



# **TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT**

**VÉGH ANNA**

**2024.12.03**



ELTE Savaria Egyetemi Központ



## **Tudományos Diákköri Dolgozat**

### **Kemeneshát patak völgyeinek morfometriai vizsgálata**

**TÉMAVEZETŐ:**

**DR. KOVÁCS GÁBOR ADJUNKTUS**

**KÉSZÍTETTE:**

**VÉGH ANNA**

**FÖLDRAJZ-MAGYAR NYELV ÉS  
IRODALOM OSZTATLAN SZAKOS  
TANÁR**

**2024**

## Tartalomjegyzék

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 1. Bevezetés és kitűzött célok.....              | 5  |
| 2. Módszertan.....                               | 8  |
| 2.1 A völgyprofilok elemzésének áttekintése..... | 8  |
| 2.2 Felhasznált módszertan.....                  | 11 |
| 3. Célkitűzések.....                             | 12 |
| 4. Vizsgálat-kutatás folyamata.....              | 13 |
| 4.1 Rajzolás és számítás.....                    | 13 |
| 4.2 Táblázatok, grafikonok készítése.....        | 15 |
| 4.3 Profilparaméterek kiszámítása.....           | 17 |
| 5. Eredmények.....                               | 18 |
| 6. Következtetés.....                            | 21 |
| 7. Összegzés.....                                | 23 |
| 8. Köszönetnyilvánítás.....                      | 25 |
| 9. Felhasznált irodalom.....                     | 25 |

## Rezümé

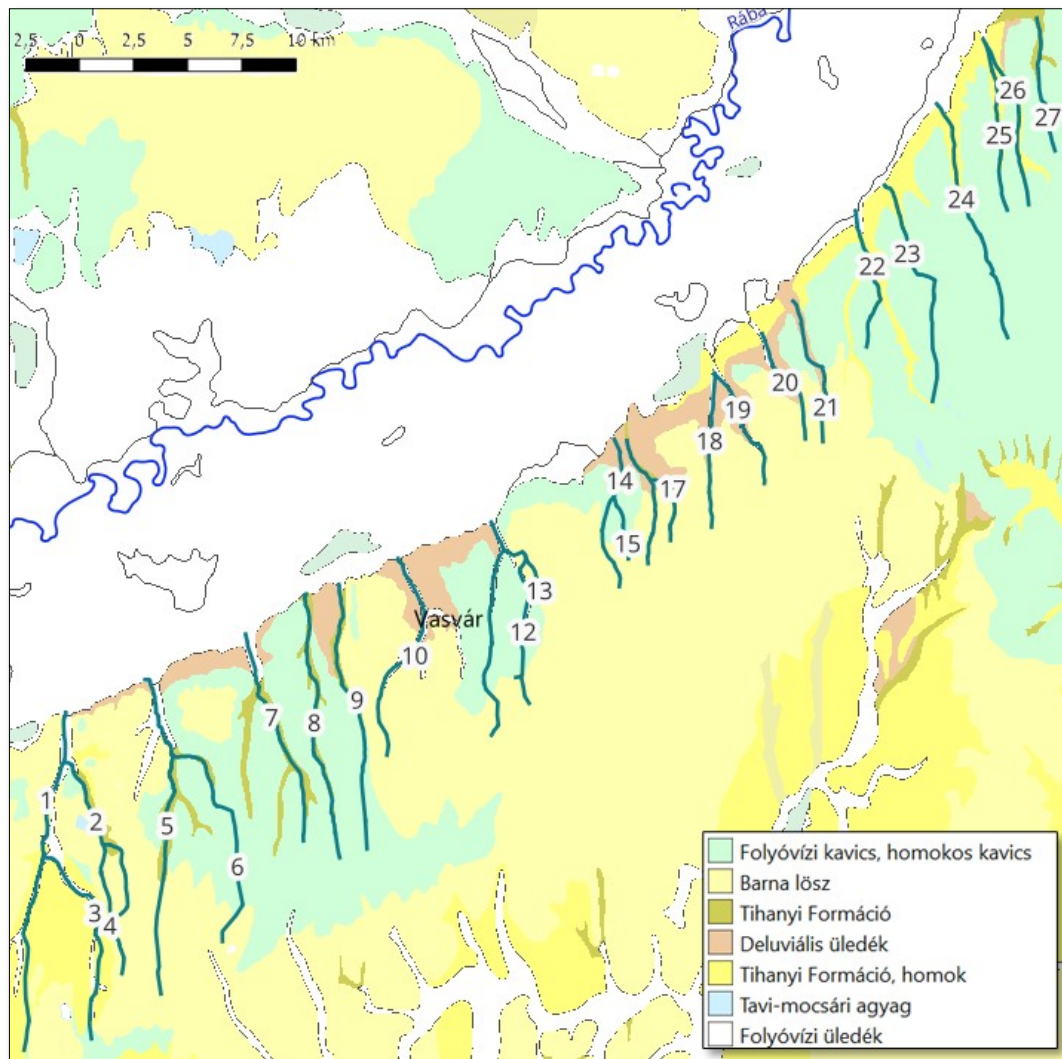
Magyarország gazdag természeti értékei közül kiemelkedik a Kemeneshát, amely a Zala, a Marcal és a Rába folyók között elhelyezkedő dombvidék. A terület otthont ad különböző ökoszisztémáknak, mint például a kavicstakaróval fedett erdőségek és a gazdag forrásvizek által táplált patakoknak, amelyek fontos élőhelyet biztosítanak számos növény- és állatfaj számára. A különleges vidék nemcsak lenyűgöző tájainak köszönhetően érdemel figyelmet, hanem gazdag természeti és földtani változatossága miatt is, amely számos kutatás alapjául szolgálhat. Az alábbiakban szeretnék egy rövid áttekintést adni a Kemeneshát geológiai és geomorfológiai jellemzőiről, valamint a terület vizsgálatához alkalmazott módszertanról és a kutatások eredményeiről. A kutatásom célja a patakok völgyprofiljainak vizsgálata és azok összevetése. Az alkalmazott módszerek tartalmazták a topográfiai profilok, azaz hossz-szelvények előállítását, a normalizált völgyprofilok készítését, valamint különböző profilparaméterek kiszámítását. QGIS programot alkalmaztam a térképek és adatok feldolgozásához. A kutatás során a Rába 27 mellékpatakját vizsgáltam meg. Az elemzések feltárták, hogy a patakok völgyprofiljait számos tényező befolyásolja. Ilyen tényező volt a keresztezett kőzetminőség, a patakok összefolyása és találkozása és a tektonikus hatások. A profilparaméterek értékei összefüggést mutattak a fiatal szinklinális és antiklinális redőtengelyek jelenlétével, amik a Kemeneshát alatt húzódnak. A patakok közül 25 esetben a keresztezett kőzetminőség okozott profilváltozást, de akadtak olyan helyszínek is, ahol a változások más okokra, például patak-összefolyásra, vagy fiatal vetővonalakra voltak visszavezethetők. A fiatal vetővonalak a felszín morfológiáját és a domborzati formák kialakulását befolyásolják, melyek észrevehetőek a patakok kanyargáságában, esetünkben a bevágódás mélységében, valamint a völgyszakaszok lejtésének összetettségében. A vizsgálatok megerősítették, hogy a Kemeneshát patakjainak geomorfológiai sajátosságait a kőzettani és tektonikai hatások egyaránt alakítják. A változások sok esetben egyértelműek, de a feltételezett tektonikus aktivitás alátámasztása még több vizsgálatot igényel. A kutatás rámutatott a terület természetföldrajzi sokrétűségére, valamint a geomorfológiai elemzések fontosságára a táj megértése és megőrzése érdekében. Például a völgyprofilok elemzésének eredménye segít a talajerózió csökkentésében és a fenntartható vízgazdálkodás megtervezésében, míg a vetővonalak vizsgálata hozzájárulhat a domborzati formák stabilitásának értékeléséhez.

## 1. Bevezetés és kitűzött célok

A dolgozatom témája különösen közel állt hozzám, mivel a Kemeneshát mellett nőtem fel. Gyermekkoromtól kezdve nagy hatással volt rám a dombság szépsége és sajátos természeti környezete. Ez az érdeklődés vezetett oda, hogy amikor lehetőségem nyílt közelebbről megvizsgálni ezt a tájegységet, azonnal éltem a lehetőséggel. A kutatás során nagy segítséget nyújtott Dr. Kovács Gábor adjunktus korábbi munkássága. Kovács, G. (2013) olyan módszertani alapot biztosítottak, amelyekre építve megkezdhettem a saját vizsgálataimat. A módszereit és az általa kidolgozott megközelítéseket alkalmaztam, kiegészítve azokat saját megfigyeléseimmel és elemzéseimmel. A kutatás során különféle térképekkel és topográfiai adatok felhasználásával dolgoztam (Wórum, G., et al., 2020; Kovács, G., et al., 2023; Koroknai, B. et al., 2023), amelyeket modern térinformatikai eszközök, például a QGIS program segítségével elemeztem. Ez a személyes kötődés és a tudományos támogatás együttesen tette lehetővé, hogy alaposan és precízen vizsgáljam meg a Kemeneshát domborzati jellegzetességeit, miközben a területhez fűződő személyes kapcsolatom még inkább inspirált a munka során.

