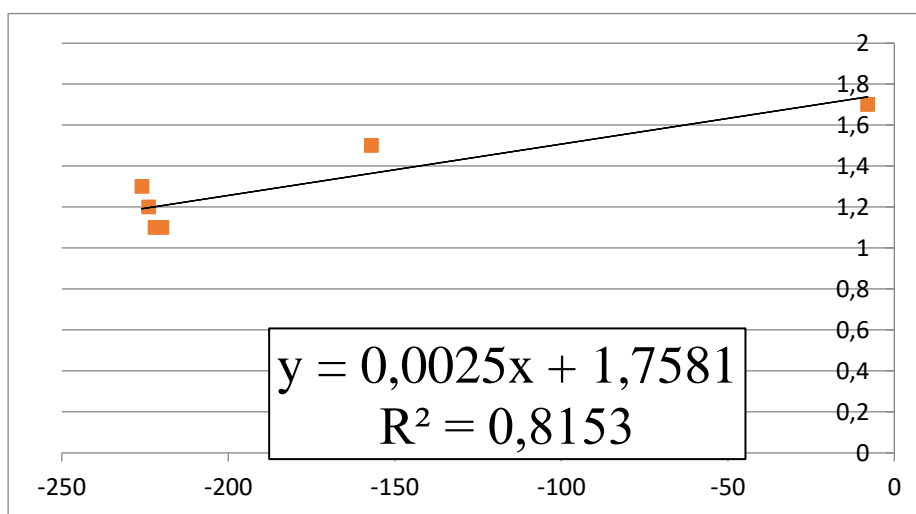
9. táblázat: Hatodik mérés: 2022. január 10., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -8

Sorszám	Sebesség (m/s)	Mért szakasz (m)	Idő (s)	Koordináta X	Koordináta Y	Dátum
1	1,7	30	17,6	640063	5327104	2022.01.10
2	0,8	30	37,5	639551	5327869	2022.01.10
3	0,8	30	38	639797	5328533	2022.01.10

## Eredmények elemzése:

### Első kanyarulat leírás:

Az első kanyarulatnál 6 mérés adatait használtuk fel, ezeket az adatokat diagramon ábrázoltuk, ahol a vízszintes tengely mutatja az aktuális vízállást Tiszaújlaknál, a függőleges pedig az adott vízállásnál a folyó sebességét (m/s). A kapott pontokra lineáris trendvonalat helyeztünk (16. ábra), melynek képlete így néz ki:  $y=0,0025x + 1,7581$ . A képletben  $y$  – a sebesség az első kanyarulatban,  $x$  – a vízállás, és minél nagyobb az  $X$  előtti szám annál jobban függ a folyó sebessége a vízállástól. Az  $R^2$  – az úgynevezett determinációs együttható, minél nagyobb az itt látható érték, annál megbízhatóbb a képlet. Jelen esetben az  $R^2$  értéke = 0,8153.



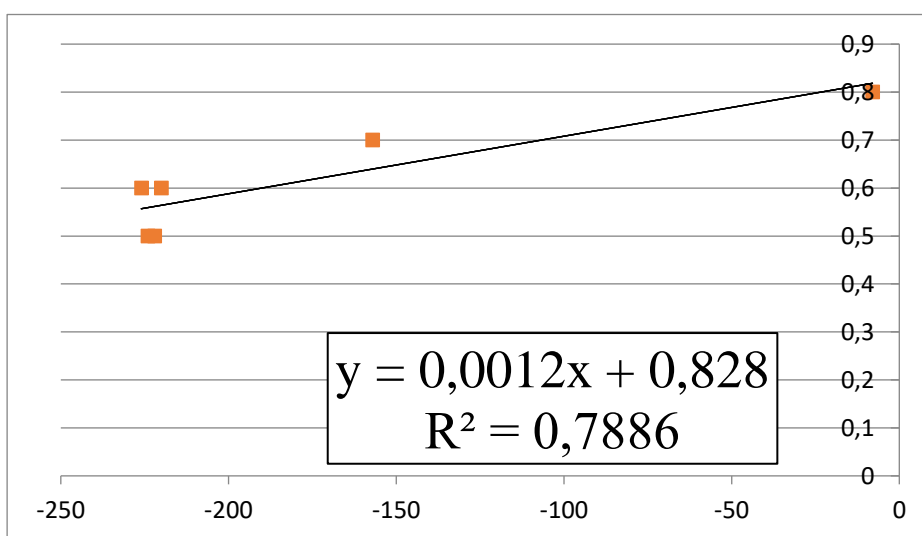
16. ábra: A vízfolyás sebessége a tiszaujlaki vízállás függvényében az első kanyarulatban (saját szerkesztés, Excel)

A képlet alapján kiszámolható az adott kanyarulatban bármilyen vízállás mellett a megközelítőlegesen pontos sebesség, fontos, hogy ez a képlet kimondottan az aktuális kanyarulathoz készült, ezáltal más kanyarulatnál téves adatokat adna, ezért fontos a megfelelő kanyarulat adatait figyelembe venni.

A képlet használata: mivel az X a vízállás, ezért nincs más dolgunk, mint egy mérőállomás weboldalát felkeresni jelen esetünkben a tiszabecsi mérőállomás: <https://www.vizugy.hu/>, leolvasni az aktuális vízállást és bepótolni az X helyére. Ezt követően a helyes matematikai sorrendben elvégzett műveletek után megkapjuk a Tisza folyó adott kanyarulatának sebességét.

### Második kanyarulat leírása

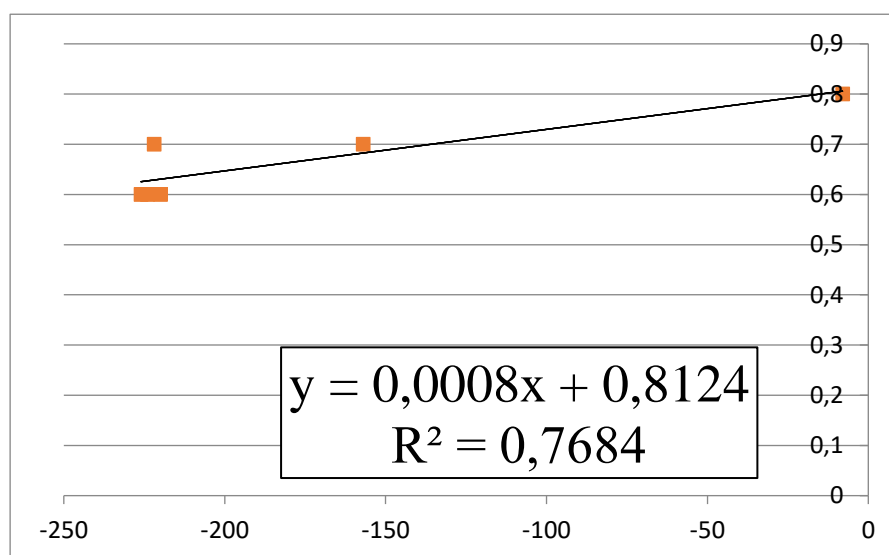
A második kanyarulatunknál is diagram segítségével bemutatjuk mérési adatainkat, ami 6 mérés információjával szolgál. A diagramon megfigyelhető a vízállás Tiszaújlaknál, amit a vízszintes tengelyen tüntettünk fel. Valamint az adott vízálláshoz hozzárendeltük a folyó sebességének értékét, ami a függőleges tengelyen látható m/s – an kifejezve. Mérési pontjainkra lineáris trendvonalat helyeztünk (17. ábra), melynek képlete így néz ki:  $y=0,0012x + 0,828$ . A képletben y – a sebesség a második kanyarulatban, x – a vízállás, és minél nagyobb az X előtti szám annál jobban függ a folyó sebessége a vízállástól. Az  $R^2$  – az úgynevezett determinációs együttható, minél nagyobb az itt látható érték, annál megbízhatóbb a képlet. Jelen esetben az  $R^2$  értéke = 0,7886.



