

HAAS JÁNOS – PELIKÁN PÁL

A jura időszak néhány magyarországi emléke

Tata városában, a tó fölé magasodó Kálvária-dombon a földtörténeti középkorban keletkezett mészkőrétegek bukkannak felszínre. Az immár több mint 50 éves múltra visszatekintő, nemzetközi elismerést szerzett természetvédelmi területen – a geológus kertben – rövid sétával a triász időszak végétől a kréta időszak középső részéig terjedő közel 100 millió év közötté vált tengeri üledékei követhető rétegről rétegre. A változatos színű mészkőfajták ősmaradványokban is rendkívül gazdagok, bizonyítva az élővilágban az évmilliók során végbement jelentős változásokat. A mezozoos kőzetek mellett a tektonikai jelenségek nyomait, a földtörténeti közelmúltban, a legutolsó jégkorszak idején feltört meleg víz által kioldott üregeket, barlangokat láthatunk és az őskori ember tűzkőbányászatának emlékei is élénk tárnak.

Egy valódi jura park ösvényein Tatán

A Kálvária-domb geológiai értékeinek védelmét 1958-ban Vadász Elemér geológus professzor kezdeményezte. Akkor még a terület egy részén kőfejtő működött. Fülöp József professzor irányításával azután, évtizedek alatt, a Magyar Állami Földtani Intézet munkatársai a korábbi kőfejtőkből parkosított természetvédelmi területet és szabadtéri geológiai múzeumot alakítottak ki, amely 1976-tól a nagyközön-

sebb sekélytengeri övezetben. Az ausztriai Dachstein-hegységről Dachsteini Mészkőnek nevezik ezt a Dunántúli-középhegységben is rendkívül elterjedt, nagy vastagságú kőzetet, amelyet az árapályöbven és közvetlenül az árapályöv alatt, jól átvilágított sekély tengerben keletkezett kőzetfajták szabályszerű váltakozása épít fel. Ez a váltakozás a tengerszint ingadozásával magyarázható, ami a Föld pályaelemeinek változása miatti periodikus klímaváltozásra vezethető vissza. Egy-egy ciklus mintegy 20 ezer év tör-



1. kép. Élő helyzetükben az üledékbe ágyazódott *Megalodus* kagylók. Kioldott teknőjük helyét rózsaszínű mikrokristályos mészkő töltötte ki

ség számára is megtekinthető. A helyi geológiai látványok mellett hatalmas kőzettömbök, kőzetoszlopok mutatják be az ország jellegzetes kőzetfajtaikat. A látványt mintegy 600 növényfaj teszi még változatosabbá, különös harmóniát teremtve az élettelen kőzetek és az élővilág között. Jelenleg az Eötvös Loránd Tudományegyetem a Tatai Természetvédelmi Terület és Szabadtéri Geológiai Múzeum kezelője.

A terület északi részén található a legidősebb rétegek, melyek mintegy 205 millió évvel ezelőtt a triász időszak végén keletkeztek a Tethys óceán peremén kialakult száz kilométernél széle-



2. kép. A triász és a jura rétegek határát feltáró kőzefal a Kálvária szoborcsoport alatt

ténetét rögzíti, a tengerszint megemelkedésétől lesüllyedéséig. Az árapály öbven cianobaktériumok közreműködésével vékony lemezes szerkezetű ún. sztromatolit kőzet keletkezett. A vízszint-emelkedést követően 10–20 méteres mélységűvé vált tenger aljzatát szív alakú *Megalodus* kagylók népesítették be, olykor hatalmas tömegben (1. kép). Viharok idején a kagylók üledékekkel temetődtek be és maradványaik élőhelyzetben őrződtek meg. Ez a jellegzetes ősmaradvány-csoport azután a triász időszak végén kihalt.

A sziklafalon jól látható a világosszürke és a halvány rózsaszínű

rétegek éles határa, ami a földtörténet két jelentős szakaszának közeit választja el (**2. kép**). A sötét rétegek triász, a rózsaszínűek már jura korúak. A határ globális környezeti krízist jelez, amikor számos élőlénycsoport kihalt, majd újak jelentek meg.

