

Pécsi Tudományegyetem
Természettudományi Kar
Földrajzi Intézet

Terepi morfometriai és dinamikai vizsgálatok a
Váraljai-völgy vízgyűjtőjén

Készítette:

Kalmár Péter

Témavezető:

Dr. Fábián Szabolcs Ákos



2014

Tartalomjegyzék

1. Absztrakt	3
1.1. A folyóvizek vizsgálatának kérdése	4
1.2. A kutatási terület határai	6
1.3. A kutatási terület és környékének természeti viszonyai	7
1.4. Célkitűzés.....	11
2. Kutatástörténeti áttekintés	12
3. Anyag és módszer	14
3.1. A felhasznált térképek és eszközök	14
3.2. Kutatási módszerek.....	15
3.2.1. Digitális domborzatmodell	15
3.2.2. Folyómeder térképezés	17
4. Eredmények.....	23
4.1. Vízfolyás szakaszainak elkülönítése.....	23
4.2. Mederformák	25
4.3. Nagy fatorlaszok (Large Woody Derbis – LWD).....	28
4.4. Szakasz jelleg és dinamika.....	31
4.5. Diskusszió	37
5. Összegzés	39
5.1. A kutatás további lehetséges céljai, irányai	40
5.2. Köszönetnyilvánítás	41

6. Irodalomjegyzék.....	42
7. Ábrajegyzék	45
8. Mellékletek.....	47
8.1. Vízfolyás leírása	47
8.2. Jegyzőkönyvet kiegészítő magyarázó.....	50

1. Absztrakt

Hazánkban a felső szakaszjellegű kisvízfolyások vizsgálata nem igazán elterjedt, márcsak morfológiai adottságaink okánál fogva sem, azonban e területek folyamatainak megismerése kulcsfontosságú lehet az egyre gyakoribb hirtelen és intenzív csapadékesemények miatt.

E kutatás célja, hogy morfometriai és morfodinamikai szempontok alapján megvizsgáljon egy középhegységi területen elhelyezkedő természetközeli vízfolyást. A mederformák térbeli elhelyezkedését és mintázatát, továbbá azok paramétereit vizsgálja összefüggésben a földtani alapokkal és antropogén hatásokkal.

A felhasznált vizsgálati módszert már számos vízfolyás kutatásánál használták, amivel egyértelmű szempontok alapján el lehet különíteni a vízfolyás szakaszait és jellegét. A terepi vizsgálatok és GIS szoftverek segítségével kvalitatív és kvantitatív adatokat hoztam létre, ezeket feldolgoztam és értelmeztem összefüggéseiket.

A kutatás alapján sikerült jobban megismerni egy felső szakaszjellegű vízfolyás eltérő szakaszjellegeit, formáit és azok összefüggéseit. Továbbá bizonyítani a vizsgálati módszer hazai alkalmazhatóságát és kiegészíteni a nagy fatorlaszok jelentőségével.

Kulcsszavak: folyóvízi geomorfológia, morfometria, morfodinamika, Keleti-Mecsek, Váraljai-árok

1.1. A folyóvizek vizsgálatának kérdése

Általánosan igaz az a Davis-i meglátás, hogy a mérsékelt éghajati övben a folyóvízi erózió a felszínfejlődés fő folyamata. E megállapítással a klímamorfogenetikus elméleti modellek is egyetértenek. A klímazonális adottságot hazánk medencefekvése csak fokozza, a Kárpát-medence központi, alacsony fekvésű területeit elfoglalva, ki vagyunk szolgáltatva az árvizeknek (SOMLYÓDI, 2000; SOMOGYI, 2001). Az utóbbi évek katasztrófái (pl. NAGYKÓNYI 2002, MÁTRAKERESZTES 2005 és PÉCS 2010) és tudományos vizsgálatai bizonyították (CZIGÁNY et al., 2010; FÁBIÁN et al., 2009), hogy nem csak az alföldi, hanem a dombsági és hegységi területek is veszélyeztetettek. A hazai hirtelen áradások kialakulásáért egyértelműen a szélsőséges csapadékesemények a felelősek (CZIGÁNY et al., 2010), de a domborzati adottságok és emberi beavatkozások nélkül az extrém felszíni lefolyásnak nem lett volna ekkora hatása. A nagy folyók mellett tehát fontos hazánk középhegységi területein a kisvízfolyások természetes meder- és völgyformáló mechanizmusainak a vizsgálata is.

A jelen kutatás 2012. óta folyamatosan végzem, több egymásra épülő szakaszban és számos terepi megfigyeléssel. Ezek során a kutatás fő célja, hogy egy hazai középhegységi területen megvizsgálja egy közel természetes, vagy többé-kevésbé természetközeli vízfolyás főbb morfológiai és morfológiai paramétereit és mederfejlődési folyamatait, illetve sajátosságait. Ehhez hazánkban eddig még nem alkalmazott, de más európai mintaterületeken jól bevált mederosztályozási módszert választottam (CHELMICKI & KRZEMIEN 1999; KRZEMIEN 1999). Így objektív és részletes paraméterekkel lehet jellemezni a vízfolyást. A standard protokoll (KAMYKOWSKA et al., 1999) használata nemzetközi szinten összevethetővé és más magyarországi területekre is kiterjeszthetővé teszi az eredményeket.

A vízfolyás kiválasztása során olyan területre volt szükség, ami „természetes” állapotú. Ennek értelmében az antropogén hatások, mint a lineális mederszabályozás minél kisebb befolyásoló tényezőt jelentenek vagy egyáltalán nincsenek. Ezáltal jobban megismerjük a természetes helyzetben végbemenő fluvialis felszínalakító folyamatokat és részletes képet kaphatunk a völgyfejlődés mértékéről. Ezért a mintaterület kiválasztása a Keleti-Mecsek, Váraljai-árok völgyére esett. A vízfolyáson nem lehetett kizárni teljes mértékben az antropogén hatásokat. Ez egyrészt az intenzív erdőgazdálkodásnak a következményei,

másrészt a rekreációs és a Váralja település vízrendezéséhez kapcsolódik. A vízgyűjtő felsőbb területein a természetvédelemnek köszönhetően még is bővebb képet kaphatunk a közel természetes folyamatokról.



1.1.–1.1-1. Kép Természetes vízfolyás a vizsgált területen (fotó: KALMÁR P. 2013.)

1.2. A kutatási terület határai

A vizsgálati terület a Dunántúli-dombság nagytájon belül a Tolna-Baranyai-dombvidék középtájban, a Mecsek-hegység kistáj keleti részén helyezkedik el. A Váraljai-árok és a hozzá tartozó vízgyűjtő terület a szűkebb értelemben vett kutatási terület, nagy hangsúlyt fektetve a főágnak a medrére.

A területen a völgyek és vízfolyások nevei nem teljesen tisztázottak, számos térképen (Topográfiai, Földtani, Katonai, Turista) más és más nevet viselnek. A főágnak tekinthető vízfolyás a Váraljai-árok nevet viseli. Ez félreérthető, hiszen egy vízfolyásnak „árok” nevet adni megtévesztő lehet, de utal az antropogén hatásokra a településhez közeli szakaszokon. A pontos nevekkal kapcsolatban *Tolna megye földrajzi nevei* kiadvány sem nyújtott segítséget (ÖRDÖG F. – HAJDÚ M. 1981).

A vízgyűjtő területet nyugati felén a Keleti-Mecsek második legmagasabb és Tolna megye legmagasabb csúcsa a Dobogó (597 m) található. A völgy két oldalán szimmetrikusan lealacsonyuló gerincek és hátak találhatók, mint a Szamár-hegy, Szószék, Csalán-hegy, Nagy-hegy, Közép-hegy, Váraljai-hegy, Szarvas-hegy. A völgy Észak-kelet irányban csatlakozik a Völgysegi-patak völgyéhez, meredek deluviális lejtőkkel.

A pontos lehatárolásban segítségemre voltak az 1 : 10 000-es topográfiai térképek 24–431, 24–433, 24–342, 24–344-es szelvényei és a digitális domborzatmodell (DDM). A modell segítségével pontos vízgyűjtő lehatárolást tudtam végezni a vizsgálati területre. Ez alapján a vízgyűjtő mérete 16 km².



1.2.–1.2-1. ábra A Váraljai-völgy Google Earth felvételen (2014.)

1.3. A kutatási terület és környékének természeti viszonyai

A tágabb értelemben vett terület természetföldrajzi jellemezése nélkülözhetetlen a későbbi kutatás megértéséhez. Ezért a továbbiakban nemcsak a szűken vett kutatási területre korlátozódik a természeti viszonyok jellemzése, hanem a Mecsek-hegység és főként a Keleti-Mecsek természetföldrajzi viszonyairól ad átfogó képet.

A Mecsek-hegység elhelyezkedését tekintve a Dunántúli-dombság nagytáján belül a Tolna-Baranyai középtájban fekszik. A hegységet alapvetően három részre lehet tagolni, Nyugati-Mecsek, Középső-Mecsek és Keleti-Mecsek. A Keleti-Mecsek északi határa a Völgység, nyugatról a Középső-Mecsek, délről és keletről átmenettel végződik a Dél-Baranyai dombság felszínében (VADÁSZ E. 1935, LOVÁSZ GY. 1977). Több szerző használja a hegység kettős felosztását, ez esetben a két részt a Középső-Mecsek 400 m tszf-i. magasságú platója választja el.

A Mecsek az egyik legváltozatosabb hegységünk. Ennek oka a kialakulása, mert a triász- és részben a jura időszaki képződmények „germán” típusúak, miszerint az üledéksor az európai partszegélyen rakódott le, ellentétben a hasonló korú Dunántúli-középhegység és a Bükk „alpi” jellegű képződményeivel (DÖVÉNYI Z. [szerk.] 2010).

A Keleti-Mecsekben földtani szempontból nagyobb mértékben a jura és kisebb mértékben a kréta (főként alsó kréta) korú formációk a meghatározóak. Szerkezetileg a rétegsor egy szinklinálist alkot és a kora jura (liász) széntelegek is itt találhatóak, melyek gazdasági jelentőségükön kívül elősegítették a terület földtani megismerését. Feltárasukra rengeteg kutatófúrás létesült¹. A kréta bazalt vulkanizmusa során a Mária-völgyben párnaláva, a szubvulkáni tevékenység során pedig fonolit képződött a Szamár-hegy térségében (LEHMANN A. 1995). Ez a Szamárhegyi Fonolit tagozat a felszínen megtalálható a Váraljai-árok, Farkas-árok területén. A kutatási területen csak a völgyfő térségében, annak délkeleties lejtőin jelenik meg, de felszíni kibukkanása nem jellemző.

A kőzetek nagy része nem tiszta mészkő, hanem meszes, kovás, homokos, aleurolitos mészkő vagy márga és ennél fogva e kőzetek nehezen vagy egyáltalán nem karsztosodnak. A völgyhálózat itt változatosabb, jobban fejlett, mint a Nyugati-Mecsekben és hiányoznak az ott jellemző karsztos formák. De a felszínalatti vizek relatív dús karbonáttartalmát bizonyítja, hogy sokfelé megjelennek a karsztosodáshoz kapcsolódó üledékek és formák: a

¹ <http://loczy.mfgi.hu/furas/> (2013. 5. 8)

mésztufa-lépcsők. Ennek legszebb példái a Melegmányi-völgyben és Óbánya környékén találhatók, de nagyon szép forma található a Váraljai-árok völgyében (2.3.–1. kép). A mai morfológiai képet meghatározza, hogy a terület az eocén-oligocén nedves klímája alatt gyors lepusztuláson ment keresztül és a kőzetek nagy mennyiségben erodálódtak és tönkösödtek. A folyamat a középső miocén helvét emeletéig tartott (LOVÁSZ GY. – WEIN GY. 1974). A Dobogó (597 m) és Zengő (682 m) csúcsoktól sugarasan indulnak ki a sasbércsorok. Ez csak itt az északi és északkeleti részen jellemző és tovább tagolja a felszínt (ÁDÁM L. et al. 1990).



1.3.-1.3-1. Mésztufa kiválás (fotó: KALMÁR P. 2012.)

Az évi napfénytartam 2040 és 2060 óra közötti, a nyári 810–820, a téli 210–230 óra. A környező területekhez képest ez a napfénytartam télen 10%-kal több, nyáron pedig 2–3%-kal kevesebb mértékű. Az évi hőmérsékleti átlag a perem területeken 10 °C és a magasan fekvő zártabb területeken 9,5 °C, de a csúcsokon a 9,0 °C-ot sem éri el. A környezetéből kiemelkedő középhegységi jelleg a csapadék eloszlásában is mutatkozik, meghaladva az országos átlagot 680–800 mm között változik. A csapadékmaximumok nyár elején és ősszel figyelhetőek meg, de egyre gyakoribbak a hirtelen intenzív csapadékesemények. A hótakarós napok száma a csúcsok közelében az 50 napot is elérheti. Az ariditási index délen 1,00–1,06, északon pedig 0,92–0,98, a hegycsúcsokon kisebb, mint 0,90. A leggyakoribb szélirány az észak nyugati, de az őszi–téli időszakban északkeleti. Az átlagos szélsébség a csúcsokon 5 m/s, a völgyekben 3–3,5 m/s (AMBRÓZY P. – KOZMA I. 1990.). A terület éghajlati szempontból mérsékeltlen meleg-mérsékeltlen nedves, a csúcsokon és az

észak, északkelet felé nyitott völgyek mérsékelten nedves hűvös-nedves éghajlatúak (PÉCZELY GY. 1979).

A Mecsek-hegység területe négy vízrendszerre osztható: Baranya-csatorna (befogadó a Kapos), Fekete-víz (befogadó a Dráva), a Karasica (befogadó a Duna) és a Keleti-Mecsek északi, északkeleti vízgyűjtőjének legfontosabb vízfolyása a Völgységi-patak (befogadó a Sió). A Völgységi-patak vízgyűjtője észak-déli irányultságú völgyekkel tagolt, melynek nagy része erdővel borított. Nagy esésű és az árhullámok gyors levonulásával jellemezhető. Sok mellékággal rendelkezik (Kelet-Mecsek Tájvédelmi Körzet Kezelési Terve 2008).

Az elsődleges vízutánpótlási forrás a csapadékvíz (LOVÁSZ GY. 1977). A csapadék lehullása után fontos szempont a felszín esése, talaja és vegetáció típusa. A szélesebb völgytalpakon az infiltráció mértéke gyorsabb, köszönhetően az enyhébb reliefnek és jó vízelvezetésű talajoknak (kb. 100-150 mm/h). A felszín alatti vizek elérve az alapkőzetet, annak repedéseiben, törései és vízzáró rétegei mentén áramlanak, majd jutnak ismét a felszínre forrásokban. A felszín alatt áramló vizeknek nincsen kapcsolata a mélységi vizekkel. A források vízhozama éves viszonylatban egyenletesnek mondható (Kelet-Mecsek Tájvédelmi Körzet Kezelési Terve 2008). A felszín alól kilépő vizekből édesvízi mészkő kiválások figyelhetők meg a Váralja-árok területén, de kisebb mértékű kiválások a mederben is megjelennek a különböző víz útját akadályozó formák felszínén (ld. részletesebben az eredményeknél).

A Váraljai-patak vízgyűjtő területe jellemzően bükk- és kisebb mértékben tölgy-erdővel borított. Rendkívül felszabdalt és meredek lejtésű terület. Az erdőirtások során nem pótolták kellően a talaj védelmére szolgáló vegetációt és így horhosok, vízmosások és kisebb csuszamlások alakultak ki a területen.

