

A LÓCZY-TALÁNY: FIXISTA VAGY MOBILISTA?

HORVÁTH FERENC¹ – DOMBRÁDI ENDRE² – HETÉNYI GYÖRGY³

THE LÓCZY-RIDDLE: FIXIST OR MOBILIST?

Abstract

Lajos Lóczy an outstanding geologist and geographer at the turn of the 19th and 20th century has left behind a fairly enigmatic heritage in the field of tectonics. In this paper the main tectonic results are evaluated, always relying on the original papers and in the light of our present-day knowledge on the tectonics of the Alpine-Himalayan mountain belt. His most significant discoveries are as follows: (1) Lóczy was the first to infer and document thrust sheets in the Himalayas (Sikkim); (2) Lóczy did not discover the Transhimalayas (Gangdese belt) but he was called upon by the Royal Geographical Society to verify the existence of this chain reported by the famous traveller Sven Hedin; (3) he elaborated the concept that the rock mass below the Pannonian basin was consolidated during the Variscan orogeny and behaved as a rigid buttress during Alpine orogeny. Paradoxically, however, he also realised that Alpine thrust sheets exist in this supposedly rigid block.

Keywords: Lóczy, Himalaya, Transhimalaya, nappe tectonics, fixism, mobilism

Bevezetés

A 19. és a 20. sz. a földtudomány születésének és felvirágzásának időszaka Európában és Észak-Amerikában. A fejlődés meghatározója az a felismerés, hogy egy empirikus tudomány műveléséhez megfigyelésekre van szükség, s ezek mennyisége és minősége döntő módon meghatározza a belőlük levont általános következtetések és tudományos szintézisek érvényességét.

A tektonika területén a megfigyelések elsősorban a hegységek területére összpontosultak, és azon belül is két hegylánc játszott kulcsszerepet: amit az Alpok jelentettek az európaiak számára, azt az Appalache nyújtotta az amerikaiaknak. A hegységképződés problémájának megválaszolása volt a korszak legizgalmasabb geológiai feladata.

Klasszikus nagytektonikai elméletek

Európában két, alapvetően különböző irányban fejlődött a nagytektonikai gondolkodás, az egyik volt a *fixizmus*, a másik pedig a *mobilizmus*.

A fixista iskola két legnagyobb hatású képviselője az osztrák LEOPOLD KOBER (1883–1970) és a német HANS STILLE (1876–1966) voltak. A *fixista iskola* világszemléletét két axiomatikus alapelvvel lehet a legtömörebben jellemzi: cél és rend. A *cél* jelentése az, hogy a Föld nem véletlenszerű módon változik, hanem a változások egy

¹ Egyetemi tanár, ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Geofizikai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C. (frankh@ludens.elte.hu)

² Egyetemi tanársegéd, ELTE TTK Földrajz- és Földtudományi Intézet, Geofizikai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C.

³ PhD hallgató, Ecole Normale Supérieure, Laboratoire de Géologie, Paris

határozott cél felé mutatnak, ez a földkéreg stabilizációja, a célirányos folyamat hajtómotorja pedig a kontrakció, azaz a *földbolygó hűlése* miatt bekövetkező általános zsugorodás és merevedés. KOBER (1921–1928, 1933) és STILLE (1924, 1940) szerint a Föld felszínét alapvetően merev egységek, a *kratónok* alkotják, amelyeket viszonylag keskeny, képlékeny tartományok, a *geoszinklinálisok* szegélyeznek. A geoszinklinálisok olyan mobilis területek, ahol süllyedés eredményeképpen nagytömegű üledéktömeg halmozódott fel. Ez a szomszédos kratonok által kifejtett nyomás hatására hegységképződési folyamat során orogén zónává alakul és ennek végkifejletéeként ez a kéregrészt is stabilizálódik.

A fixista világszemlélet másik sarkalatos eleme a *rend*, amely alapvetően a hegységképződés térbeli, de különösen időbeli szabályosságában mutatkozik meg. Ez a szabályosság azt jelenti, hogy a hegységképződést impulzusszerű (néhány 100 ezer éves), az egész Földre kiterjedő és azonos időzítésű fázisok irányítják. Ez STILLE (1924) felfogása szerint egy alapvető természeti törvény, amelyet az *orogén egyidejűség törvényének* (orogenetischés Gleichzeitigkeitgesetz) nevezett.

A mobilista elv megszületése egy különleges adottságú tudós, a német ALFRED WEGENER (1880–1930) nevéhez fűződik. Berlinben született. Egyetemi tanulmányait fizikusként Heidelbergben, Innsbruckban és Berlinben folytatta. Doktori dolgozatát 1905-ben írta meg égimechanikai témából. Ezután érdeklődése a felsőlégköri időjárás-megfigyelések felé fordult, és számos kalandos repülést végzett léghajóval és léggömbbel. 26 éves korára már bátor és vállalkozó szellemű férfi hírében állott, ezért meghívták egy Grönlandra induló dán expedícióba. Ekkor jegyezte el magát ezzel a zord és számára végtelen világgal. 1910 óta izgatta a mai kontinensek korábbi összetartozásának, szétszakadásának és nagymértékű elmozdulásának a lehetősége. A kontinensvándorlási elmélet első és meglepően érett megfogalmazása 1912-ben jelent meg „A kontinensek eredete” című háromrészes dolgozatában. Az elmélet teljes kifejtése „A kontinensek és óceánok eredete” című könyvében (1915) jelent meg, amelyet további három, folyamatosan továbbfejlesztett kiadás követett egészen 1928-ig. Műve a földtudomány legátfogóbb megújulását indította el.

