

MÓDSZERTANI ÉSZREVÉTELEK EGY BÜKKI MIKROTEKTONIKAI TÍPUSSZELVÉNY FELDOLGOZÁSA KAPCSÁN

McIntosh Richard William¹

Bevezetés

A Bükk-hegység különböző régióiban végzett szerkezeti földtani vizsgálatok alapján több kutató kifejtette, hogy a hegységet több fázisban érte gyűrődéses és töréses deformáció (Balogh, 1964; Árkai, 1973; Árkai et al., 1983; Csontos, 1988; 1999; Fodor, 1988; Németh-Mádai, 2003a, b), s a rendszer rotációjára is többen rámutattak (Márton-Fodor, 1995)

E cikkben egy feltárás példáján mutatjuk be a Bükk-hegységre több fázisban ható kettős irányú erők (Kozák et al. 2001; McIntos-Kozák 2006a) által létrehozott deformációkat, azokat tipizáljuk, elemezzük, majd értelmezzük keletkezésüket. Egy-egy feltárás részletes mikrotektonikai felvétele a Bükk-hegység szinte teljes területén időigényes, kitartást, valamint a feltárás apró részleteit és az egészét egyszerre vizsgáló szemléletet igényel, mivel a kettős erőhatás (ÉK-i – P_I – és ÉNy-i – P_{II} – vergenciájú) egymásra szuperponálódása olyan átmeneti deformációkat, valamint a deformációs elemek hol az egyik, hol a másik irányba történő beforgatását eredményezte, melyek különböző perspektívából különböző mértékben figyelhetők meg.

Problémafelvetés

A Bükk egészét végigvizsgálva, több száz természetes és mesterséges feltárást megtekintve és részben, vagy teljesen kielemezve a fent említett három tönkrementeli és deformációs alapesetnek nagy számú variációit láthatjuk, attól függően, hogy az érintett térrész milyen típusú kőzeteket tartalmazott, mekkora fedettség mellett érte a deformációs hatás és ki volt-e téve a kitérés lehetősége nélküli helyzetben felülbélyegző, később ismétlődő hatásoknak. Ezek a deformációk a Bükk keleti és nyugati részén, valamint északi és déli oldalán bizonyos eltéréseket mutatnak az elmondottakból következően, térbeli helyzetük miatt.

Tapasztalataink szerint mikrotektonikailag legnehezebben értelmezhetők és ábrázolhatók az agyag- és aleurolitpala összletben kialakult töréses-gyűrődéses rendszerek szelvényfeltárásai. Részben az egykor plasztikus deformációk felfokozták a diszharmoníára való hajlamot, másrészt csak markáns rétegzés esetén értelmezhetők megbízhatóan az elemeik. A rajtuk nagy tömegben képződő lejtőtörmelékek és mállástermékek tovább nehezítik az észlelést és a korábbi felvételek ismételt reprodukálását (lásd pl.: Pelikán, 2005).

¹ Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszék, 4010 Debrecen Pf.: 4.

Mérés- és ábrázolástechnikai szempontból köztes nehézségi fokúnak nevezhetők a mészkő betelepüléssel agyagpala összetek, ahol a karbonátos szintek, illetve ellenpólusként a szemcsedurvulások indikátorfelületnek tekinthetők.

A tisztán karbonátos kifejlődések esetében a vékonyabb rétegzés teszi jobban követhetővé a deformációs felszíneket, míg vastagpados, illetve tömeges kifejlődéseknél minimális az esély a hatások rekonstrukciójára. Tapasztalataink szerint a márga és tűzkő közberétegzéses lemezes mészkövek esetében nyílik leginkább lehetőség az említett rekonstrukcióra. A helyzetet nehezíti, hogy diszharmóniák nem csupán adott, homogén rétegsoron belül jelenhetnek meg, hanem még erőteljesebben a rétegsorok határai mentén. Az egymásra közel merőleges P_I és P_{II} erőrendszer egymás elemeit képes megújítani, átvenni és eltérő funkcióba helyezve megújítani.

A vázolt, meglehetősen bonyolult és sok helyi eltéréssel jellemezhető bükki tektonikai rendszerben a gyakorlati tapasztalataink alapján az alábbi kérdéseket kellett megfogalmazni:

- a deformációt szenvedő kőzet típusa, kora, formációbeosztása, rétegtani és kőzetmechanikai jellegei, s ennek alapján a feldolgozhatóság lehetőségei;
- a feltárás méretei, orientációja, homogén, vagy heterogén volta, mérhetősége és ábrázolhatósága;
- a P_I , vagy a P_{II} dominanciája, vagy egyensúlyos kifejlődése jellemző-e;
- végezhető-e kellő számú értelmezhető mérés a feltárásban úgy, hogy a mikrotektonikai rendszer elemei elkülöníthetők és reprezentatívak legyenek;
- készíthető-e a szelvényről megfelelő minőségű digitális fotódokumentáció, illetve megbízható, ezzel együttesen dokumentálható, értelmezett és relatíve valóságghű szelvényrajz;
- a felvételezett szelvény behelyezhető-e a szerkezetmorfológiai környezetbe és segíti-e az adott hegység rész tektonikai fejlődésének rekonstrukcióját;
- a fentiek teljesülése esetén megállapítandó, hogy mennyire terjeszthető ki az adott szelvényben felismert összefüggések érvényességi tartománya a környező térben.