Általában jellemző a Mecsek területére a pleisztocén lösztakaró, vagy löszszerű üledék, de a magasabb területeken csak elszórva a hátakon figyelhető meg. A talajképző kőzetek lösz, mészkő, márga, vályogos-agyagos üledék, agyagpala, fonolit, konglomerátum stb. A Keleti-Mecsek területén a leggyakoribb talajtípus az agyagbemosódásos barna erdőtalaj, amely több mint háromnegyedét teszi ki az itt található talajoknak és az erdőszeti hasznosítás szempontjából is jelentős. Ezen kívül találhatóak még itt rendzinák, barnaföldek, földes váztalajok, karbonátmaradványos barna erdőtalaj, lejtőhordalék erdőtalajok és sziklás köves váztalajok (DÖVÉNYI Z. [szerk] 2010, Kelet-Mecsek Tájvédelmi Körzet Kezelési Terve 2008).

A növényzet a Praeillyricum flóraidékének délkeleti elhelyezkedésű Sopianicum flórajárásába tartozik. A hegység nagy részét őshonos erdőtársulások borítják, amelyek jól alkalmazkodtak a közettani és ebből következően talajtani viszonyokhoz, például mészkerülő vagy mész kedvelő fafajok. A Keleti-Mecsek területén jellemző fatársulások a bükkös, gyertyános-tölgyes, cseres-tölgyes és a völgytalpak nedvesebb területeit kedvelő égerfélék. A védett növények közül fontos a cseres-tölgyesek növénye a bánáti bazsarózsa (*Paeonia officinalis* ssp. *banatica*), a gyertyános-tölgyesek társulásába tartozó olasz müge (*Asperula taurina*), a bükkösök közül pedig a lónyelvű csodabogyó (*Ruscus hypoglossum*) (DÖVÉNYI Z. [szerk] 2010, Kelet-Mecsek Tájvédelmi Körzet Kezelési Terve 2008).

A Keleti-Mecsek állatvilága is rendkívül gazdag. Számos védett állatfaj található itt, de kiemelten védett és rendkívüli természeti érték a madárfauna. Ezek közül a Réti sas (*Haliaetus albicilla*) és a Békászó sas (*Aquila pomarina*) is igen ritka madárfaj a területen. Külön figyelmet érdemel, hogy az erdőgazdálkodást a védett fajok környékén csak időszakosan vagy egyáltalán nem szabad végezni. Számos mecseki patak völgyben megtalálható a Mecseki őszitegzes (*Chaetopteryx schmidi mecsekensis*), korábban az 1980-as évekig leíratlan taxon volt (MALICKY et al. 1986), amely röpképtelen és periglaciális reliktumként a helyi mikroklímának köszönhetően a szűk és állandóan nedves, hűvös völgyekben maradhatott fent (Kelet-Mecsek Tájvédelmi Körzet Kezelési Terve 2008).



1.3-2. Kép Váralja településtől keletre található völgyközi hát (fotó: KALMÁR P. 2014.)

1.4. Célkitűzés

Célom saját terepi vizsgálatok elvégzése volt, önálló adatgyűjtéssel, majd az adatok objektív értékelése. Ezt a lengyel kollégákkal végzett hazai és a Magas-Tátrában tett terepbejárások erősítették meg. Az általuk bevezetett értékelési rendszert tanulmányoztam át és alkalmaztam egy hazai mintaterületén. Motivációm volt, hogy olyan adatokkal szolgáljak munkám során, melyeknek gyakorlati haszna van, valamint a geomorfológia alkalmazott tudományos jellegét egyszerre erősítse az alapkutatási elvárásokkal együtt.

Az alábbi részcélok elérése nélkülözhetetlen volt, a kutatás elvégzéséhez. Többek közt a KRZEMIEN, K. et al. (1999) által kidolgozott mederosztályozási módszertan értelmezése és a hozzá tartozó terepi munkát segítő állományok angol (lengyel) nyelvről való lefordítása. Továbbá a térképi állományok és egyéb adatok beszerzése, valamint ezen adatok GIS szoftverben való rendszerezése és értelmezése. Egy olyan felbontású és minőségű digitális domborzatmodell elkészítése, ami lehetőséget nyújt a vízgyűjtő és a vízfolyás származtatott értékeinek előállításához. Ilyen a vízgyűjtő mérete, a vízfolyás hossza vagy a magassági értékek alapján elkészített hossz-szelvény.

Célom volt a terepi vizsgálatok során felvett jegyzőkönyvek és fényképek alapján a formák értelmezése és azok kvalitatív és kvantitatív értékeinek, valamint GPS-es mérések alapján a pontos helyzetük meghatározása a vizsgált vízfolyáson.

Továbbá a már említett módszertan alapján a meder szakaszjellegek elkülönítése az Váraljai-árok területén. E szakaszokon található morfodinamikát befolyásoló tényezők értelmezése.

2. Kutatástörténeti áttekintés

A vízfolyások vizsgálatára számos mederosztályozási módszert dolgoztak már ki. E tanulmánynak nem célja áttekinteni a fluviális morfológiai szakirodalom mederosztályozásra vonatkozó teljes anyagát, de ki kell emelni a legfontosabb előzményeket, hogy helyesen értékeljük az itt használt, alább részletezett módszert. LÓCZY D. (2011) szerint a mederosztályozási módszerek az 1970-es évektől szinte évente jelentek meg. Úgy gondoltam, hogy az ő általa jellemzett munkásságok és a KRZEMIEN, K. et al. (1999) által kiemelt vizsgálatok, közös elemei elegendőek a dolgozatom kutatástörténeti áttekintése során.

Az egyik legismertebb hazai hármasszakaszolás Cholnoky J. (1925) nevéhez fűződik, aki német kutatások tapasztalatai alapján felismerte, hogy a folyók különböző szakaszokon különböző munkavégző képességekkel rendelkeznek. Szerinte a felsőszakasz jellegű folyó bevágódik, mivel több energiával rendelkezik, mint ami a hordalékszállításához szükséges. A középszakasz jellegű vízfolyás kiegyenlített energiájú, ezért laterális erózióval és meanderezve szállítja hordalékát. Az alsószakasz jellegű folyó munkavégző képessége nem elég a hordalékszállításához, ezért lerakja azt. Azzal Cholnoky is tisztában volt, hogy e típusok elválasztása nem ilyen egyszerű, minthogy a folyók felső szakaszán is van feltöltődés, illetve az alsó szakaszok bizonyos részein is van bevágódás. Bulla B. (1956) a folyók hordalékában látta az erózió fő eszközét. Véleménye szerint áradáskor megy végbe a leghatékonyabb felszínformálás. Továbbá a meanderképződés és a centrifugális erő összefüggését is felismerte (LÓCZY 2005).

A geomorfológiai tanulmányok egyik leggyakrabban hivatkozott (MARTIN & JASON, 2005) szerzője Schumm, S.A. (1963, 1973, 1977) a hordalékszállítás alapján különített el három folyószakaszt: 1. eróziós sáv, 2. szállítási sáv és 3. lerakódási sáv. Szerinte a meder mérete, a vízhozam mértéke és az áramlási sebesség nagysága meghatározza a folyószakaszok kialakulását (LÓCZY 2012).

A meder mintázata alapján is meg lehet állapítani szakaszokat, így az egyszerű medrek három, vagy négy típusát szoktak elkülöníteni felülnézeti jellegük alapján. Az egyenes meder természetes, tektonikailag preformált, vagy mesterséges és antropogén szabályozási tevékenység útján jön létre. Lehet enyhén kanyargó, de még nem meanderező, továbbá meanderező meder, ahol a sodorvonal teljesen kitér oldalirányba. Az utolsó kategória

pedig a fonatos meder, ahol a sodorvonal ágakra bomlik és közte zátonyok, szigetek alakulnak ki (LEOPOLD & WOLMAN 1957; LEOPOLD ET AL., 1964).

A vízfolyások rendűség szerinti osztályozása nagyon hasonlít a mederosztályozásra, de méretük, koruk és a vízfolyásrendszerben elfoglalt szerepük szerinti kategorizáló rendszer. A Horton R. E. (1945) által kidolgozott és Strahler A. N. (1957) által továbbfejlesztett rendszerezés a vízhálózatban elfoglalt helyük, hosszuk és esésük szerint osztályozza a vízfolyásokat.

Hazánkban még számos kutató foglalkozott és foglalkozik napjainkban is fluviális morfológiával. Azonban ezen munkák részletes bemutatása nem célom a dolgozatban, így a továbbiakban csak néhány kutatót említenék meg. Véleményem szerint Kádár László (1908–1989), Kéz Andor (1891–1968), Pécsi Márton (1923–2003), Schweitzer Ferenc (1939–), Gábris Gyula (1942–), Lóczy Dénes (1954–), Kiss Tímea (1971–) meghatározó gondolatokat tettek hozzá a fluviális geomorfológiai folyamatok megértéséhez.

A kutatásom során használt KRZEMIEN, K. et al. (1999) által kidolgozott mederosztályozási módszertant Az alkalmazott módszer ismertetése fejezetben részletezem.

3. Anyag és módszer

3.1. A felhasznált térképek és eszközök

A kutatási céljaim megvalósításához előzetes adatgyűjtést végeztem. Ezek két részre oszthatóak. A másodlagos adatokat főként az 1 : 10 000-es topográfiai térkép és az 1 : 25000-es geológiai térkép alapján származtattam és használtam fel. Ilyen a szintvonalak alapján digitalizált és interpolált Digitális Domborzat Modell (DDM). A kutatás során elsődleges adatok felvétele szintén szükséges volt. Ezen adatokat a terepi vizsgálatok során vezetett jegyzőkönyvekből, valamint GPS eszközök segítségével végzett felmérések során szereztem be.

A vizsgálatok értelmezéséhez geoinformatikai szoftvereket használtam fel. A tanulmányaim során több szabad felhasználású szoftverrel ismerkedtem meg, melyek nagyon jól alkalmazhatóak, így a munkám során is ezeket részesítettem előnyben. A kutatás során felhasznált térképeket és a terepen használt műszereket, illetve felszereléseket a PTE-TTK Földrajzi Intézet Természet- és Környezetföldrajzi Tanszéke biztosította.

A vizsgálat során felhasznált térképek:

- 1 : 10 000-es topográfiai térképek (24-344, 24-342, 24-433, 24-431, 1996)
- 1 : 25 000-es Keleti-Mecsek földtani térkép
- 1 : 40 000-es Mecsek turistatérkép (Cartographia Kft. 2002)

A terepi vizsgálatok során használt műszerek:

- Garmin Dakota 20 (kézi GPS)
- Pentax k200 (fényképező)

Az adatok kezeléséhez és értelmezéséhez használt szoftverek:

- GRASS GIS 6.4.1
- Quantum GIS 1.7.3
- GIMP 2.8
- OpenOffice.org 3.2

3.2. Kutatási módszerek

3.2.1. *Digitális domborzatmodell*

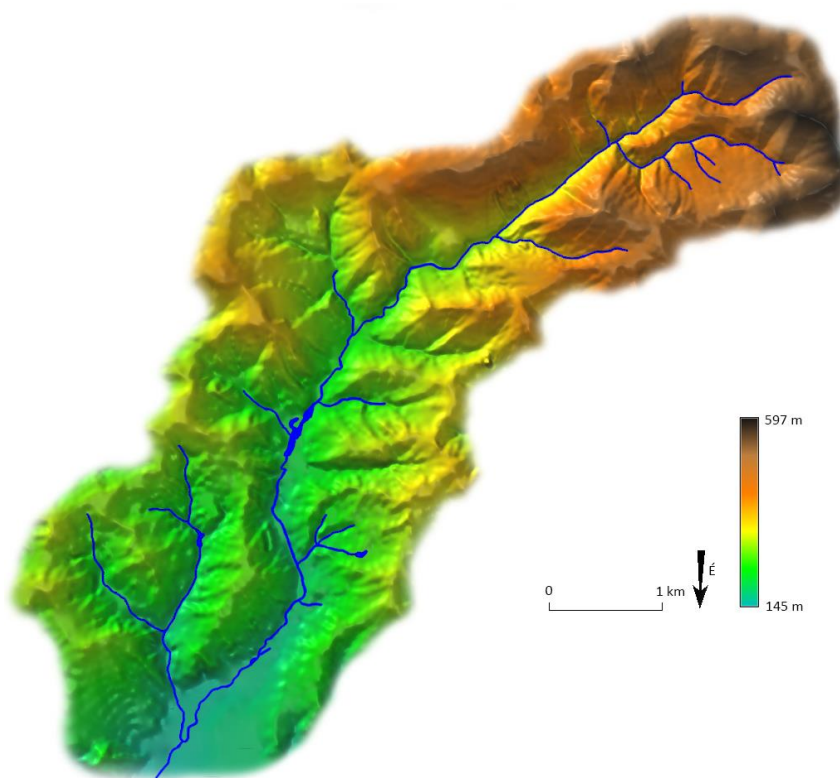
A kutatásomhoz ilyen jellegű állomány elkészítésére azért volt szükség, hogy kvantitatív adatokat kapjak a területről. Ezen digitális domborzatmodell (DDM) a későbbiekben szükséges volt a vízgyűjtő részletes vizsgálatához, mint a lejtőoldalak dőlése vagy kitettsége, valamint fontos szerepe volt a szakaszok hossz és keresztmetszvény kialakításában.

A digitális domborzatmodell előállításához az 1 : 10 000-es topográfiai térkép szintvonalait használtam fel magassági értékeknek. Mivel a térképszelvény teljes területére nem volt szükségem, ezért egy már meglévő kis felbontású adatbázis alapján GRASS GIS szoftver segítségével egy előzetes magassági modellt hoztam létre. Ezen állomány alapján vízgyűjtő lehatárolást végeztem és lehatároltam a Váraljai-völgy teljes szakaszának pontos méretét. Mivel ennek az állománynak a felbontása nem volt megfelelő, a meglévő vízgyűjtő méretet megnőveltem 200 méterrel minden határán, így a felbontásból következően nem történt adatvesztés a vízválasztó határán, valamint a gerincek és a hátaik is részletesebb modellezésre kerültek. Ezzel elkülönítettem azt a területet, amit 10 méteres szintvonalkülönbséggel Quantum GIS szoftver segítségével digitalizáltam. A középhegységi felső szakaszjellegnek és a földtani képződményeknek köszönhetően a vizsgálati terület rendkívül tagolt. A völgyek mélyen bevágódtak, akár 5–10 méteres meredek völgyoldalak is találhatóak a területen. Ez a topográfiai térképen egyezményes jellel van megkülönböztetve. Ez azért okozott problémát, mert a vizsgálat során különösen fontosnak számít a vízfolyás és a közvetlen mellette elhelyezkedő völgyoldal helyzete. A valóságot megközelítő képet, csak úgy tudtam elérni, ha a szintvonalakat tovább digitalizáltam a meredek oldalakon és a vízfolyás medrében (FÁBIÁN SZ. Á. – PIRKHOFFER E. 2007).

Az így kapott már vektoros formában és magassági adatokkal rendelkező szintvonalakat „*Generate points along lines*” parancsal 5 méteres távolságonként pontokká alakítottam. Ezt követően a GRASS GIS domborzatmodell előállításához alkalmazható „*Regularized spline tension*” interpolációs eljárását használtam. Az eljárás megértéséhez a „gumilepedő” példát szokták felhozni, miszerint a pontok közötti magassági értékek interpolálása hasonlóan történik. Azért ezt alkalmaztam, mert a más interpolációs digitális

domborzatmodell képző eljárásokkal történő próbák során, mint amilyen az „*inverse distance weight*” (IDW) a valóságot nem kellően tükröző modellt kaptam. A „*Regularized spline tension*” eljárás tehát amellett, hogy a vizsgálati céljaimnak a leginkább megfelelt, valóságosabb és szebb képet is ad a felszínről².

