

## Éghajlatváltozások bizonyítékai a Bükkalján geológiai feltárások alapján

Dobos Anna \*

Környezettudományi Tanszék

**Abstract:** Evidences of climatic changes in the Bükk Foreland based on geological profiles. Everybody take interest in climatic changes and their consequences today. That is why, we have studied three geological profiles in detail in the Bükk Foreland next to Tard and Bogács. Different sediment layers were deposited here from the Upper Pannonian (Upper Miocene) to the Upper Pleistocene. According to the sedimentological investigation cyclical climatic changes can be demonstrated here. After the Upper Pannonian, the Lake Pannonian were dried up and new, fluvial sediments were appeared around Tard and south of Bogács. We could investigate lacustral, fluvial, aeolian, gelisolifluctional sediments deposited in different layers. These sediments verify semiarid (?); warm and humid; cold and dry or cold and humid (periglacial) climatic conditions. We could find stratigraphic hiatus in sediment layers in some places because of the erosion and valley deepening of the Hór stream and Tard stream. All of geological profiles show that cyclical climatic changes were in the northern part of the Bükk Foreland between 8,5 and 0,01 million years ago. Therefore climatic change, that will appear in the future, can regard as a natural landscape development process.

### Bevezetés

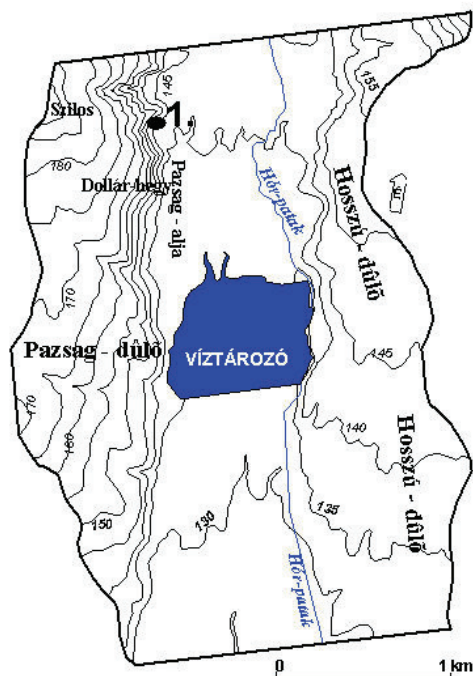
Napjainkban szinte mindenkit foglalkoztat az esetleges éghajlatváltozás, illetve annak következménye. A földtörténet folyamán bekövetkezett, egymást követő éghajlatváltozások napjainkban már bizonyítottak. A hajdani események folyamatai és eredményei ma egy-egy felhagyott bányaudvar, geológiai alapszelvény, vagy egy út menti feltárás keresztmetszetében tárulnak fel. Jelen tanulmányban arra teszünk kísérletet, hogy bemutassuk milyen

---

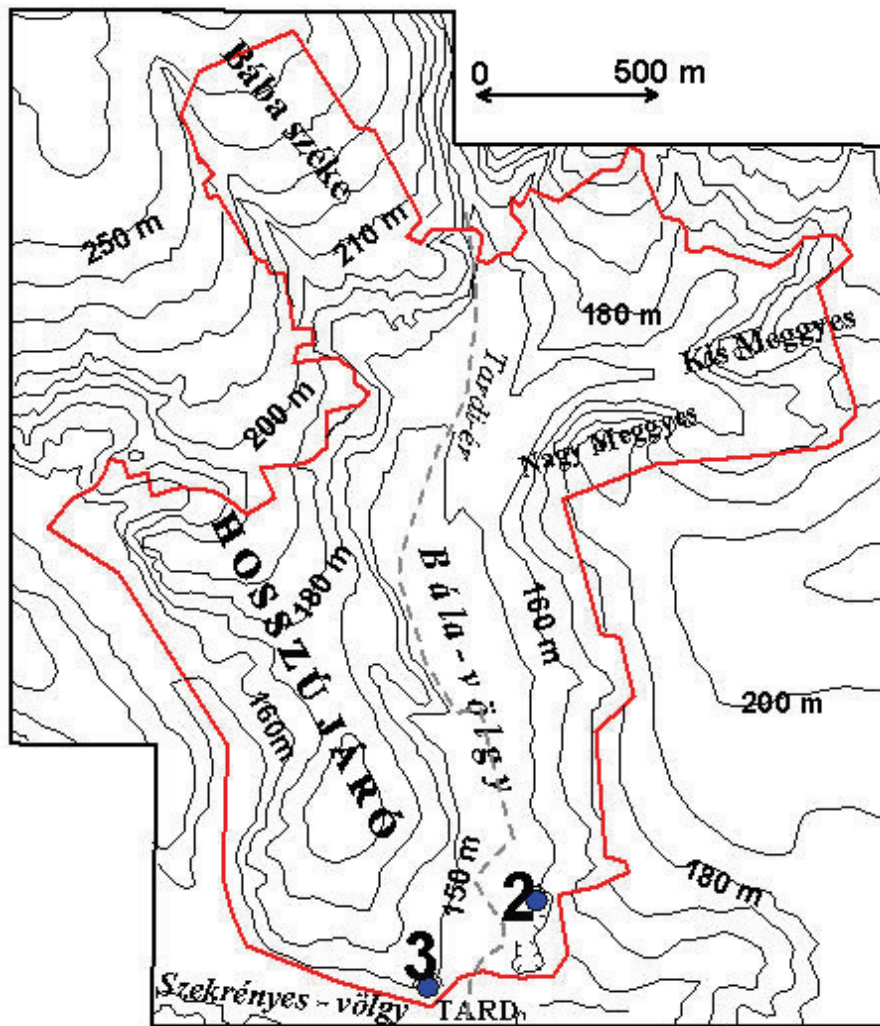
\* A dolgozat elkészítését az OTKA és a MTA Bolyai János Kutatói Ösztöndíja támogatta.

változások regisztrálhatók a Bükkalja felszínfejlődésében a felsőmiocén pannóniai emelete és a felsőpleisztocén között, Bogács és Tard környezetében. A bekövetkező éghajlatváltozások rekonstruálásához három geológiai feltárás részletes szedimentológiai elemzését használjuk fel.

A kiválasztott feltárások a Bükkvidék *nagytajon*, a Bükkalja *középtajon* s ezen belül az Egri-Bükkalja *kistáj* délkeleti részén helyezkednek el. A kutatási mintaterületek az Egri-Bükkalja 126 és 480 m tszf-i magasságú, enyhén D-DK felé lejtő, tagolt hegységelőteri dombságán fekszenek (Marosi – Somogyi, 1990). Az **1. feltárás** a Hórvölgyi víztározótól 1 km-rel északra fekszik, ahol a magasabb folyóvízi terasz (10 m) és a Hór-patak holocén (1. sz.) folyóvízi terasza találkozik (1. ábra). A **2. és 3. feltárás**, mint felhagyott bányaterület Tard község északi határában és a védett *Tardi-legelő Természetvédelmi Terület* déli peremén fekszik (2. ábra). A **2. feltárás** Tardtól 500 m-rel északra, a Bála-völgy keleti torkolati szakaszán lévő felhagyott homokbánya területén tárja fel az egyes kőzetretegeket, míg a **3. feltárás** az előbbtől 550 m-rel nyugatabbra található, a Bála-völgy nyugati torkolati szakaszán.



