

Prakfalvi Péter

**A nógrádszakáli
fatörzslenyomat barlangok
kutatástörténete, földtana és genetikája**

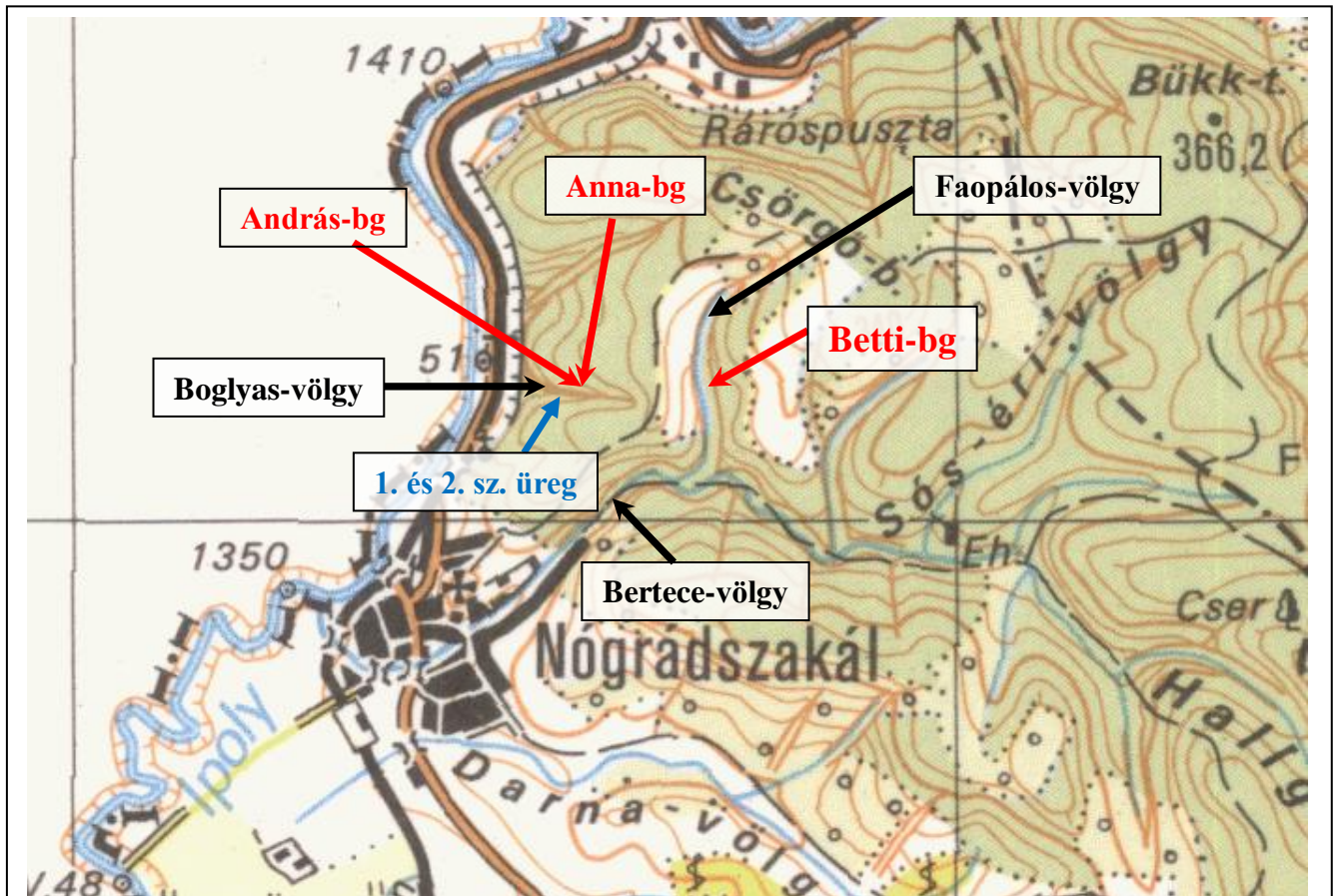
**Cholnoky Jenő Karszt- és Barlangkutatói Pályázatra benyújtott
pályamunka**



Salgótarján, 2010

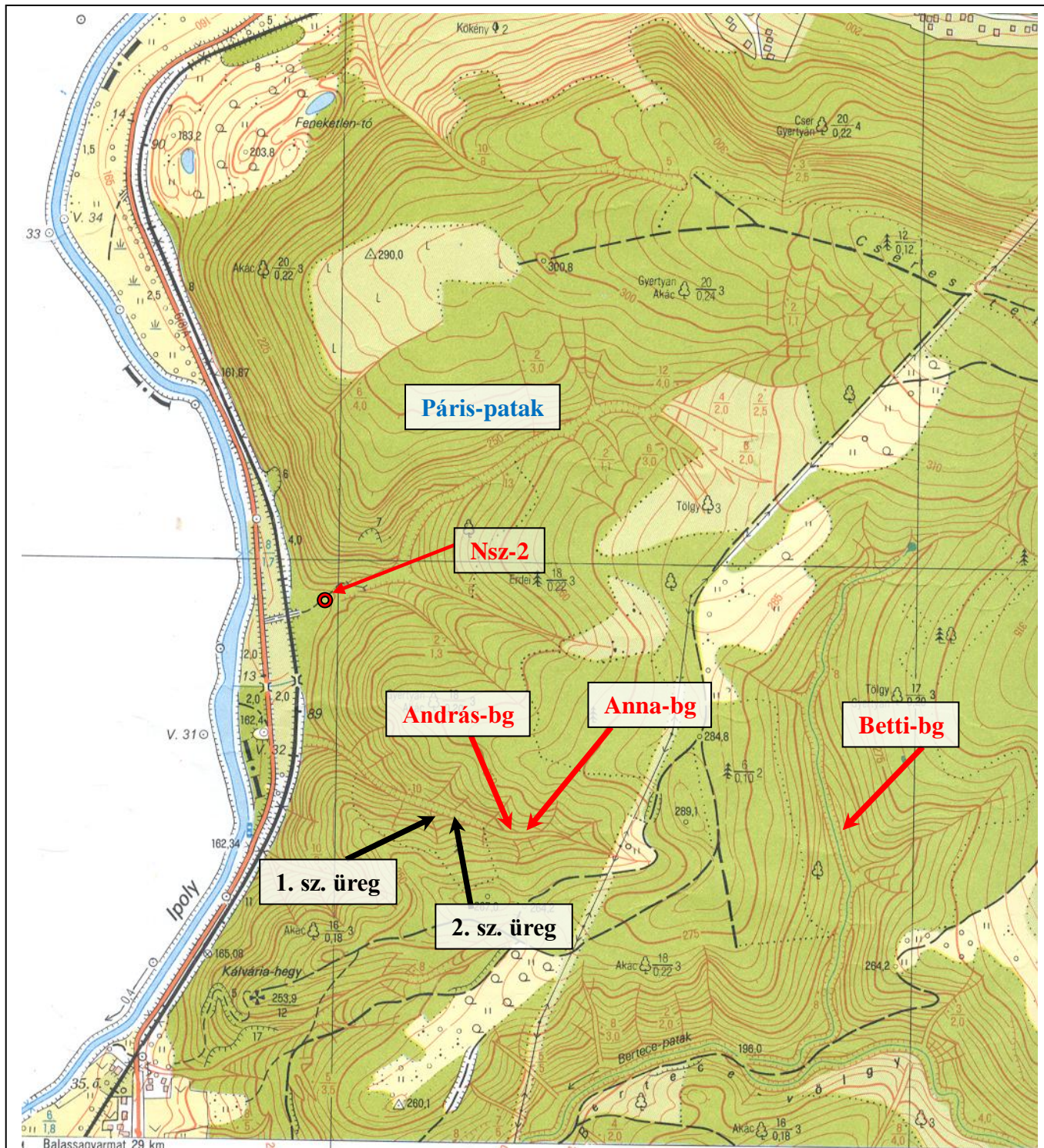
1. A nógrádszakáli fatörzs barlangok megközelíthetősége:

A Betti-, Anna-, András-barlangok, valamint 1. és 2. sz. üreg Nógrád megyében, Nógrádszakál közigazgatási területén található (1. ábra).



