

XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia

(OTDK)

2015. április 15-18.

Kolozsvár

A Rozsda-szakadék hátráló eróziójának vizsgálata

Szerző:

Simon Éva-Beáta

Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Földrajz Kar, földrajz szak, III. év

Témavezetők:

Dr. Gál Andrea, egyetemi adjunktus

Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Földrajz Kar, Magyar Földrajzi Intézet

Dr. Imecs Zoltán, egyetemi adjunktus

Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Földrajz Kar, Magyar Földrajzi Intézet

Tartalomjegyzék

1.	Bevezető.....	3
2.	Mérési módszerek és eszközök.....	3
3.	Időszakos vízfolyások által létrehozott felszínformák	4
4.	A Rozsda-szakadék kialakulását és fejlődését befolyásoló tényezők	8
4.1.	Földtani viszonyok.....	8
4.2.	Klímaviszonyok.....	11
4.3.	Antropogén hatás	12
5.	A Rozsda-szakadék alakulásában szerepet játszó felszínalakító folyamatok.....	12
6.	Eredmények	15
7.	Következtetések.....	21
8.	Irodalomjegyzék.....	22

1. Bevezető

A Rozsda-szakadék a Bihar-hegységben található, a Bak-hát (Tápu-csúcs, 1476 méter) közelében 1383 m tengerszint feletti magasságon. A napjainkban is dinamikus és látványosan fejlődő hatalmas torrens a Száraz- patak völgyében helyezkedik el (a Köves- Körös vízgyűjtő területe).

A torrenciális csapadékok és lejtőmozgások következtében a szakadék folyamatosan hátrál, szélesedik, ugyanakkor mélyül is. Régi topográfiai térképek összehasonlító vizsgálata során kiderült, hogy az egykor csak kisebb vízmosásként ábrázolt képződmény jelentős méretűvé duzzadt. Óriási méretével egyedi természeti képet nyújt és számtalan turistát vonz.

Dolgozatunk célja, hogy a felszínforma méretének időbeli változásait feltárja térképek, valamint fényképek segítségével. A térképi információt saját méréseinkkel és megfigyeléseinkkel egészítettük ki. GPS segítségével lehatároltuk a szakadék jelenlegi területét és ezt összevetettük a régebbi adatokkal, amelyekből kiderült a változás mértéke. Az összegyűjtött adataink alapján egy domborzatmodellt készítettünk a térségről. Az összehasonlító elemzéseket az ArcGIS térinformatikai program segítségével valósítottuk meg. Dolgozatunkban vizsgáltuk a Rozsda-szakadék kialakulását meghatározó természeti feltételeket is: kőzetminőség, klímaviszonyok, törésvonalak jelenlétét és antropogén hatásokat.

2. Mérési módszerek és eszközök

A Rozsda-szakadék terepi felmérését 2014 március 30.-án végeztük el. A torrens peremén GPS-szel végigmenve rögzítettük a kőzettani illetve a domborzati sajátosságokat, ezek változásait és feljegyeztük a domináns felszínalakító folyamatokat. Minden fontosabb kőzetváltozást, domborzati sajátosságot pontként tároltuk a készülékben. Egy pont jelölte például a csuszamlás elejét, egy pedig a végét. Egy lapra, a pontoknak megfelelően részletesebben leírtuk megfigyeléseinket a kőzet állagáról, színéről, illetve a felszínalakító folyamat jelegéről.

A Rozsda-szakadék területének a változását különböző időszakokból származó térképek, ortofoto és saját GPS- szel mért adatok alapján határoztuk meg. Rendelkezésünkre álltak a II. és

III. osztrák-magyar katonai felmérés során készített térképek, egy romániai topográfiai térkép és egy ortofoto. A térképeket az ArcGIS program segítségével digitalizáltuk és egymásra helyeztük, aminek nyomán kirajzolódott a területi változás. A térképi adatok alapján kiszámoltuk a szakadék területét is a különböző időpontokban. Készítettünk egy 3D-s domborzatmodellt valamint kiszámoltuk a térség jelenlegi térfogatát egy négyzetkilométeres területen. Ezzel egyidejűleg megbecsültük a jelenlegi szintvonalak képzeletbeli összekötésével, hogy mekkora lenne ugyanannak az egy négyzetkilométeres területnek a térfogata, ha nem lenne szakadék. Az így kapott értékek különbségéből megkaptuk azt, hogy mennyi anyag tűnt el a területről.

Kiemelnénk, hogy a mérések pontosságát a terepi viszonyok és az erdő beárnyékolása erősen korlátozták. A 3D-s modell elkészítéséhez nem volt elegendő adatunk, ezért a domborzatmodellhez a szintvonalak, a fényképek illetve a GPS- szel rögzített magassági pontok segítségével, becsléssel adtunk meg az értékeket. A térfogatszámítás is megközelítő értékeken alapszik, de mindenképp érdekes és értékes eredményekhez jutottunk.

3. Időszakos vízfolyások által létrehozott felszínformák

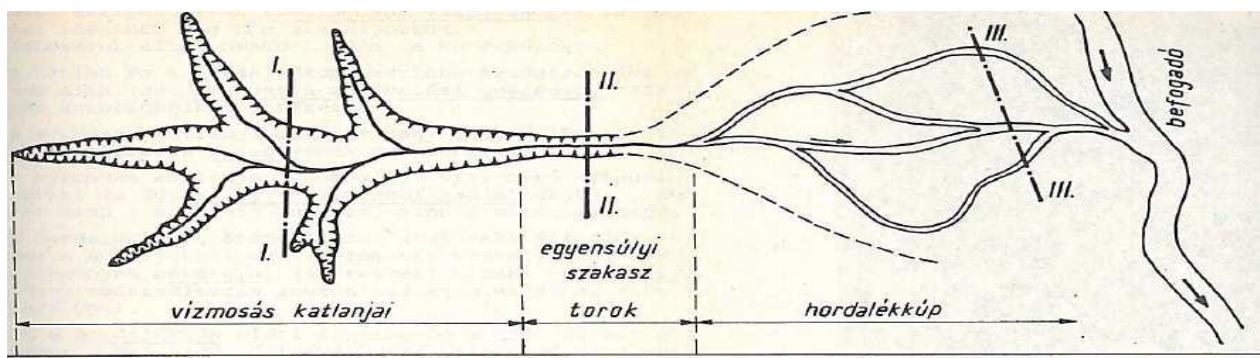
A csapadékvíz mechanikai és kémiai hatása során, a kőzetminőség függvényében jellegzetes eróziós felszínformákat hoz létre. A víz eróziós munkája már akkor elkezdődik, amikor az esőcseppek a földre érnek, ezt nevezzük csepperóziónak. A földfelszínre eső vízcseppek ezután beszivárognak a talajba. A beszivárgás időtartama, intenzitása függ a közeg vízáteresztő képességétől és az eső intenzitásától is. Következő szakasz a térfelszíni lefolyás kialakulása. Miután a lejtőt alkotó közeg telítődött beindul a vízréteg lejtőn történő lepelszerű mozgása és a felületi erózió.

A víz igyekszik a legnagyobb esés mentén mozogni, így kis erecskében gyűl össze, ezeket nevezzük esőbarázdáknak. Ezek állandóan változtatják helyüket, méreteiket. Újabb esőzések alkalmával a víz megpróbál ismét ezeken a mélyedéseken végighaladni, így mélyíti, bővíti, erodálja a mélyedéseket, míg végül létrejönnek az árkok, majd a vízmosások. Ezek csak csapadékos időben szállítanak vizet és csak akkor mozog bennük törmelék, amikor a szállító közeg, vagyis a víz jelen van.

A vízmosás továbbfejlődéséből alakul ki a záporpatak vagy torrens, ami lényegében a vízmosás-erózió hegységi változata. A nagyobb törmelékdarabokat is képes elszállítani és az apró törmelékek, kavicsok akkor is mozognak benne, amikor nincs bennük vízfolyás. A torrens egy szerteágazó nagy árok, melyet az időszakos vízfolyások folyamatosan mélyítenek, szélesítenek. A torrenciális esőzések alkalmával a rövid idő alatt lezúduló bőséges és heves csapadék a különböző térszíni mélyedésekbe egyesülve barázdálja a felszínt. Fejlődése, alakulása az esővízből vagy a hóolvadásból származó vízmennyiségtől függ, nincs egy állandó táplálású vízmozgása (Vendl, 1953). A száraz időszakban a szélerózió felszínalakító tevékenysége jelentkezik.

Az esőbarázdák és vízmosások létrejötte elsősorban a növénytakaró hiányának köszönhető. A növényzet védő szerepet tölt be, csökkentve a csapadékvíz gyors lefolyását a lejtőn, ugyanis a növények szárai, lehullott lombjai a csapadék egy részét visszatartják. A csupasz felszín a külső természeti erők, mint a szél, a víz könnyebben megbontják.

A torrenseknek három fő összetevője van (1. ábra). Felső részén a hátráló erózió alámosásokat idéz elő, így kialakul a katlan, mely egy kezdetleges vízgyűjtő terület, tehát több árokra, részre tagolódik. Itt a hátráló erózió által a völgy mindinkább növekszik, megnyúlik. A katlan alatti részen egy szűkebb csatornát, egy V keresztmetszetű medret találunk, ahol az összegyűlt víz elfolyik. Ezen a szakaszon a függőleges erózió uralkodik. A torrens alsó részén a hordalékkúp található, itt az esés hirtelen csökken, így a katlanból kimosott törmelékanyag lerakódik (Pándi, 2008).



1. ábra. A torrens részei

[http://www.vit.bme.hu/vit/oktatas/feltoltesek/BMEEOVVASF1/vizkar_bs_4.pdf]

A Rozsda-szakadék torrens jellegét elemezzük a következőkben. A katlannak nevezett felső rész több árokra tagolódik, melyeket pengeéles gerincek választanak el egymástól, kb. negyvennégy ilyen kisebb, nagyobb gerincet számoltunk, melyek további mellékgerincekre tagolódnak (2. ábra).



2. ábra: A Rozsda-szakadék gerincei

A torrens hátráló-, mélyülő- és oldalerózióval fejlődik. Az alámosás jelenségét jól szemlélteti, hogy a szakadék peremén lévő fák gyökerei félig a levegőben vannak. A víz és a szél eróziós munkájának és a tömegmozgásoknak köszönhetően a peremeken lévő fák nem képesek az egyensúlyukat fenntartani és a mélybe zuhannak (3. ábra).



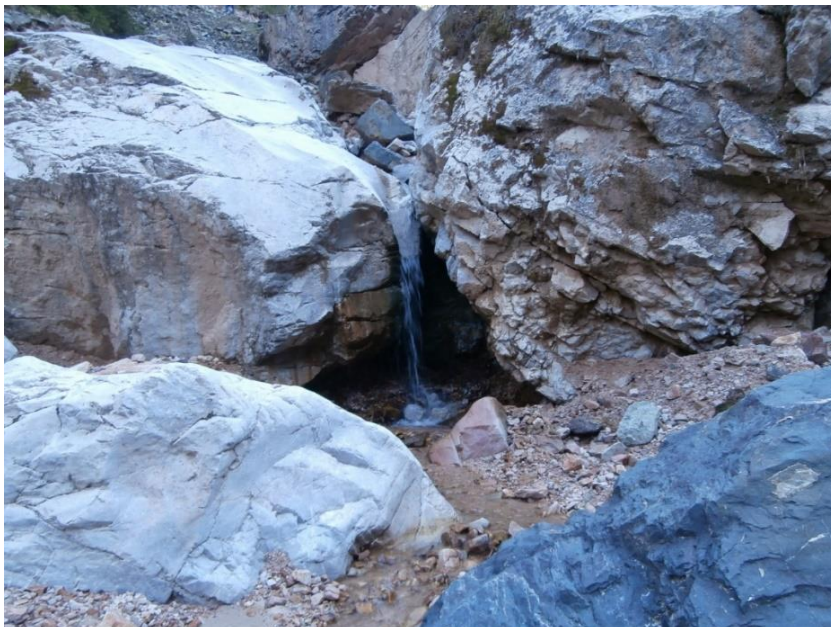
3. ábra: Támaszt veszett fa félig a levegőben

A torrens középső szakasza egy szűk elfolyási csatorna (torok), amely lényegében nem más, mint a vízmeder, amiben csak időszakosan folyik víz (4. ábra).



4. ábra: Időszakos vízmeder

A torok alsó szakaszán a bevágódás elérte a mészkő réteget, így a torrens egy kisebb vízesésben végződik. A hordalékkúp a Rozsda-szakadék esetében nem annyira jellegzetes a mészkő jelenléte miatt (5. ábra).



5. ábra: Kréta kori mészkő a torrens északi részén

4. A Rozsda-szakadék kialakulását és fejlődését befolyásoló tényezők

A Rozsda-szakadék fejlődését több tényező befolyásolja. Ilyen tényező a kőzetminőség, a törésvonalak jelenléte, a klíma, valamint az antropogén hatás. Az alábbiakban megvizsgáljuk részletesebben ezen tényezők hatását a torrens kialakulásában.

4.1. Földtani viszonyok

A Bihar-hegység geológiai szempontból két nagy szerkezeti egységre tagolható: a Biharia masszívumra, mely a hegység déli részén húzódik és döntően paleozoikumi kőzetekből épül fel, határa északon a Nagy- Aranyos völgye, délen a Kis-Aranyos forrása valamint az északi egységre, mely középidői kőzetekből áll (Gaceu, 2005).

A Bihar-hegység déli része összetettebb geológiai felépítésű és a kőzetrétegek nem kronológiai sorrendben követik egymást, mivel elmozdították őket a tektonikai mozgások következtében egymásra tolódott takaróredők.

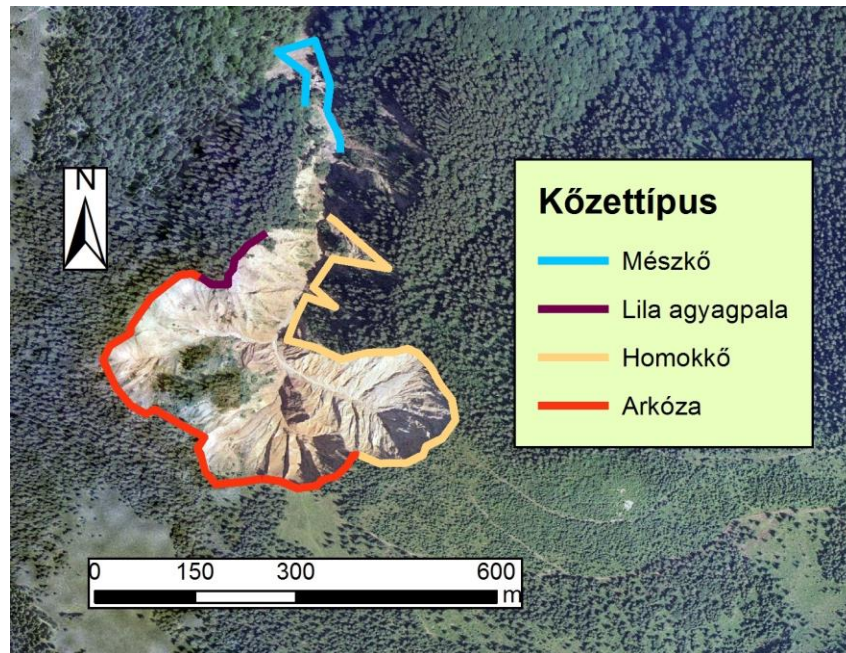
A Bihar-hegység északi részén találjuk a Bihari autochtonnak nevezett legészakibb és legmélyebb szerkezeti egységet. Innen tolódtak át a jellegzetes takaróredők, amelyek a Dél-Bihar-hegységet alkotják: uralkodóan mészkő, váltakozva kisebb sávokban konglomerátum, homokkő.

A terület geológiai térképét vizsgálva (1:50000, 1985) kiderült, hogy kvarcitos homokkővet, konglomerátumot, agyagpalát valamint mészkövet és márgát találunk a térségben (Bordea et al, 1985).

A kőzetminőségnek meghatározó szerepe van a torrens fejlődésében, ugyanis a különböző kőzetek eltérően viselkednek az erózióval szemben.

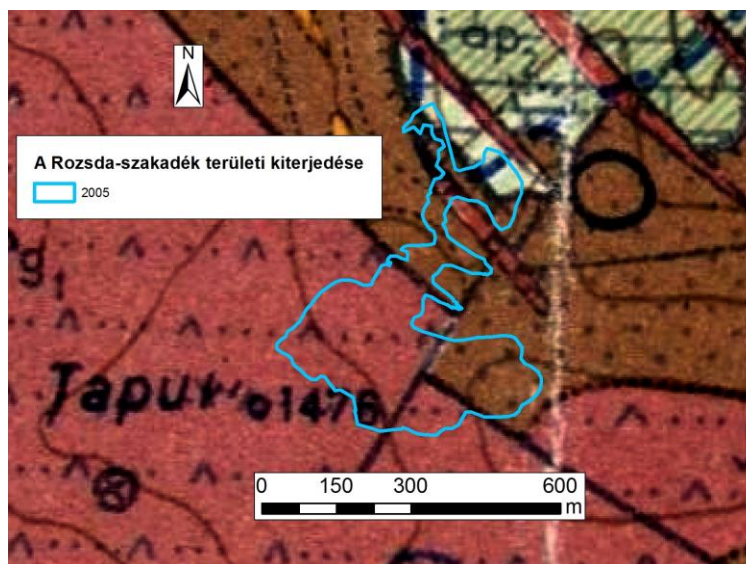
A Rozsda-szakadék esetében különleges helyzettel állunk szemben, mert viszonylag kis területen nagyon sokféle kőzet jelentkezik, így tehát a formakincs is változatosságot tükröz.

A homokkő és a konglomerátum jól aprózódik, de csak alig mállik. Tipikus formák a szűk, kanyonszerű völgyek, éles gerincek, meredek lejtők (Bulla, 1954). A torrens keleti részén az uralkodó kőzet a homokkő, ami azonban erőteljesen töredezett, gyakori omlásoknak van kitéve. A torrens déli és délnyugati részén a hidrotermás eredetű arkózával találkozhatunk (Wanek, 2014, szem. közlés), mely magas földpát tartalma miatt nagymértékben agyagosodott és ezért kevésbé ellenálló a külső erőkkel szemben. A torrens északnyugati részén megfigyeléseink alapján kompaktabb, ellenállóbb kőzet (lila agyagpala) jelenik meg, ahol nem tapasztaltunk erőteljes hátráló erózióra utaló jeleket. A kőzetminőségnek megfelelően, más-más felszínalakító folyamatok uralkodnak, a délnyugati részen észlelhető erőteljesebben a csuszamlás és az alámosás jelensége, míg a keleti oldalon inkább az omlás jellemző (6. ábra).



6. ábra: A Rozsda-szakadék területén megfigyelt kőzettípusok

A Rozsda-szakadék geológiai térképét vizsgálva észrevehető a törésvonalak jelenléte (7. ábra). A törések megbontják a kőzet szerkezetét, a rétegződés megszűnik, repedés, hasadék támadhat a kőzetekben. A törések mentén mind a felszíni víz beszivárgása, mind pedig a mélyebb rétegvizek feltörése bekövetkezhet (Papp- Kertész, 1979).



7. ábra: A Rozsda-szakadék helyzete geológiai térképen

4.2. Klímaviszonyok

Földrajzi helyzete döntő módon magyarázza a Rozsda-szakadék dinamikus fejlődését. A Bihar-hegység ugyanis a nyugatról érkező légtömegek útjában áll, így felemelkedésre kényszeríti azokat. Ennek eredményeképp a levegő adiabatikusan hűlni kezd, majd a vízcsepkek kondenzálódnak és csapadék formájában kihullnak. Ezért tapasztaljuk azt, hogy a hegység nyugati részén sokkal több a csapadék, mint a szél-és csapadékarányos délkeleti részekén.

A Rozsda-szakadék fejlődése szempontjából a torrenciális esőzéseknek van jelentős szerepük. Ez a csapadékforma a nyári időszakban jellegzetes, kialakulása a földfelszín eltérő felmelegedésének köszönhető. Legfőbb tulajdonsága, hogy nagy mennyiségű csapadék hull le nagyon rövid idő alatt, óriási áradást okozva ezzel. Általában a 24 óra alatt 25 mm-t meghaladó csapadékmennyiséget torrenciális esőnek minősítjük (Gaceu, 2005).

A torrenciális esőzéseknel a legfontosabb mért paraméterek a lehullott vízmennyiség, az eső időtartama, vagyis mennyi ideig esik az eső, illetve az eső intenzitása, mely az egységnyi idő alatt lehullott vízmennyiséget fejezi ki (Gaceu, 2005).

A Rozsda-szakadékhoz legközelebb lévő meteorológia állomás Biharfüreden található, 1108 méteren. Az itt mért értékek alapján a következő kirívó esetek említhetők meg: 1985 augusztusában 5,7 mm/perc intenzitású esőt regisztráltak, a torrenciális eső maximális időtartama 1982 júniusában 10 perc volt, valamint 1998 júniusában mérték a legnagyobb csapadékmennyiséget is, ez 10,2 mm volt és 8 percig tartott (Gaceu, 2005).

A felhőszakadások és nagyobb záporosók idején megfigyelték, hogy egyenlő körülmények között annál nagyobb a lefolyó víz mennyisége, minél kisebb a vízgyűjtőterület (Vendl, 1953).

A Rozsda-szakadék vízgyűjtő területét, vizsgálva kiderül, hogy a torrens nagyon közel van a vízválasztó heggyerinchhez, amely a Vértop-hágó (1295 m), a La Mormint (1415 m), a Bak-hát (1476 m), a Știrbina (1410 m) és a Tatár-hegy (1291 m) csúcsok mentén halad. Ettől a heggyerinctől északra találjuk a Galbena-vízgyűjtőjéhez tartozó Száraz-völgyet. (Bleahu, 1981)

Elmondható tehát, hogy a torrens a gerincig hátrált, így a vízgyűjtő területe is szűkült, és a csapadék szó szerint lezúdul a völgyön, a hegygerinctől a völgytalpig erodálva a felszínt.

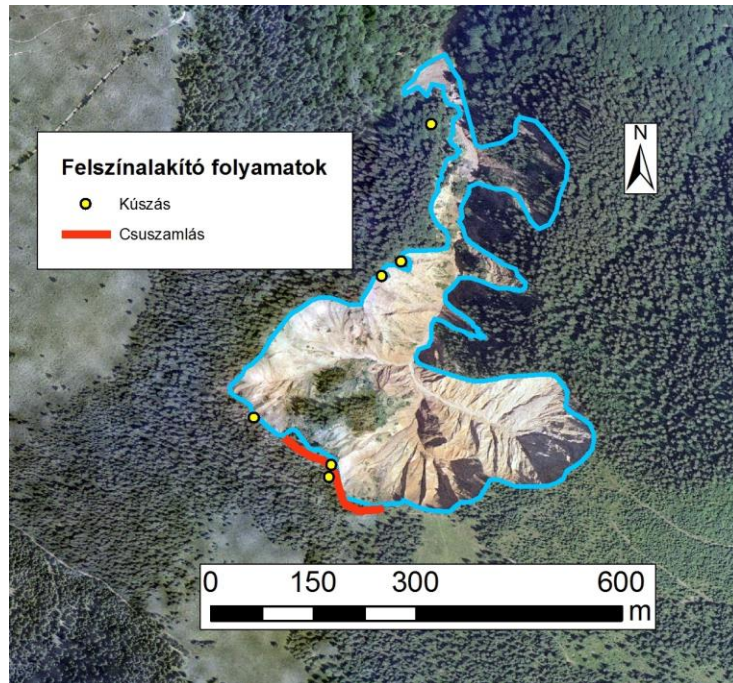
4.3. Antropogén hatás

A torrens alakulását jelentős mértékben meghatározó tényező az emberi tevékenység. Bleahu a Bihar-Vlegyásza-hegység (Munții Bihor-Vlădeasa) című, 1981-ben megjelent munkájában leírja, hogy a Rozsda-szakadék közelében is megfigyelhetők az emberi tevékenységek nyomai, ugyanis a Száraz-völgyben egy elhagyott bányásztelep található. Továbbá megemlíthető a fakitermelés is. Szerintünk részben az antropogén hatás is hozzájárulhatott a torrens kialakulásához, ugyanis a bányászat és az erdőirtás révén mindenképp megváltoznak a domborzati sajátosságok.

5. A Rozsda-szakadék alakulásában szerepet játszó felszínalakító folyamatok

A Rozsda-szakadék területét vizsgálva a közettípusoknak megfelelően a tömegmozgások felszínalakító folyamatainak valamennyi típusát elkülöníthetjük: csuszamlás, kúszás, omlás (8. ábra).

A Rozsda-szakadék esetében a fagy okozta aprózódásnak van nagyon fontos szerepe. A 0 °C körüli hőmérséklet ingadozás következtében a reggeli órákban, a felmelegedést követően tapasztalható, hogy az éjszaka megfagyott kőzetdarabok leválnak a meredek falakról, kőpergést és kőzetomlást előidézve. Kőpergést leginkább a déli, délnyugati arkózás területeken, kőzetomlást leginkább a torrens keleti, töredezett homokköves lejtőin észleltünk. Az felaprózódott kőzetet a víz és a szél is könnyebben erodálja és szállítja (9. ábra).



8. ábra: Felszínalakító folyamatok



9. ábra: Aprózódással keletkezett törmeléklető a torrens keleti részén

A Rozsda-szakadék délnyugati területét csuszamlások alakítják. A részben stabilizálódott csuszamlás mellett szakadásfalak jelzik az aktív csuszamlásos területeket, melyek valószínűleg az agyagpala és az agyagosodott üledékes kőzetek találkozásánál alakultak ki.

A torrens délnyugati részén egy egész erdőfolt megcsúszott. Mi a lecsúszott rész felső peremén végigmenve több szakadásfalat is láthattunk, néhol a lecsúszott rész és a torrens pereme között három méteres szintkülönbséget is megfigyeltünk (10. ábra).



10. ábra: Csuszamlás szakadásfala

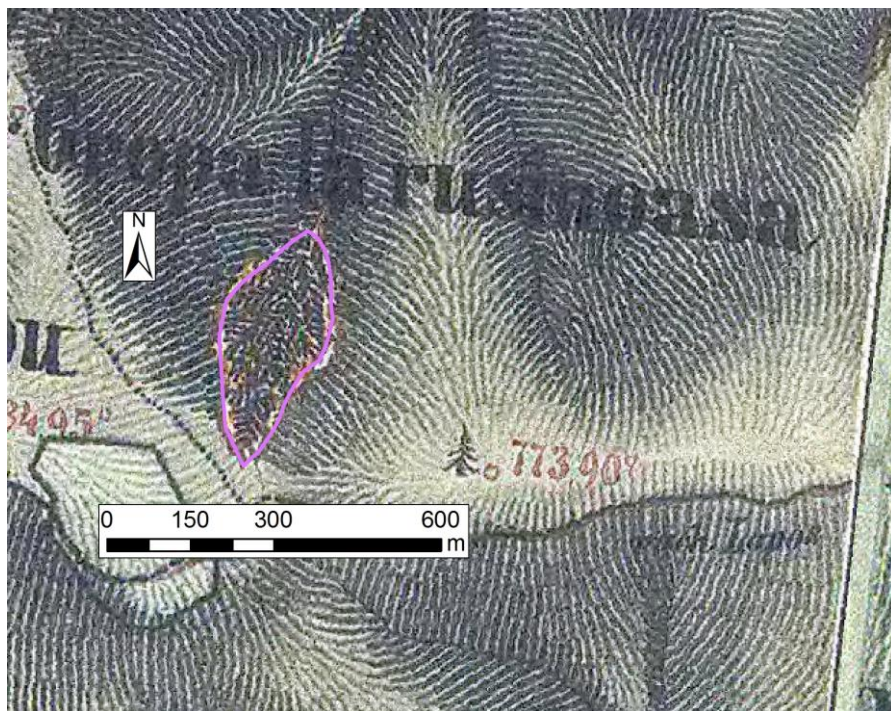
A csuszamlásokat a talajban megjelenő repedések mellett a kúszásra utaló „részeg-erdő” jelensége is előrejelzi, amelyet leginkább a torrens nyugati lejtőin figyeltünk meg. A kúszás jelenlétét egyértelműen jelzik a fák furcsa, kampószerű elgörbülései (11. ábra).



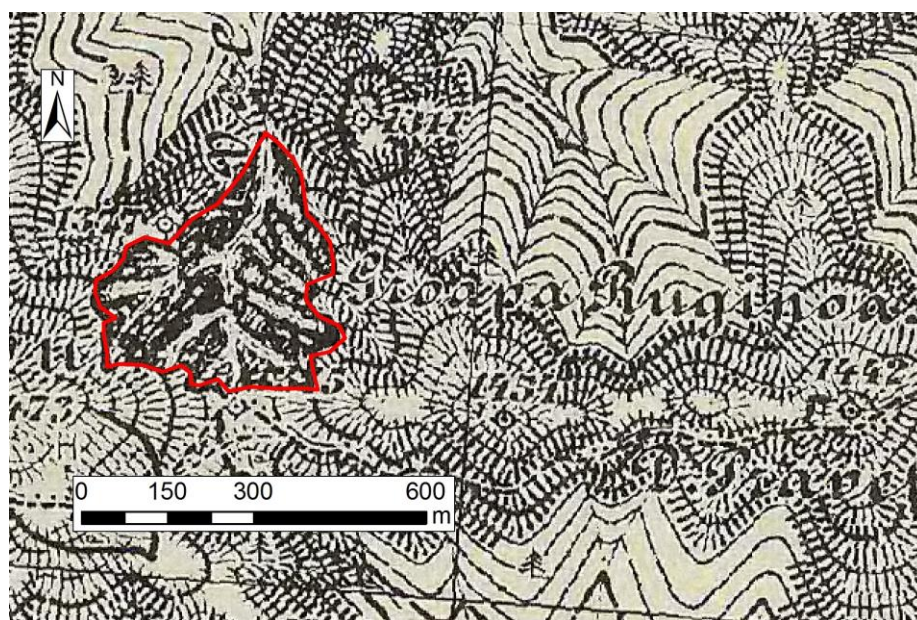
11. ábra: Kúszásra utaló jellegzetes nyomok

6. Eredmények

Nincsenek pontos adataink arra vonatkozóan, hogy a Rozsda-szakadék, mikor jelenik meg először térképen, de az 1863-64-es években elkészült II. katonai felmérésén már feltüntetik *Gropa la rusinoasa* néven (12. ábra). Markánsan megjelenik az 1872 és 1884 között végrehajtották a III. katonai felmérés szintvonalas térképén (13. ábra). Utóbbi térképen a torrens alakja már jobban hasonlít a mai állapotához, a II. felmérés furcsa orsó alakjával ellentétben.

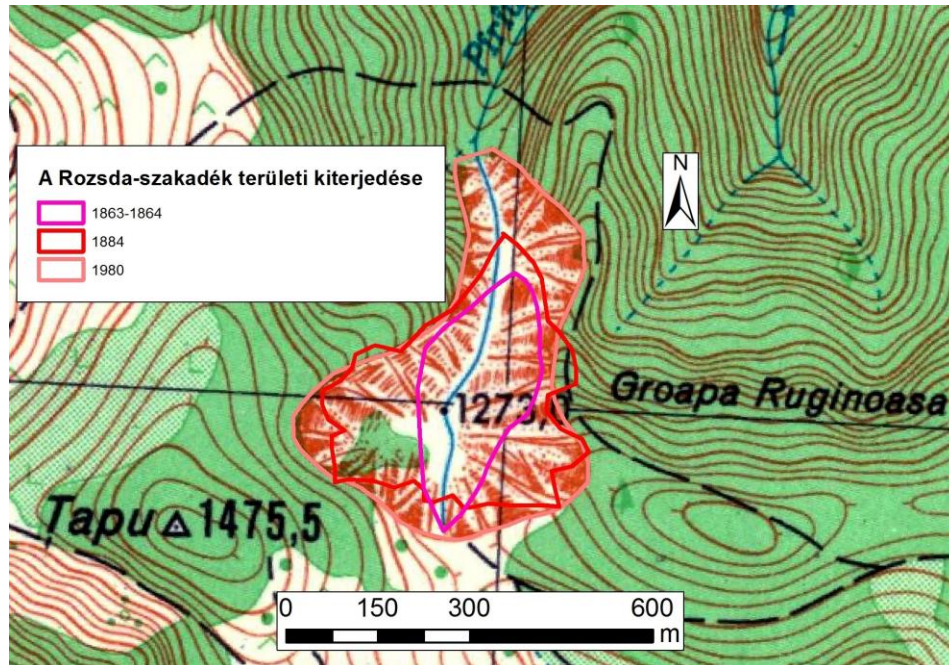


12. ábra: Az 1863-1864 között végzett II. katonai felmérés térkép részlete



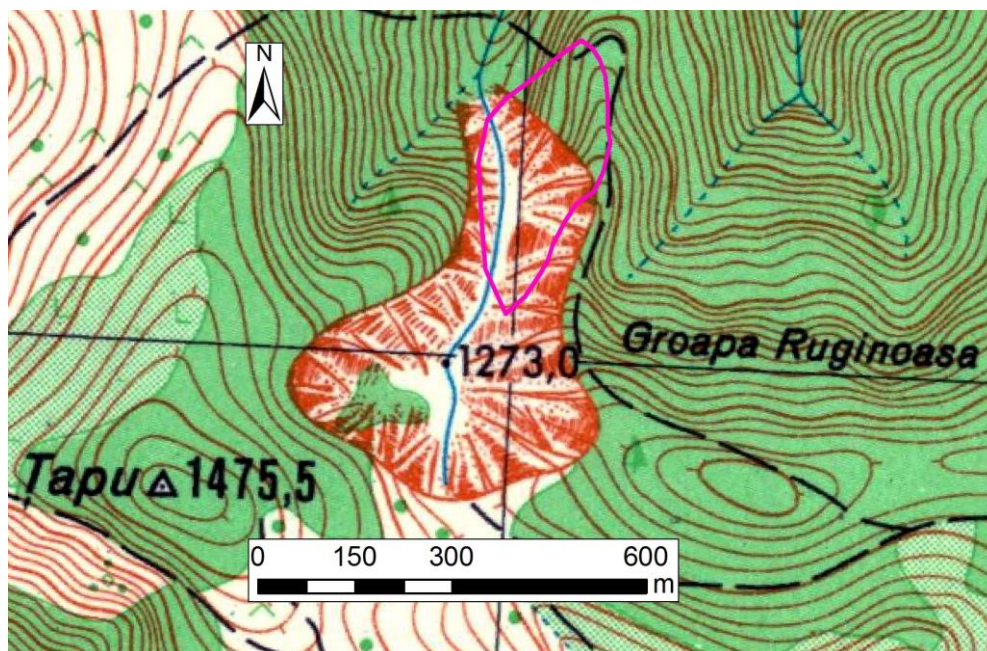
13. ábra: Az 1872 és 1884 között végzett III. katonai felmérés térkép részlete

Az 1980-as romániai topográfiai térképpel összehasonlítva egyértelműen látszik a területi és alakbeli változás. A három térképet összevetve jól kirajzolódik a torrens területi fejlődése (14. ábra).

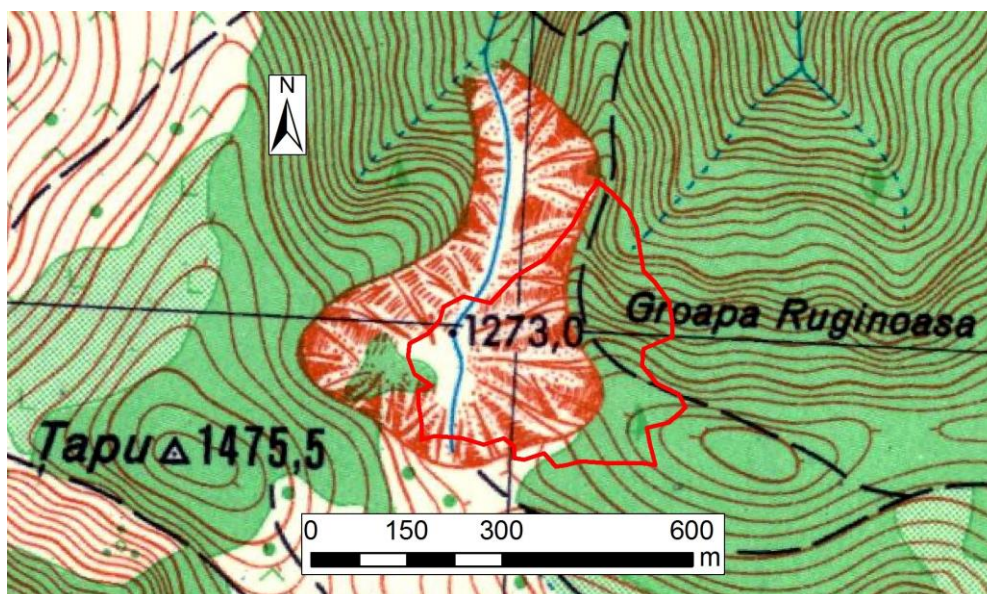


14. ábra: 1980-as topográfiai térkép részlete, a különböző időszakokból származó területi kiterjedésekkel

Ahhoz, hogy a torrens körvonalát egy térképen tudjuk megjeleníteni szükség volt bizonyos változtatásra, ugyanis a topográfiai térképhez képest a második és harmadik katonai felmérésen egy kisebb elcsúszás van a szakadék helyzetét tekintve (15. ábra és 16. ábra).



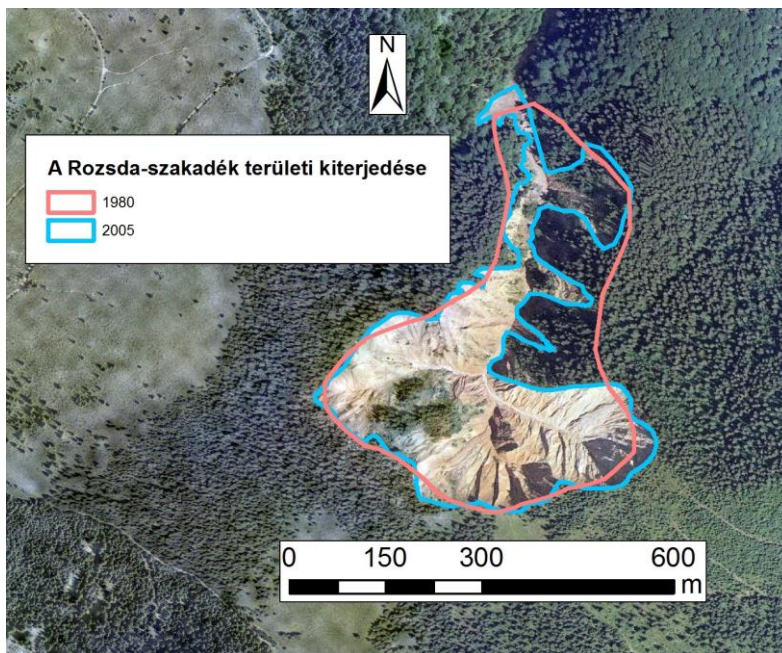
15. ábra: A Rozsda-szakadék helyzete a II. katonai felmérés alapján topográfiai térképen



16. ábra: A Rozsda-szakadék helyzete a III. katonai felmérés alapján topográfiai térképen

GPS segítségével mi is lehatároltuk a szakadék területét, mégsem tüntettük fel egy térképen sem, mivel a készülék pontossága a terepi viszonyok miatt igen tág határok között mozgott, az erdő beárnyékoló hatása miatt 3 méteres pontosságról 15 méterre is lecsökkent. Emiatt a 2005-ös

ortofotót használtuk, mint legfrissebb adatforrást a térségről. Összehasonlítva az ortofotót az 1980-as topográfiai térképpel láthatjuk, hogy a topográfiai térkép elnagyolt, hiszen a torrens keleti részén lévő erdős területeket is úgy tünteti fel, mintha a szakadék része lenne. Ezért van az, hogy ha a két térképet összevetjük, úgy tűnik, mintha a torrens, ahelyett hogy növekedett volna, inkább szűkült. Ugyanakkor az is észrevehető, hogy a torrens leginkább a déli és délkeleti részen hátrált látványosan (17. ábra).



17. ábra: A Rozsda szakadék területi kiterjedése 1980-ben és 2005-ben

A bedigitalizált térképek alapján kiszámoltuk a torrens területét, amit egy táblázatban foglaltuk össze. Ezek az adatok nem felelnek meg teljes mértékben a valóságnak, mivel a térképek pontossága és a mi méréseink is bizonytalanok, de a területi fejlődés mindenképpen szembetűnő. A topográfiai térképen számolt terület nem illeszkedik a sorba, ugyanis már említettük, hogy ezen a térképen a torrens területét elnagyolták.

Térkép	Év	Terület (ha)
Második katonai felmérés	1863-1864	5,28447
Harmadik katonai felmérés	1884	11,4787
Topográfiai térkép	1960	16,7324
Ortofoto	2005	13,36308

A területről készített domborzatmodellen szépen kirajzolódik a Rozsda-szakadék és környékének domborzati sajátossága (18. ábra és 19. ábra).



18. ábra: A Rozsda-szakadék domborzatmodellje, déli kitettség



19. ábra: A Rozsda-szakadék domborzatmodellje, északi kitettség

A domborzatmodell révén kiszámoltuk a térség térfogatát egy négyzetkilométeres területen, ez az érték 331 millió köbméter. Továbbá becsléssel, megközelítőleg meghatároztuk azt, hogy ha nem lenne mélyedés, akkor mekkora lenne ugyanannak az egy négyzetkilométeres területnek a

térfogata és azt az értéket kaptuk, hogy 335,9 millió köbméter. A kettő különbségéből megkaptuk azt, hogy mennyi anyag hiányzik úgymond a hegyből, tehát erodálódott a térségről, ez az érték 4,9 millió köbméter.

7. Következtetések

A térképi adataink alapján elmondhatjuk, hogy a Rozsda-szakadék megközelítőleg 150 év alatt dinamikus változáson ment keresztül, a pontatlan adatok miatt nem tudtuk megbízhatóan számszerűsíteni a változás mértékét. A félig a levegőben lógó fák a legjobb bizonyíték arra, hogy a völgy napjainkban is folyamatosan hátrál, erózióval növekszik. Terepi megfigyeléseink alapján úgy gondoljuk, hogy a torrens déli és délkeleti részén erőteljesebb a hátráló erózió, ezért szerintünk a közeljövőben azon szakaszon még intenzívebb lesz a hátrálás. A délkeleti részen az omlásnak köszönhetően gyors hátrálást tapasztalhatunk, míg a nyugati oldalon a fejlődést a csuszamlások is kiegészítik.

Figyelemre méltó a terület térfogatváltozása is, számításaink alapján 4,9 millió köbméter anyag pusztult le az eredeti rekonstruált domborzathoz képest és ez az érték is még idővel biztosan növekedni fog, hisz amíg a külső természeti erők nem szűnnek meg tevékenykedni, addig a terület még fejlődik, változik tovább. Feltételezéseink szerint a torrens területén észlelt hátráló, mélyülő és oldalerózió addig fogja kifejteni felszínalakító erejét, ameddig el nem éri a mélyben található mészkő illetve a metamorf kőzeteket, amelyek az északi és északnyugati részeken már a felszínre bukkantak.

8. Irodalomjegyzék

1. Bleahu M. (1981): *Munții Bihor-Vlădeasa*. București, Editura Sport Turism, 61-63 p.
2. Bordea S., Bleahu M., Bordea J., Mantea GH., Cioflică G., Ștefan A., Popescu A., Marinescu Fl. (ed.) (1985): 56 a *Pietroasa, Harta geologică a României* 1: 50000, Inst. Geol., București
3. Bulla B.: *Általános természeti földrajz*, 2. kötet: A szilárd kéred általános természeti földrajza, a földfelszín formáinak ismerete (Geomorfológia). Budapest, Tankönyvkiadó, 106 p. és 110 p. és 474-479 p.
4. Gaceu O. (2005): *Clima și riscurile climatice din Munții Bihor și Vlădeasa*. Oradea, Editura Universității din Oradea, 44 p. és 183-190 p.
5. Papp F. , Kertész P. (1979): *Geológia*. Budapest, Tankönyvkiadó, 212 p.
6. Pándi G. (2008): *Hidrológia: Potamológia*. Kolozsvár, Erdélyi Tankönyvtanács, 20-21 p.
7. Vendl A. (1953): *Geológia*, 2. kiad., 1. kötet. Budapest, Tankönyvkiadó, 424 p. és 417 p.

***Torrens részei:

[http://www.vit.bme.hu/vit/oktatas/feltoltesek/BMEEOVVASF1/vizkar_bs_4.pdf], 2014. április 16

***II. katonai felmérés térképe: [<http://mapire.staatsarchiv.at/hu/>], 2014. április 16.

***III. katonai felmérés térképe:

[<http://mapire.eu/hu/complete/TMS/?zoom=5&lat=46.71155&lon=18.14058>], 2014. április 16.

***România 1:25000 L-35-48-A-d, Direcția topografică militară