1. ábra: A hór-völgyi (1. sz.) feltárás topográfiai helyzete



2. ábra: A tardi 2. és 3. sz. feltárások topográfiai helyzete  
(a bejelölt terület a Tardi-legelő Természetvédelmi Területe)

### Kutatási módszerek

A kiválasztott feltárások elemzése során az alábbi kutatási módszereket alkalmaztuk:

- beszereztük a kutatási területek 1:10 000 méretarányú *topográfiai térképeit* és 1:50 000 méretarányú *geológiai térképeit* (Pelikán et al, 2002);

- terepi kiszállások során feltérképeztük a kijelölt és felhagyott bányaterületek, falbevágások környezetét, illetve a bányákban talált üledékszinteket;
- a falakról és az ott látható üledékrétegekről *metszetrajzokat és digitális fotókat* készítettünk;
- terepen megvizsgáltuk a feltárások különböző szintjeinek üledékeit;
- a bányafalak üledék- és talajrétegeiből mintákat gyűjtöttünk be;
- a begyűjtött üledék- és talajminták szemcseösszetételének meghatározása laboratóriumban szitáson segítségével történt. Ezzel a módszerrel a következő frakciókat különítettük el: *kavics* (10–5,00 mm), *murva* (5,00–2,00 mm), *durva szemű homok* (2,00–0,5 mm), *közép szemű homok* (0,5–0,2 mm) és *apró-, finom-, igen finom szemű homok, iszap, agyag* (<0,2 mm). Sajnos a 0,2 mm-nél kisebb szemcsék elkülönítésére Khön-pipetta nem állt rendelkezésünkre;
- végül a kutatási területek geomorfológiai sajátosságait, morfológiai helyzetét térképeztük fel.

## Geológiai feltárások a Bükkalján

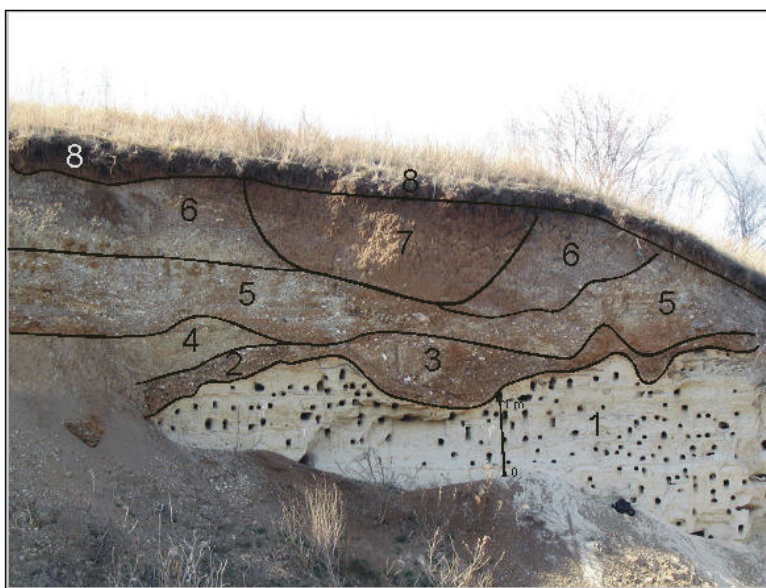
### I. A hór-völgyi feltárás (1. feltárás)

A *hór-völgyi feltárás* a Hór-völgyi víztározó északnyugati részén, közvetlenül a Hór-patak árterének nyugati peremén egy *felhagyott homokbányában* található (1, 3a/b. ábra). A feltárás rétegsorai a **Zagyvai Formáció** (8,9–8,6 millió év) pannon homokját, illetve az erre települt változatos összetételű negyedidőszaki pleisztocén üledéksort mutatják be (3/a. ábra).



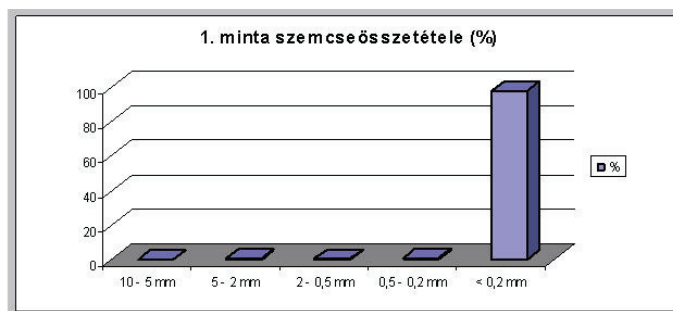
3/a. ábra: A hór-völgyi feltárás keresztmetszete a felhagyott homokbányában

A bánya **1. rétegét** pannon homok (*Zagyvai F.*) építi fel (3a/b. ábra). A felsőpannóniai rétegeket képviselő **Zagyvai Formáció** alluviális síkságon – ártéren, folyómedrekben, mocsarakban, vagy sekély tavakban képződött. Fluviális és tavi eredetű, laza, vékonypados, sűrűn rétegzett összlet, amelyen belül gyakori a közép- és finomszemű homok, agyag, aleurit és homokkő sávok váltakozása. Az üledékben általában ún. „tarka agyag”-ként leírt paleotalajszintek is előfordulhatnak (Juhász–Gajdos–Pap–Németh, 1996). Feltárásunk összeleteiben a finom- és középszemcsés frakció dominál. A feltárás mintájának 98,054%-a a 0,2 mm-nél kisebb szemcsekategóriába esik. A kavics, murva, durva- és középszemű homok aránya elenyésző, e kategóriák együttesen 1,946%-ot mutatnak. A durvább szemcsék között folyóvízi eredetű mészkő kavics, kvarcit és homokkő murva található (4. ábra). A minta tehát zömében az apró-, finom-, nagyon finom szemű homokot, iszapot és agyag frakciót foglalja magába. Az anyag zömmel fehér *apró kvarchomokból* áll, a minta kiszáradást követően könnyen szétesett, így agyagtartalma elhanyagolható.



3/b. ábra: A hór-völgyi feltárás közelképe a felhagyott homokbánya jobb oldalán. Az 1. rétegben gyurgyalag telepek láthatók.





4. ábra: A bányafal 1. rétegéből származó minta szemcseösszetétele (%)

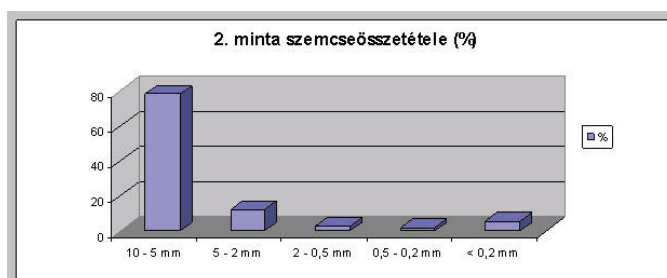
A fehér pannon homokra diszkordánsan egy durvább, nagyobb méretű, folyóvíz által szállított kavicsokat magában foglaló réteg (2. réteg – 3/b. ábra) települ. A két kőzet határa jól elkülöníthető, a határt egy 0,5 cm vastagságú *vaskéreg* képviseli (5. ábra). A mintában a kavics frakció uralkodik (78,53%), 12,15% a murva, 5,29% a 0,2 mm-nél kisebb szemcsék aránya, és elenyésző a durva szemű homok (2,43%) és közepes szemű homok mennyisége (6. ábra). A réteg kavicsanyagában lekerekített felületű anyagot találunk, benne radiolarit, mészkő, kvarcit, breccsa, agyagpala, homokkő és meszes kötőanyagú konglomerátum ismerhető fel. A durva szemcséjű homok tartományában már megjelennek a kvarcsemmcsék, s a 0,2 mm-nél kisebb frakcióban apróbb kvarc, biotit és vöröses színű, magas agyagtartalmú ásvány található. Ez utóbbi összetétel anyaga kötöttebb, több benne az agyagtartalom.



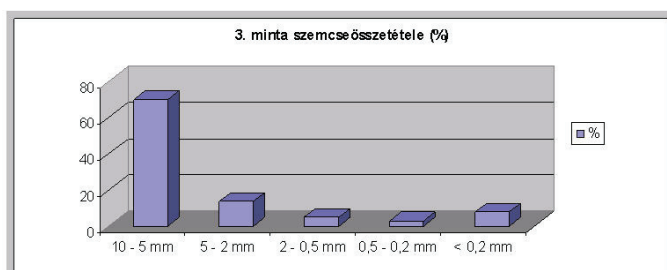
5. ábra: A bányafal 2. rétegének alsó határa (*vaskéreg*), illetve a réteg kavicsanyaga

A 3. réteg középső részén egy kisebb folyóvízi meder található (3/b. ábra). Itt a kavicsok, murvák elhelyezkedése félköríves mintázatot mutat, ami a

*meder fokozatos feltöltődésére* és turbulens mozgások jelenlétére utalhat. Az innen származó 3. minta szemcseösszetételében a kavics (70,06%) és a murva (13,89%) frakció dominál. Ezek anyaga szintén koptatott, lekerekített, folyóvíz által szállított üledék, amely fehér Bervai és szürke Felsőtárkányi mészköveket, homokkövet, konglomerátumot, agyagpalát és kvarcitot tartalmaz (7. ábra). A 3,15 és 2 mm-es szemcsetartományban már radiolarit- és kalcitdarabok, illetve kvarcszemcsék is megjelentek. A durva szemű homok aránya 5,08%, a közepes szemű homok aránya 2,98%. A minta 0,2 mm-nél kisebb tartományában apró-, finom és nagyon finom szemű homok, iszap és agyag található (7,99%).