1. ábra: Nógrádszakál és környékének áttekintő térképe a barlangok feltüntetésével. (Kartográfiai Vállalt 1988, eredeti méretarány M=1:100 000).

A Betti-barlang a Bertece-patak völgyéből (piros + jelzés) É-nak nyíló, névtelen, újabban Faopálos-völgynek nevezett (Kun Jäger E. 1997, Tarsoly D. 2008) árokban helyezkedik el. Az András- és az Anna-barlangok, valamint az 1. és 2. számú üregek a Páris-patak völgyétől D-re húzódó névtelen, újabban Boglyas-völgynek nevezett árokban található. A barlangok és üregek a Cserhát É-i részén nyílnak a felszínre, pontosabb elhelyezkedésüket a 2. ábra mutatja.



f. Balassagyarmat 29 km
ORSZÁG Nógrádszakál

686

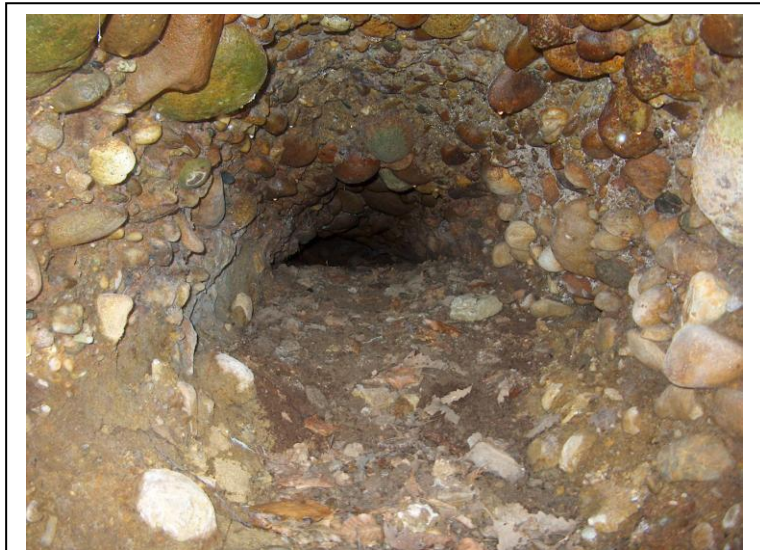
2. ábra: A nógrádszakáli fatörzs barlangok és üregek részletes helyszínrajza. (Kartográfiai Vállalt 2001, eredeti méretarány M=1:10 000).

2. A felfedezett barlangok kutatástörténete:

2.1. A Betti-barlang kutatástörténete:

A barlangról eddig semmilyen irodalmi adat nem áll rendelkezésre, vélhetően tudtak a „lyukról”, de nem ismerték fel, hogy ez természetes úton keletkezett és barlangi méretű.

2008. január 13-án a nógrádszakáli Faopálos-völgyben található forrás felmérése, kataszterezése során észleltem a barlangot. A környékbeliek ismerhették az üreget, de a keletkezésével nem voltak tisztában, így nem is tudhatták, hogy ez barlangnak tekinthető. Méretei alapján sokan rókalyuknak vélhették (3. ábra). A fő fatörzs hossza 4,4 m, a mellékág kb. 2 m. A főág átmérője 65 cm, a mellékágé kb. 20 cm (4. ábra). A barlang anyakőzet gyengén kötött konglomerátum. Iránya $87-273^{\circ}$, vagyis közel K-Ny-i irányú.

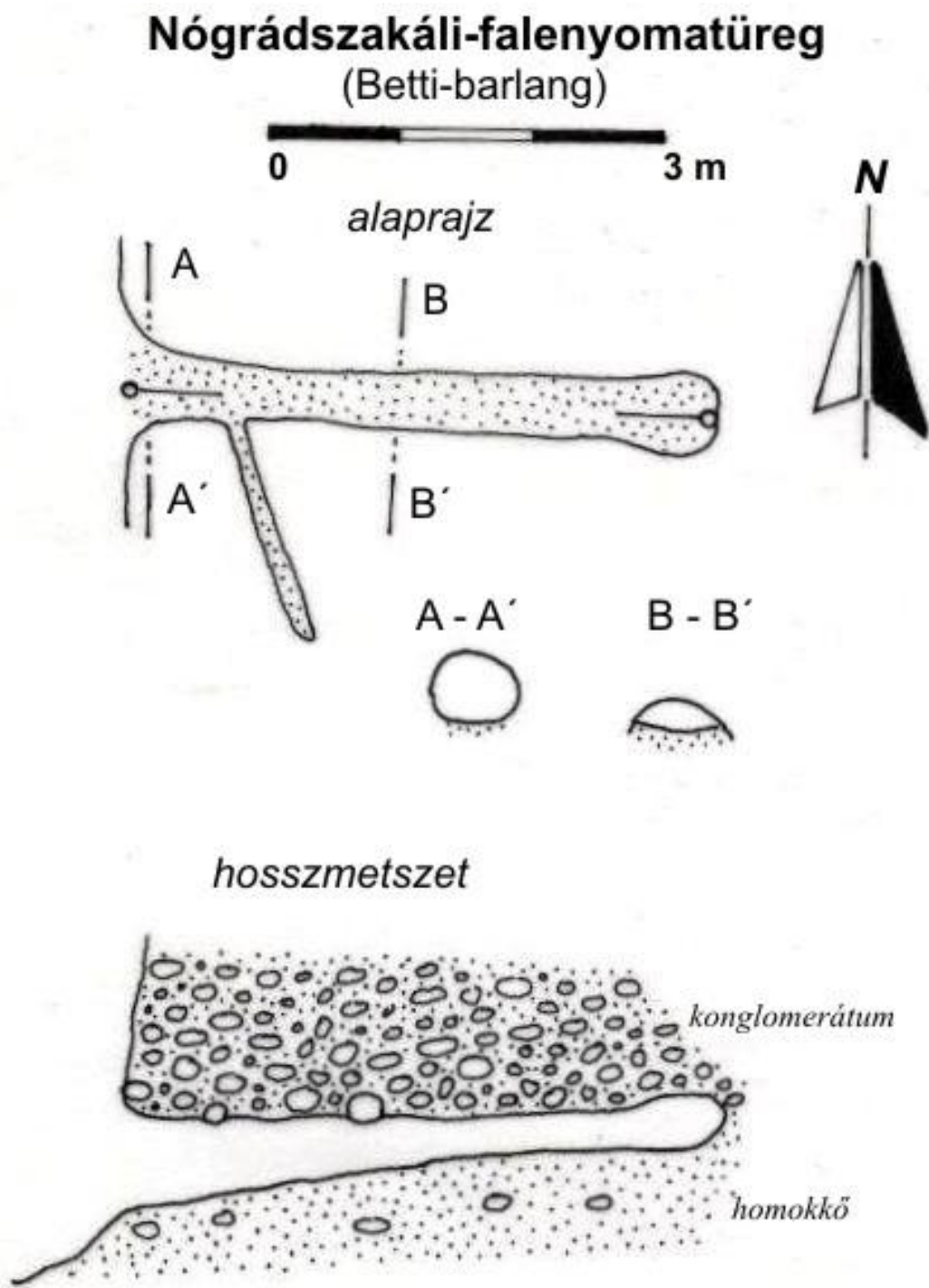


3. ábra: 2008. január 13-án felfedezett Betti-barlang a nógrádszakáli Faopálos-völgyben (Fotó: Prakfalvi P. 2008).