Az interpolálás során a legnagyobb pontosság eléréséhez az alábbi beállítási paramétereket alkalmaztam. A „*tension*” értéke határozza meg, hogy a felszínt mennyire „húzza rá” a meglévő magassági értékekkel rendelkező pontokra. Erre többszöri próbálkozás után 40-es értéket találtam a legmegfelelőbbnek. A „*smoothing*” paraméter segítségével tudtam volna elsimítani a kimagaslóan eltérő értékeket, de erre nem volt szükségem, így ezt a legalacsonyabb értéken 0.1-en hagytam. Az egy szegmensre jutó maximális pontok értékét „*maximum number of points in a segment*” 40-re állítottam. Mivel a szintvonalak nagyon közel haladnak el egymás mellett és ezt nem hagyhattam figyelmen kívül, a „*minimum distance between points*” értékét 4.5-re határoztam meg. Az így kapott digitális domborzatmodell a valóságot a terepi megfigyeléseim jól megközelíti (3.2-1. ábra).



3.2-1. ábra Digitális domborzatmodell NVIZ megjelenítésével (szerk.: KALMÁR P. 2014)

² http://grasswiki.osgeo.org/wiki/RST_Spline_Surfaces

3.2.2. *Folyómeder térképezés*

3.2.2.1. *Az alkalmazott módszer ismertetése*

A jelen tanulmányhoz egy kutatássorozatból felépülő módszertan alkalmazhatóságát vizsgáltam meg. A Kaszowski és Krzemień (1999) által ismertetett módszertant a lengyel Kárpátok területén zajló kutatások során fejlesztették ki és számos egyéb területen is alkalmazták már vízfolyások vizsgálatára; például az Alpokban, a Massif Central és Skócia területén is (CHELMICKI & KRZEMIEN, 1999). A módszertan sajátossága abban áll, hogy rendkívül részletesen, rendszerezetten, pontokba szedve tárgyalja a vízfolyások jellemzésére szolgáló paramétereket és ezeket egy jegyzőkönyv segítségével a terepen könnyen kezelhetővé és a későbbiekben más vízfolyásokkal összevethetővé teszi. Különös hangsúlyt fektet a mederben található formákra, azok elhelyezkedésére és méretére, illetve egymáshoz való viszonyukra. A kutatás során ezen jellemző paraméterek felméréséhez a lehető legtöbb adatforrásra támaszkodtam. Az előzetes adatfeldolgozás során a topográfiai-, földtani-, katonai-, geomorfológiai-, térképállományok összegyűjtése történt meg. Ezen térképeket GRASS és Quantum GIS segítségével rendszereztem, így megkönnyítve a későbbi kezelésüket és a mélyebb összefüggések értelmezésében is nagy segítséget nyújtottak. A térképekből GIS rendszerek segítségével származtatott elsődleges adatokat nyertem, mint a domborzat és a földtani alap összefüggése.

A módszertan részeként szolgáló terepi jegyzőkönyv segítséget nyújt ahhoz, hogy milyen szempontokat vegyünk figyelembe a vizsgálat során. A jegyzőkönyv számos fő pontból és alpontokból áll, így rendkívül széleskörű adatokat tudunk felvenni a terepbejárások alkalmával. Ugyanakkor nem minden paraméter adható meg a terepi vizsgálatok során. Ilyen például a vízgyűjtő mérete vagy a felszínborítottság a vízgyűjtő területén. A hidrodinamikai jellegzetességek és a hidrometeorológiai körülmények szintén szubjektív értékeket képeztek, ezért ezeket más adatforrásokra támaszkodva (DDVIZIG, NOAA) vettem figyelembe.

Mivel a módszertan és a hozzá tartozó jegyzőkönyv és a magyarázó is csak lengyel és angol nyelven állt rendelkezésre, a kutatás első lépése volt, hogy értelmezsem és lefordítsam a magyar szaknyelvnek megfelelően az állományokat, ezzel jelentősen elősegítve a későbbi terepi vizsgálatokat. A fordításban nagy segítséget nyújtott SEBE K. et al. (2004) *Angol-magyar geomorfológia* szótára, illetve a formák keletkezésének és

folyamatainak megértésében LÓCZY D. (2005) *Geomorfológia I. Földfelszíni folyamatok és formák* című könyve. A lefordított jegyzőkönyv és hozzá tartozó magyarázó a mellékletben megtalálható.

A jegyzőkönyv pontjainak részletekbe menő értelmezését nem tartom szükségesnek, így csak egyes részeket emelek ki. Ismertetem azt, hogy az oda tartozó információkat miként értelmeztem valamint, hogy hogyan kaptam rájuk pontos értékeket a vizsgálataim során.

A területen mederszabályozási elemek nem figyelhetők meg. Ezt a részét a módszertannak megfelelően tehát nem is vizsgáltam.

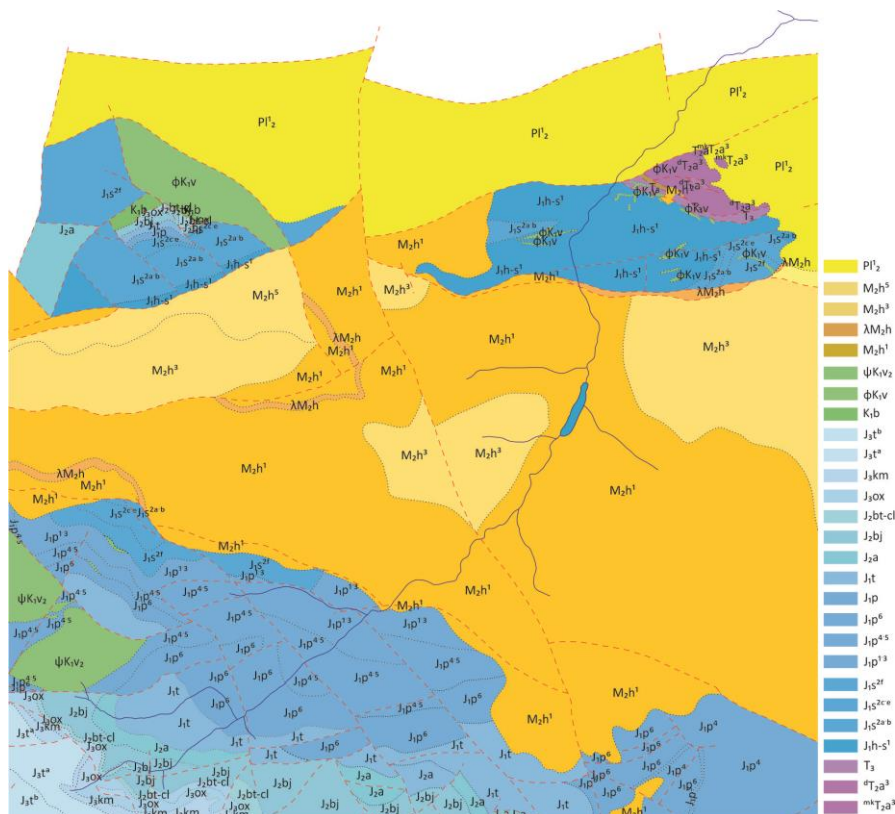
3.2.2.2. *A mederszakasz helyzete*

Az első rész általános információkat tartalmaz. Kicsoda, mikor és hol végzi a vizsgálatot. A vízfolyás melyik vízgyűjtő területéhez tartozik. Ebben az esetben ez a Váraljai-árok/Völgységi-patak/Sió/Duna rendszerébe tartozik. A meder szakasz munkaszáma és szakaszszáma pontosítja, hogy a vizsgált vízfolyáson hol helyezkedünk el. Ezeket az előzetes szakaszokat sikerült elkülöníteni az 1 : 10 000-es topográfiai térkép és témavezetőm segítségével.

3.2.2.3. *Geológiai*

Az 1 : 25 000 földtani térképet GIS szoftverben a területhez georeferálva használtam, így összefüggéseiben látszott, hogy a vízfolyás szakaszain milyen formációk és hozzájuk tartozó közettípusok találhatóak. A megállapításokra a terepi megfigyelések tapasztalatait és a különböző méretarányú fedetlen földtani térképek adatait használtam fel.

A megfelelő méretarányú Földtani térkép kiválasztása problémás volt, hiszen a terület mérete miatt, csak több 1 : 10 000 térképszelvény fedi le: Szászvár, Nagymányok, Kisújbánya, Óbánya, Mecseknádasd és ezen térképek közül kettő teszi ki a terület nagy részét, de ezek csak kéziratos formában álltak rendelkezésre (Szászvár, Óbánya). A területről készült 1 : 25 000 földtani térkép is, de a kutatásomhoz ennek a részletességét nem találtam megfelelőnek. Ezért a rendelkezésemre álló szelvényekből készítettem egy áttekintő Földtani térképvázlatot (3.2-2. ábra).



3.2-2. ábra Földtani térképázlat a Váraljai-árok környezetéről (1:10 000 és 1:25 000 Földtani térkép alapján)

A vizsgálati terület alaphegységét a Keleti-Mecsek szinklinális szerkezetét főként jura–alsó-kréta üledékes sorozata alkotja (BUDAI T. KONRÁD Gy. 2011 – HAAS ET. AL. 2010), ez jól kivehető a vizsgálati terület dél- dél-nyugati részén. Itt az alsó Júra kőzetek erősen tektonizáltak és változatos felépítésűek. A különböző összetételű mészkövek és mészmárgák, valamint homokkővek mellett, fontos szerepe van az alsó kréta vulkanikus kőzeteknek (Mecsekjánosi Bazalt formáció- Szamárhegyi Fonolit). A terület északi részén számos kőszénbánya található, ami az alsó júraban képződött (Mecsek Kőszén Formáció). Ezen a területen található a terület legidősebb kőzete is a középső triász „sárgabetétes mészkő”. A miocén kőzetek közül érdemes kiemelni a Szászvári Formációt. Alsó része tarka (vörösbarna, zöldesszürke, lila) aleurit, homok, homokkő, kavics, konglomerátum ciklikus váltakozásából álló folyóvízi-ártéri összlet (Szászvári Tagozat, „terresztrikus összlet”). Felsőrészét zöldesszürke folyóvízi-mocsári kifejlődésű agyag, homok, homokkő alkotja, barnakőszén, szenes agyag betelepülésekkel, fedőben megismétlődő sárga homokos kavics sorozatokkal (Mecseknádasdi Tagozat, „limnikus összlet”). Valamint fontos megemlíteni a Gyulakeszi Riolittufa Formációba tartozó riolittufa betelepüléseket is (GYALOG L. (szerk.) 1996).

A terület északi részére jellemző a fiatal Dunántúli Formáció Csoport, aminek jellemző kőzete a Limonitos homok, kavicsos homok, kőzetlisztes agyag. A térképvázlat nem jelöli a pleisztocén löszöket és a völgyégi patak területén található alluviális és deluviális kőzettörmelékű üledékeket. Ezeket csak az MFGI 1 : 100 000 online földtani térképén tudtam megtekinteni, de az eltérő méretarány miatt ezt már nem tudtam összevetni az általam használt térképállományokkal és jelölni is őket.

3.2.2.4. *Meder kereszt-szelvénye*

Ennek meghatározása a terepen nehéz feladat volt, hiszen a meder közvetlen kapcsolatban áll a völgy oldallal és a kettő határát sok esetben nincs értelme elkülöníteni. Ezeken a területeken csak a vízállás mértéke határozza meg, hogy mit tekintek medernek és hol határolom el a völgyoldaltól. Inkább átmeneti zónák találhatóak és így érintkezik a völgyoldal illetve a meder. Ezért külön terepi megfigyelési adatokat vettem fel a szakaszra jellemző meder kereszt-szelvényről és a hozzá tartozó völgyoldalak jellegéről, egy inklinométer segítségével. A domborzatmodell alapján is készítettem kereszt-szelvényeket, de ezek a szelvények már a teljes völgyoldaltól készültek és nem csak a vízfolyás közvetlen közeléről.

3.2.2.5. *Meder hossz-szelvénye*

A magyarázóban szereplő kategóriák segítségével, az adott szakaszra legjellemzőbb hossz-szelvény eldöntése a terepen meg is valósult.

Kísérletet tettem arra, hogy Váraljai-árok vízfolyás teljes szakaszán ezt a hossz-szelvényt először a domborzatmodell alapján elkészítsem. A topográfiai térkép vízfolyása alapján digitalizáltam a meder teljes hosszát, majd ezt a vonalat pontokká alakítottam 20 méterenként. Ezután a pontokat feltöltöttem a domborzatmodell magasságértékeivel és egy vonaldiagramként ábrázoltam.

3.2.2.6. *Folyópart*

A magasság meghatározás kategóriáit módosítanom kellett, mert széles intervallumokban változtak az értékek. Nem tartottam célszerűnek a felső szakasz kis vízhozammal és kevés energiával rendelkező szakaszok partoldalait egy kategóriába sorolni az alsó szakaszok nagyobb vízhozammal és energiával rendelkező, intenzíven

bevágódott vagy erodált partoldalaival összevetni. Itt egyszerűen a szakaszra legjellemzőbb átlagos magasság értékét használtam.

3.2.2.7. *Medermorfometria*

Az itt található értékeket a topográfiai térkép és a már meglévő domborzatmodell segítségével számoltam ki. A partok közötti szélesség és a maximális mederkitöltő mélység értékét a terepi munka során határoztam meg. Újra rákényszerültem, hogy saját kategóriákat hozzak létre a túl nagy intervallumértékek miatt.

3.2.2.8. *Mederformák*

A terepi vizsgálat során a folyásiránnyal megegyezően lefelé haladva minden ebben a kategóriában szereplő formát feljegyeztem. A méreteket leírtam és fotódokumentáltam a legjellegzetesebb formákat. A módszertanban nem szereplő nagy fatorlaszok (Large Woody Debris – LWD) elhelyezkedésére és méreteikre különös hangsúlyt fordítottam a terepi felmérések során. A formák helyének meghatározására kézi GPS eszközt használtam, így később pontosan meg tudtam határozni a formák abszolút pozícióját GIS szoftverek segítségével. A későbbi dinamikai szakaszok elkülönítésében is jelentős szerepet kaptak.

3.2.2.9. *Mederüledék*

A különböző formák feljegyzése mellett ezeket az értékeket is figyelemmel kísértem. A frakciók pontos meghatározását csak a terepen végeztem. Mintákat nem gyűjthettem mivel a terület a Keleti-Mecsek fokozottan védett területén helyezkedik el, így részletes szemcseelemzésem sincsen. A vízfolyás számos szakaszon a saját egykori üledékébe vágódik be és szállítja tovább azt. Ezen üledékek vizsgálata fontos lépés lehetne a jövőben hiszen a vízfolyás dinamikáját így lehetne pontosítani és szélesebb képet kaphatnánk a meder és a völgyfejlődéséről is.

3.2.2.10. *Vízgyűjtő morfometriája*

Az itt található értékeket a topográfiai térkép alapján számítottam ki. Ez azért okoz problémát, mert a területen erdőgazdálkodást folytatnak és a térkép készítése óta a vízgyűjtő jelentős változáson ment keresztül. Nem álltak rendelkezésemre frissebb adatok

a területre vonatkozóan, így a terepi felmérések során igyekeztem a lehető legtöbb adatot beszerezni a vízgyűjtőről. Ennek azért volt különös jelentősége, mert szerettem volna pontosabb képet kapni a nagy fatorlaszok mozgásával kapcsolatban. Honnan és hogyan kerülnek a mederbe. Mennyi az antropogén hatás ezen torlaszok kialakulásában és milyen problémákat vethetnek fel intenzívebb csapadékesemények során.

A vízfolyáson vízhozam mérést nem tudtam végezni így kénytelen voltam a DDVIZIG online rendszerének adataira támaszkodni. Ez alapján a Váraljai-árok vízfolyás éves középvízhozama (KÖQéves) 66 l/s.

4. Eredmények

4.1. Vízfolyás szakaszainak elkülönítése

Az egyik legfontosabb eredménynek tekinthető, hogy sikerült egyértelmű szakaszhatárokat elkülönítenem a Váraljai-árok fő vízfolyása mentén. Ez három fő lépésben valósult meg. Az első lépés során a topográfiai térkép alapján állapítottam meg, hogy hol lehetnek a különböző szakaszjellegek közötti átmenetek. Itt még nem történt komolyabb terepi vizsgálat és meglehetősen kevés adat állt a rendelkezésemre.