17. ábra: A vízfolyás sebessége a tiszaujlaki vízállás függvényében az második kanyarulatban (saját szerkesztés, Excel)

### Harmadik kanyarulat leírása:

Méréseinket folytatva újabb 6 érvényes mérés adatait rögzítettük, amit az alábbi diagramon ábrázoltunk. A diagramon a vízszintes tengely mutatja az aktuális vízállást Tiszaújlaknál, a függőleges pedig a folyó sebességét m/s – an kifejezve az adott mérés aktuális vízállásánál. Lineáris trendvonalat használva mutatjuk be méréseinket, hogy átláthatóbb legyen az eredményünk ábrázolása (18. ábra). A lineáris trendvonal használati képlete az alábbi:  $y=0,0008x + 0,8124$ . A képletben  $y$  – a sebesség a harmadik kanyarulatban,  $x$  – a vízállás, és minél nagyobb az  $X$  előtti szám annál jobban függ a folyó sebessége a vízállástól. Az  $R^2$ – az úgynevezett determinációs együttható, minél nagyobb az itt látható érték, annál megbízhatóbb a képlet. Jelen esetben az  $R^2$  értéke = 0,7684.



18. ábra: A vízfolyás sebessége a tiszaujlaki vízállás függvényében az harmadik kanyarulatban (saját szerkesztés, Excel)

Mint már korábban említve volt, minél magasabb az  $X$  előtti szám, jelen esetben  $F$ -betűvel jelöltük (10. táblázat), annál jobban függ a folyás sebessége a vízállástól. Ha megfigyeljük a 10. táblázatot akkor láthatjuk, hogy a legnagyobb függés az 1-es kanyarulatnál figyelhetjük meg, ennek értéke 0,0025. A második legnagyobb függést a 2-es kanyarulatnál mutattuk ki, melynek értéke 0,0012, és végül a legalacsonyabb függés a 3-as kanyarulatnál van jelen, ennek az értéke 0,0008.

10. táblázat: Összesítő táblázat a kanyarulatok sebességével kapcsolatos adatokról

	1	2	3
<b>F</b>	0,0025	0,0012	0,0008
<b>R<sup>2</sup></b>	0,81	0,78	0,76
<b>Átlagos sebesség</b>	1,3 m/s	0,6 m/s	0,7 m/s
<b>Minimális sebesség</b>	1,1 m/s	0,5 m/s	0,6 m/s
<b>Maximális sebesség</b>	1,7 m/s	0,8 m/s	0,8 m/s

A determinációs együtthatót vizsgálva (10. táblázat), ami a képletek megbízhatóságát támasztja alá azt mutatja, hogy a kapott eredmények alapján a legmegbízhatóbb képlet az 1-es kanyarulathoz rendelt, majd a 2-es kanyarulathoz rendelt és végül a 3-as kanyarulathoz rendelt képlet bizonyult a legmegbízhatóbbnak. Ez a sorrend követi a vízállás–vízsebesség függésének sorrendjét.

Az átlagsebességeket tekintve (10. táblázat) kicsit változik a sorrend. Az első helyen áll az a kanyarulat, ahol a folyó átlagsebessége a legmagasabb, ez az 1-es kanyarulat, a második legnagyobb átlagsebesség a 3-as kanyarulatnál, majd a legalacsonyabb átlagsebesség a 2-es kanyarulatnál figyelhető meg.

A sebesség más-más kanyarulatoknál azért lehet eltérő, mivel a domborzati viszonyok, a part anyagának összetétele, a kanyarulat hajlásszöge és a folyó medrének különbségei mindenhol változók, vannak emellett hátráltató tényezők, mint pl.: bedőlt fa (19. ábra) és (7. melléklet).



19. ábra: A második vizsgálati kanyarulatnál lévő bedőlt fa (saját felvétel)

### 3.3. Szemcseösszetétel vizsgálatának eredményei

A begyűjtött minták többsége úgynevezett polidiszperz rendszer, ami annyit jelent, hogy a szemcsék mérete nem egyforma, a begyűjtött mintában különböző nagyságú szemcsék találhatóak meg. A százalékos arányt nem más, mint a szemcsék bizonyos méretű részegységei adják meg. Ezeket a mérettartományokat méretosztálynak vagy frakciónak is nevezik. Minden méretnagyság más-más frakciókban összpontosulnak (MICROTRAC.HU, 2014).

A mennyiség kiértékelése több módon is kivitelezhető. A mi kutatásunknál csak az egyik volt alkalmazható. Az első módszer a kiértékelésre, hogy a frakciók súlyát megmérjük gramm-ban és százalékos arányt vonunk az összsúlyból. Ezt a módszert alkalmaztuk mi is. A második módszer abban az esetben alkalmazható, ha a frakciók részegységeit egyenként megtudjuk számolni pontos darabszámmra. De a partvizsgálatnál a homok, iszap, agyag stb. szemcséit nem lehetséges egyenként leszámolni, ezért súly alapján vizsgáltuk meg.

Mint ismeretes a különböző frakciókhoz tartozó szemcsenagyságok más-más anyagok összetétele, mint pl.: 0,0002-0,002 mm-ig agyag, 0,002-0,02 mm-ig kőzetliszt, 0,02-0,1 mm-ig finom szemcséjű homok, 0,1-0,2 mm-ig apró szemcséjű homok, 0,2-0,5 mm-ig közép szemcséjű homok, 0,5-2,0 mm-ig durva szemcséjű homok, 2,0-5,0 mm-ig finom kavics, 5,0-30,0 mm-ig apró kavics (MICROTRAC.HU, 2014).

A laboratóriumi vizsgálataink során, csupán 0,1 mm és 2,0 mm között vizsgáltuk meg az anyagokat. A 0,1 mm-től kisebb szemcseösszetételű frakció valószínűsíthető, hogy agyagot is tartalmaz.