A völgytalpat rétegzett homokkő, andezittufa, tufit alkotja.

Erre átmenet nélkül közepesen vagy rosszul kerekített, túlnyomó többségében andezit, kvarcit (lidit, hidrotermális kvarcit, radiolarit), gránit és metamorfit kavicsokból (75 % andezit, 22 % kvarcit, 2 % gránit, 1 % metamorfit) álló rétegtag következnek. A kavicsok rosszul osztályozottak: min.: 0,4 cm, max.: 30 cm. Az is megállapítható, hogy kvarcitok sokkal jobban kerekítettek, mint az andezit kavicsok, ami nyilvánvalóan összefüggésben van a szállítási távolsággal. Ebben található a falenyomat üreg. A falenyomat alsó része a rétegzett andezittufa, tufit felszínen helyezkedik el, de a kavicsos összlet vastagabb, mint a fatörzs átmérője.

A kavicsos rétegre keresztarétegzett tufa települ, majd andezittufa, andezit blokkokkal, amit andezit lávpad követ.



Felmérték: Gaál L., Prakfalvi A., Prakfalvi P., 2008. 6. 20-án

4. ábra: A Betti-barlang felmérési térképe. A vázlaton jól látható az egykori fatörzs egy ága is (Gaál L.-Prakfalvi A.-Prakfalvi P. 2008).

2.2. Az András-, Anna-barlangok és az 1., 2. sz. üregek kutatástörténete:

A barlangokról és üregekről eddig semmilyen irodalmi adat nem állt rendelkezésre, így megalapozottnak tartom azt az állítást, hogy a szakma számára további új barlangok kerültek felfedezésre.

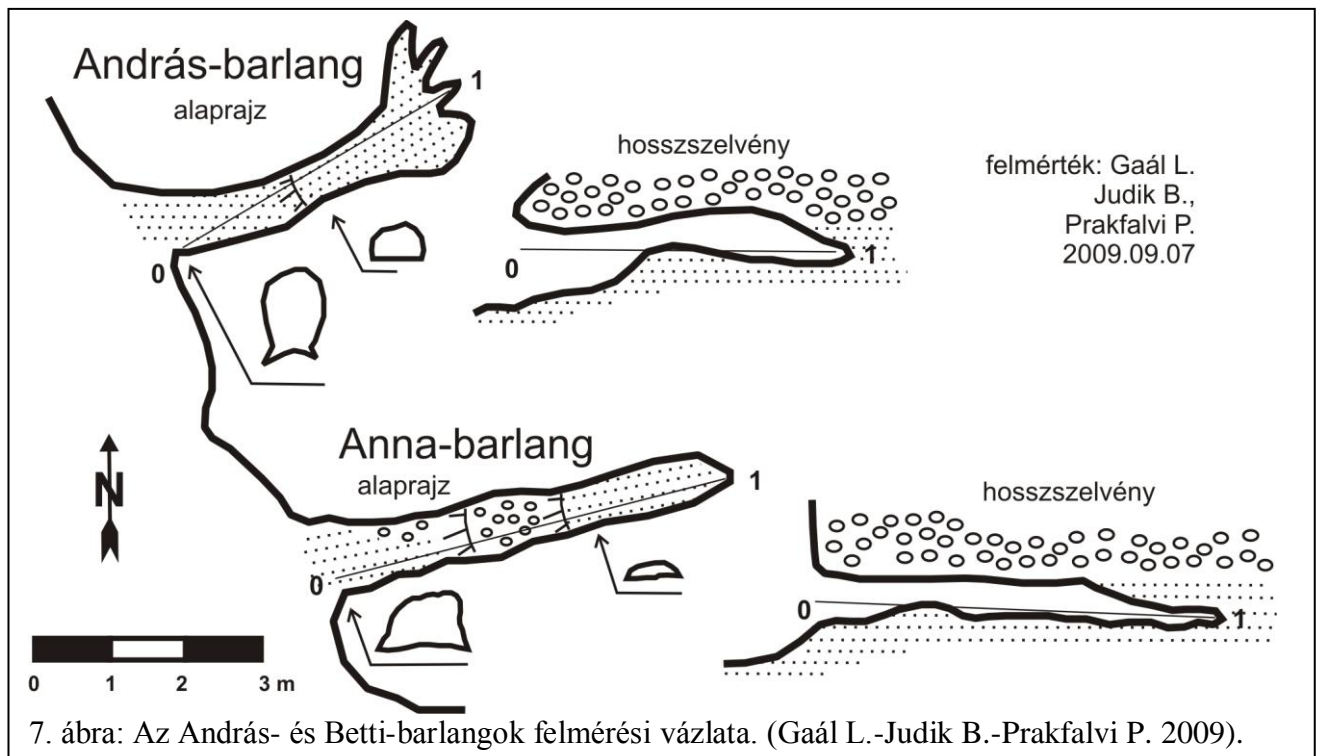
A barlangok és üregek feltárása tudatos, megtervezett kutatás eredménye volt. A Betti-barlang anyaközetének ismeretében Prakfalvi Andrással 2008. 08. 20-án bejártuk azokat a völgyeket, amelyek ebbe a kavicsos ösztletbe vágódtak be. Ehhez felhasználtuk Bartkó Lajos (1952) és Kun Jáger Emese (1997) földtani térképeit. A terepbejárás sikerrel járt, egy völgyben két üreget (1. sz. és 2. sz. üreg) és két barlangot (András- és Anna-barlang) tártunk fel (5. 6. és 7. ábra).