A Kemeneshát Magyarország kevésbé ismert, mégis kiemelkedő természeti és geológiai értékekkel bíró tájegysége. Az itt elhelyezkedő dombvidék különleges geomorfológiai jellegzetességei és gazdag ökológiai sokszínűsége nemcsak a tudományos kutatások számára nyújt hasznos információkat, hanem a táj védelme és fenntartható kezelése szempontjából is alapvető fontosságú. A Kemeneshát völgyeinek és patakjainak vizsgálata rávilágít a domborzati formák fejlődését befolyásoló kőzettani, hidrológiai és tektonikai folyamatokra. E tanulmány célja, hogy feltárja a terület geológiai és geomorfológiai sajátosságait, valamint bemutatja az alkalmazott kutatási módszereket és az elért eredményeket. A Kemeneshát két fő része, az Alsó- és a Felső-Kemeneshát, gazdag és változatos felszíni formákat rejt. A dombvidék felszínét kavicstakaró borítja, amely az Alpokból érkező folyók hordalékának lerakódásával alakult ki (Farkas, B., et al., 2023). Ezek a geológiai folyamatok alakították ki a Nyugat-Dunántúl jelenlegi domborzatát és vízrendszerét. Ebben az időszakban formálódtak a Rába, a Zala és a Marcal folyók nyomvonalai, melyek között a Kemeneshát fennsíkja vízválasztóként helyezkedik el. Egykor a fennsíkot összefüggő kavicstakaró borította, amelyet a földtörténet pliocén korszakában, körülbelül öt és fél millió és két és fél millió év között az Alpok lábánál hőmpölygő ösfolyók hordaléka rakott le, még a Kemeneshát kiemelkedése előtt. Ez a kavicsréteg máig takaróként borítja a dombokat, noha az évmilliók során számos

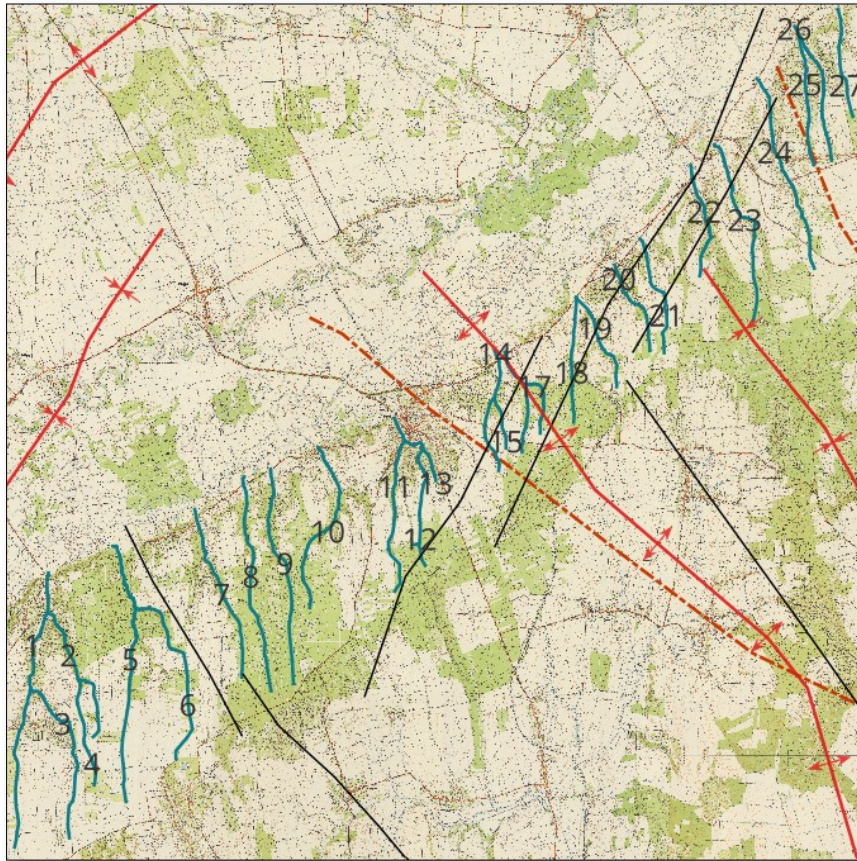
helyen erodálódott (1. ábra). A területen fellelhető kavics sárgás színéről, magas vastartalmáról és helyenként agyagos összetételéről ismerhető fel. A kavicsréteg, amely helyenként elérheti a húszméteres vastagságot is, eredetileg egy vékony löszréteggel volt fedve. Az idő múlásával azonban a víz és a szél eróziós hatásai következtében ez a löszréteg nagyrészt áthelyeződött, és ma már főként a völgyekben található meg (Pécsi, M., 1997). A területen az éves átlagos csapadékmennyiség 633 milliméter. A legtöbb csapadék júliusban hullik, átlagosan 74,4 milliméter, míg a legszárazabb hónap január, amikor az átlagos csapadékmennyiség mindössze 37,2 milliméter (Ruszkiczay-Rüdiger, Zs., et al., 2009). Az idő múltával a területet formáló folyamatok – mint a folyók bevágódása és a domborzat emelkedése – egyedi felszínformákat hoztak létre. Az északi oldal kevésbé gazdag vízfolyásokban, míg a déli oldal hosszabb patakokat rejt, amelyek jelentősen hozzájárulnak a Zala vízgyűjtő területéhez. A terület bővizű forrásai és patakjai nemcsak természeti értékek, hanem fontos kutatási alapot is képeznek (Ádám, L., 1975).



1. ábra: A vizsgált patakok és a felszíni földtani egységek (Gyalog L., Sikhegyi F., 2005)

A kutatásom célja annak vizsgálata volt, hogy a Kemeneshát alatt húzódó fiatal törésvonalak és egyéb tektonikus deformációk milyen hatással vannak a domborzatra. Arra kerestem a választ, hogy a vetők befolyásolták-e a dombvidék kialakulását vagy megemelkedését, és ha igen, milyen mechanizmusok állhatnak a háttérben. Különös figyelmet fordítottam arra, hogy a dombvidék geomorfológiai jellegzetességeiben kimutathatók-e olyan változások, amelyek a törésvonalak aktivitására utalnak. A kutatás során a patakok völgyprofiljai kiemelt szerepet kaptak. A meglévő adatok lehetőséget nyújtanak annak a vizsgálatára, hogy a domborzati formákban megfigyelhetők-e olyan eltérések vagy mintázatok, amelyek kapcsolatba hozhatók a deformációk hatásaival. A Kemeneshát alatt két potenciálisan aktív törésvonal található (2. ábra). A dombság alatt fiatal vetők és más fiatal deformációk is megfigyelhetők, például gyűrődések által kialakított antiklinális és szinklinális redőtengelyek. (Wórum, G., et al., 2020; Kovács, G., et al., 2023; Koroknai, B., et al., 2023). A vetők elemzése különösen fontos

volt, mivel ezek jelenléte alapvetően befolyásolhatja a terület felszínének alakulását. Összeségében a kutatásom célja az, hogy megfigyeljem a Kemeneshát alatt húzódó törésvonalak milyen hatást gyakorolnak a dombvidék felszínformáira, és ha befolyásolják, milyen mértékben és módon történik ez a folyamat.



2. ábra: A vizsgált patakok és a törésvonalak. Fekete vonalak a fiatal vetők, piros szaggatott vonalak a potenciálisan aktív törésvonalak és a vastag piros vonalak a szinklinális és antiklinális redőtengelyek (Kovács, G., et al., 2023). Háttér: a felhasznált „hazai” topográfiai térképek (geoshop.hu)

## 2. Módszertan

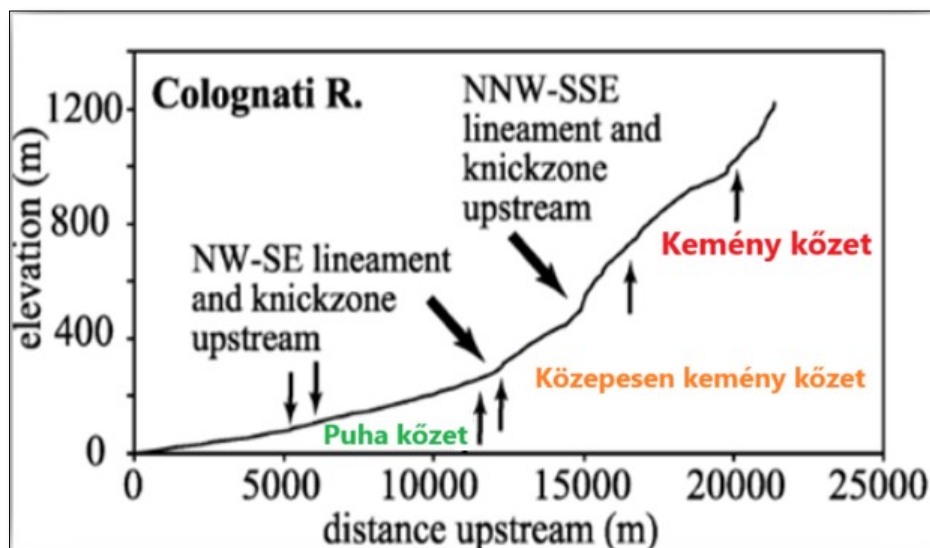
### 2.1 A völgyprofilok elemzésének áttekintése

A völgyprofilok, patakprofilok elemzése kulcsfontosságú a patakok és folyók geomorfológiai jellemzőinek megértésében. A völgyprofilok részletes vizsgálata rávilágít a felszíni formák alakulására, amelyet számos természeti és közzettani tényezőt befolyásol. De mi is a völgyprofil? A profil megmutatja, hogy a patakok a forrás felé haladva egyre meredekebbek

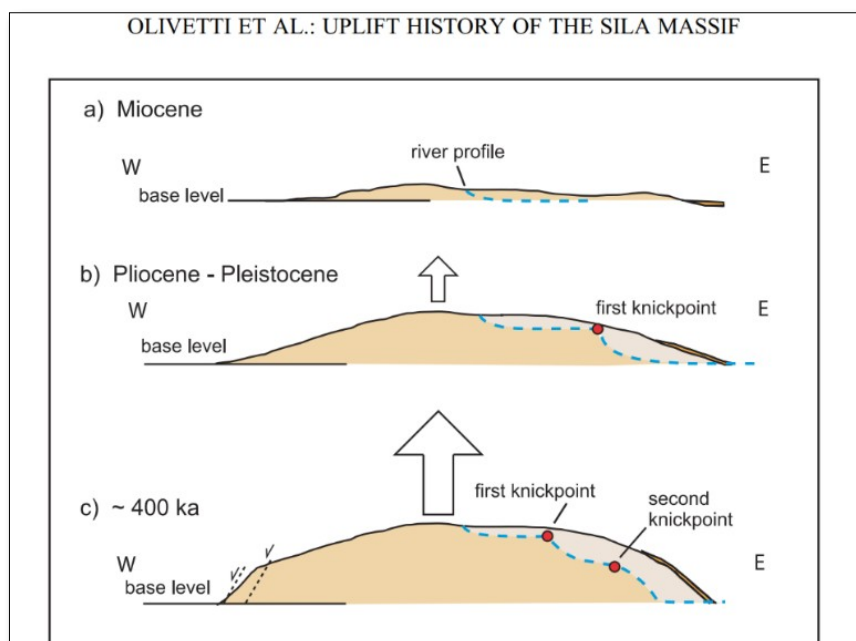
lesznek, ami egyensúlyi helyzetben egy töréspontoktól mentes, fokozatos emelkedést eredményez. Ezt nevezzük szabályos völgyprofilnak.

