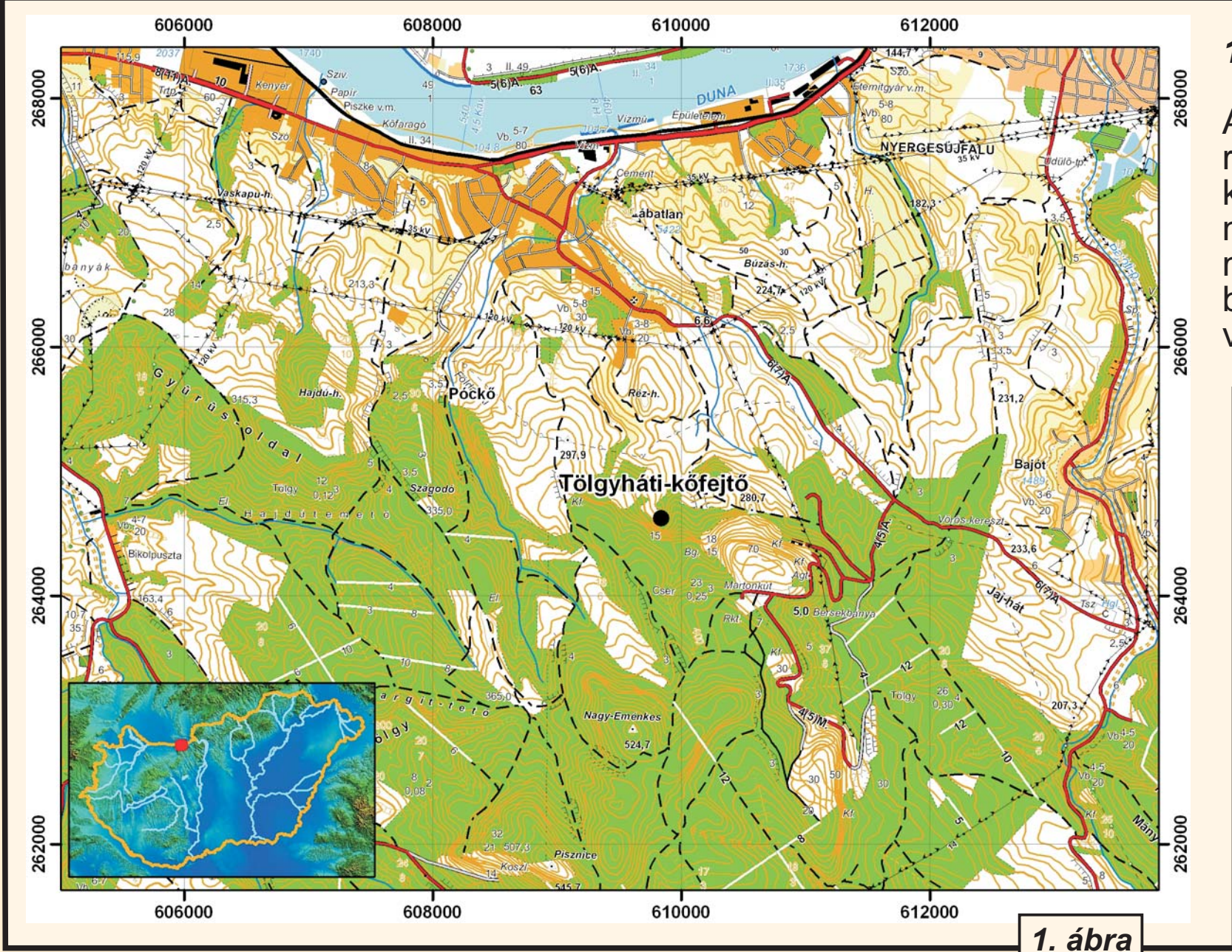


Táguláshoz kapcsolt blokkrotáció a gercesei Tölgyháti-kőfejtőben



1. ábra

1., BEVEZETÉS

A Tölgyháti-kőfejtő (1. ábra) egy teljes medencefácius jura rétegsort tár fel. A felszínen előforduló legidősebb képződmény a késő triász Dachsteini Mészkö. Erre mérhető szögdiszkordancia nélkül, ám üledékhézaggal települ a hettangi-sinemuri korú, pados megjelenésű, testszínű vagy fakószürke, bioklasztos mudstone biomikrites wackestone szövetű Pisznicei Mészkö; a képződmény vastagsága kb. 15 méter. Fölötte pár méter vastagságban jól

rétégzett, leggyakrabban biomikrites wackestone szövetű vörös mészkő található, melyet a Tűzkövesárki Mészkövel azonosíthatunk. Erre 10-40 centiméter vastagságban agyag települ, melynek nyugodt települési viszonyok közt az alja uralkodóan barnássárga, míg felsőbb része sötétszürke színű.

A toarci agyagra kb. 2 méter vastagságban vékonyréteges, vörös, gumós, agyagos márga, mészmárga, helyenként agyagos mészkő, az alsó- és középső-toarci Kisgercesei Márga települ, amely

litológiai jellegeiből adódóan a toarci agyagnál nagyobb nyírószilárdságú, de a rideg mészköveknél képlékenyebb anyagként képes deformálódni. A Kisgercesei Márga felett található a Tölgyháti Mészkö. Az itteni típusfeltárássában mintegy 13 méter vastagságban feltárt képződmény vörös, agyagközös, leggyakrabban gumós megjelenésű mészkő, rendkívül gazdag ammonitesz-faunával. Fedője a Lókúti Radolári, amely 2-3 m vastag, barnászöld, vékonypados, radiáriás tűzkő; ezt az „oxfordi mészkő” fedi.