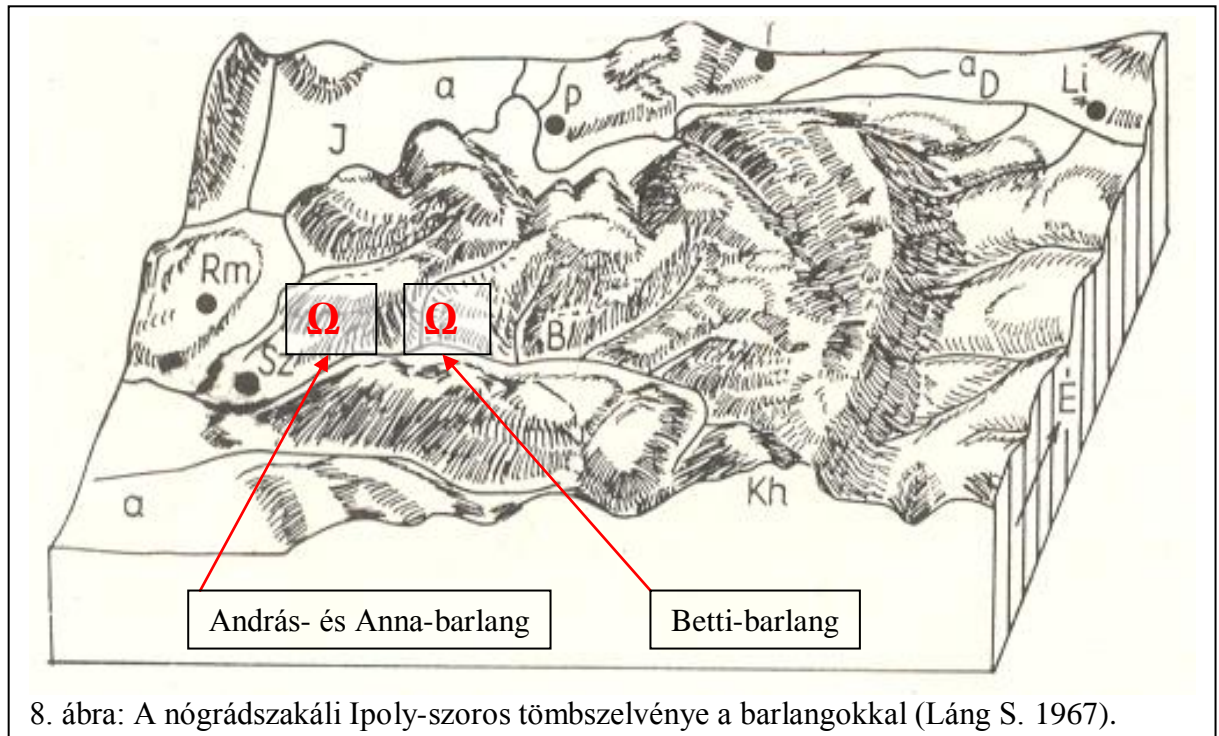
5. ábra: Az András-barlang bejárata (Fotó: Prakfalvi P. 2008).



6. ábra: Az Anna-barlang bejárata (Fotó: Prakfalvi P. 2008).



A terület tömbszelvényén feltüntettük a barlangokat (8. ábra).



8. ábra: A nógrádszakáli Ipoly-szoros tömbszelvénye a barlangokkal (Láng S. 1967).

3. Nógrádszakál tágabb környékének földtani felépítése:

3.1 Földtani kutatástörténet:

A legelső földtani-öslénytani információk között megemlíthetjük a Bertece-patak ősmaradványait, valamint a környező hegyek trachit torlatait, azaz láva andezitjeinek helyes felismerését (Kubinyi F. 1843., Strausz L. 1924.). A Bertece-patak faunája az 1930-as évek feltárásaival tovább bővült (Bogsch L. 1935., 1936., Majzon L. 1936.).

A terület megkövesedett famaradványai, már a nagyon korai időszakban ismertté váltak (Staub M. 1887.).

Az a Páris-patak völgyének első leírásában arról adnak hírt, hogy a látványos vízmosság falait képező kőzetek közül a finomabb szemű homok cápa fogakat és Rhinoceros állkapcsot és fogtöredékeket tartalmaz (Gaál I. 1905., Noszky J. 1923. 1930-31.), de a cápa fogak innen való származását Noszky Jenő (1929) megkérdőjelezi. (Mint később látni fogjuk Hír János /1993/ vizsgálatai egyértelműen kimutatták a cápa fogak jelenlétét a kavicsos üledékösszetben).

A terület faunagazdagságát jelzi, hogy a Nógrádszakálhoz közeli Rárópusztán szintén található tengeri kőületek (Bogsch L. 1937).

Imre József (1941) a vulkáni kőzetek vizsgálata mellett megállapította, hogy a slírre homokos, majd tufitos rétegek települnek és ezt követik a vulkáni képződmények.

Ferenczi István (1942) a vizsgált területen található kavicsos összletet a vulkáni sorozaton belül taglalja, mintegy annak részeként dolgozza fel.

Bogsch László (1942) a Páris-patak völgyében tömeges mennyiségben előforduló faopálokról tesz említést.

Bartkó Lajos (1952) a kavicsos összletet a szarmata emeletbe sorolja.

Láng Sándor (1954) helyesen megállapítja, hogy a Kő-hegy vonulata Osztrovszki hegység része, attól az Ipoly választotta le.

Andreánszky Gábor (1953) egy Nógrádszakálról származó megkövesedett fadarabról megállapította, hogy az a szilfák közé tartozik. A törzsmaradvány pontos lelőhelye ismeretlen.

Andreánszky Gábor és Schréter Zoltán 1959-ben monografikusan dolgozza fel Magyarország szarmata korú tufaiban található flórát, közte a nógrádszakálit is.

Balogh Kálmán et al. (1966) a 200 000-es földtani térkép magyarázójában egy értelműen megállapítja a terület jellemző rétegsorát: legalul helyezkedik el a „helvét slír” (Garábi Slír F. - a szerző megjegyzése), erre a „középső riolittufa” (Tari Dácittufa F. – a szerző megjegyzése) következik, ezt követi a tengeri kifejlődésű, kövületes rétegsor (Lajtai Mészki Formáció F. Rákosi Mészki Tagozata - a szerző megjegyzése), majd az andezit sorozat (Nagyhársasi Andezit F. - a szerző megjegyzése).

Halmai János (1981) megállapítja, hogy a Páris-patak völgyében található kavicsösszlet túlnyomó többsége andezit anyagú. A völgy szájánál mélyített Nsz-2-es fúrás (helyét lásd. 2. ábrán) alapján a kavicsösszlet fekéjében Garábi Slír F., majd Nógrádszakáli Marga F., amin a Sámsonházai F. (később Lajtai Mészki F. Pécsszabolcsi Mészki Tagozatként átnevezve - a szerző megjegyzése) és a Mátrai Vulkanit F. (később Nagyhársasi Andezit Formációként átnevezve – a szerző megjegyzése) található. E szerint a megfontolás szerint az ezek fedőjében található kavicsos rétegsor a „felső-lajtaösszletbe” (Rákosi Mészki F., később Lajtai Mészki Formáció F. Rákosi Mészki Tagozataként átnevezve – a szerző megjegyzése) tartozhat.

Kordos László és Solt Péter a Páris-patak völgyéből (közelebbi hely, ill. réteg megjelölése nélkül) halmaradványokat ír le, ami szintén a tengeri környezet jelenlétét bizonyítja.

Kordosné Szakály Márta (1984) a Páris- és a Bertece-patak levéllenyomatait dolgozta fel, amelyek gyakorlatilag a fatörzs lenyomat barlangok és üregek anyaközetéből, ill. ahhoz korban nagyon közeli üledékekből származnak. A barlangokkal és üregekkel összefüggésben abban van szerepe, hogy a levéllenyomatok alapján meghatározott gyakori fafajok (nyárfá, juhar, szilfa, fűzfa) lehettek az üregeket egykoron kitöltő fatörzsek. A fafajok ismerete arra is iránymutatást adhat, hogy lehet-e nagyobb átmérőjű további barlangok felfedezésére számítani (ennek kifejtését lásd. később).

Hámor Géza (1985) a barlang anyaközetét alkotó törmelékes üledék összletet egyértelműen a Rákosi Lajtamészki Formációba („felső-lajtaösszlet”) sorolja (az új formáció besorolás alapján ez a Lajtai Mészki F. Rákosi Mészki Tagozatának felel meg, Gyalog L. 2005). Peremi kifejlődésű abrziós blokkavicsnak, homokos kavicsnak tartja. Megállapítja, hogy a formáció kavicsainak alapanyaga nagyrészt andezit. A szemnagysága általában 2-3 cm. A páris-völgyi blokkavicsokban ezek mérete elérheti a 30-40 cm-t. Az elszórtan található gneiszgránit, csillámpala, kvarcit görgetegek maximális mérete 0,8-1,5 m is lehet. A homok anyagának egy része abrziós úton került az andezit törmelékbe.