A folyók bevágódását több tényező befolyásolhatja. Az idő, mint alapvető faktor, a mozdulatlan, stabil és homogén területeken töréspontmentes, egyenletes eróziót biztosít. Azonban különböző akadályok, például a kereszttezett kőzetminőség változásai, megzavarhatják ezt a folyamatot. Keményebb kőzetek esetén lépcsők és töréspontok alakulhatnak ki a völgyprofilokon (3. ábra). Ezen töréspontok további kialakulását a csatlakozó vízfolyások vagy fiatal törésvonalak is befolyásolhatják.

Az általam vizsgált területen jelenleg nem ismert jelentős mértékű tektonikai mozgás, de a korábbi vető-aktivitás nyomai a domborzatban feltételezhetően még ma is megfigyelhetők, a Kemeneshát meredek pereme példáján. A fúrások segítségével és alátámasztásával megtudtuk állapítani a kőzetrétegek vastagságát.

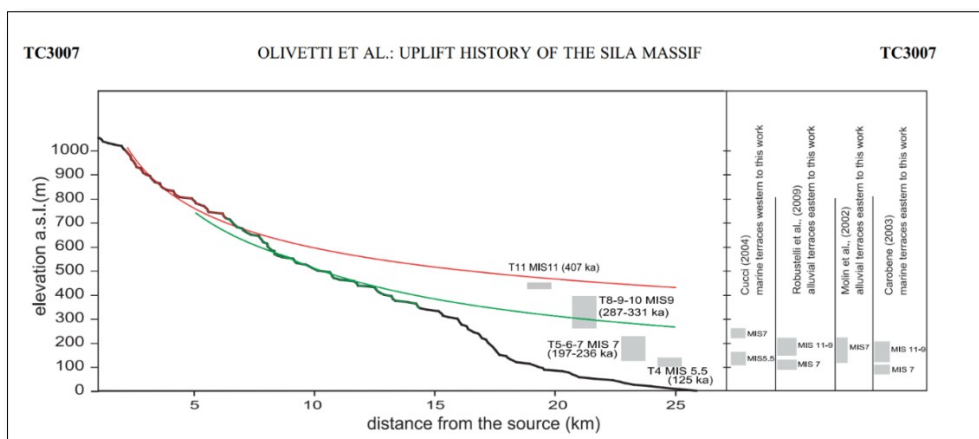


3. ábra: Patak profil kereszttezett kőzetminőség változás esetén (Molin, P., et al., 2004, módosítással). Vastag ferde nyilak a töréspontokat mutatják, a vékony függőleges nyilak a kőzetrétegek változását ábrázolja.



4. ábra: Masszívum kiemelkedése (Olivetti, V., et al., 2012). A piros pontok a kiemelkedés során kialakult töréspontokat mutatják.

A klímacyklusok jelentős hatást gyakorolnak a patakok eróziós folyamataira, mivel az erózió mértéke számos tényezőtől függ, például a vízhozamtól, a kőzetek tulajdonságaitól és a víz sebességétől. Az erózió erőssége közvetlenül befolyásolja a patakok által kialakított völgyek morfológiáját, amely lehetőséget nyújt a geomorfológiai folyamatok és a kőzetek ellenállóképessége közötti összefüggések mélyebb feltárására. Például egy csapadékosabb időszakban a megnövekedett vízhozam miatt a patak eróziós képessége jelentősen meghaladja azt, amit egy száraz időszakban tapasztalhatunk. Ez a megnövekedett erózió gyorsabb kőzetlebontást és völgyformálódást eredményez, különösen ott, ahol a kőzetek gyengébb ellenállással rendelkeznek. Ezzel szemben egy aszályos időszakban a vízhozam csökkenése lassítja az eróziós folyamatokat, ami a geomorfológiai változások ütemének jelentős lassulását eredményezi (4. és 5. ábra).



5. ábra: Egy patak szakaszainak összefüggése a klímacyklusokkal völgyprofilban (Olivetti, V., et al., 2012).

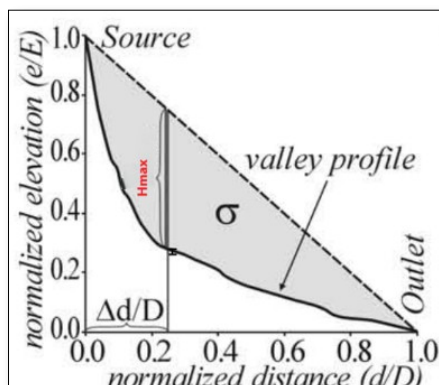
## 2.2 Felhasznált módszertan

Paola Molin és munkatársai (2004) által kidolgozott párhuzamos topográfiai profilok alkalmazásával a völgyek és gerincek alakja pontosan meghatározható. Ez a módszer lehetővé teszi a völgyek magassági adatainak és hosszanti profiljának elemzését, amely alapvető a geomorfológiai jelenségek megértéséhez.

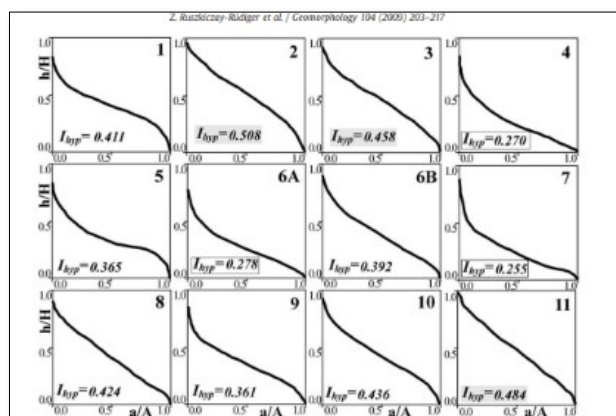
Molin és munkatársai (2004) párhuzamos topográfiai profilokat alkalmaztak Calabria területén, hogy azonosítsák a tektonikus vonalakhoz kapcsolódó völgyeket. A völgyek és gerincek alakját két párhuzamos profilcsoport mentén vizsgálták, amelyek karakterisztikus topográfiai irányokat követnek. A hosszanti völgyprofilok az adott völgy talpszintjének magasságát ábrázolják a teljes hossz mentén. A normalizált völgyprofilokat, amelyek dimenziómentes formában jelenítik meg a völgyeket, már korábban is alkalmazták különböző kutatások, például Demoulin, A., (1998) és Zuchiewicz, W., (1991, 1998). Ezek a profilok lehetővé teszik a különböző hosszúságú és meredekségű völgyek közvetlen összehasonlítását.

A völgy mentén mért távolságot a teljes hosszhoz ( $d/D$ ), a magasságot pedig a folyó abszolút gradációjához normalizálják. A maximális konkavitás értéke ( $H_{max}$ ) és a forrástól való normalizált távolsága ( $\Delta d/D$ ) szintén fontos paraméterek a geomorfológiai elemzés során. A konkavitási index ( $\sigma$ ), amely a völgyprofil és a forrást a torkolattal összekötő egyenes vonal közötti területet reprezentálja, a profil konkavitásának mértékét mutatja (Ruszkiczay-Rüdiger, Z., et al., 2009). A kiegyensúlyozott folyók (Mackin, J.H., 1948) tipikusan konkáv felfelé ívelő profillal rendelkeznek, magas konkavitási értékkel ( $\sigma$ ) és nagy maximális konkavitással ( $H_{max}$ ) aminek helye közel van a forráshoz, vagyis kicsi a  $\Delta d/D$  (6. ábra). Az ilyen

profiloktól való eltérések külső tényezők, például ellenálló kőzetrétegek vagy neotektonikus aktivitás jelenlétét jelezhetik (7. ábra).



6. ábra: Völgyprofil paraméterei (Ruszkiczay-Rüdiger, Z., et al., 2009, módosítással).



7. ábra: Jellegetes patak profilok (Ruszkiczay-Rüdiger, Z., et al., 2009).

A geomorfológiai profilok elemzése kulcsfontosságú a völgyek és folyók alakulásának megértésében. A normalizált hosszanti profilok lehetővé teszik a különböző méretű és tulajdonságú völgyek összehasonlítását, valamint a külső hatások, például a tektonikai aktivitás kimutatását. Az ilyen elemzések hozzájárulnak a folyóvölgyek geomorfológiai válaszainak jobb megértéséhez, különös tekintettel a kőzetminőségi eltérésekre és a földtani mozgásokra.