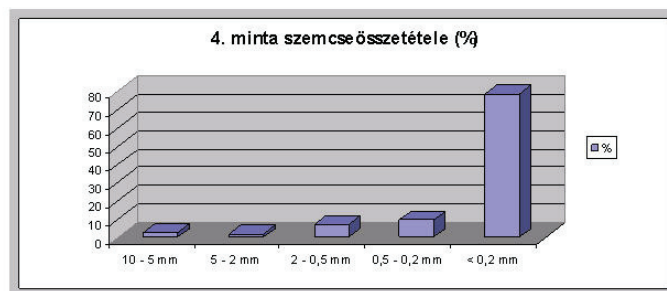


6. ábra: A bányafal 2. rétegéből származó minta szemcseösszetétele (%)



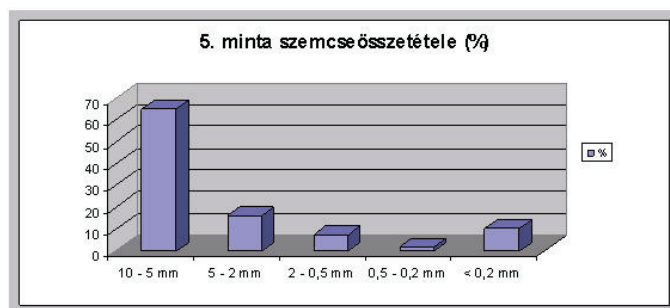
7. ábra: A bányafal 3. rétegéből származó minta szemcseösszetétele (%)

A feltárás baloldalán látható **szürke színű 4. réteg** a 2. réteg fölött egy *mederkitöltés anyaga* (3/a-b. ábra). Itt a finomabb frakciók túlsúlya mutatható ki. A 0,2 mm-nél kisebb szemcsék az anyag 78,79%-át teszik ki. Kiszáritás után ez a minta kötött volt, felületén poligonális elválás volt látható, ami nagy agyagtartalmára utal. Anyagában kvarc, biotitszemcsék, agyagásványok fordulnak elő, döntően homokos agyag. A kavics (2,65%), a murva (2,13%), a durva szemű homok (6,83%) és a közép szemű homok (9,6%) a minta kisebb részét teszi ki (8. ábra).



8. ábra: A bányafal 4. rétegéből származó minta szemcseösszetétele (%)

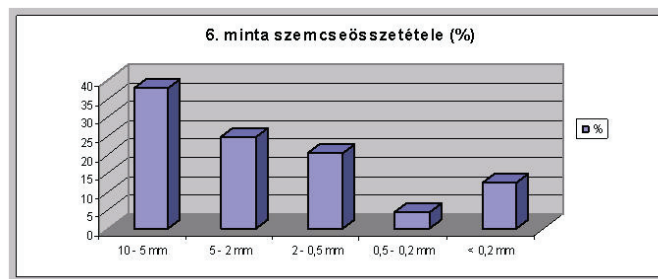
A bányafal **5. rétegében** található szürkés, vöröses árnyalatú folyóvízi anyag a 3. és 4. rétegre települt (3/b. ábra). A rétegben párhuzamos murva és kavicsávok jelennek meg. A begyűjtött minta anyagában a durvább szemcseátmérő uralkodik (9. ábra). A kavics aránya 64,77%, a murva aránya 16,27%. Mindkét frakció lekerekített folyóvízi üledék jelenlétét mutatja, amelyben radiolarit, fehér és szürke mészkő, agyagpala, meszes kötőanyagú konglomerátum, kvarcit és homokkő található. A kavics anyaga kisebb átmérőjű, mint a 2. rétegben. Jelentős a finomabb frakció jelenléte is, a 0,2 mm-nél kisebb átmérőjű anyagok 10%-ot tesznek ki. Ennek anyaga nagyrészt világos szürke színű apró homok és lösz frakció, kevés agyagtartalommal. A durva szemű homok aránya 7,28%, a közpszemű homok aránya pedig 1,68%.



9. ábra: A bányafal 5. rétegéből származó minta szemcseösszetétele (%)

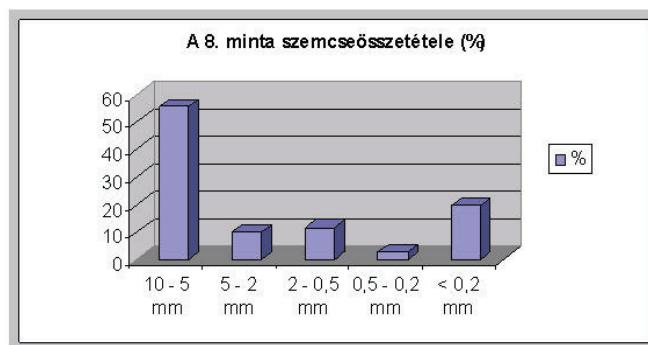
A feltárás szürke színű **6. rétegében** az egyes összetevők már közel azonos arányban képviseltetik magukat. Az összlet folyóvíz által szállított eredetű üledék, amelyben a kavics 37,76%, a murva 24,71%, a durva szemű homok 20,54% és a 0,2 mm-nél kisebb frakció 12,38%. A kavics és murva anyaga mészkő, lekerekített riolittufa, radiolarit, kalcit, kvarcit és agyagpala. A 0,2 mm-nél kisebb szemcséjű anyagban jelentős az agyagtartalom (10. ábra).





10. ábra: A bányafal 6. rétegéből származó 6. minta szemcseösszetétele (%)

A vöröses barna színű 7. réteg valószínűleg egy *delle-kitöltés anyaga*, amely a 6. réteg folytonosságát szakítja meg. Ez az összlet tálalakú formában jelenik meg, ahol nagyobb méretű folyóvízi eredetű kavics és murva frakció nem mutatható ki. Anyaga homogén, finomabb frakciójú üledék, zömmel homokos iszapos agyag (3/b. ábra). A 8. réteg feketés, sötétbarna színű anyaga zárja le a rétegsort, amelyben 55,67% kavics, 9,91% murva, 11,78% durva szemű homok, 2,89% közép szemű homok és 19,75% apró-, finom- és nagyon finom szemű homok, iszap és agyag található. A kavics és murva anyaga koptatott, lekerekített mészkő, radiolarit, kvarcit, kalcit és homokkő (11. ábra). A feltárás tetőszintjében ez utóbbi kavics és murva anyag a felszínen is jól látszik.



11. ábra: A bányafal 8. rétegéből származó 8. minta szemcseösszetétele (%)

A feltárás egyes rétegeinek elemzése után azt mondhatjuk, hogy a *fehér pannóniai homokra diszkordánsan egy folyóvízi üledéksor* települt (3/b. ábra). Mivel a mai felhagyott bányaterület a Déli-Bükk és az Alföld között helyezkedik el, itt a pannóniai korszak után lerakódott üledékrétegek az újabb és újabb akkumuláció és erózió hatásának voltak kitéve (a terület a

Hór-patak vízgyűjtőterületéhez tartozik). Az egyes üledékrétegek között tehát jelentős üledék hiátussal kell számolnunk.