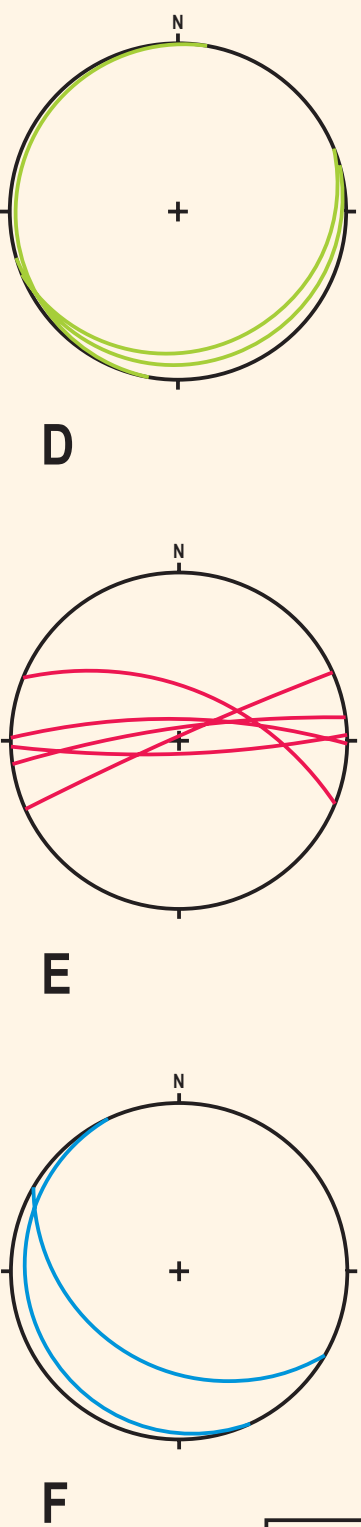
2., A KELETI FELTÁRÁS

A leglátványosabb szerkezetet a Tölgyháti-kőfejtő keleti oldalán a Kisgercesei Márgában láthatjuk. Itt két, egymással párhuzamos vetős felület (2A, 2B és 2C ábra, 1. és 2. normálvetők) figyelhető meg. Vetőkarokat egy helyen lehetett észlelni a csúszási síkon. A feltárással megállapítható volt, hogy a normális jellegű karcok felülírják a jobbos oldalelmozdulásokat.