A triász időszak végén és a jura kezdetén keletkezett mészkőrétegeket közel függőleges hasadékok szelik át, helyenként pedig a hasadékok bonyolult hálózata alakult ki. A hasadékrendszer világos vörös, a jura tengerben képződött mészkő tölti ki. A hasadékok intenzív tektonikai mozgásokat jeleznek a jura időszak kezdetén.

A Kálvária-domb geológiai tanösvényén végighaladva a jura időszak 55 millió éves történetét követhetjük nyomon. A tengeralfelzárkózott, eredetileg közel vízszintes mészkőrétegek a későbbi tektonikai mozgások miatt 15 fokkal kelet felé kibillentek. Ennek megfelelően az egykori bányafal mentén kiépített ösvényen kelet felé haladva egyre fiatalabb rétegeket láthatunk. Rögön szemünkbe ölik a kőzet vöröses színe. Közvetlenül a triász rétegek fölött halvány vörös, rózsaszínű a mészkő és a rétegek igen vastagok. Tovább, azaz a fiatalabb rétegek felé haladva a kőzet színe világos vörösből sötét barnás-vörösbe megy át és egyre vékonyabb rétegeket látunk.

Mitől vörösesek ezek a rétegek? Azt tudjuk, hogy rendkívül apró méretű vörös vas-oxid (a hematit) ásványszemcséi festik vörösre a kőzetet. Az már nehezebb kérdés, hogy a vas-oxid hogyan válik ki a tenger mélyén. A közelmúltban végzett kutatások szerint az üledék felszínét elborító mikrobák játszhattak ebben meghatározó szerepet.

A jura időszak korai szakaszában (kb. 190 millió évvel ezelőtt) keletkezett világos vörös mészkő kevés szabad szemmel is látható ősmaradványt tartalmaz, bár apró pörgekarúak (brachiopodák) és jóval nagyobb méretű ammoniteszek olykor előkerülnek. Mikroszkóp alatt azonban tengeri liliumok (crinoideák) apró váztöredékei, tengeri szivacsokból származó apró kovatük és mészvázú egyszéjtűek (foraminiferák) maradványai is megfigyelhetők. Ezek viszonylag sekélytengeri üledéklerakódási környezetre utalnak.

Tovább menve a sétaúton, azaz a rétegsorban felfelé, és időben előre haladva, megfigyelhetjük, hogy a kőzet sötétebb árnyalatú lesz, és néhány deciméter vastag rétegekből épül fel. A rétegeket harántoló



3. kép A kora-jura idején keletkezett vörös mészkő rétegek, sötétvörös agyagos kitöltésű csőszzerű életnyomokkal

centiméter átmérőjű csőszzerű nyomokat is láthatunk, amiket barnás-vörös agyagos mészkő tölt ki (**4. kép**). Ezek a tenger fenekén élő, az iszapba beásódó szervezetek, valószínűleg tengeri férgek nyomai.

A következő szakasz vörösesbarna mészkőrétegekből áll, amelyben világosabb és sötétebb árnyalatú foltokat látunk. Ebből a kőzetből áll a geológiai park alsó és felső szintjét összekötő, az eredeti kőzetből kifaragott lépcsősor is. A sötétebb részek tengeri liliumok néhány tízmilliméteres váztöredékeinek tömegéből állnak. Ezek a tüskésbőrűek csoportjába tartozó, nyéllel a tengerfenékhez rögzítetten élő állatok népesíthették be az aljzatot. Elpusztulásuk után

vázuk szétesett, mészhomokká vált. A kőzet foltos külleme az üledékbe ásó szervezetek tevékenységének következménye.

A geológiai park felső szintjén mesterségesen letisztított kőzetfelületen tovább követhetjük a jura tengerben keletkezett rétegek sorozatát. A lépcsősornál látott foltos mészkő fölött sötét barnásvörös agyagosabb réteget, majd hasonló színű mészkő rétegeket látunk. Az utóbbiban nem ritkák a centiméteres átmérőjű fekete gumók, amelyek vas-mangán-oxid ásványokból állnak. Ezek a rétegek 165–178 millió évvel ezelőtt keletkeztek, a korábbiaknál jóval mélyebben tengerben. Erre utal az, hogy a fenéklakó szervezetek maradványai már szinte teljesen hiányoznak, helyettük a lebegő és az úszó szervezetek maradványai válnak uralkodóvá.

