

SZAKDOLGOZAT

Zámbó Péter

2018



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr.Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
Építőmérnöki Intézet
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.: +36-1-252-1270
e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2017/18

Zámbó Péter

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:

A Dráva folyó bolhói szakadópartjának elmozdulás vizsgálata

Belső konzulens:

Komárominé Dr. Kucsák Mónika, adjunktus

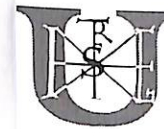
Külső konzulens:

Vajda István vízellátás-csatornázás szakos üzemmérnök,
környezetvédelmi szaküzemmérnök, műszaki tanár

A szakdolgozat beadási határideje: 2018. május 18. (péntek) 12 óra

Budapest, 2018. május 14.


Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
Építőmérnöki Intézet
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.: +36-1-252-1270
e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

Részletes feladatkiírás

Zámbó Péter

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

A Dráva folyó bolhói szakadópartjának elmozdulás vizsgálata
című szakdolgozatához

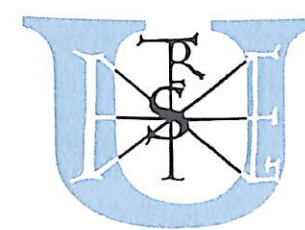
RÉSZLETES FELADATKIÍRÁS

Bevezetés a szakdolgozat témájának bemutatása, indoklása
Szakadópart jelenség bemutatása
Geodéziai mérések elemzése
Mért eredmények, adatok összehasonlító elemzése
Szakadópart stabilizálási módszerek bemutatása
A kiválasztott területre vonatkozó elméleti megvalósulási lehetőségek vizsgálata
Összefoglalás

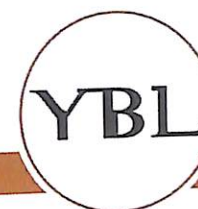
Beadandó munkarészek:
Átnézeti helyszínrajzok
Idealizált keresztshelvények
Stabilizált partfal minta-keresztshelvényei

Budapest, 2018. május 14.


Komárominé Dr. Kucsák Mónika
belső konzulens



SZENT ISTVÁN
EGYETEM



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

A Dráva folyó bolhói szakadópartjának elmozdulás vizsgálata

River bank erosion displacement's measurements of Drava at the
bolho section

2017/2018 Tavasz

Szerző: Zámbó Péter, SZIE-YMÉK, építőmérnök, Infrastruktúra szakirányú végzős hallgató

Témavezető: Dr. Kucsák Mónika, PhD, adjunktus, SZIE-YMÉK Infrastruktúramérnöki
Szakirány

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés:	1-9. oldal
1.1. Célkitűzés	1. oldal
1.2. Terület bemutatása	1-2. oldal
1.3. Natura 2000	2-4. oldal
1.3.1. Története évszámokban	2-3. oldal
1.3.2. Natura 2000 Európában	3. oldal
1.3.3. Natura 2000 hazánkban	3-4. oldal
1.4. A Dráva folyó általános jellemzése	4-6. oldal
1.5. Belső – Somogy jellemzői	6-7. oldal
1.5.1. Fekvése	6-7. oldal
1.5.2. Kialakulása	7. oldal
1.5.3. Talajvíz, rétegvíz	7. oldal
1.6. A Dráva élővilága és vízjárása	7-9. oldal
1.6.1. A Dráva állatvilága	8. oldal
1.6.2. A Dráva növényvilága	8-9. oldal
1.6.3. A Dráva vízjárása	9. oldal
2. Szakadópart	10-14. oldal
2.1. Talajfizikai jellemzők	10. oldal
2.2. A talajszemcsék mérete	11. oldal
2.3. A talaj térfogattömege és sűrűsége	12. oldal
2.4. A talaj pórusai	12. oldal
2.5. A talaj szerkezete	13-14. oldal

3. Az erózió fajtái	14-18.oldal
3.1. A talajerózió	14-15.oldal
3.2. Vízerózió formái	16-18.oldal
3.2.1. Felületi rétegerózió	16.oldal
3.2.2. Rejtett erózió vagy mikroszoliflukció	16.oldal
3.2.3. Csepperózió	16-17.oldal
3.2.4. Lepelerózió	17.oldal
3.2.5. Mélységi (vonalas) erózió	17.oldal
3.2.6. Barázdás erózió	17.oldal
3.2.7. Árkos erózió	17.oldal
3.2.8. A vízmósásos erózió	17.oldal
3.2.9. Padkásodás	17.oldal
3.2.10. Szedimentáció	18-23.oldal
4. A Dráva bolhói szakaszán végzett 2012. évi mérés	18-19.oldal
4.1. A mérés helyszíne	20.oldal
4.2. Mederviszonyok	20-22.oldal
4.3. A mérés előkészítése	20-22.oldal
4.3.1. Mérőállomások működése, fajtái:	22.oldal
4.4. Mérési körülmények	23-24.oldal
4.5. A mérés menete	24-29.oldal
5. A 2017. évi mérés	24.oldal
5.1. A mérés helyszíne	24.oldal
5.2. Mérés előkészítése	24-25.oldal
5.3. A mérés körülményei	25-28.oldal
5.4. A mérés menete	28.oldal
5.5. Adatfeldolgozás	

6. Beomlott földmennyiség meghatározása	29-32.oldal
6.1.Általános ismertetés	29.oldal
6.2. 2012-2017 közötti beszakadt területrész meghatározása	29-31.oldal
7. Szakadópart negatív hatásainak megoldása- Falmechtámasztások	31-41.oldal
7.1. Támfalak	31-36.oldal
7.1.1. Támfalak típusai	31-36.oldal
7.2. Támfal méretezés elve	36-40.oldal
7.2.1. Földnyomás meghatározása	36-37.oldal
7.2.2. Támfal keresztmetszeti méretezése	37-38.oldal
7.2.3. A helyzeti állékonyság ellenőrzése	39-40.oldal
7.2.3.1. Kiborulás	39.oldal
7.2.3.2. Elcsúszás	40.oldal
7.2.4. Talpfeszültségek számítása	40.oldal
7.2.5. Vízelenítés	40-41.oldal
8. Szakadópart megoldási javaslataim / módjaim	41-46.oldal
8.1. Partfal lépcsőztetése gabione box erősítéssel	41-44.oldal
8.1.1. Gabion támfal építése előtt figyelni kell az alábbiakra	41-42.oldal
8.1.2. Partfal lépcsőztetése	42-44.oldal
8.2. Partfal lépcsőztetés palló erősítéssel	44-45.oldal
8.3. Máglyafal	45-46.oldal
9. Szakdolgozatom összefoglalása	46-47.oldal
Fotó melléklet	48-50.oldal
Irodalomjegyzék	51-52.oldal
Ábrajegyzék	53-54.oldal
Rajzi melléklet	55.oldal

1. Bevezetés

1.1. Célkitűzés

A Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Karára járok, azon belül infrastruktúra szakirányra. Témaválasztásomat leginkább az befolyásolta, hogy olyan számomra érdekes témával foglalkozhatok, ami közel áll hozzám. A választott témám a Dráva folyó bolhói szakasz szakadópartjának elmozdulás vizsgálata.

A másik fő indok, hogy 2013-ban a Magyar Hidrológiai Társaság által meghirdetett Sajó Elemér pályázaton első helyezést értem el az akkori tanulmánnyal, amely a szakdolgozatom alapja.

A jelenlegi szakdolgozat érdekessége, hogy van egy meglévő saját mérési adatmennyiségem, amit 2012. év őszén mérőállomással mértem fel szaktanári közreműködéssel. Ezt a mérést a későbbiekben taglalom. A friss mérést 2017. év őszén (2017.09.16.) végeztem el GPS segítségével. Ezeket a méréseket megelőzi egy 1996-os mérés is, amit nem én mértem fel. A szakdolgozat tárgyát képező problémát ezekből a mérési eredményekből jól lehet vizsgálni, ki lehet számolni, hogy az elmúlt időszakban mekkora mennyiségű partfal omlott le; amelynek üteme is érdekes. A partomlás vizsgálatának további eredménye, hogy ebből a vizsgálatból a mezőgazdasági területek csökkenésének mértékére és a partfal mozgására is lehet következtetni. Ez főleg a Dráva folyó bolhói szakaszán érdekes, ahol a méréseket végeztem, ugyanis itt egy mezőgazdasági művelés alatti NATURA 2000 földterület található.

A fentiekben hivatkozott mérések jó alapot adnak egy ökológiai partfal stabilizálás vizsgálatára, és a megoldási javaslatok kidolgozására.

1.2. Terület bemutatása

A vizsgálat tárgyát képező területet Bolhó településről lehet megközelíteni. Bolhó központjától 2-3 km-re található ez a rész. A község Somogy megyében található, a Dráva folyó bal partján, hullámos területen fekszik. Határai északon és északkeleten Háromfa, keleten Babócsa, nyugaton és észak-nyugaton Heresznye községgel. Nyugaton és délen a Dráva folyó - túlsópartján Horvátországgal. ¹(1. ábra)



1. ábra - Bolhó elhelyezkedése

¹ Borovszky Samu: Somogy vármegye

A mérés helyszíne a Natura 2000 területek közé tartozik. Ezért ha partfal stabilizációt szeretnénk, akkor a jogszabályoknak megfelelő típusú műtárgyat kell tervezni, illetve ennek megfelelő megoldást kell találni.

Összegezve a fentieket, inkább azért fontos a beomlott földmennyiség mértékét tudni, mert szeretnénk az erózió mértékét, a bemosódás figyelembevételével a hordalékmennyiség növekedését, illetve az élőhelyek csökkenését, vagy változását megállapítani. Ez a földmennyiség lehet szennyező hatású is – különösen akkor, ha van nehézfém tartalma, vagy egyéb szennyezőanyag van benne. A föld önmagában nem szennyez, maximum a hordalékmennyiséget növeli, amivel a kanyarulat másik oldalán feltöltődést okoz. A közeli művelés alatt álló területek miatt feltételezhető kisebb mértékű szennyeződés. Továbbá csökkentheti a folyó biodiverzitását az oldott oxigéntartalom a kisebb sodrású part menti részeken, vagy felhalmozódhat valamilyen elem (Fe, S, stb), ami fajpusztulást, vagy egyes fajok elszaporodását okozhatja. A partél és a mezőgazdaságilag megművelt munkált terület között mindösszesen csak 15 méter van. Így a különböző kemikálok használata miatt (pl.: műtrágya, permetezőszerek) azok bemosódhatnak a folyóba egy nagy esőzés hatására.

1.3. Natura 2000

Az Európai Unió által létrehozott Natura 2000 egy olyan összefüggő európai ökológiai hálózat, amely a közösségi jelentőségű természetes élőhely típusok, vadon élő állat- és növényfajok védelmének biztosítja a biodiverzitás megőrzését, és hozzájárul kedvező természetvédelmi helyzetű fenntartásához, illetve helyreállításához.²

1.3.1. Natura 2000 története évszámokban³

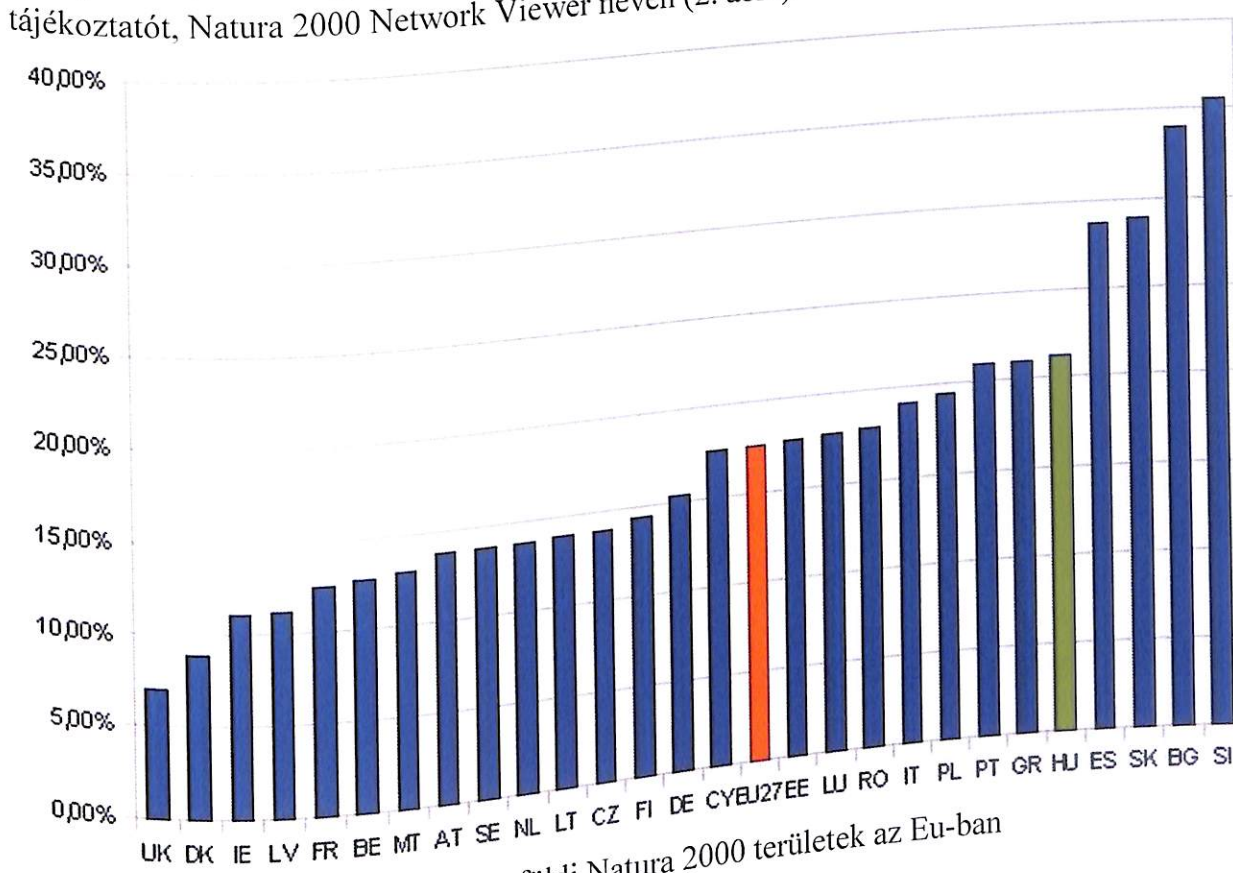
- 1979: A madarakra vonatkozó irányelv különleges védelmi területeket hoz létre a madarak számára.
- 1992: Az élőhelyekre vonatkozó irányelv létrehozza a Natura 2000 hálózatot és a tagállamokat különleges természetvédelmi területek kijelölésére kötelezi.
- 1995: Svédország és Finnország csatlakozásával létrejött a sarki régió a hálózaton belül.
- 2001: A svédországi Göteborgban az Európai Unió döntéshozói megállapodnak abban, hogy 2010-ig megállítják az Európai Unió biodiverzitásának csökkenését.
- 2001: A Natura 2000 hálózat folyamatos szakmai felülvizsgálata során az egyes biogeográfiai régiókból újabb helyszínek kerülnek a hálózatba az EU egész területén.
- 2002: Az El Teide-nyilatkozattal a tagállamok vállalják, hogy a Natura 2000-ről ismeretterjesztést folytatnak, és bevonják az érintett feleket.

² <http://www.natura.2000.hu/hu>
³ <http://www.natura.2000.hu/hu/node/250> - 2. bekezdés

- 2004: Magyarország, Szlovákia és Csehország a pannóniai régióval gazdagította a hálózatot.
- 2007: Románia és Bulgária a sztyeppi és a fekete-tengeri régióval bővítette azt, így még sokfélebbé téve a hálózat állat- és növényvilágát.

1.3.2. Natura 2000 Európában⁴

Az Európai Unió természetvédelmi hálózatának nyomon követését az Európai Bizottság (továbbiakban Bizottság) külön honlapon, a „Natura 2000 Barometer”-en keresztül mutatja be. Az alapadatokat (területek kiterjedése, száma, a változás trendje) évente újraértékeli a Bizottság. A részletes adatokat az országok a direktívák előírásainak megfelelően jelentik. Az egyes területek részletes adatlapjait az Európai Bizottság Környezetvédelmi Főigazgatóságának háttérintézménye gyűjti, illetve készít róla térképes tájékoztatót, Natura 2000 Network Viewer néven (2. ábra).



2. ábra - Szárazföldi Natura 2000 területek az Eu-ban

1.3.3. Natura 2000 hazánkban

Hazánk csatlakozásával az EU eddigi területén található 6 biogeográfiai régió kiegészül a pannon régióval, amely legnagyobb részt Magyarország területén található. A pannon biogeográfiai régióban számos olyan faj és élőhely típus található, amely az EU területén nem fordul elő. A csak hazánk területén előforduló élőhely típusok és fajok ún. „pannonikumok” esetében különösen nagy a felelősségünk abban, hogy a kijelölt területek megfelelő nagyságúak

⁴ <http://www.natura.2000.hu/hu/node/250> - 1. bekezdés

legyenek az adott élőhely típus illetve faj országos állományának vonatkozásában, hiszen fennmaradásuk az unión belül elsősorban hazánkon múlik. Ilyen pannon régióra jellemző élőhelyek a pannon lejtősztyeppék és sziklafüves lejtők, a pannon löszgyepek és homoki gyepek, a fás élőhelyek közül a pannon gyertyános tölgyesek és pannon homoki borókás-nyárasok. Az élővilágvédelmi irányelv mellékletében szereplő, és kiemelt jelentőségű bennszülött fajaink: például a magyar kökötcsin, a pilisi len, a magyarföldi husáng, a magyar vakcsiga és a rákosi vipera. A közösségi jelentőségű élőhely típusok közül 46, növényfajok közül 36, madarak közül 91, egyéb állatfajok közül 105 fordul elő Magyarországon számottevő állományban, melyek hazai állományai miatt területeket kellett kijelölnünk. A területek kijelölése szempontjából figyelembe veendő fajok nagy részét a hazai természetvédelem már a korábbiakban is megkülönböztetetten kezelte, és a védett természeti területek kijelölésénél azok előfordulási helyei fontos szerepet játszottak (a Magyarország által javasolt fajok többsége ide tartozott). Ugyanakkor az irányelvek mellékleteiben szerepel jó néhány olyan faj is, melyek Nyugat-Európában megritkultak, de Magyarországon még erős állományuk létezik, és a korábbi védetté nyilvánítások során nem szolgáltak a kijelölés szempontjául. Ilyen a szarvasbogár, a remetebogár, mocsári teknős, a töviszűrő gébics, az örvös légykapó, kistűzű aszat, pannon gyertyános-tölgyes stb... A fogatkozó nyugat-európai állományok megerősítésében éppen a még nem veszélyeztetett kelet-európai törzsállományok még hatékonyabb védelmük révén kiemelt szerepet játszhatnak, így az Európai Unió általános természetvédelmi célkitűzéseinek akkor felelünk meg, ha e nálunk még nem veszélyeztetett fajok területi-élőhelyi védelmére is az eddigieknél jobban odafigyelünk.⁵

1.4. A Dráva folyó általános jellemzése

Dráva (olaszul, szlovénül és horvátul Dráva, németül Drau) a Duna jobb oldali mellékfolyója, 43238 km²-es vízgyűjtővel (3.ábra), és 733 km-es hosszal rendelkezik. Magyarország és Horvátország határfolyója. A Dráva Dél-Tirolban, Dobbiaco és San Candido között ered. A folyó hazánkat Örtösnál éri el, s Matty közelében távozik országunkból.⁶

A Dráva folyó főbb jellemzőit az 1. táblázat foglalja össze.

Forrás	Olaszország, Dobbiaco - San Candido
Forrásszint	1228 m
Vízgyűjtő terület	43238 km ²
Hossz	733 km
Torkolat	Almás mellett Horvátországban
Vízhozam	200 – 653 m ³ /s
Országok	Olaszország, Ausztria, Szlovénia, Horvátország, Magyarország

1. táblázat- Dráva folyó adatai

⁵ <http://www.natura.2000.hu/hu/node/249>
⁶ <https://hu.wikipedia.org/wiki/Dr%C3%A1va>

A Dráva folyóra jellemző a „meander jelenség”. A meander egy legalább visszafordulásig hajló folyókanyarulat, amely, ha levágják holtággá válik.

Egy folyó, vagy patak leginkább akkor hajlamos meanderekben bővelkedő, kígyózó medret kialakítani, ha széles völgyben, vagy alföldön halad, nem túl nagy eséssel.

A kanyarulat azért alakul ki, mert még egy apró kanyarban is a meder külső szélén gyorsabban folyik a víz, mint a belsón. Ezért a belső szélén hordalék rakódik le, a külső szélén ezzel szemben a nagyobb vízsebesség miatt a parterózió a jellemző. Ez a folyamat a kanyar nagobbodásához vezet a külső szél irányában.