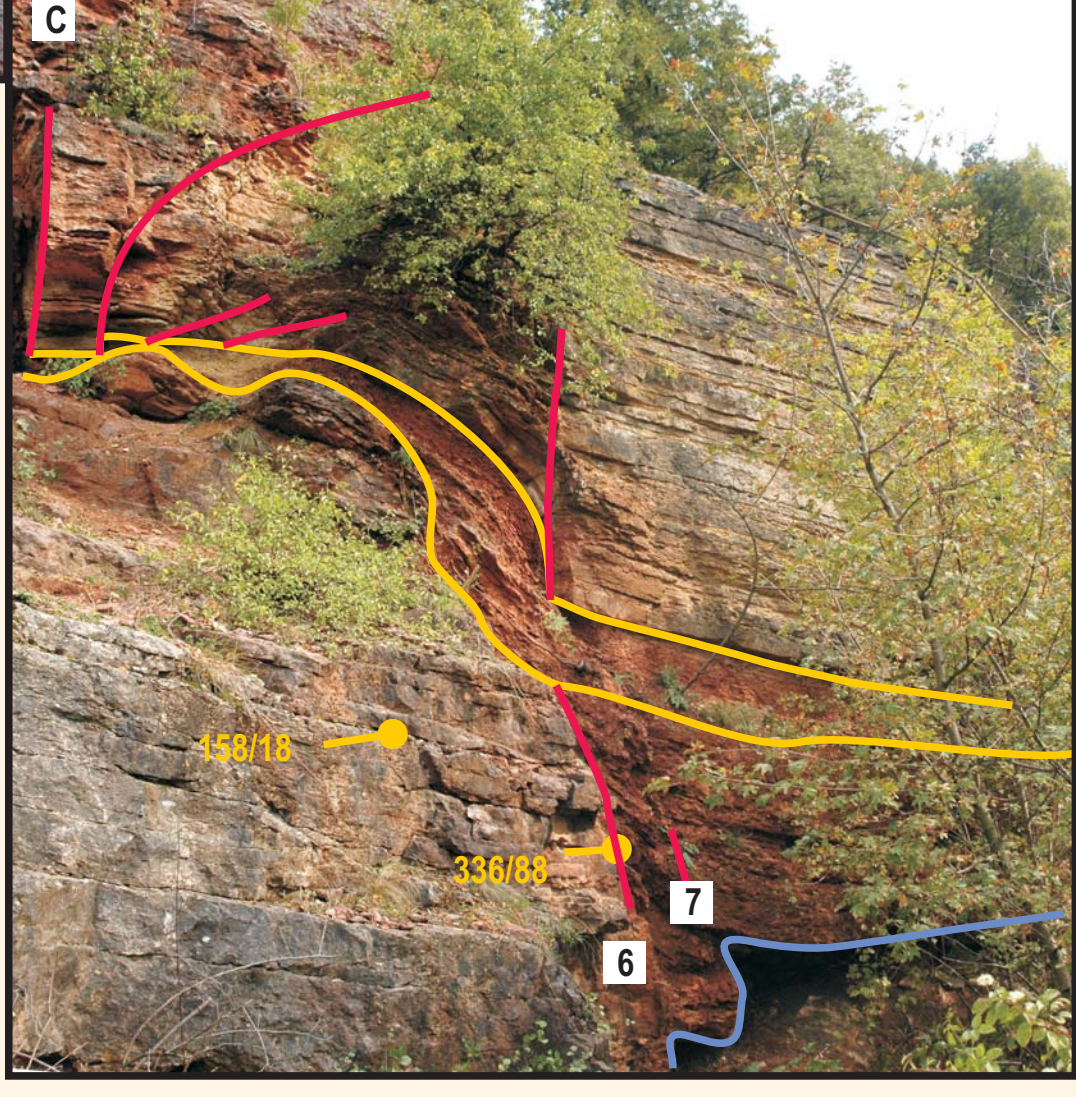
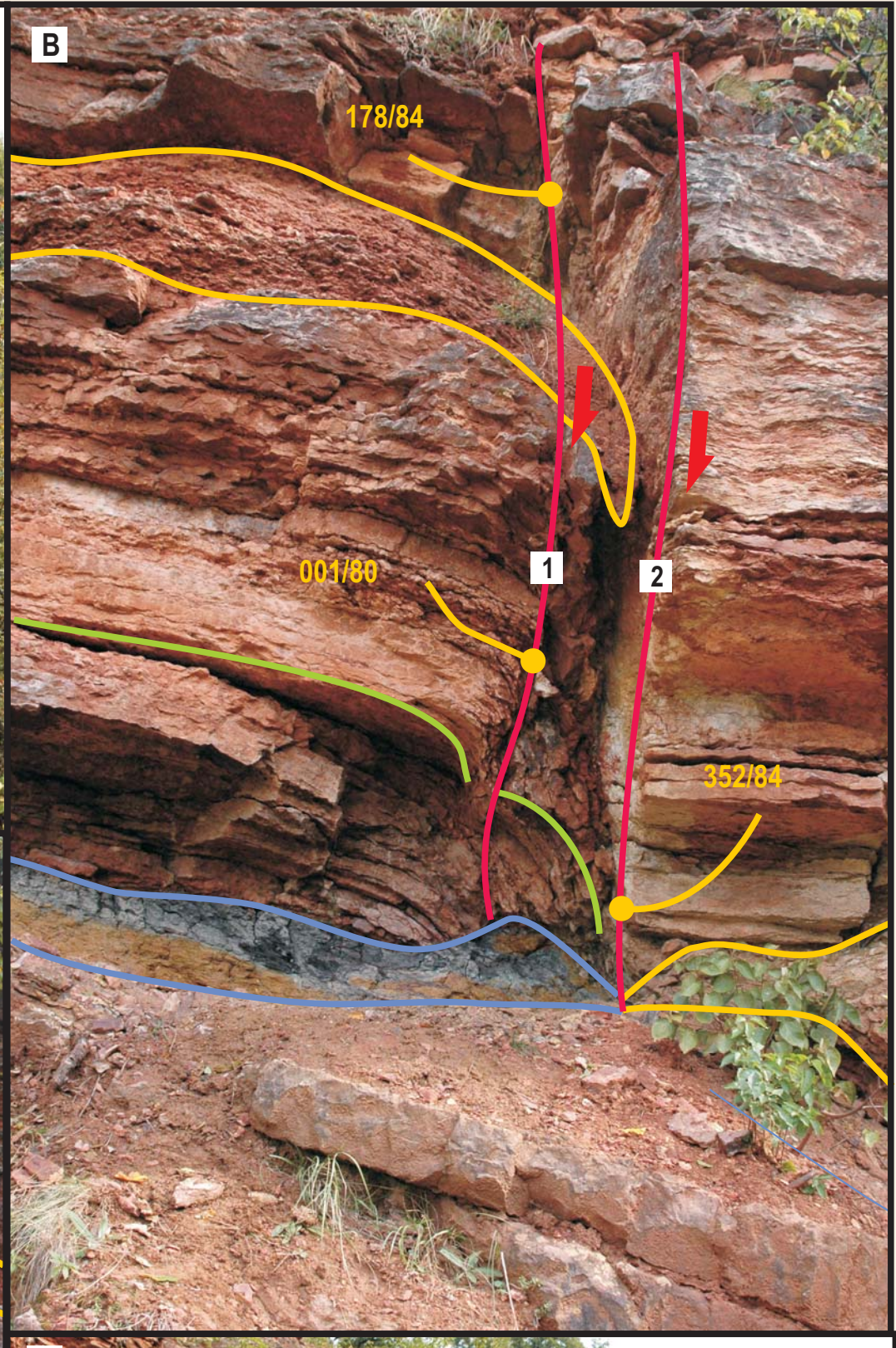
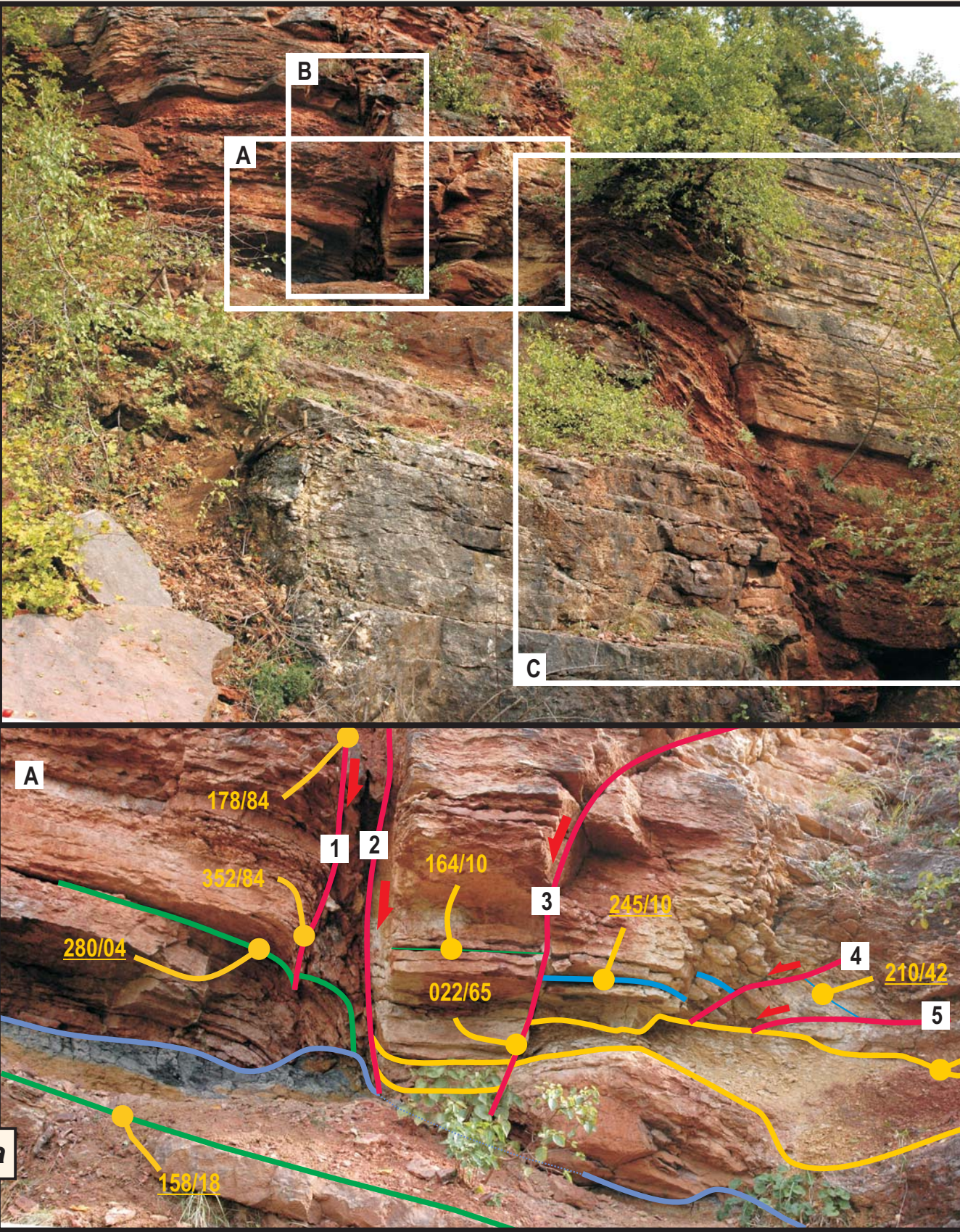
A mozgás jellegét a kettős vetősíktól északra (balra) elhelyezkedő rétegek lefelé görbülése is kiválóan mutatja. Szintén hasonló módon déli irányba lefelé görbülő, avagy kibillentett, elnyírt rétegcsomagokat lehet felismerni a két vető közötti mintegy 20-40 centiméteres távon. Figyelemreméltó, hogy a Kisgercesei Márga két vető közötti tömbjei teljesen összetörödeztek és szétnyíródtak. Ennek a vetőpárnak a folytatása lejjebb nem észlelhető (2. ábra), a síkok a Tűzkövesárki Mészkö rétegeit már biztosan nem metszik itt át; felfelé a feltárással legfeljebb a vetőpár, de megközelíteni már nem lehet. Mindenképpen figyelmet érdemel — és a