### 3. Célkitűzések

A kutatásom központjában a terület geomorfológiai jellemzőinek, mint például a patakok völgyeinek, a völgyek bevágódási mélységének és a domborzati formák különböző fejlődési stádiumainak részletes feltárása állt. A vizsgálat fő célja a patakok völgyprofiljainak vizsgálata volt, hogy megértssem a domborzati formák kialakulásának és fejlődésének főbb

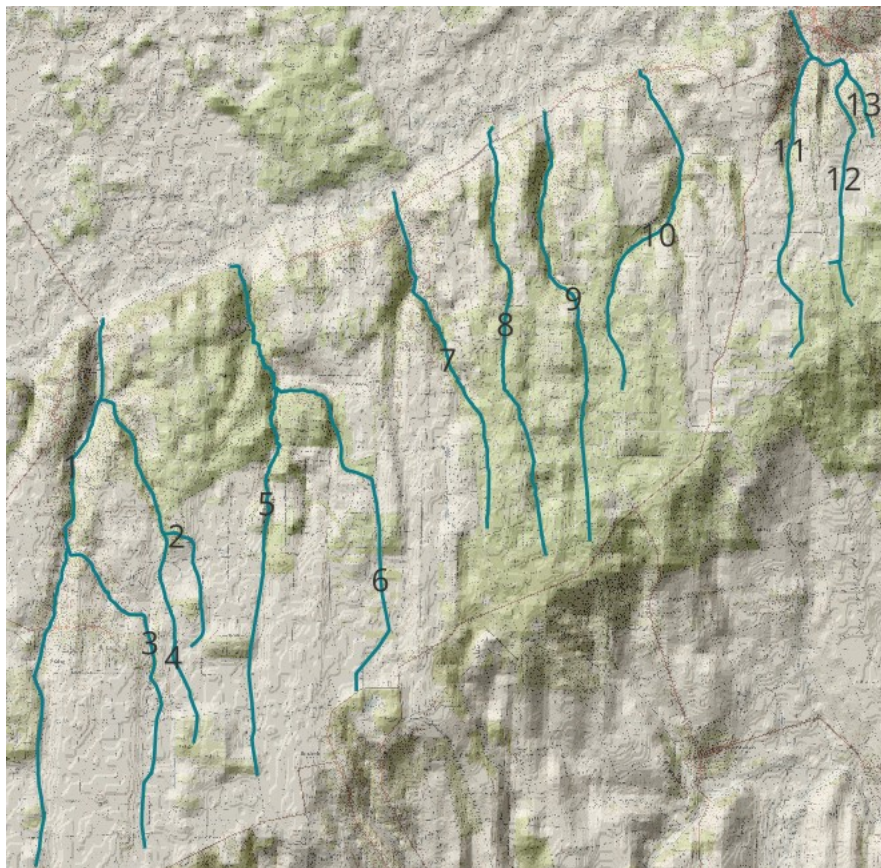
folyamatait. Ennek érdekében normalizált völgyprofilokat készítettem, amelyekhez topográfiai adatokat gyűjtöttem, valamint a QGIS szoftvert használtam a patakok számított paramétereinek térképi ábrázolására. Különösen fontos volt annak megállapítása, hogy a völgyek profiljában bekövetkezett változások milyen természeti vagy emberi hatásoknak tulajdoníthatók. A kutatás során magamnak 3 fontos célt tűztem ki. Elsőként megvizsgáltam a különböző völgyprofilokat, hogy vannak-e közöttük eltérések. Fontos kiemelni, hogy a szabályos völgyprofil nagyon ritka. A legtöbb profilban van legalább egy-egy töréspont (eltérés), ami megváltoztatja magát a profilt. A vizsgálatok után a 'miért' kérdés következett. Ha volt változás vagy töréspont alakult ki, annak az okát kerestem és azt vizsgáltam meg. Mi miatt alakult ki a törés mi okozhatta és a fő kérdés mihez köthető a töréspont. A megfigyeléseket követően az utolsó célkitűzésem a patakok összehasonlítása volt. Ehhez mindegyik völgyprofilról részletesen kellett elemeznem és vizsgálnom. Különböző adatokat, értékeket és paramétereket számoltam, hasonlítottam össze és tanulmányoztam. Számos paramétereket számoltunk ki, ilyen értékek voltak a H-max eredményei és a töréspontok megfigyelési.

## 4. Vizsgálat-kutatás folyamata

### 4.1 Rajzolás és számítás

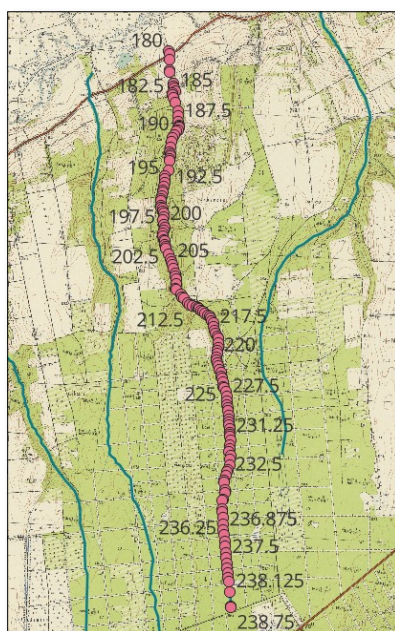
A kutatás első lépése a szükséges térképek beszerzése és letöltése volt. A geoshop weboldalaról összesen tíz darab, 1:10 000 méretarányú topográfiai térképet töltöttem le. A letöltött térképeket a vizsgálat során használtam fel. A nagy felbontású térképek alapvető fontosságúak voltak a patakok pontos ábrázolásához és a geomorfológiai jellemzők elemzéséhez. A térképek letöltése után a QGIS program segítségével megkezdtem a patakok digitalizálását. Összesen 27 patakot dolgoztam fel a Kemeneshát mentén. A digitalizálás során a töréspontok felvételekor különös figyelmet fordítottam a keresztezett szintvonalakra, amelyek a kutatás szempontjából kiemelkedő jelentőséggel bírtak. A szintvonalak pontos értelmezése és használata nélkülözhetetlen volt, mivel ezek szolgáltak a későbbi mérések alapjául. Nélkülük nem lett volna biztosítható az adatok pontos gyűjtése és elemzése. A digitalizálás során többféle szabályt alkalmaztam, amelyek elősegítették a pontos és következetes munkát. Az egyik legfontosabb szabály a patakok kezdetének és végének meghatározása volt. A digitalizált patakok kezdete a Kemeneshát peremvonalánál lett kijelölve, mivel a patakok vizsgálata és elemzése ezen a ponton vált érdekessé (8. ábra). A

patakok vége pedig addig tartott, amíg a befoglaló völgy folytatódott, ezáltal biztosítva, hogy a teljes releváns szakasz elemzésre kerüljön.



8. ábra: A patakok és a domborzat együttes ábrázolása. Patakok kezdete: a peremvonal, vége: ameddig a völgy tart.

Az ábrázolások során minden szintvonalat figyelembe vettem, mivel a későbbi számítások pontosságának szempontjából kulcsfontosságúak voltak. Elágazás esetén a rajzolási folyamat során nem neveztem ki fő ágot, hanem minden patakot egyenlő alapossággal vizsgáltam meg. Ez a megközelítés lehetővé tette, hogy a hosszabb és a rövidebb patakok geomorfológiai jellemzőit egyaránt feltérképezsem és elemezzem. A szabályok használata nagyban megkönnyítette a munkát, hiszen így egyszerűbben és következetesebben tudtam meghatározni a patakok hosszát, kezdő- és végpontjait. Miután készen lettem az illusztrációkkal, a szintvonalak segítségével kiszámoltam az adott szakaszok magasságát.

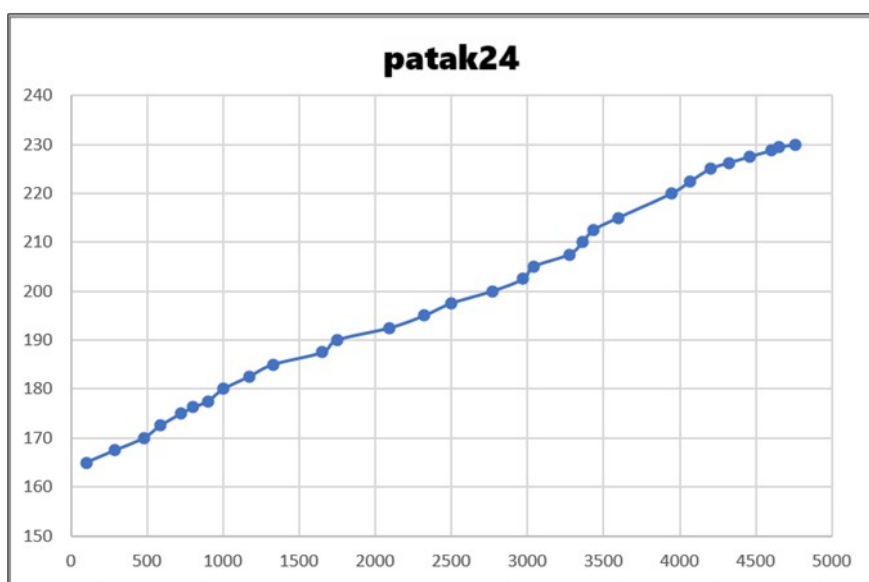
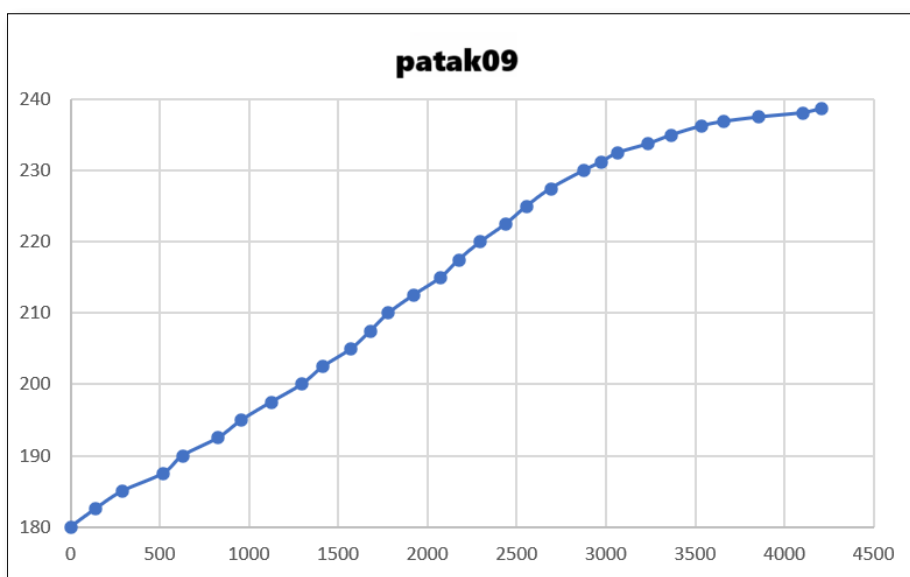


9. ábra: Szintvonalak és magasság értékek.