Ez a folyamat gyakran jól megfigyelhető a partmenti fűzfák elhelyezkedésében. A meander belső szélén a vízpartot kedvelő fűzfák a parttól távolabb helyezkedhetnek el, a külső szélén viszont a víz gyakran a gyökereiket is alámossa és végül bele is dőlhetnek a folyóba.⁷

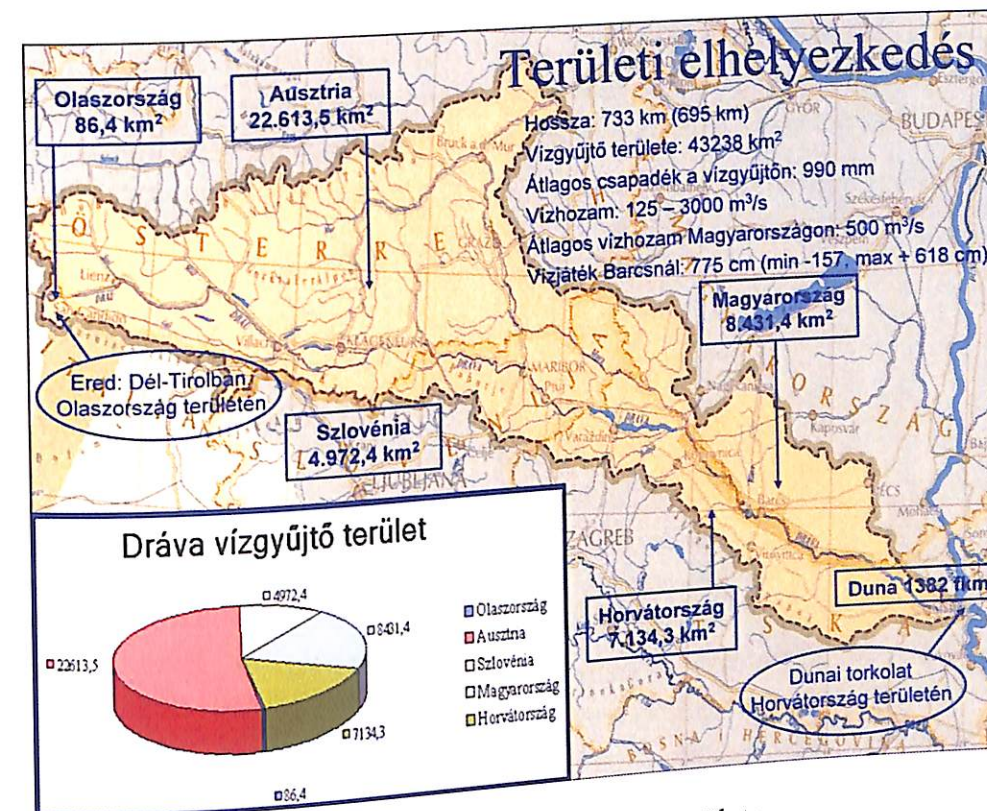
A mérés helyszíne is egy ilyen meanderben (folyókanyarulatban) fekszik. Ezt a 10. ábra szemlélteti (ld. lentebb 4.2. pontban).

A Dráva folyó bolhói szakasza a Dráva folyó magyarországi vízgyűjtő területén helyezkedik el, azon belül Belső-Somogyban, a Közép – Dráva völgyében, amelyet a 1.5 Belső-Somogy alpontban jellemez. A Dráva folyó vízgyűjtő területét a 3. ábra mutatja be (lásd lentebb).

A Dráva mellékfolyói:

- Gurk,
- Mislinja,
- Dravinja,
- Mura,
- Rinya,
- Fekete-víz

⁷ <http://odmlynakmlynu.sk/hu/3-informacny-panel-meandre-maleho-dunaja/>



3. ábra - A Dráva vízgyűjtő területe

1.5. Belső – Somogy jellemzői⁸

Belső-Somogy a Dunántúli-dombság középtája, kiterjedése 3000 km², átlagos magassága 173,2 méter. A Belső-Somogy főképp homokos síkságokból épül fel, különféle homokformákat találhatunk itt: homokbuckákat, szélbarázdákat, garmadákat, homoklepleket. Talaja barna erdőtalaj, ám mélyebb részein lápos-mocsaras területek is előfordulnak. Részletesen a 2. táblázat tartalmazza a terület adatait.

Terület	3000 km ²
Legmagasabb pont	191,6 m
Folyóvizek	Rinya- és Boronka-patak
Állóvizek	Baláta-tó
Résztájégségek	Marcali-hát, Kelet-Belső-Somogy, Nyugat-Belső-Somogy, Közép-Dráva-völgy

2. táblázat- Belső-Somogy földrajzi adatai

1.5.1. Belső – Somogy fekvése

Belső-Somogyot nyugatról a Zalai-dombság, délről a Dráva, keletről a Zselic, északkeletről Külső-Somogy, északról pedig a Balaton határolja. Belső Somogy a Dunántúli-dombság része. Kelet-nyugat irányú kiterjedése 40 km, észak-déli kiterjedése

⁸ Magyarország kistájainak katasztere, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 2010
 Lóki József: Belső-Somogy futóhomok területeinek kialakulása és formái, Acta geographica ac geologica et meteorologica Debrecina, 1979. 18/19. köt. 81-111. oldal
 Borhidi Attila: Adatok Belső-Somogy flórájához, Botanikai közlemények, 1957. (47. évf.) 1-2. sz. 107-108. oldal

100 km. Legmagasabb pontja 191,6 méter, legalacsonyabb pontja a Barna-tó mellett található 104,3 méter tengerszint feletti magasságban. Területén található a Marcali-hát, mely egy 30-40 méteres magasságban kiemelkedő löszhát és két részre osztja a Belső-Somogy felszínét, amelynek részei:

- A Marcali-hátság
- Kelet-Belső-Somogy
- Közép-Dráva völgy
- Nyugat-Belső-Somogy

1.5.2. Belső-Somogy kialakulása

Az újharmadidőszakban a Belső-Somogy területén süllyedés kezdődött meg és tengeri elöntés következett be. A tengeri elöntés következtében 100-400 méter üledék képződött. A bádeni korszakban a Belső-Somogy déli része kiemelkedett, az északi területeken továbbra is a tengeri elöntés volt jellemző üledékképződéssel. A szarmata korszakban újabb süllyedés kezdődött, ekkor 100 méter vastagságú üledék képződött. A pliocén korszakban a Belső-Somogy vízborítása kiédesedett, és egy beltó alakult ki belőle.

A száraz felszíneken ezzel egy időben megkezdődött a folyóhálózat kialakulása, ekkor még a Duna egyes ágai erre futottak. A felső pliocén korszakban kiemelkedés kezdődött, kialakult a Keszthely-gleichenbergi vízválasztó hátság. A pleisztocén korszakban már a folyók halmozták fel üledékeiket, akár 300 méteres magasságban. A Würm korszakban kezdődött meg a területen a futóhomok képződése, átlagos vastagsága 10 méter volt. Majd kialakult a növényzet is, mely megkötötte a homokot.

1.5.3. Talajvíz, rétegvíz Belső-Somogyban

A „talajvíz” 2-4 m között mindenhol elérhető. Így a terület vízbázisnak tekinthető. Minőségileg a szokásos kalcium – magnézium – hidrogén - karbonátos jellege a túlnyomó. Drávatamási és Babócsa között keménysége meghaladja a 25 nk°-ot, máshol kisebb ez az érték. A Dráva bolhói szakasza a 25 nk°-nál kisebb értékhez tartozik. A szulfáttartalom 60 mg/l alatt van.

A rétegvizek mennyisége nem jelentős. Az artézi kutak mélysége általában kevesebb 100 méternél. Vízhozamuk átlagosan 200 liter/perc körüli. A rétegvizek felhasználását a gyakori magas vastartalom korlátozza.

1.6. A Dráva élővilága és vízjárása

A Dráva egyike Magyarország legtisztább vizű nagy folyóinak és Európa természetes partvonalú, alig háborított folyamainak, ahol országunkban másutt elő nem forduló, gazdag, és háborítatlan növény- és állatközösségek élnek, ami miatt a Dráva hazánk egyik legértékesebb folyóvize.

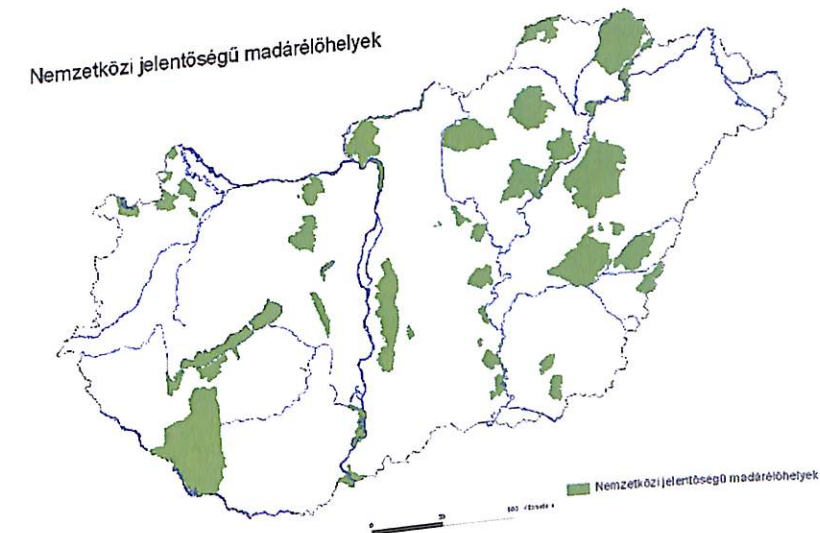
1.6.1. A Dráva állatvilága

A Dráva állatvilága rendkívül gazdag, kb. 4500 állatfaj található itt. Ezekből több mint 300 állatfaj védett. Többek között védett madár: a jégmadár, partifecske, gyurgyalag, rétisas, a kis csér, vagy a fekete gólya. Ezen védett állatok miatt ez a terület nemzetközi jelentőségű madár élőhely. (4. ábra ld. lentebb)

Jellemző fészkelő madárfaj a kis lile, de a Dráva oxigén dús, gyorsan folyó vizében olyan sérülékeny fajok is megtalálhatók, mint a galóca vagy a Drávai tegzes. Ez a drávai tegzes a kutatók szerint csak a Drávában fordul elő stabil populáció formájában. Gazdag a folyó szitakötő-faunája, melyben nemzetközi egyezményekkel védett fajok – pl. erdei szitakötő, sárgalábú szitakötő – is megtalálhatók.⁹ A Drávában és mellékvízeiben a hazai halfajok mintegy 3/4-e megtalálható, melyek között 20 védett faj is szerepel. Különösen jelentős természeti érték a fokozottan védett magyar és német bucó, továbbá a védett felpillantó küllő, leánykancér és a botos kölönte. A folyó életterében az utóbbi évek visszatelepítéseinek köszönhetően, újra megtalálható a vidra és a hód.¹⁰

Állatritkaságok:

- magyar tarsza
- villányi télibagoly
- ürge
- kerecsen



4. ábra – Madárélő helyek

1.6.2. A Dráva növényvilága

A védett területről közel 150 növénytársulás és több mint 100 védett növényfaj került elő. Ezek közül 7 növényfaj csak hazánkban honos. A folyót övező puhafaligeteken élő fontosabb védett növényfaj a kígyónyelv-páfrány, a magasszárú kocsord és a gyakran tömeges téli zsurló.

⁹ <https://www.fokke.hu/termeszet/drava-mente>

¹⁰ <https://prezi.com/tfzayzwq2j30/a-drava-elovilaga/>

<http://www.drava-makett.hu/duna-drava-nemzeti-park/a-drava-magyarorszag-szakasza/>

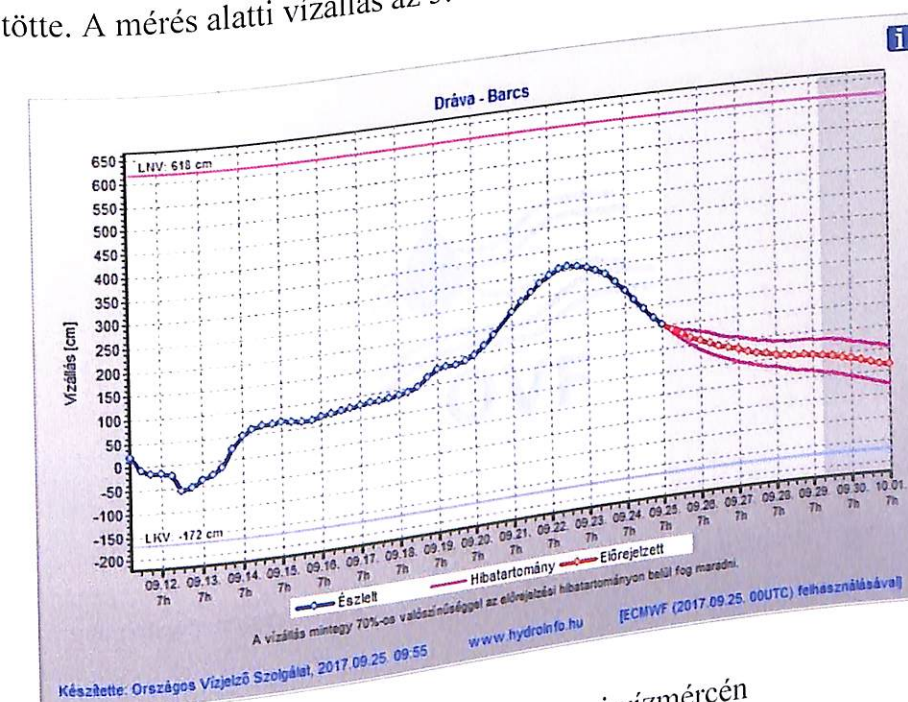
Növényritkaságok:

- bánáti bazsarózsa
- fekete galagonya
- majomkosbor
- magyar kikerics
- bakszarvú lepkeszeg
- magyar méreggyilok
- szalmagyopár

1.6.3. A Dráva vízjárása

A Dráva közepes vízhozama Maribornál $300 \text{ m}^3/\text{s}$, míg a torkolatánál $653 \text{ m}^3/\text{s}$. A szlovén szakaszon mért rekord árvíz 1965-ben regisztrálták, ekkor $2600 \text{ m}^3/\text{s}$ vízhozamot mértek. 2012. november 5-én az osztrák és szlovén vízgyűjtőkön lehullott kiadós esőzés következtében Szlovéniában a rekordot meghaladó $2900 \text{ m}^3/\text{s}$, Horvátországban $3100 \text{ m}^3/\text{s}$ vízhozamot mértek.

A magyar szakaszon 1900 óta a legnagyobb árhullám 1972 nyarán volt. Az addigi legnagyobb észlelt vízszintek a következők voltak: Örtilosnál 476 cm, Barcson 618 cm, legnagyobb észlelt vízszintek a következők voltak: 1972-t követően a legjelentősebb, de a Szentborbáson 634 cm, Drávaszabolcson 596 cm. 1972-t követően a legjelentősebb, de a korábbiaknál kicsit kisebb vízszintet mértek 1993-ban. Ekkor Barcson 437 cm, Drávaszabolcson 504 cm volt a tetőző érték.¹¹ Ezt az értéket a 2012-es árvíz majdnem megdöntötte. A mérés alatti vízállás az 5. ábrán látható (2017.09.25.-ei adat).



5. ábra - Vízállások a barcsi vízmércén

¹¹ <http://www.vizugy.hu/?mapModule=OpGrafikon&AllomasVOA=16496287-97AB-11D4-BB62-00508BA24287&mapData=Idosor#mapData>

2. Szakadópart

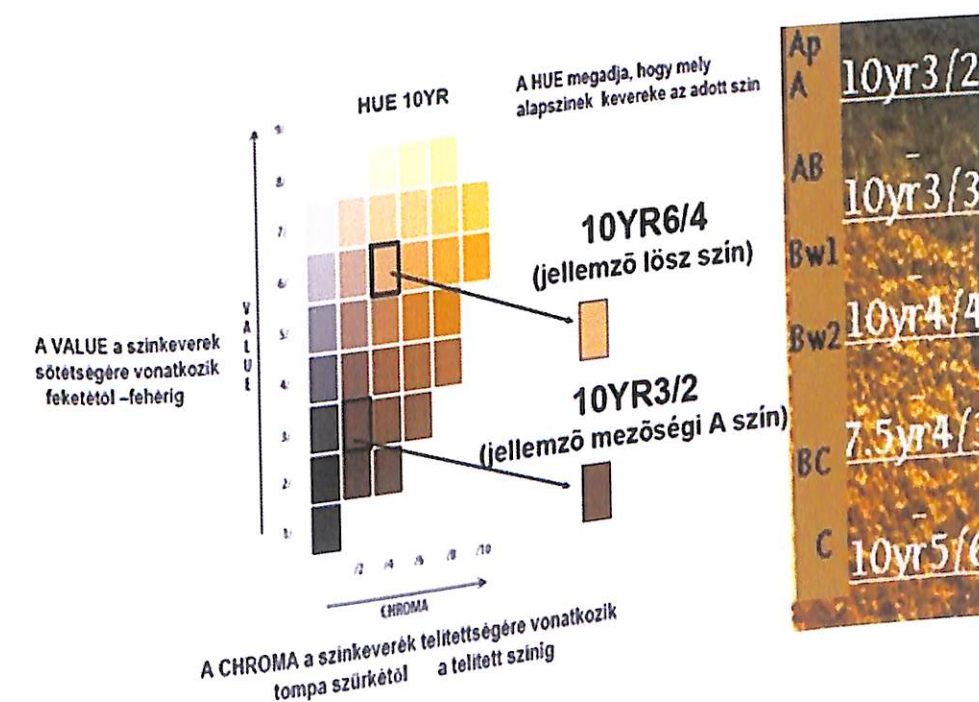
A szakdolgozatomban középpontjában a bolhói szakadópart áll. A szakadópart létét több minden befolyásolja, többek között a talaj szerkezete, az időjárás, vízmozgások és az erózió típusa.

A mérés helyszínének talaja homokos vályog és az eróziók közül a víz általi erózió jelenti a legnagyobb hatást erre a különleges természeti jelenségre.

A következő alpontokban a talajok általános jellemzését mutatom be, hogy a vizsgált területen lévő talajt szakszerűen tudjam bemutatni.

2.1. Talajfizikai jellemzők (6. ábra)¹²

- Talaj színe
- Talajszemcsék mérete
- Talaj textúrája
- Talaj sűrűsége és térfogattömege
- A talajok porozitása
- Talaj szerkezete
- A talajok vízgazdálkodása



6. ábra - Munsel-féle színskála és alkalmazása (Michéli 2008)

¹²http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_02_Alkalmasított_talajtan/ch02.html
Masoom, Hussain; Courtier-Murias, Denis; Farooq, Hashim; Soong, Ronald; Kelleher, Brian P.; Zhang, Chao; Maas, Werner E.; Fey, Michael; Kumar, Rajeev; Monette, Martine; Stronks, Henry J.; Simpson, Myrna J.; Simpson, André J. (16 February 2016). "Soil Organic Matter in Its Native State: Unravelling the Most Complex Biomaterial on Earth". Environmental Science & Technology. 50 (4): 1670–1680. doi:10.1021/acs.est.5b03410
Soil Survey Division Staff (1993). "Examination and Description of Soils". Handbook 18. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture. Retrieved 2006-04-11.

2.2. A talajszemcsék mérete

A talajok szilárd fázisát alkotó elemi részecskék méret szerinti százalékos megoszlását a talajok mechanikai összetételének nevezzük. A talajok ásványi anyagainak szemcseméret szerinti csoportosítását Atterberg szerint az alábbi táblázat foglalja össze (3. táblázat).

Frakció név	Szemcse átmérő (mm)
	>2
Kavics	2 – 0,2
Durva homok	0,2 – 0,02
Finom homok	0,02 – 0,002
Por/iszap	<0,002
Agyag	

3. táblázat Szemcseméret szerinti osztályozás

A talajok fizikai talajfélesége (textúrája, szövete) a mechanikai összetétel kifejezője. Megmutatja, hogy a különböző méretű szemcsék milyen arányban vannak a talajban.

Talajféleségek:

- durva homok,
- homok,
- **homokos vályog,**
- vályog,
- agyagos vályog,
- agyag,
- nehéz agyag.

A stabil talajtulajdonság meghatározza a talajok vízgazdálkodási tulajdonságait, valamint összefüggéseket mutat a talajok levegő-, hő-, és tápanyag-gazdálkodásával. Hatást gyakorol a talajok képlékenységre, tömöríthetőségre, művelhetőségre. Befolyásolja az adszorpciós viszonyokat és így a talajok kémiai tulajdonságait is.

A talaj textúra meghatározásának módszerei:

1. Leiszapolható rész % (Li%)
2. Higroszkóposági érték
 - Mitscherlich (10%-os H₂SO₄ fölött, 95,6% relatív páratartalom) jele: Hy
 - Kuron (50%-os H₂SO₄ fölött 35,2% relatív páratartalom) jele: hy
 - Sík Károly (CaCl₂*6H₂O fölött, 35% relatív páratartalom) jele: hyl
3. Arany-féle kötöttségi szám (KA)
4. Öt órás kapilláris-képesség
5. Teljes mechanikai összetétel vizsgálat (száraz és nedves szítálás, ülepítés)

2.3. A talaj térfogattömege és sűrűsége

A talaj térfogattömege (ρ): 105 °C-on szárított, természet szerkezetű, egységnyi térfogatú száraz talaj tömege.

- Mértékegysége: g/cm³, kg/dm³, t/m³
- Értékei: 0,8-1,7 g/cm³
- Átlagértéke: 1,45 g/cm³

A talaj sűrűsége (ρ_m): 105 °C-on szárított, teljesen tömör (csak a szilárd alkotó részek), egységnyi térfogatú, száraz talaj tömege.