A sors különös szerencséje folytán vele egyidőben élt és dolgozott Svájc francia részén, a kisvárosi Neuchâtel egyetemén EMILE ARGAND (1879–1940), aki megszállott alpinista és terepi geológus volt. Kivételes képességgel rendelkezett a megfigyelések (tér)képi ábrázolásában és szintézisében. Elsődleges kutatási területe a Nyugati-Alpok íve volt (1916). A hegységképződés időbeli menetéről és szerkezetéről itt szerzett ismeretei alapján azonnal megértette és elfogadta WEGENER elméletét. Ennek alapján – elsősorban az EDUARD SUESS monumentális munkájából (1885–1909) átvett adatokra támaszkodva – megalkotta a teljes alpi-himalájai hegységrendszer kialakulásának és fejlődésének mobilista elméletét, sőt kiegészítette azt az amerikai kontinensen található példákkal is (1924). Máig érvényes megállapítása, hogy ez a hegységöv a jura időszaki Tethys-óceántól északra lévő Eurázsia és a délre elhelyezkedő kontinensek (Afrika, Arábia és India) egymás felé vándorlása, majd összeütközése során jött létre. Az ütközés a harmadidőszak középső szakaszában, kb. 30–40 millió évvel ezelőtt tetőzött. ARGAND szerint a hegységöv európai szakaszán az volt az általános, hogy a déli kontinens nagymértékben rácsúszott az északi kontinensre, miközben a korábban közöttük elterülő óceáni terület elnyelődött, illetve fragmentumai becsipődtek a két egymásra tolódott kontinentális tömeg közé.

A jellegzetes szerkezeti felépítés az európai szakaszon tehát az, hogy felül helyezkednek el az afrikai takarók, ez alatt található az óceáni aljzatról lenyírt takarók, amelyek „felkenődtek” a legalsó szerkezeti helyzetben levő európai kontinensre. Az alpi-himalájai hegységrendszert az ütközés eredményeként egy széles és igen jelentős deformáció-

kat szenvedett öv alkotja. ARGAND szerint a Pannon-medence teljes aljzata a környező hegységek belső öveivel együtt afrikai eredetű. Az ausztroalpinak nevezett afrikai takarók alatt lévő óceáni fragmentumokat a Penninikum alkotja, míg az alpi-kárpáti flistakarók és a Helvétikum az európai kontinens peremi részeit képviselik, amelyek az ütközés és áttolódás során visszatorlódtak az európai kontinensre. Fordított viszont a takarók hierarchiája és az áttolódások domináns iránya a hegységöv keleti (himalájai) szakaszán.

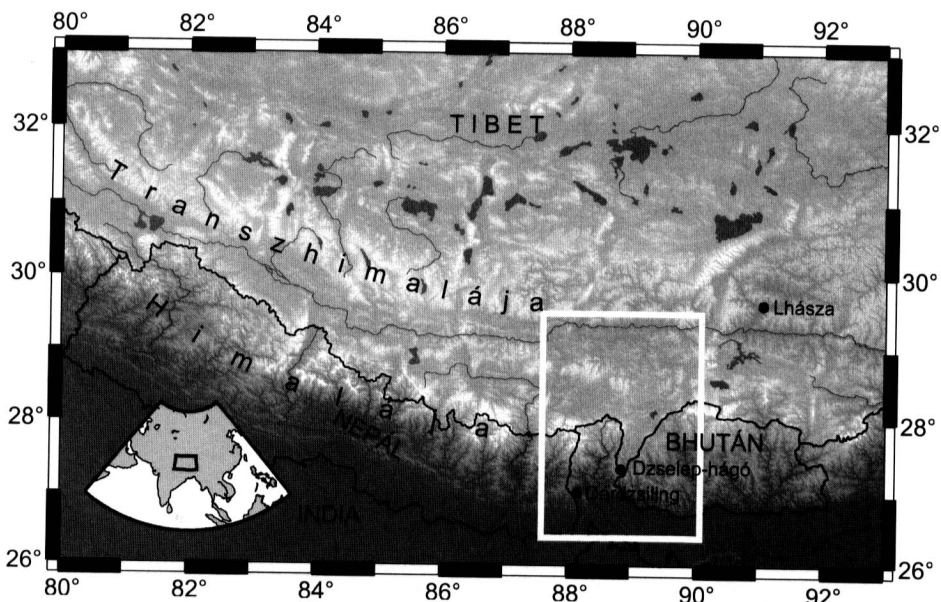
A mobilista Lóczy

A hazai geológia felvirágzása a magyar gazdaság és társadalom egyik legtermékenyebb időszakához, a kiegyezéstől az I. világháborúig tartó közel fél évszázadhoz kötődik. Ekkor élt és alkotott LÓCZY LAJOS (1849–1920), akit két tudományterület, a földtan és a földrajz is kiemelkedő művelőjének tart. Gyermekkorának legszebb éveit az Aradi-Hegyalján töltötte, ahol édesapjával bebarangolta a Hegyes-Drócsa vadregényes tájait. Aradon érettségizett, majd megözvegyült édesanyja nyomatékos kívánságára és óriási áldozattal járó anyagi támogatásával egyetemi tanulmányait a Zürichi Polytechnikumban (ma ETH) végezte (1870–1874). Legkedvesebb tanárai a korszak két kiemelkedő geológusa, az idős mester ESCHER VON DER LINTH és az ő fiatalabb tanítványa, ALBERT HEIM voltak. Elsősorban az ő hatásukra választotta élethivatásul a geológia művelését. Hírnevüket az alapozta meg, hogy személyükhöz fűződik a *takaróelmélet* első megfogalmazása. Nevezetesen a Glarusi-Alpokban található fordított rétegsort fekvőredő kialakulásával magyarázták (SENGÖR, A. M. C. 1982).