Az első vizsgálati területünk a Tiszabökénytől nem messze elhelyezkedő kanyarulat, amely az elmúlt években a legintenzívebb változásokat prezentálta.

11. táblázat: A szemcseösszetétel laboratóriumi eredményeinek táblázata az első kanyarulatnál

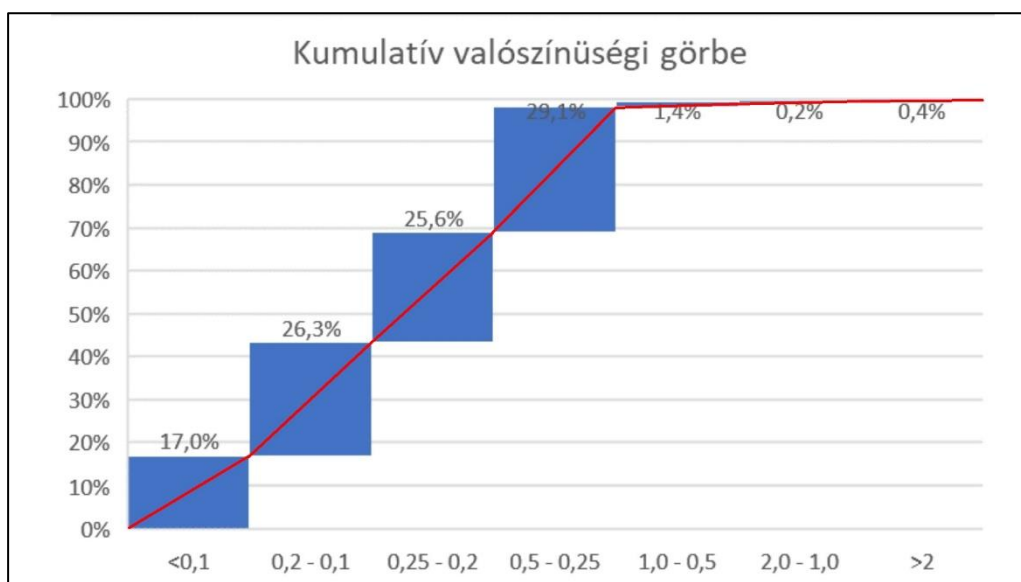
	1 (g)	%	2 (g)	%	3 (g)	%	4 (g)	%	5 (g)	%	Össz. (g):	Össz. (%):
<0,1	394,64	27,8	18,82	1,8	205,43	15,0	140,42	22,1	62,04	16,6	821,35	17,0%
0,2 - 0,1	592,94	41,8	80,42	7,8	339,02	24,7	160,28	25,2	95,88	25,6	1268,54	26,3%
0,25 - 0,2	171,23	12,1	148,41	14,4	732,48	53,3	87,31	13,7	99,7	26,7	1239,13	25,6%
0,5 - 0,25	251,74	17,7	735,17	71,4	91,23	6,6	217,47	34,2	110,22	29,5	1405,83	29,1%
1,0 - 0,5	9,11	0,6	43,06	4,2	3,46	0,3	9,7	1,5	4,09	1,1	69,42	1,4%
2,0 - 1,0	0,0	0,0	1,62	0,2	1,76	0,1	3,93	0,6	0,0	0,0	7,3	0,2%
>2	0,0	0,0	1,66	0,2	0,0	0,0	16,58	2,6	1,93	0,5	20,2	0,4%
<b>Össz.</b>	1419,66		1029,16		1373,38		635,69		373,86		4831,8	

A kanyarulatnál 5 egymástól jól elkülöníthető szintet különítettünk el, és gyűjtöttünk be mintákat. A minták begyűjtését a legalsó kavicsrétegtől kezdve – egészen a legfelső kavicsrétegig figyelembe vettük, ezért a minták begyűjtését minden kanyarulatnál egy partfal tisztító munkálat előzte meg; ásó segítségével könnyen hozzáférhetővé tettük a legalsó rétegeket is (20. ábra).



20. ábra: Az első kanyarulatunknak partfala (saját felvétel)

A kumulatív görbe elkészítéséhez segítségünkre volt a 11. táblázatban összefoglalt laboratóriumi mérések eredményei. Az elemzést elsősorban a part teljes egészén készítettük el, a különböző szinteket nem figyelembe véve. Összesített adatokat használtunk a kumulatív görbe elkészítéséhez (21. ábra).



21. ábra: Az első vizsgálati területünk kumulatív valószínűségi görbéje (saját szerkesztés, Excel)

Az összesített adatok alapján a legnagyobb százalékban (29,1%) a 0,5–0,25 mm-es frakció van jelen a part szemcseösszetételében, ez 1405,83 grammot jelent a 4831,8 grammból. A tulajdonságait tekintve ez a közép szemcsésű homok közé tartozik.

A második legtöbb a 0,2–0,1-es frakció 26,3%-kal, ami 1268,54 grammot tesz ki a 4831,8 grammból. A tulajdonságait tekintve ez az apró szemcsésű homok közé tartozik.

A harmadik nemsokkal kevesebb az előbbitől, ez a 0,25–0,2-es frakció 25,6%-kal, ami 1239,13 grammot tesz ki a teljes 4831,8 grammból. Tulajdonságait tekintve ez a közép szemcsésű homok közé tartozik.

A legkisebb frakciónk a 0,1 mm-től kisebb szemcsenagyságú anyag ennél a kanyarulatnál 17%-ot tesz ki, ami azt jelenti, hogy 821,35 gramm a 4831,8 grammból. Tulajdonságait tekintve ez finom szemcsésű homok, de akár agyag is lehet.

A második vizsgálati területünk, a tiszabökényi kanyarulat után következő szintél bal oldali kanyarulatunk. Ennél a kanyarulatnál nem figyelhető meg annyira intenzív fejlődés az évek során, mint az előbbinél.

12. táblázat: A szemcseösszetétel laboratóriumi eredményeinek táblázata az második kanyarulatnál