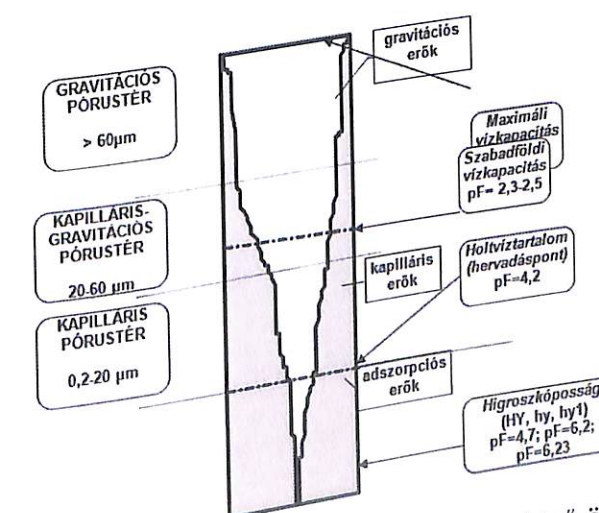
- Mértékegysége: g/cm³, kg/dm³, t/m³
- Értékei: 2,6-2,7 g/cm³
- Átlagértéke: 2,65 g/cm³

2.4. A talaj pórusai

Az elemi szemcsék és az ezekből felépülő szerkezeti elemek (aggregátumok) közötti tér a talaj pórusrendszere. Jellemezhetjük a talaj pórusrendszerét a pórusok összes térfogatával (összporozitás), méret szerinti megoszlásukkal (differenciált porozitás).

A talaj összporozitásán az egységnyi térfogatú, bolygatatlan (eredeti) szerkezetű talaj térfogatszázalékban kifejezett összes pórustérfogatát értjük. Az összporozitást meghatározhatjuk számítással, és a talajvízzel való telítése révén. Az összporozitás számítása a talaj térfogattömegének és sűrűségének ismeretében lehetséges az alábbi képlet szerint (7. ábra ld. lentebb)

$$P\% = \frac{\rho_m - \rho}{\rho_m}$$



7. ábra - A talajok pórusviszonyai és közöttük lévő összefüggés

2.5. A talaj szerkezete

A talaj azon tulajdonsága, hogy a talajt felépítő, elsődleges elemi részecskék összetapadnak, majd nagyobb méretű másodlagos, harmadlagos, sokadlagos halmazokká, aggregátumokká állnak össze. A talaj szerkezet vázát a $2\text{ }\mu\text{m}$ -nél ($0,002\text{ mm}$) nagyobb átmérőjű ásványi részecskék, a homok szemcsék képezik, amíg az iszap és/vagy por, valamint az agyagfrakció a váz részek ragasztásában vesznek részt. A $0,002\text{ mm}$ -nél kisebb ásványi és szerves kolloidok a vázrészek összeragasztását végzik.

Ilyen ragasztóanyagok:

- Az agyagásványok
- Szerves anyagok (humusz és nem humusz anyagok)
- Vas-, alumínium- és mangán- hidroxidok
- Szénsavas mész (CaCO_3)
- Mikroszervezetek (baktériumok, gombák)
- Giliszták ürüléke

A talaj szerkezetét morfológiailag értékelhetjük a szerkezeti formák és a szerkezet fejlettsége (erősen, közepesen, gyengén fejlett, szerkezet-nélküli) alapján.

Agronómiai szempontból a talaj szerkezete:

- poros: $< 0,25\text{ mm}$,
- morzsás: $0,25\text{--}10\text{ mm}$,
- rögös: $> 10\text{ mm}$

A talaj szerkezet vízállóságának tanulmányozása során: megállapíthatjuk a szerkezeti elemek stabilitását a víz szétiszapoló hatásával szemben, amely függ a szerkezeti elemeket összetartó szerves és szervetlen anyagok mennyiségétől és a rajtuk adszorbeálódott kationoktól.

A talajszerkezet meghatározásánál a szerkezeti elemek alakját, nagyságát, elrendeződését vesszük figyelembe.

Térbeli kiterjedés alapján három nagy talajszerkezeti csoportot különböztetünk meg:

1. Köbös talajszerkezet: a tér három irányában kb. egyformán fejlett

- Morzsás
- Szemcsés
- Diós
- Rögös
- Poliéderez

2. Hasábszerű talajszerkezet: a tér két irányában gyengén, egy irányban jól fejlettek

- Hasábos
- Oszlopos

3. Lemezszerű talajszerkezet: két irányban jól, egy irányban gyengén fejlettek

- Leveles
- Lemezes
- Táblás
- Réteges

3. Az erózió fajtái

3.1. A talajerózió

A talajerózió a talaj csapadékvíz vagy öntözés által kiváltott eróziója. A talajerózió során a talaj anyaga elmosódik, csökken a talaj tápanyag- és humusztartalma, romlik a talaj szerkezet, ezáltal jelentősen csökken a talaj termőképessége. Szélsőséges esetben a talaj teljesen el is pusztulhat, a felszínen pedig a terméketlen alapkőzet marad hátra. Klasszikus értelemben a felszínen lefolyó csapadékvíz erózióját nevezték talajerózióknak, de kutatások bizonyították, hogy az esőcseppek felszíni becsapódása (csepperózió), és a talajban szivárgó víz oldó hatása (oldásos erózió) is okoz szerkezetrombolást, illetve anyagvesztést, ezáltal csökkentve a talaj termőképességét. Hatásának elsősorban a növényzettel nem borított talajfelület van kitéve, amit a domborzati viszonyok (például meredek lejtők) fokoznak.

A növényzet nélküli területekről szélsőséges, de nem ritka esetben a termőréteg teljesen lemosódik, így ott már mezőgazdasági művelés vagy erdőtelepítés nem lehetséges.¹³

A talajerózió az egyik legfontosabb talajdegradációs, közvetett tájdegradációs folyamat. Ha a talajpusztulást talajdegradációs, „talajromlási” folyamatként értelmezzük, úgy a talaj minőségét, termékenységet helyezzük központba. SCHERR S. J. (1999) szerint a mérsékeltövi mezőgazdaság gyakran és széleskörűen hajlamos arra, hogy a talajminőség szerepét minimalizálja. Ez azzal függ össze, hogy a mérsékelt égöv talajai általában termékenyek és viszonylag jól ellenállnak a degradációs folyamatoknak. E talajok relatíve új képződésűek, talajképző kőzetük vagy a negyedkorból származik (pl. lösz és lösszerű üledék), vagy azt a negyedkor folyamatai alakították (eljegesedés, fagyaprózódás, tömegmozgások).

Ezzel szemben a trópusi égöv talajai többnyire terméketlen alapkőzeten keletkeztek, illetve évmilliók során képződött málladéktakarón, amelyből az oldható tápanyagok, aszályok, igen magas hőmérsékleti értékek tovább növelik a degradáció lehetőségét, illetve kockázatát.

A talajdegradáció folyamatait a nemzetközi irodalomban a különböző szerzők gyakran eltérő módon csoportosítják.

A következőkben az EEA (Environmental Assessment Report, 2003) osztályozását idézem:

- Talaj betapasztás (soil sealing)

¹³ NILE RIVER BANK EROSION AND PROTECTION By Abdalla A. Ahmed Samir Ahmed S. Ibrahim Onyango
Ogembo Ibrahim A.A. Babikir Hassan M. Fadul Coordinated by Prof. Abbas Abdalla Ibrahim UNESCO-Chair in
Water Resources-Sudan Scientific Advisor Dr. Alessandra Crosato, UNESCO-IHE 2010

A beépítés (utak, épületek stb.) következtében beálló jelenség, azaz a talaj gyakorlatilag megszűnik működni, nem érintkezik az atmoszférával, nincs rajta vegetáció stb. Így a betapasztott felszínen a víz szűretlenül, megnövekedett sebességgel és mennyiségben folyik le, hogy csak a legtriviálisabb következményekre utaljunk. Kiemelkedő Belgium, Hollandia és Dánia 16-20% közötti beépített (betapasztott) talajfelszínnel. Fokozatos növekedés mellett az EU átlag 2000-ben 8-9% között volt.

- Talajerózió
Európában főként a víz általi talajerózió jelentős, de a szélerózió kártétele is igen fontos.
- Talajszennyeződés
Megkülönböztetünk diffúz és helyi forrásokból származó szennyeződést. Az előbbihez tartozik a légköri kiülepedés, a folyóvízből vagy erodált talajból származó szennyeződés, amelyek acidifikációt (elsavanyosodást), eutrofizációt és más súlyos károkat okoznak, továbbá a vegyszerek direkt alkalmazása (műtrágyák, peszticidek, szennyvíziszap).
- Szikesedés
A talaj felszínéhez közeli só felhalmozódás Európa jelentős területeit, köztük hazánkat is érinti. A tengerparti, illetve a szárazföld belső területein ható szikesedés, illetve az öntözés következtében bekövetkező másodlagos szikesedés a mediterrán országokat, Magyarországot és a FÁK (Független Államok Közössége) országait érinti elsősorban.
- Talajtömörödés
Főleg a talajművelő gépek tömörítő hatásának következménye. Különösen káros és nehezen orvosolható az altalaj tömörödése.

A talajpusztulás és az éghajlat közötti kapcsolatot globális vonatkozásban elemezve megállapíthatjuk, hogy ahol az éves csapadék összege 450 mm alatt alakul, ott a csapadékmennyiség emelkedése az erózió növekedésével jár (WALLING D.E. - KIEO A.H.A. 1979). Ahol az éves csapadékmennyiség 450 és 650 mm között van, ott a talajpusztulás mértéke csökken a csapadék mennyiségének növekedésével, hiszen a jobb csapadék ellátottság dúsabb növényborítást eredményez, ami hatékonyabb talajfelszín védelmet jelent.

A csapadék mennyiségének további növekedése a növényborítás védő hatásával szemben az eróziót erősíti. Ha még több csapadék esik, a még dúsabb növényzet kialakulása miatt ismét az erózió növényzetvédő szerepe kerül előtérbe. 1700 mm felett azonban olyan mennyiségű és intenzitású csapadék éri a felszínt, hogy a növényzet védőhatása semmiképp sem múlja felül az erózió mértékét, így az erózió mértéke ebben a tartományban egyenes arányban változik a csapadék mennyiségével. Az erózió és a csapadékmennyiséggel kapcsolatban az imént említett általános összefüggés természetesen az eróziót befolyásoló egyéb tényezők: a talaj, a lejtés, a felszínborítás stb. függvényében módosulhat. E tényezők a csapadék mennyiségétől függetlenül is okoznak jelentős eltéréseket az erózió mértékében.¹⁴

¹⁴ kertész_21-47_erozio.pdf

3.2. Vízeroszió formái

A vízeroszió folyamata a természeti viszonyoktól, valamint az ember tevékenységétől függően különböző alakokban jelenhet meg, amelyeket eróziós formáknak nevezünk. Az eróziós formák kifejlődésének mértékét eróziós fokozatokkal jelöljük. A víz által előidézett talajpusztulás, az erózió kialakulását és kifejlődésének mértékét tekintve többféle lehet, ezeket a mezőgazdasági művelés, és a terület művelhetősége szerint három csoportba osztjuk:

- Felületi rétegerózió
- Mélységi (vonalas) erózió
- Padkás erózió

A különböző talajpusztulási formák egymástól elsősorban az átművelhetőség tekintetében különböznek (8. ábra ld. lentebb 3.2.10. pontnál).

3.2.1. Felületi rétegerózió

Ebbe a csoportba azok az eróziós talajpusztulási jelenségek tartoznak, amelyek a vízszintes, vagy majdnem szintvonalas talajművelést még nem akadályozzák. Az eróziós veszteség csak a művelt talajrétegre korlátozódik, amely egyenletes, vékony rétegben pusztul le.

3.2.2. Rejtett erózió vagy mikroszoliflukció

A felületi rétegerózió több részfolyamat különböző arányú összegeződéséből származhat. Egyik ilyen részfolyamat a rejtett erózió, vagy mikroszoliflukció. Akkor következik be, amikor a vízkapacitáson túl telített talajra újabb csapadék hull. Az elfolyósodott talajfelszín pépszerű állapotban elmozdul, és a lejtőn lefelé csúszva vékony rétegben, de nagy területen a helyi erózióbázis felé halad. Szabad szemmel részleteiben nem érzékelhető.

3.2.3. Csepperózió¹⁵

A felületi rétegerózió egy másik formája a csepperózió. Ha a csapadék cseppjei száraz talajfelszínt nedvesítenek be, a hirtelen nedvesedés hatására a talajmorzsák robbanásszerűen esnek szét apróbb részekre. Ez a hirtelen bekövetkező folyamat a száraz talaj mohó nedvszívása, és ennek következtében a pórusokba bezárt levegő túlnyomása következtében lép fel. A létrejött apróbb talajrészek könnyebben mozdulnak el mind a felületi lefolyás, mind a cseppek mechanikai ütőhatása következtében. A csepperózió másik formája az esőcseppek mechanikai ütőhatására vezethető vissza. Általános törvényszerűség, hogy a hevesebb záporok általában nagyobb cseppek alakjában érnek a talajra. Ha tehát a zápor heves, vagyis amennyiben nagy a cseppek talajra érkezés pillanatában mért sebessége, ezen kívül nagy a cseppek tömege, akkor nagy az energiája is. A nagy energiával érkező cseppek a talajfelszín pépszerű részeit szétfröccsentik és - lejtős területeken - az adott energiával más mennyiségű talajt szállítanak a lejtőn fel, mint lefelé. A cseppek robbantó és fröccsentő hatása együttesen idézi

¹⁵ http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Talajvedelem/ch02s03.html

elő a csepperóziót, amelynek folyamata szemmel ugyanúgy nem érzékelhető úgy, mint a rejtett erózió esetében.

3.2.4. Lepelerózió

A felületi rétegerózió harmadik alkotóeleme a felületi lefolyás hatására lefelszerűen, nagy területen, egy időben elmozduló víztömeg által szállított talajrészekkel jellemezhető. A felületet nagyjából egyenletesen borító vízlepel a víz mennyiségétől, a lejtő meredekségétől függően kisebb vagy nagyobb energiát nyer. A vízlepel energiája a felázott és sok esetben szétiszapolódott talajfelszín részecskéit magával ragadja és a völgy - a helyi erózióbázis - felé szállítja.

3.2.5. Mélységi (vonalas) erózió

A csapadékvíz a lejtőn nagy rétegvastagsággal, koncentrálni mozog, ennek hatására nagyobb mélységre terjed ki.

3.2.6. Barázdás erózió

Abban az esetben alakul ki, amikor a felszínen képződött kisebb vízerek egymással egyesülnek, és összefüggő vízlepleken, valamint sekély, kis energiájú érhálózatokon kívül nagyobb vízfolyások is képződnek. A barázdás erózió nem egyenletesen hat a felszínre, hanem vonalas erózió alakjában jelentkezik. A vonalas erózióknak ez az enyhébb formája a felszínt eróziós barázdákkal szabdalja fel. Ezek sekély talajműveléssel már nem tüntethetők el, de a vízszintes, a lejtőn keresztbe végzett gépi talajművelést még nem akadályozzák.

3.2.7. Árkos erózió

A barázdás erózióból alakul ki. A koncentráltan, igen nagy energiával mozgó víz lehetővé teszi a nagyobb mélységben és oldalirányban is a talajelsodródást. Az árkok mélysége elérheti a 0,5 - 3 métert, illetve szélességük a 0,5 - 8 métert. Ehhez hasonlókkal találkoztam a Dráva bolhói szakaszán a partél közelében a méréseim során.

3.2.8. A vízmosásos erózió

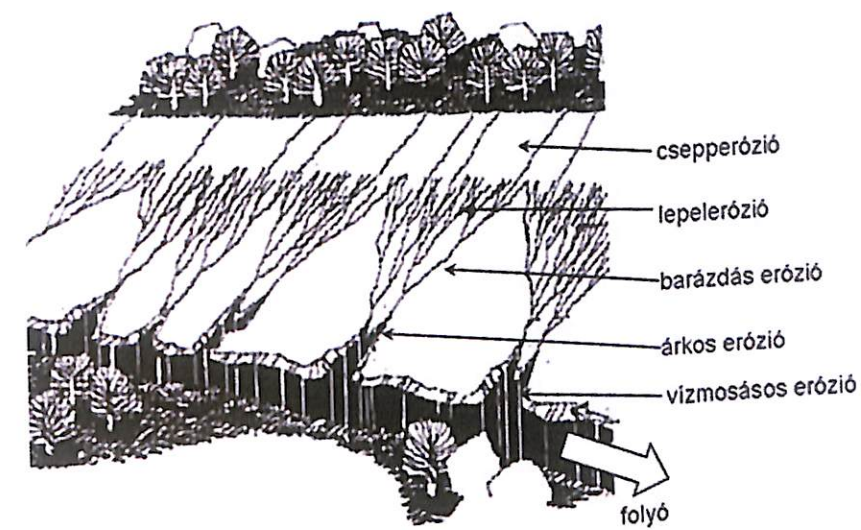
A vonalas erózióknak a legfejlettebb formája, mely a felületen összegyűlemlt víz egyesülése útján folytonosan mélyülő és terjedő vízmosáshálózat alakját ölti.

3.2.9. Padkásodás (A Dráva bolhói szakaszára jellemző eróziós fajta)

A sík szikes területek jellegzetes talajpusztulási formája. Az erózió hatására - a szemre láthatóan - néhány deciméter mély, meredek falú mélyedések alakulnak ki. A padkatetők - mely a szikes talajok A-szintjével fedett - többnyire zárt gyeptakaró borítja, a mélyebben fekvő ún. padkafenekék felszínén a sók kivirágzanak, fehér porszerű kovasav gyűlik össze bennük, és e kedvezőtlen viszonyok között csak gyér, szárazság- és sőtűró növényzet található. A padkásodás a meredek padkaperemek pusztulása által terjed.

3.2.10. Szedimentáció

A lejtős területekről lepusztult talajrészek - amint a felületi lefolyás energiája csökken - leülepednek. Leülepedésük helyén a növényzetet, illetve az ott található infrastrukturális létesítményeket elborítva természeti és gazdasági kárt okoznak.



8. ábra - erózió fajták

4. A Dráva bolhói szakaszán végzett 2012. évi mérés

4.1. A mérés helyszíne

A Dráva folyó ezen a szakaszán szeszélyesen váltogatja az országokat: hol Magyarország területén halad teljes szélességében, hol Horvátország területén. A felmérés helyszínét Bolhó községből közelítettük meg. A Dráva ezen partszakasza a 184 fkm-nél - mint a mellékelt légi fotó is mutatja (a fotó mellékletben található 6. kép) Bolhóról közelíthető meg egy jó minőségű kavicsos földúton.

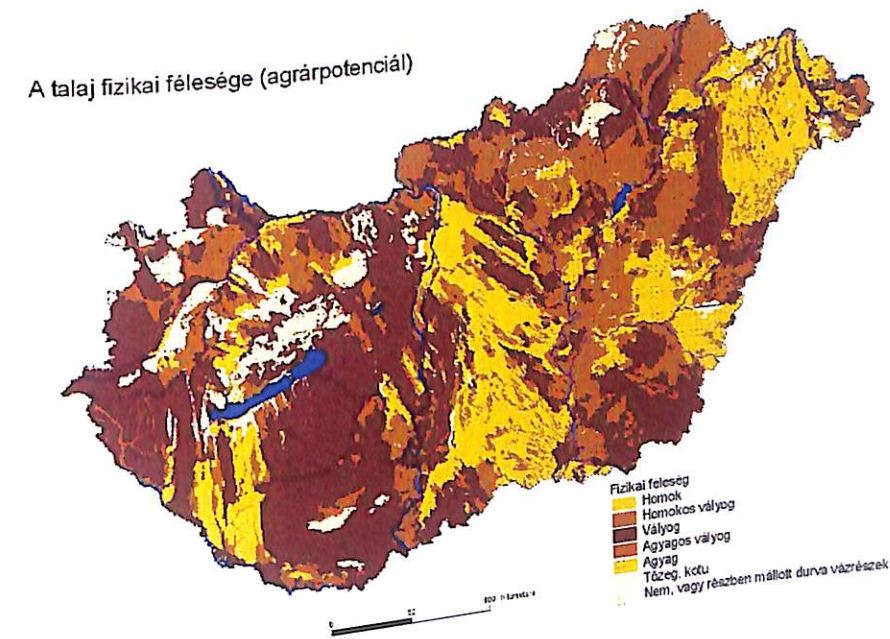
A területre a homokos vályog talajtípus a jellemző. Ezt lentebb a 9. ábra szemlélteti. A vályog olyan törmelékes üledék, amely szemcseméret-összetétel szerint megközelítőleg azonos mennyiségben agyagból, iszapból és homokból áll (jellemzően 40-40-20% arányban). A vályogon képződött talaj a legkedvezőbb termőképességű talajok közé tartozik. A vályoghoz képest nagyobb mennyiségű vizet képes megtartani, ezzel együtt az agyagos és iszapos talajoknál nagyobb arányban tudja azt a növények számára hozzáférhető formában tározni. Ezen kívül általában nagyobb tápanyag- és humusztartalommal is rendelkezik, mint más talajok.

A szedimentológiai és talajtani terminológia a szemcseméret szerinti összetétel szerint több átmeneti típust különít el a vályog és a három alaptípus (agyag, iszap, homok) között: agyagos vályog, iszapos-agyagos vályog, iszapos vályog, homokos-agyagos vályog, homokos vályog, vályogos homok. Különböző talajtextúrák vízkapacitás értékeit a 4. táblázat tartalmazza lentebb.