agyag rétegei kivastagodnak, ezzel ellentétben a nyugati (jobb) oldalán akár teljesen hiányozhatnak is (vö. 3B, 3C ábra).

Az agyag és a márga vastagsága is a blokkok geometriájához köthetően változik. A feltárással keleti (bal) oldalán a toarci agyag vastagsága nagyjából 40-50 centiméter, nyugat felé haladva pedig általánosságban egyre vékonyabb lesz; a feltárt rész nyugati felére érve pár centiméteres vékonyságúra nyíródik ki. Hasonló viselkedést tapasztalhatunk a Kisgercesei Márga esetén is, melynek enyhén vagy egyáltalán nem deformált részein világosabb hússzínű és határozottan rózsaszínes, gumós rétegek váltakozása észlelhető (3C ábra, pl. 1. és 2. vető között). Nyugat felé haladva a kiforgó blokkok alján a legalsó rétegcsomag már csak helyel-közzel, általában elnyírva ismerhető fel (3B és 3C ábra 5. és 6. vetője között), míg a maradék három rétegcsoporthoz szinte



2. ábra



6., VETŐKINEMATIKA

A Tölgyháti-kőfejtő **sík normálvetőinek** működése északkelet — délnyugati irányú táguláshoz közhető. Működési korának megállapításában — a vetőkarok felülírásán túl — Korpás et al. (2002), Márton & Fodor (2003), Budai et al. (2005), Kiss & Fodor (2007), Sasvári et al. (2007) és Sasvári (2008) eredményeire támaszkodhatunk: ezen munkák egybevetésével a feszültségtér működésének kora nagy valószínűséggel a **kárpáti – korai bádeni** időintervallumra tehető.

A nyugati feltárással található **lisztrikus normálvető** kialakulása kelet-nyugati tágulással (és nyugatról keletre történő elvetéssel) magyarázható. Ehhez rendelhető feszültségtérrel a Gercese területéről Bada (1994) munkája mutat be, a Dunántúli-középhegység egyéb részeiből például Bergerat et al. (1984), Bergerat (1989), Csontos et al. (1991), Bada (1999), Márton & Fodor (2003), Budai et al. (2005) és Sasvári et al. (2007) munkája ismeret ilyen feszültségállapotot. Ezek szerint a lisztrikus normálvető működésének kora igen fiatal, leginkább a **késő-bádeni – szarmata** intervallumra tehető.

7., KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Mindezek az eredmények nem jelenhettek volna meg BAGOLYNÉ ÁRGYELÁN Gizella és SOMFAI Attila segítségével és hozzájárulása nélkül — feltétlen köszönet illeti mindannyiukat. Németh Norbertet és Fodor László Imrét a konzultációs lehetőségeikért illeti köszönet.

8., HIVATKOZOTT IRODALOM

- BADA, G. 1994: A paleofeszültségtér fejlődése a Gerece hegység és kelet-délkeleti előterének területén. — Diplomadolgozat, kézirat, ELTE Alkalmazott és Környezetföldtani Tanszék, 137p.
- BADA, G. 1999: Cenozoic stress field evolution in the Pannonian Basin and surrounding orogens: inferences from kinematic indicators and finite element modelling. — Doktori dolgozat, kézirat, Vrije Univ., Amsterdam, 204p.BADA, G., •FODOR, L., SZÉKELY, B. & TIMÁR, G. 1996: Tertiary brittle faulting and stress field evolution in the Gerece Mountains, northern Hungary. — Tectonophysics 265, 269-288. BERGERAT, F. 1989: From pull-apart to the rifting process: the evolution of the Pannonian Basin. — Tectonophysics 157, 271-280.
- BERGERAT, F., GEYSANT, J. & LEPIVRIER, C. 1984: Neotectonic outline of the Intra-Carpathian basin in Hungary. — Acta Geologica Hungarica 27/3-4, 237-249.
- BISHOP, A. W. 1966: The strength of solids as engineering materials. — Geotechnique 16, 91-130.
- BUDAI, T., FODOR, L., CSILLAG, G. & PIROS, O. 2005: A Vártes délkeleti triász vonulatának rétegtani és szerkezeti felépítése. — MAFI Évi Jelentése a 2004. évről, 189-202.
- FODOR, L., CSONTOS, L., BADA, G., GYÖRFI, I. & BENKOVICS, L. 1999: Tertiary tectonic evolution of the Pannonian basin system and neighbouring orogens: a new synthesis of paleostress data. In: DURAND, B., JOLIVET, L., HORVÁTH, F., SERRANE, M. (eds.) The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen. — Geological Society, London, Special Publications, 295-334.MÁRTON, E. & FODOR, L. 2003: Tertiary paleomagnetic results and structural analysis from the Transdanubian Range (Hungary): rotational disintegration of the Alcapa unit. — Tectonophysics 363, 201-224.
- SASVÁRI, A. 2008: A Magas-Gercese feszültségtérnek fejlődése a Dunántúli-középhegységről készült publikációk tükrében: irodalmi áttekintés. — Földtani Közöny 138/2, 445-458.
- SASVÁRI, Á., KISS, A. & CSONTOS, L. 2007: Paleostress investigation and kinematic analysis along the Telegdi Roth Fault (Bakony Mountains, western Hungary). — Geologica Carpathica 58, 477-486.
- SZALVÁNYI, O. & FODOR, L. 1997: Lejtűledek a paleogén medence peremén: a felső-eocén Piszkei Márga (Nyergesújfalu, Sánd-hegy) üledései és szerkezeti viszonyai. — Földtani Közöny 127/3-4, 267-290.