A 160–165 millió év közötti szakaszban egyszéjtű kovavázú sugárállatkák (radioláriák) vázainak tömegéből álló tüzkőréteg keletkezett (**5. kép**). Ezt a csupán 1 méter vastag réteget az őskor embere tüzköszerszámok készítése miatt fejte. Az üveg védőépület alatt a régészek által feltárt bányagödörök és a fejtéshez használt eszközök is megtekinthetők. Az őskori bányászat a neolitikumban indult, de a rézkorban is folytatódott.

A késő-jura idején az üledék lerakódásának sebessége rendkívül csekély volt, 1 millió év alatt csupán néhány centiméter üledék keletkezett és hosszú lerakódásmentes szakaszok is voltak. Ilyenkor a tengeralfelzárkózott borító mikrobák által kiválasztott vas-mangán-oxid megszilárdította az üledék felszínét, befedve és ezáltal megőrizve az aljzat fölötti vízszintben élt, majd elpusztulásuk után a tengerfenékre került szervezetek vázának iszappal kitöltődött maradványait. A geológiai park felső szintjén 150 millió éves megkeményedett tengeralfelzárkózott is látható, ammoniteszmaradványok tömegével. A „keményfelszín” mészkővel kitöltött hasadékok (neptuni telérek) szelik át. Az ezekben található mikroszkopikus méretű ősmaradványok alapján az is kideríthető volt, hogy a hasadékok egy része valamivel korábban (kb. 148 millió évvel ezelőtt), más részük pár millió évvel később nyílt fel és töltődött ki tengeri iszappal.

A „keményfelszín” feletti vékony rétegekben vonható meg a földtörténet jura és kréta időszakának határa, ami mintegy 145 millió év-



4. kép A kora-jura idején keletkezett mészkő mikroszkópi képe, tengeri liliumok tízmilliméteres törmelékével és mészvázú egyszéjtűek maradványaival

vel ezelőttre tehető. Ekkor nem volt drasztikus változás a Föld élővilágában, de egyes ősmaradvány-csoportok evolúciója viszonylag gyors volt és a változások a rétegsorokban jól követhetők. Ez esetben a geológiai idősorok határának megvonását a kőzetben tömegesen található parányi egyszéjtű mészvázú plankton állatok (Calpionellák) maradványai teszik lehetővé.

A jura időszakban és a kréta kezdetén keletkezett kőzetek rétegeinek sorozata hirtelen megszakad és egy egyenetlen sárgás-vöröses kéreggel bevont terület után az eddigiektől eltérő saját-

ságokat mutató szürke mészkő jelenik meg. Az egyetlen felület a korábban keletkezett kőzetek lepusztulása során keletkezett. A lepusztulást követően a tengeri üledéklerakódás csak évmilliókkal később, kb. 125 millió évvel ezelőtt a kréta időszak középső részén folytatódott. Akkor vonta be az idősebb kőzetek felszínét a mikrobák közreműködésével keletkezett sárgás-vöröses vas-oxidhidroxiddal festett mészkő, majd főként tengeri liliomok (crinoideák) vázteredékéből álló mészhomok rakódott le. A legalsó rétegekben, számos egyéb ősmaradvány mellett, apró ammonit-szek maradványai is gyakoriak. Ezt a kőzetet, amely a Dunántúli-középhegység számos pontján megtalálható, a geológusok Tatai Mészkőnek nevezik.

Itt ér véget a mezozoos kőzetek sora Tatán. Látogassunk most el a Bükkbe, ahol a tataitól lényegesen eltérő jellegű jura képződményekkel találkozhatunk!

Jura bazaltpárnák a Bükkben

A Bükk hegység DNy-i részének meghatározó jellegű részlete a Nagy-fennsík pereme alatti Kerek-hegytől a szarvaskői Keselyű-bércig tartó mintegy 11 km hosszú és 1–3 km széles, bázisos magmás kőzetekből álló vonulat. Ezen ÉK–DNy-i irányú hegységben tengeralatti vulkáni kitérésekből megszilárdult bazalt.