A vályogos talaj textúra vízháztartása a termőképesség szempontjából jóval kedvezőbb az agyagoshoz és a homokoshoz képest, mivel maximális vízkapacitásának jóval nagyobb része esik a növények számára felvehető, egyben hosszú távú vízmegtartással is jellemezhető kapilláris és kapilláris-gravitációs vízkapacitás tartományába. Az agyagos textúrájú talajok maximális vízkapacitása a legnagyobb (kb. 55%), azonban ennek nagy része az adszorpciós vízkapacitásból származik (kb. 30%), ami azt jelenti, hogy a víz nagy része, a nagy fajlagos felület miatt a szemcsék felszínén van megkötve, amit a növények nem képesek felvenni.

A homokos textúrájú talajok maximális vízkapacitása a legkisebb (kb. 40%), és ennek is legnagyobb része a gravitációs vízkapacitáshoz tartozik (kb. 25%), ami azt jelenti, hogy a víz legnagyobb része nem képes megkötődni, és hosszabb távra eltározódni, hanem gyorsan elszivárog, így a növények számára hozzáférhetetlenné válik.

Ezzel szemben a vályogtalajok maximális vízkapacitásának (kb. 50%) nagy részét a kapilláris vízkapacitás és a kapilláris-gravitációs vízkapacitás teszi ki, ami együtt kb. 30%-ot jelent. A vályogtalajokhoz tulajdonságaikban leginkább hasonlítanak az iszapos talajok (például löszös talaj), de általában ezek is alulmaradnak a növények számára hasznos vízkapacitás (kb. 25%) tekintetében. Az agyagtalajok esetében ez 20%, homoktalajok esetében 10%.¹⁶



9. ábra – Talaj textúra

Talajtextúra	Agyag	Vályog	Iszap	Homok
Gravitációs vízkapacitás	5%	10%	10%	5%
Kapilláris-gravitációs vízkapacitás	5%	10%	10%	5%
Kapilláris vízkapacitás	15%	20%	15%	5%
Adszorpciós vízkapacitás	30%	10%	10%	5%
Maximális vízkapacitás	55%	50%	45%	40%

4. táblázat különböző talajtextúrák vízkapacitás értékei

¹⁶ Szalai Zoltán – Jakab Gergely. Bevezetés a talajtanba környezettanósoknak. Typotex Kiadó (2011). ISBN 978-963-279-549-2

4.2. Mederviszonyok

Nemrég még aktív kavicskitermelés is folyt a mérési területünkől déli irányban. A földhivatali alaptérképen is jól kivehető több sóderzátó, de a méréskor észlelt kis vízállásnál más jelentős zátonyokat is láttunk. A folyó tőlünk északra lévő részén nagy, jobbra ívelődő kanyarral érkezik Magyarország területére, de munkánk közben egy Heresznye felé eső holtágat is észleltünk. A 2017-es mérésemkor nagy vízállásnál is észlelhető volt egy nagy zátony. Érdekessége, hogy míg folyt homokos kavics kitermelés a Dráván, addig ezt a zátonyt 2-szer kotorták, majd a Dráva mindig újjá építette. Ez a zátony a 10.ábrán pirossal bekarikázott mérési helyszínnel szemben található.



10. ábra - A szakadópart és a vele szemközi zátony

4.3. A mérés előkészítése

A földhivaltól kikértük az alappont és a heresznyi templom koordinátáit, hiszen méréseinket ezen adatok felhasználásával tudtuk elkezdni. Ezen kívül még igényeltünk földhivatali alaptérképet: papír alapút, és digitális állományt is. Ez a Mérési vázlat című rajzi mellékletben látható. A felmérésre a SET mérőállomás használata bizonyult a legcélszerűbbnek.

4.3.1. Mérőállomások működése, fajtái

A robot-mérőállomások programozott szög- és iránymérés, távmérés és adatrögzítés végrehajtására képes elektronikus műszerek. A műszerrel összekapcsolt személyi számítógép vagy programozható adatrögzítő a mérés tervezett időpontjában vezérli a műszer automatikáját és végrehajtja a felhasználó által előre megadott műveletsort. Az alhidádé és a távcső forgatása a szervomotorok segítségével történik. Ezeket a mérőállomásokat a 11. ábra mutatja be.



11. ábra - Sokkia, Leica, Trimble és Topcon robot-mérőállomások

Az automatika elvégzi a szimmetrikus megvilágított látómező megkeresésével a pontos irányzást, majd a beállított tárolási maszknak megfelelően elvégzi az adatrögzítést. A legtöbb műszer a mérés elvégzése után a következő mérésig energiatakarékos üzemmódba kapcsol.

A robot-mérőállomásokat előszeretettel alkalmazzák kis elmozdulások és alakváltozások mérésére a mérnökgeodéziai mozgásvizsgálatokban.

Az irányhossz ismeretében a körleolvasások változásából az elmozdulás vagy az alakváltozás irányvonalra merőleges összetevője egyszerűen kiszámítható. A mérés akár igényel felügyeletet. Az első, úgynevezett keresőforduló megmérése után a mérés akár veszélyes vagy egészségre ártalmas körülmények között is végrehajtható. Ilyen „embertől-független” folyamatos mérőállomás-monitoring rendszer került kiépítésre a Bős-Nagymarosi vízlépcső esetében és a budapesti 4-es metró építkezése esetében is.

A tervezők és geodéták folyamatosan nyomon tudják követni a mérnöki és pontosan tudnak beavatkozni rendkívüli helyzetek esetén. A robot-mérőállomások megjelenésével egy időben új fogalmak is megjelentek a geodéziai szakszó használatban. Ezek a fogalmak azoknak az új technológiai elemeknek a megnevezését takarták, amelyek ténylegesen lehetővé tették az egy-emberes megoldások kialakítását.

Az automatikus célfelismerés jelentősége abban rejlik, hogy a felhasználónak elegendő csak az irányzó dioptrával durván megirányozni a célpontot; a finom irányzást elvégzi a műszer automatikája.

Előnyei:

- állandó pontos irányzás a prizma közepére a felhasználótól függetlenül
- az irányzás gyors, észlelő fáradtságától független végrehajtása
- nem szükséges a parallaxis teljes megszüntetése
- bármilyen prizmával kompatibilis a rendszer.

Automatikus célkövetés. Az első mérés után követi a prizmát és mozgás közben bármelyik mérési adat rögzíthető anélkül, hogy a célkövetés megszakadna. Különösen kényelmes használata a 360°-os prizmával, mert ebben az esetben nem kell a prizmát a műszer felé fordítani.

Felhasználási területe:

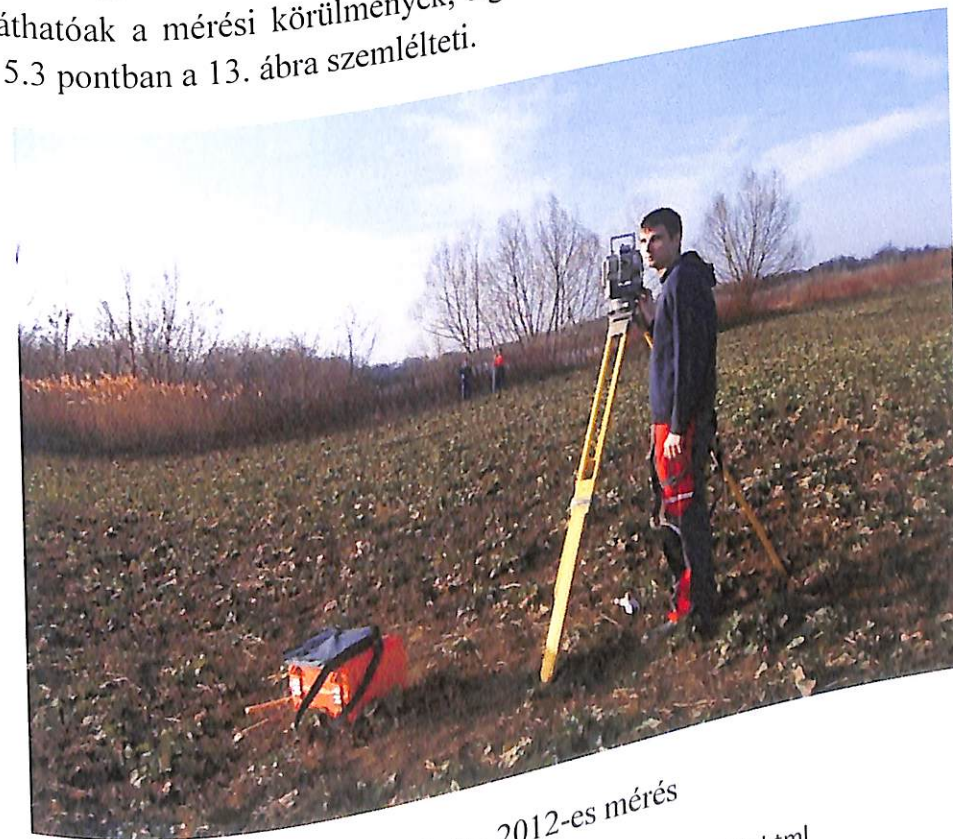
- topográfiai felmérések
- kódolt felmérések további térinformatikai alkalmazásokhoz
- kitűzések.

Pontkeresés esetén, a pontkereső másodperceken belül megtalálja a prizmat jelvesztés esetén. A bekapcsolt pontkeresés segítségével a műszer forgat és kiküld egy függőleges helyzetű lézer legyezőt. Amint a legyező eléri a prizmat, a műszer megállítja a forgatást, az automatikus célkövetés átveszi az irányítást és finoman megirányozza a pontot teljesen automatikusan.

A pontkereső funkció használata hasznos az első méréshez, vagy ahhoz, hogy ismét megtalálja a prizmat, ha az automatikus célkövetés teljesen elvesztette azt.

4.4 Mérési körülmények

Segítőim Vajda István tanár úr és volt középiskolás osztálytársaim voltak. Vajda Istvánné tanárnő a jellemző pontok felvételében segített a figuránsoknak, illetve a biztonságukról gondoskodott, mivel a pontokat a szakadópart közvetlen közelében kellett felvenni. A fentebb említett biztonság azért volt fontos, mert a prizmával a figuráns kb. 6-10 m magas, néhol kikagylósodott, sok helyen a parttal párhuzamos, arasznyi repedésekkel tarkított partszakaszán haladt végig. Néhol láthatóak voltak egészen friss omlások is.¹⁷ A 12. ábrán láthatóak a mérési körülmények, figuránsaim és Én a mérőállomással. Az omlást lentebb az 5.3 pontban a 13. ábra szemlélteti.



12. ábra - 2012-es mérés

¹⁷ http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_GED14/ch01s06.html

4.5. A mérés menete

Mivel a földhivatali térképeken még szereplő 12-4118 számú, közvetlenül a partra telepített alappont a sorozatos és rendszeres omlások következtében megsemmisült, ezért M1 jellel ellátva a 1480600 (F504) számú alappontból indult a munka.

Ezen az alapponton állítottam fel a SET 3.C. II. mérőállomást, majd a szükséges kezdő műveletek (pontra állás) elvégzése után tájékozó irányként a heresznyei templomtornyot irányoztam meg (Psz. 12234356). Ezt az 1. rajzi mellékletben csatolom 2012-es mérési vázlat címmel.

Ezután kezdődhetett a tulajdonképpeni méréssorozat: ameddig erről a helyről belátható volt a partszakasz, fel lehetett venni a jellemző pontokat, azaz azokat a partvonalat jellemző helyeket, ahol látható omlás, változás történt, vagy a kiszögelléseket, beugrásokat. Egy idő után, amikor az első álláspontról már nem lehetett belátni a növényzet miatt a partszakaszt, át kellett állni az általunk kijelölt M2 álláspontra. Itt meg kellett ismételni a műszer beállítását és a tájékozást. Olyan pontot kellett választani új álláspontnak tehát, ahonnan a még felméréendő rész jól látszik, illetve a heresznyei templomtorny – mint tájékozó irány - is jól irányozható. Az átállás után folytattuk az elkezdett munkafolyamatot addig, amíg a 30 db jellemző pontot meg nem mértük. Természetesen minden egyes mérési adatot a hozzá tartozó pontszámmal együtt a műszer memóriájában rögzítettem. Ezeket az adatokat az 5. táblázat tartalmazza.

Pontszám	Y_M	X_M	Megjegyzés
1480600	512097.00	78574.12	alappont M1
12234356	512839.14	80616.84	templom (táj. ir.)
101	512152.80	78673.64	álláspont M2
1033	512074.62	78589.16	partél
1034	512078.17	78599.45	partél
1035	512081.29	78604.66	partél
1036	512080.74	78613.42	partél
1037	512090.82	78626.64	partél
1038	512100.82	78648.76	partél
1039	512108.51	78671.28	partél
1040	512114.89	78671.19	partél
1041	512124.80	78713.27	partél
1042	512117.23	78735.90	partél
1043	512123.78	78751.01	partél
1044	512122.59	78760.18	partél
1045	512123.14	78766.96	partél
1046	512125.68	78775.66	partél
1047	512124.04	78782.43	partél
1048	512125.01	78797.66	partél
1049	512124.09	78817.43	partél
1050	512123.47	78822.56	partél

1051	512124.83	78853.12	partél
1052	512121.00	78865.08	partél
1053	512121.30	78880.15	partél
1054	512119.42	78881.61	partél
1055	512118.93	78894.53	partél
1056	512114.39	78904.40	partél
1057	512104.47	78936.37	partél
1058	512105.04	78942.02	partél
1059	512099.65	78953.07	partél
1060	512094.25	78965.96	partél
1061	512093.10	78975.94	partél
1062	512087.88	78991.87	partél

5. táblázat - A Dráva folyó bolhói szakadópartjának koordináta listája

5. A 2017. évi mérés

5.1. A mérés helyszíne

A 2017. évi mérés helyszíne ugyan ott található ahol a 2012. évi mérés volt, azaz Bolhó község külterületén. Ezt a szakadópart falat a Dráva folyó 184 folyamkilométerénél találjuk. Miután kikerestünk a helyszínre azt figyeltük meg, hogy a 2012. évi méréshez képest sokkal kevesebb sóderzátany figyelhető meg. Ennek az oka az is lehet, hogy a mostani méréskor a Dráva vízállása jóval nagyobb volt, mint 2012 őszén. Másik szembetűnő különbség a növényzet volt. A mostani méréskor több volt a növényzet. Igaz idén kora ősszel mértünk, 2012-ben pedig késő ősszel. A késő Őszi mérés a mérőállomás miatt volt szükséges, mivel a heresznyei templomtornyot a fák lombkoronái eltakarták volna. Idén ezt figyelmen kívül hagyhattuk, mert a mérést GPS segítségével végeztük.

5.2. Mérés előkészítése

Mielőtt kivonulhattunk volna a terepre mérni, fel kellett vennem a kapcsolatot a volt középiskolai szaktanárommal, Vajda Istvánnal. Miután ismertettem vele a célkitűzéseimet, örömmel vállalta, hogy segít előkészíteni a méréshez szükséges körülményeket. A GPS műszert a volt iskolámtól, a Kaposvári SZC Dráva Völgye Gimnázium Szakgimnázium, és Kollégium oktatási intézményétől kaptam. Miután ez megtörtént, ki kellett választani egy mindenki számára megfelelő időpontot a méréshez. Ezután a terület tulajdonosával kellett egyeztetnünk, hogy engedélyezi-e a területére való belépést a mérés idejéig. Miután ez is megtörtént, egyeztettem a felsőoktatási konzulens tanárnőmmel, Dr. Kucsák Mónikával, hogy a mérés során, mikre figyeljek oda.

5.3. A mérés körülményei

A mérésre 2017.09.16. napján délelőtt került sor 10:30 és 12-óra között. A mérés megkezdése előtt esett az eső. Amint elkezdődött a mérést az eső abba maradt és kisütött a nap. Így a mérésünket kellemes, napos időben tudtuk végezni. A mérést a csúszós talaj nehezítette.

Ez főleg a partfal szélén volt veszélyes, mert a GPS műszerrel kb. 6-10 m magas, néhol kikagylósodott, sok helyen a parttal párhuzamos, arasznyi repedésekkel tarkított partszakaszon haladtunk végig ismételtén. Néhol láthatóak voltak egészen friss omlások is. A partfal széléhez jutást, sokszor nehezítette a növényzettel benőtt part rész.



13. ábra - Friss omlás a partfalban

5.4. A mérés menete

A mérés előkészítése után, kivonultunk a terepre mérni. A mérést egy Leica Viva GNSS CS10 márkájú GPS műszerrel végeztem. Ahhoz hogy a műszert sikeresen tudjuk használni, 2 fő feltételnek kellett teljesülnie. Első lépésként a műszernek fel kellett kapcsolódnia a műholdakra. Második lépésként a műszernek kapcsolódnia kellett a GNSS szolgáltatáshoz interneten keresztül. Ez a második lépés több próbálkozás után teljesült.

- **GNSS hálózat:**

Hatékony, geodéziai pontosságú műholdas helymeghatározás, amely csak földi kiegészítő rendszerek létesítésével érhető el. Egy ilyen, egyébként meglehetősen költséges rendszer kiépítése után, a GNSS technikával végzett pontmeghatározás szabályainak betartása mellett, a pontos helymeghatározás hihetetlenül egyszerűvé válik. Az állami földmérés keretében a Földmérési és Távérzékelési Intézet 2002-2008 között fejlesztette ki a hivatalos hazai országos földi GNSS kiegészítő rendszert. A hálózat működtetését 2017. január 1-től a BFKH-FTFF Kozmikus Geodéziai Osztályának GNSS Szolgáltató Központja (GSzK) végzi. A rendszer alapja az aktív GNSS hálózat, amelyet folyamatosan üzemelő, a GSzK-val állandó kapcsolatban álló referenciaállomások alkotnak. A GNSS infrastruktúra pontossága és megbízhatósága a referenciaállomások sűrűségének a függvénye. A jelenlegi technológiai szinten a pontos szolgáltatáshoz 60-70 km-ként kellett telepíteni egy referenciaállomást. Magyarországon tehát mintegy 35 referenciaállomás voltak 19 határ menti állomást is a még – a teljes lefedettség érdekében – a hálózatba vontak 54 db állomásból áll. Az aktív GNSS hálózat állomásainak mérései másodpercenként jutnak el a GSzK-ba, ahol az

adatokat ellenőrzik, feldolgozzák, korrekciókat határoznak meg és elérhetővé teszik azokat a Felhasználók számára. A valós idejű korrekciók mellett utólagos feldolgozáshoz RINEX formátumú adatokat is szolgáltatnak. Mérőföldkövet jelentett a 2007. március 1-től használható virtuális RINEX adatszolgáltatás, mert ettől kezdve az egyfrekvenciás vevők is használhatják a rendszert az ország egész területén. A valós idejű korrekciók két szintjét különböztetjük meg: az egyedi referenciaállomások észlelési adataiból meghatározott egyedi, illetve az összes állomásról, valamennyi műholdra (GPS és GLONASS) végzett észlelések együttes kezelésével számított ún. hálózati korrekciókat. Míg az egyedi korrekciók az adott állomástól távolodva egyre nagyobb hibával terheltek, addig a hálózati korrekcióval az egész hálózat területén homogén pontosság érhető el (hálózati RTK). A lehetőségek közül a Felhasználó dönti el, hogy számára melyik megoldás a legmegfelelőbb. A pontosságot javító korrekciók mobilinternet kapcsolaton érhetőek el a terepen dolgozó felhasználóknak.¹⁸

Miután a műszer alkalmas volt a mérésre, elkezdtük a pontok felvételét. A 2012-es mérés jegyzőkönyvét figyelembe véve megpróbáltuk közel azonos helyeken felvenni a pontokat. A GPS-szel történő mérést sokkal gyorsabban befejeztük, mint a múltkori mérést mérőállomással. A mérés során 31 darab jellegzetes pontot vettünk fel. Ezt a 6. táblázatban tüntettem fel.