LÓCZY éppen befejezte egyetemi tanulmányait, amikor – már néhány rövidebb értekezéssel a háta mögött – értékelést közölt (1876) a hegységképződési elméletekről, amihez az apropót SUESS, E. első fő művének megjelenése (1875) adta. Az akkori földtudomány legnagyobb problémájának korszerű kifejtése és ennek során önálló véleményének megfogalmazása kiemelkedő tudásának első, kétségbevonhatatlan megnyilvánulása volt. „*Mi módon képződtek a hegyek, mely okok és erők befolyása alatt emelkedtek az Alpesek 4600 méter, a Himalaya csúcsai 9000 méter magasságra a tengerszín fölé? E kérdésekre a földtan határozott és kielégítő feleletet adni mindeddig nem képes*” – kezdi a cikket. Majd a kurrens külföldi elméleteket áttekintve megállapítja, hogy „*Jelenleg tehát mindinkább a kihűlő földtest összehúzódásából kifejlő oldalerőnek róják fel a hegyalakítást*”. Ezek az oldalerők határozott polaritású torlódásokat és redőket hoztak létre, amelyek az Alpok és a Nyugati-Kárpátok esetében északra (északkeletre) irányulnak. „*Eme hegylánczok a vízfelület hullámaival hasonlíthatók össze, melyek a partfelé üzelve s az őket szegélyző régibb hegytömegek előfokain megtörve, egymásba torlódtak és összegyűrődtek*”. Majd így folytatja: „*De nemcsak az Alpesek utalnak egymemű általános oldalnyomásra fölépítésükben, hanem Európa többi hegységei is*”. Tisztán látta azonban, hogy az északi irányú torlódás nem általános: „*Nem csak a Himalaya, hanem a többi közép-ázsiai hegységek leírásából is az tűnik ki, hogy ezek szintén úgy, miként az alpesi rendszer, egyoldalú fölépítésűek; csakhogy tömegek mozgása, ellentétben az Alpes-rendszerével, délnek irányult, megfelelve a délfelé domboruló görbületüknek*”. Nem hagy kétséget afelől sem, hogy a különböző irányú torlódások során a rétegek egymás fölé nyomulhatnak és áthajló redők (azaz takarók) alakulhatnak ki.

Ezután következett, közel egy év múlva a kelet-ázsiai Széchenyi-expedíció, amelynek tagjai, GRÖF SZÉCHENYI BÉLA, LÓCZY LAJOS, KREITNER GUSZTÁV osztrák térképész főhadnagy és BÁLINT GÁBOR nyelvész először Triesztből Bombay-be hajóztak. Ezután LÓCZY KREITNER társaságában Kalkuttába utazott, ahol a Bengáli Ázsiai Társaság könyvtárában

búvárkodott. Itt rábukkant KÖRÖSI CSOMA SÁNDOR elveszettnek hitt önéletrajzára, és a nagy székelty tudós példája nyomán érlelődött meg benne az elhatározás, hogy az ő egykori útját követve megkísérel eljutni Tibetbe. Saját költségén, a terület angol köztisztviselőinek támogatásával eljutott Dardszilingbe (1879. február 12.), ahol felkereste KÖRÖSI CSOMA sírját, majd ötven teherhordóból álló karavánnal feljutott a Szikkim területén lévő, 4423 m magas Dzelep-hágóra (1. ábra). Bár ez Tibet egyik kapuja, tovább nem tudtak menni és 1879. február 28-án visszaindultak Kalkuttába. „Bárha geológus kalapáccsal tíz napig jártam Szikkim délkeleti részében és jócskán gyűjtöttem kőzeteit, mégis csak futólagos megfigyeléseket jegyezhettem naplómba” – írja majd húsz évvel később, amikor ezeket a megfigyeléseket kellően kiérlelve közreadta (1907). Legérdekesebb megfigyeléseiről azonban már 1883. májusában beszámolt a Földtani Társulat előadójülésén.



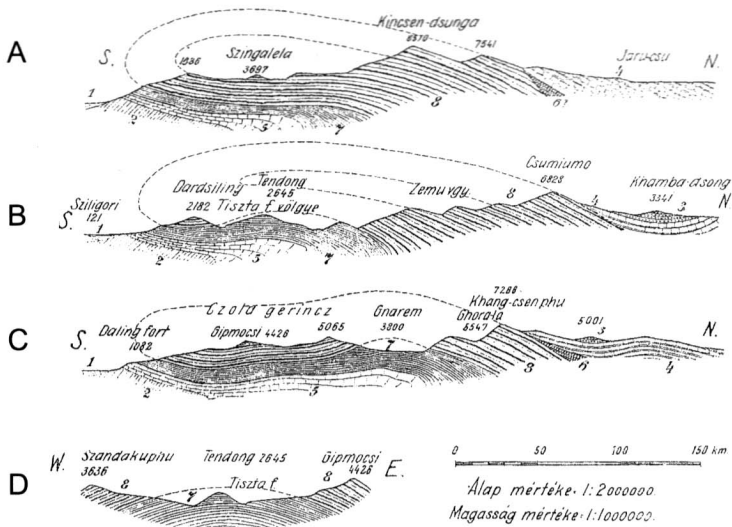
1. ábra Domborzati modell a Himalája tágabb környezetéről, a fontosabb földrajzi nevek feltüntetésével.

A fehér téglalap a Szikkimi-Himalájáról LÓCZY által készített földtani térképének helyét jelöli.

Figure 1 Digital elevation model of the Himalayas and its broad vicinity with the referred locations.

White rectangle represents the area in the Sikkim Himalayas mapped by LÓCZY.