A bányafal teljes területén 3 *folyóvízi meder* is kimutatható. A meder aljában található a feltárás legnagyobb méretű kavicsai, ezért azt kell feltételeznünk, hogy ez az üledék egy *nagyobb szintkülönbségekből adódó felszínlepusztulás és melegebb, csapadékosabb éghajlat* hatására alakult ki, amikor a bükki fedőüledékek pusztulása felélénkült. A medrek kitöltő anyaga változatos, a 3. rétegnél ezt nagyrészt körívszerűen rendeződött kavics és murva adja, míg a 4. réteg szélesebb medrében már a finomabb szemcsék (homok, lösz frakció) dominálnak. A lösz frakció megjelenése a magasabb térszínekről érkező áttelepített anyagra utalhat. Az 5. réteg egy kiegyenlített *folyóvízi feltöltésre* utal, hiszen párhuzamosan fekvő kavics és murva rétegek váltakoznak itt finomabb, apró homokba, nagyon finom homokba (lösz frakció) ágyazottan. A réteg felső részében több helyen is találhatóak több cm vastag és 20–30 cm hosszú *mészerek*. Ez esetleg arra utalhat, hogy a folyóvízi lerakódás megszakadtával a terület szárazföldi térszín volt és egy *szárazabb periódus* köszöntött be, ahol a lerakódott löszüledékből a párolgás mértékének növekedésével megindult helyenként a mészkiválás folyamata. Az 5. rétegre ezt követően egy újabb folyóvízi anyag települt. A 7. réteg egy hidegebb *periglaciális éghajlaton* keletkezett *delle képződmény* kitöltő anyaga. Mivel a delle alapja az 5. és a 6. rétegbe is benyúlik, azt feltételezhetjük, hogy a delle kialakulása már az 5. réteg lerakódásának záró szakaszában megkezdődött. A feltárás delle képződménye egy *hideg, nedvesebb klímaperiodust* feltételez a kutatási területen. A delle kitöltő anyaga vöröses barna színű homokos agyag, ami újabb éghajlati váltásra utal (*melegebb, nedvesebb környezet*). Ez az üledék a magasabb térszínnek áthalmazott *lejtőagyagja*. A feltárás utolsó, sötét barna, feketés árnyalatú **8. rétege** 30–20 cm vastagságban fedi be az említett rétegeket. Anyaga iszapos agyag, a rétegben jelentős mennyiségű, koptatott és lekerekített felületű kavics és murva található. A feltárás teteje 155 m tszf-i magasságú, ahol a felszínen nagy mennyiségű folyóvízi kavics (mészkő, kvarcit, radiolarit, homokkő, riolittufa, stb.) található. A tetőszint megegyezik a Hór-patak II/a. sz. terasz (10–15 m relatív magasságú) szintjével, amely a würmben (felsőpleisztocénban) alakult ki. Itt a magasabb szintek geliszoliflukciós áttelepítésű anyaga keveredhetett még a terasz kavics anyagába.

A bányától keletre eső, *holocénban* (10 200 év – napjainkig) keletkezett I. sz. teraszt többnyire folyóvízi kavics vagy durva homok borítja be, míg a Hór-patak széles árterén több méter vastag alluviális üledék rakódott le (kavics, murva, homok, iszap, agyagrétegek).

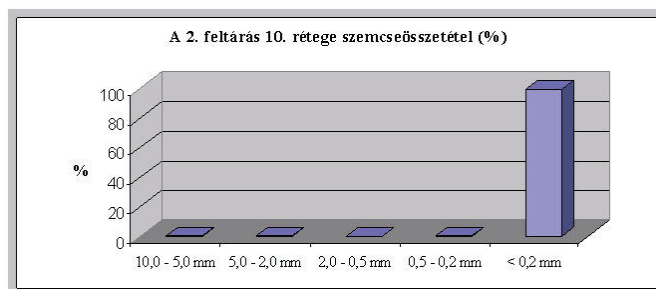
## II. A tardi 2. sz. feltárás

Tardon, a kijelölt két feltárás esetében a Bükkalja miocén vulkáni összleteit (21–13 millió év) fedő fiatalabb üledékrétegek jelennek meg eltérő morfológiai szituációban (Pinczés–Martonné Erdős–Dobos, 1993; Pentelényi, 2002; Szabó, 2005). A **2. feltárás** bányafala közvetlenül a Bála-völgy ártere mentén, a 10 m magas pleisztocén folyóvízi terasz oldalában fekszik. A feltárás (12., 15. ábra) nagy részét a *felső pannóniai Zagyvai Formáció* építi fel (105–914 cm). Itt a kékesszürke homok- és sárgásszürke, vörösbarna foltos homokos agygrétegek váltakozása figyelhető meg, helyenként kavicsos homokrétegekkel.

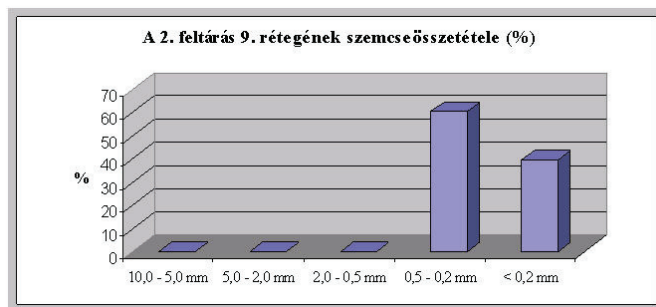


12. ábra: A Tardtól északra fekvő felhagyott homokbánya és a 2. feltárás vizsgált fala

A 0,2 mm-nél kisebb szemcseátmérőjű, finom homok és iszapos agyag a szelvény alsó és középső részén (744–914 cm, 642–724 cm és 483–568 cm között) jelentős arányban (99,23–99,46%) jelenik meg (13. ábra). 724–744 cm között az anyag durvább, a minta 39,52%-át 0,2 mm-nél kisebb szemcseátmérőjű anyag, míg 60,4%-át közép szemű homok építi fel (14. ábra).

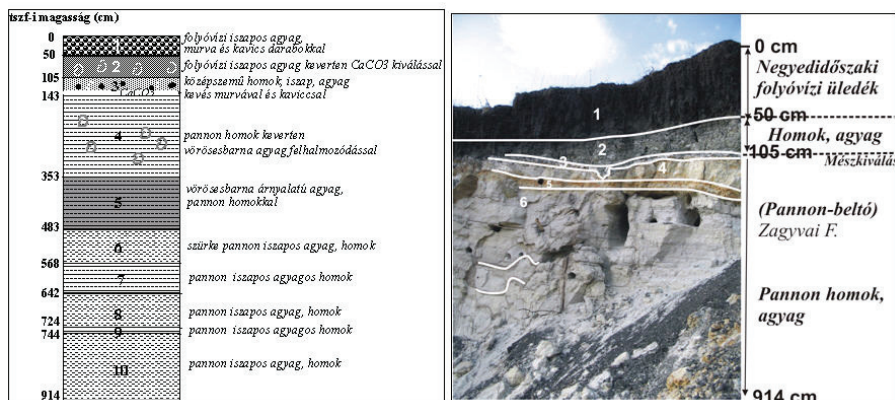


13. ábra: A 2. feltárás 10. rétegének szemcseösszetétele (%)

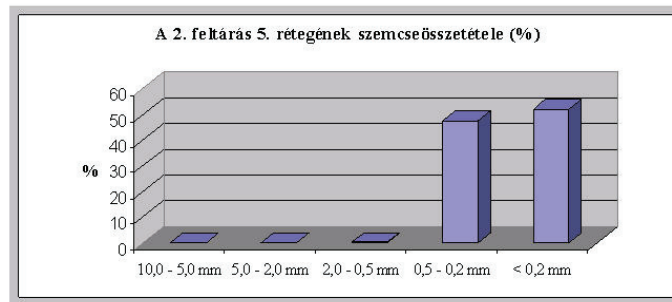


14. ábra: A 2. feltárás 9. rétegének szemcseösszetétele (%)

A **6. rétegben** (483–568 cm) az anyag 99,28%-a világosszürke színű finom iszapos agyag, homok. A mintában a közép szemű homok 1,024%-ot mutat, míg a murva és kavics frakció együttes aránya 0,48%. Az **5. réteg** vöröses barna színével jól elkülönül az előbbi rétegtől. A vöröses árnyalat megjelenése agyag felhalmozódására utal. Az előbbi szinthez viszonyítva csökken a finomabb szemcséjű frakciók megjelenése (15–16. ábra), s a durva szemű homok is csak kis mennyiségben (0,26%) található meg. Az anyag 47,61%-át közép szemű homok, míg 52,13%-át a 0,2 mm-nél finomabb szemcsetartomány adja.