Számos próbálkozás után e probléma illusztrálására választottunk ki egy alkalmasnak látszó szelvényt, ahol választ keresünk a feltett kérdésekre és módszertani alapnak tekintjük a hasonló minőségű feltárások vizsgálatához.

Kőzetföldtani jellemzők

A kijelölt mintaszelvény a Szentlélek-Bánkút közötti műút ÉNy-i útbevágásában a Szentlélek-Mályinka-Bánkút-Ómassa négyes útelágazástól 500 méterre, a Nyárjú-hegy DK-i meredek lejtőjén, kb. 815 méteres tszf-i magasságban található (*1. ábra*). A feltárás DK-i előterében az Ómassai Száraz-völgy mély eróziós árka húzódik.

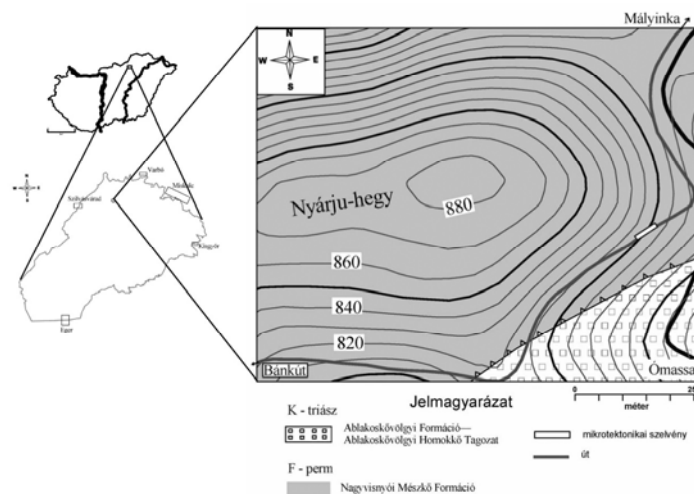
A Nyárjú-hegy 890 méteres gerince környezetéből kiemelt helyzetben a Bükkfennsík Mészkő alkotó Nagyfennsík északi pereme. Keleti szegélye az Észak-

bükki antiklinális keleti részét alkotó paleozóos képződmények (Nagyvisnyói, Szentléleki, Mályinkai és Szilvásváradai Formációk) együttesének. Ugyanakkor a Kis- és Nagyfennsíkot elválasztó Garadna-völgy nyugati elvégződésének szerkezetileg erőteljesen összetört és felaprózott alsótriász zónájához illeszkedik.

A szelvény anyaga a perm korú Nagyvisnyói Mészke Formációba (Gyalog, 2005;) sorolt sötétszürke-fekete, helyenként bitumenes, kalciteres mészke (1. ábra), amely jellege alapján a Mihalovits Tagozat anyagára emlékeztet (Fülöp, 1994). A DK-re lefutó meredek lejtőn a feltárástól 100 méterre húzódik a fiatalabb, 4 tagozatból álló sekély szublitorális fáciesű Ablakoskővölgyi Formáció (Pelikán, 2005) Homokkő Tagozatának határa tektonikus érintkezéssel, melynek keskeny sávját márgabetelepüléssel, fekete, mészkevek vonulata követ a völgytalp közelében.

A mintaszelvény kőzetanyaga mechanikai értelemben éppúgy egyveretűnek mondható, mint rétegtanilag. A kemény, kalapáccsal törhető kőzet, már a korai – feltehetően kréta eleji – első jelentős alpi deformálódások idején koránál és fedettségénél (Dunkl et al., 1994; Kozák et al., 2001) fogva is erősen konszolidált, szilárd kőzet lehetett. Mind az elsődleges, mind a másodlagos igénybevételek idéztek elő redőződés menti felhasadozást, valamint palásodást, s a két erőrendszer kölcsönhatása miatt gyakoriak a beforgatás közbeni csavaró, nyíró hatások és klivázs szerű fölhasadozások. Ezek egy részét fehér kalciterek töltik ki, amelyeken szintén megfigyelhető a későbbi igénybevételek miatti mikrovetők menti felszabdaldódás. Fajlagosan nagyobb az elnyíródások és csavarásból származó felhasadozások, palássági és rétegzési felületek menti elmozdulások száma, mint a fiatalabb mészkevek esetén.

A másodlagos erőhatások idején azonban a terület már gyüredezett és tagolódott, így egyes kisebb fedettségű részei már félmerev, vagy merev testként viselkedtek.