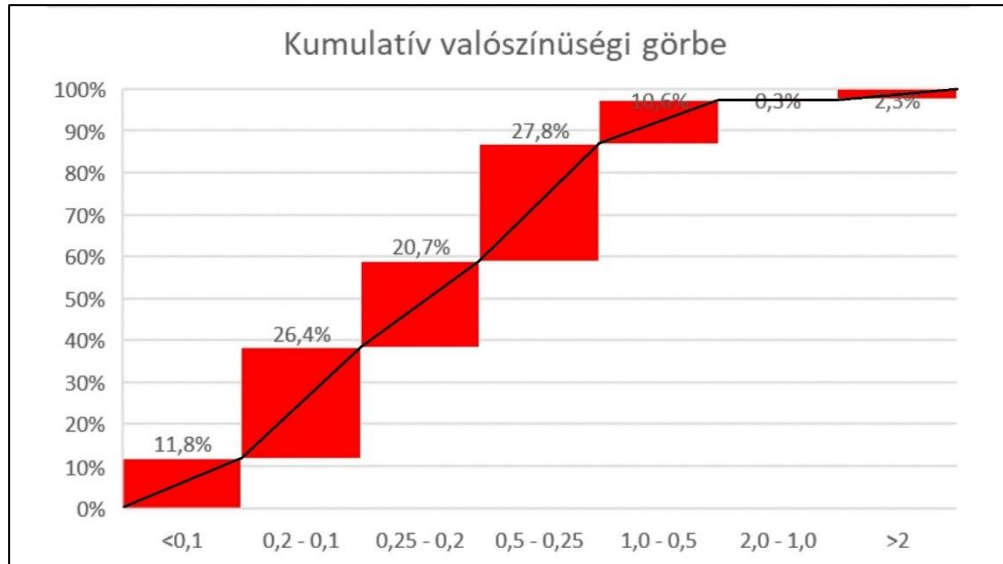
	1 (g)	%	2 (g)	%	3 (g)	%	4 (g)	%	5 (g)	%	6 (g)	%	Össz. (g):	Össz. (%):
<0,1	8,41	0,45	219,18	29,31	134,4	26,29	81,08	6,07	33,23	30,09	137,33	22,17	613,63	11,8%
0,2 - 0,1	46	2,48	197,28	26,38	275,62	53,92	456,82	34,22	43,16	39,08	350,1	56,52	1368,98	26,4%
0,25 - 0,2	80,87	4,35	136,92	18,31	61,32	12,00	709,86	53,17	10,1	9,15	74,23	11,98	1073,3	20,7%
0,5 - 0,25	1103,98	59,43	159,66	21,35	31,41	6,15	84,65	6,34	21,61	19,57	40,5	6,54	1441,81	27,8%
1,0 - 0,5	512,45	27,59	11,53	1,54	8,38	1,64	2,66	0,20	2,34	2,12	14,41	2,33	551,77	10,6%
2,0 - 1,0	3	0,16	8,93	1,19	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2,88	0,46	14,81	0,3%
>2	102,82	5,54	14,41	1,93	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	117,23	2,3%
Össz.	1857,53		747,91		511,13		1335,07		110,44		619,45		5181,53	

A kanyarulatnál 6 egymástól jól elkülöníthető szintet különítettünk el, és gyűjtöttünk be mintákat. A legalsó kavicsréteg és a legfelső kavicsréteg között. A minta vételezését ennél a vizsgálati területnél is előbb egy partfal tisztító munkálat előzte meg, ásó segítségével könnyen hozzáférhetővé tettük a legalsó rétegeket is (22. ábra).



22. ábra: A második kanyarulatunknak partfala (saját felvétel)

A kumulatív görbe elkészítéséhez a 12. táblázatban összefoglalt laboratóriumi eredmények voltak segítségünkre. Az adatokat összesítve használtuk fel, a különböző frakcióknál (23. ábra).



23. ábra: A második vizsgálati területünk kumulatív valószínűségi görbéje (saját szerkesztés, Excel)

A kanyarulatunknál a 7 frakció közül itt a 0,5–0,25 mm szemcsenagyságú dominál 27,8%-kal, ami 1441,81 grammot jelent az 5181,53 grammból. Tulajdonságait tekintve a közép szemcséjű homok közé sorolhatjuk.

A második legtöbb a 0,2–0,1 mm nagyságú frakcióhoz tartozik 26,4%-kal, ez 1368,98 grammot tesz ki az 5181,53 grammból. Tulajdonságait tekintve ez apró szemcséjű homok.

A harmadik helyen áll a 0,25–0,2 mm szemcsenagyságú frakció 20,7%-kal, ami 1073,3 grammot tesz ki az 5181,53 grammból. Tulajdonságait tekintve a közép szemcséjű homok közé tartozik.

A negyedik frakció a legkisebb szemcsenagyságú, 0,1 mm-től kisebb szemcsék összessége, 11,8%-ot tesz ki, ami 613,63 grammot jelent az 5181,53 grammból. Tulajdonságait tekintve ez finom szemcséjű homok, de agyag is lehet.

Az ötödik legtöbb a 0,5–1,0 mm nagyságú 10,6%, ez 551,77 grammot tesz ki az 5181,53 grammból. Tulajdonságait tekintve a durva homok közé sorolható.

A harmadik kanyarulatunk az előző bal oldali kanyarulatunkat közvetlen követő jobb oldali kanyarulat. Ennél a kanyarulatnál nagyon lassú kanyarulatfejlődés figyelhető meg, ez a kumulatív görbéjén is látszik, mivel nagyon apró szemcseösszetételű.

13. táblázat: A szemcseösszetétel laboratóriumi eredményeinek táblázata a harmadik kanyarulatnál

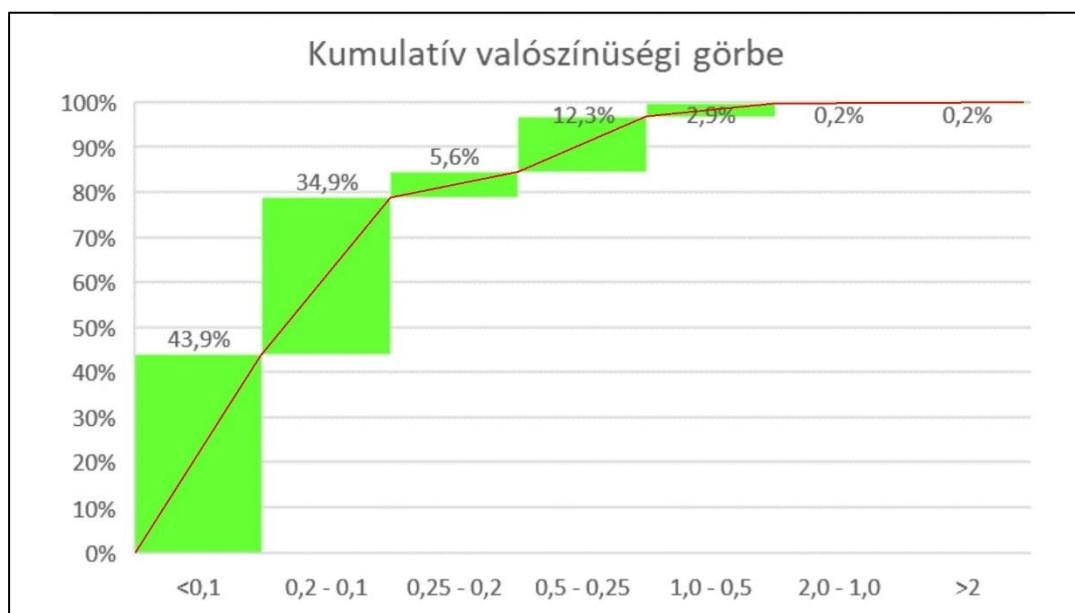
	1 (g)	%	2 (g)	%	3 (g)	%	Össz. (g):	Össz. (%):
<b>&lt;0,1</b>	319,16	49,60	490,18	34,68	654,60	51,08	1463,94	43,9%
<b>0,2 - 0,1</b>	180,81	28,10	697,83	49,37	287,92	22,47	1166,56	34,9%
<b>0,25 - 0,2</b>	56,70	8,81	60,60	4,29	69,05	5,39	186,35	5,6%
<b>0,5 - 0,25</b>	72,93	11,33	119,75	8,47	218,08	17,02	410,76	12,3%
<b>1,0 - 0,5</b>	8,45	1,31	41,12	2,91	47,52	3,71	97,09	2,9%
<b>2,0 - 1,0</b>	1,05	0,16	2,20	0,16	3,02	0,24	6,27	0,2%
<b>&gt;2</b>	4,35	0,68	1,78	0,13	1,27	0,10	7,40	0,2%
<b>Össz.</b>	643,45		1413,46		1281,46		3338,37	