Psz.	Y (kelet) m	X (észak) m	m B.f.
1	512081,62	78607,4	110,05
2	512082,85	78613,68	110,21
3	512090,41	78625,51	110,19
4	512094,96	78631,41	110,32
5	512099,12	78641,18	110,4
6	512108,85	78647,75	110,37
7	512106,07	78663,77	110,33
8	512107,91	78666,26	110,3
9	512110,15	78669,59	110,28
10	512116,27	78670,16	110,26
11	512121,1	78688,74	110,3
12	512124,47	78707,5	110,19
13	512127,04	78713,37	110,22
14	512123,61	78721,12	110,16
15	512118,03	78735,9	110,14
16	512122,62	78743,18	110,17
17	512125,62	78750,97	110,27
18	512123,49	78761,24	110,02
19	512124,1	78766,4	110,05
20	512126,17	78770,17	110,11
21	512126,16	78775,72	110,07

¹⁸ <http://www.ftf.bfkh.gov.hu/portal/index.php/szolgalatasaink/gnss-szolgalatas>

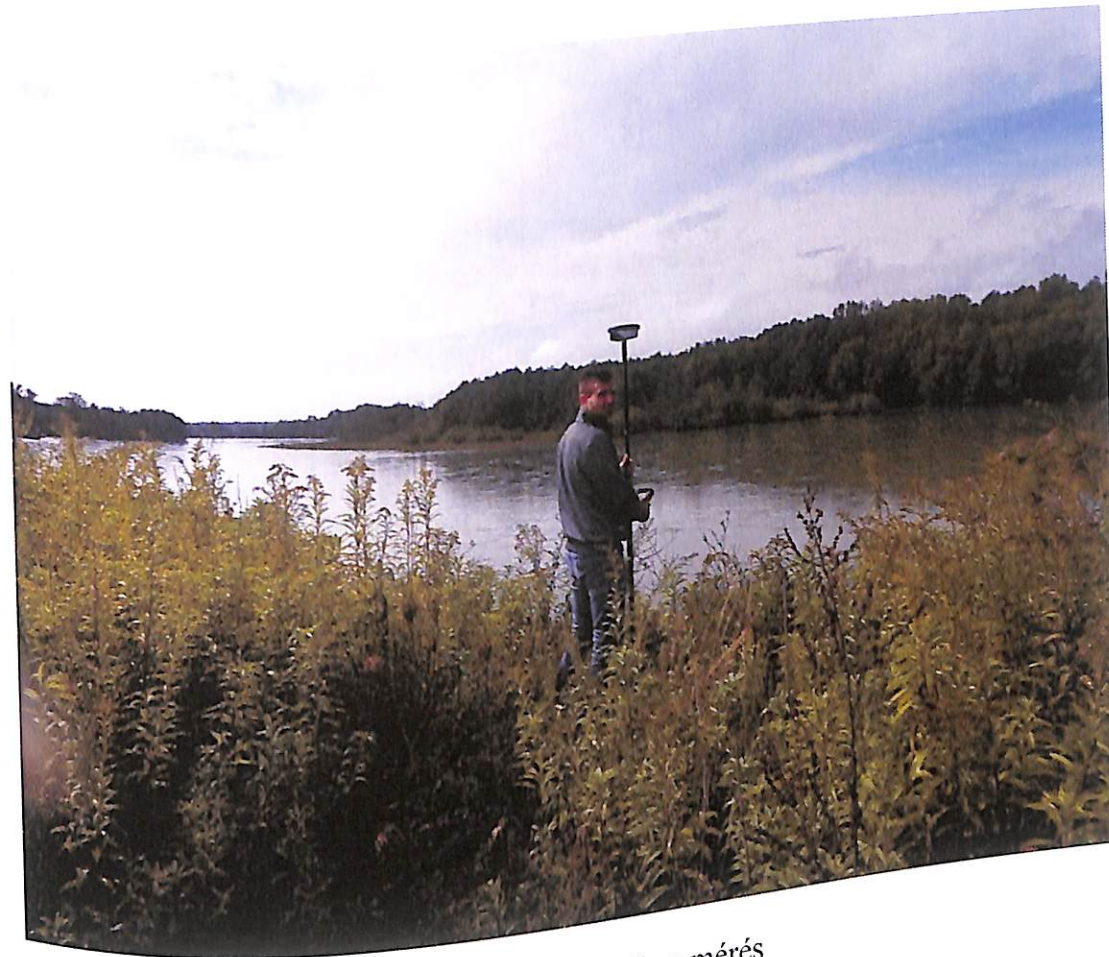
22	512127,04	78809,61	109,78
23	512125,19	78845,23	109,74
24	512121,74	7881,34	109,68
25	512121,74	78881,34	109,6
26	512119,6	78891,82	109,32
27	512114,03	78910,14	109,59
28	512108,87	78932,16	109,74
29	512104,84	78944,64	109,7
30	512096,13	78969,54	109,77
31	512096,13	78969,54	109,91

6. táblázat Bolhói szakadópart koordináták 2017. szept. 16.

• **GPS működési alapeve:**

A GPS rendszerben ismert helyzetű Föld körüli pályákon keringő műholdak navigációs adatokat tartalmazó jeleket sugároznak a Föld felszíne felé. A földi vevőkészülék ezeknek a jeleknek a mérési adataiból, illetve az általuk szállított információk feldolgozásából meghatározza a saját helyzetét. A rendszer tehát aktív műholdakkal és passzív földi vevőkészülékkel működik. A GPS rendszer működéséhez feltétlenül szükséges az, hogy a vevőkészülék antennája és a műholdak között ne legyen akadály, ez azt jelenti, hogy a GPS rendszer csak olyan helyen alkalmas helymeghatározásra, ahol az égboltra való – a használt frekvenciájú rádióhullám szempontjából – szabad rálátás biztosított. A GPS rendszer működésének alapfeltétele az időmérés pontossága. Minden műholdon igen pontos cézium és rubídium atomórák találhatók, melyek abszolút pontossága eléri a 10-13-10-14 értéket. Ez azt jelenti, hogy egy ilyen pontosságú óra kb. 300.000 – 3.000.000 év alatt késik vagy siet egyetlen másodpercet. A GPS műholdak jele navigációs adatokat tartalmaz, melyek a vevőkészüléket tájékoztatják a műhold aktuális helyzetéről és a műholdon mérhető pontos időről. A rendszer minden műholdja szinkronizáltan működik, azaz óráik pontosan össze vannak hangolva, és jeleiket is pontosan azonos időben küldik a vevő felé. A távolságot a vevő időmérésre visszavezetett távolságméréssel határozza meg. Méri a jel érkezési idejét, és – ismerve a jel kiindulásának időpontját – a jelterjedési idő kiszámítása után a fénysebesség ismeretében meghatározza a műhold és a vevőkészülék távolságát.¹⁹

A 14.ábrán látható vagyok a 2017. évi mérésem közben.



14. ábra - 2017-es mérés

5.5. Adatfeldolgozás

A 2017. évi mérést követően a többi munka már nem a terepen történt. Az adatfeldolgozásra ITR és AUTOCAD programok segítségét vettem igénybe. Először a felmért pontok koordinátáit jelenítettem meg a már említett ITR és AUTOCAD programokkal. Éppen azt alkalmaztam, amelyik a praktikum, a könnyen kezelhetőség szempontjából előnyösebb volt. A mérőállomás által meghatározott adatokból most csak a koordinátákat használtam, a többi adat vizsgálatom szempontjából nem volt fontos. Kezdeként elmentettem és kinyomtattam a Földhivaltól kapott digitális alaptérképet. Ezután következett a adatátvitel segítségével a mérési adatokat számítógépre menttem. Ezután következett a felmért pontok megjelenítését jelentette. A mérési vázlat elkészítése után következett a felmért pontok kilistázása, majd a koordináta lista kinyomtatása. A területszámítás pontszámait a Területszámítás pontban tüntetem fel. Ezután AUTOCAD program segítségével meghatároztam a mederbe szakadt területek nagyságát, és ezt a területszámítási jegyzőkönyvben is rögzítettem, amelyet 6. rajzi mellékletként csatolom „Folyóba szakadt földmennyiségek négyzetméterben meghatározva” néven.

6. Beomlott földmennyiség meghatározása

6.1. Általános ismertetés

A beomlott földmennyiség számításának alapja egy 1996-os évjáratú Földhivatalból kikért alaptérkép volt. Ezt dwg formátumban kaptam meg, ami koordináta helyesen volt megrajzolva. Erre az alaptérképre vittem fel a 2012. évi és 2017. évi koordinátaim. Miután megkaptam a pontokat, ezeket összeköttem, így megkaptam a 2012. évi és a 2017. évi jelenlegi partéleket. A partéleket különböző színekkel és vastagságokkal jelöltem. Az 1996-os partél zöldszínű, vonalvastagsága 0.5 mm. A 2012-es partél sötétkék színű és 0.35 mm vastagságú vonallal rajzoltam meg. A 2017-es őszi mérést (legújabb) világos barna színnel és 0.30 mm vonalvastagsággal ábrázoltam. Ezeket a 2. rajzi mellékletben „Partélek” címmel csatolom. Az egyszerűség kedvéért ez ábrázolja egyben a 3 különböző partét.

1996 és 2012 között körülbelül 2700 m² földterület omlott bele a Dráva folyóba. Ezeket az adatokat a 2013.évi Sajó Elemér pályázatra írt tanulmányomból vettem át.

A rajzi melléleteket méretarányuknak megfelelően csatolom a szakdolgozatomhoz.

6.2. 2012-2017 közötti beszakadt területrész meghatározása

A 2017. évi mérésem során 31 db jellemző pontot mértem fel a terepen. Miután ezeket bevitettem autocad formátumba, kezdődhetett a mérés. A felmért szakaszomat I-V területrésze osztottam fel. Ezeknek a határait a mért pontjaimra vettem fel.

Az I. területem a 1-10 pontig tart. Ezen a részen az elmúlt 5 év alatt 65.5 m² földterület szakadt bele a Dráva folyóba (7. táblázat).

Psz.	Y (kelet) m	X (észak) m	m B.f.
1	512078,56	78599,53	109,86
2	512081,61	78604,55	109,97
3	512081,36	78767,29	110,02
4	512081,62	78607,4	110,05
5	512082,85	78613,68	110,21
6	512090,41	78625,51	110,19
7	512094,96	78631,41	110,32
8	512099,12	78641,18	110,4
9	512108,85	78647,75	110,37
10	512106,07	78663,77	110,33

7. táblázat I. Területrész koordinátái

II. területem a 10-16 pontig tart. Itt 93.5 m² partrészt omlott be (8. táblázat).

10	512106,07	78663,77	110,33
11	512107,91	78666,26	110,3
12	512110,15	78669,59	110,28
13	512116,27	78670,16	110,26
14	512121,1	78688,74	110,3
15	512124,47	78707,5	110,19
16	512127,04	78713,37	110,22

8. táblázat II. területrész koordinátái

III. területrészem a 16-20-as pontig tart. A part töredezettsége indokolta, hogy ilyen kis szakaszon vizsgáljam ezt a részt. Itt 58 m² földet mosott el a víz (9. táblázat).

16	512127,04	78713,37	110,22
17	512123,61	78721,12	110,16
18	512118,03	78735,9	110,14
19	512122,62	78743,18	110,17
20	512125,62	78750,97	110,27

9. táblázat III. területrész koordinátái

IV. területem a 20-28-as pontig tart. Itt 223.5 m² földterület szakadt be a folyóba. (10. táblázat)

20	512125,62	78750,97	110,27
21	512123,49	78761,24	110,02
22	512124,1	78766,4	110,05
23	512126,17	78770,17	110,11
24	512126,16	78775,72	110,07
25	512127,04	78809,61	109,78
26	512125,19	78845,23	109,74
27	512121,74	7881,34	109,68
28	512121,74	78881,34	109,6

10. táblázat IV. területrész koordinátái

Az V. és egyben utolsó területrészem a 28-34-es pontig tart. A 34-es az utolsó mért pontom. Ezen a részen 198 m² partél szakadt be (11. táblázat).

28	512121,74	78881,34	109,6
29	512119,6	78891,82	109,32
30	512114,03	78910,14	109,59
31	512108,87	78932,16	109,74
32	512104,84	78944,64	109,7
33	512096,13	78969,54	109,77
34	512096,13	78969,54	109,91

11. táblázat V. területrész koordinátái

A mért szakaszon (I-V.) összesen az elmúlt 5 év alatt kerekítve 640 m² földrész szakadt be. 1996 óta 3340 m² (2700 m² + 640 m²) földterület omlott bele a folyóba.

Ha a szakadópart magasságát átlagosan 8 méternek tekintem, akkor 26720 m³ földtömeg szakadt bele a Dráva folyóba. Ennek a mennyiségnek a biológiai és vízrendezési hatásait az utolsó 7. pontban fogom részletezni.

7. Szakadópart negatív hatásainak megoldása- Falmegegyeztetések

A szakdolgozatomban vizsgált problémát falmegegyeztetéssel tervezem megoldani.

A szakdolgozatomban vizsgált problémát falmegegyeztetéssel tervezem megoldani.

Mivel ez a terület Natura 2000 területen található, így nem lehet akármilyen falmegegyeztetési módot alkalmazni.

Ebben a pontban általánosan ismertetem a megegyeztetési módokat. Az általam választott megoldást a 8. pontban részletezem.

A vizsgált területet pontosan be kellett vizsgálni talajtaniilag, geotechnikailag, azaz a feltárt összlet tulajdonságait tudni kellett pontosan. A számomra fellelhető adatok alapján kimondható, hogy a terület talajtaniilag kedvező adottságú, a támfal alapozására alkalmas réteg jó teherbírású. A rétegek helyzete, dőlése a rézsű állékonysága szempontjából kedvező helyzetű. Nem észlelhető olyan nedves, átázott réteg, mely rétegvíz szivárgásra utalna.

7.1. Támfalak²⁰

A támfalakat a földmű szintkülönbségei esetén a meredek rézsűben nem állékony földtestek megegyeztetésére, tereplépcsők kialakításakor építik többnyire. A többféle támfaltípusban az a közös, hogy a földfal nyomását alapvetően a szerkezet saját vagy a földfal egy részének erre felhasznált tömegével ellensúlyozzuk.

7.1.1. Támfalak típusai:

- Súlytámfalak

Legrégebbi és leggyakrabban alkalmazott támfaltípus, amely a nagy tömegéből adódó tömegelő következtében képes a mögötte lévő földtömeget megegyeztetani

²⁰ http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFKHT6504SI/sco_11_07.htm

(lásd lentebb 15. ábra). Építési anyagait a fal alapvető igénybevételeihez, a nyomófeszültségekhez választjuk.

Anyaguk szerint lehet:

- monolit beton vagy gyengén vasalt beton,
- falazatok: téglá, terméskő, betonelemek,
- szárazon rakott falak.

Építése szakaszonként történik, az egyidejűleg biztonságosan nyitva hagyható megtámasztatlan földtömeg méretétől függően. A hőmozgás, egyenlőtlen süllyedések miatti mozgások károsodások nélküli felvétele miatt a támfalakat - hézagok kialakításával- szakaszolni szükséges.

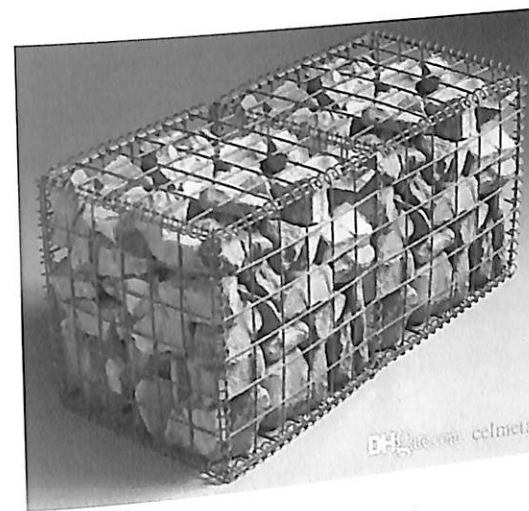
- Szögtámfalak
Szögtámfalak vékony, vasbeton szerkezetek, melyek gyakorlatilag csak töltések megtámasztására épülnek. A stabilitásukat nagy részben a vízszintes talp fölé visszatöltött földtömeg súlya biztosítja. Merevítés céljából a függőleges és a vízszintes elemeket azokra merőleges bordákkal kapcsolják össze. Háttöltését szemcsés anyagból készítik, így a víztelenítése egyszerűen megoldható. Ma már a szögtámfalak kizorulóban vannak.

- Gabionfalak²¹

A gabion szerkezet legkorábbi ismert alkalmazása kb. 7000 éves. Az egyiptomiak használták a sásból font és iszappal kitöltött kasokat a Nílus folyam partvédelmére a fáraók korában. Később a középkorban vesszőből font kasokat kövel és földdel töltve vár erősítésekhez és folyók partvédelmére használták Európában. A kasokat az olasz gabbione (nagy kas) szóból eredően nevezik ma gabion szerkezetnek. A 19. század közepén csak szőtt- és fonott acéldrótból készítettek gabion dobozokat, a 20. század közepétől megjelentek a hegesztett acélhálós gabion dobozok is.

A fal tömegét kőanyag adja, amit acélhálóból készült kosár fog össze. A cink-alumínium fémes, és esetleg további műanyag korrózióvédő réteggel bevont acéldrótból készített háló élettartama a 120 évet is elérheti. A kőanyaggal szembeni kíváncsalom a fagyállóság, és hogy mállásra ne legyen hajlamos. A gabion falak az esetleges mozgásokat károsodás nélkül el tudják viselni

²¹ <http://www.vipatrade.hu/kotamfal-gabion-boxos>
<https://www.steelvent.hu/gabionok/gabion-tamfalak>



15. ábra - Gabion boks

- **Máglyafalak**
Előre gyártott vasbeton (esetleg fa) elemeket máglyaszerűen raknak egymásra, és az elemeket csapolással vagy tüskézéssel kapcsolják össze. Az így kialakuló térbeli rácsszerkezet belsejébe szemcsés földanyag kerül. A terepadottságokhoz jól illeszthető, és ha magas fal szükséges, akkor két sorban is építhető. Kivitelezése egyszerű, a háttöltést nem kell vízteleníteni, hiszen a szabad felületen a víz kiléphet. A homlokzati rész növényekkel telepíthető, esztétikus, környezetbarát fal. Állékonyágvizsgálatuk hasonló a súlytámfalakéhoz.
- **Vasalt-talaj támfalak**
A vasalt-talaj támfalakat töltések megtámasztására építik. Az első vasalt-talaj támfal 1964-ben készült el a Pireneusokban, tömeges alkalmazása a 70-es évek elején indult és a térhódítása töretlen. Alkalmazásuk az elmúlt 20 évben nagymértékben felgyorsult, különösen mióta változatos és esztétikus homlokfelületeket tudnak készíteni. Hozzájárult az alkalmazási terület szélesítéséhez, amikor a gyakorlat - a geoműanyagok előtérbe kerülésével - felismerte a leplekkel kialakított erősítés előnyeit. Legfőbb előnyük az olcsóság és az egyszerű kivitelezés. Előszeretettel alkalmazzák őket hídfőkben is, hazánkban főleg ez az alkalmazási mód jellemző.
A homlokfal többnyire előre gyártott vasbeton, de készülhet fémből, műanyagból, ideiglenes alkalmazásként geotextíliából is. A vasbeton elemek alakja többnyire kereszt, de más alakú elemek is készülhetnek. Egy-egy elem hátlapjához a talaj vasalásaként általában 4 db acél-, esetleg műanyag szalag csatlakozik, s ezek kötik be a falelemeket a háttöltésbe. Szalagokat ki lehet váltani georácsokkal, vagy geotextíliával, részben legkritikusabb eleme a szalagok korróziója, amit részben nagyobb vastagsággal, részben hajlamos talajból kell készíteni. Építése egyszerű, a homlokfalat vályúszerű alapba állítják, majd megkezdődik a háttöltés építése, melyre a tervezett szinteken mindig lefektetik a szalagokat és a végüket a falelemekhez kapcsolják. Az erősítő szalagok (betétek) révén a háttöltés húzóerő felvételére is alkalmas, és egy jól tervezett szerkezet egy vasbeton testhez hasonlóan összefüggő tömbként viselkedik. Határállapotként azt

szokás feltételezni, hogy a homlokfalra (vízszintes) aktív nyomás hat, és azt a szalagok ellensúlyozzák. Ezek a húzott elemek az aktív állapot csúszólapja mögé nyúló szakaszon horgonyzódnak le, és a háttöltés ezen részére adják át a töltés elülső szakaszából ható erőket.

- Szegezett falak
A szegezett falak elsősorban a bevágások, nem állékony domboldalak, sziklarézsük megtámasztására szolgálnak. A lehetséges alkalmazási területek és szerkezeti megoldások:

- burkolófal nélküli szegezett fal, kötött talajokban, ideiglenes vagy végleges biztosítás;
- szegezés és lött-betonos talaj-támfal;
- szegezés + lött beton kombinálva esztétikai célú burkolással;
- monolit betonfallal kombinált szegezett talaj-támfal;
- előre gyártott vasbeton elemekkel kombinált szegezett talajtámfal. (végleges fal)

A várható csúszólap mögé kellő mélységig benyúló szegek húzó, nyíró és hajlító igénybevételek felvételére alkalmasak. Az erősítendő felületre acélhálót fektetnek majd 5-20 cm vastag lött betonos eljárással, betonréteggel vonnak be. A szegezés szakaszosan, lépcsőkben történik. A szegezéshez általában acél rudakat, betonacélt (ritkábban L, Z, vagy zártszelvény) használnak, a lejuttatásuk veréssel, vibrálással történik, vagy sűrített levegővel belövik a szegeket. A szegezett fal előnye, hogy egyszerre csak kicsi földtömeg marad megtámasztatlanul, rugalmasan, könnyen módosítható, egyszerűen és viszonylag olcsón kivitelezhető. Mechanikai viselkedése és tervezése a vasalt talaj-támfallal lényegében azonos, de az építés közbeni állapotokat is ellenőrizni kell.