1. ábra A bánkúti Nyárjú-hegy egyszerűsített terepszintvonalas földtani térképvázlata Gyalog (2005) alapján

Fig. 1. Simplified geological map with contour lines of the Nyárjú hill at Bánkút based on Gyalog (2005)

A szelvény alapadatai és felvételi technikája

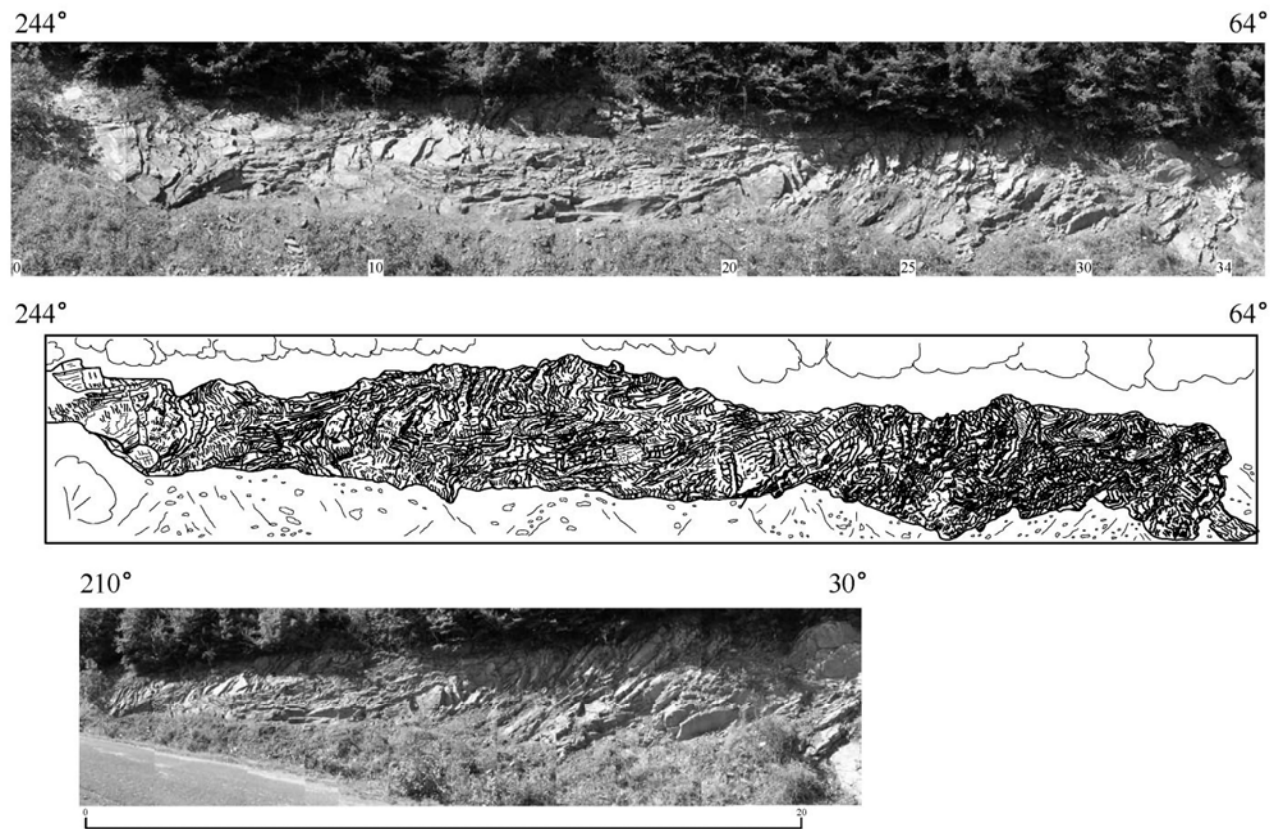
A térképen jelölt szakaszon az útbevágás É-i oldalán több, mint 100 méter hosszan követhetők közetfeltárások, amelyek egy jellemző redőtengely és redőfelszín irányt követnek, míg a csaknem derékszögű útkanyarban e szerkezet keresztmetszete tárul fel. Így 3 dimenzióban lehetett érzékelni ezt a diszharmonikus kettős redőszerkezetet, melynek domináns irányítottsága a másodlagos P_{II} erőhatásokhoz igazodik, arra merőleges csapásirányba rendeződött. Jól feltárt szakasza kb. 50 méter hosszú, de ebből kiemelkedően jól mérhetőnek 34 méternyi rész bizonyult.

A mesterséges feltárás a természetes lejtőnél meredekebb, mintegy 65° - 75° -os, felületei enyhén egyenetlenek, mivel érzékenyen követik a csavaró, préselő deformációkat és töréseket is okozó erőhatások mikroelemait és felületeit. A szelvény hasznos magassága 3-5 méter között váltakozik, átlagosan 4 méternek tekinthető. Talpa csak néhány helyen közelíti meg a műút gerincvonalának szintjét (0,8-1,0 méternyire), lábazatát 1-2 m magasságig törmelék fedi. Magassági középvonala kb. 3,5 méter magasságban húzható meg a műút szintje fölött. Ez lehetőséget nyújt arra, hogy járműről a magassági középvonalra fókuszált digitális fotófelvételek készülhessenek olyan sűrűséggel, hogy az megfelelő átfedéssel illetve a lehetséges minimumra korlátozza a lencsetorzító hatásokból és a látószög okozta perspektivikus torzulásokból adódó képi aberrációkat.