A Bükk hegység területe alatt a triász időszak végéig kontinentális kéreg volt, a hegység kőzetei az itt felhalmozódott jórészt sekélytengeri üledékekből alakultak ki. A jura időszak középső részén, a Tethys óceán akkor legnyugatabbi részének kialakulása során megrepedt, az eltávolodó szegélyek közt kialakult mély árok tengelyében a Föld felső köpenyéből származó kőzetolvadék tört fel. A sekélytengerrel fedett árokperemekről pedig iszaparak zúdultak a mélybe, ahol az ülepedési törvényeknek megfelelően sajátos, fölfelé finomodó szemcsékből felépülő rétegekben rakódtak le.

A nagyobb erejű vulkánkitörések az egykori tengerfenékre ömltek, bazaltból álló víz alatti kúpokat alkotva. A bazalt a gyors

(a hegység más területein láthatóan) a késő-eocénig több km vastag kőzet pusztult le. Szarvaskő vidékét bizonyíthatóan csak a miocénben öntötte el ismét a tenger, a tagolt, hegyes-völgyes térszín fokozatosan került víz alá. A tengerből egy ideig szigetként kiálló hegycsúcs található a Hegyeskő dűlőben. A miocén vége óta a hegység területe szárazulat, melybe a fiatal erózió meredekfalú mély völgyeket vágott.

A jura üledékes kőzeteket és a tenger alatti vulkanizmus során keletkezett bazaltot a Szarvaskő központi részén kialakított autóparkolótól induló, a Vár-hegyre vezető tanösvényen haladva ismerhetjük meg.

A Lépcsős-lápa a Vár-hegy bazaltját körülölelő palaköpeny tárja fel. A kőzet agyag-, kőzetliszt- és finomhomok-szemcsékből áll, a préselő hatására tömörödött és palásodott. A völgy alsó szakaszának K-i oldalában, a várba felvezető középkori út bevágásában a lemezes elválású zöldesszürke palában dm^3 – m^3 nagyságú, fehéres szürke színű, szívós, szilánkos törésű, ritkán égett palazárványt is tartalmazó bazalttömbök láthatók, melyek az egykori vulkáni kúp lejtőjén legurulva a szegélyező üledékbe ágyazódtak be. Feljebb, a K-re elkaranyarodó régi útszakasz mély bevágásában éles határral mangán-gumós, mangánlencsés pala következik. A gumók néhány cm nagyságú, fényes felületű, kavicszerű alakzatok, míg a lencsék 10–20 cm vastagságúak és 0,5 m hosszúságot is elérhetnek. Mindkét képződmény anyaga eredetileg vas-mangán-karbonát (sziderit–rodokrozit) volt, ami a levegőn feloxidálódva limonitá és piroluzitá alakult, ezáltal sötétbarna-fekete színűvé vált.

A völgyfő Ny-i részén kis sziklafalakban homokkőlencsés pala, finomrétegzett homokkő van. Ezt a részt keresztezi a várba felvezető gyalogút, itt a finomhomokkő-rétegek 10–15 cm vastagságú kőtegeket is elérnek (6. kép).

A gyalogút végénél a gerincen a talaj színe és a felszín jellege egyaránt megváltozik. Az itt látható kőzet a bazalt. Ennek eredeti színe zöldes árnyalatú szürke, felszíne azonban (a benne levő vasvasnyok mállása miatt) rozsdabarna. Ettől a ponttól északabbra, a külső védőárokban húzódik a pala és a bazalt határa, de vastag kőzettörmelék talaj takarja, csupán az árok ÉK-i és DNy-i falának különböző kőzetanyaga jelzi.



5. kép. A középső-jura késői szakaszában keletkezett tűzkőréteg

kihülés következtében sok kőzetüveget tartalmaz, amelyben az ásványszemcsék ritkán haladják meg a 0,1 mm nagyságot.

Az óceánmedence felnyílása geológiai értelemben viszonylag rövid ideig tartott (valódi óceáni kéreg kialakulására nem volt mód), még a jura időszak vége előtt megindult összezáródása, és ennek során a magmás kőzetek és az ártot feltöltő mélytengeri üledékek deformációja. A kréta időszakban folytatódó összenyomódásos tektonikai hatások következtében a mélyre került kőzet együttes összepréselődött, meggyűrődött, nagyon kisfokú metamorfózis eredményeként palásodott. Ezután a terület fokozatos kiemelkedésével párhuzamosan



6. kép. Vékonyréteges, palás kőzet a szarvaskői tanösvény mentén. A világosabb lemezeket homokkő, a sötétebbeket agyagos kőzetliszt alkotja