Tuba Lajos ELTE szakdolgozatában (1985) megállapítja, hogy két törmelékes összlet található a területen, amit egy piroklasztikum szint választ el egymástól. A keletkezés földtani környezetét egy vulkáni tevékenységgel kombinált tengervízbe ömlő folyóvízi delta üledéksorként értelmezi.

Kun Jáger Emese (1997) tovább vizsgálata a két törmelékes összlet (epiklasztit) keletkezési körülményeit. Mind a három barlang, mind a 2 üreg a felső epiklasztit rétegsorban található, erre a felső összletre pedig az alsóhoz képest a nagyobb szemcseméret (átlagban 8-10 cm átmérőjű) a jellemző. Észleli a kavicsos összletben lévő üregeket, de nem ismeri fel, hogy azok barlangi méretűek. A kavicsok tengelyének dőlésadatai alapján a felső kavicsos összletben, a Bogas-völgyben KDK-i irányból NyÉNy-i, míg a Faopálos-völgyben É-ről D-i irányba történt az áramlás. Az epiklasztit sorozat keletkezését egyértelműen folyóvízi környezetben keletkezettnek állapítja meg. A közbetelepülő piroklasztitot ill. vulkanoszedimenteket lahar tevékenységgel magyarázza.

A Nsz-2. fúrás (helye a 2. ábrán) rétegsora jól jellemzi a barlangok anyaközete fekéjének felépítését (Hámor G. 1985):

0,0-5,2 m Holocén-pleisztocén áthalmazott üledékek

5,2-38,3 m Mátrai Vulkanit F. (újabban Nagyhársasi Andezit F.)

38,3-87,7 m Sámsonházai F. (újabban Lajtai Mészke F. Pécsszabolcsi Mészke Tagozata)

87,7-195,0 m Nógrádszakáli Marga F.

195,0-290,0 m Garábi Slír F.

3.2. Miocén, kárpáti:

3.2.1. Garábi Slír Formáció:

A miocén tengerben finomszemű kőzetlisztes agyag, agyagos kőzetliszt, csillámos finomhomokos márga, homokkő betelepülésekkel („kárpáti slír”) keletkezett. Ennek vastagsága eléri a 120-400 m-t. Az üledékek 40-120 m mélységű tengerben képződhetnek, általában nyugodt, kevésbé mozgatott vízben (Hámor G. 1998), kb. 18-19 millió éve. Gyakoriak az áthalmazott tufaszinórok (Gyalog L. Budai T. 2004., Gyalog L. 2005). Felszíni feltárásai a Bertece-patak környékéről ismertek.

3.2.2. Tari Dácittufa Formáció:

Anyaga viszonylag laza szerkezetű, agyagászványosodott, majd utólagosan limonitosodott vagy kloritosodott. Gyakori litoklasztjai a horzsakövek, amelyek elérhetik a cm-es nagyságot is. Földpátja gyakran bontott és töredezett. Színes elegyrészei: biotit (gyakori), és zöld amfibol és igen gyakoriak a piroxének. Képződményei a Bertece-pataknál kerülnek felszínre.

A kőzet radiometrikus kora kb. 16-18 millió év (Hámor G.-Balogh K.-Ravaszné Baranyai L. 1978).

3.3. Miocén, bádeni:

3.3.1. Nógrádszakáli Marga Formáció:

Közvetlenül a slírrre települ, mint az Nsz-2-es fúrásban. Általában szürke színű. Molluszkás agyagmarga, korallós-heteroszteginás márga, finomhomokos-csillámos aleurit alkotja, gazdag molluszká és foraminifera faunával. Szubneritikus fáciesű. (Gyalog L. Budai T. 2004., Gyalog L. 2005). Kora megközelítőleg 16 millió év. Felszíni feltárást szintén a Bertece-pataknál láthatjuk.

3.3.2. Lajtai Mészke Formáció Pécsszabolcsi Mészke Tagozata (az egykori Sámsonházai F.):

Mészalgás mészke, kalkarenit, meszes molluszkás homokkő, molluszkás homok, márga rétegekből áll. Zátony fáciesű rétegsora igen gazdag mikro és makrofaunával (Gyalog L. 2005). Az Nsz-2-es fúrás alapján a formációt kavicsos, lithothamniumos mészke, finomhomokos, molluszkás márga, finomhomokos aleurit, tufás finomhomok, molluszkás homok, aleurit, áthalmazott tufa alkotja (Hámor G. 1985). Kora megközelítőleg 16 millió év.

3.3.3. Nagyhársasi Andezit Formáció:

Ez a formáció alkotja a Kő-hegy tömbjének felszínét (korábban „középső andezit összetetnek” nevezték). Jellegzetesen sztratovulkáni felépítésű: hullott és ár piroklasztikumok, lávafolyások és az utóbbiakhoz kapcsolódó autoklasztitok alkotják. A piroklasztikumok több szintben (a területen biztosan 3 szint) jelentkezik a rétegvulkáni felépítés jellegéből adódóan.

Egyértelműen megállapítható a piroklasztikum vízi környezetben (folyóvízi és esetleg tengeri) való leülepedése és áthalmozódása (Németh K.-Ulrike M. 2001, Karátson D. 1998), mivel bentonitos rétegek is találhatóak benne. Kora kb. 14-16 millió év (Hámor G.-Balogh K.-Ravaszné Baranyai L. 1978., Hámor G.-Ravaszné Baranyai L.-Balogh K.-Árváné Soós E. 1980., Hably L. 1998).

3.3.4. Lajtai Mészke Formáció Rákosi Mészke Tagozata (az egykori Rákosi Mészke F.):

A területen 2 szintben jelentkezik. Az üledékgyűjtő medence peremi részén keletkezett, az alsó részén még tengeri behatással a felsőben egyértelműen szárazföldi-folyóvízi körülmények között. A tengeri környezet jelenlétét egyértelműen bizonyítja a Hír János (1993) Páris-patak völgyi mintáiból kiizapolt cápa- és rája fog, ugyanakkor a szárazföldi környezet faunája is előkerült (béka és kígyócsontok). Anyaga túlnyomó többségében andezit anyagú kavics, homok, tufit, bentonit. Kora a vulkáni működéssel szinkronban való keletkezése miatt szintén 14-16 millió év. A Nógrádszakál környékén, speciálisan kifejlődött törmelékes összletet Páris-völgyi Tagozatként különítette el Hámor Géza (1997), de a hivatalos tagozattá való nyilvánítása nem történt meg.