## 4.2 Táblázatok, grafikonok készítése

A kutatás következő lépéseként a különböző adatok kinyerésére került sor. A 27 vizsgált patak mindegyikének különféle paramétereit összegyűjtöttem, és ennek alapján részletes táblázatokat készítettem a patakprofilokról (patak1-től patak27-ig). A táblázatokban két kulcsfontosságú értéket emeltem ki: a patakok magasságát és a magasságoktól mért távolságokat. A megkapott adatok szolgáltak alapul a későbbi elemzésekhez.

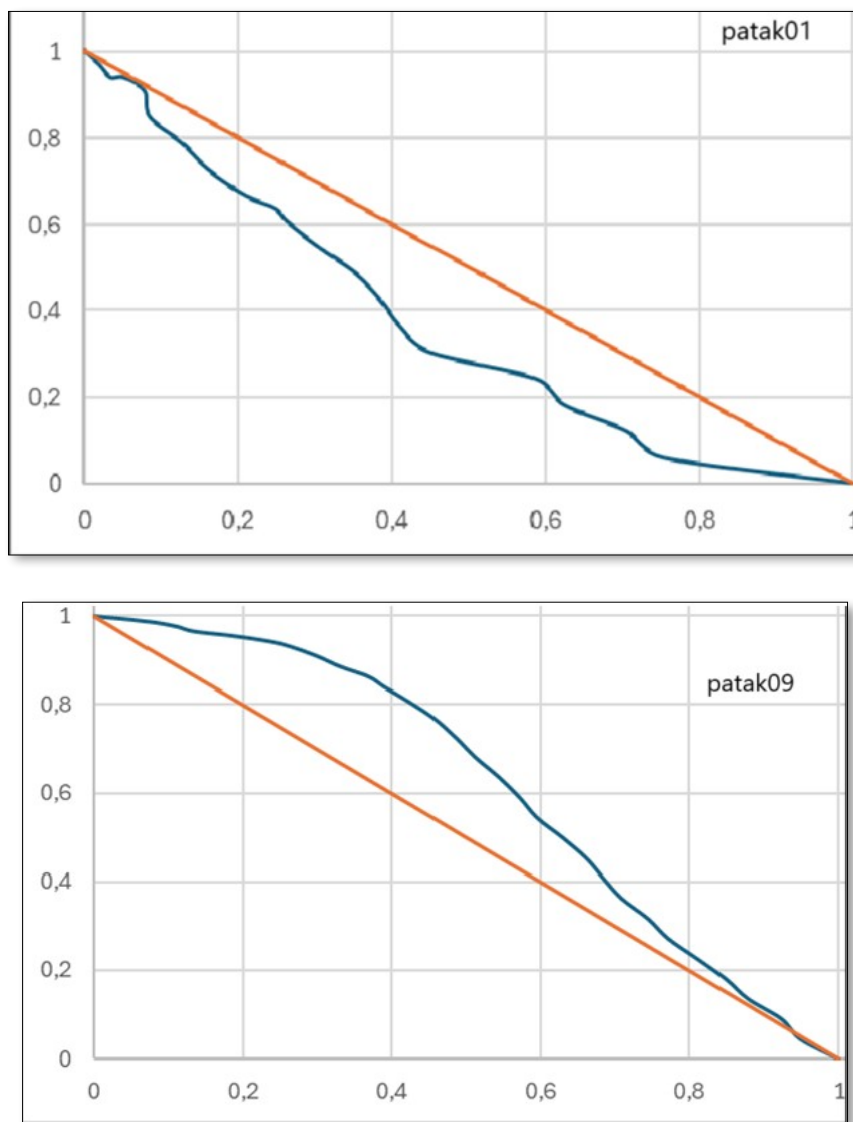
Az első lépésben az összegyűjtött adatokból két különböző grafikonot készítettem. Az első grafikonon a magasságot és a távolságot ábrázoltam, ahol minden patak völgyprofilja egyedi mintázatot mutatott (10. ábra). Egyes esetekben domború patakprofilokat figyeltem meg, míg a legtöbb patak esetében összetett profilok rajzolódtak ki, amelyeket több töréspont és lépcsőszerű alakzat jellemzett. Miután elkészítettem a vizsgált patakok profiljait és megvizsgáltam az első grafikon eredményeit, nekiláttam a második grafikon összeállításának, amely a normalizált adatok ábrázolására szolgált.



10. ábra: Patakprofilok. Patak09 egy domború profilt mutat, patak24 összetett profil több törésponttal.

A második típusú grafikonon (11. ábra) az adatokat normalizáltam, hogy lehetővé váljon a különböző méretű és eltérő távolságú patakok adatainak pontos összehasonlítása. A normalizálás során mindkét paramétert egységes skálára hoztam, ami kulcsfontosságú lépésnek bizonyult, mivel így a kisebb méretű patakokról is részletes völgyprofilokat tudtunk készíteni. Ez a fajta megközelítés nemcsak a geomorfológiai sajátosságok szisztematikus elemzését tette lehetővé, hanem az eltérések azonosítását is, amelyek a patakok dinamikájának és környezeti adottságainak mélyebb megértéséhez vezettek. Az így megkapott eredmények azt mutatták, hogy a rövidebb patakok esetében is kimutathatóak voltak jelentős variációk, amelyek összefüggést mutattak a kőzettani és domborzati tényezőkkel. Továbbá a normalizált adatok elemzésével sikerült feltárni olyan mintázatokat,

amelyek a patakok hosszának, magassági profiljának és geomorfológiai környezetének kölcsönhatásából erednek, hozzájárulva a terület komplex geomorfológiai képének megértéséhez.

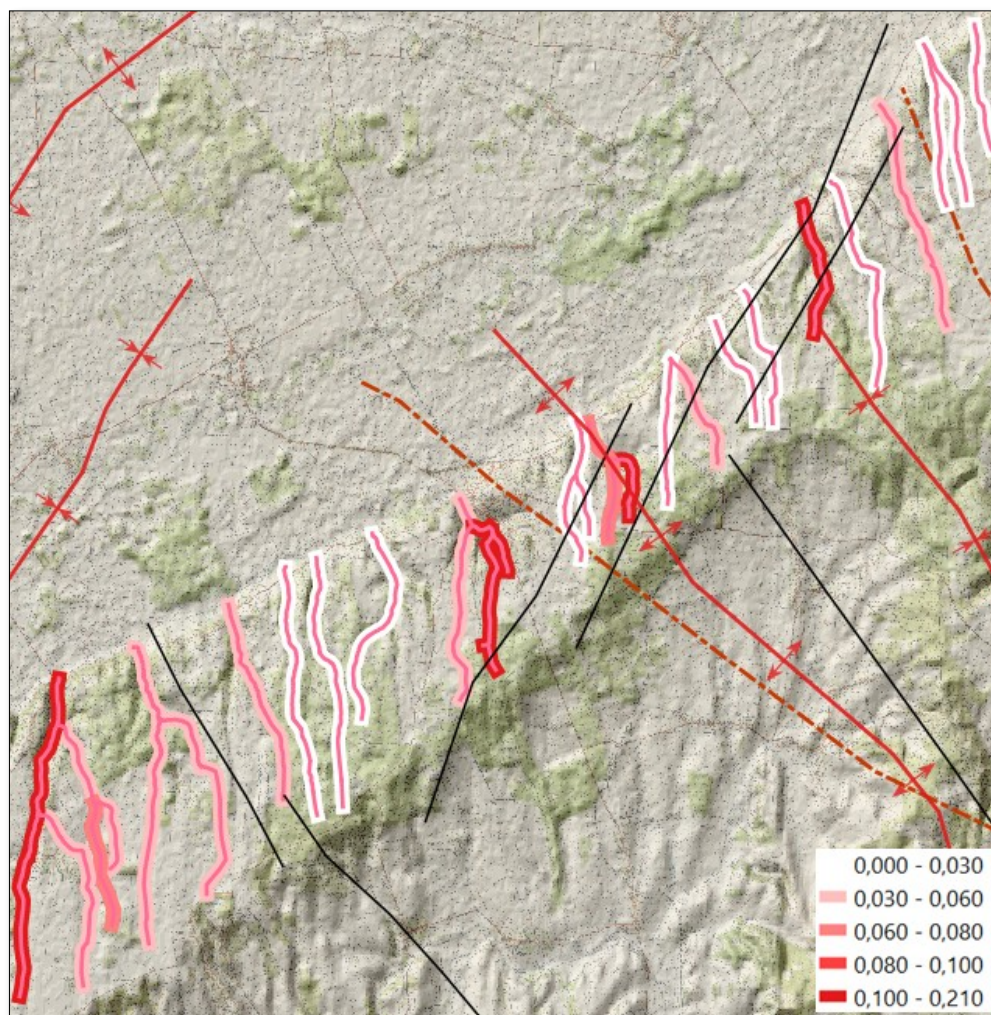


11. ábra: Normalizált patakprofil egy homorú és egy domború patak példáján. A narancssárga vonal a forrást a kezdőponttal összekötő egyenes, mely a számolt profilparaméterekhez szükséges.