A Vár-hegy északi oldalán a 3 méternél mélyebb belső védőárok, melyet egy természetes repedés kitágításával alakítottak ki az egykori várépítők, végig a bazaltot tárja fel. Az árok ÉK-i falában a víz alatti gyors kihülés miatt összeroppedezett lávapakok láthatók. A DNy-i felmagasodó fal már jórészt pámalavából épül fel, a párnák keresztmetszetben az árok DK-i végén láthatók jól. A párna alakú tömbök a víz alatti bazaltos lávafolyás során keletkeznek. A keresztmetszetben tojásdad alakú bazaltpárnák egyik oldala kissé domború, a másik nagyon tág „V” betűre emlékeztető. Ez utóbbi volt egykor lefelé, a láva a korábban létrejött kőzettömbök közötti hézagot töltötte ki. A kisebb lávacseppek a lejtő irányában ellapulva szétterülnek, a kráter felé keskeny száruk mutat. A nagyobb lávafolyások azonban elágazók, hiszen a vízzel érintkező felszín gyorsan kemény kéreggé szilárdul, de a még izzónfolyó belső rész a felrepedezett kéregből kitüremkedve továbbfolyik. Ezek az „V” elágazások szintén fontosak, az ágak mutatnak az egykori lejtőláb felé, míg a szár a kráter irányát jelöli. A kőzetüveg a kéregrészen uralkodó, a nagyobb tömbök belsejében pedig teljesen hiányzik.

A hegy DK-i sziklafalában (megközelítése veszélyes, emiatt nem ajánlott!) folyásos szerkezet is felismerhető, a nyakakból és kilapu-

lásokból megállapítható folyásirány zömmel DNy felé mutat, de elenirányú is van. A déli oldalon messziről is jól látszik a változatos nagyságú bazaltpárnák halmaza (7. kép). A vasúti átvágásban csak az íves elválási felületek láthatók, a felette levő sziklafalban azonban gyakoriak a kipreparálódott párnák. Ezek jelentős része erősen lapult, a megnyúlás meredek állású.

Az Eger-patak völgyében, az I. vasúti alagút környékén és a Pyrker-emléktábla sziklatornyának déli oldalán, valamint a vártól ÉNy-ra az Akasztó kopár, meredek oldalában látható a legjobban a bazaltvonulat belső szerkezete. Itt a sötétszürke, zöldesszürke színű, üveges–finomkristályos szövétű bazalt lávapárna halmazokból álló sziklák közt darabokra széteső kőzet van. Ez a változat is jellemző a vízalatti vulkáni tevékenységre. A forró magma a hideg tengervízzel érintkezve a hirtelen lehűlés miatt szinte felrobban, de az egyes darabok a nagy víznyomás miatt nem repülnek szét, a lávafolyás kőlavinaként borítja be a lejtőt. A hirtelen hűlés miatt a bazaltláva kevés nagyobb méretű, ún. porfirós kristályt tartalmazó kőzetüveggé dermed. A vulkániüveg-törmelék-ből felhalmozódó kőzet tudományos neve hialoklasztit. A felszíni mállásnak és erózióknak kevésbé ellenálló volta miatt mély árkok, kimosódások alakultak ki rajta.

A párnaláva-halmazok a kőzetüveg-törmelékbe ágyazódnak, abból preparálódnak ki (8. kép). Az egykori tengerfenéken gravitációsan szétcsúszott 50–100 m átmérőjű bazaltpárna-halmazok körül világos- és sötétzöld színű hialoklasztitos bazalt, bazaltbreccsa található, a törmelékdarabok között nagyon gyakori a többé-kevésbé megolvastott üledékdarabra emlékeztető részlet.

Tóbérc bánya – földtani bemutatóhely

A Bükk hegység DNy-i részének bazaltvonulatát mindkét oldalon a jura üledékekbe nyomult és ott megrekedt gabbrótestek kísérik. A gabbrót előszeretettel bányászták út- és vasútépítési célokra. Az Eger-patak völgyében öt nagy és számos kisebb bánya található.