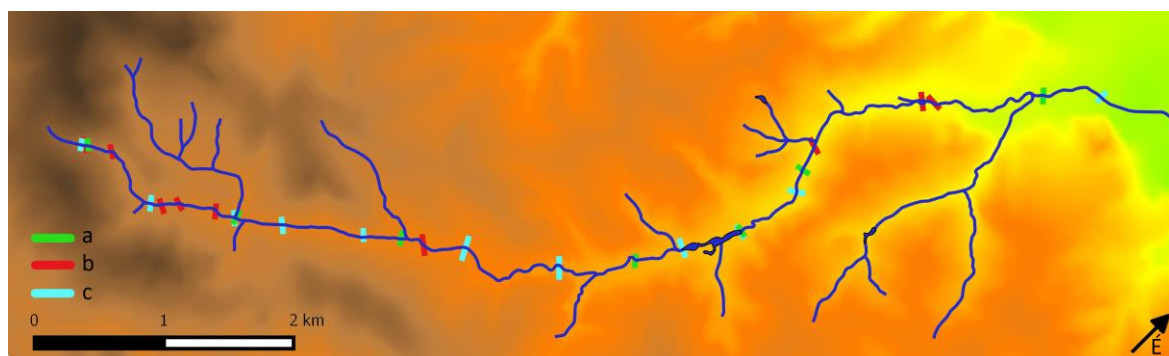
A második lépésben a földtani térképen szereplő közettani határokat vettem alapul. Ez alapján tíz részt lehetett elkülöníteni geológiai alapon a vízfolyás mentén (4.1-1. táblázat). Ezen táblázat általános képet ad arról, hogy milyen alapkőzetbe vágódik a vízfolyás, de a valóságban ez lényegesen összetettebb. A vízfolyás számos helyen a saját vagy a lejtő oldalról származó hordalékba és üledékekbe vágódik. Továbbá a földtani térkép nem tartalmazta a negyedidőszaki üledékeket, így ez egy előzetes szakaszolásnak tekinthető.

	Formációk:	Jele:	Jellemző kőzetek:
1.	Fonyászóí, Kisújbanai, Várkonyi Mészke F.	Jk, Jo	Tűzköves, kovás mészkő, gumós mészkő Tűzkölencsés, kovás mészkő, sárgásszürke mészkő
2.	Dorogói Mészmárga F. és Óbanai Mészke F.	Jbtc	vörös és szürke mészmárga és mészkőgumós márga
3.	Komlóí Mészmárga F.	Jb	szürke, foltos mészkő, és kőzetlisztes márga
4.	Komlóí Mészmárga F.	Ja	szürke, homokos márga és mészmárga
5.	Óbanai Aleurolit F. és Komlóí Mészmárga F.	Jt	Szürke, meszes aleurolit, palás, márgás aleurolit, agyagos mészkő
6.	Kecseháti Mészke F. Mecseknádasdi Homokkő F.	Jp Jp ⁴⁻⁵ Jp ¹⁻³	szürke crinoideas mészkő, kőzetlisztes márga, agyagmárga (4 és 5. rétegtag, 1-3 rétegtag)
7.	Szászvári F. Szászvári Tagozat (Gyulakeszi Riolitufa F.)	Mo ¹ λ	Durva kavics, konglomerátum, homok, homokkő (terresztrikus összlet)
8.	Mecseki Kőszén F.	Jhs	Homokkő, aleurolit, palás agyag, agyagkő, kőszéntelepek

9.	Mecsekjányosi Bazalt F. Szamárhegyi Fonolit Tagozat	Ψ	fonolit szubvulkáni test és telér
10.	Dunántúli F. Csoport	Pl ₁	Limonitos homok, kavicsos homok, kőzetlisztes agyag

4.1-1. táblázat A Váraljai-árok vízfolyás alapkőzetei 1 : 25 000-es Geológiai térkép alapján

A harmadik szakasz elkülönítés során állt rendelkezésemre a legtöbb adat és számos terepi bejárás tapasztalata. Ebben az esetben a KRZEMIEN, K. et al. (1999) által kidolgozott mederosztályozási módszertan formáit vettem elsődleges szempontnak a szakaszhatárok kijelölésére. A formák elhelyezkedéséről készített jegyzetek és fényképek alapján sikerült elkülönítenem a legjellemzőbb formák előfordulási térségeit. Ilyen meghatározó forma volt a rétegfejek kibukkanásánál található mederlépcsők és a meder kiszélesedésénél a lecsökkenő munkavégző képesség miatt keletkező zátonyok és „apró” szigetek, vagy a nagyobb munkavégző képességnél jelentkező alámosott partoldalak. Valamint fontos szempontként szerepelt a módszertanban nem szereplő, de általam kiegészített formák a fatorlaszok. Ezen szempontok alapján tizenkét különböző szakaszt sikerült elkülönítenem. A szakaszhatárokat ábrázoló mellékelt térképen (4.1-1. ábra) jól látszik, hogy ezek a formahatárok és a földtani formációk határai a felső szakaszon mutatnak hasonlóságot. Véleményem szerint ez jól kirajzolja, hogy a felső szakaszon a geológiai alap és a réteglépcsők mennyire meghatározóak a vízfolyás fejlődésében. Az alsó szakaszokon már nagyobb arányban az akkumulációs formák a jellemzőek, mint a fatorlaszok vagy a zátonyok, de innen sem lehet kizárni a földtani alap és a tektonikai hatások jelentőségét. Hiszen az alsóbb területeken is találhatóak nagy energiájú, gyors lefolyású és bevágódó szakaszok ahol a vízfolyás eléri az alapkőzetet.



4.1-1. ábra A különböző szakaszhatárok elhelyezkedése (a: topográfiai térkép; b: geológiai határok; c: formák által képzett határok) (szerk. KALMÁR P. 2014)

4.2. Mederformák

A mederben található formák és elhelyezkedésüknek a vizsgálata az egyik fontos lépés volt a kutatásom során. Itt ténylegesen kvalitatív és kvantitatív adatokat kaptam arról, hogy hol helyezkednek el a vízfolyás területén és milyen méretek jellemzik őket.

A korábban is említett mederlépcsők vagy réteglépcsők a teljes szakaszon meghatározóak, de a számuk és méreteik jelentősen eltérőek (4.2-1. *Kép*). A lépcsők mintázata és rétegzettsége viszont nagyon hasonló. A felső szakaszon a Farkás-árok végéig az alábbiak szerint jellemezhető. A lépcsők mintázata a folyásirányhoz (2.7.2.4³) transzverzális vagy ferde. A lépcsők mintázata a rétegekhez és a rétegdőléshez (2.7.2.6³; 2.7.2.7³) megegyező. Erre magyarázat lehet, hogy a kis vízhozamnak köszönhetően nincs elég ereje a víznek ezt befolyásolnia. Ez utal arra, hogy a kőzetminőség és a tektonika milyen nagymértékben meghatározza a meder és a völgy fejlődését. A lépcsők méreteikben széles az eltérés. Az egészen nagy, akár 1,5 méteres szintkülönbségeket is létrehozó rétegfektől az 5–10 centiméteresekig széles a gyakoriságuk. A legjellemzőbb lépcső méret 20–30 centiméter között található.



4.2-1. *Kép Réteglépcsők* (fotó: KALMÁR P. 2014)

Mivel a rétegek kibillent állapotban találhatóak, így jellemzően a lépcsők felső szakaszán létrejöttek enyhe dőlésű, de kemény sík meder felszínek. Itt lelassul a vízfolyás

³ A mellékletben szereplő jegyzőkönyv vonatkozó pontja

és a szemcseméretnek megfelelően, osztályozottan lerakja a hordalékát. Az általam megfigyelt alacsony és közepes vízállásnál, csak a finom szemcsék, mint a homok és az ettől kisebb frakciók jutnak át a mederlépcsőkön. Mivel a lépcső után nagyon jó „medencék” vagy „rekeszek” találhatóak a dőlt rétegeknek köszönhetően (jellemzően 30–45°-ban dőlt), ezért itt nagyon finom üledék akkumulálódhat. Ebben a finom anyagban találhatóak az átlagosan 5–10 cm mélységű eróziós mélyedések, de a legmélyebbek akár 50 cm mélységet is elérhetik. Ezt a lépcsőről leérkező víz tehetetlensége és az azt követő áramlás hozza létre. Az alsó szakaszon a tavak után található „parkerdős” részen a vízfolyás és már a fiatal kőzetek találhatóak meg (miocén-aleurolit, pleisztocén folyóvízi üledékek). A 40–50 cm átmérőjű tölgyfáknak és bükköknek kifejlett gyökérzetük van. Ez hasonlóan a réteglépcsőkhöz kialakíthat dinamikát befolyásoló nagy energiájú szakaszokat (4.2-2. Kép). A meder valószínűleg áthelyeződhetett vagy mélyebbre vágódhatott, hiszen a jól kifejlett, magas (7-8 méter) fák nem növekedhettek volna a meder közepén. Ezen felgyorsuló szakaszok után is találhatóak 30–40 cm mély és akár 2–3 m átmérőjű eróziós mélyedések.



4.2-2. Kép A fák gyökérzetén felgyorsuló és eróziós mélyedést kialakító forma (fotó: KALMÁR P. 2014)

A vízfolyáson zúgót és sellőt, csak az alsó szakaszon figyeltem meg és nem lehetett őket egyértelműen elkülöníteni a többi formától. A völgy oldaláról tömegmozgásokkal bekerülő nagyobb tömbök mozgása és elhelyezkedése további figyelmet érdemelne. Az ezek közt gyakran a kisebb elakadó faágakból és behulló levelekből gátak jönnek létre. A nagyobb intenzitású csapadéknál valószínűleg ezek a 30 cm-nél nagyobb keresztátlójú kőzettömbök is szállítódnak és jobban osztályozódnak, ami elősegítheti a zúgók és sellők kialakulását (LÓCZY D. 2004).

A partoldalak a Váraljai-árok területén változatosan oszlanak el. A völgyfő térségében gyakran meredek horhosokkal és vízmosásokkal kezdődnek a vízfolyások. Jellemzőek az eróziós-deráziós vízmosások, itt még nem lehet egyértelműen partoldalakat elkülöníteni. A harmadik szakaszon találhatóak kisebb partoldalak, ezek mérete 20–40 cm között változik. A völgyoldalban gyakoriak a kőzetkibukkanások, amik kitérítik a vízfolyást és egy kanyargó mozgás indulhat meg, ezért itt már megfigyelhetők kisebb alámosott partoldalak. Itt a völgy nem annyira meredek és több helye van a vízfolyásnak. A Farkas-árok területén a vízfolyás intenzíven bevágódik, itt 1–1,5 m magas partoldalak is megfigyelhetők. Az alatta található szakaszokon kiszélesedik a völgy és a vízfolyás is intenzívebb laterális eróziót végez. Ezen a szakaszon alluviális szintek is megfigyelhetők. Ezek az egészen nagy akár 10–15 m hosszúak és 5–6 méter szélesek is lehetnek, de megfigyeltem egészen vékony a lejtőoldal és a meder között elhelyezkedő 0,5 m széles és 6 m hosszú jól osztályozott kavicsanyagból felépülő egykori szintet is. A meredek völgyoldaloknak köszönhetően jellemzőek még a tömegmozgással bekerülő hordalékok elszállítása és erodálása is, itt is kialakulhatnak jól elkülönülő alámosott és meredek partoldalak.



4.2-3. Kép Alámosott partoldal a hatodik szakaszon (fotó: KALMÁR P. 2014)

A zátonyok elhelyezkedését tekintve az első szakasz kivételével szinte mindenhol megfigyelhetők, de felépítő anyagukban és méretükben jelentősen eltérőek. A felső szakaszokon a réteglépcsők után és a fatorlaszok előtt lerakódott finomszemcséből képződnek és a kanyarulatokban figyelhetők meg, de ezek gyakran csak ideiglenes formák és a vízállás változásával könnyen áthelyeződnek vagy eltűnnek. A méretük sem mondható nagynak, átlagosan 0,5 m hosszúak és 40 cm szélesek. Az alsóbb szakaszokon

már nagyobb kavicsokból kialakuló váltózátanyok is megfigyelhetők (4.2-4. Kép). Ezek már állandóan megfigyelhetők és jól osztályozott 10–15 cm átmérőjű kavicsanyagból épülnek fel. Ugyanakkor a lejtőoldalról bekerülő finom szemcséknek és a fatorlaszoknak köszönhetően itt is találhatóak kisebb idéglenes zátanyok is. A terepbejárás kori alacsony vízszintnek köszönhetően a zátanyok 90%-a kilátszott a vízből, de az intenzív csapadékeseményeknél érdekes lenne megfigyelni, hogyan változnak és mikor épülnek, pusztulnak. A vízfolyás 5,6, 7 és 10. szakaszán találhatóak kisebb szigetek. Ezek nincsenek állandóan vízzel körülvéve, de a szétágazó és áthelyeződő medrek miatt, kialakultak jól elkülönülő egykori szintet jelző szigetek. A méreteik változóak, de egészen nagy akár 15–20 m hosszú és 6–8 m széles szigetet is megfigyeltem.



4.2-4. Kép Kavics zátany és alámosott partoldal a tizedik szakaszon (fotó: KALMÁR P. 2014)

4.3. Nagy fatorlaszok (Large Woody Derbis – LWD)

A vízgyűjtő terület jelentős része erdővel borított. Ezek a tölgyesek, gyertyánosok és bükkösök szerepe a meder fejlődésében nem hagyható figyelmen kívül. A növényzeti takaró évszakonkénti ciklikus változása már komoly tényező lehet egy ilyen kisvízfolyás életében. Az általam alkalmazott módszertannak nem volt része a vegetáció által képzett formák, de a terepi megfigyelések során egyértelművé vált a dinamikában betöltött fontos szerepük. A levelek mennyiségére egy minimális adatokkal becsült példa: meder körülbelül tíz kilométer hosszú, ha ezen szakaszon átlagosan 5 méterenként van egy fa, ami ősszel körülbelül $0,5 \text{ m}^3$ levelet hullajt le, akkor az már 1000 m^3 szerves anyag, csak a levelekből, ami a mederbe kerülhet. Természetesen a levél nem csak a mederbe hullik, de a vízgyűjtő többi területéről is jelentős anyag szállítódik a völgytalpon található mederbe.

Ennek a nagy mennyisége helyben komposztálódik és elrohad. De nem csak a levelek kerülnek a mederbe és nem csak ősszel, hanem az elszáradó és letörő pár centi átmérőjű ágaktól a fél méter kerületű és akár 8 méternél is hosszabb fák is bedőlnek a völgybe és a mederbe (4.3-1. Kép). Ezek aztán közösen a különböző méretű meder üledékkel együtt gátakat és torlaszokat képeznek. A szakirodalomban találtam ezzel foglalkozó kutatásokat, így az angol kifejezése ennek a formának a „*large woody debris*” (rövidítése LWD) (LIENKAEMPER, G. W. et al. 1986). Kiemelik, hogy mennyire fontos e fatorlaszoknak a szerepe a vízfolyások élővilága szempontjából és a fakitermelés miként változtatja a természetes átmenetek képződését a vízgyűjtő és a vízfolyás között (BILBY, R.E. – WARD, J. W. 1991). Az általam vizsgált területen is aktív erdőgazdálkodást folytatnak, így fontosnak gondoltam ezen fatorlaszok bővebb vizsgálatát is.