### 4.3 Profilparaméterek kiszámítása

A meglévő adatok és grafikonok felhasználásával több fontos paramétert számítottam ki, például a H-max (a maximális konkavitás értéke), H-min (a minimális konkavitás, pontosabban a maximális konvexitás értéke),  $H_{absz-min}$  (a minimális konkavitás abszolút értéke),  $H_{absz-max}$  (a maximális konkavitás abszolút értéke) és a H-terj értékeket (H-max és a H-min értékek különbsége). Az így kapott eredményeket beillesztettem a QGIS programba, ahol vizualizáltam és elemeztem azokat. Mindegyik patak adatait összehasonlítottam

egymással, különös figyelmet fordítva az eltérésekre és az eredmények közötti lehetséges összefüggésekre, például a különbségek mértékére. Kiemelten foglalkoztam a H-max értékek elemzésével, amelyeket fokozatos színskálával ábrázoltam a térképen. Ez a megközelítés lehetővé tette a H-max adatok térbeli eloszlásának vizsgálatát, amelyből érdekes végeredmények rajzolódtak ki.

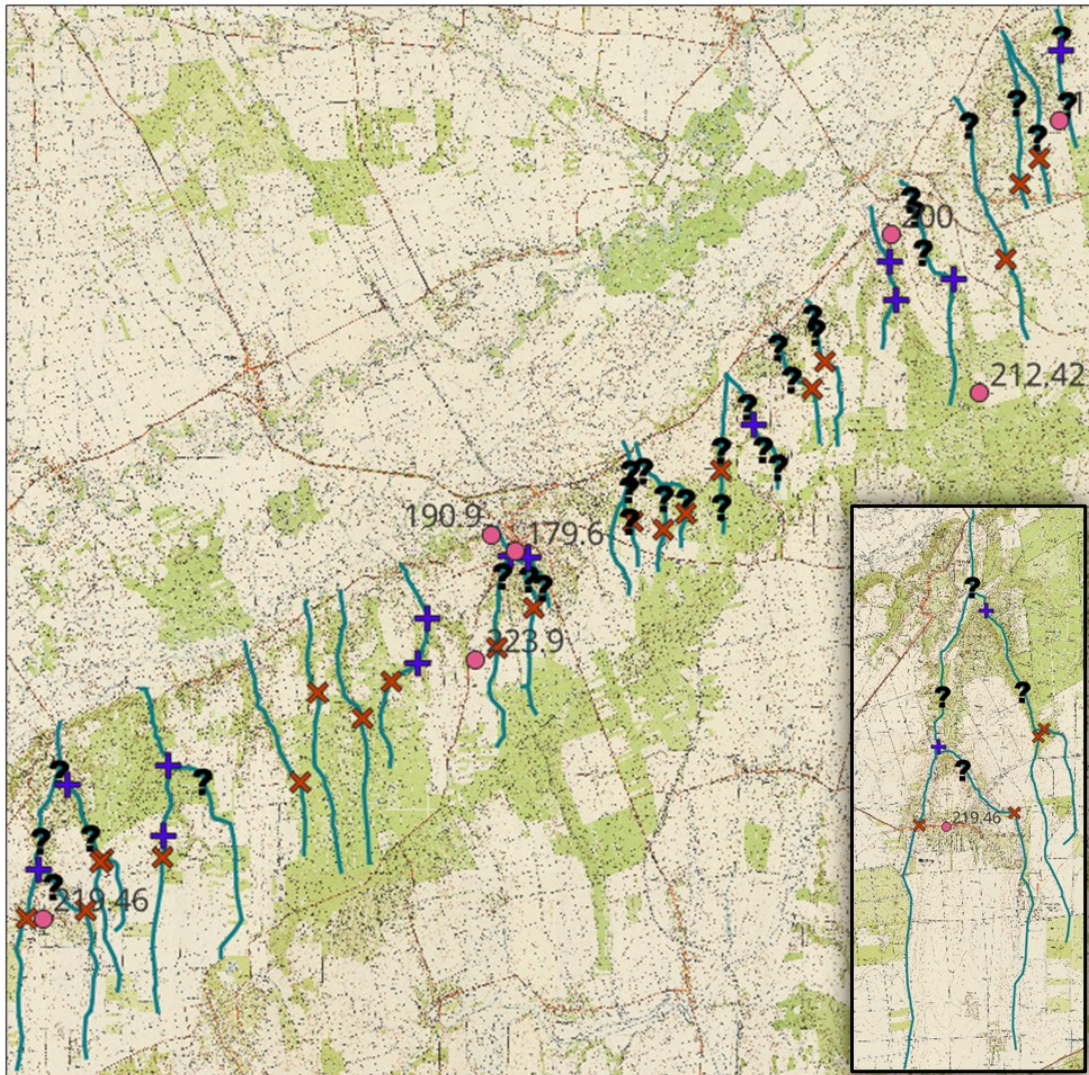


12. ábra: A patakok számított H-max értékei. Fekete vonalak a fiatal vetők, piros szaggatott vonalak a potenciálisan aktív törésvonalak és a vastag piros vonalak a szinklinális és antiklinális redőtengelyek (Kovács, G., et al., 2023).

## 5. Eredmények

A kutatás során alkalmazott módszertan alapján részletesen átvizsgáltam minden patakprofil töréspontjait. Az elemzések eredményei azt mutatták, hogy a vizsgált 27 patak közül szinte mindegyiknél, pontosan 25 esetben, kimutatható volt a keresztezett kőzetminőség hatása által kialakult törés (13. ábra, piros X-ek). Ez a jelenség a Kemeneshát dombvidékére jellemző vastag kavicstakarónak és az alatta húzódó felső-pannóniai hatásának tulajdonítható. A felső-

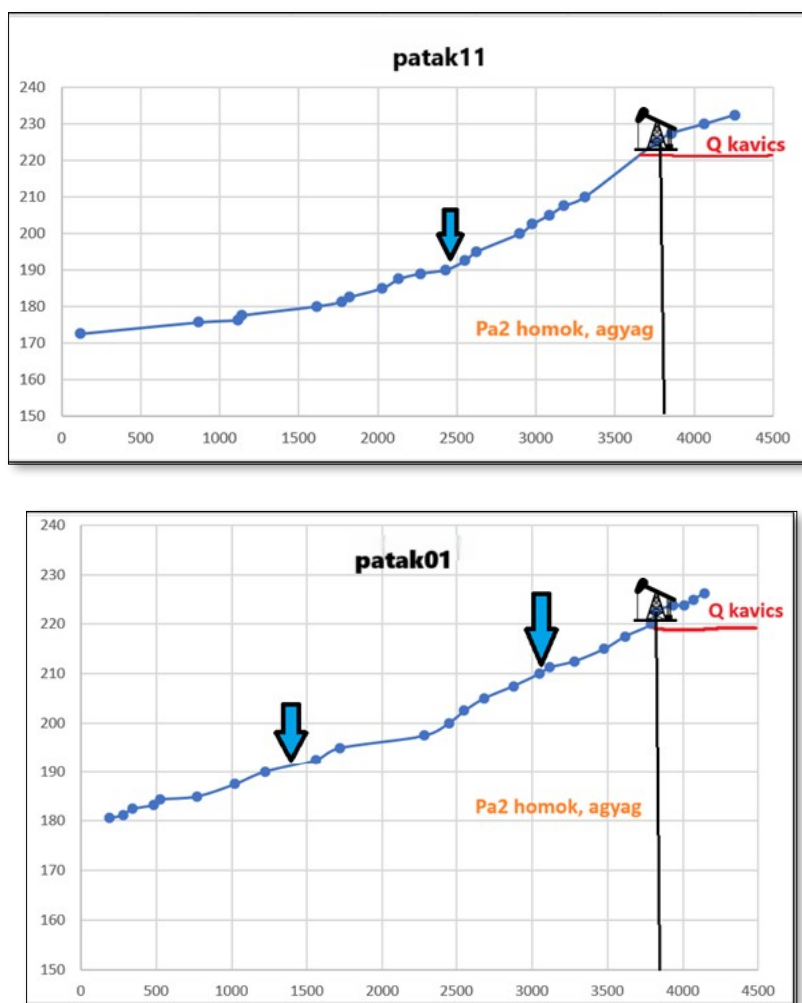
pannóniai kőzetminősége (homok, agyag) sokkal puhább és könnyebben erodálható, mint a felette elhelyezkedő kavicsréteg. Ennek következtében a patakoknak jelentős eróziós munkát kellett végezniük, hogy átvágják a keményebb réteget és elérjék az alatta lévő puhább kőzetet. A folyamat egyértelmű töréspontokat eredményezett a grafikonokon, amelyek a bevágódás intenzitását és a kőzetrétegek eltérését tükrözték.



13. ábra: Térképezett töréspontok: ? :Egyéb változások, X:Kavics, +:Patak találkozás (piros pontok: fúrások a kavicsfekű tengerszint feletti magasságával)

A vizsgálat alapján olyan töréspontokat is azonosítottunk, amelyeket egyértelműen nem lehetett a keresztezett kőzetminőség hatásainak tulajdonítani. Az eltérések különösen azoknál a patakoknál voltak megfigyelhetők, ahol kisebb lépcsőszerű alakzatok jelentek meg a profilokon. Az ilyen töréspontok és lépcsők főként a hosszabb patakok esetében fordultak elő, amelyekhez más, kisebb patakok csatlakoztak. A kutatás folyamán összesen 17 olyan