A feltárást két munkanapos (2x10 órás) felszintisztogatással tettük alkalmassá mérésre és fotózásra. A mikroszerkezeti formák ebben a méretben nagyon jól érzékelhetővé tették, hogy itt az ÉK-i vergenciájú elsődleges redőződésnek és palásodásnak csak nagyon elmosódottan ismerhetők fel az elemei, mivel az ÉNy-ias vergenciájú P_{II} erőhatás ezeket részben felülbélyegezte, részben pedig saját síkjába forgatta, valamilyen fokon. Az egyes elemeket mérethelyes vázlatrajzon feltüntettük és a helyszínen megjelöltük.

A fotódokumentáció elkészítésére a legalkalmasabb megvilágítási viszonyok között du. 14 órakor került sor, hogy a fény-árnyék hatások a mikroszerkezeteket minél tökéletesebben kirajzolják. A mérőszalaggal és karózással felmért szelvényen így gyakorlatilag cm pontossággal azonosítani lehet a jelenségek helyét. Az alapfelvételekhez szükséges fotóállások 1 méteres térközökben a szelvénytípusokkal párhuzamos vonal mentén lettek kijelölve. A felvételeket nagy képi felbontású (8 megapixel) Olympus C-8080 Wide Zoom digitális fényképezőgéppel készítettük a szelvény magassági középvonalának síkjában, egyenletes 4 méteres távolságból, azonos zoom beállítással, csekély laterális képi átfedéssel (50 cm). Így elvileg a magassági középvonalon átfektethető függőleges sík a szelvény képsíkja, erre vetítődik rá a középvonal alatti rész távolító, a vonal fölötti rész közelítő merőleges vetítéssel. A fotók illesztését Adobe Photoshop, valamint Intergraph SmartSketch szoftverekkel végeztük.

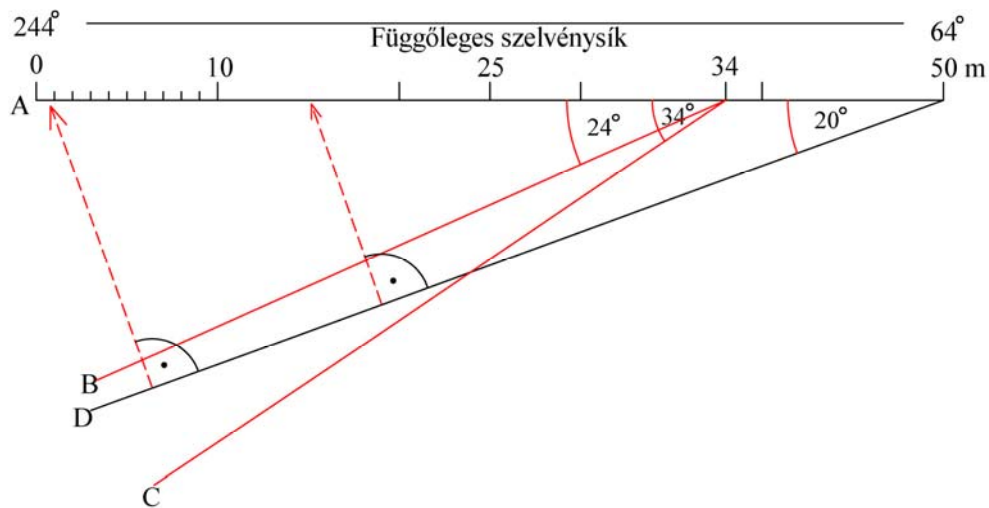
A tárolt képanyagot illesztés és vágás után egy viszonylag kis torzítású, valóság-hű szelvényként kaptuk meg (2. ábra felső kép), s ezt használtuk fel a terepen A3-as lapokra nyomtatott méretben arra, hogy a mikrotektonikai elemeket, illetve azok jellemző csapás, vagy dőlésszög értékeit e munkafotón tüntessük fel, hozzá kapcsolt értelmező magyarázatokkal. Ennek alapján készült el mérettartó



2. ábra A Bánkút Nyárjú-hegyi szelvény merőleges vetítésű fotófelvétele és digitalizált vonalas rajza, valamint a 34°-os perspektívából készült szelvényfotó (alsó kép)
 Fig. 2. Perpendicular photo and digitised drawing and perspective photo taken from and angle of 34° (lower photo) of the Nyárjú hill profile at Bánkút

pauszon a szelvény valóság-hú vonalas ábrája a jellemző elemek kiemelésével, illetve szükségszerű egyszerűsítésekkel. Ennek digitalizálásával állítottuk elő azt a vektoros változatot, amelyre behívhatók a mérések számszerű értékei a megfelelő helyekre. Ez a technika lehetővé teszi a vonalsűrűség ritkításával történő egyszerűsítést, a csak bizonyos elemekre történő szelektív adatbehívást, valamint rész és mikrojelenségek, illetve szelvényt szakaszok tetszőleges nagyítását, vonatkozó adataik feltüntetését (2. ábra középső kép).