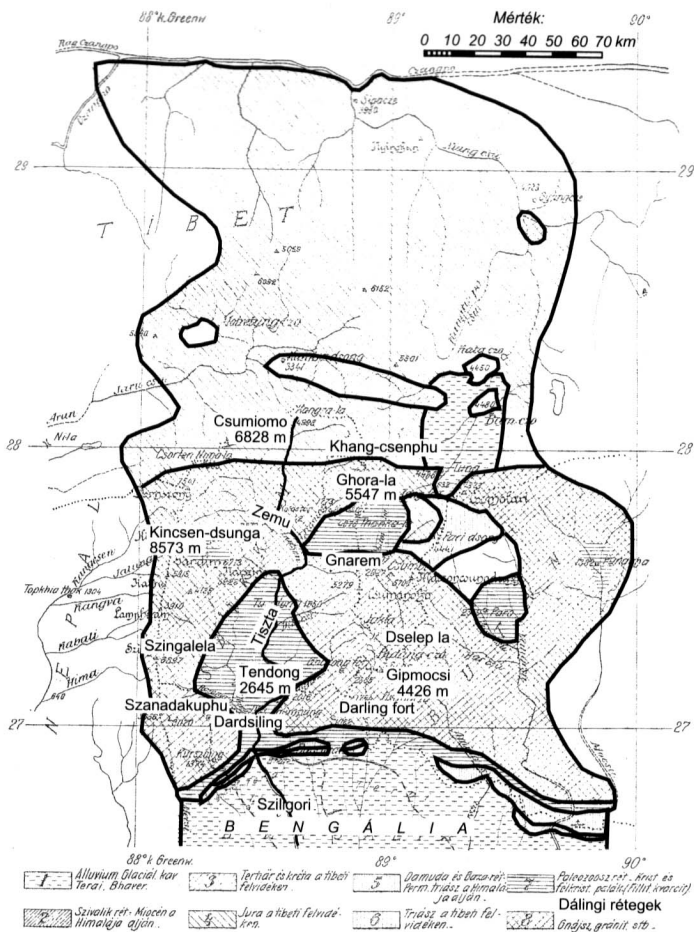
E rövid utazás során tett „futólagos megfigyelések” jelentették a kelet-ázsiai expedíció legfontosabb tektonikai felfedezését, amelyet négy földtani szelvény, valamint a Szikkimi-Himalája geológiai térképe fémjelez (2., 3a. ábra; a szelvények és a térkép megegyeznek LÓCZY eredeti ábráival, de a jobb áttekinthetőség kedvéért néhány részen a nehezen olvasható neveket újra írtuk és egy azonos méretarányú magyarázó ábrát – 3b. ábra – szerkesztettünk). LÓCZY beszámolt arról (1907), hogy a terület földtanára vonatkozó minden fontos irodalmat áttanulmányozott, ezért nyilvánvaló, hogy mind a térkép, mind a metszetek szerkesztése során figyelembe vette mások eredményeit is. A valóban világraszóló következtetés a térképen és a szelvényen jelölt gneisz-gránit rétegek tektonikai pozíciójára és a teljes Himalája takarós szerkezetére vonatkozik. A metszetek alapján jól látható, hogy a Himalája legmagasabb csúcsait a legellenállóbb gneisz-gránit öszszletek alkotják, amelyek alatt gyengén metamorfizált paleozóos palák, a Dalingi Fil-



2. ábra LÓCZY által szerkesztett négy földtani szelvény, mely a Szikkimi-Himaláján húzódik keresztül. A szelvények világosan mutatják, hogy a gneisz-gránit összletet LÓCZY fekvőredőként létrejött takarós szerkezetként értelmezte.
 Figure 2 Four geologic profiles traversing the Sikkim Himalayas. The profiles clearly show that the gneiss-granite nappe is interpreted in terms of recumbent folding.

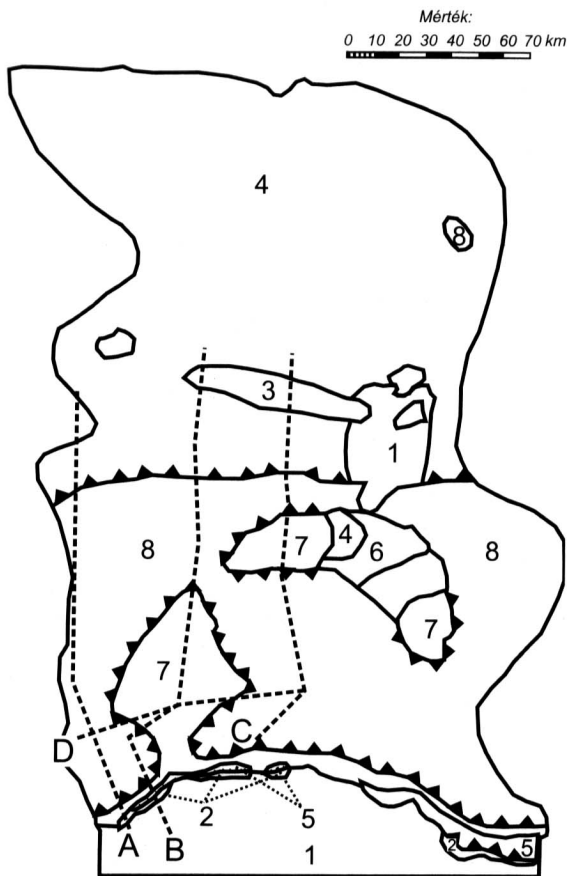
litek találhatók. Az eredeti térképező angol geológus, MALLET, F. R. (1875) szerint a rétegsorrend normális, a gneisz-gránit összlet fiatalabb a Dalingi Filliteknel. Bár MALLET számára is kellemetlenül zavaró volt az a tény, hogy a rétegtanilag magasabb helyzetben lévő gneisz metamorfózisának foka sokkal magasabb, mint az alatta lévő filliteké, dilemmáját inkább puritán erkölcsi alapon, semmint tudományos érveléssel oldotta fel. Vitán felülállónak vélte azt, hogy nem lehet a dolgok normális rendje a fordított helyzet. LÓCZY volt az első, aki ki mert jelenteni, hogy a korreláció fordított, tehát a gránit a fillitekre „...tektonikai mozgás következtében borult reá takaróként.” Sőt a fillit is része a fordított rétegsornak, tehát „...alig lehet kétség abban, hogy itt a mezozói és paleozói – cambriumi lerakódások a gnejszig megfordított helyzetben vannak. A rétegátolódásnak, az átglyürt antiklinálisnak olyan világos esete van itt, hogy azt szembeszökőbbnek képzelni sem lehet”. Ezután LÓCZY visszautalt a klasszikus alpi területekre és atyai barátjára, SUESSre, aki kezdeti idegenkedése ellenére „...hajlandó volt olyan rétegátolódásokkal magyarázni a Himalája szerkezetét, mint a schweizi alpok bonyolult tektonikáját újabban a »charriage«-zal az illetékes kutatók csaknem egyértelműen teszik”. Majd „A Nyugati-Alpok szerkezetének mindinkább terjedő magyarázataihoz képest kifogástalan bizonyosságú ablak van a darsilingi angol terület és Szikkim határán... Ez az ablak nem más, mint metamorfikus palák területe, amelyet mindenfelől gneisz, gnejsz-gránit magaslatok vesznek körül” (2. ábra).