A partnál mindössze 3 szintet tudtunk elkülöníteni egymástól. A minta vételezésénél sem volt könnyű dolgunk, a partfal nehezen volt bontható (24. ábra).



24. ábra: A harmadik kanyarulatunknak partfala (saját felvétel)

A kumulatív valószínűségi görbe elkészítéséhez a 13. táblázatban összefoglalt laboratóriumi eredmények voltak segítségünkre (25. ábra).



25. ábra: A harmadik vizsgálati területünk kumulatív valószínűségi görbéje (saját szerkesztés, Excel)

Az ábrán is jól látható, hogy a legnagyobb részarányban a 0,1 mm-től kisebb szemcsenagyságú frakció dominál 43,9%-kal, ami 1463,94 gramm a 3338,37 grammból. Tulajdonságait tekintve ez finom szemcséjű homok, de agyag is lehet.

A második legtöbb a 0,2–0,1 mm nagyságú frakció 34,9%-kal, ez 1166,56 gramm a 3338,37 grammból. Tulajdonságait tekintve ez apró szemcséjű homok.

A harmadik helyen áll a 0,5–0,25 mm nagyságú frakció 12,3%-kal, ami 410,76 grammot tesz ki az összes 3338,37 grammból. Tulajdonságait tekintve a közép szemcséjű homok közé tartozik.

A negyedik a 0,25–0,2 mm nagyságú frakció 5,6%-kal, ami 186,35 grammot tesz ki a 3338,37 grammból. Tulajdonságait tekintve a közép szemcséjű homok közé tartozik.

Az ötödik a 1,0–0,5 mm nagyságú frakció 2,9%-kal, ami 97,09 grammot tesz ki az összes 3338,37 grammból. Tulajdonságait tekintve ez a durva homok közé sorolható.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálatok bebizonyították, hogy a partfal minél apróbb szemcsékből tevődik össze, annál nehezebben erodál, mivel a folyó áramlatai nem tudják a szemcséket elválasztani egymástól. A szemcséket az ún. kohéziós erő tartja össze, és minél apróbb annál nagyobb a kohéziós erő. Az első kanyarulatot megfigyelve jól látható, hogy nagyobb részarányban vannak a nagyobb szemcsenagyságú frakciók, ez is alátámasztja miért fejlődik oly intenzíven ez a kanyarulat. A vízfolyás sebessége és a partfal gyengesége eredményezi az évről-évre való több méteres partfejlődést.

Ezzel ellentétben a harmadik kanyarulat, ahol a legnagyobb részarányban a kisebb szemcsenagyságú frakciók vannak jelen, nem figyelhető meg oly intenzív partfejlődés, mint az első kanyarulatnál.

Azonban a kanyarulatok eróziós tevékenységét nagyon sok összetevő befolyásolja, ebből az általunk vizsgáltak mind bebizonyultak. A folyó sebességének vizsgálatából is az következtethető, hogy minél nagyobb a folyó sebessége adott kanyarulatoknál, annál nagyobb erő nehezedik a partfalra ezáltal intenzívebb folyamat veszi kezdetét az erodálásban.

Ez a két szempont is összefüggésben van egymással, a partfal összetétele és a folyó sebessége. Legnagyobb partmozgásokat azokon a helyeken figyelhetjük meg, ahol a folyó gyors lefolyása és a partfal nagy szemcseösszetétele összpontosul.

A kutatásaink beigazolták, hogy folyamatos megfigyelésre van szükség, és vizsgálatok elvégzésére, mert mint tudjuk a Tisza Kárpátalja legszeszélyesebb folyói közé tartozik, és váratlan időjárási behatás következtében előre nem látható ár hullámot produkálhat. Azokon a helyeken, ahol a töltést megközelíti és veszélyezteti a környező falvakat, emberi beavatkozás szükséges.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A Tisza fontos szerepet játszik a vidékünk tájalakításában és vízellátásában, egyben Kárpátalja legnagyobb és legjelentősebb vízfolyása. A Tisza sűrű vízhálózattal rendelkezik és az itt található folyók mindegyike a Tisza vízrendszerébe tartozik. Mivel ezek mindegyike a Tiszába torkollik, nagymértékben bővíti annak vízhozamát.

Kutatásunkat a Tisza alföldi szakaszán végeztük, ezen a területen már jóval lassabb lefolyású, mint a hegyvidéki részeken. A folyót három fő táplálási forma jellemzi: a hólé, az esővíz és a felszín alatti vizek.

Kutatásunkban próbáltunk változatos vízszinteknél méréseket készíteni, hogy a későbbi elemzések során, reprezentatív mintaként tekinthessünk rá.

Kutatásom fő célja összefüggések keresése volt, elsősorban kíváncsiak voltunk, hogy a kanyarulatok partfalának szemcseösszetétele összefüggésben van-e a partfejlődéssel. Ezt követően összefüggést kerestünk, hogy a vízállás mennyire befolyásolja a vízfolyás sebességét. Kiegészítésként eróziós tevékenységet is vizsgáltunk, a mérések alkalmával felmértük a partokat GPS koordináta meghatározóval, és rögzítettük a mért pontokat, majd a ArcGIS térképszerkesztő programban kielemeztük a part futásvonalait és a tavalyi munkánkat alapul véve összevetettük a relatív változásokat.

A partfal szemcseösszetételi vizsgálatát több fázisban vizsgáltuk meg. Első fázisban begyűjtöttük a mintákat, második fázisként kiszárítottuk a mintákat, harmadik fázisként laboratóriumban előkészítettük majd lemértük a mintákat frakciónként. A frakciókat egy szitator segítségével készítettük el. A legutolsó fázisként pedig az adatokat Excel táblázatban összesítettük és elkészítettük a kumulatív valószínűségi görbét.

A folyó sebességét manuálisan mérésekkel, mobil eszközünk segítségével végeztük el, segítségünkre volt időmérésben és a távolság meghatározásában. A mérőhelyeknél kijelöltünk egy 30 méteres szakaszt, három botot úsztattunk le ezen a szakaszon, egymást követően, a mért időket átlagoltunk és így kaptunk meg az adott kanyarulatban a folyó sebességét. Összesen három kanyarulatban végeztünk méréseket.