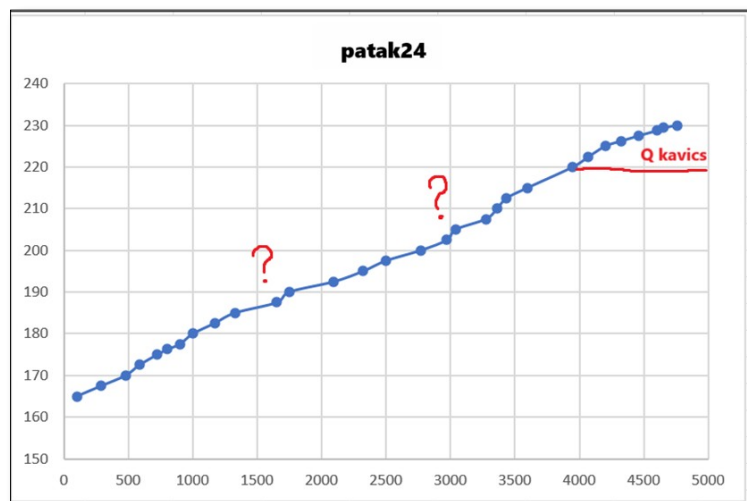
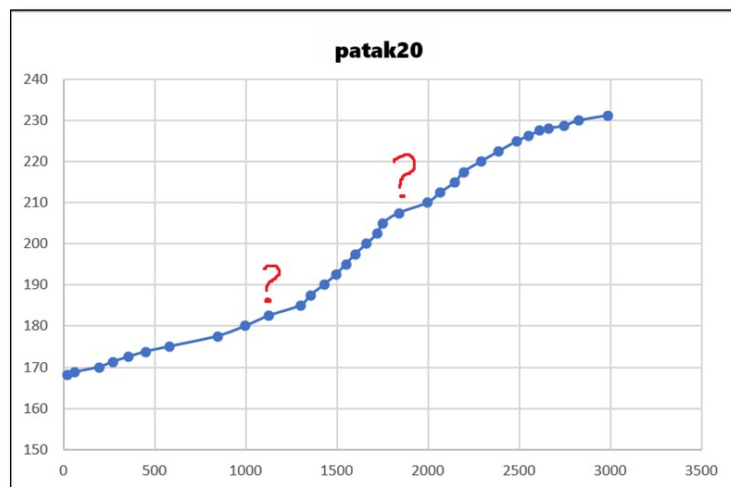
töréspontot azonosítottunk, ahol a lépcsők kialakulása a csatlakozó patakok jelenlétével volt összefüggésben (13. ábra kék + jelek, 14. ábra kék nyilak). Az eredmények arra utalnak, hogy a patakok összefolyása jelentős hatást gyakorol a felszínformák jellemzőire, különösen a völgyek kialakulására és a patakok profiljának alakítására. A csatlakozási pontokon megjelenő töréspontok a vízhozam változásának és a víz által szállított hordalék eloszlásának következményeként alakulhatnak ki, ami tovább gazdagítja a vizsgált terület geomorfológiai dinamikáját.



14. ábra: Csatlakozó patakok és a kőzetminőség által keletkezett töréspontok. Kék nyilak: csatlakozó patak, fekete vonal: fűrés.

A további elemzések során összesen 31 töréspontot azonosítottunk, amelyek kialakulását eltérő tényezők befolyásolták. A tektonikai térképekkel való összevetés alapján 12 töréspontot olyan szerkezeti hatásokhoz kötöttünk, amelyek valószínűsíthetően a Kemeneshát alatt húzódó vetők és potenciálisan aktív törésvonalak jelenlétével magyarázhatók. A vizsgált a

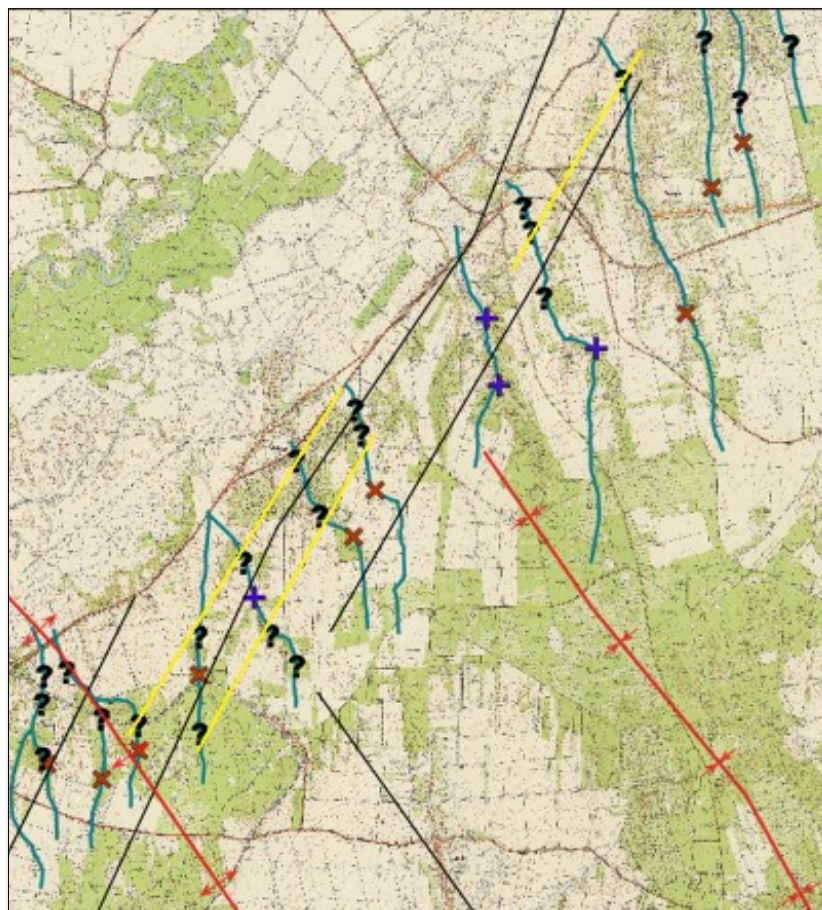
töréspontok egyértelműen jelezhetik a mélyben zajló tektonikus folyamatok hatásait, amelyek a felszíni domborzati változásokhoz is hozzájárulhatnak. A fennmaradó 19 töréspontot 'egyéb változások' okozta jelenségekhez soroltuk, azonban ezek pontos okai egyelőre nem tisztázottak (13. és 15. ábrán kérdőjellel jelölve). További részletes vizsgálatokra van szükség annak megértéséhez, hogy milyen folyamatok állhatnak eme töréspontoknak a hátterében. Elképzelhető, hogy a jelenségek összefüggésben állnak a közettani adottságokkal, az eróziós folyamatokkal vagy a hidrológiai hatásokkal, azonban pontosabb következtetésekhez további adatelemzés és terepi vizsgálat szükséges.



15. ábra: Egyéb változások okozta töréspontok.

## 6. Következtetés

A kutatás eredményei azt mutatták, hogy egyes patakok esetében jelentős változások figyelhetők meg, amelyek nem magyarázhatók sem a keresztezett kőzetminőséggel, sem más patakok találkozásával (31 db töréspont). Az ilyen változások hátterében valószínűsíthetően a tektonikus hatások állnak (12 db töréspont, ld. 16. ábra). A Kemeneshát alatt több fiatal vetővonal található (Wórum, G., et al., 2020; Kovács, G., et al., 2023; Koroknai, B., et al., 2023), amelyek szerepet játszhattak a felszíni geomorfológiai módosulások kialakulásában. Az fiatal vetőkön kívül, két potenciálisan aktív törésvonal is azonosítható a területen, amelyek tovább növelik a geo-dinamikai folyamatok jelentőségét. Az ilyen törésvonalak hatásai a felszínen különböző formában jelenhetnek meg, például patakprofilbeli eltérések, töréspontok vagy lépcsős szakaszok formájában. Az eredmények arra utalnak, hogy a tektonikai aktivitás jelentős hatást gyakorolhatott a domborzati viszonyokra és a patakok által kialakított geomorfológiai formákra. A vizsgálat elemzése során találtunk olyan pontokat – töréspontokat –, amelyek a vetőkkel pontosan párhuzamosan jelennek meg a föld felszínén a patakok nyomán. A kapott eredmények megvizsgálására további kutatásokra van szükség, hogy azoknak a pontos megértéséhez a törésvonalak miként és milyen mértékben befolyásolják a felszíni formákat, hiszen nem aktív vetők is okozhatnak töréspontot a patakok hossz-szelvényén, a kőzet ellenállásának gyengítésével.



16. ábra: Tektonikus hatással keletkezett töréspontok a terület ÉNy-i részén. Sárga vonal mutatja a vetővel párhuzamosan keletkezett patakprofil töréspontokat. A szerkezeti elemek jelmagyarázatát és forrását ld. a 2. ábrán.

A H-max értékek közötti különbségek különösen megfigyelhetők azon a területen, ahol szinklinális és antiklinális redőtengelyek húzódnak. A területen az értékek jellemzően magasak vagy közepesen magasak, ami egyértelműen összefüggésbe hozható a Koroknai, B., et al. (2023) által feltárt redőszerkezetek jelenlétével (12. ábra). Az elemzett adatokban egyfajta rendszeresség is észlelhető. Az ábra balról jobbra történő vizsgálata során kirajzolódik egy folyamatos váltakozás: a magas és közepesen magas H-max értékeket rendszerint nagyon alacsony értékek követik. Ez a váltakozó mintázat az ábra teljes hosszában megfigyelhető. A további megfigyelések azt mutatják, hogy a nyugati anomáliát leszámítva a többi magas H-max érték a vetőkhöz vagy az antiklinálisokhoz kapcsolható. Az ilyen mintázatok okainak feltárása további kutatásokat igényel. Elképzelhető, hogy a Rába bevágódási folyamatai is jelentős szerepet játszhattak ebben a rendszerben, azonban ennek bizonyításához terepi mérésekre és részletesebb elemzésekre van szükség.

## 7. Összegzés

A kutatásomat összefoglalva megállapíthatom, hogy a kitűzött célokat elértem, és a kutatás során feltett kérdéseimre válaszokat kaptam. Az elkészített patakprofilok elemzése során számos eltérést tapasztaltam a szabályos mintázatokhoz képest, amelyek felvetették a kérdést: mi okozhatta ezeket a változásokat?