Mai ismereteink fényében LÓCZY (1907) geológiai térképe helyes, metszeteinél lényegre törőbbet pedig ma sem tudunk rajzolni. Az egyetlen kivételt az jelenti, hogy a gneisz-gránit takarót az első két szelvényen (2. ábra) átbuktatott redőként ábrázolta, ami megfelelt a takaróképződés ESCHER-féle modelljének, ezért használta LÓCZY a „rétegátolódást” és az „átglyürt antiklinális” azonos értelemben. ARNOLD ESCHER VON DER LINTH (1807–1872) – LÓCZY professzora Zürichben – a svájci Glarus-dóm földtani szelvényének értelmezése során már 1846-ban javasolta a fekvő redőket, mint a takaróképz-



3a. ábra LÓCZY által szerkesztett földtani térkép a Szikkimi-Himalájáról.
 Figure 3a Geological map of the Sikkim Himalayas by LÓCZY.

ződés mechanizmusát (SENGÖR, A. M. C. 1982). MARCEL BERTRAND (1884) ugyanezt a szelvényt újraértelmezve elsőként dolgozta ki a takaróképződés áttolódásos (charriage) mechanizmusát, ami megfelel mai tudásunknak (BOYER, S. E. – ELLIOTT, D. 1982). Mindennek csupán annyi a következménye LÓCZY metszeteire, hogy a gneisz-gránit takaró erózió előtti geometriáját jelző ívelt szaggatott vonalak közül a belsőt a felső két szelvényen törölni lehet. Még egy fontos dolog megemlíthető a szelvényekkel kapcsolatban. Ezek azt mutatják, hogy a triász-perm összlet (Damuda-rétegek) és minden, ami felette van, rá van tolva a harmadidőszaki Szivalik-rétegekre is, amelyek az előtéri molasszt képviselik. Ez azt bizonyítja, hogy a Himalája déli frontján a feltolódás kora miocén utáni. LÓCZY ezt a bátor következtetést csak lerajzolni merete, szövegben csak a megfigyelési tényt rögzítette: „Harmadkori rétegek a Tisza folyó két oldalán nagy elterjedésben kísérik a Himalája alját. Lágy homokkő, vékony barnaszételepekkel 35°-kal dől N vagy NNW-felé, a triászkorú Damuda rétegek alá.”



3b. ábra Földtani értelmező vázlatterkép LÓCZY eredeti térképéhez.
Figure 3b Sketch map of the geological interpretation of LÓCZY's original map.

Végül nem kevésbé fontos az, hogy LÓCZY mai szemmel nézve is korrekt magyarázatot adott (1907) az ablakok kialakulására, valamint a kutatási területet közel É–D-i irányban harántoló Tiszta folyó markáns bevágódására. Leírta, hogy az ablakokban kibukkanó fillitek antiklinálist alkotnak, amelyek főleg miocén kori gyűrődések eredményei, valamint „Bizonysosan most sem pihentek el a Föld hegyóriásain azok az erők, amelyek az izosztázia megváltozásából fakadnak”. Idézte, hogy újabban az utolsó jégkorszak során kialakult skandináviai és skóciai jégtakarók eltűnésével hozzák kapcsolatba azok emelkedését, a 200 m magasságú tengeri színlők jelenlétét. Ezt a modellt alkalmazta a himalájai területre is: „A Tiszta völgy jegeseinek elpusztulása után a bevágódó és hátráló erőzió több, mint 1000 m vastagságú kőtömeget távolított el a Szikkim medencéjéből és elhordta a gnejsz-gránit takarót, úgy hogy a fillit ablak keletkezését tisztán a denudáció okozta”. Megállapítható, hogy zürichi tanulmányai és a kelet-himalájai expedíció tapasztalatai eredményeképpen LÓCZY mindent tudott és alkalmazott mindabból, amit a 19. sz. végén korszerű, mobilista nagytektonikának nevezhetünk.

Jogos kérdés, hogy LÓCZY himalájai eredményei, elsősorban a hegység takarós szerkezetének felismerésében való prioritása csak a hazai geológia büszkesége-e, avagy szerepét elismeri a nagyvilág is? Örömmel állapítható meg, hogy a történeti előzményekre oly keveset adó, avagy arrogánsan torzító amerikai tudományos dominancia ellenére a legjobbak tudatában vannak LÓCZY szerepének és elismerik azt. A 20. sz. közepén új lendületet kapott és mára szinte divatossá vált himalájai kutatások legnagyobb alakja, a svájci AUGUSTO GANSSEK a Magas-Himalája gránitgneiszei és az alatta lévő palák közti fordított metamorfizáltsági fok problémájáról azt írja (1991), hogy „...Nagy átbuktatott redőket (takarókat) mint lehetséges okot LÓCZY LAJOS Szikkimben már 1878-ban javasolta, még azt megelőzően, hogy hasonló takarókat az Alpokban felfedeztek volna. Sajnos LÓCZY eredményeit csak 30 évvel később publikálta.” Ezen tanulmány egyik szerzője, HETÉNYI GYÖRGY doktori tanulmányai során hasonlóan korrekt ismereteket tapasztalt a francia szakértők körében.

Ki fedezte fel a Transzhimaláját?

A kelet-ázsiai kutatások értékelése kapcsán nemcsak LÓCZY érdemeinek felmutatása, hanem egy gyakran félremagyarázott másik híres „felfedezés” valódi történetének a bemutatása is a célunk. Ez pedig a *Transzhimalája* hegyláncának a kérdése. TASNÁDI KUBACSKA ANDRÁS (1974) emelkedett stílusú könyvében a szikkimi expedíció leírása során úgy véli, hogy LÓCZY „Felderítette, hogy a Himalája fő hegyvonulata mögött egy addig ismeretlen, második hatalmas hegység húzódik. Berajzolta térképébe és a *Transzhimalája* nevet jegyezte mellé. Hosszú évek múlva Sven Hedin más oldalról szerencsésen eljutva a hegységbe, szintén *Transzhimalájának* nevezte a roppant vonulatot. A *Royal Geographical Society* kételkedve a hegység létezésében Lóczyhoz fordult, hogy döntenél el a kérdést. Lóczy igazat adott Sven Hedinnek, de megjegyezte, hogy útitérképébe korábban ő is ugyancsak *Transzhimalája* néven rajzolta be a hegységet”.

CHOLNOKY JENŐ ugyanezt a történetet ennél hitelesebben adta elő (1920). Eszerint SVEN HEDIN tibeti nagy útjáról (1905–1908) hazatérve „Előadást tartott a londoni Földrajzi Társulat előtt s kifejtette, hogy a Himalájától északra, az Indus és a Bramaputra (Szan-po) felső völgyületének északi oldalán, a Himalájával párhuzamos, hatalmas hegylánc húzódik. Névtelen és alig ismeretes, félelmes óriás ez, vetekedik a Himalájával. Indítványozza, hogy nevezzék el ezt a hegyláncot *Transzhimalájának*. Az ülés lezajlása után az angol geográfusok legkiválóbbjai szép levélben fordultak Lóczyhoz, hogy mondjon ítéletet a kérdésben. Lóczy egyszerűen hivatkozott gróf Széchenyi Béla kelet-ázsiai utazásának tudományos eredményeire. Az I. kötet 567. oldalán a 111. ábra bemutatja Tibet hegyvonulatait s ott már jókora betűkkel fel van írva, hogy „*Trans Himalája*”. Ő tehát már 1890-ben megjelent nagy munkájában publikálta ezt a fölfedezést, természetesen elméleti alapon s az indiai pönditek tapasztalataiból következtetve.”

Ebben a leírásban minden megállapítás helyes, de az egyértelműség kedvéért célszerű bővebben kifejteni ennek tartalmát. Nevezetesen a *Transzhimalája* felfedezése *elméleti alapon* történt és az *indiai pönditek tapasztalataiból* következett. A valóság az, hogy Lóczy nem fedezte fel a *Transzhimaláját*; sem szikkimi útja, sem a kínai expedíció során közelébe sem jutott, sőt nem is láthatta ezt az óriási hegyláncot. LÓCZY érdeme mégis nagy, mert ő volt az a kiemelkedő elme, aki nem csak mindent elolvasott, hanem mindent meg is értett és ez alapján ténylegesen elsőként rajzolta le a *Transzhimalája* vonulatát a CHOLNOKY által hivatkozott és „A tibeti felföld hegyvonulatai” címet viselő ábrán (SZÉCHENYI B. 1890).

A leghitelesebb forrás természetesen maga LÓCZY, aki „A Khinai Birodalom természeti viszonyainak és országainak leírása” (1886) című nagy tanulmányában először is elmagyarázza, kik azok a pönditek és milyen szerepet játszottak Tibet feltérképezésében: „Pöndit-nek nevezik azon bennszülött tibeti eredetű indiai alattvalókat, kiket Walker tábornoknak, az indiai trigonometriai és topografiai felvétel volt igazgatójának kezdeményezésére a Himaláján túl fekvő vidékek fölvételére az angolok kiküldenek. E férfiak kellő geográfiai ismeretekkel bírnak, jártasak a sextáns és az aneroid kezelésében és a térkép-fölvételben. Természetesen álczim alatt, kereskedők módjára utaznak, és nehogy személyüket a féltékeny tibet-khinai hatóságok kifürkésszék, nevüket is titokban tartja az angol kormány, csupán betűkkel vagy számokkal jelölve meg őket a jelentésekben. Nain-Szing neve csak utolsó utazásai után, midőn nyugalomba lépett, lőn megismertette; elismerésül a londoni geográfiai társulat egy arany órával és 1877-ben éremmel tüntette ki, az angol indiai kormány pedig telekkel és házzal ajándékozta meg”. LÓCZY megírja, hogy Nain-Szing (a 9-es számú pöndit) érdeme volt a Transzhimalája hegyláncainak felfedezése és leírása. LÓCZY azért volt tökéletesen tájékozott ebben a kérdésben, mert a leírásokat a londoni Földrajzi Társulat publikálta, és ő a térképeket megkapta: „Walker tábornok úrnak, az indiai nagy földrajzi intézet nyugalomba vonult igazgatójának köszönhetem e térképeket, melyekkel ő lekötelező szívességgel ajándékozott meg engem”. A történet érdekessége az, hogy a WALKER tábornok által felügyelt térképezések eredményeiről egyedül LÓCZYNAK volt átfogó ismerete és csak neki volt olyan szakmai tekintélye, amellyel SVEN HEDIN, a „messziről jött utazó” mesésnek tűnő leírásait a Társulat kérésére igazolhatta. A Transzhimalája felfedezésének valódi története talán megfoszt bennünket egy legendától, de megajándékoz annak jobb megismerésével, hogy LÓCZY mennyire elismert szaktekintélye volt az európai tudományosságnak.

Mai földtani ismereteink fényében a Transzhimalája nem egyszerűen csak egy viszonylag későn felfedezett, rejtőzködő hegylánc, hanem India és Ázsia (Tibet) közeledésének és ütközésének fontos szerkezetani bizonyítéka. Nevezetesen a legújabb vizsgálatok kimutatták, hogy a transzhimalájai hegylánc, amelyet a tektonikai irodalomban gyakran Gangdese-övnék hívnak, egy közel 2500 km hosszan húzódó gránit batolitsort alkot. Ezek a granitoidplutonok a kontinens-kontinens kollíziót megelőző és Tibet alá irányuló Tethys-óceán szubdukciójához kapcsolódó vulkáni ív mélységi magmás képződményei, amit a hegység nagymértékű kiemelkedése és az erózió tárt fel (COPELAND et al., 1995).

A fixista Lóczy

LÓCZY 1889-től 1909-ig a budapesti Tudományegyetemen az Egyetemes Földrajz Tanszék vezető professzora volt. Ekkor indította el világra szóló vállalkozását, a Balaton tudományos tanulmányozását, aminek szellemi vezére és fāradhatatlan szervezője volt. Legfontosabb személyes hozzájárulása a Balaton-felvidék 1:75 000 méretarányú földtani térképének elkészítése volt (1920a). Már betöltötte hatvanadik életévét, amikor BÖCKH JÁNOS nyugalomba vonulása után felkérték a Földtani Intézet igazgatójának. „Két kézzel ragadtam meg az alkalmat a kedvemhez való munkához azzal a reménnyel, hogy tapasztalataim egy jó részét még sem viszem magammal a sírba és annyi sok évi munkám nem megy veszendőbe” – írta ebből az alkalomból (TELEGDI ROTH K. 1949). A hazai föld megismerésében és tektonikai fejlődésének magyarázatában valóban munkásságának ez az utolsó évtizede volt a leggyümölcsözőbb.

Mindezen kutatások nagytektonikai összegzése a *közbenső tömeg* elmélet, amelynek LÓCZY a szülőatyja, bár az elnevezés csak később, ennek a nagyhatású és elegáns kon-

cepciónak az általánosítása és kiterjesztése (KÖBER, L. 1921–1928, 1933; BÖCKH, H. 1930) során született meg. Az eredeti elmélet célja az volt, hogy megadja a magyar föld különleges helyzetének magyarázatát az alpi orogén övben, magyarázatot kívánt ugyanis az az érdekes helyzet, hogy az alpi hegláncok egymás mellett futó ágai szétnyílnak, majd ismét egyesülve egy közbelső és fiatal üledékekkel nagymértékben fedett, de láthatólag gyengén deformált tömeget ölelnek körbe. LÓCZY magyarázatának (1913, 1918b, 1920b) lényegi elemei a következők.

- A körülölelt tömeg egy merev altaida-variszcida masszívum maradványa, amely a Rhodope masszívummal van összekötetésben.
- A késői paleozoikumtól a miocén elejéig ez a nagykiterjedésű masszívum emelkedett a magyar medence helyén. Ebbe öbölként nyomultak be a paleozóos és mezozóos tengerárok, amelyek transz- és regressziói hozták létre a különböző fáciesű tengeri és szárazföldi üledékes kőzetek egymás melletti és feletti váltakozását.
- Ezt a kiemelt belső hegységet nem érte soha erős alpi deformáció, csak helyenként vannak az idősebb mezozóos rétegek enyhe boltozatokba és teknőkbe gyűrve. Uralkodók a harmadkori hosszanti és ezekre közel merőleges harántos törések, amelyek saktáblaszerűen rögökre darabolták összes belső hegységünket.
- A magyar medence ezen törérendszer által irányított beszakadás során jött létre, amely részben ma is tart, de fő fázisa az andezit vulkánossággal egyidős.
- A belső tömeget körülölelő hegységkoszorú külső övei (alapvetően a flis összlet) igazi geoszinklinális-képződmények, amelyek alpi deformációk hatására gyűrű-takarós rendszert képeztek. Általános szabályként megállapítható, hogy a tektonikai aktivitás kora kifelé haladva a felső-kretától a pliocénig fokozatosan fiatalodik.

LÓCZY az elmélet kialakulásának történetéről és motívumairól két tanulmányában (1913, 1915) is ír, személyes hangnemben. Az elsőből való a következő idézet: „*Mojsisovics E. Bosznia és Hercegovina okkupálása idején geológus törzskarával először megismerve déli határainkat, a balkánfélszigeti föltevéses ősi szárazulat fogalmát vetette fel a Száván túli hegyekre és hozzávette a szlavóniai hegyrögöket, sőt a Pécsi-hegységet is. „Orientalisches Festland”, vagyis Keleti szárazulat névvel jelölte ezt. Mojsisovics e szellemes föltevését én kiterjesztem az egész nagy magyar medencére, melynek helyére a palaeozoos-mezozoos korszakok idejére összefüggő magas hegységeket, a középeurópai variszkuszi hegytömegek keleti nagy előőrsét képzelem. Ennek a nagy hegységnek legnagyobb részéről azt vélem, hogy mélyen leszakadt az Alföld alá. A területén visszamaradt sziget-hegyek, ezek között a balkáni rögök is, szerintem mind a variszkuszi rendszerű hegyekhez tartozó tagok. Az újabb tektonikai elméletek, melyek nagy távolságokból jött vízszintes földkéregmozgásokkal, egymásra ránczolásal és egymásra nyomulásokkal magyarázzák meg a Kárpátok szerkezetét a mi belső hegységeinkben, eddigi ismereteink szerint semminemű támaszt nem lelhetnek. Néhai boldog emlékü Uhlig Viktor barátomnak az a sejtése, hogy talán a Bakony és a magyarországi középhegységek triaszkorú rétegeikkel a mediterrán rétegek felett úsznak, a tudományos fantazmagoriákhoz utalható. Nem gáncsként mondom ezt, mert a képzelet munkáját a tudományban is nagyra tartom és szükségesnek itélem*”.

Kevésbé ismert, hogy mobilista szemléletét hazai vizsgálatai és értelmezései során sem felejtette el. A kárpáti maghegységeket variszkuszi masszívum részének tartotta (1920b), bár paradox módon a maghegységek északi szárnyán lévő mezozóos képződményeknek a kréta során kialakult takarós szerkezetét nem vonta kétségbe (1918a). Sőt, az Erdélyi-érchegységben és az Északnyugati-Kárpátokban végzett magyar geológiai felvételek feletti összehasonlító szemlélődése során ismét fellobbant benne a Szikkimi-Himalájában tapasztalt mobilista szenvedély. Olyan messzire jutott az alpi takarós szer-

kezetek felismerésében, hogy szinte saját köztes tömeg koncepciójának cáfolatát adta (1918c). Abból indult ki, hogy a mindkét régióban meglévő flisvonulat a geoszinklinálisban felhalmozódott nagytömegű üledékösszletből jött létre, amelyből hosszú gerincek vagy szirtak alakjában mezozoós vagy idősebb, gyökértelen kőzetblokkok emelkednek ki. Az Északnyugati-Kárpátokban a szirtövtől délre lévő gyürt mezozoós összleteket egy hatalmas mész- és dolomittakaró borítja; „*A chocstakaró áttolódása a legfelső kréta, vagy óharmadkori időben mehetett végbe*”. A flis aszimmetrikus szerkezetű és egymásra, valamint az előtérre van rátolva. Ezzel szemben az Erdélyi-érchegység flise szimmetrikus szerkezetű, ami azt jelenti, hogy legyezőszerűen északra és délre is fel van tolódva. „*A szimmetriát lényegesen kiegészíti a terület tengelye, amely Lippától Tordáig széles diabáz-gabbro-augitporfirrit zónából áll*”. Fontos további megfigyelése „*...a chaotikusan redőzött kárpáti homokkővel ellentétben a gosau nyugodt rétegzése; azonkívül a kárpáti homokkő a diabázzal és a tuffittal együtt csaknem mindenütt a gosau fölé van tolva*”.