Hipotézisünk, hogy a part anyagának összetétele befolyásolja az adott kanyarulatban a parteróziót. Ez a tény megvizsgálása azért fontos, mivel korábbi hipotézisünk, miszerint a vízszint emelkedésével növekszik a folyó sebessége és nagyobb a parterózió, ez beigazolódott.

Vizsgálataink alapján beigazolódott a hipotézisünk, miszerint a part összetétele befolyásolja a parteróziót, minél kisebb szemcseösszetételű a part annál kisebb a parterózió mértéke, mivel a kohéziós erő a kisebb szemcséket jobban összetartja, mint a nagyobb szemcséket és ezáltal a vízfolyás nehezebben tudja megbontani a partfalat.

## РЕЗЮМЕ

Тиса відіграє важливу роль як у геоморфологічному плані, так із точки зору гідрографії нашого краю, разом із тим вважається найбільшою та найбільш значною річкою Закарпаття. Тиса має густу водну систему, і всі оточуючі річки належать до її водного басейну. Оскільки всі вони впадають у Тису, вона значно збільшує рівень витрати.

Дослідження були проведені на низовинній ділянці Тиси, де швидкість течії набагато повільніший відносно гірських територій. Живлення річки здійснюється переважно з трьох джерел: з снігу, з дощів та з підземних вод.

У ході дослідження намагалися виконати вимірювання при різних значеннях рівня води, задля того, щоб під час майбутніх аналізів була можливість використання репрезентативних зразків.

Основна мета досліджень – пошук взаємозв'язків, перш за все шукали відповідь на запитання, чи має відношення розмір фракцій алювія у берегових ділянках звивин до розвитку берегових ліній. Після цього шукали взаємозв'язок між рівнем води та швидкістю течії. Додатково були проведені дослідження ерозійних процесів, ділянки берегової лінії були відмічені координатами GPS, а потім нанесені на цифрову карту у програмі ArcGIS. За допомогою вищезазначеної програми був виконаний аналіз берегової лінії та на підставі результатів попередніх досліджень здійснили порівняння змін берегової лінії.

Вимірювання фракцій алювію з берегової лінії проводили у різних етапах. Перш за все були відібрані зразки, потім висушували їх, підготували до лабораторного дослідження та вимірювали їх по фракціям. Отримані дані були опрацьовані у програмі Excel та зредагували криву кумулятивної ймовірності.

Швидкість течії річки вимірювали мануально, за допомогою мобільного пристрою, що дозволило вимірювання часу та відстані. У місцях досліджуваних берегових ліній виділили 30 метрові ділянки, де були проведені дослідження швидкості течії завдяки сплавленню дерев'яних палок. На підставі середнього арифметичного вимірюваної відстані отримали швидкість течії у трьох звивинах річки.

Наша теорія полягала в тому, що особливості фракцій у звивинах річки впливають на ерозійну діяльність. Дослідження цього феномену важлива з точки зору попередніх досліджень, відповідно до результатів яких було доведено, що з підняттям рівня води збільшується швидкість течії та збільшується сила ерозії. Завдяки дослідженню була підтверджена гіпотеза про те, що на ерозію впливають особливості складу алювію: чим

менші фракції присутні, тим менша ступінь ерозії берегів, оскільки сила когезії дає більший ефект на менші за розміром фракції, при цьому течія річки повільніше руйнує берегову лінію річки.

## FELHASZNÁLT IRODALOM JEGYZÉKE

1. **ALMÁSSY E.** (1993): Hidrológiai–Hydrográfia. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. p. 220.
2. **ANDÓ M.** (2002): A Tisza vízrendszer hidrogeográfiája, Szegedi Tudományegyetem Természeti Földrajzi Tanszéke, Szeged.
3. **BENKE LÁSZLÓNÉ** (2008): Vízrajti mérések és értékelésük. Kiadó: Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
4. **BOGNÁR GY.** (1989): Vízfolyások környezetbe illeszkedő hatása. VITUKI, Budapest.
5. **DÖMÖTÖR ÁKOS** (2004): A TISZA, DEBRECEN
6. **CSÁNYI, B. – SZEKERES, J.** (2011): Folyó- és állóvizek minősítése makrozoobenton alapján. 1. Mintavételi útmutató. Budapest 25 pp.
7. **CSERMÁK B.,** (1986): Hegy- és dombvidéki vízrendezés hidrológiai kérdései. VMGT, Budapest.
8. **CSOMA J., SZIGYÁRTÓ Z.** (1975): A matematikai statisztika alkalmazása a hidrológiában. VITUKI, Budapest.
9. **FEHÉR F., HORVÁTH J., Ondruss L.** (1986): Területi vízrendezés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
10. **FODOR SZ. SZ.** (1974): Flora Zakarpattya. Viscsa Skola, Lviv. p. 206.
11. **FRISNYÁK S.** (1988): Magyarország földrajza, Tankönyvkiadó, Budapest.
12. **FRISNYÁK S.** (2002): A Nyírség és a Felső–Tisza-vidék történeti földrajza. Nyiregyházi Főiskola Földrajz Tanszéke, Nyiregyháza.
13. **GODA P.,** (1991): Folyószabályozás, tószabályozás, árvízvédelem, ármentesítés. Typotex KFT, Budapest.
14. **DR. GOMBOS BÉLA,** (2011): A folyóvizek hidrológiai jellemzői. Szent István Egyetem.
15. **HICKIN, E. J.** (1974): The development of meanders in natural river channels. American Journal of Science 274:414–442.
16. **HOLY M., VITKOVA H.** (1971): A felszíni lefolyás, a lejtőhajlás és az erózió intenzitása közötti összefüggés vizsgálata. Vodni Hosp.
17. **IZSÁK TIBOR** (2012): A katasztrofális árvizek természeti és antropogén tényezőinek vizsgálata Kárpátalján, Pécs
18. **JUHÁSZ J.** (1987): Hidrológia. Akadémiai Kiadó, Budapest.
19. **KENESSY B.** (1930): Lefolyási tényezők és retenciók. Vízügyi közlemények.
20. **KONTUR I., KORIS K., WINTER J.** (1993): Hidrológiai számítások. Akadémiai Kiadó, Budapest.