4. Tektonika:

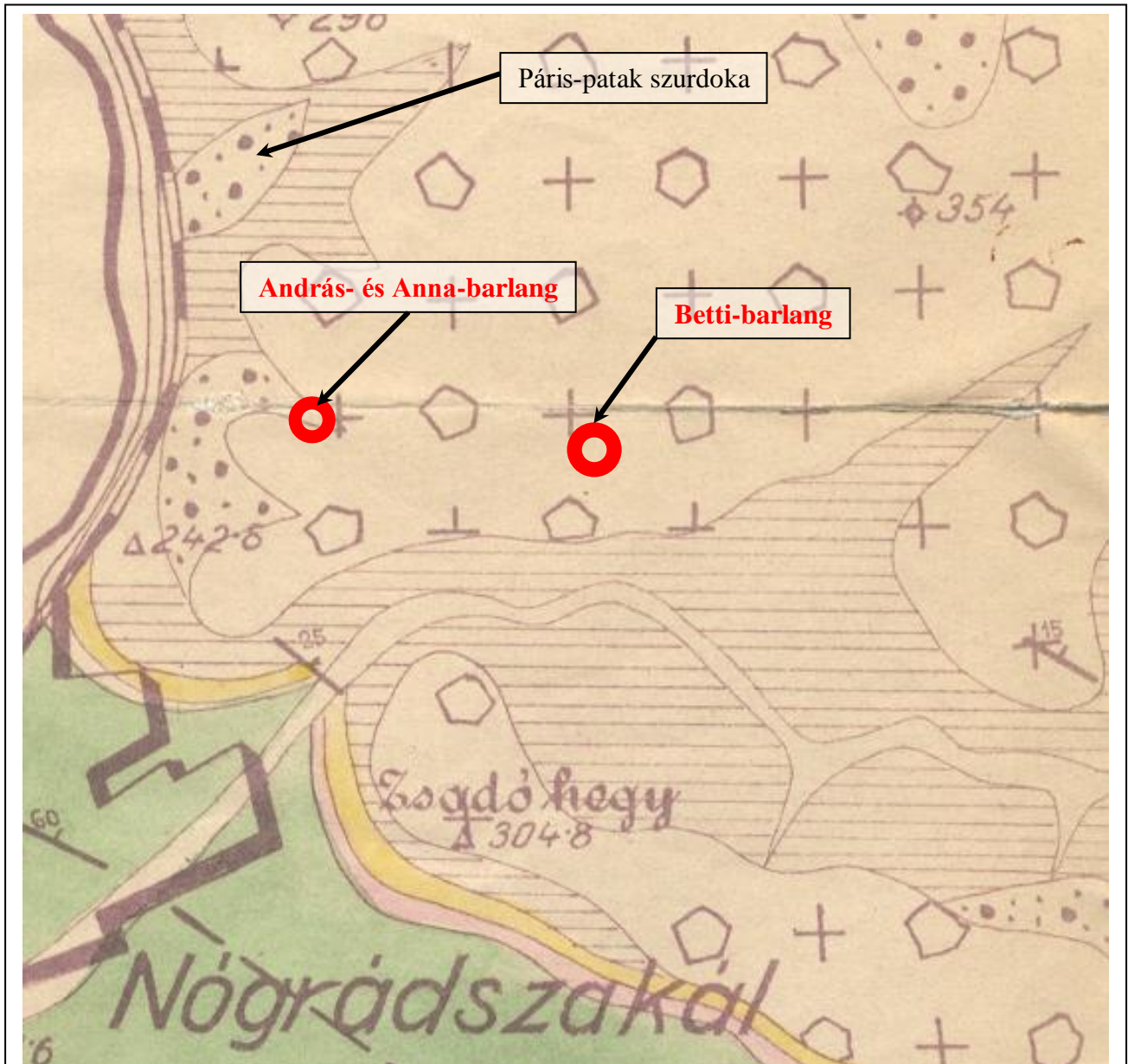
A barlang genetikáját jelenlegi ismereteink szerint tektonikai folyamatok nem befolyásolták.

5. A Betti-, András- Anna-barlangok és az 1., 2. sz. üregek közvetlen környezetének földtana:

5.1. Miocén, bádeni:

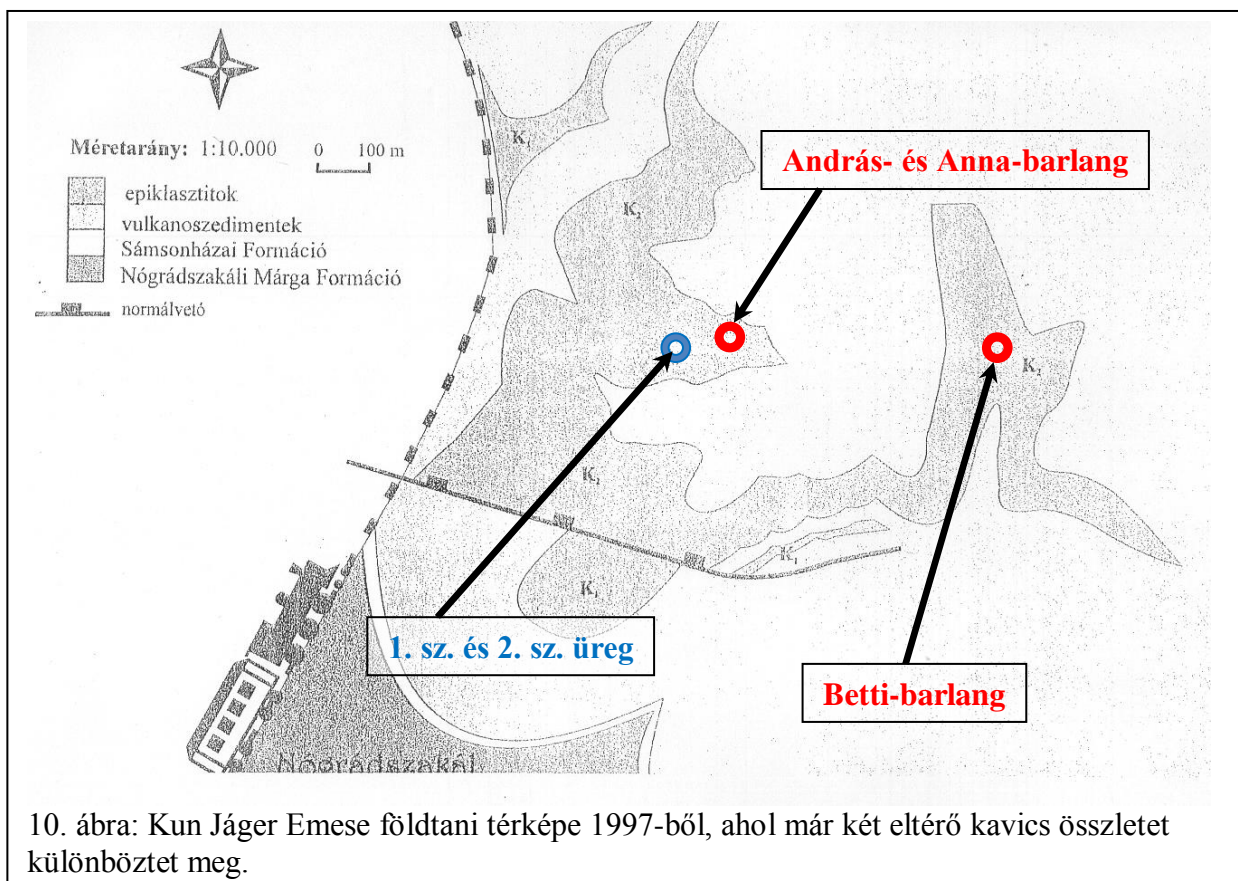
5.1.1. Lajtai Mészke Formáció Rákosi Mészke Tagozata:

Bartkó Lajos (1951, 1952) a térképezésének megfelelő részletességgel jelzi Lajtai Mészke F. Rákosi Mészke Tagozatának kavicsos kifejlődését (9. ábra), de az összlet részletes feldolgozását Kun Jáger Emese (1997) végezte el.