Lóczy öröksége

LÓCZY volt az első, aki a Himalája rétegsorában felül lévő és legmagasabb csúcsokat alkotó gránit-gneisz összletet takarónak tekintette. Ezt az elsőséget a legjobb szakemberek ma is számon tartják. A Transzhimaláját ugyan nem ő fedezte fel, de ő volt a kor legnagyobb szaktekintélye, aki ebben a kérdésben állást foglalhatott.

A magyar föld vizsgálata eredményeképpen LÓCZY az utódok számára egy talányos nagytekonikai helyzetképet hagyott hátra. A talány abban állt, hogy elképzelt egy variszkuszi masszívumot a külső-kárpáti flis övön belül, de megfigyelt általános elterjedésű eoalpi takarókat az Északnyugati-Kárpátok belső tartományában és az Erdélyi-érchegységben. A két ellentétes irányban való továbbhaladás közti választás feladata és felelőssége az utódokra maradt, akik változó sikerrel kísérelték meg feloldani a nagy előd dilemmáját.

IRODALOM

- ARGAND, E. 1916: Sur l'arc des Alpes occidentales. – *Ecol. Geol. Helvet.* 14. pp. 145–191.
- ARGAND, E. 1924: La tectonique de l'Asie: Congrès Géologiques International, Comptes Rendus de la XII^{me} session 1. pp. 171–372. – Angol fordítása: CAROZZI, A. V. (szerk.) 1977: *Tectonics of Asia*. Haffner Press, New York, 218 p.
- BERTRAND, M. A. 1884: Rapports de structure de Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. – *Bull. Soc. Geol. Fr.* 3. 12. pp. 318–330.
- BÖCKH H. 1930: Lóczy Lajos és a magyar geológia. – *Földrajzi Közlemények* 58. 7–8. pp. 106–115.
- BOYER, S. E. – ELLIOTT, D. 1982: Thrust systems. – *AAPG Bull.* 66. pp. 1196–1230.
- CHOLNOKY J. 1920: Lóczy Lajos. – *Földrajzi Közlemények* 48. 6–10. pp. 33–82.
- COPELAND, P. – HARRISON, T. M. – YUN, P. – KIDD, W. S. F. – RODEN, M. – YUQUAN, Z. 1995: Thermal evolution of the Gangdese batholith, southern Tibet: a history of episodic unroofing. – *Tectonics* 14. 2. pp. 223–236.
- GANSSER, A. 1991: Facts and theories on the Himalayas. – *Ecol. Geol. Helv.* 84. pp. 33–59.
- KOBER, L. 1921–1928: *Der Bau der Erde*. – 1. és 2. kiadás, Gebrüder Bornträger, Berlin, 324 p. és 499 p.
- KOBER, L. 1933: *Die Orogen Theorie. Grundlinien eines natürlichen Gestaltungsbildes der Erde*. – Gebrüder Bornträger, Berlin, 300 p.
- LÓCZY L. 1876: Az Alpések keletkezése. – *Természettudományi Közlöny* 82. 8. pp. 225–236.
- LÓCZY L. 1886: A Khinai Birodalom természeti viszonyainak és országainak leírása. – Kir. M. Természettudományi Társulat, Budapest, 865 p.
- LÓCZY L. 1907: Megfigyelések a Keleti-Himalájában. – *Földrajzi Közlemények* 35. 7. pp. 293–310.
- LÓCZY L. 1913: A Balaton környékének geomorfológiája. – *Természettudományi Közlöny* 45. Pótfüzetek 1–2. 17 p.

- LÓCZY L. 1915: Suess Ede emlékezete. – Földtani Közlöny 45. 4–6. pp. 105–121.
- LÓCZY L. (szerk.) 1918a: A magyar Szent Korona Országainak földrajzi, társadalomtudományi, közművelődési és közgazdasági leírása 1–8. – Magyar Földrajzi Társaság, Budapest, 528 p.
- LÓCZY L. 1918b: Magyarország földtani szerkezete. – In: LÓCZY L. 1918a 1. pp. 5–43.
- LÓCZY L. 1918c: Összehasonlító szemlélődések az Erdélyi Érchegység és az Északnyugati Kárpátok geoszin-
klinálisai felett. – Földtani Közlöny 48. 7–9. pp. 229–234.
- LÓCZY L. (szerk.) 1920a: A Balaton-tó környékének részletes geológiai térképe 1:75 000. – Magyar Földrajzi
Társaság Balaton Bizottsága, Budapest.
- LÓCZY L. 1920b: Nyugatszerbiai tanulmányutam. – Földrajzi Közlemények 48. 6–10. pp. 82–84.
- MALLET, F. R. 1875: On the Geology and Mineral Resources of the Darjiling District and the Western Duars.
– Memoirs of Geological Survey of India 11. pp. 1–94.
- SENGÖR, A. M. C. 1982: Classical theories of orogenesis. – In: MIYASKIRO A. – AKI K. – SENGÖR, C. (szerk.)
Orogeny. J. Wiley and Sons, New York, pp.1–48.
- STILLE, H. 1924: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. – Gebrüder Bornträger, Berlin, 413 p.
- STILLE, H. 1940: Einführung in den Bau Amerikas. – Gebrüder Bornträger, Berlin, 717 p.
- SUESS, E. 1875: Die Entstehung der Alpen. – W. Braumüller, Wien, 168 p.
- SUESS, E. 1885–1909: Das Antlitz der Erde. – Freytag, Wien – Tempsky, Prag. 1. (1885) 778 p.; 2. (1888) 703
p.; 3/1. (1901) 508 p.; 3/2. (1909) 789 p.
- SZÉCHENYI B. 1890–1897: Gróf Széchenyi Béla keletázsiai útjának (1877–1880) tudományos eredményei 1–3.
– Budapest.
- TASNÁDI-KUBACSKA A. 1974: Lóczy Lajos. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 150 p.
- TELEGDI RÓTH K. 1949: A geológus Lóczy Lajos. – Földtani Közlöny 79. 1–4. pp. 311–319.
- WEGENER, A. L. 1912: Die Entstehung der Kontinente. – Petermanns Geographische Mitteilungen. Aprilheft pp.
185–195, Maiheft pp. 263–256, Juniheft pp. 305–309.
- WEGENER, A. L. 1915: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. – F. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 94 p.