Mint a legtöbb hasonló bükkői szelvényénél, itt is megfigyelhető (McIntosh – Kozák 2006a, b) a redőtengelyeknek a diszharmóniából adódó 5° - 25° közötti szögeltérése, valamint a P_{II} erő deformáló hatása miatti kissé változó szögértékű beforgatódás, a később ható domináns erő rendszerébe. Emiatt a redőzódések felületgörbületei és diszharmóniája gyakran jobban látható egy meghatározott szögű perspektívából, mint a 2. ábra felső és középső képén bemutatott, merőleges vetítésű ábrázolás esetén, ahol a képálláspontok vonala (A) párhuzamos a szelvény sík közép vonalával. A vele szöget bezáró fotófelvételi álláspont vonal szögértékének optimumát a szelvény adottságai alapján tapasztalati úton dönthetjük el (3. ábra). Ez történhet 5° - 10° -onként növelt szögérték mellett. Esetünkben a B, C és D vonalak mentén jelöltünk ki álláspontokat, hogy a felvételek alapján érzékelhetővé váljon mind a szerkezetekbe való „belelátás” mértéke, mind pedig a szelvény perspektivikus rövidülésének nagysága.



3. ábra A földtani szelvény perspektivikus fotófelvételi álláspontjainak vetületi nyomvonalai a vízszintes síkon

Fig 3. Projection lines in the horizontal plane of the perspective photo places of the geological section

A ferdeszögű perspektivikus képfelvételi álláspontok vonala az adott szelvényt szakasz végpontjába fut be, azzal esetünkben 34 méterben 24° és 34° szögértéket zárt be, 50 méterben pedig 20° -ot. E vonalakon úgy állunk fel felvételhez, hogy a gép lencsésjének fókusziránya az álláspont vonalra merőleges legyen. Több próbafelvétel alapján az optimális rálátás a 34. szelvényt méterbe 34°

alatt befutó vonalról adódott. Az innen készült perspektivikus, illesztett, montírozott szelvényfotót a 2. ábra alsó kép mutatja be.

A mikrotektonikai méréseket a nagy méretben kinyomtatott szelvényfotón ábrázoltuk, így a mérés helye pontosan rekonstruálható. Értelmezetten mértünk palásságot, haránttöréseket, redőfrontokat, valamint redőtengely dőlésirányokat és dőlésszög értékeket. A mért értékeket StereoPro szoftver segítségével sztereogramok formájában ábrázoltuk és értékeltük. Az így készült dokumentáció a szelvény rongálódása, vagy befedődése, tönkremenetele, megváltozása (pl.: omlás, talajráfolyás, útpálya szélesítés) esetén évtizedek múltán is lehetővé teszi az eredeti állapot képi úton történő újraelemzését.

A mintaszelvény mikrotektonikai értékelése

Általános jelleg

Az 50 m hosszú, 3-5 m magas mészkőfeltárás többszörösen gyüredezett és palásodott sötétszürke-fekete kalciteres mészkövében jól megfigyelhetők egymás fölött és egymásból kiindulva oldalirányban divergáló redőrészletek. Ezek tengelye hol párhuzamos a mintaszelvény síkjával, hol hegyesszöget zár be azzal, illetve egyesek befutnak, mások előbukkannak a fal síkjából. Ez az enyhe görbületi ívet kirajzoló tengelyszögtorzulás mind horizontálisan, mind vertikálisan látható. Oka egy kettős irányú, több fázisú dinamikus erőhatás, amely megfelelő fedettség mellett (1-3 km) plasztikus deformációkra, diszharmonikus antiklinóriumyszerű redőződésre készítette az eredetileg síkrétegzett összetletet.

Elsődleges erőrendszer okozta deformációk

A DNy-i és DK-i irányból ható két fő erő hatására kialakult redők csaknem egyidejűleg képződtek, de érzékelhető a DNy felől ható erő (P_I) időbeli elsődlegessége és többfázisú volta. Ennek fázisai határozták meg legkorábban a feltárás kőzetének tektonikai és dinamostrukturális szöveti arculatát.

Ennek az elsődleges rendszernek az elemei később több ízben bélyegződtek felül saját erőrendszerükben, majd az időben tartósabb és szintén több fázisú, DK felől ható P_{II} erőrendszer által. Így a primer mikroszerkezeteknek többsége vagy eltűnt, vagy csupán a másodlagos szerkezetek felületein jelennek meg gyengén látható, sokszor torzult nyomvonalak formájában (4. ábra). Ilyeneket a szelvény négy olyan pontján (2-4, 5-8, 12-15, 33-34 m) figyeltünk meg, ahol méréseket is lehetett rajtuk végezni. E mérések megbízhatósága lényegesen alatta marad a P_{II} erőrendszerhez tartozó szerkezeti elemek méréseinek, mivel ez utóbbiak egyértelmű dominanciája jellemző a szelvény teljes hosszában.

A P_I -hez tartozó redőtengelyek ott őrizték meg leginkább az eredetihez közel eső értékben a jellemző paramétereiket, ahol nem forgatódtak be a másodrendű erőhatás nyomásra merőleges csapásirányába, hanem gyakorlatilag az R_{II} redőtengelyre közel merőlegesen érte őket a másodlagos deformáció. A jól kimérhető hat tengelyadat arra utal, hogy eleve diszharmonia jellemezte őket, ami egy ilyen nagy méretű, heterogén összetételű rétegsor több száz méteres amplitúdójú gyüredezésénél természetesnek tekinthető. Az elsődleges rendszer elemei ilyen

átrépseltség esetén csak tájékoztató jellegű adatokat szolgáltathatnak, s megfigyeléseink szerint csak olyan feltárásokban vehetők mértékadónak, ahol az elsődleges rendszer elemei a dominánsak (pl.: Csanyik-völgy, Bükk-szentkereszt DK-i előtere) és a másodlagos erőhatások helyi okok miatt csak igen gyengén éreztették deformációs erejüket (McIntosh et al., 2001; McIntosh-Kozák, 2006a).