3., ANYUGATI FELTÁRÁS

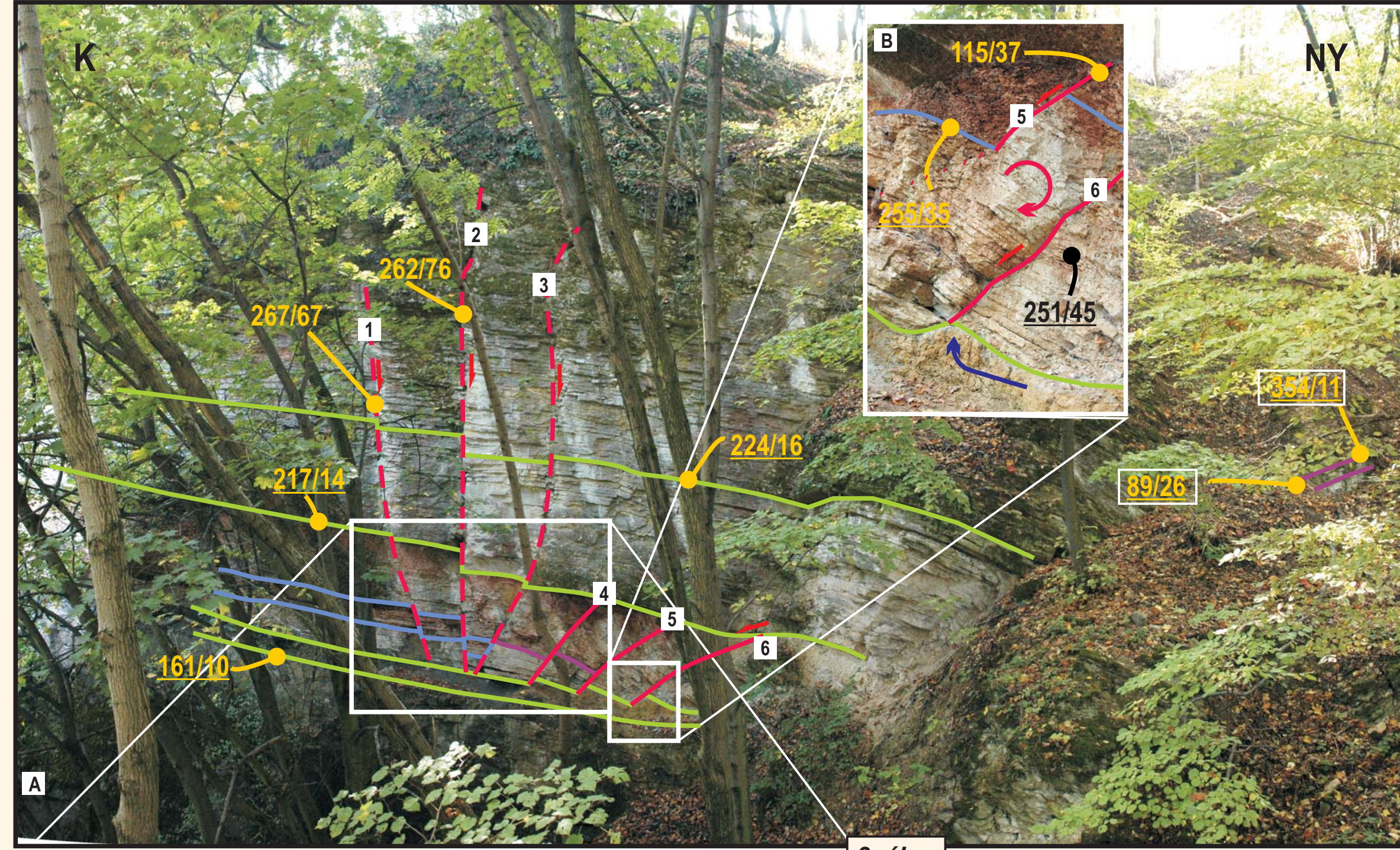
A Tölgyháti-kőfejtő nyugati, kevéssé ismert feltárással figyelemreméltó szerkezetgeológiai jelenségeket találhatunk. A déli oldalán lévő falal szembeállva rögtön szemünkbe ötlők három meredek, alsóbb részén egyre enyhébben dőlő sziklerő elem (3A és 3C ábra, 1., 2. és 3. síkok, valamint 3E ábra), melyek a Tölgyháti Mészkö Formáció legalsó rétegeit jól láthatóan elvetve még a Kisgercesei Márgába, valamint a toarci agyagba tetejébe is behatolnak, azonban az agyagot nem metszik át és a fekvő Tűzkövesárki Mészköben sem észlelhetők. A síkszerű elemek felsőbb része inkább húzásos közetrésnek mondható; elvetés nem volt észlelhető. A jól láthatóan elvetést okozó vetők felfelé haladva szépséprűzőnek, megjelenésükben egyre inkább közetrés-jelleggel öltönek, majd a Tölgyháti Mészkö magasabb részén elhalnak.