4.3-1. Kép Nagy mennyiségű fatorlasz a Váraljai-árok felső szakaszán (fotó: KALMÁR P. 2014)

A terepi adatfelvételezésnél több kategóriába sorolva feljegyeztem a fatorlaszok elhelyezkedését és összetételüket. A bedőlt fáknál csak a nagyobbakra koncentráltam, amik hossza meghaladja az 5 m és legalább 10 cm átmérőjű. Az egyik leg egyszerűbb estnek tekinthető amikor a vízfolyás mellett helyezkedik el egy fa és az alámosás miatt elveszíti stabilitását és bedől a mederbe. Ehhez hasonló eset, amikor a meredek völgyoldal a vízfolyás hatására elveszíti a stabilitását és a fák tömegmozgásokkal kerülnek a mederbe. Egy összetettebb folyamat amikor a vízgyűjtő területen a vízfolyástól távolabbi részén kidől egy fa és lassú kúszás szerű mozgással a lejtőkön elindul a meder irányába. Ez meglehetősen lassú folyamatnak tekinthető és az aljnövényzet, valamint az avarszint nedvessége és a lejtőoldalak meredeksége erősen befolyásolja (4.3-2. Kép).



4.3-2. Kép A lejtőoldalon időszakosan becsúszó vagy "kúszó" fa anyag (fotó: KALMÁR P. 2014)

Mivel a területen aktív erdőgazdálkodást folytatnak ezért külön szempont szerint vettem figyelembe, hogy honnan származhatnak ezen fa anyagok. A természetes úton bekerülő fa mellett, fontos megemlíteni az antropogén módon nagy mennyiségű anyag bekerülését a vízfolyásba. A fakitermelés jellemzően a magasan fekvő hátakon történik. Az erdőgazdálkodás során számos irtást alakítanak ki és sokszor csak a jó minőségű fatörzseket szállítják el, a kisebb ágakat és leveleket elégetik vagy nem foglalkoznak vele és ott hagyják a kitermelés helyszínén, esetleg közvetlenül a vízfolyásba helyezik el. Ennek egy része a hirtelen nagy esőzéseknel a völgyoldalakon és a kisebb mellékágakon a Váraljai-árok medrébe kerül. Ez fontos szerepet játszik több szakasz dinamikájában is, hiszen nagyobb energiával rendelkező mellékágakon a fahordalék gyorsan szállítható a hirtelen nagy csapadékeseményeknél, de a főmederbe kerülve gyakran nem tud tovább szállítani és akkumulálódik, teljesen vagy részben elgátolva a medret (4.3-3. Kép).



4.3-3. Kép Az egyik mellékágából származó nagy mennyiségű fatorlasz (fotó: KALMÁR P. 2014)

A meder fejlődését természetes úton is nagymértékben befolyásolja a vegetáció. Ugyanakkor az egyre gyakoribb hirtelen csapadékeseményeknél véleményem szerint ezen fatorlaszok veszélyforrásként is fontos szerepet tölthetnek be. A vízfolyás településhez közeli szakaszán számos átereszt, híd, gát és duzzasztó található. Ezen fa hordalékok figyelmen kívül hagyása az antropogén elemekben való feltorlódása esetén a meder áthelyeződését eredményezheti és kárt okozhat. Ezért véleményem szerint fontos lenne kialakulásukat és mozgásukat részletesebben megismerni.

4.4. Szakasz jelleg és dinamika

A vízfolyás szakaszainak elkülönítésénél már említettem, hogy milyen szempontok alapján határoltam el azokat. Itt szeretném kifejtetni, hogy a vizsgálataim alapján milyen jelleggel és dinamikával rendelkeznek ezek a szakaszok.

A legfelső *első szakaszon* a topográfiai térképen be van rajzolva a vízfolyás kezdete, de a tényleges kezdetét ennyire nem egyszerű megállapítani. A legfelső része egy nedvesebb völgyoldal, ami a Dobogó–Szószék csúcsoktól indul lefele. Itt még nincsen komoly bevágódás, a völgyoldalak dőlésszöge is csak 15–20°. A szószék alatt egyértelműen fontos szerepe van az erdészeti útnak, ami összegyűjti és egy határozott mederbe vezeti az areális lefolyású vizeket. Az út szerepe egyértelműen fontos a vízgyűjtő csapadékának az összegyűjtésében. Alatta egy eróziós völgy szakasz található, mivel állandó vízfolyással még nem rendelkezik, de helyenként rendkívül meredek 50–60° árokszerű eróziós völgy alakult ki, a növényzet fontos szerepet tölt be ennek az ároknak a stabilizálásában (4.4-1. Kép). Az árokba és felette már megfigyelhetőek nagyobb 5 méter hosszúságot meghaladó bedőlt fák.



4.4-1. Kép A Váraljai-árok vízfolyás kezdeti első szakasza (fotó: KALMÁR P. 2014)

Lentebb haladva egy újabb erdészeti utat keresztez a vízfolyás és innentől már mederben halad, alacsony vízhozammal, ez a *második szakasz* kezdete. Itt már megjelennek a réteglépcsők és a fatorlaszok. Az aljnövényzet nagyon szegényes és a meredek 30–40° völgyoldalakon a kidőlt fák kúszás szerű mozgással haladnak a vízfolyás felé (4.4-2. Kép). A réteglépcsők jellemző magassága 15–25 cm és lemezes mészkiválás is megfigyelhető rajtuk, de a legnagyobb réteglépcső. Ezen szakasz végén található a természeti viszonyoknál említett nagyobb mészkiválás.



4.4-2. Kép A vízfolyás mederrel és állandó vízhozammal rendelkezik (fotó: KALMÁR P. 2014)

A *harmadik szakasz* a mészkiválás utáni kiszélesedő résztől indul és az Északi-forráság összefolyásáig tart. A völgyoldalak lejtése már kevésbé meredek mint az előző szakaszon (20-30°) és a vízfolyás kanyargó mozgást is tud végezni. A kanyargó mozgásra az egyik lehetséges magyarázat a völgyoldalban kibukkanó réteglapok, amik kitérítetik a vízfolyást. Ezek a réteglapok jellemzően a bal partoldalon találhatóak és a kitérülő, valamint felgyorsuló és nagyobb energiával rendelkező vízfolyás a jobb partot erodálja (4.4-3. Kép). Ezért jellemzők a jobb völgyoldalon kialakuló kisebb csúszások. A tömegmozgások miatt a fák elveszíthetik a stabilitásukat és bedőlhetnek a mederbe, ebből a szakaszon több helyen is megfigyelhető volt fatorlaszok kialakulása.



4.4-3. Kép Tömegmozgással bekerülő fahordalék (Bal oldal) és réteglapok által kitérített és felgyorsuló meder (Jobb oldal) (fotó: KALMÁR P. 2014)

A *negyedik szakasz* a Farkas-árok felső szakasza. Itt a vízfolyás egy szűk és egyenes völgyszakaszon halad keresztül. A meredek 1,2 m magas partoldalak és a nagy görgetek jól tükrözik, hogy a vízfolyás itt nagy energiával rendelkezik és intenzíven bevágódik az egykori folyóvízi üledékekbe és lejtőtörmelékbe. Számos alámosott partoldal figyelhető meg. A fatorlaszok száma csak a több lépcsőszakaszból álló rétegfejeknél figyelhető meg és valamelyik partoldalhoz köthető. Valószínűleg a nagyobb csapadékeseményeknél még könnyen szállítódnak, de a vízhozam csökkenésével nem tudnak áthaladni a réteglépcsőkön és feltorlódnak. A völgytalpon egykori alluviális szintek is megfigyelhetők (4.4-4. Kép).



4.4-4. Kép Mélyen bevágódott negyedik szakasz (fotó: KALMÁR P. 2014)

Az *ötödik szakasz* a Farkas-árok középső részén található. A völgyoldalak rendkívül meredek 30–40° és a mellékágak a vízgyűjtő magasabb területeiről több tíz km³ fa anyagot szállítanak a mederbe, de a vízfolyás ezt nem tudja tovább szállítani. A fa anyag egy része természetesen tovább szállítódik, de a réteglépcsők miatt ismét fenn akad és az előző szakasznál említett módon valamely partoldalon feltorlódnak (4.4-5. Kép). A

jellemzően 30–40 cm magasságú réteglépcsők érdekessége a szabályos tömbös elválás és az alattuk található átlagos 20 cm mély és fél méter átmérőjű eróziós mélyedés. A 4 méterre is kiszélesedő mederben megfigyelhetőek zátonyok. A kavicsok és görgetek nem jól osztályozottak és az éleik minimálisan vannak lekerekítve.



4.4-5. Kép Réteglépcső egyik oldalán feltorlódó fahordalék és blokkosan elváló réteglépcső (fotó: KALMÁR P. 2014)

A hatodik szakasz a Farkas-árok alsó részén és az utána következő kiszélesedő völgy területén található. A lépcsők már nem jellemzőek erre a szakaszra és az alsóbb völgyszakaszon sem térnek már vissza. A kiszélesedő és kisebb lejtésű völgyoldalak miatt a vízfolyás kanyargó mozgást végez. Laterális erózióval alámossa a part és völgy oldalakat. Ezért jellemzőek az alámosott partoldalak és a bedőlt fák. Érdekességnek tekinthető az alámosott fa gyökérzetben fennakadó nagyobb görgetegek és fahordalékok, hiszen így egyszerre pusztul is a partoldal, de a hordalék miatt ideiglenesen stabilizálódik is (4.4-6. Kép). A kanyarulatokban nem ritka a 1,5–2 m magas partoldal és a tömegmozgásos völgyoldal. A szakasz alsó részén található egy legalább három szintet kirajzoló alluviális szakasz.



4.4-6. Kép Hordalékkal ideiglenesen stabilizálódott alámosott part (Bal oldal) és lejtőoldali tömegmozgás egy kanyarulatban (Jobb oldal) (fotó: KALMÁR P. 2014)

A *hetedik szakaszon* kiszélesedik a meder és nincsen olyan intenzíven bevágódva és a laterális erózió sem olyan nagy mértékű mint az előző szakaszon. A vízfolyásnak jelentősen kisebb az energiája, de itt is vannak keresztbe bedőlt fák és benne fennakadó fahordalékok. A szakasz középső részén szétágazó egykori medermaradvány található. Az egykori meder egy kavics és fa anyagból elgátolódott. Mohás, füves növényzet is megtelepedett rajta. A szakaszon jellemzőek még a kavicsátonyok és a nagyobb kanyarulatoknál a tömegmozgásos part és völgyoldalak.



4.4-7. Kép Bedőlt fa miatt képződött fatorlasz gát (Bal oldal) és kanyarultban kialakuló alámosott partoldal és tömegmozgás (Jobb oldal) (fotó: KALMÁR P. 2014)

A *nyolcadik szakaszon* a vízfolyáson már érzékelhető az antropogén elemek hatása. Mivel ez a szakasz a felduzzasztott horgásztavak felett található rossz állapotban lévő régi üledékfogók találhatóak és kibetonozott „gázló” elemek. A szakasz elején és a hordalékfogó gátaknál még intenzíven bevágódik, de utána lecsökken az ereje és a fák gyökerei között lassan halad, kisebb mélyedéseket alakít ki.

A *kilencedik szakasz* a felduzzasztott három részből álló horgásztavakat jelenti. A tavakat a nyolcvanas években rekreációs célból hozták létre a közeli gyermektábor miatt. A legfelső tavat 2014 augusztusában a feliszapolódás miatt leeresztették és kimélyítették (4.4-8. Kép). A vízfolyás fejlődésében és dinamikájában jelentős szerepe van a tavaknak.



4.4-8. Kép Felső-tó mederrendezés után (Bal oldal) és az alsó gát (Jobb oldal) (fotó: KALMÁR P. 2014)

A *tizedik szakasz* a tavak után közvetlen található. A gátak után ismét van energiája a vízfolyásnak, mélyen bevágódik magas partoldalakkal. Az alámosott, gyakran 1–2 m meredek partoldalak egykori folyóvízi üledékekből épülnek fel. Az alapkőzet finomabb agyagos, aleurolitos homokkő. Réteglépcsőknek nem tekinthetők, de mégis befolyásolják a vízfolyás dinamikáját. Ahol több volt a finomabb és könnyen erodálható kőzetanyag ott nem ritkák az 1–2 m széles és 3–4 m hosszú mély szakaszok. Jellemzőek a jól lekerekített kőzetekből felépülő váltózátanyok (4.4-9. Kép).



4.4-9. Kép Kavicszátanyok a tizedik szakason (fotó: KALMÁR P. 2014)

A *tizenegyedik szakasz* a Váralja település területén található. A kezdeti parkerdős részen találhatóak egykori elhagyott mederágak, de utána már antropogén mederszabályozó elemekkel árokban vezetik el a vízfolyást. A meder mélyen bevágódott és erodálja a meredek partoldalát. A partoldalakat a fontosabb utak és hidak mellett beton lapokkal stabilizálják, valamint átereszekkel szabályozzák. A lakók a telkek mellett a medret sajátos módon szabályozzák, építkezési hulladékkal és egyéb megoldásokkal (4.4-10. Kép), de megfigyelhető szakszerű a vízügyi hatóság által gabionhálós kőzsákkal védett lakóingatlan is.



4.4-10. Kép Egyszerű házi módszerrel stabilizált partoldal és gabion kőzsákkal védett partoldal (fotó: KALMÁR P. 2014)

A tizenkettedik szakasz a település után található mezőgazdasági terület és a Völgységi-patak összefolyásáig tart. Itt teljesen lineárisan egy 2–3 m mély és 1,5–2 m széles árokban halad a vízfolyás. A partoldalakat lágyszárú és fűves vegetáció stabilizálja. A nagyobb vízhozamot jól ki lehet venni az elfektetett vegetáció szintjéből (). A Völgységi-patakon szintén jól látszik egy 2014 tavasz-nyári szakaszán bekövetkezett áradás nyomai.



4.4-11. Kép Árkosított vízfolyás és összefolyás a Völgységi patak (fotó: KALMÁR P. 2014)

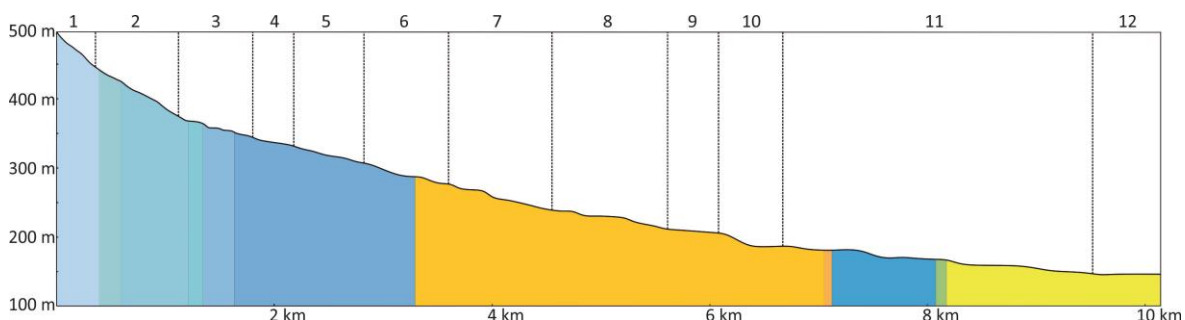
4.5. Diszkusszió

Jelen tanulmány a Kaszowski & Krzemień (1999) és Kamykowska et al (1999) által kidolgozott módszer hazai tesztjének tekinthető, minden hibájával és korlátjával együtt. A kutatás sorozat több lépésen keresztül vizsgálta a módszertan alkalmazhatóságát egy kis természetes jellegű vízfolyáson. A Váraljai-árok vízfolyás fő folyószakaszán sikeresen alkalmaztam a módszert. A kapott eredmények metodikailag megfelelnek a korábbi kutatásokban dokumentált paramétereknek, de nem vethetők össze abszolút értelemben

(Krzemień 1999). Ahhoz, hogy magyar mintaterületen is értelmezhető legyen szükséges a vizsgálatok folytatása, valamint kiterjesztése.