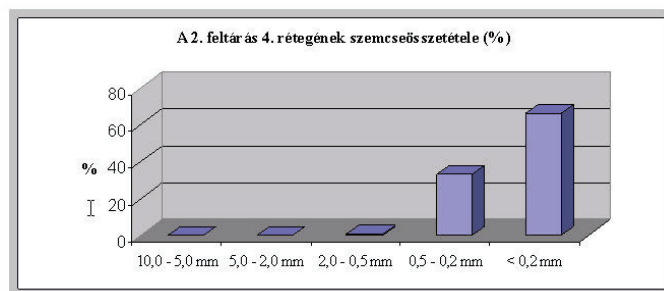


15. ábra: A tardi 2. sz. feltárás szelvénye



16. ábra: A 2. feltárás 5. rétegének szemcseösszetétele (%)

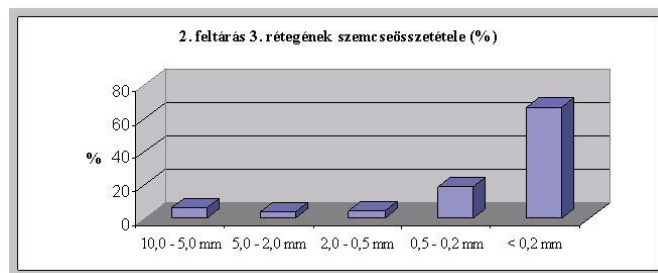
A **4. réteg** újra egy világos szürke színű pannon homokos réteg (143–353 cm), amelyben helyenként még keverten vörösesbarna színű agyag felhalmozódás látható (15. ábra). Az anyag nagy része finom homokból, iszapból (66,15%) és közép szemű homokból (33,1%) áll (17. ábra). A durva szemű homok aránya itt elhanyagolható (0,75%).



17. ábra: A 2. feltárás 4. rétegének szemcseösszetétele (%)

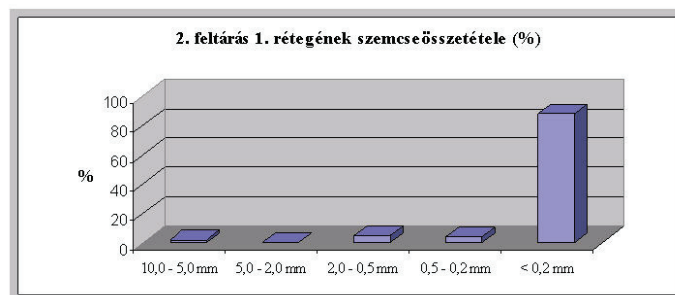
A pannon öszzletek tetején *kiszáradásra utaló mészfelhalmozódás* regisztrálható. A **3. réteg** (105–143 cm) anyagát  $\text{CaCO}_3$ -ban gazdag finom homok, iszap és agyag alkotja (18. ábra). A mintában a finom frakciók dominálnak, a 0,2 mm-nél kisebb szemcséjű anyagok aránya 67,03%. Jelentősebb a közép szemű homok (18,82%) mennyisége, ugyanakkor újdonság, hogy az előbbi rétegekkel ellentétesen a durvább frakciók is megjelennek (durva szemű homok: 4,18%, murva: 3,65%, kavics: 6,32%).





18. ábra: A 2. feltárás 3. rétegének szemcseösszetétele (%)

A **2. réteg** (50–105 cm) sötétebb szürke színű anyaga újra a finom szemcséjű frakció feldúsulását mutatja. A minta 100%-a folyóvízi finom homokos iszapos agyag. Erre a rétegre egy kevertebb anyagú és durvább sötét barna színű *folyóvízi üledék* települt. Az **1. rétegben** uralkodó az iszap és agyag frakció (88,2%). A durva és közép szemű homok 4,98–4,07%-ot mutat, míg a murva (0,53%) és a kavics (2,2%) frakció mennyisége elhanyagolható (19. ábra). A talajmintában talált murva és kavics koptatott, lekerékített felületű, így ez az anyag folyóvízi szállítási eredetére utal.



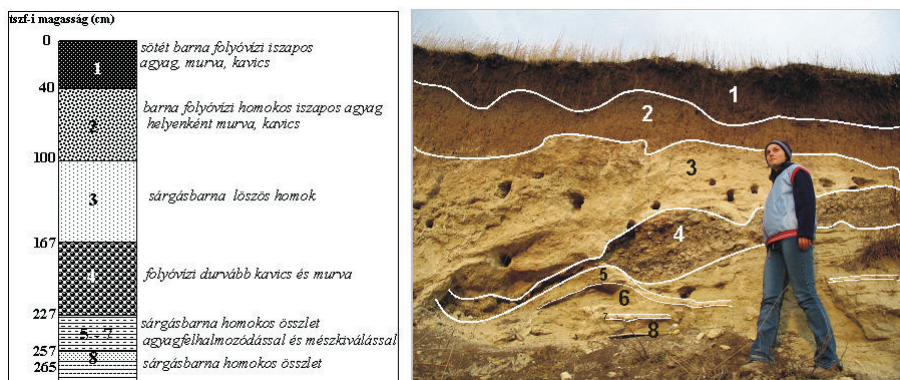
19. ábra: A tardi 2. feltárás 1. rétegének szemcseösszetétele (%)

Összesítve a 2. feltárás egyes szintjeiben talált és elemzett üledékeket, azt mondhatjuk, hogy a szelvény alsó szintjeiben (483–914 cm) a pannon iszapos agyag és az iszapos agyagos homok váltakozása a Pannon-beltó egy-egy jelentősebb transzgressziós (tenger előrenyomulása) vagy regressziós (tenger visszahúzódása) folyamatát bizonyíthatja a partok mentén (5. ábra). Ekkor Tard és környéke ugyanis a *Pannon-beltó partvidékének övezetébe* esett, míg északabbra a Bükk hegység területe kiemelt pusztuló szárazföldi térszín volt (Borsy, 1987). A szürke színű pannon homokos iszapos agyag összlet 353 és 483 m mélyen vörösesbarna színű árnyalatú, mely az üledékben agyag felhalmozódásra utal. A vörösesbarna színű agyag keverten még a

4. rétegben is megjelenik, majd ezt a rétegsort 142 m mélyen egy  $\text{CaCO}_3$ -ban gazdag pár cm-es szint zárja le. Ez utóbbi szint azt jelzi, hogy a pannon összlet lerakódásának utolsó fázisában *melegebb, szárazabb (szemiarid – arid?) éghajlat* alakulhatott ki. Valószínű, hogy a ma 143 cm mélyen található üledék felszíne sokáig szárazulat volt, így a vizes pannon homok kiszáradt és a víz párolgásával párhuzamosan a vízben oldott  $\text{CaCO}_3$  a felszínen kivált. Ezek a folyamatok tehát egy *kiszáradási folyamatnak* és egy *klímaváltozási folyamatnak* is a bizonyítékai lehetnek. A 105 és 143 cm mélyen megjelenő meszes rétegben lekerekített felületű murva és kavics anyag is kimutatható. Ez az üledék felhalmozódás és a 2. réteg sötétebb szürke színű folyóvízi iszapos agyagja már azt jelzi, hogy a Bükk hegység magasabb területeiről a Bála-völgy kialakításában szerepet játszó Tardi-ér *folyóvízi üledéket* rakhatott itt le (az 1:50 000 topográfiai térképen a Tardi-ér Lator-patakként szerepel). A folyóvízi iszapos agyagban megjelenő „mészcsíkok” az anyag szárazföldi áttelepítésére utalnak. A szelvény üledéksorát végül az 1. réteg *folyóvízi eredetű iszapos agyagja* zárja, melyben már jelentősebb mennyiségű lekerekített felületű *murva és kavics anyag* is található. Mivel a feltárás tetőszintjének kialakulása a II/a. sz. folyóvízi terasz formálódásához kötődik, a felső két szint üledékei a felsőpleisztocénban (negyedidőszakban) keletkezettek, amikor a Tardi-ér völgymélyítésével, majd völgyszélesítésével kiformálta a terasz felszínét.