21. **KUN I.**, (2004): A feláldozott Bereg. OSIRIS KIADÓ, Budapest.
22. **LÁSZLÓFFY W.** (1982): A Tisza, Akadémiai Kiadó, Budapest, 610.
23. **LÁSZLÓFFY W.** (1941): Az 1940. év tavaszi árvizei vízrajzi megvilágításban. Vízügyi közlemények, Akadémiai Kiadó, Budapest, 610.
24. **MADAS A.** (1981): Az erdőgazdálkodás hatása és jelentősége az árvizek kialakulására. MTA VEAB, Veszprém.
25. **MALIK I.** (2005): Rates of lateral channel migration along the Mala Panew River (southern Poland) based on dating riparian trees and Coarse Woody Debris Dendrochronologia 23: 29–38.
26. **MICROTAC.HU:** <https://www.microtrac.hu/hu/tudastar/szemcsek-mereteloszlasa/>  
**(ISO 9276-1:1998: REPRESENTATION OF RESULTS OF PARTICLE SIZE ANALYSIS - PART 1: GRAPHICAL REPRESENTATION**  
**ISO 9276-2:2014: REPRESENTATION OF RESULTS OF PARTICLE SIZE ANALYSIS - PART 2: CALCULATION OF AVERAGE PARTICLE SIZES/DIAMETERS AND MOMENTS FROM PARTICLE SIZE DISTRIBUTIONS)**
27. **MIHOVICS A. I.**, (1969): Metodika kolicesztyvennoj ocenki vodoregulirujuscsej rolyi lesza. „Urozsaj”, Kijev.
28. **MIKE K.** (1991): Magyarország ősvízrajza és felszíni vizeinek története, Aqua Kiadó, Budapest.
29. **ORSZÁGOS VÍZÜGYI FŐIGAZGATÓSÁG** (2013): Vízrajzi fogalomtár. in: <http://www.ovf.hu/hu/vizrajzi-fogalomtar>
30. **PETRASOVITS A.** (1989): Árvízgazdálkodás és melioráció agronómiai kérdései. Egyetemi Jegyzet, GATE, Gödöllő.
31. **RÁCZ J.** (1981): Az erdő szerepe a vízgyűjtő területek vízháztartásában. Veszprém.
32. **RÁCZ J.** (1985): Erdővel borított lejtős területek ellenállása az erózióval szemben.
33. **RADVÁNSZKY B.** (2009): A XXI. sz. egyik legnagyobb kihívása a Tisza vízgyűjtő területén, A–Z Buda Copy Cat Kft.
34. **SALAMIN P.** (1966): Mezőgazdasági vízgazdálkodás. Felsőoktatási Jegyzet, Budapest.
35. **SOMOGYI S.** (1980): Korábbi és újabb társadalmi hatások a magyar folyók életére. Alföldi tanulmányok, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, pp: 19–35
36. **STAROSOLSZKY Ö.** (1972): Hidrológiai mérések. Tankönyvkiadó, Budapest.
37. **STELCZER K., CSOMA J.** (1979): Árvízmentesítés, árvízvédelem, folyószabályozás. BME, Tankönyvkiadó.
38. **SZALAI GY.** (1984): A vízgazdálkodás és melioráció műszaki alapjai. Egyetemi jegyzet, GATE, Gödöllő.

39. **SZESZTAY K.** (1963): Hidrológia I.-II. Tankönyvkiadó, Budapest.
40. **TIMÁR G.** (2003): Földtani folyamatok hatása a Tisza alföldi szakaszának medermorfológiája, ELTE Geofizikai Tanszék, Budapest.
41. **TYLL SZ.** (szerk.), (1992): Talajvédelem és vízrendezés dombvidéken. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
42. **VERMES L.** (1997): Vízgazdálkodás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
43. **ZOKRÓCZY Z.** (1987): Árvízvédelem. OVH –VIZDOK, Budapest.

## ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra: Árhullám vízállás-görbéje (GOMBOS, 2011).....	11
2. ábra: Heves vízjárású folyó vízállás-görbéje (GOMBOS, 2011) .....	12
3. ábra: Nyugodt vízjárású folyó vízállás-görbéje (GOMBOS, 2011) .....	12
4. ábra: A tiszaujlaki lapvízmércék kisvíz esetén (Saját felvétel) .....	15
5. ábra: A tiszaujlaki lapvízmércék nagyobb vízállás idején (saját felvétel).....	16
6. ábra: A vízsebesség mélység szerinti eloszlása (Gombos, 2011).....	17
7. ábra: A mintavételezési pontok helyszínei (Saját szerkesztés, ArcGis) .....	21
8. ábra: Parterősítés sarkantyúval az első vizsgálati kanyarulatunknál (Saját felvétel).....	25
9. ábra: Az első vizsgált kanyarulat teljes ábrázolása (saját szerkesztés, ArcGis) .....	26
10. ábra: Az első vizsgált kanyarulat intenzíven fejlődő része (saját szerkesztés, ArcGis) ....	27
11. ábra: Az első vizsgálati területünk látképe (saját felvétel) .....	28
12. ábra: A második vizsgálati kanyarulatunk látképe (saját felvétel) .....	28
13. ábra: A második vizsgálati kanyarulat mérőpontjai (saját szerkesztés, ArcGis).....	29
14. ábra: A harmadik vizsgálati kanyarulatunk látképe (saját felvétel).....	30
15. ábra: A harmadik vizsgálati kanyarulat mérőpontjai (saját szerkesztés, ArcGis) .....	30
16. ábra: A vízfolyás sebessége a tiszaujlaki vízállás függvényében az első kanyarulatban (saját szerkesztés, Excel) .....	33
17. ábra: A vízfolyás sebessége a tiszaujlaki vízállás függvényében az második kanyarulatban (saját szerkesztés, Excel) .....	34
18. ábra: A vízfolyás sebessége a tiszaujlaki vízállás függvényében az harmadik kanyarulatban (saját szerkesztés, Excel).....	35
19. ábra: A második vizsgálati kanyarulatnál lévő bedőlt fa .....	36
20. ábra: Az első kanyarulatunknak partfala (saját felvétel) .....	38
21. ábra: Az első vizsgálati területünk kumulatív valószínűségi görbéje (saját szerkesztés, Excel).....	39
22. ábra: A második kanyarulatunknak partfala (saját felvétel) .....	40

23. ábra: A második vizsgálati területünk kumulatív valószínűségi görbéje (saját szerkesztés, Excel).....	41
24. ábra: A harmadik kanyarulatunknak partfala (saját felvétel).....	42
25. ábra: A harmadik vizsgálati területünk kumulatív valószínűségi görbéje (saját szerkesztés, Excel).....	43

## TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. számú táblázat: Összefoglaló táblázat a változásokról az első kanyarulatnál. ....	28
2. számú táblázat: Összefoglaló táblázat a változásokról a második kanyarulatnál. ....	29
3. táblázat: Parterózió szemléltetése az egyes kanyarulatokban a 2019–2022-es időszakban.	31
4. táblázat: Első mérés: 2021. július 08. Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -131	
2021. július 10., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -157 .....	32
5. táblázat: Második mérés: 2021. augusztus 16., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -220	
2021. augusztus 17., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -222 .....	32
6. táblázat: Harmadik mérés: 2021. szeptember 14., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -219	
2021. szeptember 15., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -222 .....	32
7. táblázat: Negyedik mérés: 2021. október 05., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -225	
2021. október 06., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -226 .....	32
8. táblázat: Ötödik mérés: 2021. november 17., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -224 .....	33
9. táblázat: Hatodik mérés: 2022. január 10., Tiszabecsi mérőállomás vízállása: -8 .....	33
10. táblázat: Összesítő táblázat a kanyarulatok sebességével kapcsolatos adatokról .....	36
11. táblázat: A szemcseösszetétel laboratóriumi eredményeinek táblázata az első kanyarulatnál .....	37
12. táblázat: A szemcseösszetétel laboratóriumi eredményeinek táblázata az második kanyarulatnál .....	40
13. táblázat: A szemcseösszetétel laboratóriumi eredményeinek táblázata az harmadik kanyarulatnál .....	42

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Elsősorban szeretnék köszönetet mondani korábbi témavezetőmnek, Molnár Józsefnek, aki szakmai útmutatásaival, tanácsaival nagyban hozzájárult a kutatásom eredményességéhez.