A morfodinamikus szakaszok elkülönítésében meghatározó a földtani felépítés, akár térképi (ld. topográfiai és földtani fedett térképek), akár a terepi tapasztalatok alapján. Ugyanakkor a teljes vízfolyás vizsgálata során bővebb képet kaptam arról, hogy a völgy alsóbb szakaszain a fiatalabb üledékekbe vágódó vízfolyás szakaszainak elkülönítésében fontos szerepe van a gyorsan változó ideiglenes formáknak, mint a fatorlaszoknak vagy az antropogén hatásoknak.

A szakaszok földtani formációkkal való összefüggését és az alábbi hossz-szelvény ábrázolja (4.5-1. ábra). A szakaszokra leginkább jellemző formák és gyakori méreteik az alábbi táblázatban vethetőek össze (4.5-1. táblázat).



4.5-1. ábra Hossz szelvény formák szakaszhatáraival és földtani alappal (szerk. KALMÁR P. 2014)

	réteglépcsők	jellemző magasság	eróziós mélyedések	jellemző mélység	alámosott part	jellemző magasság	zátony és sziget	jellemző hosszúság	LWD	jellemző hosszúság
1.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2.	8	30 cm	4	10 cm	–	–	6	50 cm	10+	2 m
3.	10	25 cm	7	20 cm	6	50 cm	2	50 cm	4	1 m
4.	9	40 cm	5	30 cm	10	80 cm	3	2 m	4	2 m
5.	20+	45 cm	10+	30 cm	8	80 cm	2	1 m	6	4 m
6.	5	20 cm	3	20 cm	10+	1,2 m	2	6 m	10+	8 m
7.	1	15 cm	2	40 cm	6	1,2 m	4	6 m	8	6 m
8.	–	–	2	30 cm	2	40 cm	6	4 m	4	2 m
9.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10.	–	–	4	50 cm	8	1 m	6	4 m	4	1 m
11.	2	20 cm	–	–	10+	2 m	4	2 m	1	1 m
12.	–	–	–	–	4	2 m	–	–	–	–

4.5-1. táblázat A Váraljai-árok vízfolyás területén felvett formák jellemző méretei (szerk. KALMÁR P. 2014)

A vízgyűjtő terület teljesen erdővel borított: tölgy, gyertyán és bükk zárja a társulásokat. Ez alól kivételt csak a település és külterülete jelent. Így a fák szerepe a meder fejlődésében sem hagyható figyelmen kívül. A növénytakaró évszakonkénti ciklikus változása már komoly tényező egy ilyen kisvízfolyás életében. A leveleken túl más szerves eredetű anyagok is kerülnek a mederbe. Ezek aztán közösen a különböző mederüledékekkel együtt gátakat és torlaszokat képeznek. E torlaszok vizsgálatára nem tér ki az eredeti módszer. Ezért jelen kutatás során különösen fontos szerepet kapott a fatorlaszok vizsgálata. Ennek eredményeképp a fatorlaszok elhelyezkedésére jellemző a különböző forrás terület és eltérő méretek. A hátakon folytatott fakitermelés és a mellékvölgyekből származó nagy mennyiségű fahordalék a főmederbe érve nem képes elszállítódni vagy csak ideiglenesen a hirtelen csapadékeseményeknél. A természetesen úton alámosott vagy tömegmozgásokkal bekerülő fák a mellékvölgyekből származó fahordalékkal közösen képesek elgátolni a vízfolyást és kitéríteni medréből. Véleményem szerint e folyamatok jelentősen befolyásolják a vízfolyás dinamikáját és a recens völgyfejlődést.

A terepi megfigyeléseink alátámasztják azt az általános és régi szakirodalmi megállapítást, hogy a klasszikus alsó, középső és felső szakaszok kialakulása és térbeli rendje nem követi a vízgyűjtő általános hegységi domborzatát. A tizenkét kijelölt, formák által képzett szakasz nem különül el éles határokkal, átmeneti zónákkal kapcsolódnak össze. A kialakult és oly jellemző mederlépcsőket alapvetően nem a vízfolyás, hanem a földtani felépítés és szerkezet eredményezte (ld. 2–5 szakasz). A réteglépcsős szakaszok és e szakaszokra jellemző meredek, domború lejtők igazolják a Keleti-Mecsek jelenkori emelkedő mozgását (DUNKL I. 1992.). E lépcsőket a vízfolyás, illetve a völgyformáló folyamatok lényegében csak feltárták, így viszont a vízfolyás réteglépcsős szakaszain hidromorfológiai dinamikáját meg is szabják.

5. Összegzés

A kutatás során megvizsgáltam a Kaszowski és Krzemień (1999) és Kamykowska et al. (1999) által kidolgozott mederosztályozási módszer hazai kisvízgyűjtőn történő alkalmazhatóságát. A vizsgált területre vonatkozó térképi állományok alapján és térképekből GIS szoftverek segítségével származtatott értékek segítségével részletes adatokat nyertem a vízgyűjtőről. Többszöri részletes terepbejárással a jegyzőkönyv

útmutatásai (ld. melléklet) alapján felvételeztem a mederben található formák paramétereit és helyzetét GPS eszköz segítségével a Váraljai-árok vízfolyás teljes szakaszán. A térképi állományok és a terepi vizsgálatok jegyzőkönyve alapján, sikerült tizenkét, dinamikájában határozottan elkülönülő, fő szakaszt meghatározni. Ezen szakaszok átmenetekkel kapcsolódnak egymáshoz még is jól elkülönülnek. Ennek magyarázata a különböző formák elhelyezkedésében található, ami a földtani alapra és az antropogén hatásokra egyaránt utal. E szakaszokat részletesen jellemeztem, mind formakincsét, mind földtani felépítését és antropogén hatásait illetően. A formakincs leírását kiegészítettem a fatorlaszok (LWD) felvételezésével, mert szerepük jelentős a mederformálódásban és a völgy recens fejlődésében. Terepi megfigyeléssel rögzítettem a völgy több pontján az LWD hatására végbemenő mederváltozásokat. A vizsgált vízfolyás felső szakaszán (Farkas-árok végéig) a réteglépcsők a meghatározó formák. A mellékvölgyekből és a völgyoldalokról származó fatorlaszok a legjellemzőbbek a második és a hatodik szakaszon. A nagy fatorlaszokat a vízfolyás csak ideiglenesen tudja szállítani a hirtelen intenzív csapadékesemények során kialakuló áradásoknál, ez gyakran mederáthelyeződéssel is jár. A vízfolyás alsó szakaszain már az antropogén elemek a meghatározóak a dinamikai folyamatokban. A horgásztavak előtt a vízfolyás már elveszíti az energiájának jelentős részét, így az akkumulációs formák lesznek a meghatározók. A gátak után, duzzasztás hatására a tizedik szakaszon intenzíven, nagy energiával bevágódik a vízfolyás, meredek partoldalakkal, de ezt követően az alsó két szakaszon már teljesen lineárisan szabályozott a meder. Ezen alsó szakaszok (9-12.) már nem tekinthetők természet közeli állapotú medernek.

5.1.A kutatás további lehetséges céljai, irányai

A kutatást érdemes lenne kiterjeszteni más vízgyűjtő területekre. Így bővebb képet kaphatnánk különböző természetföldrajzi alappal rendelkező kis vízfolyások folyamataikról és fejlődésükről. Ezáltal sokkal több adat állna rendelkezésre, amelyeket össze lehetne vetni a már meglévő kutatásokkal. Jobban megismerhetnénk a katasztrofális időszakokban bekövetkező nagy mértékű változásokat és esetleg képet kaphatnánk a bevágódás és fejlettség mértékét befolyásoló viszonyokról is.

A növényzet hatásait részletesebben kellene vizsgálni a vízgyűjtő területén, hiszen ez egy olyan meghatározó tényező a vízfolyás fejlődésében, amit nem hagyhatunk figyelmen kívül.

A kutatási módszertant ki kell próbálni a Mecseken kívüli más hasonló középhegységű mintaterületeken is. Ez elősegítené, hogy jobban megismerjük a hazai középhegységi vízfolyások összetett folyamatait, általános jellemzőket, párhuzamosságokat vonjunk le belőlük.

5.2.Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek Dr. Fábián Szabolcs Ákosnak, amiért mindig segítséget nyújtott a kutatás során bármilyen felmerülő probléma megoldásában. Dr. Kovács István Péternek a GPS műszerek és egyéb adatok kezelésében történő segítségért, Dr. Varga Gábornak a mindig objektív szakmai tanácsaiért.

A lengyel kollégáknak a módszertan terepi alkalmazásában történt közreműködésért. Eliza Płaczkowska-nak, Anita Bernatek-nek és különösen köszönöm a segítséget Mateusz Sobucki-nak, nélkülük ez a kutatás nem valósulhatott volna meg.

Szeretném megköszönni mindenkinek, aki részt vett a terepbejárásokon és ezáltal is segítette a munkámat.

A barátaimnak akiknek a biztatása nélkül, biztosan nem készültem volna el és természetesen családomnak akik mindig velem vannak.

Továbbá szeretném megköszönni minden olyan hallgató társamnak, akik tanácsukkal, segítségükkel vagy véleményükkel elősegítették a kutatásomat. A PTE-TTK Földrajzi Intézet minden oktatójának köszönöm a lehetőséget, hogy szélesítették nézőpontjaimat és tanulhattam tőlük.

6. Irodalomjegyzék

- ÁDÁM, L., MAROSI, S., & SZILÁRD J. (1990). Domborzati adatok (A Mecsek-hegység). Dunántúli-dombság. In: Marosi S., & Somogyi S. (szerk.), *Magyarország kistájainak katasztere* (pp. 547–550). Budapest, MTA FKI.
- AMBRÓZY P. – KOZMA I. 1990. Dunántúli dombság – Éghajlati adatok. – In: MAROSI S. – SOMOGYI S. (szerk.) *Magyarország kistájainak katasztere II.* MTA FKI. Budapest.
- BILBY, R.E., WARD, J.W 1991. Characteristics and function of large woody debris in streams draining old growth, clear-cut and second-growth forests in southwestern Washington. *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. 48:2499-2508.
- BUTZER, K. W. 1986. A földfelszín formakincse. Gondolat Kiadó, Budapest. 520 p.
- BUDAI T. – KONRÁD GY. 2011. Magyarország földtana. Egyetemi jegyzet. PTE TTK. p. 9.
- CHELMICKI, W. – KRZEMIEŃ, K. 1999. Channel typology for the river Feshie in the Cairngorm MTS. Scotland. – in Krzemień, K. (ed.) *River Channels – Pattern, Structure and dynamics*. Institute of Geography of the Jagiellonian University. Cracow. pp. 57–67.
- CZIGÁNY, SZ., PIRKHOFFER, E., BALASSA, B., BUGYA, T., BÖTKÖS, T., GYENIZSE, P., . . . GERESDI I. (2010). Villámárvíz mint természeti veszélyforrás a Dél-Dunántúlon. *Földrajzi Közlemények*, 134 (3), 281–298.
- CZIGÁNY, S., PIRKHOFFER, E., FÁBIÁN, SZ. Á., & ILISICS, N. (2010). Flash floods as natural hazards in Hungary, with special focus on SW Hungary. *Riscuri si Catastrofe*, 8 (1), pp. 131–152.
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) 2010. Magyarország kistájainak katasztere. – MTA FKI, Budapest. pp. 488–492.
- DUNKL, I. (1992): A Kelet-Mecsek hőtörténete, kiemelkedése a fission track adatok tükrében - előzetes tanulmány. – Ált. Földt. Szemle, 26, pp. 163-168.
- FÁBIÁN SZ. Á. – PIRKHOFFER E. 2007. Térinformatika és digitális térképészet. – In: NAGYVÁRADI L. – VARGA G. (szerk.): *Térinformatika és Alkalmazása*. PTE TTK Földrajzi Intézet. Pécs. p. 19., p. 28.
- FÁBIÁN, SZ. Á., GÖRCS, N. L., KOVÁCS, I. P., RADVÁNSZKY, B., & VARGA, G. (2009). Reconstruction a flash flood event in a small catchment: Nagykónyi, Hungary. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 53 (2), pp. 123–138.
- HORRTON, R.E 1945. Erosional development of streams and their drainage basins. *Geological Society of America Bulletin* 56. pp. 275-370.
- KAMYKOWSKA, M. – KASZOWSKI, L. – KRZEMIEŃ, K. 1999. River channel mapping instruction. Key to the river bed description. – in KRZEMIEŃ, K. (ed.) *River Channels – Pattern, Structure and dynamics*. Institute of Geography of the Jagiellonian University. Cracow. pp. 9–25.

- KASZOWSKI, L. – KRZEMIEN, K. 1999. Classification systems of mountain river channels. – in KRZEMIEN, K. (ed.) *River Channels – Pattern, Structure and dynamics*. Institute of Geography of the Jagiellonian University. Cracow. pp. 27–38.
- KERTÉSZ Á. 1997. A térinformatika és alkalmazásai. – Holnap Kiadó, Budapest. pp. 93-117.
- KRZEMIEN, K. 1999. Structure and dynamics of the high-mountain channel of river Plima in the ortler-cevedale massif (south Tirol). – in KRZEMIEN, K. (ed.) *River Channels – Pattern, Structure and dynamics*. Institute of Geography of the Jagiellonian University. Cracow. pp. 41–54.
- LEHMANN A. 1995. Földrajzi tanulmányutak a Mecseken és környékén. – Janus Pannonius Tudományegyetem, Pécs. pp. 67–102.
- LEOPOLD L.B. & WOLMAN, M.G. 1957. River Channel Patterns: Braided, Meandering, and Straight. U.S Geological Survey, Washington D.C 39-85. (Professional Paper 282-B)
- LIENKAEMPER, G.W., – SWANSON, F.J. 1986. Dynamics of large woody debris in streams in old-growth Douglas-fir forests. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Forestry Sciences Laboratory, Corvallis. OR. pp. 150–155.
- LÓCZY D. – VERESS M. 2005. Geomorfológia I. Földfelszíni folyamatok és formák. Dialóg Campus, Budapest–Pécs. pp. 17–123.
- LÓCZY D. – VERESS M. 2005. Geomorfológia II. Földfelszíni folyamatok és formák. Dialóg Campus, Budapest–Pécs. pp. 363–387.
- LÓCZY D. 2011. A Kapos árterének hidromorfológiai és tájökológiai értékelése. MTA doktori értekezés, Pécs. pp. 11–26.
- LÓCZY, D. (2012). A folyómedrek morfológiai tipizálásának hierarchiája a nemzetközi irodalomban. *Földrajzi Közlemények* 136. (2). pp. 124-137.
- LOVÁSZ GY. - WEIN GY. 1974. Délkelet-Dunántúl geológiája és felszínfejlődése. Pécs. Baranya m. Levéltár. 215 p.
- LOVÁSZ Gy. (szerk.) 1977. Baranya megye természeti földraja. – Baranya Megyei Levéltár. Pécs. pp. 46–67., pp. 163–188.
- MARTIN, W. D., & JASON, P. J. (2005). The most-cited works in Geomorphology. *Geomorphology* 72. pp. 238–249.
- MALICKY, H., KRUŠNIK, C., MORETTI, G., NÓGRÁDI, S. (1986): Ein Beitrag zur Kenntnis der Chaetopteryx rugulosa Kolenati, 1848–Gruppe (Trichoptera, Limnephilidae).– Entomofauna, Zeitschr. f. Entomologie (Linz) 7 (1): 1-27.
- ÖRDÖG F. – HAJDÚ M. 1981. Tolna megye földrajzi nevei. Akadémiai Kiadó, Budapest. 840 p.
- PÉCZELY Gy. 1979. Éghajlat. – Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. pp. 282-284.
- SCHUMM, S. A. 1963. A Tentative Classification of Alluvial River Channels. U.S Geological Suvery Circular 477, Washington D.C. 10 p.