4. ábra Az ÉK-i vergenciájú első redőződés egyes elemei alárendelten még felülbélyegződés után is láthatók néhol (pl.: 23-26 m között)

Fig. 4. Certain elements of the primary folding with NE vergence are still visible after overprinting (e.g.: between 23-26 m)

A P_1 erőhöz rendelhető R_{II} redőtengelyek csapásirányainak átlagértéke horizontális vetületben $302^\circ - 122^\circ$, kb. $30^\circ - 30^\circ$ -os szórással. A tengelyeknek a vízszinteshez viszonyított vertikális eltéréseinek (dőlésszögének) átlagértéke $20,5^\circ$, szélsőértékben $10^\circ - 36^\circ$ lehet. Pontosan nem tudható, hogy az értékek szórása mennyire fejezi ki az elsődleges, egykor még torzulásmentes redőrendszer belső diszharmóniáit. Csupán feltételezhetjük, hogy a másodlagos hatások tovább növelték azok mértékét. Valószínű, hogy a P_1 nyomóerő megszakításokkal több ízben megújulhatott, s így hatása csekély szögeltérés esetén, vagy térben megváltozott pozíciónál is torzíthatta saját elsődleges deformációs formáit.

Ez utóbbi feltevést megerősíteni látszik az a ma már nehezen felismerhető és igen elmosódott elsőrendű palásodás, amely átmetszi a fent leírt diszharmónikus redőrendszer egyes elemeit (1-2, 13-14, 34 méterben). Szögeltérésük oka egyaránt lehet többször ismétlődő hatás, vagy utólagos deformálódás.

Másodlagos erőrendszer okozta deformációk

A DK felől ható, ÉNy-ias vergenciájú gyüredezést okozó, időben másodlagos P_{II} nyomóerők meghatározó és jól látható gyűrődéseket eredményeztek, amelyek az út tengelyével és a lejtős domboldal csapásvonalával közel

párhuzamosak, vagy hegyesszöget zárnak be. Az elsődleges redőknek azokat az elemeit, melyeknél a redőtengely a diszharmónia következtében a szuperpozíció derékszögtől lényegesen eltérő szögű lehetett, viszonylag könnyen beforgatták saját síkjukba. Valószínű, hogy a merőlegestől való eltérés mértéke és a térbeli helyzet, valamint a kitérésnek a lehetősége döntötte el, hogy a P_{II} erőrendszer mely elemeket és milyen mértékig volt képes ilyen módon beforgatni és megújítani. Előfordul egy olyan átmeneti állapot, amikor a két rendszer eredője folytán északi vergenciát mutat egy redőtengelyből számítható gyűrődési irány. Az is megfigyelhető, hogy az egyik redőfelszínnek a szelvény felületre kimetsző nyomvonal a csavaró hatás következtében folyamatosan megy át a második erőrendszer valamelyik gyűrődésének a felszínre kivégelő redőmetszet vonalába.

Legszemléletesebben azok a másodrendű redők mutathatók be digitális képi technikával, ahol a redőtengely csapása a szelvénytől DK-ies irányba kitér – ami a diszharmóniából számos esetben következik – s így a perspektivikus fotón jól feltárul a szerkezete (5. ábra).

A többször ismétlődő nyomás egyik lehetséges következménye a redők továbbérelődése, a másik ezek diszharmóniájának fokozódása, illetve saját rendszerének felülbélyegzése. Ez utóbbinak két típusesete valószínűsíthető. Egyik, a haránttörések létrehozása és ezek, mint vetők mentén történő horizontális, vagy feltolódásos elmozdulások, a másik, a redőfelszíneket átmetsző palásodás, amely esetünkben akkor figyelhető meg leginkább, ha az R_{II} redőtengely merőleges a P_{II} nyomásirányra.



5. ábra A P_{II} erő által létrehozott diszharmonikus redő egyik az átlagtól DK felé elhajló tengelyű szerkezete a perspektivikus fotón

Fig. 5. One structure leaning towards SE from the average of the disharmonic folding produced by the force P_{II} on the perspective photo

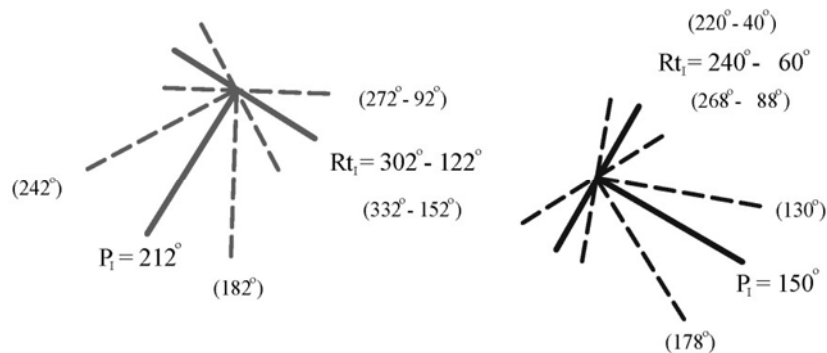
Ugyancsak jellemző, hogy egyazon redő egyes részeinek felszínre bukkanásánál a héjszerű szerkezetekben kimérhető tengelyirány fokozatos

szögeltolódást mutat a szárnytól a centrum irányába haladva. Ez egyaránt lehet a diszharmónia és az utólagos felülbélyegzés deformáló hatásának következménye.