A Tölgyháti Mészkö rétegei nyugat felé (jobbra) meredeken, redőyszerűen meggömbülnek (3A és 3G ábra), míg ez a jelenség a feltárással alsó részét alkotó Tűzkövesárki Mészköben nem érhető tetten. Sajnos a rétegzés nyugati folytatását törmelék fedi, így csak öt méterrel odébb, egy kis foltban jelennek meg újra a Tölgyháti Mészkö rétegei; a

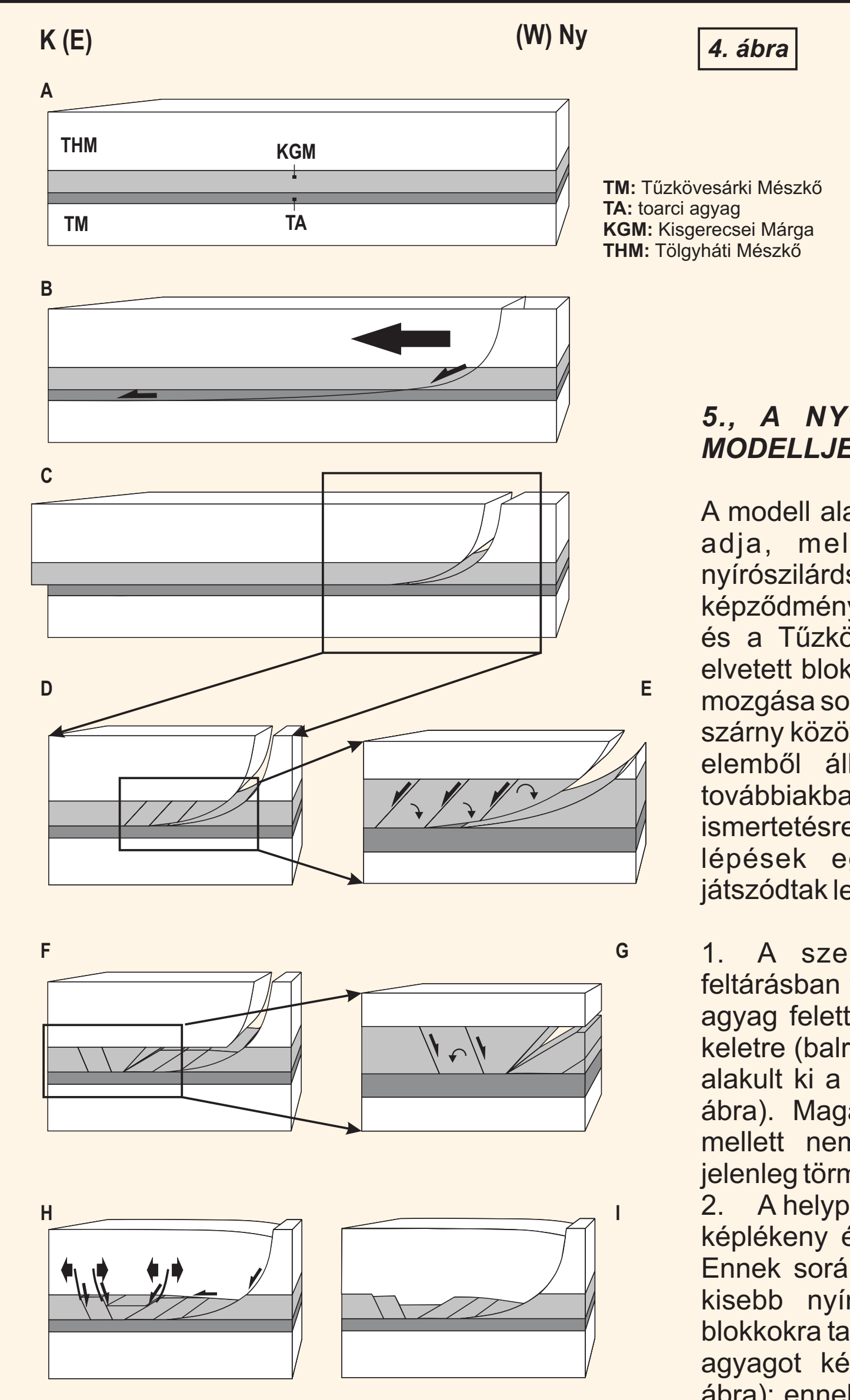
képződmény immár ellentétes, keleties dőlésű, és rétegei szintén redőszerűen görbültek.

Figyelmet érdemel a normálvetők dőlésiránya és a vetők mentén tapasztalható elvetés iránya is. A feltárásszallet keleti oldalán található vetők (3A és 3C ábra, 1. és 2. vetők, valamint 3E ábra) esetén a síkok dölése nyugatias, és mint a 3A és 3C ábrákon tisztán látható, a felület nyugati oldalán lévő közzettest van levetett pozícióban. Nyugat felé haladva megfigyelhető, hogy a többi normálvető (3A és 3C ábra, 3., 4., 5. és 6. vetők, továbbá 3D és 3E ábra) esetén a sík dölése keleties, és ezzel összhangban a keleti oldalán lévő közzettest van levetve.