9. ábra: Az első földtani térképek egyikén még pl. a Faopálos-völgyben nem észlelték a Betti-barlang anyagkötését. Jelmagyarázat: zöld: helvétai slír (homokos márga, Garábi Slír F.); piros: középső riolittufa (Tari Dácittufa F.); sárga: tufás márga, homok és mészkő (Nógrádszakáli Márga F. és valószínűleg a Lajtai Mészke F. Pécsszabolcsi Mészke T.) vízszintes sraffozás: andezittufa (Nagyhársasi Andezit F.); tömött foltok és pöttyök: kavics, laza konglomerátum (Lajtai Mészke F. Rákosi Mészke Tagozat); + sokszög: andezit-agglomerátum (Nagyhársasi Andezit F.) (Bartkó L. 1951).

Ezek szerint a 2 epiklasztos durvatörmelék szint (10 ábra, K_1 és K_2) négy fácies együttesbe sorolható: masszív és keresztarétegzett konglomerátum, lencse alakú konglomerátum, durva szemcsés homokos és aleuritos kifejlődés.



A masszív konglomerátumok 0,5 m-től több méter vastagságúak. Fő jellegzetességük, hogy általában rétegzettség nélküliek, vagy durván horizontálisan rétegzettek és laterálisan néhány méteren (8-10 m) belül kiékelődnek. Ez a kifejlődés többnyire szemcsevázú konglomerátumokból, ill. a szemcsevázú konglomerátumokon belül, horizontálisan elkülönülő kisebb rétegekként mátrixvázú kifejlődésekből áll. Igen nagy elterjedésű a Bogas- és a Faopálos-völgyben. Gyakoriak benne a hullámos, az enyhén ívelt vagy egyenes lefutású eróziós felszín. A kavicsok zsindelessége számos helyen megfigyelhető, főleg az akadály kavicsok, ill. az egykori fatörzsek körül. Keresztarétegzett konglomerátumok vastagsága 0,5, laterálisan csak pár méterig követhetők. Keresztarétegzettség típusa leggyakrabban sík, de lehet vályús is. Jellemző a mellő lemezek meredek, többnyire állandó szögű (20-30 fokos) dőlése.

A lencse alakú konglomerátumok testek 0,5-2 m vastagságban, laterálisan 3-8 m után kiékelődő formában jelentkeznek. Ezek egykori eróziós csatornák kitöltött szelvényei. A különböző áradásokkor beáradott kisebb-nagyobb medrek, amelyek a következő elöntéskor kitöltődtek. A leggyakoribb lencsekitöltés a rétegzettség nélküli, egymással szorosan érintkező, imbrikált kavicsok, amelyek feltehetően a hordalékszállítás során, nagyobb áradást követően rakódtak le, amikor a szállító közeg a homokot még képes volt elhordani, azonban a nagyobb szemcsék eltávolításához nem volt elég ereje, ill. valamilyen akadály miatt feltorlódtak.

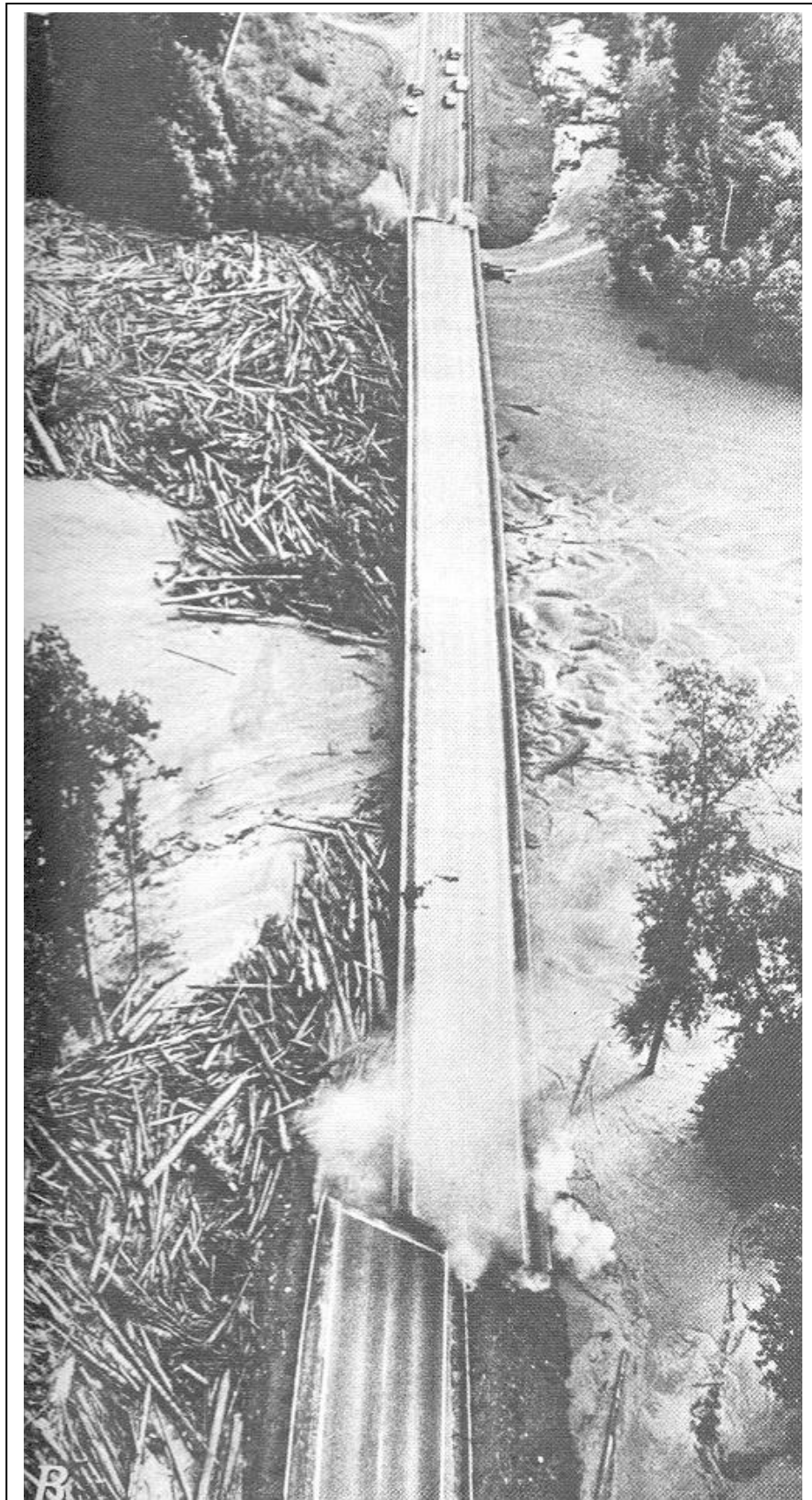
Leginkább ehhez a formához kapcsolódnak a fatörzs maradványok.

A durvaszemcsés homokos kifejlődésre az 1 m-nél vékonyabb padok jellemzik. Gyakran aprókavicsos kifejlődésű, de uralkodóan durvaszemcsés homok, vagy aprószemcsés homok alkotja.

Az aleuritos fácies együttesre a max. 1,5-2 m vastag tufitos finomhomok, aleuritos tufa a jellemző. Kitartó rétegeként, ill. vékonyabb, lencsealakú testekként jelentkeznek.