A másodlagos P_{II} erő által létrehozott redők tengelyirányainak átlagos csapás szöge $240^\circ - 60^\circ$. Az ettől való horizontális eltérés (szórás) szélsőértéke ÉNy-felé 28° , DK felé pedig 20° . A tengelyeknek a vízszinteshez viszonyított vertikális eltérésének (dőlésszögének) átlagértéke 20° , szélsőértékben $3^\circ - 45^\circ$ lehet.

A kölcsönhatások együttes értékelése

A két erőrendszer deformációs hatásai közül a másodlagos rendszer elemeinek mérési eredményeiből szűrhetünk le megbízható következtetéseket, mivel ezek dominanciája és értékelhető, mérésre alkalmas elemeinek nagy száma ezt lehetővé teszi. Csupán egyes szakaszon rajzolódik ki az elsődleges rendszernek néhány olyan eleme, amely más feltárásokkal összevetésben markánsan mutatja a korai deformációkat. Emiatt a primer erőhatások rekonstrukciójának megbízhatósága ez esetben jóval kisebb fokúnak tekinthető.



6. ábra A mintaszelvényben rekonstruált P_I és P_{II} erővektorok és diszharmónia kúpok horizontális síkvetülete

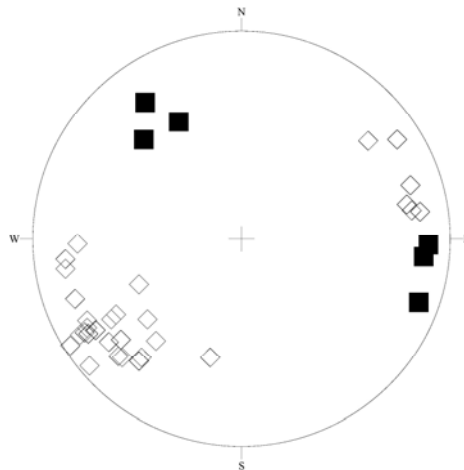
Fig. 6. Horizontal plane projection of the P_I and P_{II} force vectors and disharmony cones reconstructed in the profile

Feltételezve, hogy a diszharmónia következtében szórást mutató redőtengely csapás és dőlésirányok átlagértékei fejezik ki legjobban a fő vergenciára merőleges mértékadó csapásirányt, így az erre merőlegesen szerkeszthető erővektor vízszintes síkon mért szögértéke jól tájékoztat az egykor regionálisan nagy távolságból, áttételekkel ható térrövidülés fő irányáról. Ilyen megfontolások alapján szerkesztettük meg a 6. ábrát, amelyből a hatásában egymásra szuperponálódó P_I és P_{II} erőrendszer irányvektora és diszharmónia kúpjának vízszintes vetülete megadható.

Az előzőekben vázolt deformációk legmegbízhatóbban mérhető elemei a redőtengelyek, melyeknek sztereogramját a 7. ábra mutatja be. A fekete négyzetek a P_I erővektorhoz rendelhető tengelyirányok, míg a P_{II} -höz az üres négyzögek tartoznak.

Mint a 6. és 7. ábrákból is kitűnik a Bükk számos helyén egymásra közel merőleges erővektoroknak a derékszögtől való eltérése ez esetben 28° . Ennek okát

kétféle eseményben jelölhetjük meg. Az egyik ok csupán feltételezhető, nevezetesen az, hogy az áttételekkel ide érkező nyomóerő helyi irányai a közvetítő elemek lokális eltérítő hatásai (térbeli helyzet, vetődések, feltolódások, forgások) miatt szögeltéréssel nyilvánulhatnak meg egy-egy részrendszerben. A másik magyarázat a másodlagos erőrendszer felülbélyegző hatása adhatja, amely egy már eredendően sem homogén rendszer részeire eltérő hatást fejtett ki, azok változó deformációját okozva. Ez utóbbi mellett szól, hogy a szelvényen belül rövid szakaszokon kimérhettünk olyan un. köztes vergencia irányokat, amelyek északiasak voltak, s a két rendszer együttes hatását (egyensúlyos redő) tükrözték.