Jól látható, hogy keletről nyugat felé haladva a Kisgercesei Márga tömbjei egyre laposabb síkok mentén érintkeznek egymással, emiatt rétegzésük következetesen egyre meredekebbé válik (3C ábra — a kezdeti 217/14-es réteg dőlés meredeksége 255/35-re nő, vö 3F ábra). A Kisgercesei Márga blokkjainak keleti (bal) oldalán a toarci



3. ábra



4. ábra

4., A KELETI FELTÁRÁS SZERKEZETI MODELLJE

A keleti feltárással szerkezeti magyarázatának legfontosabb elemei a képlékeny toarci agyagon átlépő, függőlegeshez közeli normálvetők adják; az egyik felvetőn létrejövő deformáció jórészt a toarci agyagon, továbbá a kis nyírószilárdságú Kisgercesei Márga Formációban keresztül adódik át a másik felvetőre. A deformációs folyamatot a könnyebb érthetőség kedvéért lépésekre bontva kerül ismertetésre, jól tudva, hogy ezek a szerkezeti lépések javarészt egyszerre valósultak meg.

0. A feltárással (5A ábra) észlelt normálvetők meredek volta, a rajtuk észlelt jobbos oldalelmozdulásos jellegű vetőkarok, ezeknek a normál jellegű karcokhoz való

viszonya oldalelmozdulásos (5B ábra) preformáltságot sejtetnek; később ezen síkok reaktiválódhattak normálvetőként.

1. A normális elmozdulás során a két felvető a nagy nyírószilárdságú mészkőben (Pisznicei Mészkö, Tűzkövesárki Mészkö és Tölgyháti Mészkö Formációk) töréssé, a kisebb nyírószilárdságú képződményekben — azok reológiai tulajdonságai okán — képlékeny deformációja — figyelembe véve, hogy széthúzásról van szó — jelen esetben annak jól látható kivékonyodását, esetlegesen teljes kinyíródását jelenti (5C ábra).

2. A kis nyírószilárdságú Kisgercesei Márga Formáció is javarészt képlékenyen viselkedve veszi fel a deformációt. A toarci agyag és a márga reológiaiánál különbségére utal, hogy a márga már távolról sem vékonyodik ki annyira, mint az agyag, bár vastagságának

síkok a lisztrikus normálvetőkhöz képest forgó szintetikus normálvetőként tekinthetők. Maguk a blokkok is nyírást szenvednek, ennek során a normális szárny felé közeledve megfigyelhető az azok aljának egyre jelentősebb lenyírása. A testek elforgásával egyidőben ürkök jöttek létre; ide préselődött be a lenyírt agyag egy része (vö. 3B ábra).

3. A normális szárny felé közeledve egyre nagyobb ür vár kitöltésre (legjobb hely a normális szárnyhoz legközelebbi blokk számára áll rendelkezésre); ez összhangban van azzal a megfigyeléssel, hogy a normális szárnyhoz legközelebbi blokk szenvedte a legnagyobb elforgást.

4. A blokkok kiforgása során a legkeletibb elforgó tömb és a még deformálatlan Kisgercesei Márga közzettestje között újabb helyprobléma alakult ki (4F ábra). Ennek az ürnek a betöltése — az előzőekben bemutatottakhoz képest — antitetikus normálvetők mentén történő mozgással oldható meg (4G ábra). Ez a lépés minden bizonnyal kapcsolatban van annak a három meredek síknak a kialakulásával (3A és 3C ábra, 1., 2. és 3. vetők), amelyek a Tölgyháti Mészkö alsó szakaszán normálvetőként, fentebb pedig húzásos közzetrésként viselkednek; kialakulásuk összefüggésben lehet a fentebb említett helyproblémával (4H ábra).

5. Figyelembe véve, hogy a talpi szárnyhoz legközelebbi (legnyugatibb) blokk forgott a legtöbbet, továbbá szem előtt tartva, hogy szintén ezen blokkok aljából nyíródtok le a legtöbb anyag, belátható, hogy

a Kisgercesei Márga vertikális vastagsága a deformálatlan közzettesttől a talpi szárny irányába (keletről nyugatra) haladva folyamatosan csökken, így képlékenyebb Kisgercesei Márga és a nagyobb nyírószilárdságú Tölgyháti Mészkö Formációk határán újabb helyprobléma lép fel (4H ábra).

6. Ez a helyprobléma egy rárgördülő (rollover) antiklinális kialakulásával oldható meg; e folyamat során is működésbe lépnek a Tölgyháti Mészköben lévő meredek törések (3A és 3C ábra, 1., 2. és 3. vetők), immáron húzásos közzetrészekként (4H ábra).

7. A rárgördülő antiklinális kialakulása során nyírás jön létre a kisebb nyírószilárdságú Kisgercesei Márga és a nagy nyírószilárdsággal rendelkező Tölgyháti Mészkö Formáció között; a nyírás iránya — pusztán geometriai megfontolások okán — keleties vergenciájú (vö. 4H ábra). Könnyen belátható, hogy a nyírás mértéke — a rárgördülő antiklinális rétegeiben lejártszódo deformáció mértékével összhangban — a normál szárny felé egyre növekszik; ez a folyamat szintén közrejátszik a Kisgercesei Márga blokkjainak kiforgásában.

8. Minél jelentősebb a nyírás, annál jobban elfordulnak a blokkok — olyannyira, hogy WERNICKE & BURCHFIEL (1982) szerint az elmozdulás, azaz összességében az elvetés mértéke a nyírósíkok, valamint az elfordulás szöge alapján meg is becsülhető. Ez az egyes tömbökre (kelet felől nyugatra haladva) azok eredeti szélességének rendre 0, 3, 5, 15 és 30 százaléka; összességében az elvetés a méternyi nagyságrendbe tehető.