- SOMLYÓDY L. (2000). A hazai vízgazdálkodás és stratégiai pillérei. *Vízügyi Közlemények* 82. (3–4). pp. 377–414.
- SEBE K. – KOVÁCS J. – TÓTH G. – CSISZÁR CS. 2004. Angol–Magyar geomorfológiai szótár. Pécs–Szombathely. 236 p.
- STRAHLER, A.N 1957. A Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. *American Geophysical Transactions* 38. 913-920.
- SZABÓ J. 1998. A víz földrajza. – In: Borsy Z. (szerk.): Általános Természetföldrajz. Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest. pp 160–200.
- VADÁSZ E. 1935. A Mecsek hegység. Magyar tájak földtani leírása I. – Magyar Királyi Földtani Intézet, Budapest. pp. 17–20.

Elektronikus források:

Kutatófurások hazánkban:

<http://loczy.mfgi.hu/furas/> (2013.5.8)

Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság. Vízügyi Információs Rendszer

<http://ddvir.ddvizig.hu:8000/ddvir/flex/ddvir.html#> (2013.04.30)

7. Ábrajegyzék

2.2.–2.2-1. ábra A Váraljai-völgy Google Earth felvételen (2014.).....	6
4.2-1. ábra Digitális domborzatmodell NVIZ megjelenítésével (szerk.: KALMÁR P. 2014)	16
4.2-2. ábra Földtani térképvázlat a Váraljai-árok környezetéről (1:10.000 és 1:25.000 Földtani térkép alapján).....	19
5.1-1. ábra A különböző szakaszhatárok elhelyezkedése (a: topográfiai térkép; b: geológiai határok; c: formák által képzett határok) (szerk. KALMÁR P. 2014)	24
5.4-1. ábra Hossz szelvény formák szakaszhatáraival és földtani alappal (szerk. KALMÁR P. 2014).....	38
2.1.–2.1-1. Kép Természetes vízfolyás a vizsgált területen (fotó: KALMÁR P. 2013.).....	5
2.3.-2.3-1. Mésztufa kiválás (fotó: KALMÁR P. 2012.).....	8
2.3-2. Kép Váralja településtől keletre található völgyhát (fotó: KALMÁR P. 2014.)	10
5.2-1. Kép Réteglépcsők (fotó: KALMÁR P. 2014).....	25
5.2-2. Kép A fák gyökérzetén felgyorsuló és eroziós mélyedést kialakító forma (fotó: KALMÁR P. 2014)	26
5.2-3. Kép Alámosott partoldal a hatodik szakaszon (fotó: KALMÁR P. 2014).....	27
5.2-4. Kép Kavics zátony és alámosott partoldal a tizedik szakaszon (fotó: KALMÁR P. 2014).....	28
5.3-1. Kép Nagy mennyiségű fatorlasz a Váraljai-árok felső szakaszán (fotó: KALMÁR P. 2014).....	29

5.3-2. Kép A lejtőoldalon időszakosan becsúszó vagy "kúszó" fa anyag (fotó: KALMÁR P. 2014).....	30
5.3-3. Kép Az egyik mellékágból származó nagy mennyiségű fatorlasz (fotó: KALMÁR P. 2014).....	30
5.4-1. Kép A Váraljai-árok vízfolyás kezdeti első szakasza (fotó: KALMÁR P. 2012).....	31
5.4-2. Kép A vízfolyás mederrel és állandó vízhozammal rendelkezik (fotó: KALMÁR P. 2014).....	32
5.4-3. Kép Tömegmozgással bekerülő fahordalék (Bal oldal) és réteglapok által kitérített és felgyorsuló meder (Jobb oldal) (fotó: KALMÁR P. 2014).....	33
5.4-4. Kép Mélyen bevágódott negyedik szakasz (fotó: KALMÁR P. 2014).....	33
5.4-5. Kép Réteglépcső egyik oldalán feltorlódó fahordalék és blokkosan elváló réteglépcső (fotó: KALMÁR P. 2014)	34
5.4-6. Kép Hordalékkal idéglenesen stabilizálódott alámosott part (Bal olda) és lejtőoldali tömegmozgás egy kanyarulatban (Jobb oldal) (fotó: KALMÁR P. 2014).....	34
5.4-7. Kép Bedőlt fa miatt képződött fatorlasz gát (Bal oldal) és kanyarultban kialakuló alámosott partoldal és tömegmozgás (Jobb oldal) (fotó: KALMÁR P. 2014).....	35
5.4-8. Kép Felső-tó mederrendezés után (Bal oldal) és az alsó gát (Jobb oldal) (fotó: KALMÁR P. 2014)	36
5.4-9. Kép Kavicszátonyok a tizedik szakason (fotó: KALMÁR P. 2014).....	36
5.4-10. Kép Egyszerű házi módszerrel stabilizált partoldal és gabion közsákkal védett partoldal (fotó: KALMÁR P. 2014)	37
5.4-11. Kép Árkosított vízfolyás és összefolyás a Völgysegi patakkal (fotó: KALMÁR P. 2014).....	37

8. Mellékletek

8.1.Vízfolyás leírása	1.1 vizsgálat dátuma	1.2 vizsgálatot végzi
-----------------------	----------------------	-----------------------

2.1 MEDER SZAKASZ HELYZETE

2.1.1 vízfolyás vízgyűjtő területe				2.1.2 meder szakasz munkaszáma		2.1.3 meder szakasz egységesített száma		2.1.4 topográfiai térkép szelvény száma		2.3 MEDER KERESZT SZELVÉNY
2.2 GEOLÓGIA		2.2.2 földtan és tekt.	2.2.2.1 üledékbe vágódott meder		2.2.2.2 szálban álló kőzetbe bevágódott meder					
2.2.1 sztatigráfiai egység			2.2.2.1.1 üledék gen.	2.2.2.1.2 szemcseméret	2.2.2.2.1 kibukkanás mértéke	2.2.2.2.2 Kőzet típusa	2.2.2.2.3 (H) folyás iránya a rétegekhez		2.2.2.2.4 (V) folyás iránya a rétegekhez	2.4 MEDER HOSSZ SZELVÉNY
2.5 FOLYÓ PART										
2.5.1 külső megjelenés			2.5.2 Túlnyomó magasság			2.5.3 partoldalak meredeksége		2.5.4 partoldal stabilitás		

2.6 MEDER MORFOMETRIA						2.6.1 rendűség (Horton-Strahler.)			2.6.2 magasság tszf.		
2.6.3 folyó hossza	2.6.4 szakasz hossza	2.6.5 fejlettségi mutató	2.6.6 szakasz m. különbség	2.6.7 mederlejtés	2.6.8 partok közötti szélesség	2.6.9 ártér szélesség	2.6.10 kanyar szélesség	2.6.11 maximális mederkitöltő mélység	2.6.12 meder alakmutató	2.6.13 szétágazási mutató	

2.7. MEDER FORMÁK

2.7.1 folyó mederformák	2.7.1.1 alapkőzeten kialakuló formák					2.7.1.2 Üledékből kialakult formák		
2.7.2 meder lépcsők	2.7.2.1 számuk	2.7.2.2 Túlnyomó magasság	2.7.2.3 maximális magasság	2.7.2.4 lépcső mintázat (folyásirányhoz)		2.7.2.5 Földtan	2.7.2.6 lépcső mintázat (rétegekhez)	2.7.2.7 lépcső mintázat (rétegdőléshez)
2.7.3 eróziós mélyedés	2.7.3.1 számuk	2.7.3.2 Túlnyomó mélység	2.7.3.3 maximális mélység	2.7.3.4 struktúra		2.7.3.5 elhelyezkedés	2.7.3.6 csoportosulásuk	
2.7.4 zúgó/sellő és kottyanó	2.7.4.1 számuk	2.7.4.2 Túlnyomó távolság				2.7.4.3 mintázat		
2.7.5 alámosott part	2.7.5.1 számuk	2.7.5.2 Túlnyomó hosszúság	2.7.5.3 maximális hosszúság	2.7.5.4 Túlnyomó magasság		2.7.5.5 maximális magasság	2.7.5.6 kimosott anyag	2.7.5.7 elhelyezkedés
2.7.6 zátony és sziget	2.7.6.1 számuk	2.7.6.2 Túlnyomó hosszúság	2.7.6.3 maximális hosszúság	2.7.6.4 Túlnyomó szélesség		2.7.6.5 maximális szélesség	2.7.6.6 szemcseméret	
2.7.7 ártér	2.7.7.1 microrelief		2.7.7.2 természetes gát		2.7.7.3 elhagyott medrek		2.7.7.4 növényzeti fedettség	

2.8 MEDER ÜLEDÉK

2.8.1 üledék vastagság	2.8.2 méret eloszlás	2.8.2.2 maximális méret											
	2.8.2.1 Túlnyomó méret											Sum	medián
2.8.3 Petrográfiai összetétel				2.8.4 mederágy üledékeinek szerkezete							2.8.5 meder pajzs		

2.9 MEDER SZABÁLYOZÁSI ELEMEEK

2.9.1 antropogén elemek				2.9.1.1 elemek száma	
2.9.1.2 elemek magassága	2.9.1.3 elemek szélessége	2.9.1.4 elemek hossza	2.9.1.5 felépítő anyag		2.9.1.6 építés dátuma
2.9.1.7 megőrzés állapota			2.9.1.8 vízgyűjtőn elfoglalt területe		

2.10. MEDER TÍPUSA

HIDRODINAMIKAI JELLEGZETESSÉGEI VÍZFOLYÁSNAK

	3.1 ÁLLÓHULLÁM	3.2 MAXIMÁLIS VÍZÁLLÁSI ADATOK			
			3.2.1 információ forrása	3.2.2 vízállás értéke, dátum	3.2.3 mérési eljárás

HIDROMETEOROLÓGIAI KÖRÜLMÉNYEK KUTATÁS IDEJE ALATT

4.1 vízállás	4.1.1 aktuális vízállás	4.1.2 vízállás a korábbi vizsgálatnál	4.1.3 legnagyobb vízállás mértéke
--------------	-------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------

VÍZGYŰJTŐ MORFOMETRIA

5.1 vízgyűjtő mérete	5.2 vízgyűjtő maximális hossza	5.3 vízgyűjtő forma mutató	5.4 völgyrendszer hosszúság	5.5 vízgyűjtő sűrűség	5.6 integrációs mutató
5.7 erdővel való borítottság	5.8 fával való borítottság	5.9 fűvel való borítottság	5.10 művelt, szántott terület	5.11 egyéb	

jegyzet

8.2. Jegyzőkönyvet kiegészítő magyarázó

1. Bevezető információk

1.1 vizsgálat dátuma

1.2 vizsgálatot végzi

2. Vízfolyás leírása

2.1 Meder szakasz helyzete

2.1.1 Vízfolyás vízgyűjtő területe pl: Váraljai-árok/Völgységi-patak/Sió/Duna (Az első mindig a vizsgált vízfolyás neve)

2.1.2 meder szakasz munkaszáma

2.1.3 meder szakasz egységesített száma

2.1.4 topográfiai szelvény száma és méretaránya

2.2 Földtan

2.2.1 sztatigrafiai egység

2.2.2 Földtan és tektonika (Ez a csoport neve, nem kell kitölteni)

2.2.2.1 Üledékbe vágódott meder (Nem kell kitölteni)

2.2.2.1.1 Üledék genetikai típusa

A. Málladék takaró

B. Aluviális

C. Fluvioglaciális

D. Glaciális (moréna, drift)

E. Egyéb (részletezd, miért?)

2.2.2.1.2 Szemcseméret

A. Agyag ($<0,2\ \mu\text{m}$)

B. Silt ($0,2 - 63\ \mu\text{m}$)

C. Homok ($63 - 2000\ \mu\text{m}$)

D. Finom kavics ($2 - 8\ \text{mm}$)

E. Kavics ($8 - 64\ \text{mm}$)

F. Durva kavics ($64 - 256\ \text{mm}$)

G. Tömb ($> 256\ \text{mm}$)

2.2.2.2 Szálban álló kőzetbe bevágódott meder

2.2.2.2.1 Kőzet kibukkanás mértéke a mederben

A. $< 10\%$ a teljes területen

B. $10-50\%$ a teljes területen

C. $50-90\%$ a teljes területen

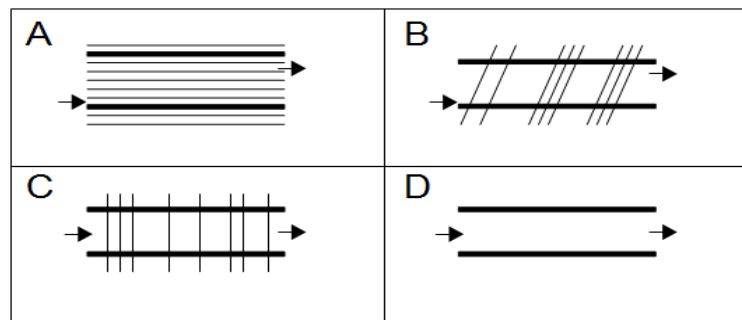
D. $> 90\%$ a teljes területen

2.2.2.2.2 Kőzet típusa

sc-schist(pala) gn-gneiss, q-quartzite, g-granite, a-andesite, c-clay(agyag), m-marl(márga), d-dolomite, L-limestone(mészkő), s-sandstone(homokkő), cg-conglomerate, stb.

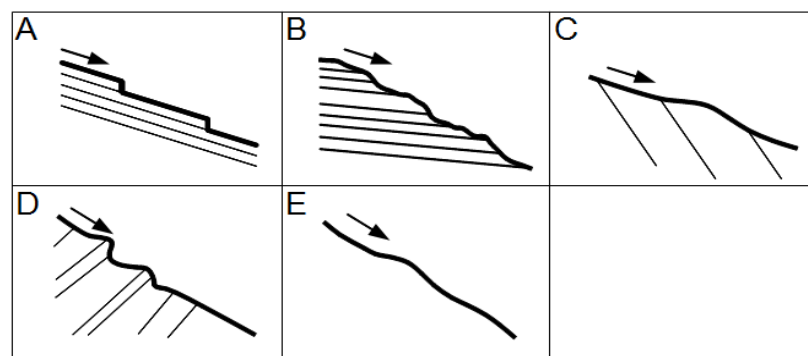
2.2.2.2.3 Folyás iránya a rétegekhez (horizontális)

- A. Megegyező (folyás iránya párhuzamos a rétegzettséggel)
- B. Ferde (valamilyen szöget zár be 1-90° közötti érték)
- C. Merőleges (90°)
- D. Semleges (a rétegek között)



2.2.2.2.4 Folyás iránya a rétegekhez (vertikális)

- A. megegyező párhuzamos
- B. megegyező összetartó
- C. megegyező eltérő
- D. Diszkordáns
- E. Semleges



2.3 Meder kereszt szelvénye

- A. Egyforma típus
- B. Többnyire Túlnyomó típus
- C. Egyéb típus

MÉLY>SZÉLES	MÉLY=SZÉLES	MÉLY=SZÉLES	CROSS SECTION
1	2	2a	3a
4	4a	5	5a
6	6a	7	8
9	10	11	11a
12	12a		

2.4 Meder hossz szelvény

- A. Lépcsőzetes
- B. Fogazott
- C. Szabálytalan
- D. Sima
- E. Hullámzó

A	B	C
D	E	

2.5 Folyó part

2.5.1 külső megjelenés

- A. Kivehető (el lehet különíteni a partoldalt az ártértől)
- B. Nem kivehető

2.5.2 A természetes partoldalak magassága (m)

0.0 - 0.5	1.0 - 1.5	2.0 - 2.5	3.0 - 4.0	stb.
0.5 - 1.0	1.5 - 2.0	2.5 - 3.0	4.0 - 5.0	

- ha nem kivehető a part, akkor a növénytakaró és a friss üledék magassága
- ha eltérő a jobb és a bal part magassága, akkor külön kell mérni

2.5.3 Partoldalak meredeksége

- A. Nagyon enyhe part
- B. Enyhe part
- C. Meredek part
- D. Függőleges part
- E. Túlhajló part

2.5.3 Partoldal stabilitás

- A. Természetesen stabil
- B. Mesterségesen stabil – biológiai
- C. Mesterségesen stabil – műszaki
- D. Nem stabil

2.6 Meder morfometria

- 2.6.1 Rendűség¹ (Horton-Strahler)
- 2.6.2 Magasság¹ (a szakasz középértékének a tengerszint feletti magassága)
- 2.6.3 Folyó hossza¹
- 2.6.4 Szakasz hossza¹
- 2.6.5 Fejlettségi mutató (kanyargósság)⁴
- 2.6.6 Magasság különbség a szakasz eleje és vége között¹ (m)
- 2.6.7 Mederlejtés¹
- 2.6.8 Partok közötti szélesség
(Átlagos érték, két-három rész vizsgálata alapján) [m]

0.0 - 0.5	3.0 - 3.5	5 - 6	10 - 12	20 - 25	50 - 60
0.5 - 1.0	3.5 - 4.0	6 - 7	12 - 14	25 - 30	60 - 70
1.0 - 1.5	4.0 - 4.5	7 - 8	14 - 16	30 - 35	70 - 80
1.5 - 2.0	4.5 - 5.0	8 - 9	16 - 18	35 - 40	80 - 90
2.0 - 2.5		9 - 10	18 - 20	40 - 45	90 - 100
2.5 - 3.0				45 - 50	stb.