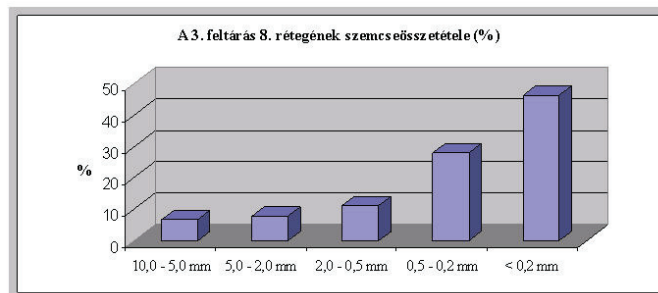
### III. A tardi 3. sz. feltárás

A 3. sz. *feltárás* felhagyott bányafala a Bála-völgy nyugati torkolati szakaszán, a Hosszú-járó déli részén, a Tardi-értől nyugatra helyezkedik el. A 2. feltárástól délnyugati irányban 550 m-re fekszik (2., 20. ábra).



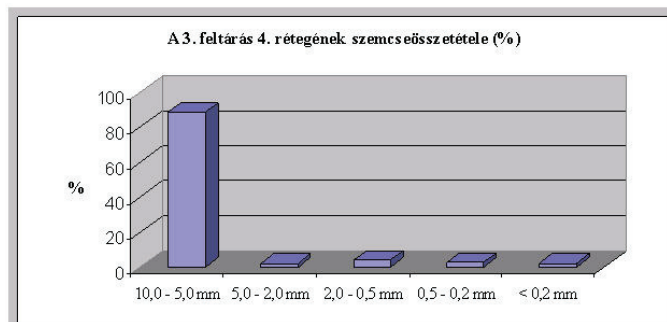
20. ábra: A tardi 3. sz. feltárás szelvénye (a 3. rétegben gyurgyalag telepek láthatók)

A 3. feltárás különböző szintjeiben a pannon homokra települt fiatalabb folyóvízi rétegsort tanulmányozhatjuk (20. ábra). Az alsó rétegekben változva jelennek meg a világos sárga színű könnyen széteső homok összetételek, amelyeket helyenként vörösesbarna színű agyagfoltok (6 és 8. réteg) és néhány cm vastag mészkiválás jellemez (7., 5. réteg). A 8. rétegben a durva és közép szemű homok az anyag 39,11%-át adja, de jelentősebb az apró-, finom- és nagyon finom szemű homok, iszap és agyag frakció aránya (46,31%). A kavics (6,57%) és a murva (8,01%) mennyisége alárendelt (21. ábra).



21. ábra: A 3. feltárás 8. rétegének szemcseösszetétele (%)

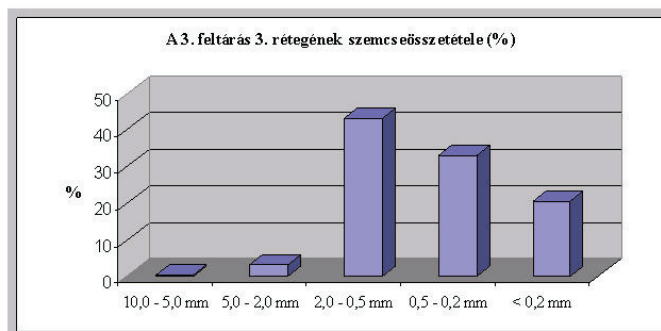
A 4. réteg (167–227 cm) esetében *durvább folyóvízi kavics és murva* rakódott le (22. ábra). A kavics anyagában ignimbit kavicsok, mészkődarabok, illetve horzsakődarabok is felismerhetők. Az anyag 88,4%-a kavics, 2,44%-a murva. A homok, iszap és agyag együttes előfordulása 11,6%.



22. ábra: A 3. feltárás 4. rétegének szemcseösszetétele (%)

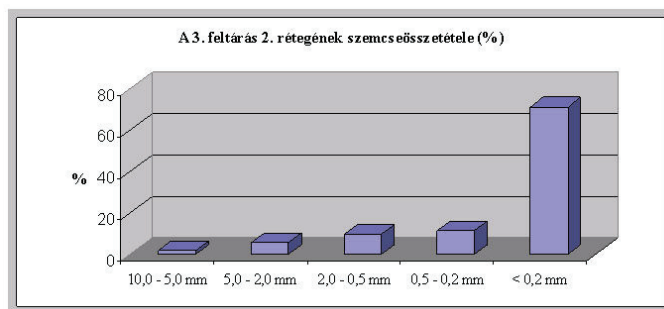
A 3. réteg (100–167 cm) egy világos sárgásbarna színű *lössös homok üledéksint*, amelynek nagy részét (43,14 és 33,1%-át) a durva és közép szemű homok építi fel (23. ábra). Jelentős a 0,2 mm-nél kisebb szemcséjű

anyagok mennyisége (20,53%) is, illetve az anyagba keverten helyenként murvát (3,01%) és kavicsot (0,22%) is találunk. A löszös homok rétegben számos gyurgyalag telep figyelhető meg.



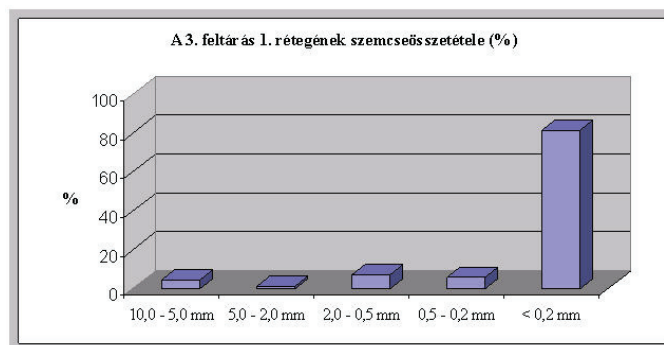
23. ábra: A 3. feltárás 3. rétegének szemcsösszetétele (%)

A **2. réteg** (40–100 cm) egy barna színű *folyóvízi homokos iszapos agyag* összlet, amelybe elvéve folyóvízi, lekerekített felületű murva és kavics darabok (5,68% és 1,85%) ülepedtek le (24. ábra). Az anyag nagyrészt 0,2 mm-nél kisebb szemcsékből épül fel (71%), a durva és közép szemű homok 10,07%-ot és 11,4%-ot mutat.



24. ábra: A 3. feltárás 2. rétegének szemcsösszetétele (%)

A sötétbarna színű **1. rétegben** (0–40 cm) egy *pleisztocén teraszfelszín anyagát* ismerhetjük fel (25. ábra). A mintában az apró-, finom- és igen finom szemű homok, iszap és agyag dominál (81,36%). A közép szemű homok (5,79%), a durva szemű homok (7,17%) a murva (1,1%) és a kavics (4,57%) frakció mennyisége itt alárendelt.



25. ábra: A 3. feltárás 1. rétegének szemcseösszetétele (%)