Ezúton szeretném megköszönni témavezetőmnek Gönczy Sándornak értékes tanácsait, türelmét és áldozatos munkáját, melyek hasznosnak bizonyultak szakdolgozatom megírásakor.

Továbbá köszönetet szeretnék mondani még Rácz Bélának és Gérus Józsefnek, akikre mindig számíthattam, ha segítségre volt szükségem.

Legvégül köszönettel tartozom a Kémia Tanszéki csoport munkatársainak, hogy helyszínt biztosítottak számomra a laboratóriumi vizsgálataim elvégzéséhez.

## NYILATKOZAT

Alulírott, Gérus Norbert földrajz szakos hallgató, kijelentem, hogy a szakdolgozatomat a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskolán, a Földtudományi és Turizmus Tanszéken készítettem, földrajz diploma megszerzése végett.

Kijelentem, hogy a dolgozat más szakon korábban nem védtem meg, saját munkám eredménye. és csak a hivatkozott forrásokat (szakirodalom, szoftverek, eszközök stb.) használtam fel.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatomat a II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola könyvtárában a kölcsönözhető könyvek között helyezik el.

## MELLÉKLETEK

### *1. számú melléklet: 2019 őszén (október) rögzített koordináta pontok táblázata*

Sorszám	X	Y
1	639654	5328072
2	639612	5327999
3	639573	5327887
4	639560	5327736
5	639589	5327670
6	640040	5326982
7	640027	5326942
8	640000	5326881
9	640014	5326795

### *2. számú melléklet: 2020 őszén (október) rögzített koordináta pontok táblázata*

Sorszám	X	Y
1	639589	5327940
2	639575	5327923
3	639567	5327914
4	639561	5327899
5	639556	5327894
6	639551	5327869
7	639548	5327856
8	639545	5327828
9	639560	5327723
10	639555	5327734
11	639561	5327719
12	640127	5327162
13	640119	5327151
14 – fa törzse	640114	5327155
15	640111	5327137
16	640098	5327115
17	640076	5327078
18	640063	5327051

<b>19</b>	640055	5327033
<b>20</b>	639999	5326859
<b>21</b>	640001	5326847
<b>22</b>	640001	5326836
<b>23</b>	640009	5326809
<b>24</b>	640016	5326792

**3. számú melléklet: 2021 tavaszán (március) rögzített koordináta pontok táblázata**

<b>Sorszám</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	640097	5327126
<b>2</b>	640091	5327119
<b>3</b>	640078	5327098
<b>4</b>	640066	5327080
<b>5</b>	640056	5327063
<b>6</b>	640037	5327025
<b>7</b>	640030	532700
<b>8</b>	640023	5326982
<b>9</b>	640097	5326694
<b>10</b>	640056	5326721
<b>11</b>	640033	5326748

**4. számú melléklet: 2021 nyarán (június) rögzített koordináta pontok táblázata**

<b>Sorszám</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	639849	5328411
<b>2</b>	639835	5328458
<b>3</b>	639820	5328488
<b>4</b>	639797	5328533
<b>5</b>	639768	5328568
<b>6</b>	639727	5328606
<b>7</b>	639634	5328657
<b>8</b>	639580	5327949
<b>9</b>	639570	5327926
<b>10</b>	639564	5327914
<b>11</b>	639558	5327901

<b>12</b>	639554	5327887
<b>13</b>	639551	5327869
<b>14</b>	639548	5327856
<b>15</b>	639545	5327828
<b>16</b>	639547	5327755
<b>17</b>	639552	5327732
<b>18</b>	639556	5327716
<b>19</b>	640018	5326979
<b>20</b>	640036	5327022
<b>21</b>	640051	5327062
<b>22</b>	640062	5327092
<b>23</b>	640063	5327104
<b>24</b>	640075	5327130
<b>25</b>	640093	5327148
<b>26</b>	640107	5327157
<b>27</b>	640115	5327169
<b>28</b>	640123	5327181

*5. számú melléklet: 2021 végén –2022 elején között rögzített koordináta pontok táblázata*

<b>Sorszám</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	639682	5328631
<b>2</b>	639700	5328623
<b>3</b>	639660	5328635
<b>4</b>	639655	5328642
<b>5</b>	639550	5327835
<b>6</b>	639550	5327849
<b>7</b>	639550	5327863
<b>8</b>	639551	5327872
<b>9</b>	639553	5327738
<b>10</b>	640115	5327167
<b>11</b>	640107	5327161
<b>12</b>	640089	5327138
<b>13</b>	640079	5327124
<b>14</b>	640071	5327108
<b>15</b>	640061	5327092
<b>16</b>	640056	5327082

**6. számú melléklet:** A parterrózió szemléltetése az első vizsgálati kanyarulatunknál elhelyezkedő fa esetében.



2019 őszén készült kép, az út teljes egészében sértetlen (saját felvétel)



2020 őszén készült kép, az út jól láthatóan eltűnt (saját felvétel)



2021 tavaszán készült kép, a fa nem megközelíthető, félig kimosta alóla a talajt a Tisza (saját felvétel)



*2021 késői őszén készült kép, a fa eredeti helyzetétől 15 méterre helyezkedik el a vízben, a fa gyökerei megtörik a víz hullámain (saját felvétel)*

**7. számú melléklet:** *Az első vizsgálati kanyarulatnál beborult fa helyzete*





Ім'я користувача:  
**Моца Андрій Андрійович**

Дата перевірки:  
14.05.2022 09:31:50 EEST

Дата звіту:  
14.05.2022 09:43:24 EEST

ID перевірки:  
1011180853

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

ID користувача:  
100006701

Назва документа: 03\_Гейруш Норберт Йосипович

Кількість сторінок: 60 Кількість слів: 11126 Кількість символів: 92932 Розмір файлу: 3.70 MB ID файлу: 1011075116

## 6.05% Схожість

Найбільша схожість: 1.57% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1007833338)

4.97% Джерела з Інтернету 116 ..... Сторінка 62

2.71% Джерела з Бібліотеки 99 ..... Сторінка 63

## 0% Цитат

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел