

Szerkezetföldtani megfigyelések a Mecsek fiatal kiemelkedéstörténetéhez

Ledő Tímea
földrajz B.Sc.

Pécsi Tudományegyetem
Természettudományi Kar

Témavezető: Konrád Gyula
PTE, TTK, Földrajzi Intézet, Földtani Tanszék

2013

Tartalomjegyzék

Absztrakt.....	3
Bevezetés	4
A vizsgált terület és a szerkezetföldtani problémák bemutatása	4
A Misina – Bertalan-hegy térségének felépítése	5
A kutatási terület irodalmának kritikai áttekintése.....	9
Célkitűzés, alkalmazott kutatási módszerek	14
Észlelési adatok	15
Piricsizma nagy kőfejtő	17
Piricsizma északi kőfejtő	19
Bertalan-hegy kelet.....	22
Bertalan-hegy észak.....	22
Misina, patkókanyar	26
Misina, Hunyadi János u.....	26
A mérési adatok értelmezése	27
Összefoglalás	32
Köszönetnyilvánítás.....	32
Hivatkozott irodalom	32
Ábrajegyzék.....	34
Mellékletek	36

Absztrakt

A pécsi Bertalan-hegy környéke a Tubes – Misina tömbben feltároló Muschelkalk jellegű karbonátos rétegsor legkeletebbi előfordulása. A korábbi földtani térképek szerint (NAGY & HÁMOR 1964, CHIKÁN & CHIKÁNNÉ 1978) a környezete fölé kiemelt, meredek morfológiával határolt területet északon normál vető szegélyezi, keleten pedig zavartalan a rétegsor. Ugyanakkor a mészkősorozat legfelső tagja, a Kozári Mészkő több, a fedő rétegsorból származó Kantavári Mészmárga és Karolinavölgyi Homokkő becsípődést tartalmaz, amelyek szerkezeti helyzetére, kialakulására nem adtak elfogadható magyarázatot.

A hiányosságokra és ellentmondásokra kerestem magyarázatot a szakirodalom és a területen mélyült fúrások dokumentációinak feldolgozásával, terepi dokumentálással, szerkezetföldtani mérésekkel. Eredményeim szerint a terület északi határa nem normál vető, hanem feltolódás. A rétegsor kelet felé sem zavartalan településű, a Kozári Mészkő itt is feltolódott a fedő képződményeire. A terület több fázisú É-D-i kompresszió hatására nyerte el mai képét. A keleti vergenciájú feltolódás és a becsípődések kialakulása a kőzetek eltérő kompetenciájával, továbbá a kiemelkedés során a domborzat kínálta szabad térrel (nyomásárnyékkal) magyarázható. A határoló szerkezetek a Mecsek fiatal, neogén (negyedidőszaki?) kiemelkedése során alakultak ki, és ekkor kerültek a fedő képződmények tektonikus becsípődései a Kozári Mészkő blokkjai közé.

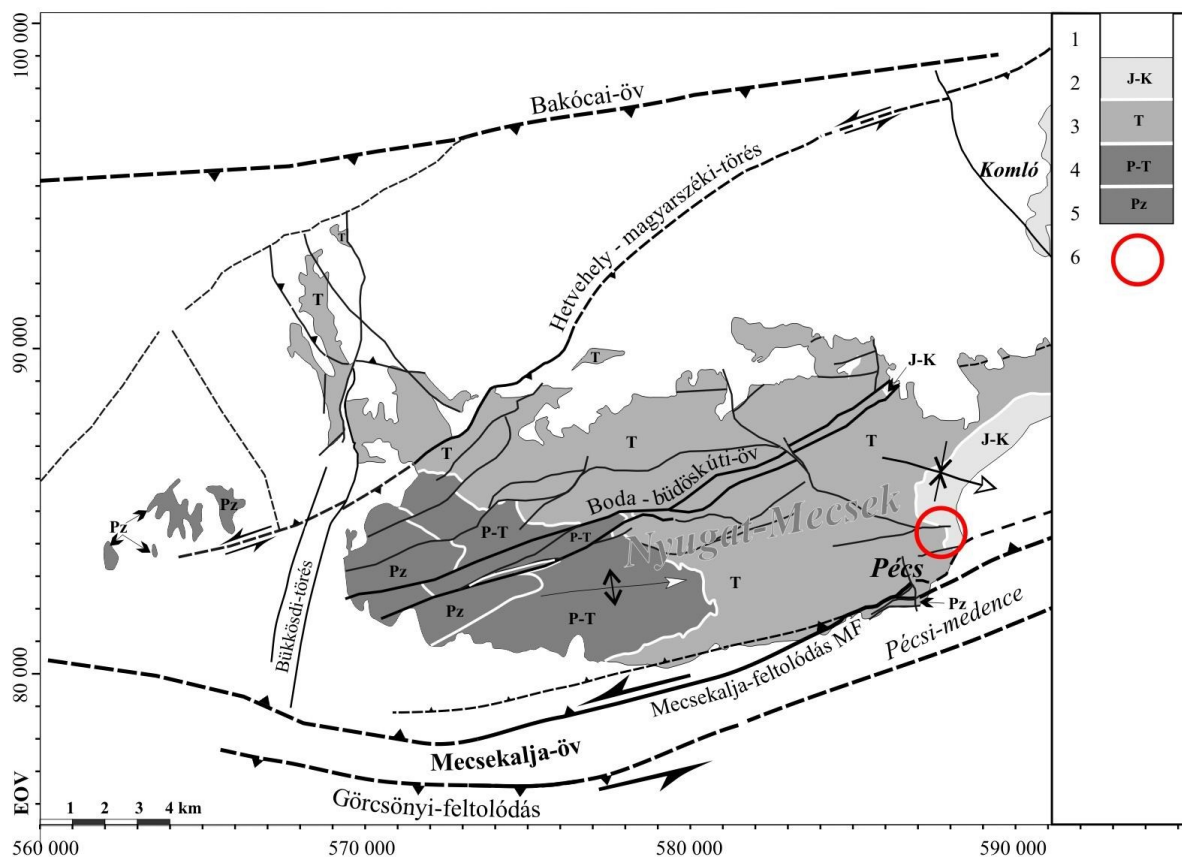
Bevezetés

A Misina és a Bertalan-hegy környéke jól tükrözi a Mecsek fiatal szerkezetalakulásának eseményeit. BSc szakdolgozatomban (LEDŐ 2012) ismertettem a Bertalan-hegyet határoló szerkezeteket, majd folytattam az adatgyűjtést és -értékelést, elsősorban a szerkezeti elemek kialakulási mechanizmusára és korára keresve a választ. Jelen dolgozatban az eddigi eredményeket foglalom össze.

A vizsgált terület és a szerkezetföldtani problémák bemutatása

A Mecsek a Tiszai-főegység része. A hegység kialakulásában és jelenlegi formálódásában is meghatározóak az oldalelmozdulásos, illetve a feltolódásos szerkezetek. A fejlődéstörténet során a fő elmozdulási síkok gyakran felújultak, így a legfiatalabb tektonika is ezek mentén játszódott le (VADÁSZ 1935, HÁMOR 1966, KONRÁD & SEBE 2010, MAROS et al. 2011). A Tiszai-főegység egyik legfontosabb szerkezeti eleme a Mecseket délről határoló, 1-3 km széles, KÉK-NyDNy csapású Mecsekalja-öv (VADÁSZ 1935, SZEDERKÉNYI 1974, WÉBER 1977, SEBE 2009) (1. ábra).

Ez a tektonikus zóna már a variszkuszi hegységképződés során is aktív volt (SZEDERKÉNYI 1974). A hegység gyűrt szerkezetét a kréta orogenezis alakította ki (VADÁSZ 1935). A Tiszai-főegység Vardar-óceán kora-kréta bezáródásával (CSÁSZÁR 2005), majd az azt követő mozgások során került mai környezetébe. Ekkor alakult ki a nyugat-mecseki antiklinális, amelynek tömbje később az északi és déli előtérre tolódott (VADÁSZ 1935, WÉBER 1977). Ez a mozgás délen a Mecsekalja-öv mentén, északon pedig az ekkor kialakuló Hetvehely-magyarszéki-feltolódás mentén zajlott (WÉBER 1977). A paleogén időszakban a Tiszai-főegység rotációs mozgást végzett. A Mecsekalja diszlokációs öv kainozoos oldaleltolódásai következtében pull-apart medencék nyíltak fel (TARI et al. 1992, BENKOVICS 1997). Ezt követően a pannóniai és pliocén szerkezetalakulás volt meghatározó, amely többnyire a már korábban kialakult törések mentén játszódott le. A késő-pannóniai során az extenziót és a süllyedést kompresszió váltotta fel, ez okozta a hegység kiemelkedését (VADÁSZ 1935, HÁMOR 1970, KONRÁD & SEBE 2010). Az alaphegység további tolódása dél felé már a pannóniai rétegeket is érintette (VADÁSZ 1935, KLEB 1968).

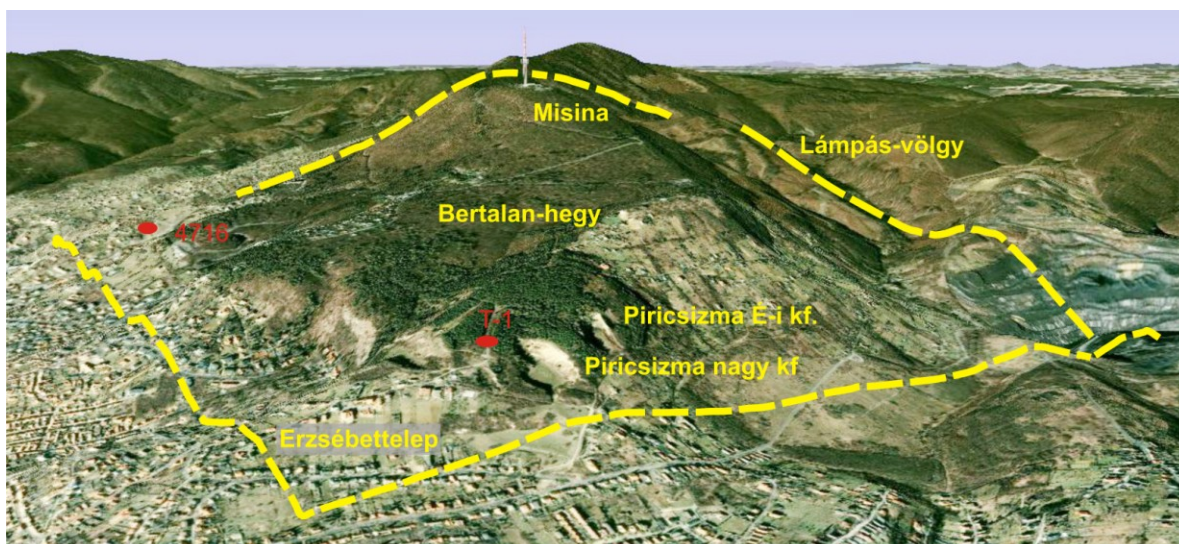


1. ábra. A Ny-Mecsek szerkezetföldtani térképvázlata (KONRÁD & SEBE 2010 nyomán) a vizsgált terület feltüntetésével. Jelmagyarázat: 1. neogén-kvarter képződmények, 2. jura-kréta, 3. triász, 4. perm-triász, 5. paleozoos képződmények, 6. Bertalan-hegy környéke.

A hegység jelenlegi tektonikai folyamatait kompresszió alakítja, a fő mozgások a déli előterében található Mecsekalja-zóna és az északi Bakócai-öv mentén történnek (WÓRUM 1999, CSONTOS et al. 2002, KONRÁD & SEBE 2010). A terület alacsonyabb rendű törései az oldalelmozdulásos szerkezet következtében kialakuló Riedel-rendszer részeként (KONRÁD 1998), a Mecsek pedig nyírásos zóna pozitív virágszerkezeteként értelmezhető (WÓRUM 1999).

A Misina – Bertalan-hegy térségének felépítése

A vizsgált terület határait a 2. ábra mutatja be. A kutatási terület északi határát a Lámpás-völgy vonala, a délit a Havi-hegy, Erzsébettelep környéke alkotja (2. ábra). Nyugaton a TV-toronyig, kelet felé pedig a Szent János-kút vonaláig terjed a vizsgált terület. A főként középső-triász mészkövekből felépülő Bertalan-hegy meredeken szakad le dél felé a neogén üledékekkel fedett Pécsi-medencére, észak és kelet felé pedig a karolinavölgyi területre, illetve a miocénnel feltöltött pécsbányai medencére.



2. ábra. A dolgozatban vizsgált terület domborzati viszonyai és határa (DDNy – ÉÉK)

A legidősebb, a kristályos alaphegységhez tartozó képződményeket a hegységperemi érckutató fúrások tárták fel. A terület rétegsorát és egyben a Mecsekalja zóna bonyolult tektonikai rendszerét az elvi rétegoszloppal (3. ábra) és a 4716 számú érckutató fúrás rétegsorával szemléltetem:

1. táblázat. A 4716 sz. érckutató fúrás és bokorágának rétegsora.

4716 (X: 585701,21; Y: 82729,73 Z: 299,98)	
tól-ig (méter)	Képződmény
0-62	Lapisi Mészkö F. T ₂
62-144	Hetvehelyi Dolomit F. – Viganvári Mészkö T.T ₂
144-256,5	Hetvehelyi Dolomit F. – Magyarürögi Anhidrit T.T ₂
256,5-515	Patacsi Aleurolit F. T ₂
515-557	Jakabhegyi Homokkő F. T ₁
557-629	teljes szelvény
629-640,5	Hetvehelyi Dolomit F. – Magyarürögi Anhidrit T ₂
640,5-697	Patacsi Aleurolit F. T ₂
4716/1	
515,82-557,81	Jakabhegyi Homokkő F. T ₁
557,81-629,8	Mórággyi K. Pz
629,8-697,74	Hetvehelyi Dolomit F. – Magyarürögi Anhidrit T ₂
697,74-757,64	Patacsi Aleurolit F. T ₂
757,64-814,56	Hetvehelyi Dolomit F. – Magyarürögi Anhidrit T ₂
814,56-870,84	Patacsi Aleurolit F. T ₂
870,84-1531,94	Mórággyi K. Pz

Időszak (Idő)	Sorozat	Formáció csoport	Formáció	Tagozat	Jel	Település és fácies (vastagságarányos ábrázolás)	Jellemző kőzet	
JURA	Liász		Mecseki Kőszén		mk _{T₃-J₁}		Kőszén, agyagkő, aleurolit, homokkő	
TRIÁSZ	Felső		Karolinavölgyi Homokkő		ka _{T₃}		Homokkő, konglomerátum, aleurolit	
			Kantavári Mészmarga		kr _{T₂₋₃}		Mészmarga, bázisán trigonoduszos-onkoidos, felső része lemezes elválású aleurolit és márga	
	Középső	Misina	Csukmai Formáció	Káni Dol	Kozári Mészkő	cs _{T₂}		Dolomit, a terület keleti részén mészkő
			Zuhányai Mészkő			zu _{T₂}		Mészkő intraklasztit
			Lapisi Mészkő	Tubesi Mészkő	la _{T₂}		Mészkő, gyakran gumós mállású, felső tagozata vastagpados	
			Rókahegyi Dolomit		ro _{T₂}		Tarka dolomit	
			Vígánvári Mészkő		vg _{T₂}		Mészkő és márga	
			Hetvehelyi	Hetvehelyi Dolomit	hv _{T₂}		Dolomit	
			Patacsi Aleurolit	Magyarürögi Anhidrit	pa _{T₂}		Anhidrit, gipsz, agyagkő és dolomit	
	Alsó		Jakabhegyi Homokkő		ja _{T₁}		Aleurolit	
						Homokkő, kavicsos homokkő, aleurolit, bázisán konglomerátum ("főkonglomerátum")		

Folyóvízi

Elegyesvízi mocsári

Elegyesvízi partszegélyi

Lagunáris

Partszegélyi, delta

Sekélytengeri

Nyílttengeri

Túlsós lagunáris

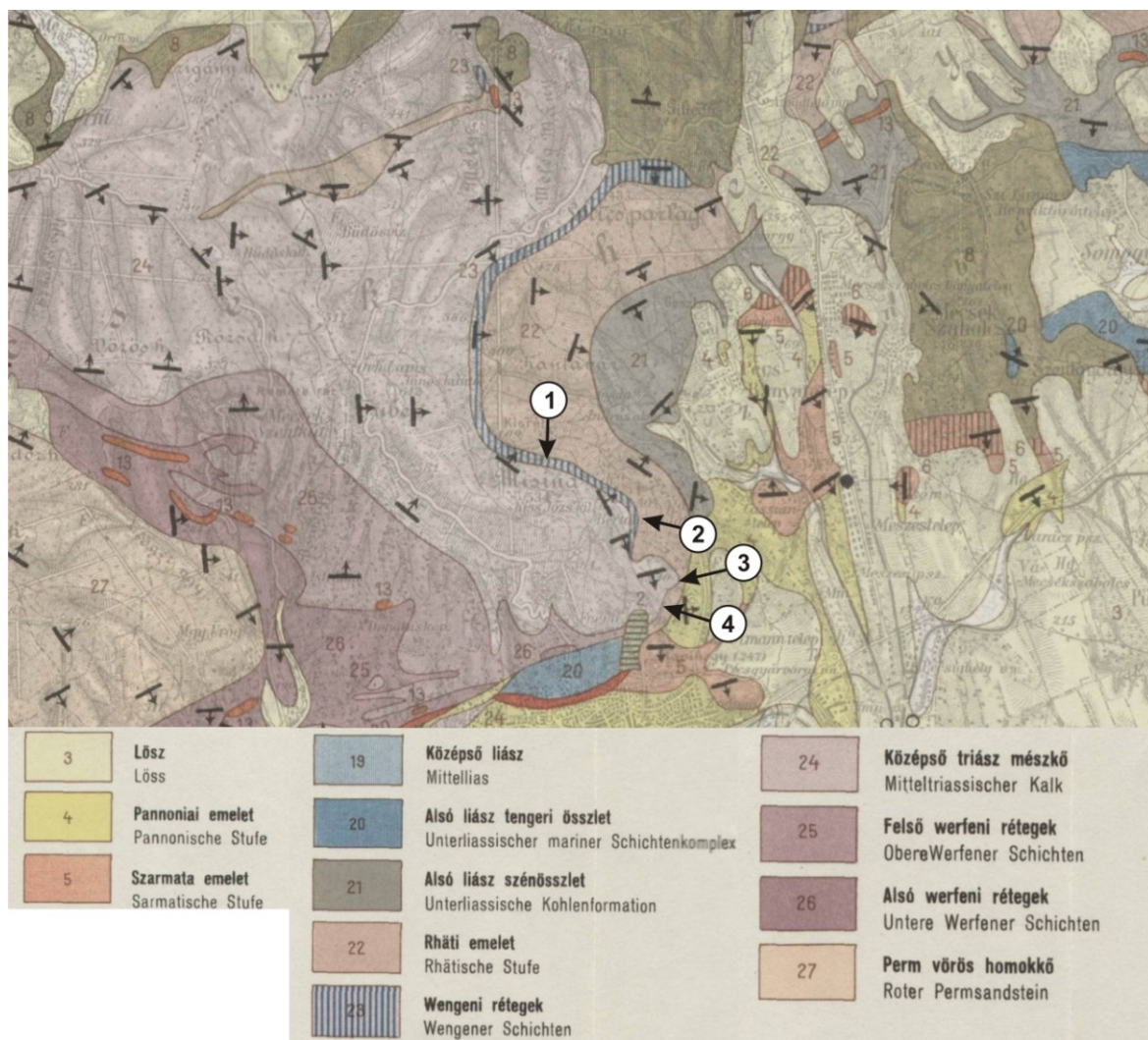
3. ábra. A Bertalan-hegy környékének elvi rétegoszlopa Konrád (2012) nyomán, egyszerűsítve.

A Bertalan-hegy szűkebb környezetében a Tettye-1 (PT-1, T-1) és Dömörkapunál a teljes szelvényű Tettye-12 jelű fúrás mélyült. NAGY & HÁMOR (1964) térképe szerint a Misina Formáció csoport teljes sorozata megjelenik a területen, a Csukmai Formációba sorolt Kozári Mészkővel bezárólag. Felette a Kantavári, majd a Karolinavölgyi Formáció települ. A Mecseki Kőszén Formáció a vizsgált területtől északra és keletre jelenik meg a felszínen, illetve miocén-negyedidőszaki képződmények alatt.

A hegység szerkezeti formáiról, vetőkről és törésvonalakról elsőként BÖCKH tesz említést. 1876-os munkája ugyan még csak néhány fontosabb elemről ír, de már felismerte, hogy tektonikailag erősen zavart a terület. HOFMANN (1907) a Mecsek gyűrt jellegéről készített leírást (VADÁSZ 1935), melyben ismerteti az antiklinális-szinklinális szerkezeteket. A terület földtani kutatásának első összefoglaló leírását VADÁSZ készíti el, 1935-ös monográfiája és a területről készült térképe ma is sok szempontból pontos, bár a töréseket nem ábrázolja (4. ábra). Munkájában a rétegtani leírások mellett a hegység szerkezeti fejlődéséről is szintézist alkot. Három nagy hegységképző időszakot különít el, ezek közül a harmadik, rhodáni fázist tartja a legerőteljesebbnek, amely a hegység teljes kiemelkedéséhez vezet. NAGY & HÁMOR (1964) – Vadászhoz hasonlóan – úgy véli, hogy a

hegység jelenlegi képét a rhodáni fázisban nyerte el, bár ők csak két fő hegységképződési időszakot említene: az ausztriai és rhodáni fázist. A Mecsek fő szerkezetét jelentő gyűrődések és határvetők kialakulását a szerzők többsége a kréta időszaki orogenezisre vezeti vissza (KLEB 1973; NAGY & HÁMOR 1964; VADÁSZ 1935; WEIN 1966-67). A krétában kialakult elmozdulási síkok a fiatal vetőmenti mozgások során gyakran újjáélednek (NAGY & HÁMOR 1964; WEIN 1966), de a poszt-pannóniai mozgások jelentős mértékben felülírták őket (KLEB 1973; WEIN 1966-67). Számos, a hegységben megfigyelhető tektonikus jelenséget már VADÁSZ (1935) is a fiatal kiemelkedés eredményeként értelmez. Felismerte, hogy gyakran a rétegsorokba nem illő összletek jelennek meg a nyugat-keleties csapású törések mentén. A Bertalan-hegy oldalában feltáruló Kantavári Formáció ("Wengeni rétegek") elterjedését is pontosan ábrázolja a térképe (1-2). A hegységperem tektonikai formáit, a pikkelyszerkezeteket a kompressziós folyamatokra vezette vissza, melyek következtében ferde törési síkok mentén az alaphegységi képződmények egymásra és a neogén/kvarter üledéksorra tolódtak, ezért a rétegsorrend szabálytalan vagy fordított. A rétegsorban jelentkező zavarokra SZABÓ (1955) is felhívja a figyelmet, úgy véli, hogy a késő-pannóniai észak-déli kompresszió felszabdalta a mezozoos alaphegységi tömeget és az időrendi sorrendből kiszakítva, rendszertelenül egymásra tolta darabjait.

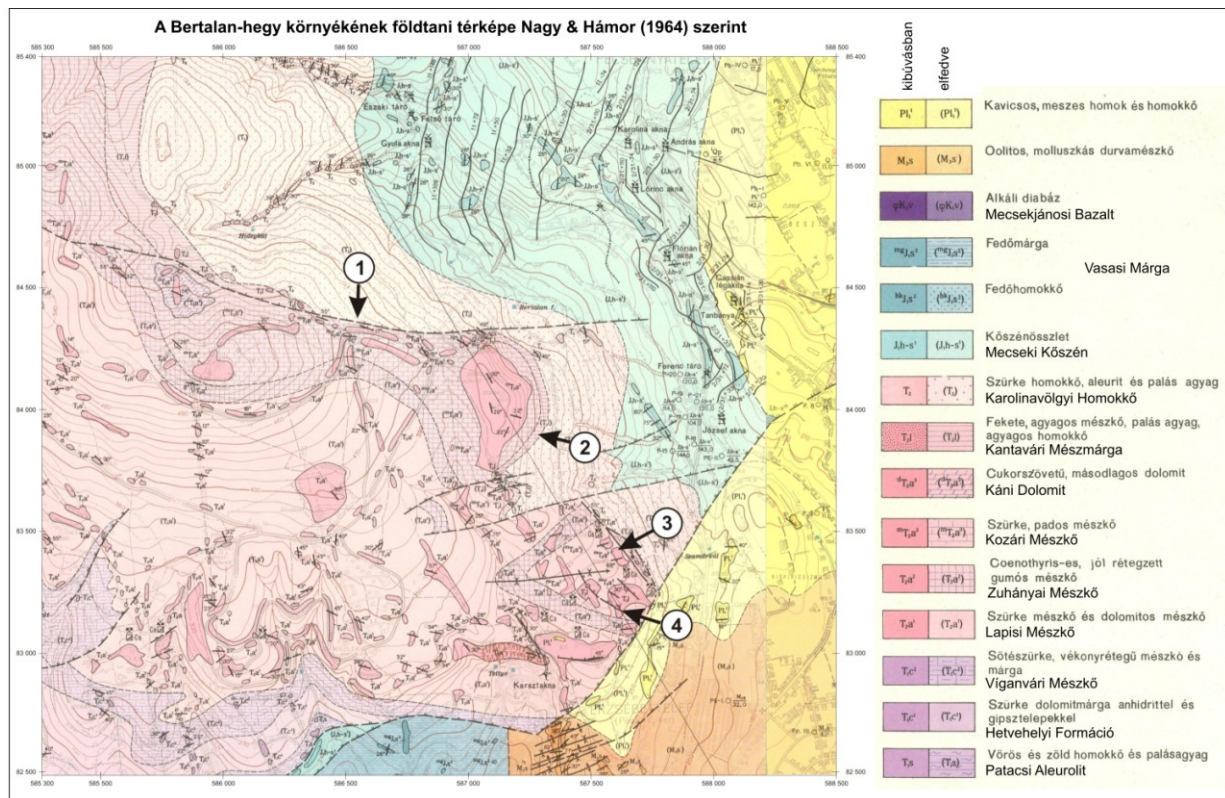
Az alaphegység feltolódása WEIN (1967) szerint mindig a kisebb ellenállást tanúsító, nagyobb kitérési lehetőséget biztosító süllyedékek felé történt, például az inkompetens harmadidőszaki rétegek irányába. Ennek eredményeként a területen vagy egyoldalas vagy pszeudo-kétoldalas szerkezetek alakultak ki. Alátámasztja ezt, hogy a Pécsi-medencében végigkövethető az alsó-pannon üledékekre tolt mezozoos alaphegység (SZABÓ 1957; WEIN 1966). KONRÁD & SEBE (2010) alapján a feltolódás okozta deformációk csapása követi a Mecsekalja-zóna irányát és a fiatal tektonikával érintett feltárások a Nyugat-Mecsek határtörései mentén helyezkednek el. Ezek kialakulása során a nyugat-mecseki antiklinális egységes tömbként viselkedett. (Hasonló szerkezetalakulást említene MAROS et al. (2011) a Mórággyi-dombság területéről.) Először SZABÓ (1955), majd MOLDVAY (1964, 1965) és SEBE et al. (2008) geomorfológiai megfigyelésekkel támasztotta alá a terület kvarter tektonikai aktivitását.



4. ábra. A vizsgált terület VADÁSZ 1935-ös térképén, a térképtől eltérően észlelt és a szövegben részletezett szerkezetföldtani eltérések jelölésével.

A kutatási terület irodalmának kritikai áttekintése

A szűkebb terület tektonikai viszonyaival NAGY & HÁMOR (1964) foglalkozott először részletesen, a Mecsek 1:10 000-es méretarányú térképezése során. A terepi felmérés során több eltérést tapasztaltam a térképen ábrázoltaktól, ezek az 5. ábrán láthatók.

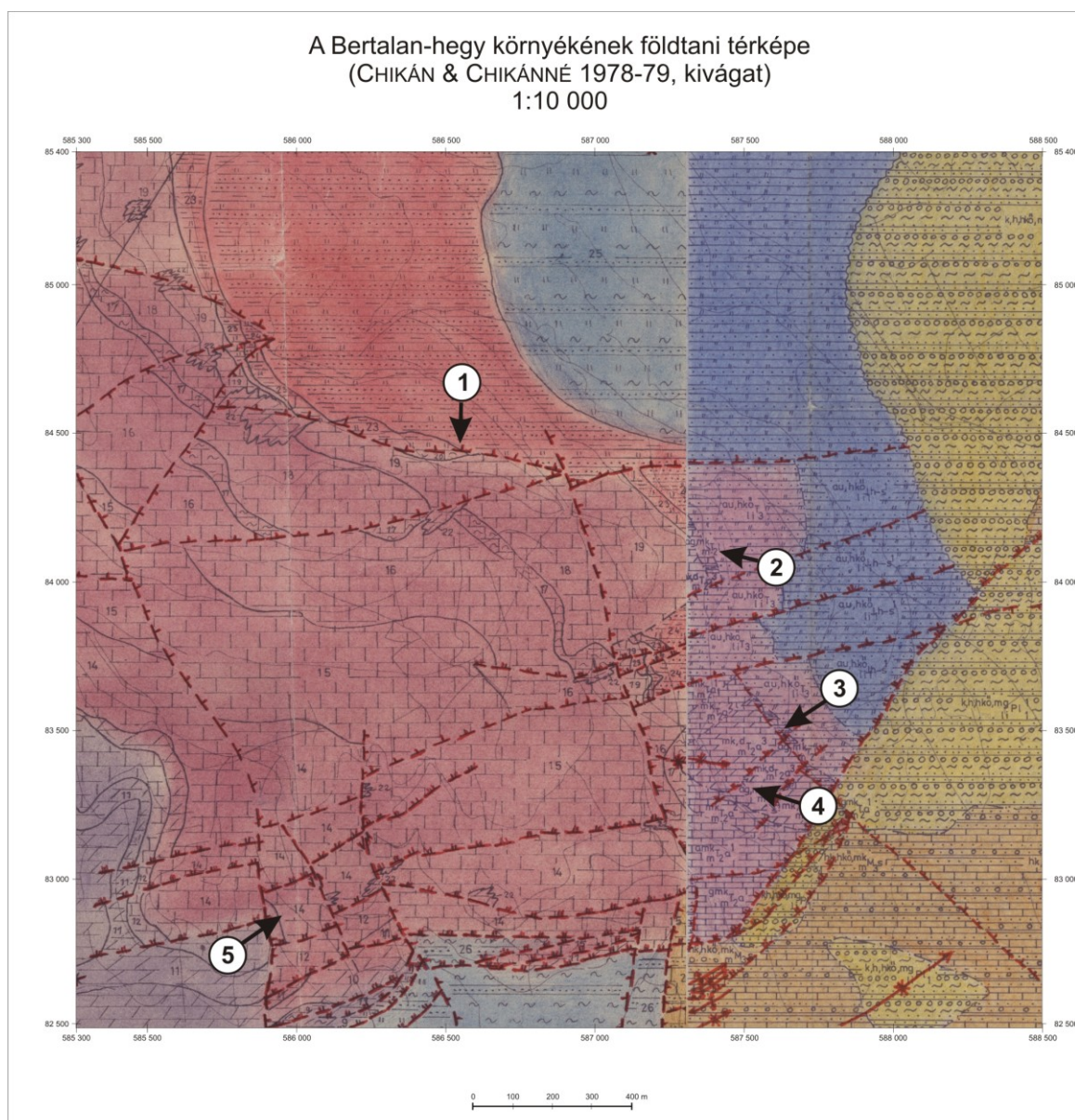


5. ábra. A munka során tapasztalt eltérések NAGY & HÁMOR 1964-es földtani térképétől (a számok magyarázatát ld. a szövegben)

- 1: NAGY & HÁMOR a térképen a Bertalan-hegy, Misina-patkókanyartól északra feltárló felső triász és alsó jura rétegeket vetővel határolja el a délebbi középső triász rétegektől. A szerkezetnek nincs feltárása, a kibúvások alapján megnyilvánuló réteghiány indokolja egy törés feltételezését. Megfigyeléseim szerint az érintkezés feltolódás és nem vetőmenti.
- 2: A Bertalan-hegy északkeleti-keleti oldalában a térkép folyamatos középső-és felső-triász rétegsort ábrázol. Későbbi munkájában NAGY (1968) már a Kantavári Formáció erősen zavart tektonikai helyzetéről ír, amit megfigyeléseim is megerősítenek.
- A térképen a Bertalan-hegy és a Piricsizma köfjők közötti bonyolult felépítésű területet NAGY & HÁMOR (1964) térképén egy redőssorral, valamint egy feltolódással és egy vetővel oldották meg. Azonban a térkép és a hozzá tartozó szelvény (24. ábra) eltérő: a térkép a Bertalan-hegytől délre két feltolódást és egy vetőt jelöl, a szelvényben azonban egy feltolódás és két vető látható. Véleményem szerint a problémát kevésbé ellentmondásos egy balos oldalelmozdulással megoldani.
- 3: A Piricsizma északi köfjőben a térkép szerint csak a Kozári Mészkő rétegei tárnak fel. A térképezés után tárulhatott fel a Kozári Mészkő és a Kantavári Mészmárga tektonikus érintkezése.
- 4: A Piricsizma nagy köfjőben megfigyelhető Kantavári Mészmárga becsípődések NAGY & HÁMOR térképén is megjelennek. A terepi munka során én is két ilyen

szerkezetet észleltem a kőfejtőben, a térképen az északabbra ábrázolt becsípődés helye nem pontosan egyezik az általam megfigyeltével. Ezt a bányá alakjának későbbi változása is magyarázhatja, de az is lehet, hogy a bányászat során a régi helyett új feltárás született. A becsípődéseket NAGY & HÁMOR külön feltolódáshoz köti, illetve a két feltolódás közé egy vetőt is szerkesztettek. A magyarázó szerint a pikkelyszerkezet eredményeként értelmezik azt.

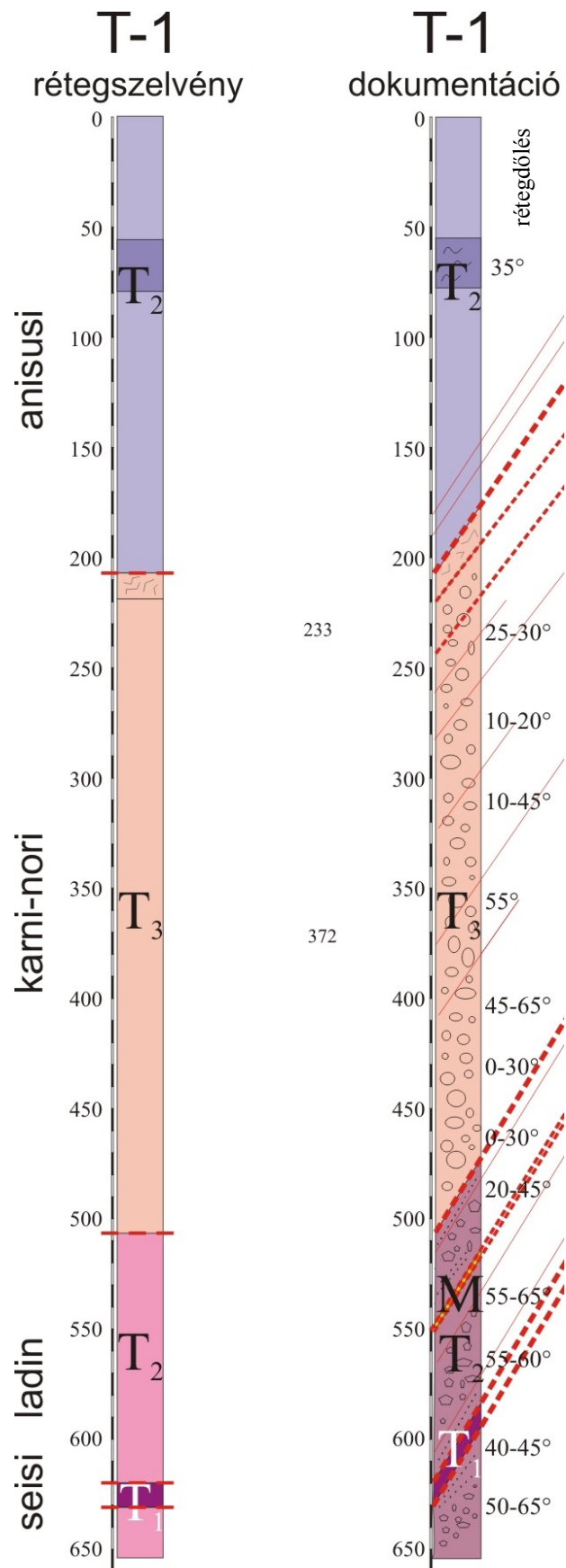
A terület szerkezeti viszonyainak megismeréséhez, megértéséhez az 1978-ban CHIKÁN & CHIKÁNNÉ által készített építésföldtani térképet is felhasználtam. A térkép többnyire NAGY & HÁMOR megoldásait követi, így hasonló eltéréseket tapasztaltam ezen térkép esetében is (6. ábra).



6. ábra. A terület építésföldtani térképe (CHIKÁN & CHIKÁNNÉ 1978), a terepi munka során észlelt eltérések helyének feltüntetésével.

- 1: A középső-triász kőzeteket az építésföldtani térkép is vetővel határolja el a tőlük északra feltároló fiatalabb (felső-triász, alsó-jura) kőzetektől. A Kantavári rétegek ezen a térképen sem követhetők, a patkókanyar környékén kiékelődnek, majd a Bertalan-hegy északi részén ismét megjelennek. Megfigyeléseim alapján azonban a Bertalan-hegytől nyugatra, Kistrétig végig észlelhetők a Kantavári kibúvások.
- 2: CHIKÁN & CHIKÁNNÉ szintén folyamatos rétegsort jelöl a Bertalan-hegy keleti oldalában, a Kozári Mészktől a Karolinavölgyi Formációig. Emellett a Bertalan-hegytől délre található feltolódás-vető megoldást is átveszik NAGY & HÁMOR térképéről.
- 3: A Piricsizma északi kőfejtőtől keletre ez a térkép is vetőt ábrázol és a korábban megjelent földtani térképhez hasonlóan jelöl néhány Kantavári kibúvást, azonban a kőfejtőben megfigyelhető Kozári - Kantavári szerkezet CHIKÁN & CHIKÁNNÉ sem tünteti fel, bár valószínűleg ekkor már létezett, mert a bányászat befejeződött.
- 4: A piricsizmai nagy kőfejtőben észlelhető Kantavári becsípődést feltünteti a térkép, de NAGY & HÁMOR (1964) térképétől eltérően délkeleti vergenciájú feltolódásokat jelöl.
- 5: Az építésföldtani térkép és a korábbi NAGY & HÁMOR által készített földtani térkép között a legjelentősebb eltérés, hogy amíg a korábbi térképen a Misina-tömb déli oldalában feltároló Patacsi és Hetvehelyi Formációt üledékfolytonos településsel ábrázolták, addig CHIKÁN & CHIKÁNNÉ – az időközben mélyült érckutató fúrások (4716, 4716/1, 4769) eredményeinek megfelelően – tektonikus pásztákba rendezi ezeket a képződményeket. Ezt erősíti meg KÓKAI & RÁLISCHNÉ (1981), akik szerint Báránytetőtől keletre az anizuszi mészktő tektonikusan települ az idősebb kőzetekre.

A Bertalan-hegy közvetlen környezetében csak a Tettye-1 jelű fúrás mélyült, a Piricsizma kőfejtő közelében (2. ábra). A rétegsor rajza és az anyagvizsgálati dokumentáció (HEGYI 1969) eltérően jellemzi a fúrást. A dokumentáció szerint 551,8-554,8 méter között 1-2 cm-es miocén rétegeket is harántolt, amelyek korát pollenek alapján határozták meg (HEGYI 1969). Az anyagvizsgálati eredmények figyelembevételével készítettem a 7. ábrán látható (jobb oldali) rétegsort.



7. ábra. A Tettye-1 fúrás rétegszelvénye HEGYI (1969) szerint a bal oldalon és az anyagvizsgálati eredmények (HEGYI 1969) alapján szerkesztve a jobb oldalon.

Célkitűzés, alkalmazott kutatási módszerek

Céлом választ találni a fentiekben megfogalmazott kérdésekre-ellentmondásokra, azaz meghatározni:

- a becsípődések mechanizmusát,
- a határoló törések típusát és
- a szerkezetalakulás korát.

A kitűzött cél eléréséhez a következő munkaterv alapján dolgoztam:

- Szakirodalom megismerése, a korábbi térképezési anyagok összegyűjtése és összehasonlítása.
- A kritikus területrészek/képződmények újratérképezése, tektonikai mérések a terület szerkezetföldtani alakulása szempontjából jelentős feltárásokban.
- A tektonikus felszínek vizsgálata, a kormeghatározást könnyítő bélyegek keresése.
- A mért adatok és a megfigyelések feldolgozása, értelmezése, a szerkezetek korának a meghatározása.

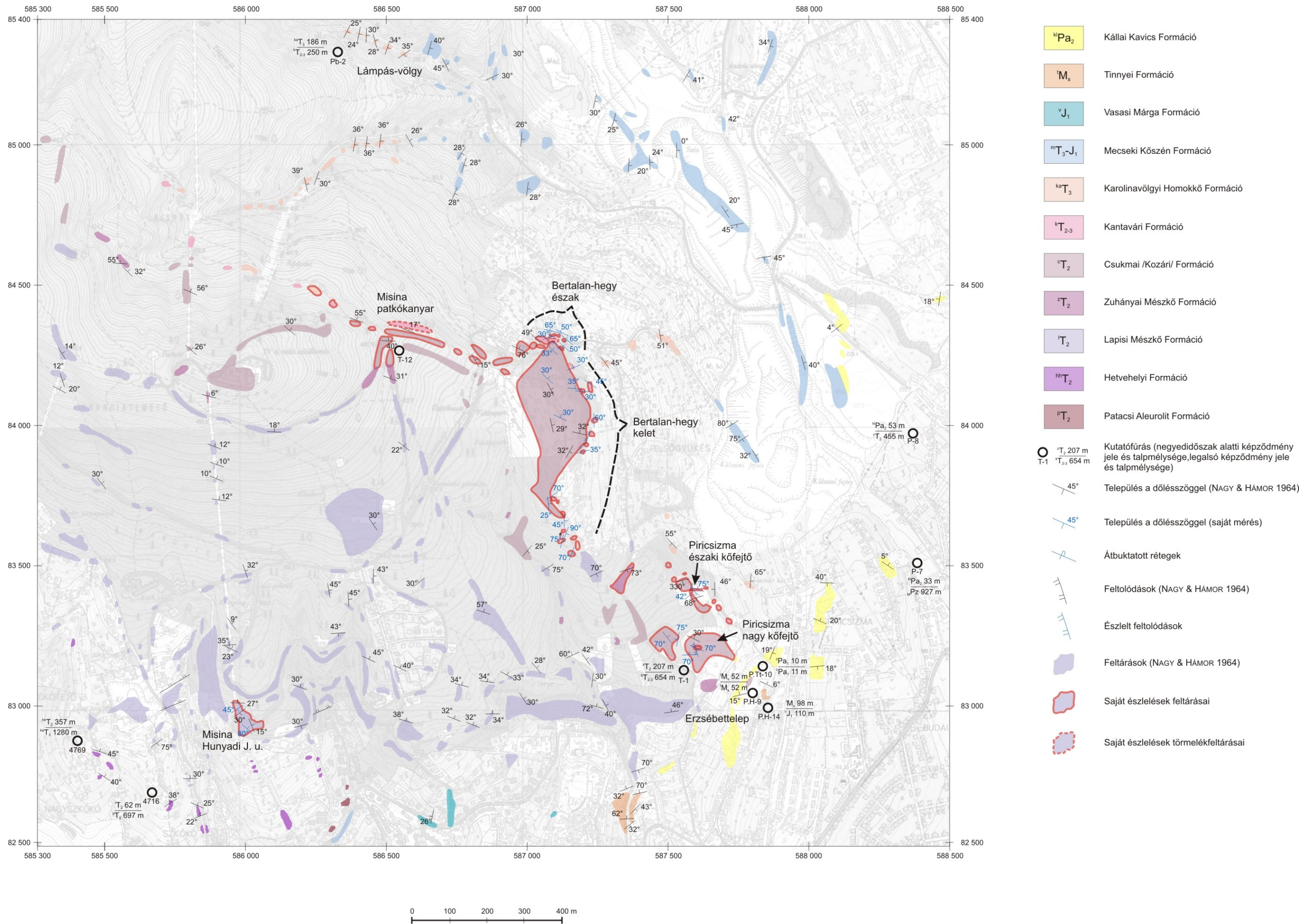
A terület irodalmának megismerését és feldolgozását követően kezdtem a terepi munkába. A terület bejárása során észlelési térképet készítettem a vizsgált terület feltárásairól, illetve szerkezetföldtani méréseket végeztem. Dokumentáltam a rétegek, valamint a tektonikai elemek dőlés- és csapásirányát és – amennyiben meghatározható volt – az elmozdulás irányát, jellegét és dőlésszögét. Az adatokat terepen vittem hordozható számítógépre az ArcPAD7 program segítségével, a csatolt GPS készülékkel minden adathoz EOVS koordinátát tudtam rendelni. Így a dokumentált tektonikai elemek a későbbiekben egyszerűen ellenőrizhetők. A terepi megfigyelések során a méréseken kívül olyan bélyegeket kerestem, melyek segíthetik az adott szerkezet relatív korának a meghatározását. A mért adatok rendszerezése és adatbázisba foglalása után J. Angelier-féle Tector 1994, valamint a StereoNett 2.02 program segítségével számítottam ki a területre jellemző feszültségirányokat. Az észlelési térkép, a tektonikai mérések és a területen mélyült fúrások rétegsorai alapján ArcGIS-ben szerkesztettem meg a földtani térképet. A szelvényeket, CorelDRAW-ban rajzoltam meg.

Észlelési adatok

A vizsgált feltárások az észlelési térképen jelöltek (8. ábra). A mért adatok közül a térképen csak a jellemző rétegdőléseket tüntettem fel. Átvettem NAGY & HÁMOR (1964) adatait is, azokat eltérő színnel jelenítettem meg. A térképen jelölt feltárások jelentős részét már NAGY & HÁMOR (1964) is dokumentálta, az általam felismerteket illetve újravizsgáltakat piros színnel kereteztem. A terület szerkezeti felépítésének megismeréséhez környékbeli fúrási rétegsorokat tanulmányoztam, amelyek adatait az 1. számú melléklet tartalmazza. Ezek közül a szelvény elkészítéséhez a P-28 (bevetítve), Pb-2 és a T-1 jelűeket használtam fel. A következő alfejezetekben ismertetem az egyes feltárásokban tett megfigyeléseket, a mérési adatokat a 2. számú melléklet foglalja össze táblázatos formában. A mérésekhez nem sorszámot, hanem EOVS koordinátákat rendeltem. Az adatokat négy területi csoportba osztva dolgoztam fel.

A területen ismert egykori kőfejtők az alaphegység és a fiatal üledékekkel kitöltött medence határán, illetve annak közelében találhatók. Jelen dolgozat szempontjából két feltárás meghatározó, mivel megfigyelhető bennük a középső és felső triász rétegek tektonikus érintkezése, valamint ezen mezozoos rétegek érintkezése a pannóniai üledékekkel.

A Bertalan-hegy környékének észlelési térképe
1:10 000



8. ábra. A vizsgált terület észlelési térképe (LEDŐ 2012 nyomán, kiegészítve).

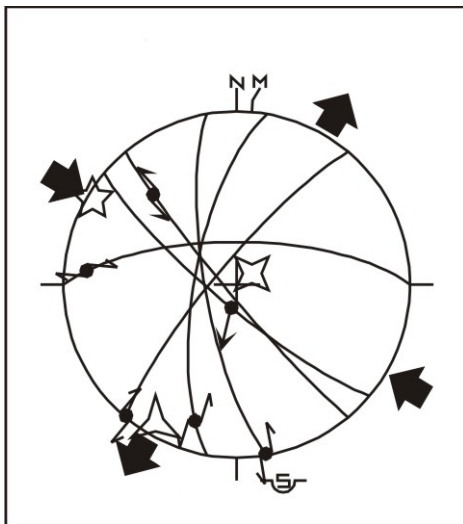
Piricsizma nagy kőfejtő

[EOV 587 648; 83 253]

A kőfejtőben feltárt Kozári Mészkő ÉÉK felé dől átlagosan 30°-os dőlésszöggel, de ettől jelentős eltérések is előfordulnak. A 45 m magas és 140 m hosszú kőfejtőben (9. ábra) feltárt kb. 140 m valódi rétegvastagság felőleli a Kozári Mészkő 100-150 méternek ismert (NAGY 1969) teljes vastagságát. Ezt alátámasztja, hogy a kőfejtőtől délebbre kialakított kisebb kőfejtőben már a fekü Zuhányai Mészkő, északabbra pedig a fedő Kantavári Mészmárga van feltárva.



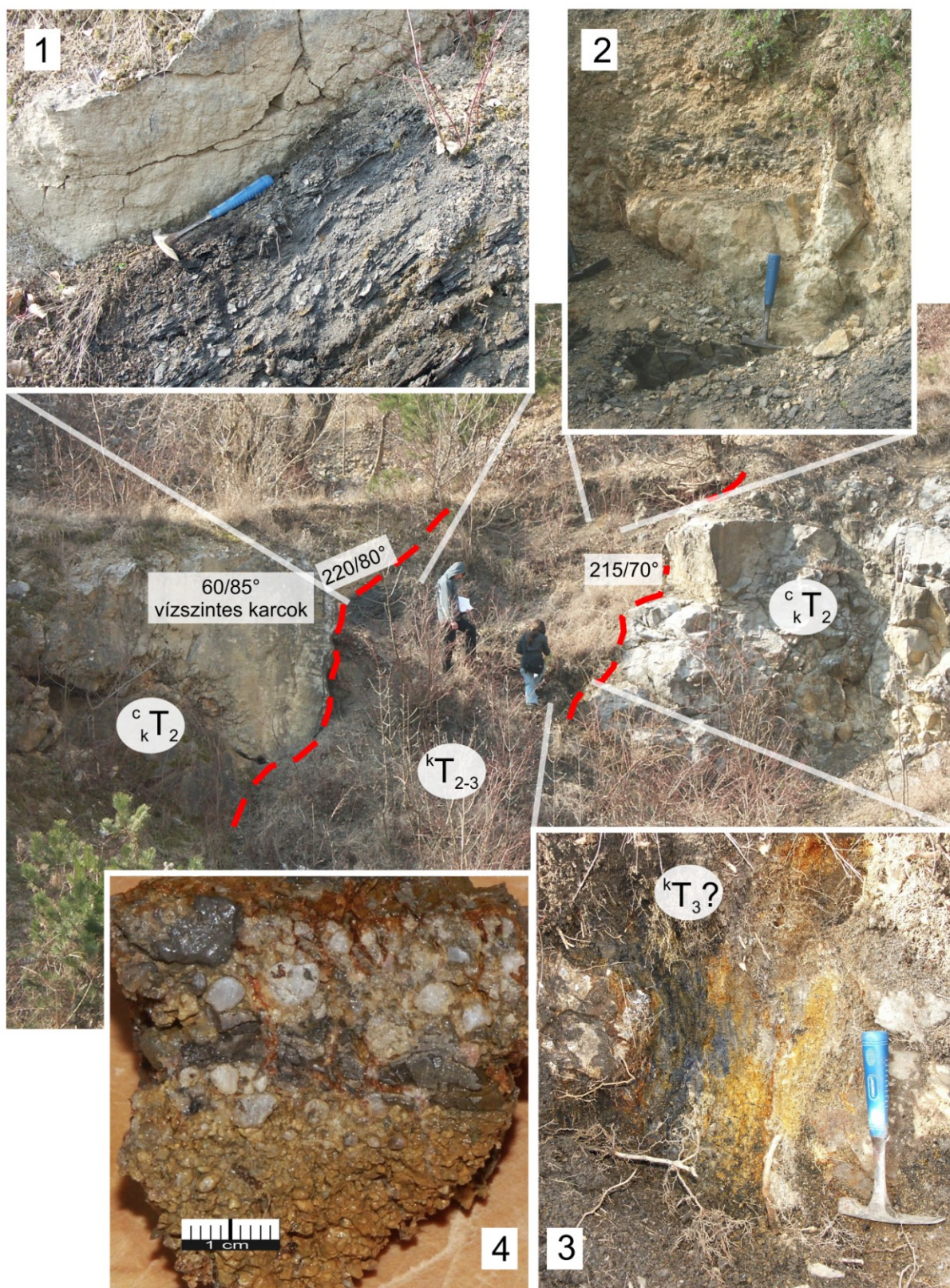
9. ábra. A Piricsizma nagy kőfejtő egy részlete a Kantavári Mészmárga becsípődés jelölésével. A teljes kőfejtőre jellemző a Kozári Mészkő kaotikus töredezettsége.



10. ábra. A kőfejtőben mért elmozdulási adatok és a számítható feszültségtér.

A kőfejtő DK-i részén, a bejárat közelében, már a pannóniai emelet üledékei tárulnak fel. A fiatal rétegek fekvésében a Tettye-1 jelű fúrás alapján igen zavart rétegsor feltételezhető. A kőfejtő Kozári Mészkőben is gyakoriak az oldalelmozdulásra utaló karcos felszínek, ezek részben jobbos, részben balos elmozdulások nyomait őrzik (10. ábra)

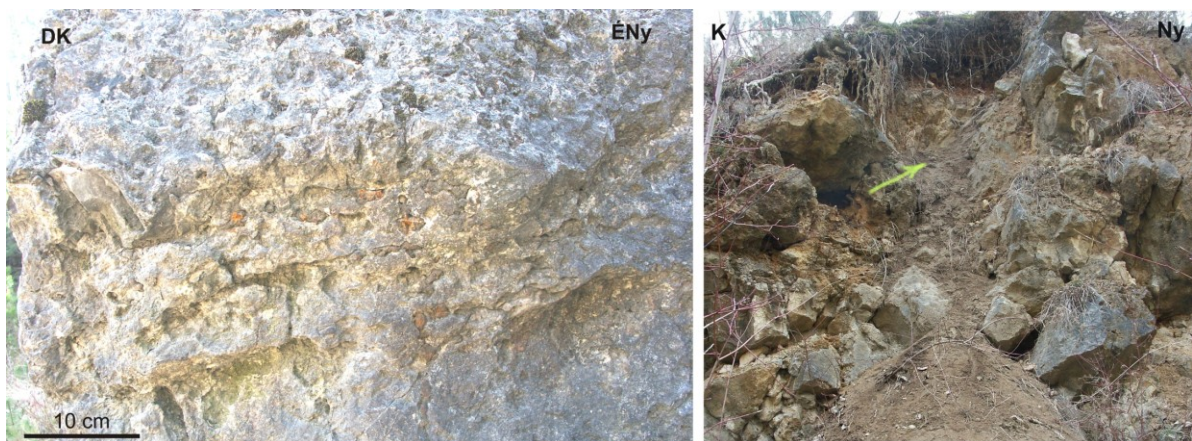
Ebben a kőfejtőben a Kozári Mészkő blokkjai közé csípve mintegy 4,5 méter széles, élesen elütő közetösszlet tárul fel (11. ábra).



11. ábra. A Piricsizma nagy kőfejtőben feltároló becsípődés. 1. Élre állított kantavári aleurolitrétegek. 2. A kalapács fölötti aleurolittörmelék jelzi, hogy a formáció a kőfejtő felsőbb, törmelékkal takart részén is előfordul. 3. Kavicsos homokkő bertelepülése, amit a Karolinavölgyi Homokkőbe sorolhatunk. 4. A homokkő felületi csiszolata.

A jól rétegzett, lemezesen elváló, fekete, szenes márgát-aleurolitot és sárga, aprókavicsos homokkövet NAGY & HÁMOR (1964) a Kantavári Formációba (akkor „ladini” összletbe) sorolta. A formáció felső részében megtalálhatók ezek a kőzettípusok, de jellemzőek a Karolinavölgyi Homokkő és Mecseki Kőszén Formáció egyes részeire is. Biosztratigráfiai adatok hiányában a besorolás nem oldható meg egyértelműen, de a kavicsos homokkő nem sorolható a Kantavári Formációhoz. A becsípődés határfelületei $220/80^\circ$ helyzetűek, a Kantavári Mészmárga rétegeken közel azonos, $215/70^\circ$ -os dőlés mérhető. A tektonikus felszíneken és azok közelében gyakran limonitos kiválás észlelhető (12. ábra).

A kőfejtőben, ettől a szerkezettől délre, található egy kisebb hasonló becsípődés (12. ábra), azonban a rossz feltártsági viszonyok miatt települési adatokat itt nem lehetett gyűjteni.



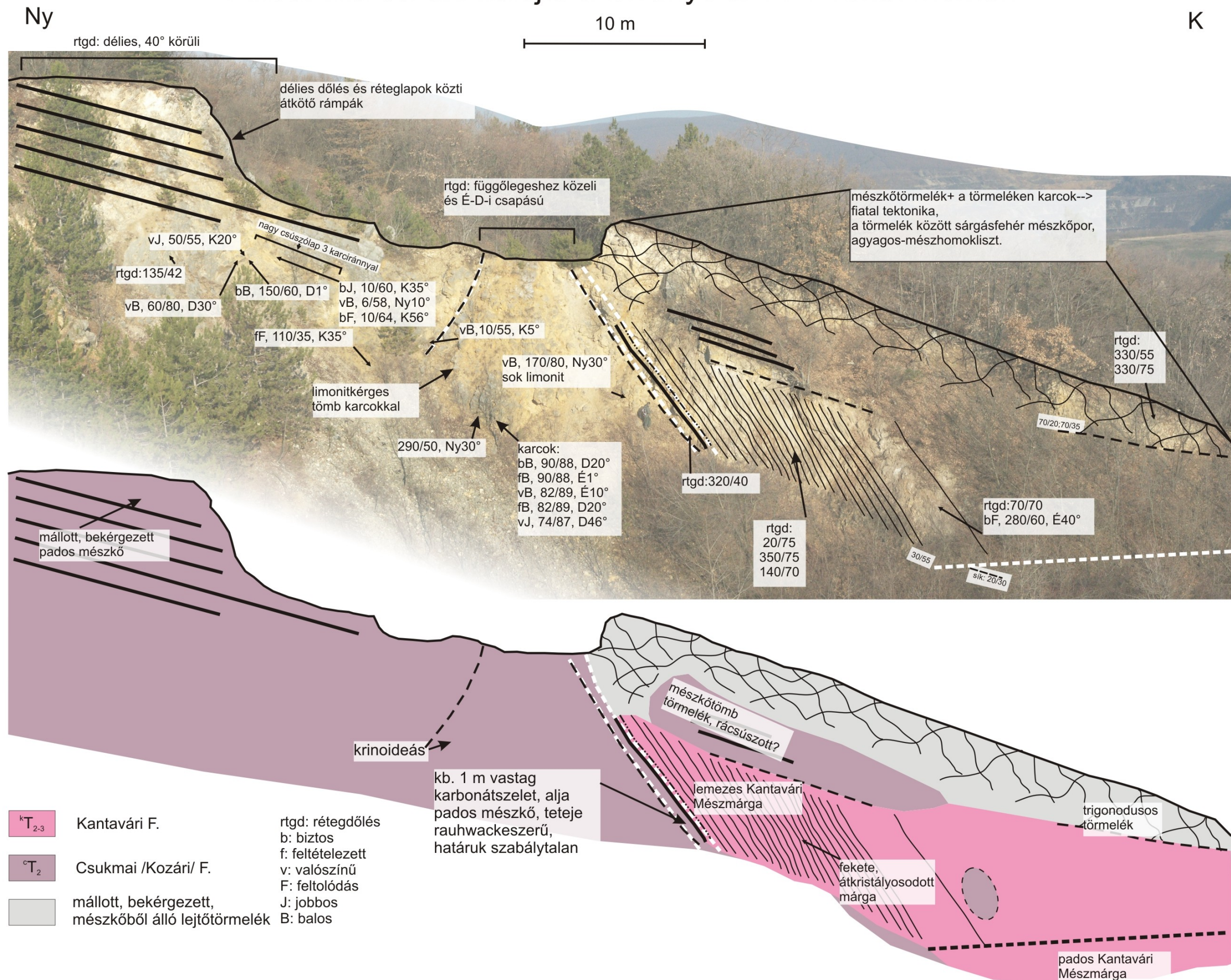
12. ábra. Limonitkiválás egy törési felszínen (bal oldali kép). A Kantavári Mészmárga kisebb becsípődése a déli bányafalban (jobb oldali kép) Figyelemre méltó a kőzetanyag erőteljes töredezettsége és a nyitott hasadérendszer.

Piricsizma északi kőfejtő

[EOV 587 611; 83 421]

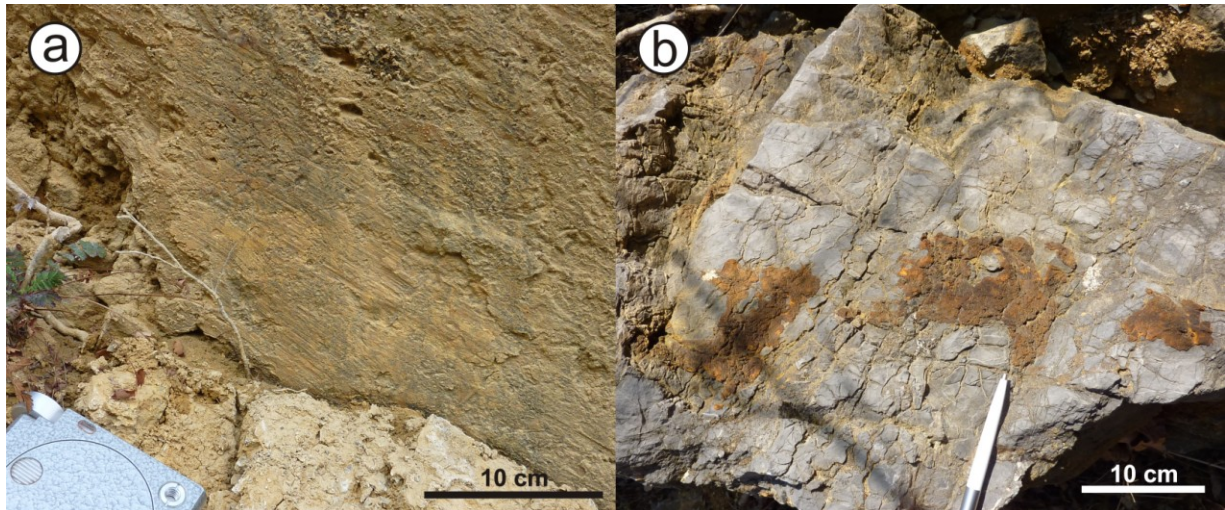
A piricsizmai terület északi kőfejtőjében az előző feltáráshoz hasonlóan a Kozári Mészkő és a Kantavári Formáció tektonikus érintkezése tanulmányozható. A formációt itt a rétegsor felső részét képviselő lemezes elválású agyagmárga és aleurolit építi fel, de a kőfejtő közelében a legalsó, onkoidos rétegek is megtalálhatók szálban. A Kozári Mészkő települése a nagy kőfejtőben mérthez hasonló, ÉK-i dőlésirányú. A Kantavári Formációval meredek sík mentén ($70-75^\circ$) érintkezik (13. ábra). A terület erős tektonikai igénybevételét a kőfejtőben gyakori karcolt elmozdulási felszínek is alátámasztják (14. ábra), a balos és jobbos elmozdulások egyaránt észlelhetőek.

Piricsizma északi kőfejtő szelvénye az A-B vonal mentén

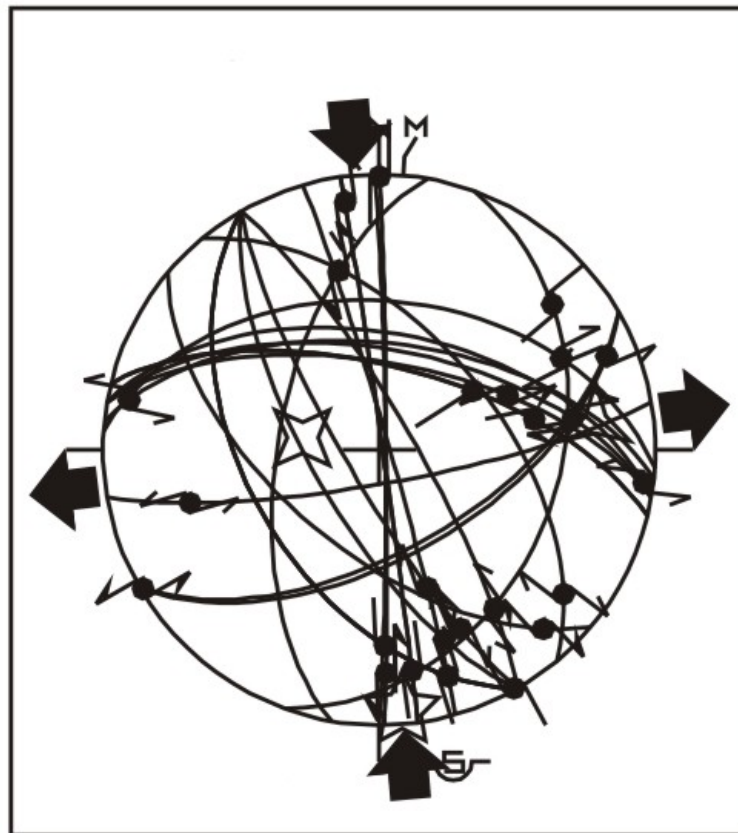


13. ábra. Piricsizma, északi kőfejtő. A földtani felépítés és a mérési adatok (LEDŐ 2012 után, módosítva).

Az északi kőfejtőben mért karcos felszínek lehetőséget adtak a feszültségtér-számításokra is (15. ábra), melyek kompressziós szerkezetalakulást jeleznek. Az előző feltáráshoz hasonlóan ebben a kőfejtőben is több helyen kíséri limonitos kiválás az elmozdulásokat (14. ábra).



14. ábra. Karcos (a; $10/60^\circ$ K 35°) és limonitos törésfelszín (b) a Piricsizma északi kőfejtőben



15. ábra. A Piricsizma északi kőfejtőben mért elmozdulási felszínek alapján számított feszültségtér

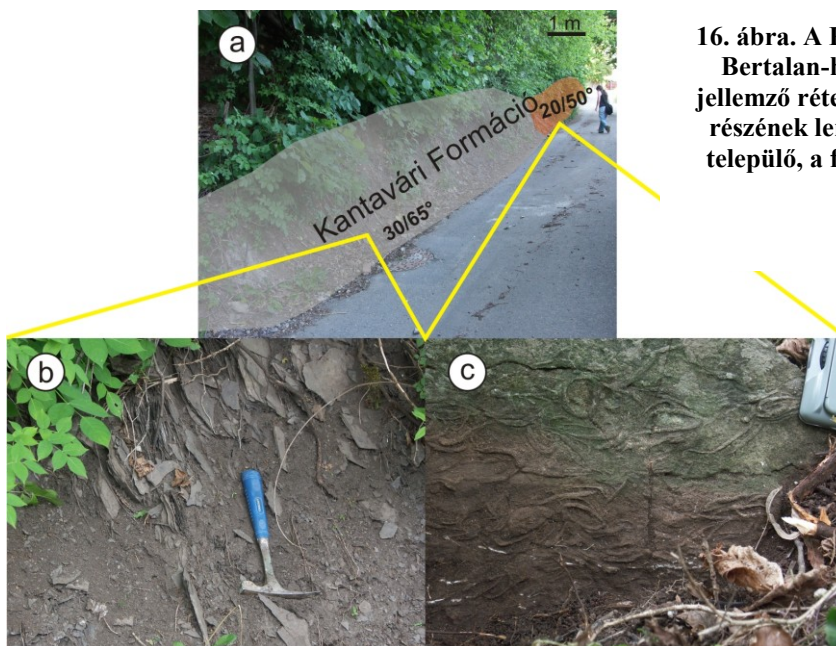
Bertalan-hegy kelet

A piricsizmai kőfejtőktől északra emelkedő Bertalan-hegy meredek keleti oldalában több kibúvásban tárul fel a Kozári Mészke Formáció és a Kantavári Formáció. A területen a Kantavári Formáció alsó, onkoidos, trigonoduszos és a felső, lemezes megjelenésű rétegei ismertek, azonban a középső részeknek itt sincs ismert feltárása. A Bertalan-hegy esetében mért településértékeket a 17. ábrán mutatom be, a formációk szerint csoportosítva. A Kozári Mészke északkeleti irányú enyhe dőléssel települ a Bertalan-hegy keleti oldalában, jellemzően 40/30°-os értékek mérhetők, a Kantavári rétegek esetében pedig délkelet felé dőlő rétegeket láthatunk (150/35°) (18. ábra). A két formáció egymáshoz viszonyított helyzete a Kozári Mészke feltolódására utal (18. ábra). Az ábra jelzi, hogy a rétegdölések igen eltérő értékeket mutatnak. Elmozdulási felszínek csak ritkán figyelhetők meg, de ezeket szinte minden esetben limonitos kiválás kíséri.

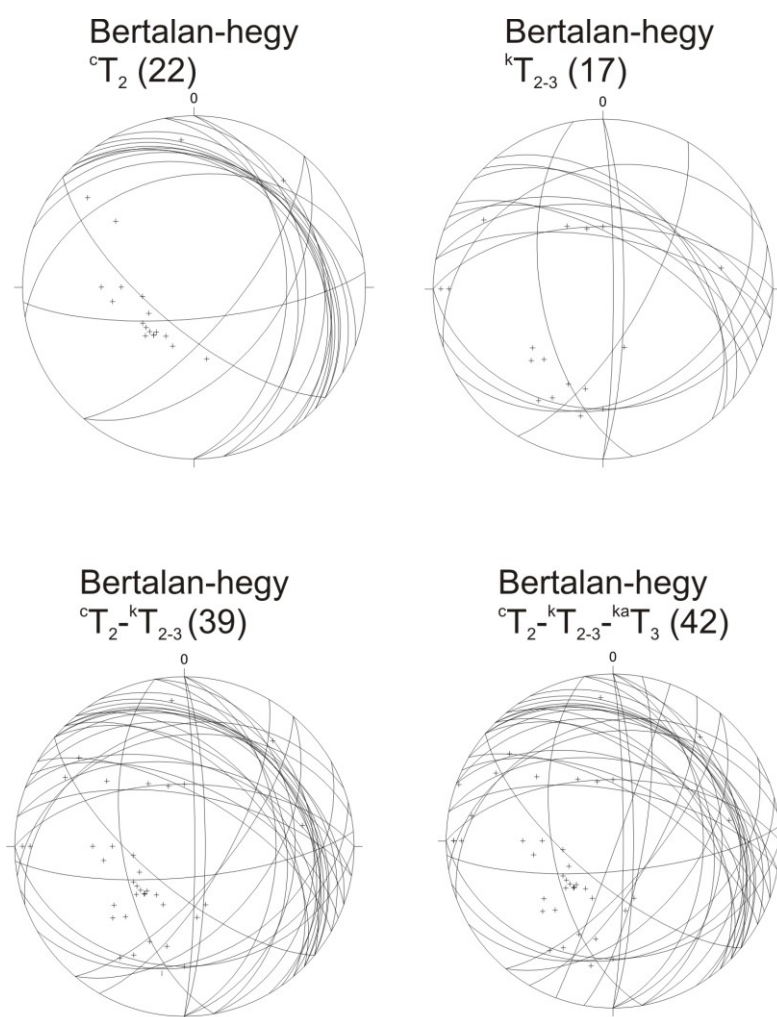
Bertalan-hegy észak

A Bertalan-hegy északi oldalában a Kozári és a Kantavári Formáció egymáshoz viszonyított helyzete a keleti oldal esetében ismertetethez hasonlóan tárul fel (19. ábra). A Kantavári Formáció itt azonban átbuktatott helyzetben található (16. ábra) és a középső rétegcsoport itt sem ismert.

Az északi oldalból Karolinavölgyi Homokkő is előkerült a Kozári Mészke és a Kantavári Mészke rétegek határáról (19. ábra), jóval magasabb helyzetből, mint a területen ismert előfordulása. A Kozári Mészke települése megegyezik a keleti oldalon mérttel, míg a Kantavári Mészke rétegek észak-északkelet felé dőlnek 55-60°-kal.

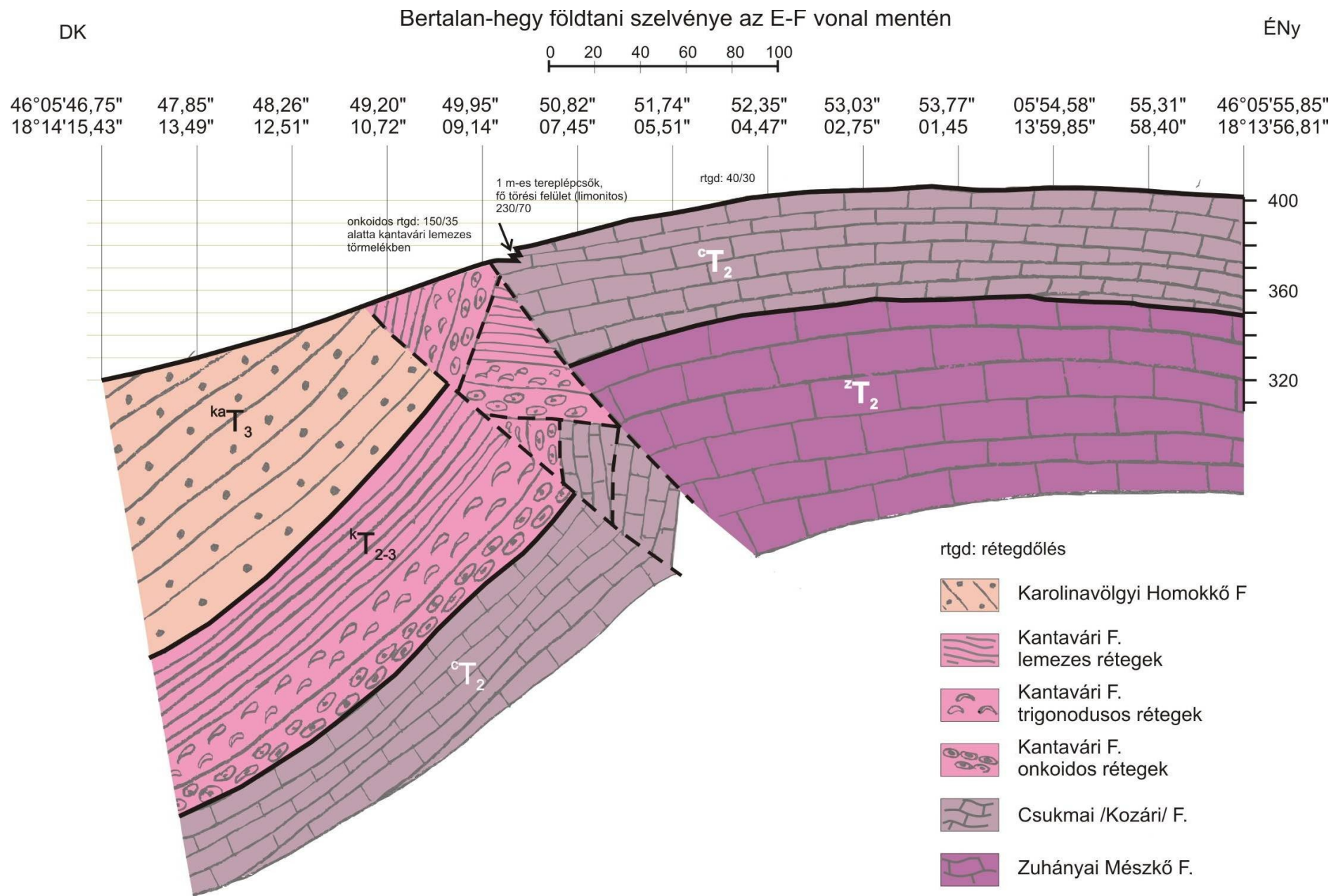


16. ábra. A Kantavári Formáció átbuktatott rétegsora a Bertalan-hegy északi oldalában. a) a feltárás képe a jellemző rétegdőlésekkel; b) a Kantavári Formáció felső részének lemezes rétegei; c) a lemezes rétegek „felett” települő, a formáció alsó részét képviselő trigonodusos összlet.

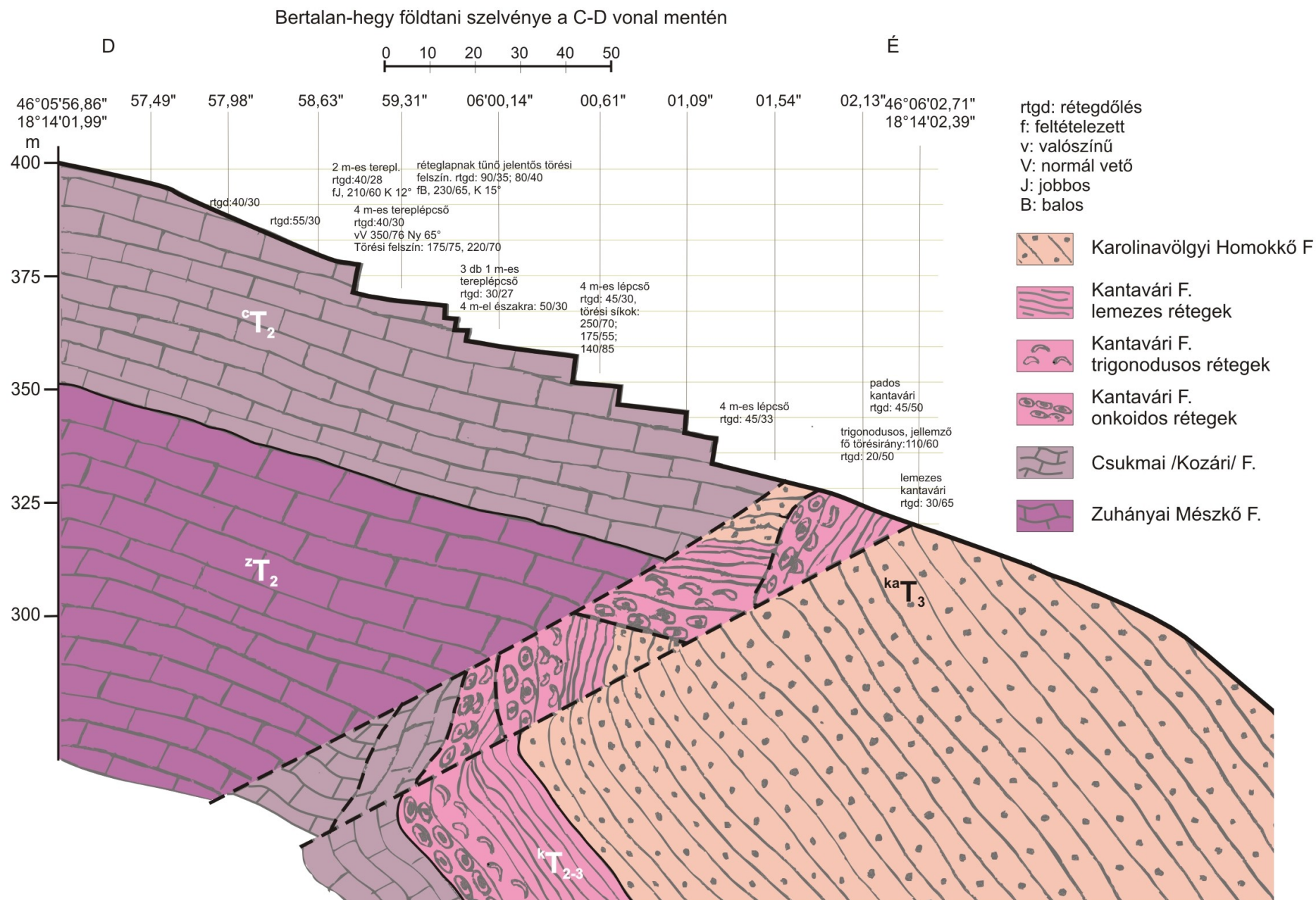


17. ábra. A Bertalan-hegy területén mért rétegdőlések, formációk szerinti csoportosításban. Az első két sztereogram a Kozári és a Kantavári Formáció esetében mért adatokat ábrázolja. A harmadik ezeket összegezve jeleníti meg, a negyedik sztereogramon pedig a Karolinavölgyi Homokkő esetében dokumentált adatok is megjelennek

Alsó félgömbi vetület



18. ábra. A Bertalan-hegy ÉNy-DK csapású földtani szelvénye (LEDŐ 2012; a szelvény nyomvonala a 25. ábra látható).



19. ábra. Földtani szelvény a Bertalan-hegy északi lejtőjéről (LEDŐ 2012; a szelvény nyomvonala a 25. ábra látható).

Misina, patkókanyar

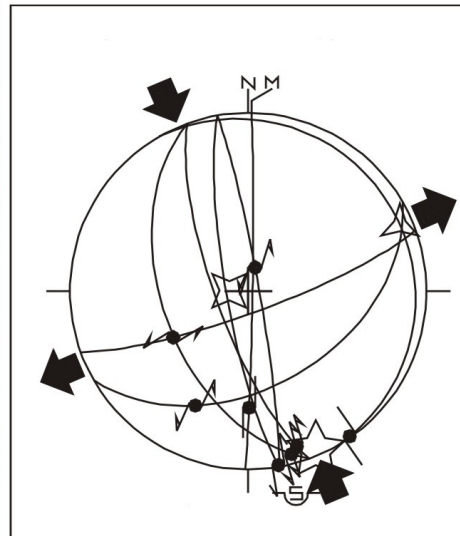
[EOV 586 527; 84 358]

A Bertalan-hegyet keletről és északról körülölelő Kozári - Kantavári tektonikus határ végigkövethető nyugati irányba. A Misina északi oldalában a Tv-toronyhoz vezető turistaút mentén megfigyelhető a középső triász mészkő és a fekvő helyzetben feltáruló fiatalabb onkoidos összlet. A Kantavári rétegek azonban csak törmelékként találhatók meg. A patkókanyar mellett telepített karsztvíz figyelő fúrás sajnos teljes szelvénnel mélyült.

Misina, Hunyadi János u.

[EOV 586 027; 82 982]

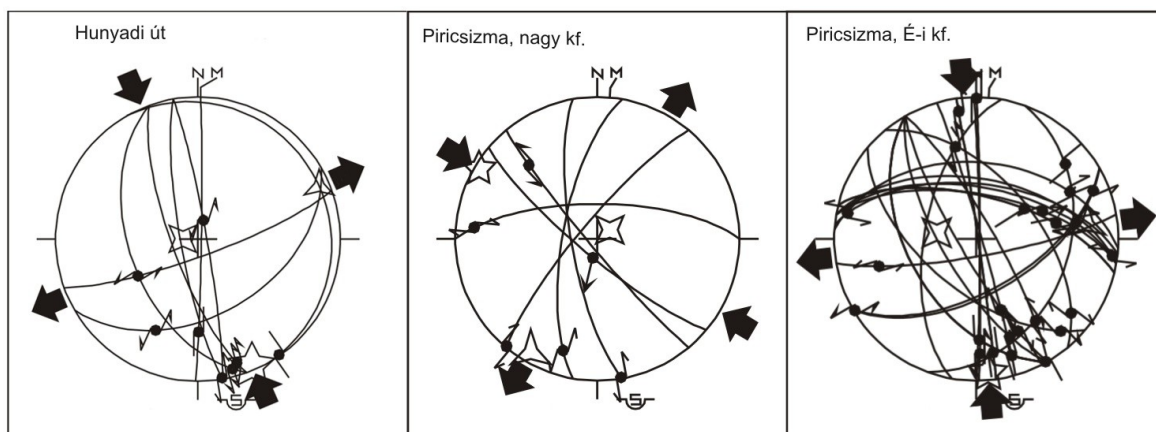
A Tv-toronyhoz vezető út melletti régi kőfejtőben a Lapis Mészkő rétegei tanulmányozhatóak. Az itt feltárt képződményeket már nagy valószínűséggel nem érintették a hegységperemi fiatal feltolódások, ezért összehasonlításához gyűjtöttem tektonikai adatokat. Az elmozdulási felszíneken mért értékeket és egy redőt mutat be a 20. ábra).



20. ábra. Redőződés és elmozdulási adatok a Hunyadi úti feltárásból.

A mérési adatok értelmezése

A terület tektonikai fejlődésmenetének feltárását megnehezíti, hogy a két fő hegységképződési időszakban, a középső-kréta és a neogén-negyvedidőszak során egyaránt É–D-i kompresszió hatott a területen. Ezért a Hunyadi úti feltárásban minden bizonnyal kréta tektonikai hatásra kialakult elmozdulásokból és a Bertalan-hegy keleti és északi részéről származó adatokból rekonstruált feszültségtér nem különbözik lényegesen (21. ábra).



21. ábra. A terület nagyobb kibúvásein mért adatok feszültségtér-diagramja.

A két fő tektonikai hatás elkülönítését segíti, hogy a hegységperemen található olyan feltárások, amelyekben a paleozoos-mezozoos alaphegység pannóniai üledékekre tolódott fel. Fiatal szerkezeti hatásnak tulajdoníthatjuk a peremi előfordulások nyitott hasadékok menti feldarabolódását, kaotikus töredezettségét. A kréta tektonikai elemek mentén jellemzően kalcit vált ki, a peremi területek elválási felületei pedig részben nyitottak, illetve foltokban limonitos bekérgezésűek.

A fenti megfontolások alapján valószínűsíthető, hogy a Bertalan-hegy és a píriscizmai terület fő tömegét adó Kozári Mészkö a fiatal (pannóniai-negyvedidőszaki) kiemelkedés során tolódott a rétegtani fedőjére, a Kantavári Formációra. A feltolódást a dokumentált szelvényvonalak (18. ábra és 19. ábra) mentén észlelt településértékek és az érintkezés kibúvásaiban a kisebb kompetenciájú, csúszófelületként viselkedő, a Kantavári Mészmárga Formációhoz tartozó lemezes aleuolitrétegek kaotikus rétegdőlése, redőződése és több helyen megfigyelhető átbuktatottsága bizonyítja (13. ábra, 16. ábra, 22. ábra).

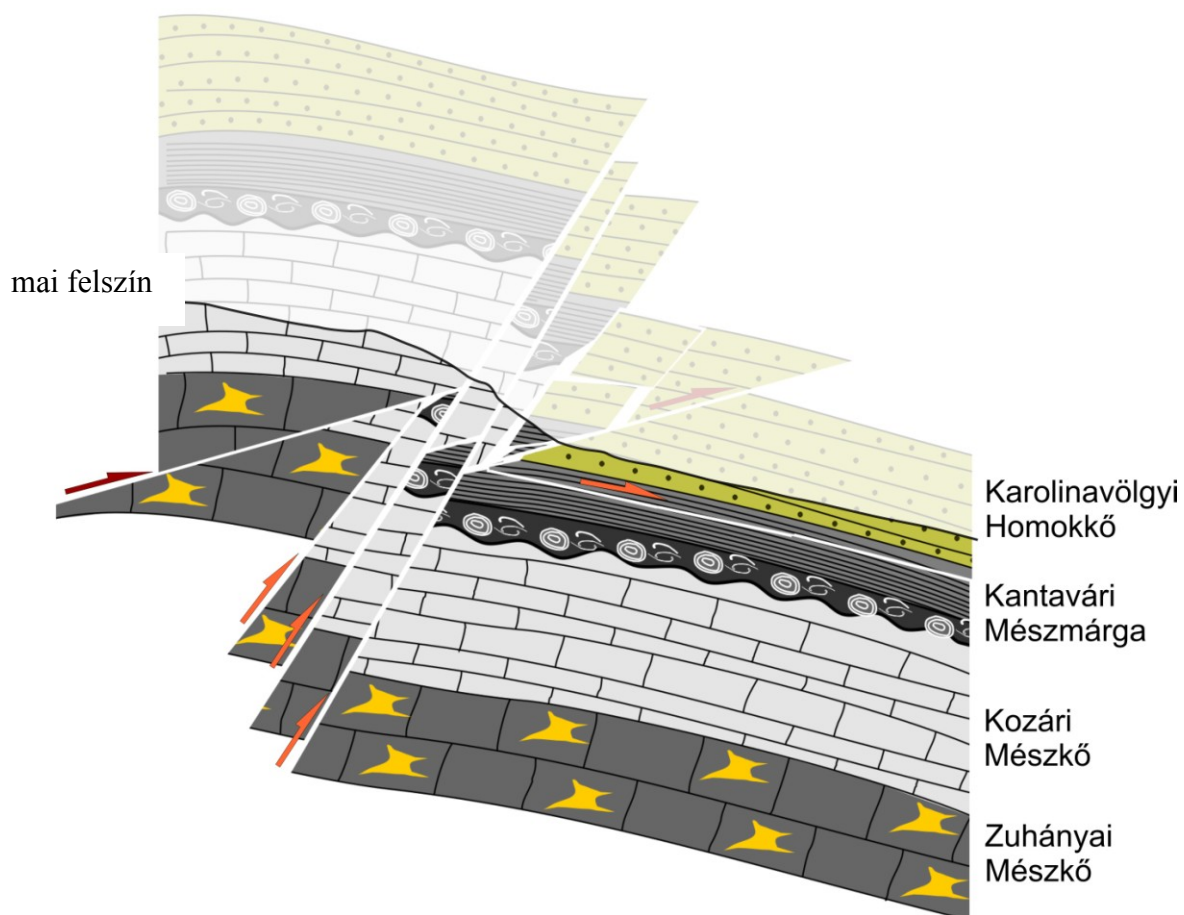
A kréta tektonika alakította ki a 100-1000 m nagyságrendbe tartozó amplitúdójú redőformákat, a lámpás-völgyi szinklinálist, a Bertalan-hegyi – tettei antiklinálist és szinklinálist. Ennek következménye lett a Lámpás-völgy kialakulása, azaz az a morfológia, ami az északi feltolódás kialakulását segítette. A Bertalan-hegytől keletre az ottnangi, de mindenképpen a pannóniai korszak előtt kialakult öblözet (HÁMOR 1970) morfológiája segítette a keleti vergenciájú elmozdulást. A feltolódás részben a Kantavári Formáción, mint csúszópályán zajlott.



22. ábra. A Piricsizma É-i köfejtőjében a Kozári Mésző feltolódása következtében a Kantavári Mészmárga márga és aleurolit rétegei redőződtek

A Piricsizma és a Bertalan-hegy közötti területen előforduló Karolinavölgyi Homokkő kibúvások nem vetővel kerülhettek a fekvő Kantavári Formáció lemezes márga és aleurolit rétegei közé, mint ahogyan azt a korábbi térképek ábrázolják, hanem itt is feltolódás zajlott, melynek vonala a Bertalan-hegy északi oldalán folyamatosan követhető a piricsizmai területig. A piricsizmai tömb is ugyanezen feltolódáshoz kötődik, azonban egy fiatalabb balos oldaleltolódás miatt a szerkezeti zóna keletebbre tolódott (25. ábra). (Rétegtani eredménye munkánknak, hogy a Kantavári Formáció onkoidos-trigonoduszos bázisrétegeit a tektonikus zóna mentén a Piricsizma köfejtőig kimutattuk.)

Úgy véljük, hogy a Piricsizma nagy kőfejtőben feltárult lemezes márga, aleurolit és homokkő becsípődését a hegységperemi feltolódás és – a Kantavári Formáción, mint csúszópályán, – rátolódás, majd a később kialakuló további feltolódások eredményezték (23. ábra).

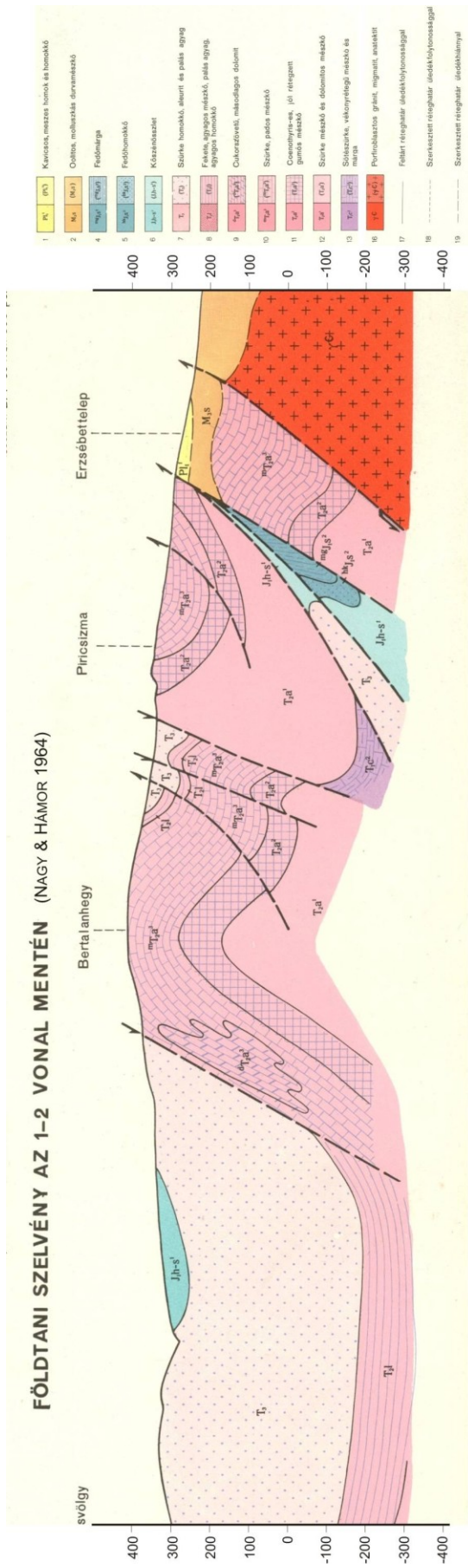


23. ábra. A Piricsizma nagy kőfejtőben látható becsípődés kialakulásának egy lehetséges folyamata.

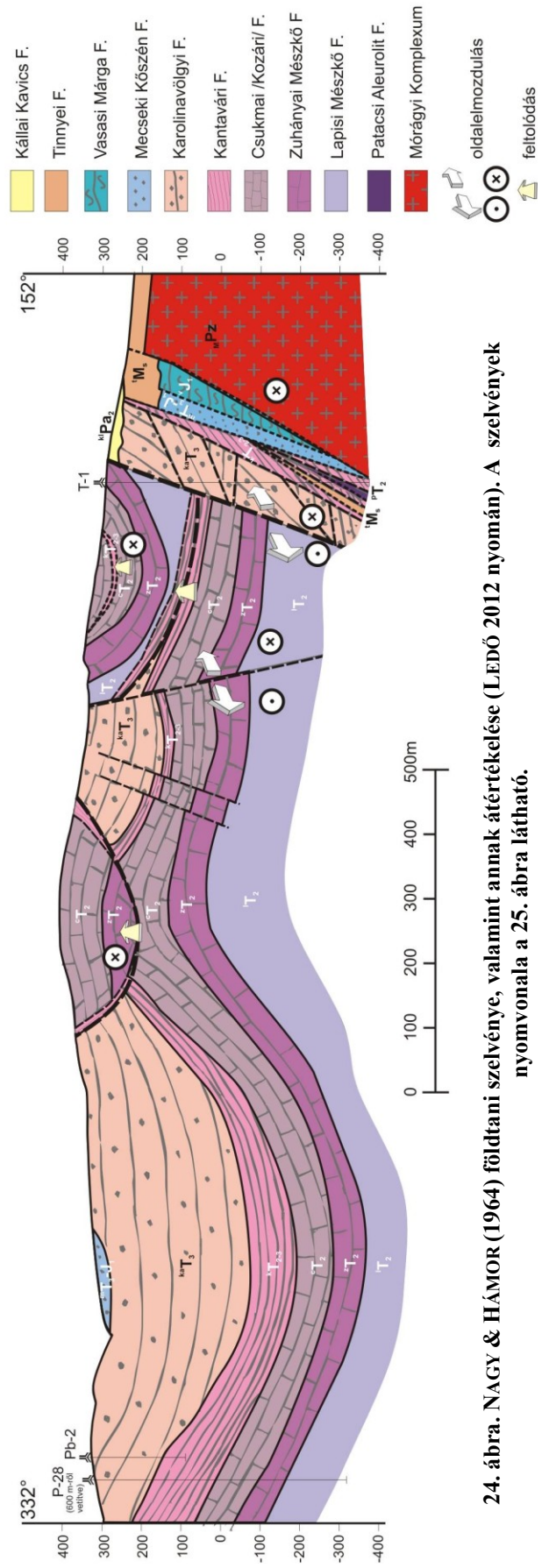
A feltolódás krétánál fiatalabb voltát bizonyítja az is, hogy a kőfejtő közelében mélyült Tettye-1 jelű fúrás erősen tektonizált rétegsorában nagy mélységben miocén korú üledéket mutattak ki (7. ábra).

Összességében a Bertalan-hegy oldalában és a Piricsizma kőfejtőkben kimutatott feltolódási rendszer a Tettye környékén feltárt hegységperemi feltolódásokkal lehet egy korú.

Az eredmények szerint módosítottam a terület földtani térképét (25. ábra) illetve NAGY & HÁMOR (1964) földtani szelvényét (24. ábra).

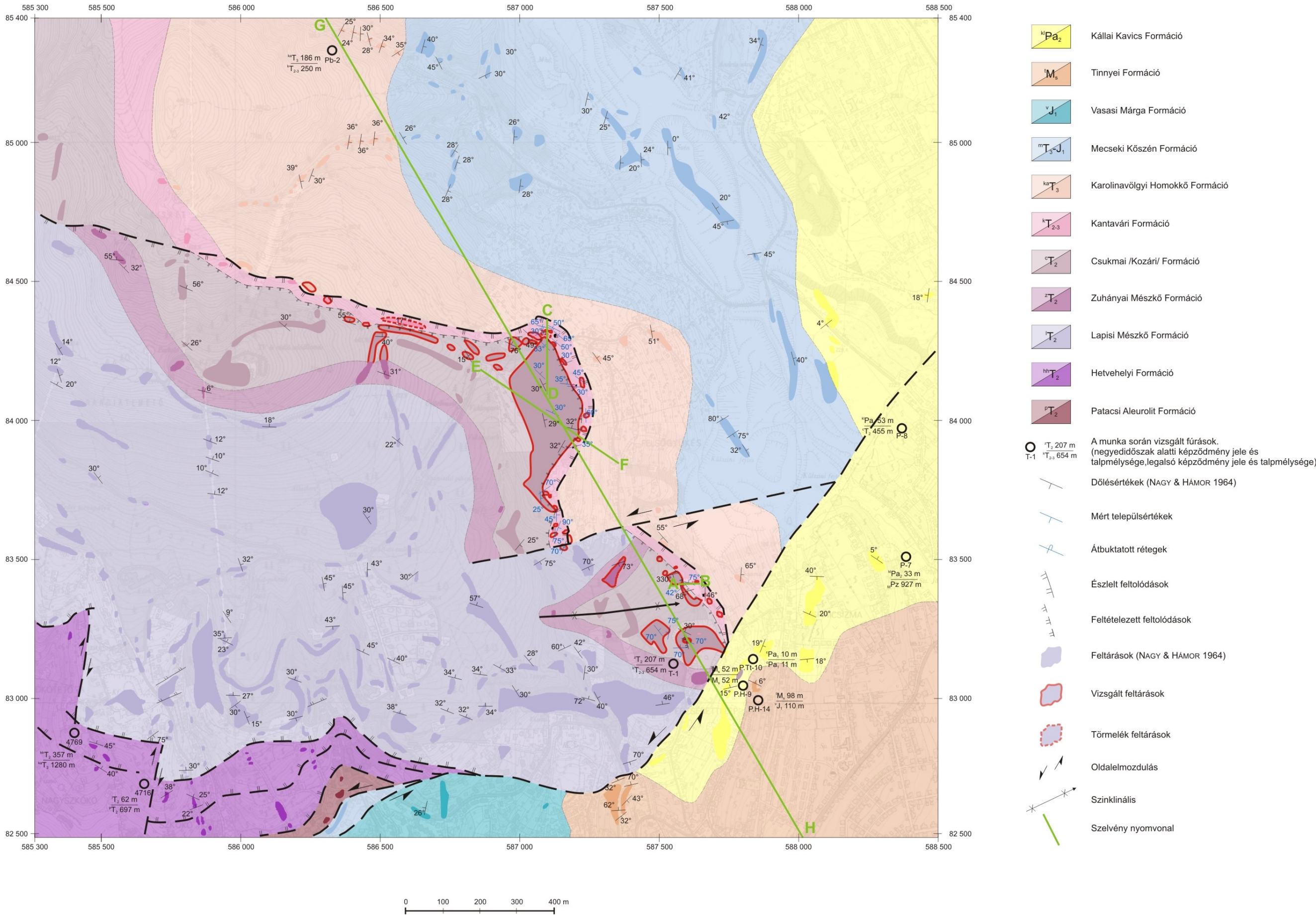


Földtani szelvény a G-H vonal mentén



24. ábra. NAGY & HÁMOR (1964) földtani szelvénye, valamint annak átértékelése (LEDŐ 2012 nyomán). A szelvények nyomvonala a 25. ábra látható.

A Bertalan-hegy környékének földtani térképe
1:10 000



25. ábra. A vizsgált terület földtani térképe (LEDŐ 2012 nyomán, kiegészítve).

Összefoglalás

Célkitűzéseim a következőképpen teljesültek:

Feldolgoztam a terület teljes szakirodalmát és azt kritikai vizsgálatnak vettem alá. A szakirodalomban fellelhető ellentmondások feloldásához a terepmunka során gyűjtöttem adatokat.

A terepi munka során a terület szerkezetföldtani szempontból jelentős feltárásait dokumentáltam, azokból szerkezetföldtani adatokat gyűjtöttem. Terepi észleléseim több esetben ellentmondtak a korábbi megfigyeléseknek.

Az adatokból J. Angelier „Tector 1994” valamint a StereoNett 2.02 program segítségével készítettem sztereogramot és értékeltem az elmozdulásokat okozó feszültségteret.

Adataim értékelése alapján a Misina–Bertalan-hegy tömbjének északi határáról kimutattam, hogy a korábban feltételezett vetővel ellentétben feltolódás. Kimutattam, hogy ez a feltolódás – rátolódás jelleggel észak-déli csapással folytatódik a Bertalan-hegy keleti oldalában. Vizsgálataim alátámasztják, hogy az eltolódási zóna egy fiatalabb oldaleltolódással tagolódott, nem pedig a korábban feltételezett vető- és feltolódás-párokkal.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, KONRÁD Gyulának valamint SEBE Krisztinának a szerkezetföldtani mérésekhez és azok feldolgozásához adott hasznos tanácsaiért, HALMAI Ákosnak pedig a térképek technikai megvalósításához adott ötleteiért.

Hivatkozott irodalom

- BENKOVICS L. 1997: Étude structurale et géodynamique des monts Buda, Mecsek et Villány (Hongrie). – Doktori értekezés, Univ. de Lille, p. 230.
- BÖCKH J. 1876: Pécs város környékének földtani és vízi viszonyai. Földt. Int. Évk., 4. pp. 150-328.
- CHIKÁN G., CHIKÁN G.-né 1978: Pécs építésföldtani térképsorozata. Tettye. – *Magyar Állami Földtani Intézet*, Budapest.
- CSÁSZÁR G. 2005: Magyarország és környezetének regionális földtana. I. Palozoikum-paleogén. – *ELTE Eötvös Kiadó*, Budapest, pp. 213-253.

- CSONTOS L., BENKOVICS L., BERGERAT, F., MANSY, J-L. & WÓRUM G. 2002: Tertiary deformation history from seismic section study and fault analysis in a former European Tethyan margin (the Mecsek–Villány area, SW Hungary). — *Tectonophysics* 357/1–4, 81–102.
- HÁMOR G. 1966: Újabb adatok a Mecsek hegység szerkezetföldtani felépítéséhez. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1964. évről*, 193–206.
- HÁMOR G. 1970: Mecsek hegység. Miocén földtan. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve*, LIII/1, p. 484
- HEGYI J. 1969: Tettye-1 sz. perspektivikus karsztkutató fúrás anyagvizsgálatának eredményei. — *Komlói Természettudományi Múzeum Adattár*. 227 p.
- HOFMANN K. 1907: Adatok a pécsi hegység geológiájához. — *Földtani Közlöny* XXXVII, pp. 111–116.
- KLEB B. 1973: A mecseki pannon földtana. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve*, LIII/3, pp. 750–943.
- KLEB B. 1968: A Mecsek hegység déli előtere pannóniai képződményeinek üledékföldtani vizsgálata. — *Földtani Közlöny* XCVIII. pp. 335–359.
- KONRÁD GY. 1998: A Nyugat-Mecsek késő-kainozóos fejlődéstörténete. Jelentés a Bodai Aleurolit Formáció 1995–1998. évi kutatásáról. — Kézirat, Mecsekérc Zrt. Adattár, p. 58.
- KONRÁD GY. 2012: A Bodai Agyagkő ismert elterjedési területének elvi rétegoszlópa – Kézirat, RHK Kht. Adattár, 2 p.
- KONRÁD GY., SEBE K. 2010: Fiatal tektonikai jelenségek új észlelései a Nyugat-Mecsekben és környezetében. — *Földtani Közlöny* 140/2, pp. 445–468.
- KÓKAI A., RÁLISCH L.-NÉ 1981: Újabb adatok a mecseki anizuszi képződmények ismeretéhez. — *Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1979. évről*, pp. 201–209.
- LEDŐ T. 2012: A Misina és a Bertalan-hegy környékének szerkezetföldtani képe. — Szakdolgozat, PTE Földtani Tanszék, Pécs, 43 p.
- MAROS GY., BORSODY J., FÜRI J., KOROKNAI B., PALOTÁS K., RÁLISCHNÉ FELGENHAUER E. 2011: A Mórággyi-rög ÉK-i részének szerkezetföldtani értékelése a töréses szerkezetekre. — *Magyar Állami Földtani Intézet* 121 p.
- MOLDVAY L. 1964: Adatok a Mecsekhegység és peremvidéke negyedkori szerkezeti viszonyainak vizsgálatához. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1962. évről*, 105–110.
- MOLDVAY L. 1965: A negyedkori szerkezetalakulás kérdései a Mecsek hegységben és a magyar középhegységekben. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése az 1964. évről*, 209–220.
- NAGY E. 1968: A Mecsek hegység triász időszaki képződményei. Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve, LI. 1. — *Műszaki Könyvkiadó*, Budapest 198 p.
- NAGY E., HÁMOR G. 1964: Magyarország földtani térképe. 10 000-es sorozat. Pécsbányatelep. — *Magyar Állami Földtani Intézet*, Budapest.
- NAGY E., HÁMOR G. 1966: Magyarázó Magyarország földtani térképéhez 1:10 000-es sorozat. Pécsbányatelep. — *Magyar Állami Földtani Intézet*, Budapest, p. 29.
- NÉMEDI VARGA Z. 1998: A Mecsek- és a Villányi egység jura képződményeinek

- rétegtana. – In: BÉRCZI I., JÁMBOR Á. (szerk.) 1998: Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana. – *MOL Rt. – MÁFI kiadvány*, Budapest, pp. 319-336.
- SEBE K. & DEZSŐ J. 2008: A pécsi Havi-hegy hasadékkarlangja. — *Karszt és Barlang* 2004–2005, 23–25.
- SEBE K. 2009: A Nyugat-Mecsek és környezete tektonikus geomorfológiai elemzése. – Doktori értekezés, PTE, Pécs, 113 p.
- SZABÓ P. Z. 1955: A fiatal kéregmozgások geomorfológiája és népgazdasági jelentősége Dél-Dunántúlon. — *Dunántúli Tudományos Gyűjtemény* 4, 11 p.
- SZABÓ P. Z. 1957: A Délkelet-Dunántúl felszínfejlődési kérdései. — *Dunántúli Tudományos Gyűjtemény* 13, 397–413.
- SZEDERKÉNYI T. 1974: Paleozóos magmatizmus és szerkezetalakulás Délkelet-Dunántúlon. – Kézirat, Mecsekérc Zrt. Adattár.
- TARI G., HORVÁTH F. & RUMPLER I. 1992: Style of extension in the Pannonian Basin. — *Tectonophysics* 208/1–3, pp. 203–219.
- VADÁSZ E. 1935: A Mecsekhegység.– Magyar tájak földtani leírása. – *A Magyar Királyi Földtani Intézet kiadványa*, Budapest, p. 180.
- WEIN Gy. 1966: Pécs hegységszerkezeti képe. — MTA Dunántúli Tudományos Intézet kiadványa, *Dunántúli Tudományos Gyűjtemény* 56, pp. 7–16.
- WEIN GY. 1967: A szerkezetalakulás mozzanatai és jellegei a Keleti- Mecsekben. – *Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyv*. 49. 3. pp. 759-768.
- WÓRUM G. 1999: A Mecsek-villányi térség szerkezete és fejlődéstörténeti eseményei szeizmikus szelvények alapján. – Szakdolgozat. ELTE Geofizikai Tanszék, Budapest, 141 p.

Ábrajegyzék

1. ábra. A Ny-Mecsek szerkezetföldtani térképvázlata (KONRÁD & SEBE 2010 nyomán) a vizsgált terület feltüntetésével. Jelmagyarázat: 1. neogén-kvarter képződmények, 2. jura-kréta, 3. triász, 4. perm-triász, 5. paleozoos képződmények, 6. Bertalan-hegy környéke..... 5
2. ábra. A dolgozatban vizsgált terület domborzati viszonyai és határa (DDNy – ÉÉK)..... 6
1. táblázat. A 4716 sz. érckutató fúrás és bokorágának rétegsora. 6
3. ábra. A Bertalan-hegy környékének elvi rétegoszlopa Konrád (2012) nyomán, egyszerűsítve. 7
4. ábra. A vizsgált terület VADÁSZ 1935-ös térképén, a térképtől eltérően észlelt és a szövegben részletezett szerkezetföldtani eltérések jelölésével. 9
5. ábra. A munka során tapasztalt eltérések NAGY & HÁMOR 1964-es földtani térképétől (a számok magyarázatát ld. a szövegben) 10
7. ábra. A Tettye-1 fúrás rétegszelvénye HEGYI (1969) szerint a bal oldalon és az anyagvizsgálati eredmények (HEGYI 1969) alapján szerkesztve a jobb oldalon..... 13
8. ábra. A vizsgált terület észlelési térképe (LEDŐ 2012 nyomán, kiegészítve). 16

9. ábra. A Piricsizma nagy kőfejtő egy részlete a Kantavári Mészmárga becsípődés jelölésével. A teljes kőfejtőre jellemző a Kozári Mész kő kaotikus töredezettsége.....	17
10. ábra. A kőfejtőben mért elmozdulási adatok és a számítható feszültségtér.	17
11. ábra. A Piricsizma nagy kőfejtőben feltáruló becsípődés. 1. Élére állított kantavári aleurolitrétegek. 2. A kalapács fölötti aleurolittörmelék jelzi, hogy a formáció a kőfejtő felsőbb, törmelékkel takart részén is előfordul. 3. Kavicsos homokkő bertelepülése, amit a Karolinavölgyi Homokkőbe sorolhatunk. 4. A homokkő felületi csiszolata.....	18
12. ábra. Limonitkiválás egy törési felszínen (bal oldali kép). A Kantavári Mészmárga kisebb becsípődése a déli bányafalban (jobb oldali kép) Figyelemre méltó a kőzetanyag erőteljes töredezettsége és a nyitott hasadékrendszer.....	19
13. ábra. Piricsizma, északi kőfejtő. A földtani felépítés és a mérési adatok (LEDŐ 2012 után, módosítva).	20
14. ábra. Karcos (a; 10/60° K 35°) és limonitos törésfelszín (b) a Piricsizma északi kőfejtőben	21
15. ábra. A Piricsizma északi kőfejtőben mért elmozdulási felszínek alapján számított feszültségtér	21
17. ábra. A Bertalan-hegy területén mért rétegdőlések, formációk szerinti csoportosításban. Az első két sztereogram a Kozári és a Kantavári Formáció esetében mért adatokat ábrázolja. A harmadik ezeket összegezve jeleníti meg, a negyedik sztereogramon pedig a Karolinavölgyi Homokkő esetében dokumentált adatok is megjelennek.....	23
16. ábra. A Kantavári Formáció átbuktatott rétegsora a Bertalan-hegy északi oldalában. a) a feltárás képe a jellemző rétegdőlésekkel; b) a Kantavári Formáció felső részének lemezes rétegei; c) a lemezes rétegek „felett” települő, a formáció alsó részét képviselő trigonodusos összlet.	23
18. ábra. A Bertalan-hegy ÉNy-DK csapású földtani szelvénye (LEDŐ 2012; a szelvény nyomvonala a 25. ábra látható).	24
19. ábra. Földtani szelvény a Bertalan-hegy északi lejtőjéről (LEDŐ 2012; a szelvény nyomvonala a 25. ábra látható).	25
20. ábra. Redőződés és elmozdulási adatok a Hunyadi úti feltárásból.	26
21. ábra. A terület nagyobb kibúvásain mért adatok feszültségtér-diagramja.....	27
22. ábra. A Piricsizma É-i kőfejtőjében a Kozári Mész kő feltolódása következtében a Kantavári Mészmárga márga és aleurolit rétegei redőződtek.....	28
23. ábra. A Piricsizma nagy kőfejtőben látható becsípődés kialakulásának egy lehetséges folyamata.....	29
24. ábra. NAGY & HÁMOR (1964) földtani szelvénye, valamint annak átértékelése (LEDŐ 2012 nyomán). A szelvények nyomvonala a 25. ábra látható.	30
25. ábra. A vizsgált terület földtani térképe (LEDŐ 2012 nyomán, kiegészítve).	31
1. melléklet: A vizsgált fúrások rétegsorai	36
2. melléklet: A terepi munka során rögzített tektonikai adatok.	38

Mellékletek

1. melléklet: A vizsgált fúrások rétegsorai

Fúrás száma	EOV X	EOV Y	Z (m)	tól	ig	formáció
4709/1	585 102,15	83 525,65	343,86	0,00	99,97	^M T ₂
				99,97	487,61	^{hhm} T ₂
				487,61	677,56	^P T ₂
				677,56	898,87	^j T ₁
				898,87	907,74	^P T ₂
				907,74	1240,34	^j T ₁
				1240,34	1771,98	^k P ₂ -T ₁
				1771,98	1921,98	^b P ₂
4716	585 701,21	82 729,73	299,98	0,00	62,00	^l T ₂
				62,00	144,00	^{hhv} T ₂
				144,00	256,50	^{hhm} T ₂
				256,50	515,00	^P T ₂
				515,00	557,00	^j T ₁
				557,00	629,00	teljes szelvény
				629,00	640,50	^{hhm} T ₂
				640,50	697,00	^P T ₂
4716/1	585 701,21	82 729,73	-269,42	515,82	557,81	^j T ₁
				557,81	629,80	^M Pz
				629,80	697,74	^{hhm} T ₂
				697,74	757,64	^P T ₂
				757,64	814,56	^{hhm} T ₂
				814,56	870,84	^P T ₂
				870,84	1531,94	^M Pz
4769	585 359,49	82 886,90	309,02	0,00	91,10	^{hhv} T ₂
				91,10	357,65	^{hhm} T ₂
				357,65	552,92	^P T ₂
				552,92	945,67	^j T ₁
				945,67	1173,01	^k P ₂ -T ₁
				1173,01	1280,48	^{ka} T ₃
P-1	589 419,06	84 129,70	226,00	0,00	4,50	^c Q _{pl}
				4,50	6,80	^g Q _{pv}
				6,80	93,80	^t M _s
				93,80	142,70	^{sz} Mb ₂
				142,70	192,00	^h Mb ₁
				192,00	260,00	^{ps} Mb ₁
				260,00	290,00	^{bd} Mk

Fúrás száma	EOV X	EOV Y	Z (m)	tól 290,00	ig 320,00	formáció ^{sz} Me-o
P-7	588 401,72	83 569,14	171,67	0,00	11,00	^c Q _{dl}
				11,00	33,00	^{kl} Pa ₂
				33,00	104,80	^t M _s
				104,80	173,00	^{sz} Mb ₂
				173,00	245,00	^h Mb ₁
				245,00	289,00	^{ps} Mb ₁
				289,00	438,40	^{bd} Mk
				438,40	531,60	^c T ₂
				531,60	927,80	_M Pz
P-8	588 413,31	84 025,37	222,50	0,00	19,00	^c Q _{dl}
				19,00	53,00	^{kl} Pa ₂
				53,00	219,00	^t M _s
				219,00	260,50	^{sz} Mb ₂
				260,50	305,00	^h Mb ₁
				305,00	349,00	^{ps} Mb ₁
				349,00	359,00	^{bd} Mk
				359,00	455,15	^c T ₂
P-28	586 775,66	85 903,92	329,86	0,00	2,90	^g Q _{hv}
				2,90	452,20	^{ka} T ₃
				452,20	574,10	^k T ₂₋₃
				574,10	657,00	^c T ₂
Pb-2	586 275,47	85 373,65	319,46	7,30	186,30	^{ka} T ₃
				186,30	250,20	^k T ₂₋₃
P.H-9	587 789,30	83 101,22	231,07	0,00	52,00	^t M _s
P.H-14	587 748,60	83 028,71	230,89	0,00	98,10	^t M _s
				98,10	109,50	^v J ₁
T-1	587 519,72	83 182,42	303,91	0,00	207,50	^z T ₂
				207,50	508,00	^{ka} T ₃
				508,00	620,00	^k T ₂₋₃
				620,00	631,20	^p T ₂
				631,20	654,00	^k T ₂₋₃
P.Tt-10	587 851,60	83 200,50	228,99	0,00	0,10	^{eld} Q _{ph}
				0,10	10,10	^c Pa ₁

2. melléklet: A terepi munka során rögzített tektonikai adatok.

Piricsizma nagy kőfejtő											
EOV X	EOV Y	formáció	Dőlés iránya	Dőlés szöge	valószínűség	elmozdulás iránya	Karcos felszín iránya	Karcos felszín szöge	Fok	irány	kiválás
587 609,960	83 240,084	^k T ₂₋₃	215	70							
587 609,960	83 240,084	^c T ₂	220	89							
587 609,960	83 240,084	^c T ₂			biztos	balos	220	80	85	K	limonit
587 582,817	83 217,692	^c T ₂			biztos	balos	230	85	30	Ny	
587 582,817	83 217,692	^c T ₂			valószínű	jobbos	0	70	15	Ny	
587 543,997	83 270,198	^c T ₂			valószínű	balos	280	70	20	D	
587 543,997	83 270,198	^c T ₂			valószínű	jobbos	310	80	0	D	
587 543,997	83 270,198	^c T ₂			valószínű	balos	260	75	0	D	
587 514,136	83 276,917	^c T ₂	75	70							
587 489,998	83 284,631	^c T ₂	320	80							
587 481,030	83 282,788	^c T ₂	120	70							
587 478,044	83 277,811	^c T ₂	120	70							
587 473,067	83 274,078	^c T ₂	150	60							
587 465,602	83 266,862	^c T ₂			valószínű	balos	0	50	15	Ny	limonit

Piricsizma északi kőfejtő											
EOV X	EOV Y	formáció	Dőlés iránya	Dőlés szöge	valószínűség	elmozdulás iránya	Karcos felszín iránya	Karcos felszín szöge	Fok	irány	kiválás
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			biztos	balos	90	88	20	D	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			biztos	jobbos	10	60	35	K	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			feltételezett	balos	90	88	1	É	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			valószínű	balos	82	89	10	É	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			feltételezett	balos	82	89	20	D	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			valószínű	jobbos	74	87	46	D	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			feltételezett	balos	14	65	68	K	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			feltételezett	balos	14	65	48	K	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			valószínű	balos	150	58	14	K	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			valószínű	jobbos	4	45	40	K	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			valószínű	balos	6	58	10	Ny	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			biztos	feltolódás	10	64	56	K	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			biztos	jobbos	220	60	15	D	limonit
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			biztos	balos	240	70	30	D	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			feltételezett	balos	240	50	20	D	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			feltételezett	jobbos	240	50	1	D	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			feltételezett	jobbos	240	50	40	D	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			valószínű	jobbos	240	80	30	D	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			valószínű	balos	60	80	30	D	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			valószínű	jobbos	50	55	20	K	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			biztos	balos	150	60	1	D	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			valószínű	balos	10	55	5	K	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			valószínű	balos	170	80	30	Ny	limonit
587 600,085	83 445,047	^k T ₂₋₃	70	70	biztos	feltolódás	280	60	40	É	
587 600,085	83 445,047	^c T ₂			feltételezett	feltolódás	110	35	35	K	limonit
587 600,085	83 445,047	^k T ₂₋₃	20	75							
587 600,085	83 445,047	^k T ₂₋₃	350	75							

587 600,085	83 445,047	cT_2	140	70							
587 600,085	83 445,047	cT_2	320	40							
587 600,085	83 445,047	törmelék	330	55							
587 600,085	83 445,047	törmelék	330	75							
587 600,085	83 445,047	cT_2			nem sikerült megállapítani		290	50	30	Ny	

Bertalan-hegy kelet											
EOV X	EOV Y	formáció	Dőlés iránya	Dőlés szöge	valószínűség	elmozdulás iránya	Karcos felszín iránya	Karcos felszín szöge	Fok	irány	kiválás
587 136,838	83 616,040	$^{ka}T_3$	90	85							
587 140,560	83 617,058	$^{ka}T_3$	100	75							
587 147,289	83 623,008	$^{ka}T_3$	110	90							
587 089,806	83 736,232	cT_2	90	45							
587 087,317	83 747,679	cT_2	80	25							
587 104,239	83 769,328	$^kT_{2-3}$	90	80							
587 102,497	83 763,854	$^kT_{2-3}$	120	70							
587 209,345	83 931,398	$^kT_{2-3}$	150	35							
587 173,245	83 556,870	cT_2	130	70							
587 183,862	83 551,230	cT_2	130	50							
587 250,108	84 036,700	$^kT_{2-3}$	260	60							
587 130,160	84 051,443	cT_2	40	30							
Bertalan-hegy észak											
EOV X	EOV Y	formáció	Dőlés iránya	Dőlés szöge	valószínűség	elmozdulás iránya	Karcos felszín iránya	Karcos felszín szöge	Fok	irány	kiválás
587 095,042	84 339,105	$^kT_{2-3}$	165	30							
587 124,141	84 339,105	$^kT_{2-3}$	10	50							
587 106,839	84 338,318	$^kT_{2-3}$	10	65							
587 126,446	84 332,648	$^kT_{2-3}$	0	60							
587 144,590	84 322,589	$^kT_{2-3}$	25	60							
587 134,365	84 283,265	cT_2	60	25							
587 132,632	84 283,103	cT_2	40	30							
587 177,913	84 222,957	$^kT_{2-3}$	340	30							
587 241,339	84 167,167	$^kT_{2-3}$	40	45							
587 182,353	84 152,420	cT_2	20	30							
587 182,724	84 151,271	cT_2	350	35							
587 210,477	84 144,435	$^kT_{2-3}$	180	30							
587 136,069	84 296,236	$^kT_{2-3}$	45	50							
587 128,205	84 334,774	$^kT_{2-3}$	20	50							
587 088,881	84 205,792	cT_2	40	28	feltételezett	jobbos	210	60	12	K	kalcit
587 088,881	84 205,792	cT_2	40	30	valószínű	vető	350	76	65	Ny	kalcit
587 091,240	84 208,938	cT_2	90	35	feltételezett	balos	230	65	15	K	kalcit
587 089,588	84 206,845	cT_2	80	40							
587 089,588	84 226,442	cT_2	30	27							
587 090,148	84 231,107	cT_2	50	30							
587 086,415	84 210,204	cT_2	220	70							
587 086,228	84 209,458	cT_2	175	75							
587 132,330	84 282,788	cT_2	45	30							
587 142,113	84 322,399	$^kT_{2-3}$	30	65							
587 102,298	84 312,777	cT_2	45	33							

587 088,030	84 184,041	^c T ₂	40	30							
587 083,717	84 189,350	^c T ₂	55	30							

Misina Hunyadi út											
EOV X	EOV Y	formáció	Dőlés iránya	Dőlés szöge	valószínűség	elmozdulás iránya	Karcos felszín iránya	Karcos felszín szöge	Fok	irány	kiválás
586 009,100	83 018,295	^l T ₂			biztos	vető	80	85	80	K	kalcit
586 007,142	83 013,466	^l T ₂			feltételezett	balos	90	88	35	D	
586 009,230	83 012,943	^l T ₂			biztos	balos	250	50	8	D	kalcit limonit
586 005,836	83 011,899	^l T ₂			biztos	feltolódás	160	80	50	Ny	kalcit limonit
586 016,018	83 009,941	^l T ₂			feltételezett	feltolódás	60	8	5	D	-
586 005,836	83 008,114	^l T ₂			biztos	balos	250	75	10	D	kalcit limonit
586 010,013	83 006,286	^l T ₂			biztos	feltolódás	150	45	45	D	kalcit limonit
586 031,421	82 989,839	^l T ₂			valószínű	balos	260	80	0	D	kalcit limonit
586 034,554	82 976,786	^l T ₂	80	85							
586 036,773	82 976,655	^l T ₂	0	10							
586 033,379	82 975,872	^l T ₂	15	65							
586 032,857	82 974,567	^l T ₂	60	88							
586 043,299	82 971,695	^l T ₂	50	5							
586 044,474	82 970,259	^l T ₂	340	12							
586 046,824	82 968,954	^l T ₂	180	70							limonit
586 047,607	82 965,821	^l T ₂	40	10							
586 053,742	82 965,038	^l T ₂	190	75							