Az elsődleges eltéréseket a keresztezett kőzetminőség okozta. A vizsgált 27 patakából 25 esetében egyértelműen kimutatható volt ez a hatás. A Kemeneshát dombvidékén megfigyelt jelenség a vastag kavicsstakaró és az alatta elhelyezkedő felső-pannóniai összlet eltérő tulajdonságainak köszönhető. A felső-pannóniai réteg, amely főként homokból és agyagból áll, jóval puhább és könnyebben erodálható, mint a felette lévő, sokkal ellenállóbb kavicsréteg. Emiatt a patakoknak jelentős eróziós munkát kellett végezniük, hogy átvágjanak a kemény kavicsrétegen, és elérjék a puhább pannon kőzetet. Ez az eróziós folyamat a patakprofilok grafikonjain egyértelműen megjelenő töréspontokat eredményezett, amelyek nemcsak a bevágódás intenzitására, hanem a különböző kőzetrétegek közötti anyagbeli eltérésekre is rávilágítanak. A grafikonokon megfigyelt lépcsők és töréspontok kialakulásához többféle tényező is hozzájárult. A másik ilyen meghatározó tényező a patakok csatlakozása vagy találkozása volt. A pontokon jelentős változások figyelhetők meg, amelyeket valószínűleg a megnövekedett vízhozam vagy az üledéklerakódás okozott. A nagyobb vízmennyiség növelhette az eróziós erőt, míg az üledék felhalmozódása lassíthatta a víz áramlását, ezáltal lépcsőszerű alakzatokat hozva létre a patakok profiljában. Ilyen töréspontok száma összesen 17 volt a vizsgált patakok mentén. A kutatás egyik legmeglepőbb eredménye az volt, hogy 31 olyan pontot azonosítottunk, amelyek egyik korábban feltételezett tényezőhöz sem voltak köthetők. Ezek a pontok nem mutattak kapcsolatot sem a patakok találkozásával, sem a keresztezett kőzetréteg változásával. Az alapos vizsgálatok alapján a 31 töréspontból 12 kialakulását tektonikai hatásokra vezettük vissza, mivel a pontok a szakirodalomban található vetővonalakkal párhuzamosan jelennek meg a felszínen. A megfigyelés rendkívül ritka és figyelemre méltó, hiszen ritka a fiatal vetők erőteljes jele a felszínen. Az efféle jelenségek azt jelzik, hogy a vetők valószínűsíthető aktivitása jelentős hatással lehetnek a felszíni geomorfológiai viszonyokra, és közvetlen kapcsolatban állhatnak a domborzat kialakulásával. A pontok által kijelölt helyszínek vizsgálata további részletes elemzéseket és terepi kutatásokat igényelnek. A következő lépések közé tartozhat a vetők

geometriájának alaposabb feltérképezése és a felszíni és mélyebb rétegek közötti kölcsönhatások elemzése is.

A kutatás során különös figyelmet fordítottam a H-max adatainak elemzésére, hogy feltárjam az eredmények közötti összefüggéseket és mintázattokat. Az elemzések alapján egyértelmű rendszert figyelhettünk meg az eredményekben. A térképi ábrák azt mutatták, hogy a paraméterek egyfajta sorrendet követnek: magas vagy közepesen magas H-max értékek után az eredmények hirtelen jelentősen csökkentek. Ez a váltakozó mintázat egyfajta szabályosságot jelez, amelyet a további kutatások során részletesen meg kell vizsgálni. Ezen túlmenően észrevettük, hogy a szinklinális és antiklinális redőtengelyek környezetében a H-max értékek többnyire magasak vagy közepesen magasak voltak. Ez arra utalhat, hogy a redőtengelyek jelenléte közvetlen hatással lehet a H-max eredmények alakulására.

A kutatás következő lépései között kiemelt szerepet kap a terepi minták felmérése és részletes vizsgálata. Különös figyelmet kell fordítani a tektonikai eredetű pontok alaposabb elemzésére (12 db), amelyek további részletes terepi kutatásokat és adatelemzéseket igényelnek. Valószínűleg az elemzések hozzájárulhatnak a törésvonalak aktivitásának és geomorfológiai hatásainak pontosabb megértéséhez. Emellett meg kell vizsgálni a 19 egyéb tényezők által keletkezett töréspontokat is, amelyek eredetét jelenleg nem teljesen értjük. Ezen töréspontok vizsgálata kulcsfontosságú annak meghatározásához, hogy milyen geomorfológiai vagy hidrológiai folyamatok állhatnak a kialakulásuk hátterében. Végül, a H-max eredmények rendszerének és okainak mélyebb elemzése is elengedhetetlen. A további kutatások során különös figyelmet kell fordítani az eredmények közötti összefüggések feltárására, valamint arra, hogy milyen tényezők befolyásolják a H-max értékek térbeli eloszlását. A további profilparaméterek részletes elemzése és összehasonlítása pontosabb betekintést nyújt a geomorfológiai folyamatok összefüggéseibe.

## 8. Köszönetnyilvánítás

A dolgozatom végén szeretném kifejezni hálámat konzulensemnek, Dr. Kovács Gábor tanár úrnak, aki nélkülözhetetlen támogatásával, segítségével és iránymutatásával nagyban hozzájárult dolgozatom elkészítéséhez. Köszönet illeti továbbá Dr. Lenner Tibort tanár urat is, aki bátorításával és inspirációjával segített a kutatás során.

Külön köszönet illeti az ELTE BDPK Kiválósági Alapját, amely lehetővé tette a fúrási adatok beszerzését, valamint Unger Zoltánt, aki az ELTE BDPK Kiválósági Ösztöndíjával támogatta a projekt megvalósulását.

## 9. Felhasznált irodalom

ÁDÁM, L., 1975. *A Kisalföld és a Nyugat-magyarországi-peremvidék (Magyarország tájföldrajza)*, Akadémiai Kiadó, Budapest.

BENCE, G., JÁMBOR, Á., PARTÉNYI, Z., 1977. *A Várkesző és Malomsok környéki alginit-(olajpala-) és bentonitkutatások eredményei*, M. Áll. Földtani Intézet Évi Jelentése az 1977. Évről, 257–267.

DEMOULIN, A., 1998. *Testing the tectonic significance of some parameters of longitudinal river profiles: the case of the Ardenne (Belgium, NW Europe)*. Geomorphology 24, 189–208.

FARKAS B, SIPOS G, BARTYIK T, et al., 2023. *Characterization and mapping of MIS-2 thermal contraction crack polygons in Western Transdanubia, Hungary*. Permafrost and Periglac Process. 1-11.

GELABERT, B., FORNÓS, J.J., PARDO, J.E., ROSELLÓ, V.M., SEGURA, F., 2005. *Structurally controlled drainage basin development in the south of Menorca (Western Mediterranean, Spain)*. Geomorphology 65, 139–155.

GYALOG L., SÍKHEGYI F. (sorozatszerk.), 2005. *Magyarország földtani térképe*, M=1:100 000. A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest.

HOLBROOK, J., SCHUMM, S.A., 1999. *Geomorphic and sedimentary response of rivers to tectonic deformation: a brief review and critique of a tool for recognizing subtle epeirogenic deformation in modern and ancient settings*. Tectonophysics 305, 287–306.

KOROKNAI, B., BÉKÉSI, E., BONDÁR, I., CZECE, B., GYŐRI, E., KOVÁCS, G., PORKOLÁB, K., TÓTH, T., WESZTERGOM, V., WÉBER, Z., et al., 2023. *Magyarország szeizmotektonikai térképe*, p. 353, Földtani Közlöny, 153/4.

KOVÁCS, G., 2013. *Fiatal tektonika és felszínfejlődés kapcsolata az Alpok keleti előterében*, Doktori értekezés, Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai és Űrtudományi Tanszék Természetföldrajzi Tanszék, 183 p.

KOVÁCS, G., KOROKNAI, B., GYŐRI, E., NÉMETH, V., BALÁZS, L., BONDÁR, I., WÓRUM, G., SZABÓ, G., KEGYES-BRASSAI, O., TÓTH, T., 2023. *Magyarország szeizmotektonikai veszélyeztetettségi térképe*, p. 355, Földtani Közlöny, 153/4.

MACKIN, J.H., 1948. *Concept of the graded river*. Geological Society of America Bulletin 59, 463–512.

MOLIN, P., PAZZAGLIA, F.J., DRAMIS, F., 2004. *Geomorphic expression of active tectonics in a rapidly deforming forearc, Sila Massif, Calabria, Southern Italy*. American Journal of Science 304, 559–589.

OLIVETTI, V., CYR, A. J., MOLIN, P., FACCENNA, C., and GRANGER, D. E., 2012. *Uplift history of the Sila Massif, southern Italy, deciphered from cosmogenic Be erosion rates and river longitudinal profile analysis*, Tectonics, 31, TC3007.

PÉCSI, M., 1961. *A periglaciális talajfagy jelenségek főbb típusai Magyarországon*. Földrajzi Közlemények IX. kötet, 1. szám, 1-24.

PÉCSI, M., 1962. *A Kisalföld geomorfológiai képe*. Földrajzi Közlemények X. kötet, 2. szám, 113-142.

PÉCSI, M., 1997. *Szerkezeti és vázlatalképződés Magyarországon*, Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutató Intézet, Bp.

PÉCSI, M., SÁRFALVI, B., 1960. *Magyarország földrajza*. Akadémia Könyvkiadó, Bp.

RUSZKICZAY-RÜDIGER, Zs., Fodor, L., Horváth, E., Telbisz, T., 2009. *Discrimination of fluvial, eolian and neotectonic features in a low hilly landscape: A DEM-based morphotectonic analysis in the Central Pannonian Basin, Hungary*. *Geomorphology* 104, 203–217.

ZUCHIEWICZ, W., 1991. *On different approaches to neotectonics: a polish Carpathians example*. *Episodes* 14, 116–124.

ZUCHIEWICZ, W., 1998. *Quaternary tectonics of the Outer West Carpathians, Poland*. *Tectonophysics* 297, 121–132.

WÓRUM, G., KOROKNAI, B., KOROKNAI, Zs., FEKETE-NÉMETH, V., KOVÁCS, G., TÓTH, T., 2020. *Young geological deformations in Hungary*. Geomega Ltd., Budapest.