7. ábra A mintaszelvény elsődleges és másodlagos erőhatásokhoz kapcsolódó redőtengelyeinek sztereogramja

Fig. 7. Stereogram of the fold axes associated with the primary and secondary forces of the profile

IRODALOM – REFERENCES

- ÁRKAI, P. 1973. Pumpellyite-prehnite-quartz facies Alpine metamorphism in the Middle Triassic volcanogenic-sedimentary sequences of the Bükk Mountains, NE Hungary. *Acta Geol. Hung.* 17/1-2, pp. 67-73.
- ÁRKAI, P. 1983. Very low- and low grade Alpine regional metamorphism of the Paleozoic and mesozoic formations of the Bükkium. *Acta Geol. Hung.* 26/1-2, pp. 83-101.
- BALOGH K. 1964. A Bükkhegység földtani képződményei. *MÁFI Évk.* 48/2, 717. p.
- CSONTOS, L. 1988. Étude géologique d'une portion des Carpathes internes le Massif du Bükk (Nord-Est de la Hongroie). doktori értekezés 323. p.
- CSONTOS L. 1999. A Bükk hegység szerkezetének főbb vonásai. *Földtani Közlöny* 129/4, pp. 611-651.

- DUNKL I. – ÁRKAI P. – BALOGH KAD – CSONTOS L. – NAGY G. 1994. A hőtörténet modellezése fission track adatok felhasználásával – a Bükk hegység kiemelkedéstörténete. *Földtani Közlöny* 124/1, pp. 1-24.
- FODOR L. 1988. Többfázisú redőképződés a Bükk hegységi Nagy-Ökrös környékén. *Földtani Közlöny* 118/2, pp. 147-162.
- FÜLÖP J. 1994. Magyarország geológiája paleozoikum II Akadémiai Kiadó Budapest pp. 183-222.
- GYALOG L. 2005. Magyarázó Magyarország fedett földtani térképéhez 1:100000. MÁFI kiadv. 184. p.
- KOZÁK, M. – MCINTOSH, R.W. – PÜSPÖKI, Z. 2001. Structural development outline of the Bükk Mountains reflecting recent regional studies. *ACTA Geogr. ac Geol. et Meteor. Debr.*, Tom.: XXXV., pp. 135-174.
- MÁRTON, E. – FODOR, L. 1995. Combination of Palaeomagnetic and stress data – a case study from North Hungary. *Tectonophysics* 242, pp. 99-114.
- MCINTOSH R.W. – KOZÁK M. 2006a. Tektonikai felvételezés tapasztalatai a Bükk-hegységben. *Bányászat, Kohászat, Földtan Konferencia Kiadvány EMT Sepsiszentgyörgy*, pp. 262-267.
- MCINTOSH R.W. – KOZÁK M. 2006b. Terepbejárási, mintavételezési és szelvényezési jegyzőkönyv, fotódokumentáció és gépi adatbázis a Garadnavölgyről – kézirat DE Ásvány- és Földtani Tanszék adattára 80. p.
- MCINTOSH R.W. – PÜSKI D. – SZEPESI ZS. – GYULA G. 2001. A Tardonai-dombság D-i részének reambuláló földtani térképezése. XXV. OTDK, Pécs, 2001. DE Ásvány- és Földtani Tsz. Könyvtár, 74. p.
- PELIKÁN P. (ed.) 2005. A Bükk hegység földtana – Magyarázó a Bükk-hegység földtani térképéhez (1:50000). MÁFI kiadv. 284. p.

METHODICAL OBSERVATIONS IN RELATION TO THE STUDY OF A MICROTECTONIC TYPE PROFILE IN THE BÜKK

Large number of profiles were analysed by micro-tectonic methods in the course of our reambulating geological and tectonic studies in the Bükk and its foregrounds. On the basis of this our opinion is that the accuracy and data density of the traditional mapping are not suitable for the clear interpretation of the difficult features experienced in the Bükk. The fundamental problem is caused by that the presently accepted development model of the Pannonian Basin can be questioned in several points. It is not consequent and compatible in its several elements with the interpretation possibilities of the igneous activity accompanying the closure of the Pannonian Basin since the late Jurassic. The meso-tectonic position of the Bükk itself is also doubtful as it is indicated by numerous authors.

Belts were determined in the different parts of the mountain in which the large number of excellent profiles enable the interpretation of the structural-morphogenetic units. Comparing the interpretations of these units it is possible to determine general tendencies for the entire mountains and to filter out local elements, unique elements and disturbing factors

The type profile exposes a well bedded, Palaeozoic, dark grey, bituminous limestone formation (*Fig. 1*). The outcrop is located in a centre and transitional position between the eastern and western Bükk and between the Nagyfennsík and Kisfennsík areas. This paper collects and applies the methods that are constructed on the basis of experience gained during studying the different parts of the mountain as one of the most reliable forms of data collection and documentation.

The limestone of the 50 m long and around 4 m high profile has suffered from plastic deformation i.e. anticlinorium like disharmonic folding resulting from the effect of a force pair closing an angle of 68° between each other. The deformations produced by the primary (P_I) forces from SW are mostly removed, overprinted or rotated partly or completely by the secondary (P_{II}) forces into their own direction. The former are found in some points of the profile while the latter can be excellently studied in the entire profile.

In order to show the primary and secondary deformations together profiles with 4 perspective were taken with strikes of $244^\circ-64^\circ$; $220^\circ-40^\circ$; $210^\circ-30^\circ$ and $224^\circ-44^\circ$. Figures 2. and 3. show the profiles and the photos of best perspective and the result of the detail data collection.

The result of the deformation and force pair reconstructions are discussed in the last part of the paper and shown in figures 6. and 7.