7. kép Tenger alatti lávaömlésből származó párnaláva a várrom alatt

Az egykori bányahelyek közül a térség legtöbb földtani információt nyújtó feltárása a Szarvaskőtől keletre, az Újhatár-völgy torkolatánál levő Tóbérc bánya (Forgalmi bánya), amit a szarvaskői autóparkolótól az országút mentén Eger felé haladva rövid sétával közelíthetünk meg. Szentpétery Zsigmond, aki évtizedeken keresztül foglalkozott a terület kőzettani kérdéseivel és folyamatosan gyűjtötte a bányák működése során feltáruló újabb és újabb kőzetváltozatokat, ebből a bányából írta le a legtöbb érdekes és különleges kőzetfajtát. Az immáron ötven éve leállított kőbánya ma rendezett állapotban fogadja az érdeklődőket.

A bánya a mintegy 166 millió évvel ezelőtt a középső-jurában keletkezett mélytengeri üledékösszletbe nyomult gabbrótestet (intrúziót) tár fel. A benyomuló magma 1500°C feletti hőmérséklete erősen felmelegítette a környezetet, sőt az érintkezési zónában az üledéket megolvastva muszkovitsillámos, ún. szaruszirt köpenyt alakított ki maga körül. A magmatömeg belsejébe keveredett üledéktömböket részben magába elegyítette (pl. biotitos gabbró), részben csak megolvastva különleges összetételű kőzetet hozott létre (gránátos kvarcplagioklasztit, Szentpétery nevezéktaiban plagiogránit).

Az egyes falszakaszok más-más látnivalót kínálnak. Az északi fal nyugati végén S alakban meghajlott kiálló taraj az érintkezés mentén megolvadt üledékből keletkezett plagioklasztit, ásványos összetételét tekintve csaknem kizárólag albitból (Na-tartalmú plagioklasztit földpát) áll. Eredeti színe sötétszürke, de a felszínre kerülve kifehéredett, ez a fehéres szalag jelzi az északi és keleti fal felső részén a gabbró határát. Ettől kifelé az átalakultság folyamatosan gyengül, az ásványok mérete csökken. Az eredeti üledék csak a bányafalon túl jelenik meg.

Az északi fal középső és keleti részén, valamint a keleti falban különböző gabbróváltozatok láthatók. A még nedves üledékből vízgőz került a magmatömeg belsejébe is, amely az ún. színesásványok (amfiból, diállag) egy részét feketészöld kloritá alakította, azonkívül a kőzetolvadékkal reakcióba lépve ásványteléreket hozott létre. Ezek a fehér erek prehnit-kvarc-kalcit összetételűek.

Az északi fal középső részén szeszélyes körvonalú fehéresszürke kőzettest – gránátos plagioklasztit – látható, a magmába bekeveredett és megolvadt üledéktömb. Fő összetevője az albit és a kvarc, melyben hintve apró vörösbarna gránátkristályok (almandin) láthatók. A keleti falban a kőzet valószínűleg még hűlés közben hajlított zsákszerű testekre hasadozott fel, az elválási felületek kifényezett kloritos kérgén párhuzamos karcok, csúszási rovátkák láthatók, jelezve, hogy hűlés közben a magmatömeg felszakadozott belsejében az egyes tömbök egymáson elmozdultak. Szentpétery innen írta le a biotitos gabbrót. A keleti fal felső részén a magmabenyomulás hőhatása miatt elváltozott kifehéredett kőzetek láthatók 50 cm vastag sávban, az ÉK-i falsarokban e sáv fölött feketére égett pala figyelhető meg.



8. kép. Párnaláva-halmazból álló sziklatorony a Várberc-szurdokban (A szerzők felvételei)

A déli fal felső részét meredek déli dőlésű tektonikus felület alkotja (a felületen túli anyag a bányászat szempontjából meddő volt, a fejtést itt megállították), a rajta látható erős csúszási karcok és a helyenként ettől eltérő irányú sokkal gyengébb karcok többszöri elmozdulást jeleznek. A fal anyaga szögletes kőzettöredékekből áll; tektonikai mozgások során összetört és összprezelődött kőzet, dörzsbreccsa. A vető az intrúzió határán van, a breccsa anyaga a közvetlen érintkezésnél kialakult muszkovitos szaruszirt. Ebből származnak azok a muszkovitkristályok, melyekben a K/Ar arányából a magmabenyomulás 166 millió éves, azaz középső-jura korát megállapították.