- Horgonyzások

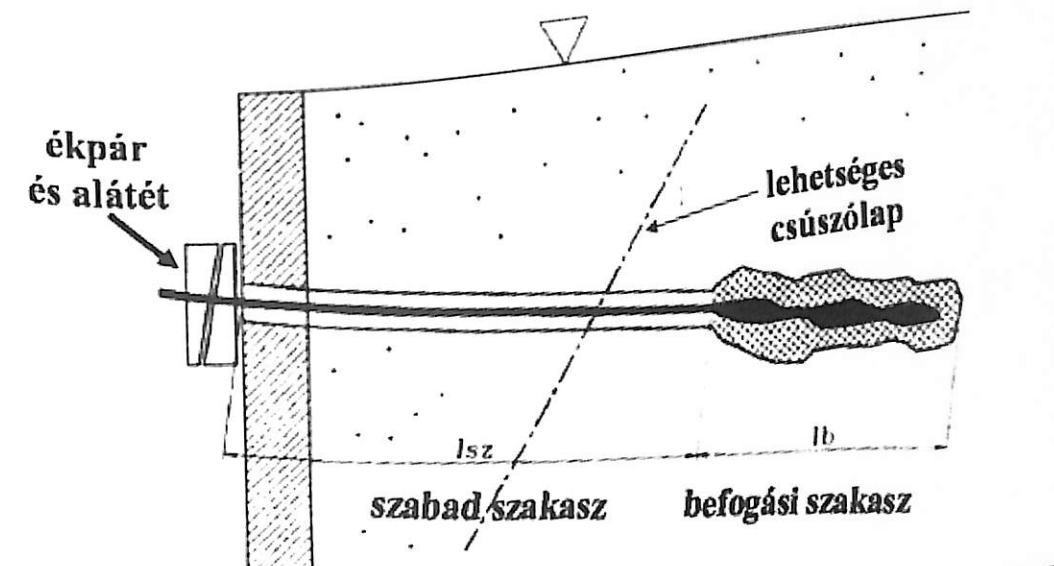
A horgonyzott szerkezetek működési elvének az a lényege, hogy horgonyokkal az aktív csúszólap mögötti talajzónára hárítjuk a megtámasztó falra ható föld- és víznyomást. A horgonyzás alapvetően különbözik a talajvasalástól és a talajszegezéstől, mert a horgonyok:

- első szakasza nem érintkezik a talajjal,
- mérete jóval nagyobb, 12-20 m hossz és 10-20 cm átmérő a jellemző,
- teherbírása közel egy nagyságrenddel nagyobb, és
- általában előfeszítik, így nemcsak a talajmozgások után kezdenek dolgozni.

Régebben a megtámasztott szerkezettől elég távol lemélyített, párhuzamos falhoz, horgonylaphoz, cölöpökhöz rögzítették a horgonyokat. Ezek a változatok ma már egyre ritkábbak, mert drágák, az építési területtől távolabb levő területek igénybevételét is megkívánják, és a horgonyok helyzetét is megkötik, mert a felszínről építve túlságosan

mélyre nem vihetik. Néha még alkalmazzák ezen megoldást partfalakhoz, főleg ha mögéjük magasabb feltöltés készül.

Újabban szinte kizárólagosan fűrt, injektált, előfeszített horgonyokat készítenek. Van ideiglenes, vagyis 2 évnél rövidebb ideig használt, illetve tartós változatuk. A kettő elsősorban abban különbözik, hogy a tartós horgonyt fokozott korrózióvédelemmel kell ellátni. Ez a 16. ábrán jól látható.



16. ábra - Fűrt, injektált, előfeszített talajhorgony

A befogási szakasz: elméletileg henger alakú, és ennek hosszában kapcsolódik a horgony acélszerkezete a beinjektált cementhabarcs segítségével a talajhoz. A befogási tartomány feladata az acélszerkezet által közvetített erő átadása a talajnak megfelelő biztonsággal.

A szabad szakasz: ezen a szakaszon a beépített acélszerkezet az erő hatására szabadon elmozdulhat, megnyúlhat. A szabadhossz feladata, hogy a megtámasztott szerkezet és a befogás között a szükséges erőt közvetítse.

A horgonyfej: egy megfelelő hajlásszögű acél alátétlemezből és a horgony acélszerkezetének rögzítésére szolgáló elemből áll. Feladata a horgony és a megtámasztandó szerkezet aktív kapcsolatának biztosítása.

A horgonyzás technológiai lépései:
 a vízszintessel 0-45 fok hajlású lyukat fűrnek béléscsővel vagy résiszapos technológiával;

- furat tisztítás: vízzel vagy híg cementtejjel;
- húzott (acél) elemek elhelyezése;
- horgonytest injektálása;

- megszilárdulás (8-12 nap) után horgonyfeszítés a tervezett igénybevétel 80-90%-áig, rögzítés;
- ellenőrzés utáni átadás-átvétel.

Végleges horgonyok esetén az acélt védeni kell a korrózió ellen. Ez lehet:

- korrózióálló anyag alkalmazásával;
- acélanysgra húzott PVC csővel;
- korróziógátló zsírral (pásmáknál).

A horgonyzás alkalmazási területei:

- Munkagödrök megtámasztása;
- Lejtőstabilizáló támszerkezetként;
- Meglévő szerkezetek erősítése;
- Alagutak, vágatok biztosítása;
- Lehorgonyzás (alapok, fenéklemez, gáttest).

7.2. Támfal méretezés elve²²

7.2.1. Földnyomás meghatározása

Alkalmazható módszerek:

- Rebhann-tétel (ha $\delta \leq \varphi$ feltétel teljesül),
- Poncelet szerkesztés,
- Engesser görbés eljárás.

Rebhann tétel alkalmazása önsúlyra:

Meghatározandó a mértékadó (kritikus) csúszólap, amely a következő feltételt kielégítő AC szakasz: $\text{area } ABC \Delta = \text{area } ACD \Delta$. (area ABC Δ : az ABC pontok által meghatározott háromszög területe.)

A leszakadó földtömeg önsúlyából származó aktív földnyomási erő:
$$E_{a,\gamma} = \frac{p \cdot e}{2} \cdot \gamma$$

Rebhann tétel alkalmazása felszíni egyenletesen megoszló (felületi) terhelés esetén.

²² bmeeokepito-cd bmeeok.hu/CD/Alapképzés/földművek/II.pdf

A felszíni egyenletesen megoszló terhelésnél a csúszólap helyzete változatlan (a leszakadó földtömeg önsúlya figyelembevételével meghatározott csúszólapot alkalmazzuk). A többlet földnyomás ($E_{a,q}$) lineáris interpolációval számítható:

$$E_{a,q} = E_{a,\gamma} \cdot \frac{Q_i}{G}, \text{ ahol } Q_i = y \cdot q$$

Vízszintes ($\varepsilon = 0$) és ferde ($\varepsilon > 0$) térszín esetén is alkalmazható a módszer. A csúszólap meghatározásához alkalmazandó kritérium:

$$(\text{area ABC } \Delta) \cdot \gamma + Q_i = (\text{area ACD } \Delta) \cdot \gamma, \text{ } Q_i \text{ támadáspontja: } BC / 2$$

A leszakadó földtömeg súlyából és a felszínen egyenletesen megoszló teherből származó együttes földnyomási erő:

$$E_{a,\gamma+q} = \frac{p \cdot e}{2} \cdot \gamma', \text{ amiből}$$

$$E_{a,\gamma} = E_{a,\gamma+q} \cdot \frac{G}{G+Q_i}, \quad E_{a,q} = E_{a,\gamma+q} \cdot \frac{Q_i}{G+Q_i},$$

a) vízszintes térszín esetén: $\gamma' = \gamma + \frac{2 \cdot q}{H}$

b) ferde ($\varepsilon > 0$) térszín esetén: $\gamma' = \gamma + \frac{2 \cdot q}{H} \cdot \frac{\cos \varepsilon \cdot \sin \beta}{\sin (\beta - \varepsilon)}$

A földnyomási erők támadáspontjai minden esetben: $x(\gamma) = H / 3$; $x(q) = H / 2$.

Vonalas terhelés figyelembevétele a vonalas teherből származó földnyomás:

$$E_{a,p} = E_{a,\gamma} \cdot \frac{P}{G} = E_{a,q} \cdot \frac{Q_i}{G},$$

támadáspontja: $m' = m / 3$

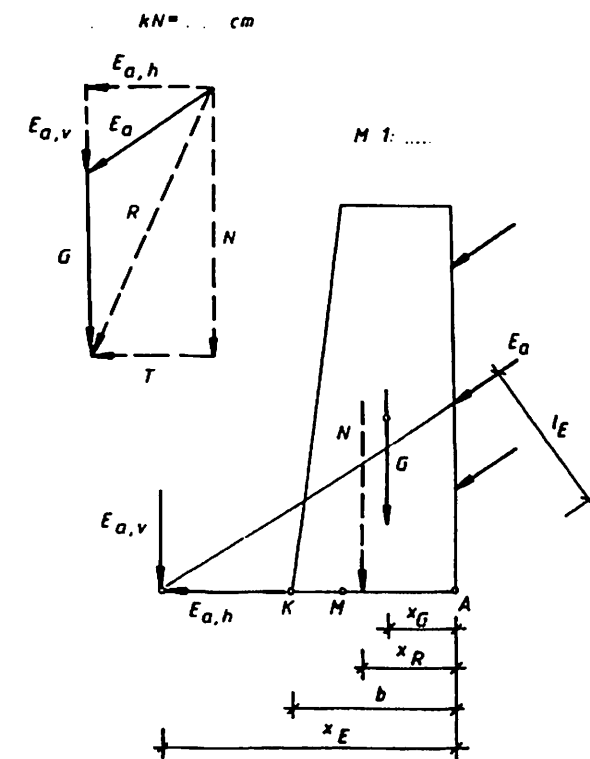
7.2.2. Támfal keresztmetszeti méretezése

A támfal magasságát (H) a feladatkiírásban szereplő, megtámasztandó földtömeg magassága adja meg, vagyis $H = h + t$.

A támfal alsó síkja a szilárd altalajon helyezkedik el.

Alapszélesség meghatározása (csak a súlytámfal esetén)

Követelmény: az eredő (R) az AK alapsík belső harmada külső szélén (M pont) haladjon át (17. ábra).



Az eredő támadáspontja az "A" pontra felírt nyomatékból:

$$x_R = \frac{E_a \cdot l_E + G \cdot x_G}{N}$$

vagy

$$x_R = \frac{E_{a,v} \cdot x_E + G \cdot x_G}{N}$$

Több részföldnyomás esetén:

$$x_R = \frac{\sum (E_{a,v} \cdot x_E) + G \cdot x_G}{N}$$

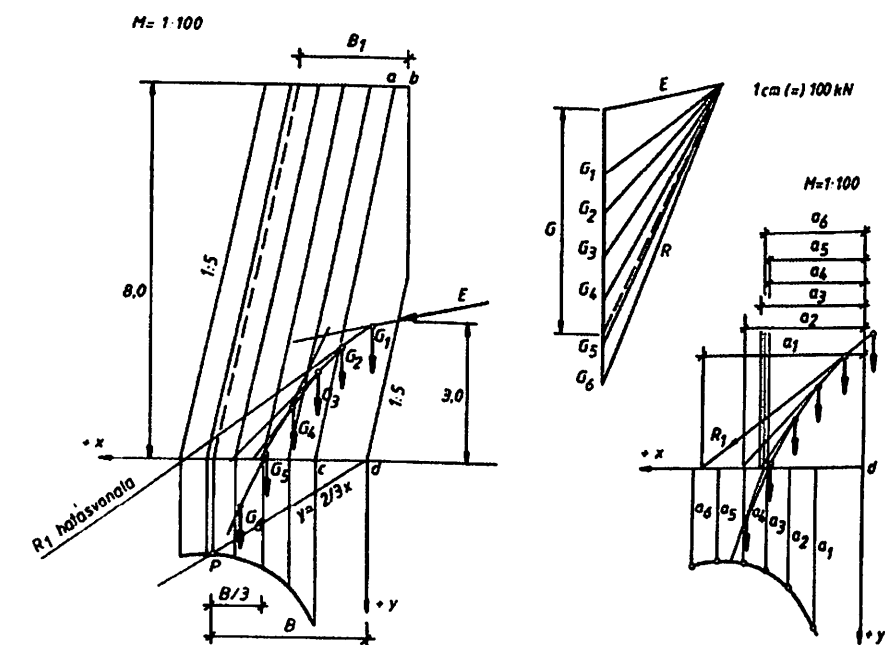
A "b" szélességet mindaddig változtatjuk, amíg teljesül a

$$x_R \approx \frac{2}{3} \cdot b$$

feltétel.

17. ábra

A szerkesztési eljárással (4. ábra) is megkaphatók, de ellenőrzésképpen ekkor is fel kell írni a nyomatékokat és meg kell vizsgálni a feltétel teljesülését (18. ábra).



18. ábra

7.2.3. A helyzeti állékonyság ellenőrzése

Igazolni kell a $\frac{F^{(-)}}{F^{(+)}} \geq k$ teljesülését az alábbi esetekre:

- kiborulás
- elcsúszás
- felúszás

ahol:

- $F^{(-)}$ a stabilizáló erőknek vagy hatásoknak a megfelelő biztonsági (csökkentő) tényezővel szorzott értéke,

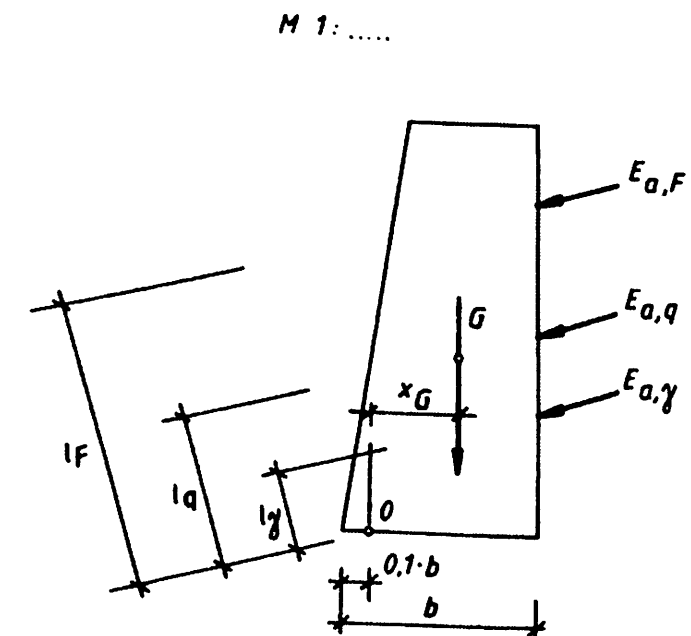
- $F^{(+)}$ az állékonyság ellen ható erőknek vagy hatásoknak a megfelelő biztonsági (növelő) tényezővel szorzott értéke.

Teljesítendő feltétel: **K=1**

7.2.3.1. Kiborulás (19. ábra)

$$k = \frac{\alpha_c \cdot G_{fal} \cdot x_{G_{fal}}}{\sum \alpha_n \cdot E_a \cdot l} \geq 1$$

, szögtámfalnál a számláló bővül egy $G_{talaj} \cdot X_{G_{talaj}}$



19. ábra Támfalat érő erők

7.2.3.2. Elcsúszás

Feltételezzük, hogy az altalaj teherbírása (szikla, cementált, kemény altalaj) elegendő ahhoz, hogy ne alaptörés, hanem elcsúszás következzen be.

$$k = \frac{\alpha_c \cdot \text{tg } \delta \cdot [G_{\text{fal}} + G_{\text{talaj}} + \sum E_{\text{av}}]}{\alpha_n \cdot E_{\text{ah},\gamma} + \alpha_n \cdot \sum_{q,P} E_{\text{ah},q,P}} \geq 1$$

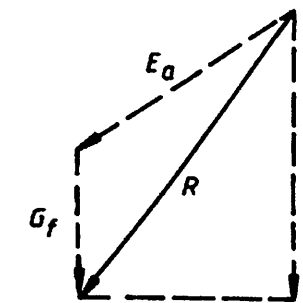
E_{av} : az aktív földnyomási erők függőleges,

E_{ah} : az aktív földnyomási erők vízszintes összetevője.

7.2.4. Talpfeszültségek számítása

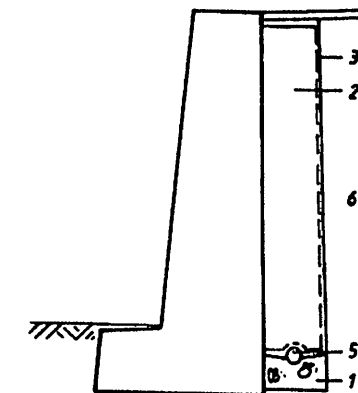
Feltételezzük azt az állapotot. A G ' σ h $\langle \langle \sigma$ fal és E_a erőket itt az alapértékükkel és ne az c α n α ill. tényezőkkel szorozva vegyük figyelembe.

A talpfeszültségek számításához a súlyerőkből (szögtámfalnál a fal és a vele együttdolgozó talaj súlya, súlytámfalnál a támfal súlya [G_f]) és az aktív földnyomási erőkből [E_a] származó eredő erő [R] komponenseire van szükség:



20. ábra Erő vektor

7.2.5. Víztelenítés (21. ábra)



21. ábra Támfal mögötti rész víztelenítése

1-beton folyóka, 2-szivárgótest, 3-geotextília, 4-geoműanyag lapszivárgó, 5-dréncső, 6-háttöltés

Szivárgó folyóka lejtése: min. 1,5 %, a víz $\approx$ 30 m támfalhosszig annak a (két) végén kivezethető.

Hosszabb falak esetében, vagy kivezetési lehetőség hiányában a víz a támfalon átvezetendő.

8. Szakadópart megoldási javaslataim / módjaim

A vizsgált területen lévő madárfajok és élőhelyeik védelme érdekében egybefüggő támfalat, földművet nem lehet alkalmazni.

A tervezésem folyamán kiemelt figyelmet fordítottam arra, hogy megfeleljek a Natura 2000 szabványainak. A partfal stabilizálásánál a fő szempontom az volt, hogy minél kevesebb partfal felületet vegyek el a homokos vályogban fészkelő madaraktól, növényvilágtól és az építéshez szükséges anyagok természetközeli legyenek.

3 fajta megoldást mutatok be, amelyek alkalmasak lehetnek a szakadópart jelenség megfékezésére.

Ezeknek az alapja a partfal lépcsőztetése. A lépcsőztetésre föld visszatöltéssel rézsút alakítok ki, így a madarak, növények újra be tudják lakni a partfal szakaszt.

Megoldási módjaim (3 féle): részletesen bemutatva a 8.1-8.3. pontokban.

- partfal lépcsőztetése gabione boksx segítségével
- partfal lépcsőztetés palló erősítéssel
- máglyafal (kevésbé javasolt)

8.1. Partfal lépcsőztetése gabione box erősítéssel

8.1.1. Gabion támfal építése előtt figyelni kell az alábbiakra²³

- Az ágyazat készítésére

A támfalat csak megfelelően tömörített ágyazatra építsük. Házilagos kivitelezéskor javasolt a tömörített kő (kb. 30 cm), vagy öntött beton ágyazat (fagyhatárig) készítése. Ha más ágyazatra szeretnénk támfalat építeni, ki kell kérni statikus tervező tanácsát.

- Támfal magasság, szélességnek meghatározása

Megfelelő ágyazat esetén a támfal magassága nem lehet nagyobb, mint a támfal szélességének kétszerese. Legfeljebb két azonos szélességű támfal elemet helyezünk egymásra. Ha magasabb támfalra van szükség, növelni kell a támfal szélességét.

- Támfal lépcsőzés teraszosan

A teraszos lépcsőzés szabályainak betartásával (támfal magasság 2,2 szerese a terasz hossz lépcsőnként) teraszosan érjük el a magasságot.

²³ http://keritesrendszerek.hu/globaladmin/images/adminkepek/2017_06_14_10_09_45_gabion_tamfal_1.pdf

- Átbillenés és eltolódás elleni védelem

Ha lehet, a támfalat 5-8 fokban döntsük a rézsű felé. Így még egymásra építhetők az elemek viszont az átfordulás veszélyét csökkentjük. Fal eltolódás ellen javasolt az alsó elemet 10-25 cm mélyen a földbe süllyeszteni.

- Gabionok összeépítése elemekből

Ha elemekből építjük össze a gabion támfalat, akkor egyes rács duplázások elkerülhetők így – igaz többletmunkával -, az anyag szükséglet 20%-kal csökkenthető.

- Támfal mögötti torlódó víz elvezetése

A támfal összegyűjti a talajban a lejtőn lefolyó nedvességet. A fagyásból eredő károkozás megakadályozása végett a támfal mögé javasolt egy vízelvezető dréncövet beépíteni.

8.1.2. Partfal lápcsőztetése

Ennek a megoldásnak az előnye az, hogy a rácsok töltéséhez szükséges köanyag beszerezhető a folyómederből. A rácsokat olyan anyagból kell elkészíteni amelyek nem korrodálnak, vagy amik ellenállnak a korrózió veszélynek. Másik fő előnye, hogy nem vesszük el az egész partfelületet.

Legelterjedtebb alkalmazási területe a gabion támfalaknak az út- és vasút építés. Vízépítésben jellemző a gabion kosarak mellett a gabion matrac alkalmazása a meder rézsű, illetve a meder ágy burkolataként.

A támfalak komoly terheket viselhetnek, ezért nagyon fontos, hogy egy méternél magasabb gabion támfalrendszer építése előtt mindig történjen statikai méretezés, amely során figyelembe kell venni a gabion rendszer alatti geológiai viszonyokat és a támfalra ható terheléseket.

A gabion támfalak alkalmazása még több méteres szintkülönbség esetén is indokolt lehet helytakarékossági, sőt gazdaságossági szempontból is. A kosarak több sorban egymásra épülnek és az alsó sorok általában szélesebbek. A gabion támfalakat általában 6-8 fokkal megdöntve építik be. Egy második megoldásról is készült terv ami az R-07-es terven szerepel. Ennél a megoldásnál kevesebb gabion bokszt kell. így költséghatékonyabb.