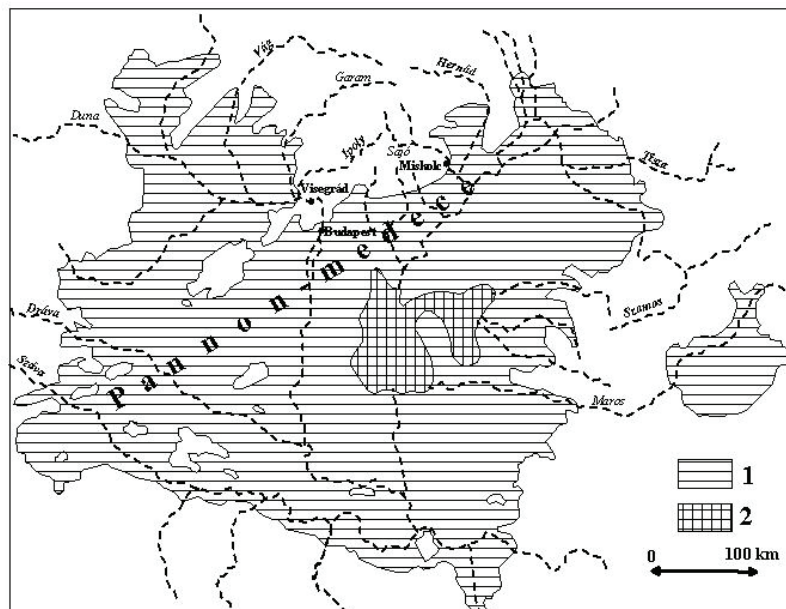
A 3. feltárásban, mint láthattuk, egy 285 cm vastag rétegsor tárul fel (20. ábra). A szelvény alsó harmadában (227–285 cm) a Pannon-beltő homokjára települve váltakozó rétegekben vörösesbarna színű agyaggal kevert iszapos agyagos homok rétegek és mészkiválásos sávok jelennek meg. Ezek a 2. feltáráshoz hasonlóan *szárazabb és melegebb klímahatásokra*, illetve a beltő parti sávjában *kiszáradási folyamatokra* utalnak. A mészkiválásos rétegre (227–235 cm) egy új, durva folyóvízi összlet települt, amelyben nagy méretű és durva kavics anyag is előfordul. A meder aljában található a feltárás legnagyobb méretű kavicsai, ezért azt kell feltételeznünk, hogy ez az üledék egy nagyobb szintkülönbségekből adódó felszínlepusztulás hatására alakult ki. Ennek az üledéknek a megjelenése csak egy *melegebb és csapadékosabb időszakhoz* köthető, amikor a Bükk hegység területéről jelentős mennyiségű anyag pusztult le, s a felszíni vizek (Tardi-ér/Lator-patak) segítségével az kijutott az előtérbe. A 20. ábrán jól látható, hogy ez a kavicsanyag tulajdonképpen egy *folyóvízi meder* anyaga. A meder jobb oldali része látható a képen, míg folytatása a bányafal területén tovább követhető. A folyóvízi medert finomabb durva-, közép-, apró-, és nagyon finom szemű homok, löszös homok béleli ki. A löszös homok és a durvább – finomabb szemcséjű homokok együttes jelenléte itt arra utalhat, hogy a lerakódott folyóvízi üledékekből egy *szárazabb, hidegebb klíma szakaszban* a szél kifújta a finom homokot és tovább szállította, majd a közelben rakta le. Ugyanakkor felmerülhet még az a lehetőség is, hogy az északabbra fekvő és riolituffakkal fedett területen indult meg a tufa aprózódásával a finom lösz frakció képződése, majd ez az aprózódott anyag települt át déli irányban a felszíni víz segítségével (ld. az üledék egy mederben fekszik). A felső két üledékszint barna és sötét barna színe, valamint a homokos iszapos agyag és a közben lerakódott nagy mennyiségű murva és kavics anyag arra utal, hogy egy *melegebb, de csapadékosabb klímaszakaszban* képződött ez a folyóvízi üledék, majd



rakódott itt le. A murva és kavics felülete jól lekerekített, anyaga bükki eredetre utal. A feltárás tetőszintje itt is a II/a. sz. folyóvízi terasz szintjét jelzi, így a felső két szint üledékeinek lerakódása (a 2. feltárással hasonlóan) szintén kapcsolatba hozható a Tardi-ér folyóvízi teraszának kialakításával.

### Összegzés

Az elemzett három feltárás üledékeinek kora – relatív kormeghatározás alapján – a felsőmiocén és a felsőpleisztocén (würm) közé tehető. Sajnos az üledékek települése helyenként diszkordáns, így a teljes rétegsort nem tudjuk a megadott időhatáron belül nyomon követni, helyenként jelentős réteghiátussal kell számolnunk. A feltárások ugyanakkor azt igazolják, hogy egymást követően *több klíma szakasz* is kimutatható a Pannon-beltó fokozatos feltöltődését és kiszáradását követően a Bükkalja területén. A Pannon-beltó legnagyobb kiterjedését a felsőpannon pontusi emeletében (8,5–5,6 millió év) érte el a Kárpát-medence térségében. Víz alá kerültek ekkor az Északi-középhegység öblözetei, valamint megsüllyedt medencéi is. Tard környezete ennek következtében valószínűleg a parti zónába esett, míg az 1. feltárás területe (Bogács) ettől délebbre, a beltó mélyebb zónájában helyezkedett el (26. ábra).



26. ábra: A Pannon-beltó legnagyobb (felsőmiocén: pontusi emelet) (1) és legkisebb (2) kiterjedése (szerk. Borsy Z.–Franyó F.)

A tardi parti szakaszon lerakódott pannóniai Zagyvai Formáció homokja, valamint iszapos agyag és homokos üledékrétegei ciklusos vízmozgásra utalnak. A partok közelében valószínűleg a víz előrenyomulása finomabb, míg visszahúzódása durvább üledékrétegeket rakott le. Ezt a folyamatot szépen követhetjük a 2. feltárás alsó szintjeiben (483–914 cm).

A **2. és 3. feltárás** ugyanakkor azt is igazolja, hogy a **beltó visszahúzó-dásával** párhuzamosan **éghajlatváltozás** következett be. Ennek bizonyítékai lehetnek a pannóniai homokos üledékrétegek fedőjében konkordáns településben **megjelenő  $\text{CaCO}_3$  kiválások** (2. feltárás: 105–143 cm; 3. feltárás: 227–257 cm). A **melegebb és szárazabb klímahatás** miatt a területről fokozatosan húzódhatott vissza a víz és közben a korábban lerakódott összletekből a vízben oldott mésztartalom a párolgás miatt a felszínen kivált. Ez a mészfelhalmozódás markánsan jelentkezik mindkét esetben. Schweitzer F. és Szöör Gy. (1992) szerint a Pannon-beltó teljes eltűnését kapcsolatba hozhatjuk a Földközi-tenger kiszáradásával (Bérbaltavári szakasz: 5,6–5,4 millió év), a magasabb peremek felől érkező **folyóvízi feltöltéssel**, a beköszöntő **sivatagi-félsivatagi éghajlattal** és az ezzel párhuzamosan megjelenő **kiszáradási folyamattal**. A tardi szelvényekben feltároló üledékek ezt a folyamatot látszanak igazolni. A vízpart visszahúzó-dásával párhuzamosan megindulhatott a Bükk hegység felől érkező őspatakok folyóvízi feltöltése, illetve a bükki fedőüledékek áthalmazódása. Ezt a tardi 2. feltárás 50 – 105 cm mélyen megjelenő meszes iszapos agyagrétege is jelzi. Mivel a kiszáradási folyamat után az üledékek helyenként diszkordáns településben jelennek meg, jelentős üledék hiánnyal számolhatunk. A feltárások tetőszintjében talált üledékek már fiatalabb, valószínűleg (negyedidőszaki) pleisztocén korúak (1,8–0,01 millió év, mivel az egyes rétegekben fossziliákat nem találunk, pontosabb kormeghatározásra e tanulmányban nincs lehetőségünk).

A kiszáradt tóparton ezt követően durva, lekerékített és koptatott felületű folyóvízi kavics és murva anyagot is tartalmazó üledék rakódott le. A víz által szállított összletet az a patak és mellékvizei rakhatták le, amelyek a Déli-Bükk területéről érkeztek és részt vettek a Bála-völgy folyóvízi teraszokkal kísért völgyének (2. ábra) kialakításában (ez a mai Tardi-ér ősi vízrendszere lehetett; helyenként zavart okozhat, hogy a Tardi-ér az 1:50 000-es topográfiai térképeken Lator-patakként szerepel!). Az üledék összetétele bükki eredetre utal. A durva és nagy mennyiségű hordalékanyag új hegység kiemelkedési szakaszt és **melegebb, csapadékosabb éghajlatot** feltételez. A magasabb térszíneken lehulló jelentős csapadék felgyorsította a bükki fedőüledékek pusztulását, s a nagyobb szintkülönbségek miatt megindulhatott a folyóvízi hordalékok áttelepítése, majd a hegységi előtérben való felhalmozódása. A bányafalak metszeteiben több meder maradványa is kimutatható.

Lehetséges, hogy ezek a medrek a mai Bála-völgyben futó Tardi-ér és mellékvízeinek egykori medrei lehettek.