⁴ Topográfiai térkép és egyéb adatok alapján származtatott érték

2.6.9 Ártér szélesség

0 - 2	5 - 10	20 - 50	100 - 500
2 - 5	10 - 20	50 - 100	> 500

2.6.10 Kanyar szélesség

2.6.11 Maximális mederkitöltő mélység (Átlagos érték több rész vizsgálata alapján) [m]

0.0 - 0.1	0.5 - 0.6	1.4 - 1.6	2.6 - 2.9	4.1 - 4.4
0.1 - 0.2	0.6 - 0.8	1.6 - 1.8	2.9 - 3.2	4.4 - 4.7
0.2 - 0.3	0.8 - 1.0	1.8 - 2.0	3.2 - 3.5	4.7 - 5.0
0.3 - 0.4	1.0 - 1.2	2.0 - 2.3	3.5 - 3.8	stb.
0.4 - 0.5	1.2 - 1.4	2.3 - 2.6	3.8 - 4.1	

2.6.12 Meder alakmutató

(2.6.8 Partok közötti szélesség és 2.6.11 Maximális mederkitöltő mélység aránya)

2.6.13 Szétágazási mutató (r_a)

$$r_a = (q/l_{ch}) \cdot 100$$

q – szigetek és zátonyok

l_{ch} – szakasz hossza

2.7. MEDER FORMÁK

2.7.1 folyó mederformák

2.7.1.1 alapkőzeten kialakuló formák

- A. Lépcsőzetes rendszerek
- B. Zuhatagos
- C. Egyenletes alapkőzet fenék
- D. Egyenlőtlen alapkőzet fenék
- E. Gödör, gödrös rendszer (örvényüst)

2.7.1.2 Üledékből kialakult formák

- A. Törmelék, rakás/halom
- B. Alluviális zátonyok

- C. Szigetek (stabil zátonyok növényzettel)
- D. Szétágazó folyóágak közötti zátonyrendszer
- E. Sík alluviális fenék
- F. Zúgó és Kottyanó
- G. Eróziós mélyedések

2.7.2 meder lépcsők

2.7.2.1 számuk

2.7.2.2 túlnyomó magasság(A vízszinttől mérve) [m]

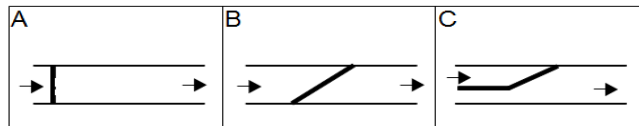
< 0.5	1.0 - 1.5	2.0 - 3.0	5.0 - 10.0
0.5 - 1.0	1.5 - 2.0	3.0 - 5.0	> 10.0

2.7.2.3 maximális magasság

0.5	1.5	3.0	stb.
1.0	2.0	5.0	

2.7.2.4 lépcső mintázat (folyásirányhoz)

- A. Transzverzális
- B. Ferde
- C. Hosszanti



2.7.2.5 Földtan

sc-schist(pala) gn-gneiss, q-quartzite, g-granite, a-andesite, c-clay(agyg), m-marl(márga), d-dolomite, L-limestone(mészkö), s-sandstone(homokkő), cg-conglomerate, stb.

-ha a lépcső széle több különböző kőzet típusokból épül fel, akkor sorrendben kell őket jelölni pl: Homokkő, márga és dolomit s/m/d

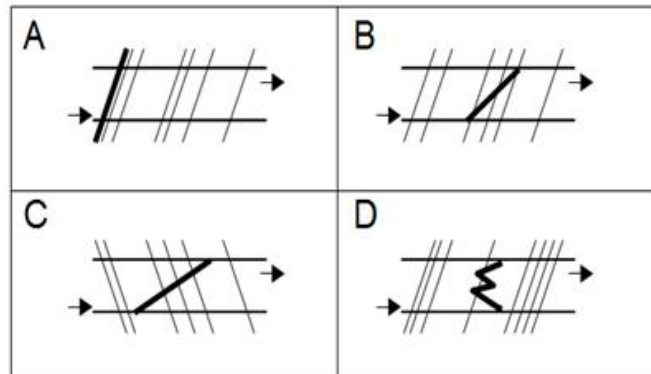
-ha a lépcső felső és alsó része különböző típusú kőzetből épül fel, akkor sorrendben kell őket jelölni pl: L/d

2.7.2.6 lépcső mintázat (rétegekhez)

- A. Megegyező
- B. Ferde

C. Merőleges (Transvers)

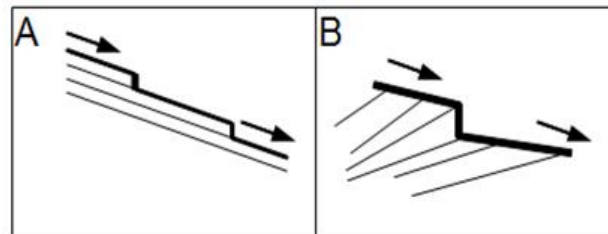
D. Különböző (Nehezen meghatározható)



2.7.2.7 lépcső mintázat (rétegdőléshez)

A. Megegyező lépcső

B. Eltérő lépcső



2.7.3 Eróziós mélyedés

2.7.3.1 számuk

2.7.3.2 túlnyomó mélység

< 0.5	1.0 - 2.0	> 5.0
0.5 - 1.0	2.0 - 5.0	

2.7.3.3 maximális mélység

0.5	2.0	stb.
1.0	5.0	

2.7.3.4 struktúra

A. eróziós mélyedés az alapkőzetben

B. eróziós mélyedés alluviális üledékben vagy más anyagban

2.7.3.5 elhelyezkedés

2.7.3.6 csoportosulásuk

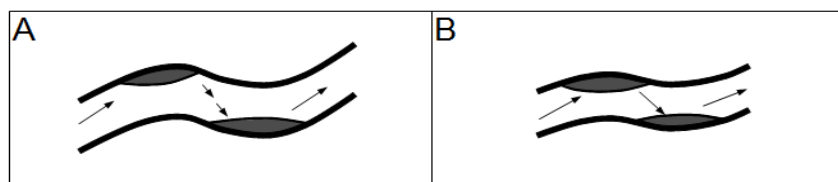
2.7.4 zúgó/sellő és kottyanó

2.7.4.1 számuk

2.7.4.2 túlnyomó távolság

< 5	10 - 20	50 - 100	> 200
5 - 10	20 - 50	100 - 200	

2.7.4.3 mintázat



2.7.5 alámosott part

2.7.5.1 számuk

2.7.5.2 túlnyomó hosszúság [m]

< 1	5 - 10	50 - 100	200 - 300
1 - 5	10 - 50	100 - 200	300 - 500

2.7.5.3 maximális hosszúság [m]

5	50	stb
10	100	

2.7.5.4 túlnyomó magasság [m]

< 0.5	1 - 2	3 - 5	10 - 20
0.5 - 1.0	2 - 3	5 - 10	> 20

2.7.5.5 maximális magasság

0.5	2	5
1	3	stb.

2.7.5.6 mederbe mosott anyag a partoldaltól

Eredet:

- A. Lejtőüledék
- B. Aluviális
- C. Fluvioglaciális
- D. Glaciális (moréna)
- E. Eolikus
- F. Egyéb

Szemcseméret:

- A. Finom sziltes
- B. Durva sziltes
- C. Homokos
- D. Kavics₀ (murva, nagyon apró kavics) (2-25 mm)
- E. Apró kavicsos₁ (25-60 mm)
- F. Durva kavicsos₂ (60-200 mm)
- G. Tömb₃ (> 200 mm)

2.7.5.7 Elhelyezkedés

Keresztmetszetben:

- A. Bal part
- B. Jobb part
- C. szigetek partoldala

A partok alakjától függően lehet:

- A. Egyenes
- B. Concave
- C. Convex

2.7.6 zátony és sziget

2.7.6.1 számuk

- A. Pont zátonyok
- B. Középső zátonyok
- C. Szigetek

2.7.6.2 túlnyomó hosszúság

< 2	5 - 10	30 - 50	100 - 200	300 - 500
2 - 5	10 - 30	50 - 100	200 - 300	> 500

2.7.6.3 maximális hosszúság

2	10	50	500	300 - 500
5	30	100	> 500	> 500

2.7.6.4 túlnyomó szélesség

< 0.5	1 - 2	5 - 10	50 - 100
0.5 - 1.0	2 - 5	10 - 50	> 100

2.7.6.5 maximális szélesség

0.5	5	50
1	10	100
2	20	> 100

2.7.6.6 szemcseméret

- A. Agyag (<0,2 μm)
- B. Silt (0,2 – 63 μm)
- C. Homok (63 – 2000 μm)
- D. Finom kavics (2 – 8 mm)
- E. Kavics (8 – 64 mm)
- F. Durva kavics (64 – 256 mm)
- G. Tömb (> 256 mm)

2.7.7 Ártér

2.7.7.1 Kisebb formák

- A. Lapos ártér / síkság
- B. Teraszos , Teraszszintek
- C. Elhagyott medrekkel
- D. ártér természetes folyóhátal
- E. Plain with system of scroll bars

2.7.7.2 természetes gát / Folyóhát

- A. Egyedüli, magassága (m):

< 0.1	0.1 - 0.5
-------	-----------

- B. Folyóhát rendszer, magassága eléri (m):

0.5 - 1.0	> 1.0
-----------	-------

2.7.7.3 elhagyott medrek nyomai

Megőrzés állapota:

- A. Fosszilis medrek nyomai (nem jól azonosíthatók)
- B. Egyedüli és csak lokálisan
- C. Meder rendszerek vannak

Kinézete/jellege:

- A. Egyenes
- B. Meanderező

2.7.7.4 növényzeti fedettség

- A. Nincs növénytakaró
- B. Osier bed SALIX VIMINALIS
- C. Erdő
- D. Rét, mező
- E. Szántó

2.8 Meder üledék

2.8.1 Üledék vastagsága

< 0.05	0.3-ig	1.0-ig
0.1-ig	0.5-ig	> 1.0 m

2.8.2 Méret eloszlás

2.8.2.1 Túlnyomó szemcseméret:

- A. Agyag (<0,2 μm)
- B. Silt (0.2 – 63 μm)
- C. Homok (63 – 2000 μm)
- D. Finom kavics (2 – 8 mm)
- E. Kavics (8 – 64 mm)
- F. Durva kavics (64 – 256 mm)
- G. Tömb (> 256 mm)

2.8.2.2 Maximális méret

Meg kell mérni a tengelyét a tíz legnagyobbak és a számtani közép adja az értéket.

2.8.3 Petrográfiai összetétel

Egy fliss vízgyűjtőben megmérjük a százalékos arányát a homokkőnek. Egy különböző összetételű kőzetekből álló vízgyűjtőnél, a túlnyomó kőzettípus arányát számoljuk ki a teljeshez.

>10%	10 - 50%
50 - 90%	> 90%

2.8.4 mederágy üledékeinek helyzete

-durva szemcse méretnél (Kavicsoktól nagyobb)

- A. Kaotikus struktúra
- B. kavicsok tömören és vonalban helyezkednek el
- C. számos kavics tömören és vonalban helyezkedik el.

-homoknál és finomabb üledékeknél

D. Sík fenék, hullámfodrok nélkül

E. Egy fodorral

F. Sok fodorral

G. Számtalan fodorral

H. Más szerkezet

2.8.5 Meder pajzs

A nagyobb elemek védik a kisebbeket áradáskor.

A. Nincs védelem

B. Csak a pont zátonyoknál

C. Csak a közép zátonyoknál

D. Általános

A nagyobb „védelmezők” méretét felvesszük a kisebb „védelmezettek” méretével szemben. pl: 60-100mm/2-5mm

2.9 Meder szabályozási elemek

2.9.1 Antropogén elemek

2.9.1.1 elemek száma

2.9.1.2 elemek magassága

2.9.1.3 elemek szélessége

2.9.1.4 elemek hossza

2.9.1.5 felépítő anyag

2.9.1.6 építés dátuma

2.9.1.7 megőrzés állapota

2.9.1.8 vízgyűjtőn elfoglalt területe

2.10 Meder típusa

Négy fontos kritérium szerint:

- A. Meder mintázat
- B. milyen kőzetbe vágódott a vízfolyás
- C. ártér megjelenése
- D. Hossz szelvénye

		Channel pattern									
		straight		Meandering				Braided			
		without floodplain	with flood plain	irregular		regular		within floodplain		Within channel	
				without flood plain	with flood plain	without flood plain	with flood plain	two thread	multi thread	two thread	multi thread
Lithology	Bedrock channel	ss	1a	1b	2a	2b	3a	3b			
		sr	1c	1d	2c	2d	3c	3d			
		ssr	1e	1f	2e	2f	3e	3f			
	alluvial channel	as	4a	4b	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a
		ao	4c	4d	5c	5d	6c	6d	7c	7d	
		ar	4e	4f	5e	5f	6e	6f	7e	7f	8c
		asr	4g	4h	5h	6g	6h	6g	7h		8d



3. Hidrodinamikai jellegzetességei a vízfolyásnak

3.1 Állóhullám

(Az állóhullám viselkedését meg kell vizsgálni több helyen is a szakaszon)

- A. Nem fordul elő
- B. Lefele halad és gyorsan eltűnik
- C. Lefele halad és relatív lassan tűnik el, felfelé is halad és gyorsan tűnik el
- D. Felfelé is halad és relatív lassan tűnik el

3.2 Maximális vízállási adatok

3.2.1 Információ forrása

- A. Interjú
- B. A hidak pilléreire magas vízszint figyelhető meg
- C. Magas vízszint nyomai találhatók az ártéren vagy egyéb forrás

3.2.2 vízállás értéke, dátum mikor volt

3.2.3 mérési eljárás

4. Hidrometeorológiai körülmények a kutatás ideje alatt

4.1 vízállás

4.1.1 aktuális vízállás

- A. Extrém alacsony vízállás
- B. Alacsony vízállás
- C. Magas vízállás

4.1.2 vízállás a korábbi vizsgálatnál

4.1.3 Az utolsó ismert legmagasabb vízállás mértéke

5. Vízgyűjtő morfológia

5.1 vízgyűjtő mérete¹

5.2 vízgyűjtő maximális hossza¹

5.3 vízgyűjtő formamutató¹

5.4 völgyrendszer hosszúság¹

5.5 vízgyűjtő sűrűség¹

5.6 integrációs mutató¹

5.7 erdővel való borítottság¹

5.8 fával való borítottság¹

5.9 fűvel való borítottság¹

5.10 művelt, szántott terület¹

5.11 egyéb

¹ Topográfiai térkép és egyéb adatok alapján származtatott érték