Én az 1 méter magas és 1 méter széles kockát választottam, mivel így könnyen ki lehet alakítani egy 1:1-es rézsűhajlást. A gabion boksztok töltő anyagát a Dráva folyó medrében található hasonló kőzettel töltik ki. Ezeket a kockákat egy 2 méter vastag vasbeton lemezalapra helyezik. A lemezalap a teljes építményt vagy annak egy részét egyetlen összefüggő szerkezetként támasztja alá.

Lemezalap alkalmazására általában akkor kerül sor, ha az épület terhelése olyan nagy, hogy az altalaj állékonyságát biztosító alapfelület nagysága megközelíti az épület teljes alapterületének nagyságát. Építése különösen akkor célszerű és gazdaságos, ha egy alapincézett épület terepszint alatti helyiségeit talajvíznyomás ellen védeni és szigetelni kell. Ezért is alkalmas ez az én megoldásomhoz.

A lemezalapok terhelésfelvételük szempontjából a fordított földem statikai elvéhez hasonlíthatók, ahol a támaszerők - a terhelő falak és pillérek terhei - az ismeretesek és a talajfeszültségek megoszlása a meghatározandó. A "fordított földem" elve alapján az alapozás tömőrfalas épület alatt falakkal megtámasztott lemezként, vagy koszorúba bekötött bordás lemezként készül. Félvázis szerkezeti rendszerű épületek lemezalapjait a falak alatti

koszorúkba bekötött és a pillérsorok alatti gerendákra támaszkodó sík lemezként, vagy bordás lemezként készítik. Az alaplemezt legalább a folyó legkisebb vízállása alá 2 méterrel kell tenni. Ezt a fagyhatár indokolja. A bokszoikat egymásra halmozva építik a kívánt terepszintig. Itt figyelni kell az 1:1 rézsű kialakítására. Ehhez a megoldáshoz 44 db gabion bokszt szükséges. Ezt a mennyiséget a 8 m magas támfal indokolja. A vizsgált területem hossza körülbelül 400 m. Azaz 44x400 gabion bokszt szükséges.

A munkafolyamatot a partfal elbontásával kezdeném, amit egy uszályon létesített kanalas géppel lehet megoldani. A föld ideiglenes deponálására az uszály felülete megfelelő. A megmozgatott földmennyiség, ami mintegy 500-600 nm földterületet, és kb. 400 méter hosszúságú partszakaszt érint.

Fontos, hogy a támfal területének humusz rétegét külön deponáljuk a többi földtől. A felső humusz réteg fontos szerepet fog játszani a növényzet újratelepítésében. Miután az adott vízszint fölé 1 méterrel lebontottuk a partfalat, gondoskodni kell a vízzárásról a mederrendezés előtt. A vízzárás kivitelezéséhez az acélpallós megoldásokat javaslom, amely egyszerű, gyorsan megvalósítható és olcsó.

Mederrendezés alatt a meder kotrását értem, ami azért fontos, hogy a lazább iszapos homok réteget kitermeljük. Miután elkészült a mederkotrás a C35/30 betonminőségű és fi 25 acélt tartalmazó vasbeton alaplemezt helyezünk el a kialakított mederben. Fontos megjegyezni, hogy ezt az alaplemezt 10 méterenként el kell dilatálni a kevésbé állékony talaj miatt. A biztonság és a támfal hosszabb élettartama érdekében a vasbeton alaplemez alá CFA cölöpalapozást is lehet tervezni / kivitelezni.

Az ún. folyamatos spirállal fúrt CFA cölöpözési eljárás lényege, hogy a fúrógép a tornyára szerelt üreges fúróspirál kívánt mélységig történő lecsavarása után, a fúrószár visszahúzása során a fúró spirálra került talaj kiemelése és a cölöp az üreges fúrószáron keresztül történő felbetonozása párhuzamosan történik, így biztosítva a furat állékonyságát.

Az elkészült friss cölöpbe nyomás vagy vibrálás segítségével juttatható le az előre gyártott betonacél armatúra.

Miután telepítik a gabionkockákat a fentiek alapján, jöhet a tereprendezés. A föld visszatöltéshez a kinyert és deponált földet hasznosítjuk újra, ezzel csökkentve a kivitelezés árát. A terep végső kinézetét a R-07metszet mutatja.

Ezen megoldás előnyei:

- természetbarát
- újra felhasználható
- áthelyezhető anyagvesztés nélkül
- gyorsan kivitelezhető
- nehezen megközelíthető helyen is jól alkalmazható, nem kell deponálni
- vízáteresztő, ezzel csökkenthető a hidrosztatikai nyomás, illetve a támfal mögötti talaj átázásából adódó földcsuszamlások veszélye
- rugalmas, a talajban fellépő kisebb mozgásokat a funkciójának elvesztése nélkül tudja követni
- hosszú élettartam
- fenntartási igénye alacsony

A gabion bokszt és matrac méretei különbözőek lehetnek. A 12. táblázat a gabion bokszt méreteire mutat példát.

Hossz (m)	Magasság (m)	Mélység (m)
0,5	0,5	0,5
0,5	20,5	1
0,5	1	1
1	0,5	0,5
1	0,5	1
1	1	0,5
1,5	0,5	0,5
1,5	0,5	1
1,5	1	1

12. táblázat Gabione box méretei

8.2. Partfal lépcsőztetés palló erősítéssel

Ennél a megoldásnál a partfalban alakítunk ki földlépcsőket, amiknek az elülső részét fapallókkal erősítjük meg: 1,5 m magas, 1,5 m széles teraszokat alakítunk ki. Majd a kialakított és megerősített teraszokat állékonyabb talajjal: például agyaggal feltöltjük. Az agyag feltöltésre a kitermelt és deponált földmennyiségből rátöltünk egy 20 cm-es humusz réteget. A tervezést teljes geotechnikai talajállékonysági vizsgálat kell, hogy megelőzze. Itt ez nem történt meg, hanem adottnak vettem a talaj stabilitást.

A falat elcsúszásra, kiborulásra és megengedett talpfeszültségre is ellenőrizni kell. A rézsű felületét füvesítjük, hogy jobban ellenálljon a víz általi erózióknak.

Ennél a megoldásnál is fontos a földtömeg deponálása. De ahelyett hogy az egész földmennyiséget emelnénk ki, itt 1,5 m magas és 1,5 m széles teraszokat alakítunk ki (partfal lépcsőztetése). A kialakított teraszok magasságát a földbe bevert pallók biztosítják. Anyaga lehet fa, vasbeton és acél palló is. Az acél pallót nem választottam a korrózió miatt. A megfelelő felületképzés után a fa palló illeszthető be a tájba.

A legalsó pallót, amit a partfal és a meder alján található vasbeton pallóként kell kialakítani, és 2-3 m mélyre kell leverni, amit a legnagyobb vízállásig kell kialakítani. Ezt az R-08-as mellékelt rajz mutatja. Miután elkészült itt is az 1:1 rézsű, olyan talajjal töltjük fel, aminek a kohéziós ereje nagy, ilyen például agyag.

Mivel itt védett madarak, mint partifecskék és jégmadarak fészkelnek, akik a homokos, löszös talajt kedvelik, így a föld visszatöltést a kinyert földből kell megoldani. Itt az utólagos tereprendezésre megoldást kell találni, főleg nagyobb esőzés, vagy árhullámok után, amik kimoshatják a teraszokat feltöltő földmennyiséget, 22. ábra.

Ezen megoldás előnyei:

- kevesebb anyag kell hozzá, olcsóbb
- természetbarát, természetes anyagok felhasználása
- könnyen kivitelezhető

Hátrányai:

- nagy földmunkaigény
- időigényes a kialakítás
- építése függ az időjárás viszonyosságaitól
- fenntartási igénye nagy
- vízáltali erózióra érzékeny



22. ábra - pallóval erősített földterasz

8.3. Máglyafal²⁴

A rácsfal vagy máglyafal a súlytámfal egyik fajtája. A rácsok anyaga lehet fa, vasbeton vagy acélgerenda. Az üregeket földdel vagy zúzott kővel töltik ki. Kivitelezése egyszerű, a háttöltést nem kell vízteleníteni, hiszen a szabad felületen a víz kiléphet. A homlokzati rész növényekkel telepíthető, esztétikus, környezetbarát fal. Állékonyságvizsgálatuk hasonló a súlytámfalakéhoz. Igaz, hogy ezzel a megoldással a partfal felületének nagyobb részét fedjük le, mint a többi megoldással, de a rácsok hézagai között ugyan úgy tudnak élni a védett madár, és növény fajok.

ld. 23. ábra

Ezen megoldás előnyei:

- víztelenítésről nem kell gondoskodni
- illeszkedik a tájba
- anyagszükséglete kevés, helyben megoldható

Hátrányai:

- fenntartási igénye nagy, ha fából készült szerkezetet építünk
- szuffózió

²⁴ Mélyépítés II. földművek - Dr. Bartos Sándor, Králik Béla

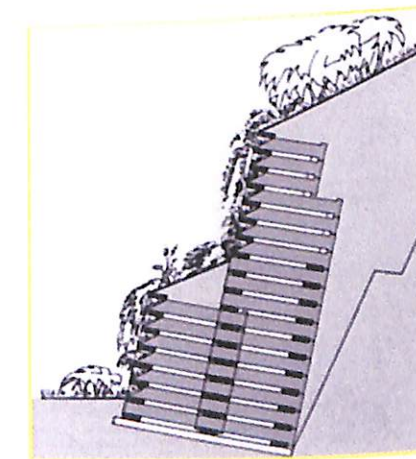


23. ábra - Máglyafal

Erről a megoldásról nem készült mintakeresztmetszvény, mivel ez a megoldás, több szempontból sem valósítható meg a vizsgált területen.

Például feltételezhető a máglyafal belső oldalán fellépő szuffúziós folyamat, valamint a madarak élőhelye így nem biztosított. Mivel védett területről van szó, ezért ezt a megoldást nem dolgoztam ki részletesen. A szuffúziós hatás károsíthatja a védművet, és emiatt a hosszú élettartam sincs biztosítva. Ez egy ideiglenes megoldásként 1-5 év között jól alkalmazható. A szuffúzió az apró részecskék víz általi feloldódását és kimosódását jelenti a közetrétegből. 24. ábra. Ezen okok miatt ezzel a megoldással nem kívánok tovább foglalkozni.

Máglyafal
szerkezete



24. ábra - Máglyafal szerkezete

9. Szakdolgozatom összefoglalása

A szakdolgozatom jól felépített vázlatpontokon keresztül mutatja be a Dráva folyót, annak élővilágát és a mérés helyszínének (Dráva folyó bolhói szakasza) adottságait.

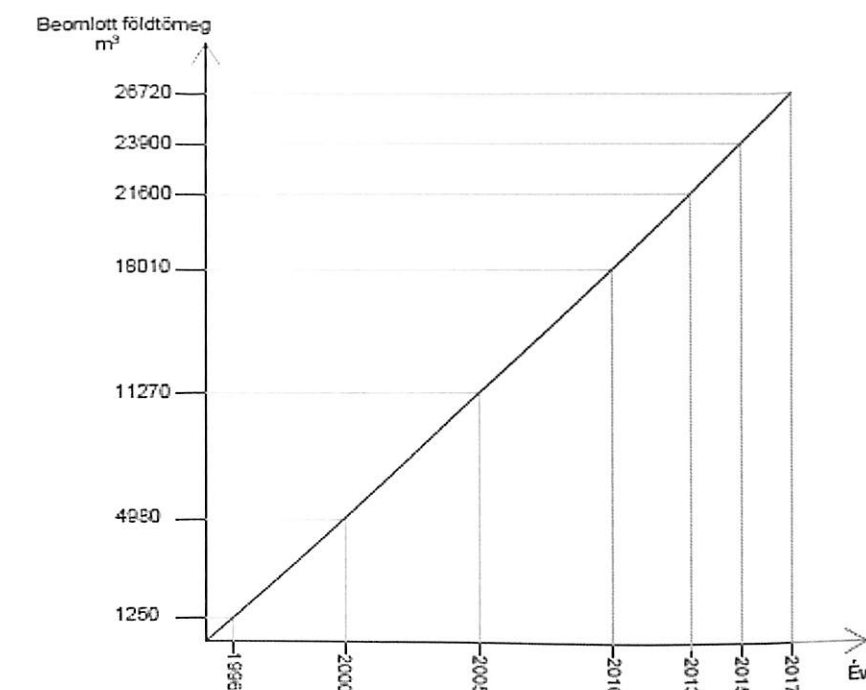
A tanulmányom során ismerttettem a talaj felépítését, a talaj eróziók fajtáit, azon belül a területen lévő homokos vályog talajt, ami víz általi erózió hatására szakadópart jelenséget okozott a vizsgált területen. Végül megoldási módokat javasoltam a szakadópart probléma megoldására.

Általánosságban ezek a szakadópartok a folyamatos változások, eróziós megjelenési formák miatt nagyon veszélyesek. Kiindulva a mérés helyszínének sajátosságaiból: ami mellett mezőgazdasági művelés alatt álló terület található, ami miatt megfelelő védőtávolságot kell tartania a nagyobb munkagépeknek, hogy nehegy meginduljon alattuk a talaj. Ezért is tartom fontosnak, hogy ezt a jelenséget megelőzzük/ a további omlást megakadályozzuk, így biztonságossá tegyük az ilyen meanderező folyók menti partszakaszokat.

A dolgozatom tárgyát képező téma során végzett információgyűjtési, szervezési mérési, és elemzési tevékenység segített abban, hogy az eddigi tudásomat, a felsőoktatási tanulmányaim során szerzett tudással kiegészítve kibővítssem. Másrészt megtapasztalhattam, hogy milyen nehézségekbe ütközhet a mérnök szervezés és mérés közben a terepen.

A mért adatokból is jól látszik, hogy a Dráva folyó sodorvonala és áramlásai az elmúlt 21 évben folyamatosan változtak. Ezáltal értékes területek szakadtak bele a folyóba. Ez nemcsak a folyó biológiai életét befolyásolja, hanem például a szakadópartban fészkelő parti fecskék számát és élőhelyét is csökkentette/rombolta.

Továbbá mivel a Dráva határfolyó, így az Magyarország területét is befolyásolja kis mértékben. A beméréseim alapján megállapítottam, hogy a folyó vízmozgása évente olyan $1000 - 1500 \text{ m}^3$ földtömeget vesz el a partszakasztól. Ezt a 25. ábra szemlélteti.



25. ábra- évi átlagos földbeszakadás folyamat ábrája

Ez a szakdolgozat jó alapot nyújthat további vizsgálatokhoz. Így például egy külön tanulmányban lehetne foglalkozni azzal, hogy milyen hatással van ez a folyóba szakadt földmennyiség az élővilágra.

Egy másik érdekes vizsgálat témája lehetne a mederváltozás és ezzel együtt a hordalékviszonyok, sodorvonal és az inflexiós pontok megváltozása.

Fotó melléklet



1. kép kanyarulat 2017



2. kép szakadópart 2012



3. kép kanyarulat 2012



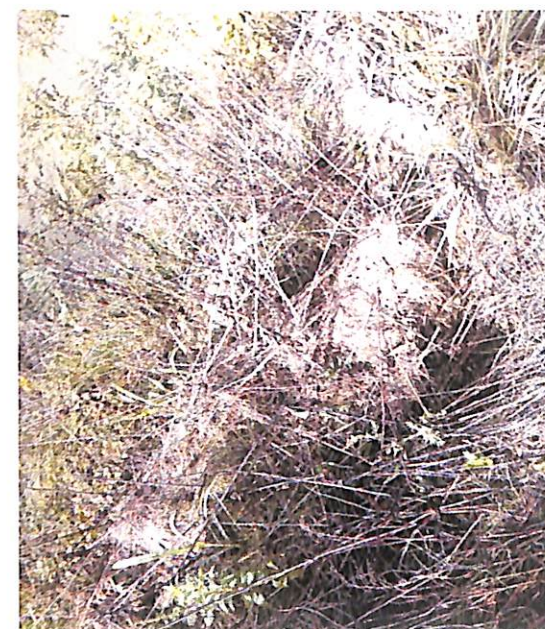
4. kép partifecskék lakhelye 2012



5. kép repedés 2017



6. kép mérés helyszíne



7. kép mederrel párhuzamos repedés 2017



8. kép partfal 2017 őszén



9. kép kanyarulatban 2017



11. kép szemközti zátony 2017

Irodalomjegyzék

1. Borovszky Samu: Somogy vármegye
2. <http://www.natura.2000.hu/hu>
3. <http://www.natura.2000.hu/hu/node/250> - 2. bekezdés
4. <http://www.natura.2000.hu/hu/node/250> - 1. bekezdés
5. <http://www.natura.2000.hu/hu/node/249>
6. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Dr%C3%A1va>
7. <http://odmlynakmlyn.sk/hu/3-informacny-panel-meandre-maleho-dunaja/>
8. Magyarország kistájainak katasztere, MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 2010
125 – 127 oldal és 485-487 oldalak
 - a. Lóki József: Belső-Somogy futóhomok területeinek kialakulása és formái, Acta geographica ac geologica et meteorologica Debrecina, 1979. 18/19. köt. 81-111. oldal
 - b. Borhidi Attila: Adatok Belső-Somogy flórájához, Botanikai közlemények, 1957. (47. évf.) 1-2. sz. 107-108. oldal
9. <https://www.fokke.hu/termeszet/drava-mente>
10. <https://prezi.com/tfzayzwq2j30/a-drava-elovilaga/>
 - a. <http://www.drava-makett.hu/duna-drava-nemzeti-park/a-drava-magyarorszag-szakasza/>
11. <http://www.vizugy.hu/?mapModule=OpGrafikon&AllomasVOA=16496287-97AB-11D4-BB62-00508BA24287&mapData=Idosor#mapData>
12. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_02_Alkalmazott_talajtan/ch02.html
 - a. Masoom, Hussain; Courtier-Murias, Denis; Farooq, Hashim; Soong, Ronald; Kelleher, Brian P.; Zhang, Chao; Maas, Werner E.; Fey, Michael; Kumar, Rajeev; Monette, Martine; Stronks, Henry J.; Simpson, Myrna J.; Simpson, André J. (16 February 2016). "Soil Organic Matter in Its Native State: Unravelling the Most Complex Biomaterial on Earth". Environmental Science & Technology. 50 (4): 1670–1680. doi:10.1021/acs.est.5b03410
 - b. Soil Survey Division Staff (1993).