A 3. feltárás esetében a durva kavicsból és murvából felépült mederaljzatot finomabb *lössös homok* béleli ki (100–227 cm). Ez azt igazolja, hogy a medermélyítést követően csökkent a patak munkavégző képessége, s a patak finomabb folyóvízi homokot rakott le. A fluviális feltöltéssel párhuzamosan helyenként eolikus folyamatok is megjelenhettek, ezt a löszös homok megjelenése jelzi. Ha figyelembe vesszük, hogy a lösz frakció *hideg száraz éghajlaton* keletkezik, akkor e folyamat háttérében is egy újabb éghajlatváltozást regisztrálhatunk. A mederben talált lösz frakció egyrészt eolikus felhalmozódással, másrészt a magasabb térszínnek riolitufa összeleteinek aprózódásával, majd folyóvízi áttelepítésével is kialakulhatott.

A 3. feltárás felső két szintjében újra *meleg és csapadékos éghajlaton* keletkezett folyóvízi üledék rakódott le. A melegebb éghajlatot a finomabb szemcsék nagyobb arányú megjelenése is jelzi. A *folyóvízi homokos iszapos agyagba keverten kavics és murva ülepedett* le. Mindkét feltárás tetőszintje a II/a. sz. folyóvízi terasz oldalában és szintjében (10 m) fekszik, így ezt a záró üledékréteget a Tardi-ér (Lator-patak) würmi folyóvízi teraszának formálódásához köthetjük.

Az **1. feltárás** abban különbözik az előbb elemzett bányafalaktól, hogy itt a fiatalabb, pleisztocén korú üledékek nagyobb mennyiségben és nagyobb változatosságban jelennek meg. A vizsgált terület a Pannon-beltő hajdani partvidékétől délebbre esett. A feltárás alsó szintjében a *felsőpannoniai Zagyvai Formáció homokos rétege* jelenik meg. A homokra diszkordáns településben egy *folyóvízi üledéksor* települt, amelyben több meder maradvány is kimutatható. A mederaljzat durva kavics anyaga itt is egy *kiemelkedési fázist* és egy *melegebb, csapadékosabb éghajlat* beköszöntét jelzi. A mederkitöltés anyaga helyenként durva kavics és murva, máshol finomabb homokos iszapos agyag, kavics és murva. Erre az összetetre hasonló feltételek mellett (5. réteg) finomabb szemcséjű folyóvízi üledéksor, homok és lösz frakció települt.

Az 5. réteg felső részében tanulmányozható *mészerek* arra utalnak, hogy a folyóvízi lerakódást követően a terület szárazföldi térszinné vált, ahol egy *szárazabb periódus* köszöntött be, s a lerakódott löszüledékből a párolgás mértékének növekedésével megindult helyenként a mészkiválás folyamata.

Erre a felszínre később *csapadékosabb és melegebb éghajlaton* újabb folyóvízi eredetű üledék (6. réteg) rakódott le.

A 7. réteg alja egy *hidegebb és nedvesebb (pleisztocén, periglaciális éghajlaton)* keletkezett tál keresztmetszetű *delle képződmény*. Dellék és deráziós völgyek olyan területeken képződnek, ahol a fagyott altalaj felett elhelyezkedő, naponta felolvadó és lefagyó aktív rétegben jelentőssé válik az

ún. fagyos talajfolyás (geliszoliflukció) jelensége. Hazánkban e martformák kialakulása a pleisztocén hidegebb fázisaihoz köthetők. A feltárás falában a delle megjelenését a völgyaszimmetria is igazolja. A derázió gyakran a völgy egyik oldalát ugyanis erősebben pusztítja.

A delle kitöltő anyaga ezzel ellentétben vöröses barna színű homokos agyag, ami újabb éghajlati váltásra utal (*melegebb, nedvesebb környezet*). Ez az üledék valószínűleg a magasabb térszínnek áthalmazott *lejtőagyagja*. A feltárás utolsó, **8. rétege** 30–20 cm vastagságban fedi be az említett üledékszinteket. Anyaga iszapos agyag, a rétegben lekerekített és koptatott felületű kavics és murva található. Kialakításában egyrészt a magasabb térszínéről áttelepített geliszoliflukciós anyag felhalmozódása, másrészt a Hór-patak II/a. sz. folyóvízi terasz kiformalódása is szerepet játszhatott.

Összességében azt mondhatjuk, hogy az elemzett szelvényekben feltároló üledékek kora a felsőmiocén pannóniai korszaka és a negyedidőszak felsőpleisztocén (würm) kora közé tehető (1. melléklet). Az üledékek kialakulása során – a szelvények helyzetéből adódóan – több lepusztulási fázis feltételezhető a kutatási területen. Egyes geológiai szintek a Tardi-ér (Latorpatak) és a Hór-patak pliocéni, illetve negyedidőszaki eróziós és völgymélyítési folyamatai következtében hiányoznak a rétegtani sorból. Valamennyi szelvény azt támasztja alá, hogy a Bükkalja északi részén már mintegy 8,5 millió évtől 0,01 millió évig *ciklusos éghajlat változási periódusok* voltak, amelyek befolyásolták a geológiai üledékrétegek lerakódását és a felszínfejlődési folyamatokat is. A jövőben bekövetkező éghajlatváltozások tehát természetes állapotnak tekinthetők, amelyekre antropogén tevékenységeink is hatással lehetnek.

1. melléklet: A későneogén – antropogén időszak korbeosztása.  
(a szürke színnel jelzett cellák a terület főbb, üledékekben megfogható relatív korokra utalnak)

Ma	KORBEOSZTÁS					
	IDŐSZAK	KOR		KORSZAK EMELET	SZARAZFOLDI EMELET GERINCES FAUNA ALAPJÁN	
0,01	ANTROPOGÉN	HOLOCÉN	UJ			
			Ó			
PLEISZTOCÉN		FELSŐ		Pilis	Szántói	
		KOZEPSŐ			Solymári	
		ALSÓ		Bihari	Mosbacher	
					Cromeri	
				Villányi	Kislángi	
					Bereemendi	
3,7		PLIOCÉN	FELSO	Romániai	Villafrancai	
			ALSÓ	Daciai	Baróti	Csarnótai
					Ruscini	
5,6	MIOCÉN	FELSO	Pontusi	Baltavári	Bérbaltavári (?)	
					Hatvani	
Pannóniai			Sümegi	Csákvári		
				Rhenohassi		
8,5				Eppelsheimi	Bódvai	
					Monaciai	
11,5						



**Irodalom**

- [1] Borsy, Z. (1990): Evolution of the Alluvial Fans of the Alföld, in: Rachocki, A. H.–Church, M. (eds.): Alluvial Fans: Field Approach, John Wiley Sons Ltd.
- [2] Juhász Gy.–Gajdos I.–Pap S.–Németh G. (1996): A Zagyvai Formáció, in: Gyalog L. (szerk.): A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása, MÁFI Alkalmi Kiadványa 187, Budapest, 70. p.
- [3] Marosi S.–Somogyi S. (1990): Magyarország kistájainak katasztere I-II., MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, pp. 837–856.
- [4] Pelikán P. (2002): Földtani felépítés, rétegtani áttekintés, in: Baráz Cs. (szerk.): A Bükk Nemzeti Park, Hegyek, erdők, emberek, Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, Eger, pp. 23–49.
- [5] Pelikán P. et al. (2002): A Bükk hegység földtani térképe, 1:100 000, Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest.
- [6] Pentelényi L. (2002): A Bükkalja I. Földtani vázlat, in: Baráz Cs. (szerk.): A Bükk Nemzeti Park, Hegyek, erdők, emberek, Bükk Nemzeti park Igazgatóság, Eger, pp. 205–216.
- [7] Pinczés Z.–Martonné Erdős K.–Dobos A. (1993): Elterések és hasonlóságok a hegyláb felszínének pleisztocén felszínfejlődésében, Földrajzi Közlemények, CXVII. (XLI) kötet, 3. szám, pp. 149–162.
- [8] Szabó E. (2005): Gyurgyalag telep természetvédelmi szempontú vizsgálata Tardon és a területhez kapcsolódó oktatási, bemutatási lehetőségek, Szakdolgozat, Eger, pp. 1–82.