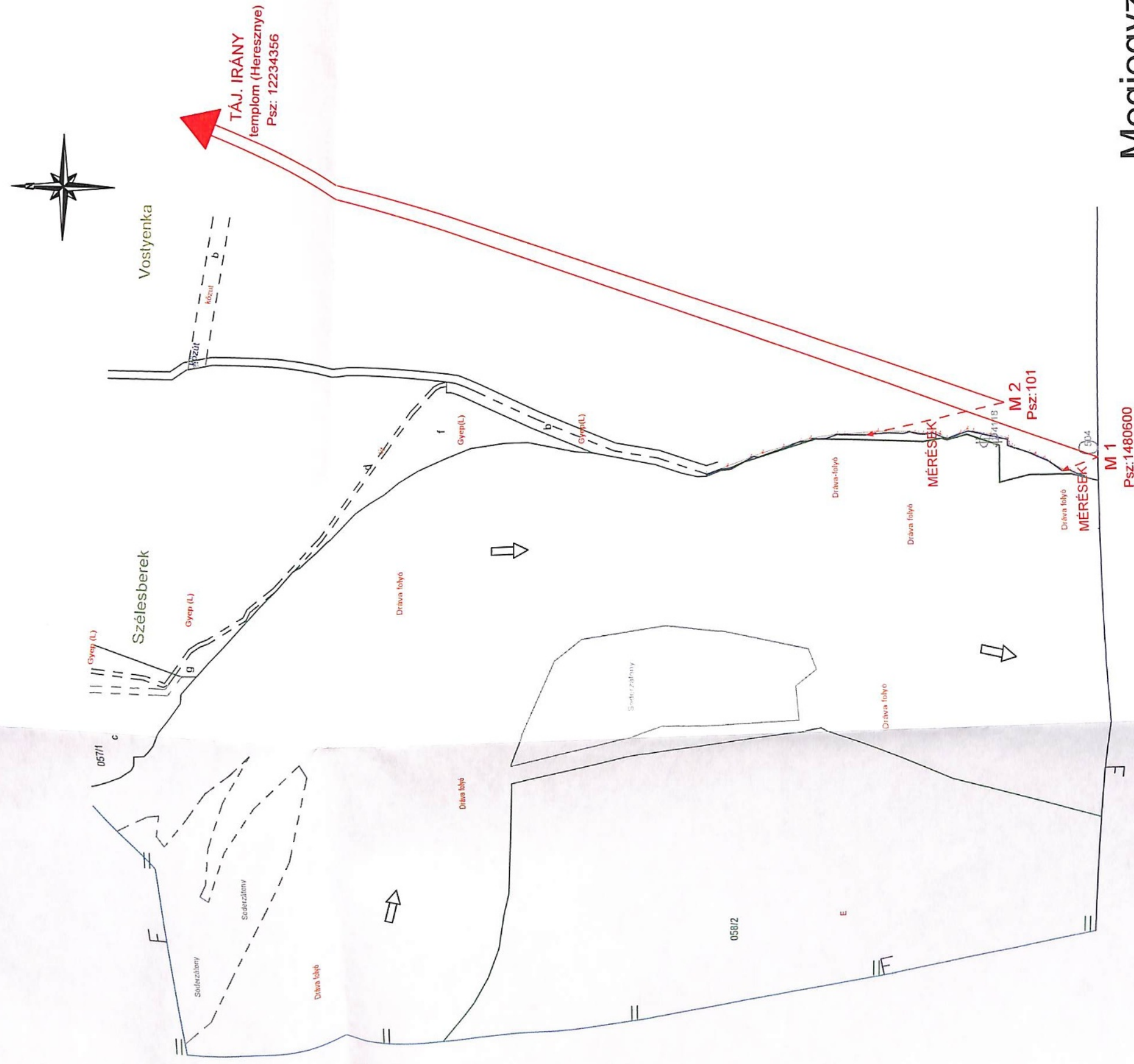
- c. "Examination and Description of Soils". Handbook 18. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture. Retrieved 2006-04-11.
13. NILE RIVER BANK EROSION AND PROTECTION By Abdalla A. Ahmed Samir Ahmed S. Ibrahim Onyango Ogembo Ibrahim A.A. Babikir Hassan M. Fadul Coordinated by Prof. Abbas Abdalla Ibrahim UNESCO-Chair in Water Resources-Sudan Scientific Advisor Dr. Alessandra Crosato, UNESCO-IHE 2010
14. Kertész Zoltán. Óbudai Egyetem Erózió című pdf 21-47 oldal
15. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0019_Talajvedelem/ch02s03.html
16. Szalai Zoltán – Jakab Gergely. Bevezetés a talajtanba környezettanósoknak. Typotex Kiadó (2011). ISBN 978-963-279-549-2 http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_GED14/ch01s06.html
17. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_GED14/ch01s06.html
18. <http://www.ftf.bfk.gov.hu/portal/index.php/szolgaltatasaink/gnss-szolgalatas>
19. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_GED7/ch01s04.html
20. http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFKHT6504SI/sco_11_07.htm
21. <http://www.vipatrade.hu/kotamfal-gabion-boxos>
<https://www.steelvent.hu/gabionok/gabion-tamfalak>
22. bmeeokepito-cd.bmeeok.hu/CD/Alapkepzes/foldmuvek/II.pdf
23. http://keritesrendszerek.hu/globaladmin/images/adminkepek/2017_06_14_10_09_45_gabion_tamfal_1.pdf
24. Mélyépítés II.-földművek- Dr. Bartos Sándor, Králik Béla

Ábrajegyzék

1. ábra – internet
2. ábra – http://ec.europa.eu/enviroment/nature/natura2000/db_gis/pdf/area_calc.pdf
3. ábra – 2013-as Sajó Elemér pályázatomból
4. ábra - <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/3089>
5. ábra – <http://hydroinfo.hu>
6. ábra -
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_02_Alkalmazott_talajtan/ch02.html
7. ábra -
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_02_Alkalmazott_talajtan/ch02.html
8. ábra -
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_02_Alkalmazott_talajtan/ch13.html
9. ábra - <http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/5721>
10. ábra – google maps
11. ábra - http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_GED14/ch01s06.html
12. ábra – saját készítésű kép
13. ábra – saját készítésű kép
14. ábra – saját készítésű kép
15. ábra – <https://www.dhgate.com/product/celmetal-low-price-gabion-boxes-gabion-basket/244987649.html>
16. ábra -
https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_SCORM_MFKHT6504SI/sco_11_07.htm
17. ábra - bmecokepito-cd.bmeecok.hu/CD/Alapkepzes/foldmuvek/II.pdf
18. ábra - bmecokepito-cd.bmeecok.hu/CD/Alapkepzes/foldmuvek/II.pdf

19. ábra - bmeeokepito-cd.bmeek.hu/CD/Alapképzés/földművek/II.pdf
20. ábra - bmeeokepito-cd.bmeek.hu/CD/Alapképzés/földművek/II.pdf
21. ábra - bmeeokepito-cd.bmeek.hu/CD/Alapképzés/földművek/II.pdf
22. ábra – internet
23. ábra – <http://docplayer.hu/46034766-Miert-letesitunk-tamszerkezeteket.html>
24. ábra – <http://docplayer.hu/12176936-Tamfalak-gravity-walls.html>
25. ábra - saját készítésű

MÉRÉSI VÁZLAT 2012

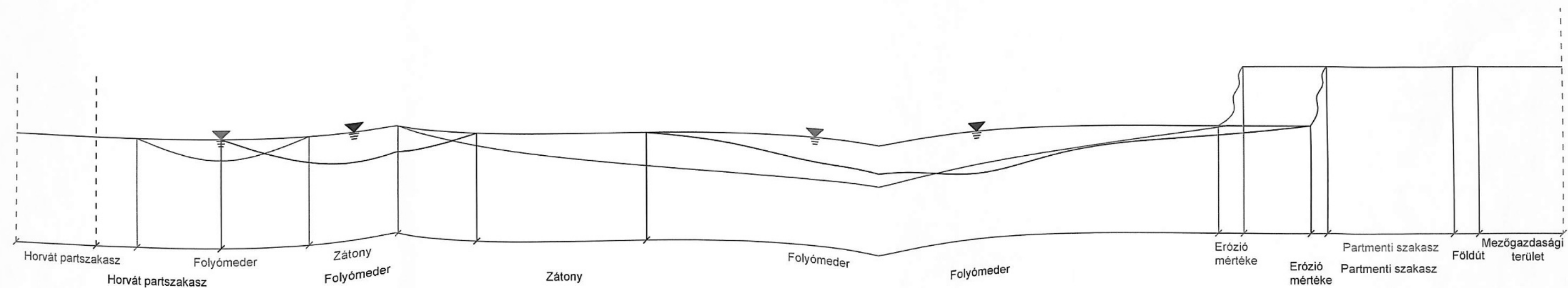


Megjegyzés:

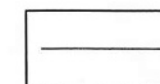
- 1996-os partél
- 2012-es partél
- M1, M2
- Alappont
- mérőállomás helye

		Egység: Építőmérnöki Intézet	
Tanszék: Infrastruktúra szakirány		Év: 2017/18-2	
Téma: A Dráva folyó bolhói szakadópartjának elmozdulás vizsgálata		Mérőállomás: Rajzszám: R-01	
Rajz: 2012-es mérési vázlat		Mérőállomás: 1:500	
Hallgató: Zámbo Péter		Konzulens: Dr. Kucsák Mónika	

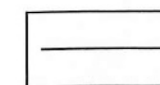
Egyesített idealizált keresztzelvények



1996

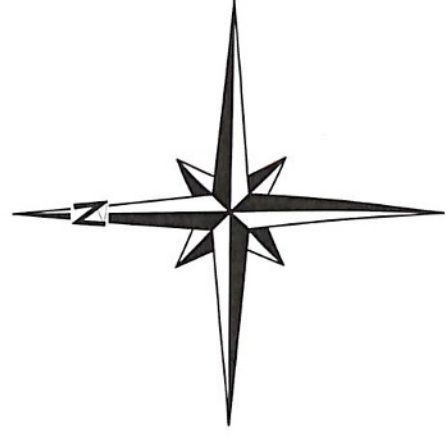


2017



		Egység: Építőmérnöki intézet	
Tanszék: Infrastruktúra szakirány			
Téma: A Dráva folyó bolhói szakadópartjának elmozdulás vizsgálata			Év/félév: 2017/18-2
Rajz: Egyesített idealizált keresztzelvények		Méretarány: 1:500	Rajzméret: A3 Rajzszám: R-05
Hallgató: Zámbó Péter	N.ép.	Konzulens: Dr. Kucsák Mónika	

V. Terület 198 m²



IV. Terület 223.5 m²

Dráva-folyó

Mezőgazdasági terület

Dráva folyó



III. Terület 58.0 m²

II. Terület 93.5 m²

Megjegyzés:

1996-os partél

2012-es partél

2017-es partél

I. Terület 65.5 m²

Dráva folyó



Egység:

Építőmérnöki intézet

Tanszék: Infrastruktúra szakirány

Téma: A Dráva folyó bolhói szakadópartjának elmozdulás vizsgálata

Évfélév: 2017/18-2

Rajz: Folyóba szakadt földmennyiségek négyzetméterben meghatározva

Méretarány: Rajzméret: 1:100

Rajzszám: A3 R-06

Hallgató: Zámbo Péter

Naptárkód:

Szak:

N.ép.

Konzulens: Dr. Kucsák Mónika

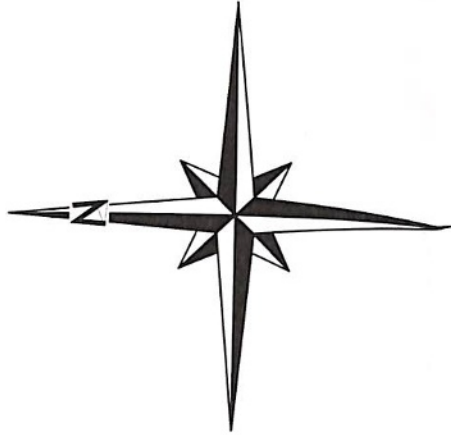


Dráva-folyó

Dráva folyó



Dráva folyó



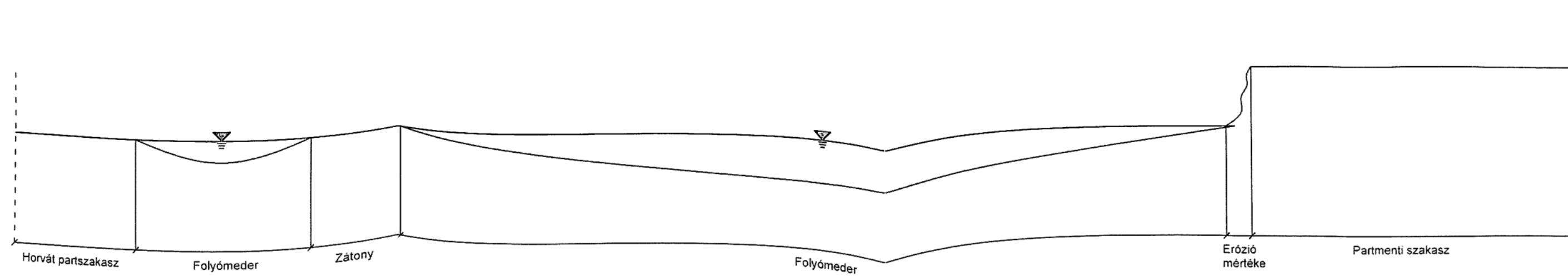
Mezőgazdasági terület

Megjegyzés:

- 1996-os partél
- 2012-es partél
- 2017-es partél

		Egység:	Építőmérnöki intézet
Tanszék: Infrastruktúra szakirány		Évfélév: 2017/18-2	
Téma: A Dráva folyó bolhói szakadópartjának elmozdulás vizsgálata		Méretarány: Rajzméret: 1:100	Rajzszám: A3 R-02
Rajz: Partélek		Konzulens: Dr. Kucsák Mónika	
Hallgató: Zámbo Péter	Szak: N.ép.		

Idealizált keresztszelvény 1996



Egység:

Építőmérnöki intézet

Tanszék: Infrastruktúra szakirány

Téma: A Dráva folyó bolhói szakadópartjának elmozdulás vizsgálata

Év/félév: 2017/18-2

Rajz: 1996- os idealizált keresztszelvények

Méretarány: Rajzméret: Rajzsám:

1:500 A3 R-03

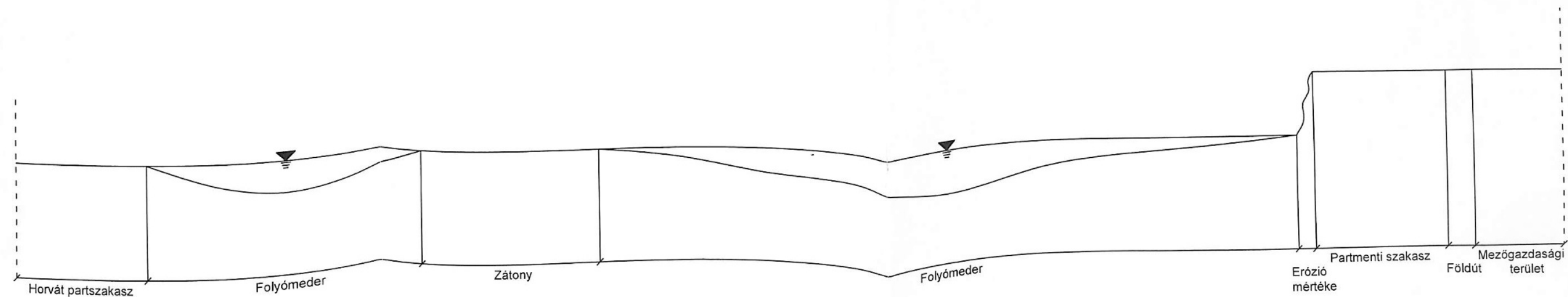
Hallgató: Zámbó Péter

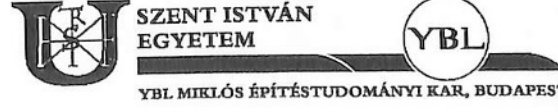
Nevelő kód:

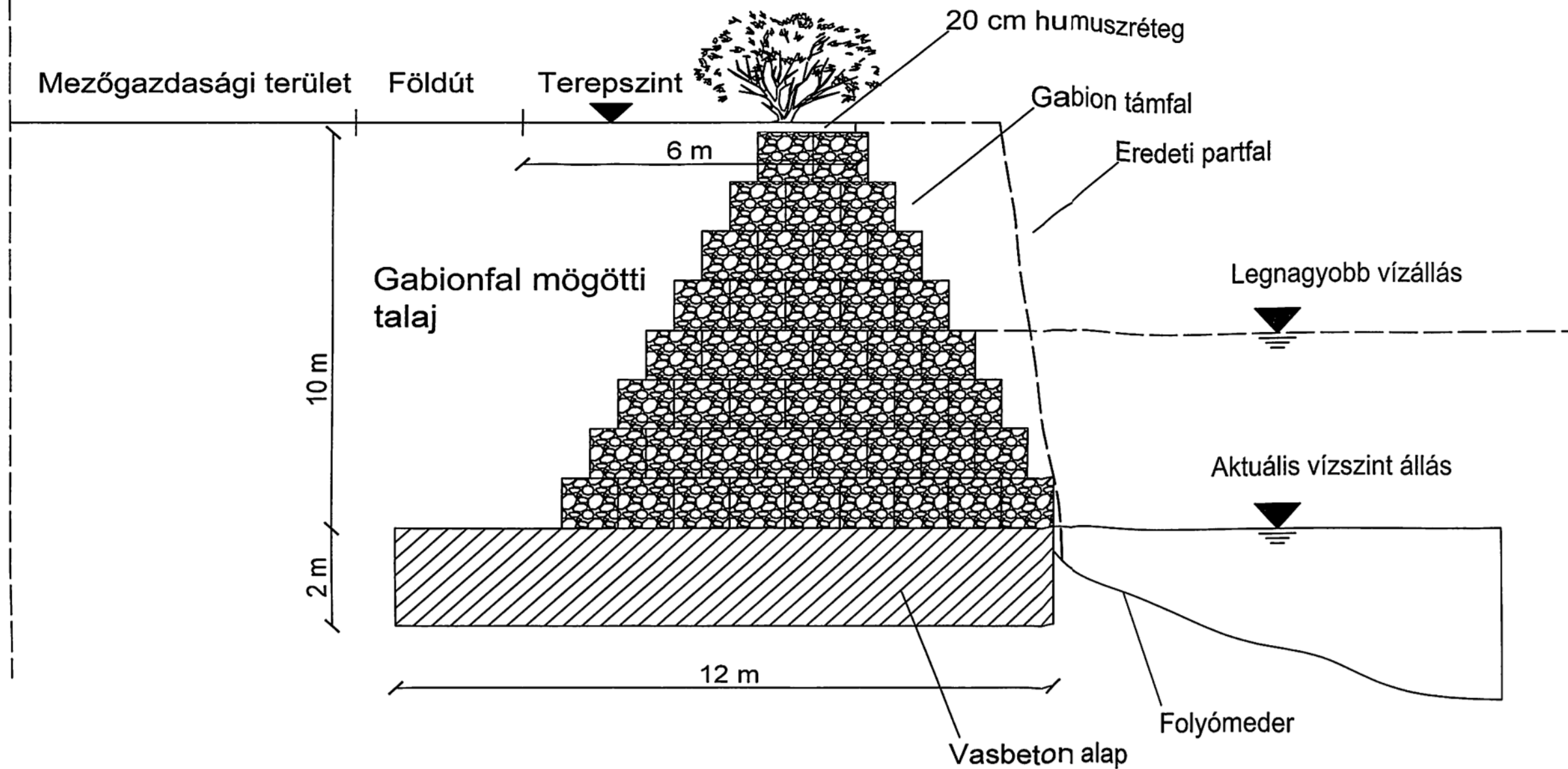
Szak: N.ép.

Konzulens: Dr. Kucsák Mónika

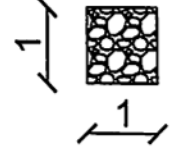
Idealizált keresztszelvény 2017



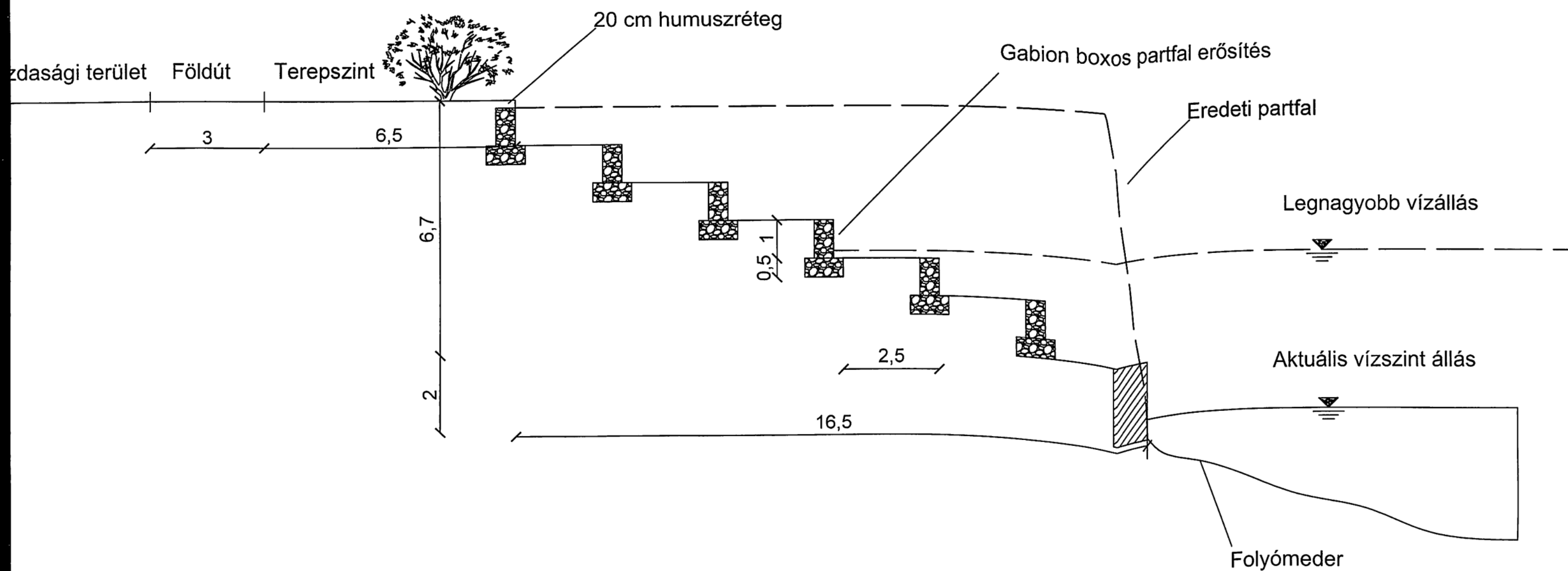
		Egység: Építőmérnöki intézet	
Tanszék: Infrastruktúra szakirány			
Téma: A Dráva folyó bolhói szakadópartjának elmozdulás vizsgálata			Év/félév: 2017/18-2
Rajz: 2017- es idealizált keresztszelvények		Méretarány: 1:500	Rajzméret: A3
Hallgató: Zámbo Péter		Szak: N.ép.	Konzulens: Dr. Kucsák Mónika



Megjegyzés:

- Ehhez a megoldáshoz 560 m^3 földtömeget kell megmozgatni.
- A gabion fal alá, minimum a fagyhatár egy vasbeton alapot kell tervezni.
- Gabion box méretei: 
- 44 darab boxból épül fel a megtámasztás

		Egység:
Tanszék: Infrastruktúra szakirány		Építőmérnök
Téma: A Dráva folyó bolhói szakadópartjának elmozdulás vizsgálata		Évfélév: 2017
Rajz: Mintakeresztmetszvény - Gabion box		Méretarány: 1:100
Hallgató: Zámbo Péter	Szak: N.ép.	Konzulens: Dr. Kucsák M.



Megjegyzés:

- Ehhez a megoldáshoz a földtömeget kell megerősíteni.
- Viszont nagyobb vízállás esetén a nagyobb részt védeni kell.
- Magas vízállás esetén a víz tisztítására fontos a gabionfal.
- Fenntartás és karbantartás szükséges.

 SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR	
Tanszék:	Infrastruktúra szakirány
Téma:	A Dráva folyó bolhói szakadályának vizsgálata
Rajz:	Mintakeresztmetszvény - Pallásfal megtervezése
Hallgató:	Zámbó Péter