6. A Betti-, András- és Anna-barlangok, valamint az 1., 2. sz. üregek genetikája:

A barlang, ill. üreg hengerded formája, valamint a Betti-barlang elágazó része arra utal, hogy keletkezése nem lehet más, mint egykori fatörzs helye. Érdeemes megemlíteni, hogy a barlangok, ill. az üregek iránya közel merőleges az egykori szállítási útvonalakra. Kun Jáger Emese (1997) a kavicsok rendezettségének mérése alapján megállapította, hogy a Bogas-völgyben KDK-NyÉNy-i, míg a Faopálos-völgyben É-D-i irányú volt a szállítás iránya. A barlangok és az üregek erre közel merőlegesek. A 11. ábrán látható, hogy a nógrádszakáli körülményekhez igen hasonló helyzetben egy akadálnál – a hídnál – feltorlaszolódtak fatörzsek túlnyomó többsége közel merőleges a folyás irányára. Valószínűsíthető, hogy Nógrádszakál esetében ez az akadály nagyobb kőtömbök formájában volt jelen.



11. ábra: A St. Helens vulkán 1980 május 18-ai kitörésekor lezúduló iszapár a Toutle-folyóba szállította üledékét, amiből a Coal-hídnál feltorlaszolódtak a fatörzsek (Lipman, P. W.-Mullinaux, D. R. 1981).

A Betti-barlangnál szemcsevázú konglomerátum alkotja az anyakövetet (12. ábra).



12. ábra: A Betti-barlang mátrix vázú konglomerátuma (Fotó: Prakfalvi Péter. 2008).

A 2. számú üregnél egyértelműen megfigyelhető a kavicsok rendezettsége (13. ábra), ami a fátörzs, mint akadály előtt (az áramlás irányából nézve) az áramló folyóvízből rakódott ki.

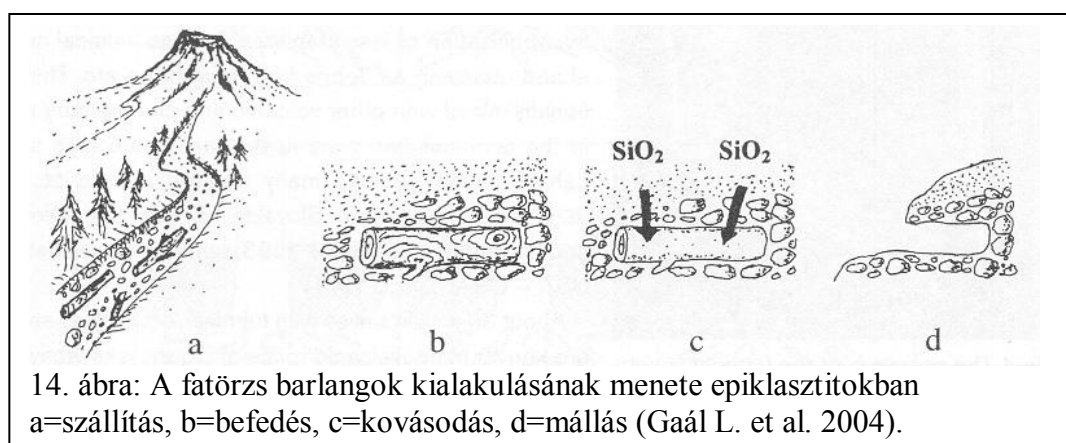


13. ábra: A 2. számú üreg szemcsevázú konglomerátumban helyezkedik el, ahol nagyon jól megfigyelhető a kavicsok rendezettsége, zsindelezettsége (Fotó: Prakfalvi Péter 2008).

Egyelőre nem lehet pontosan megállapítani, hogy a földtani leírásoknál többszörösen említett faopálok honnan származnak, mivel az eddigi leletek csak törmelékből kerültek elő, in situ helyük ismeretlen. Annyi bizonyosra vehető, hogy a vizsgált 5 db üreg és barlang egyikében sem voltak faopál darabok, tehát valószínűsíthető, hogy eredendően ezekben nem voltak megkövesedett fadarabok.

A nem karsztos kőzetekben lévő barlangok keletkezést két fő kategóriába soroljuk, vagyis megkülönböztetjük az anyakőzettel egykorút (szingenetikus) és az anyakőzet keletkezését követő kialakulását (Bertalan K. 1958., Ozoray Gy. 1960). A Betti-, András- és Annabarlangok, valamint az 1., és 2. sz. üregek egyértelműen a szingenetikus barlangok csoportjába tartoznak, viszont anyakőzeténél fogva teljesen eltér a sokkal ismertebb és gyakoribb lávakőzetben kialakult falenyomat üregektől (Balázs D. 1974).

Gaál Lajos 2003-ban és 2004-ben foglalkozik olyan fatörzs barlangokkal, amelyek epiklasztitokban alakultak ki. Feltételezi azt, hogy a barlang kialakulásához a fatörzsnek először át kell kovásodnia (14. ábra), ugyanakkor nem ad kielégítő választ arra, hogy milyen módon kerül ki a megkövesedett fa az üregből.



14. ábra: A fatörzs barlangok kialakulásának menete epiklasztitokban
a=szállítás, b=befedés, c=kovásodás, d=mállás (Gaál L. et al. 2004).

Megítélésem szerint nem szükségszerű, hogy a betemetett fatörzsnek kovásodnia kelljen. Ezt látszik alátámasztani, hogy egyik fenti barlangból, vagy üregből sem került elő kovásodott famaradvány, továbbá a kimállás folyamatát nehezen tudom elképzelni pl. egy 5 m hosszú üregből. Úgy gondolom, hogy elegendő a megtámasztó szerepe a fatörzsnek addig, amíg betemetődik. Amennyiben a konglomerátum szemcsevázú, akkor a szemcsék egymásra támaszkodva, (mint a boltíveknél a téglák) átadják a terhelést az oldalt lévő kavicsoknak, így nem tud összeomlani. A mátrixvázú konglomerátumoknál a mátrix kötőanyaga biztosítja a tartását a kőzetnek. Ezt a gondolatmenetet látszik alátámasztani az a tény, hogy 0,6-0,9 m átmérőjű, hengerded formájú megkövesedett fatörzset tudomásom szerint nem találtak a területen, miközben számos lelet került innen elő. További adalék lehet ehhez, hogy általában a kavicsos összletben lévő megkövesedett fákat áthalmozottnak tartják (Vadász E. 1963). Ha ezt elfogadjuk, akkor a területen két különböző korú fatörzsek vannak jelen: a megkövesedett, opálosodott fadarabok, amik idősebbek az epiklasztitnál, mivel áthalmozással került bele, a fatörzs barlangok helyei pedig azzal egykorúak. Az idősebb fák kovásodása üledékes úton játszódott le, vagyis a kovasav nem vulkáni és hidrotermális folyamathoz köthető (Bárdossy Gy. 1961., Vadász E. 1970., Balogh K. 1992) és a folyamatban a mikrobiológiának is szerepe lehetett (Vámos R. 1966).

Gaál Lajos, mint a Betti-barlang felmérője először publikálta a nógrádszakáli barlangot, de genetikáját részleteiben nem fejtette ki (Gaál L. 2009).

7. A továbbkutatási lehetőségek:

A kétlépcsős kutatás (az első véletlenszerű észlelés és a másik tudatos, meghatározott az anyakőzetre irányított bejárás) azt igazolja, hogy van lehetőség további üregek, ill. barlangi méretű járatok feltárására. Egyelőre nincsen magyarázat arra, hogy az eddig felmért 5 db falenyomat mindegyike, miért az un. felső kavicsos összletben helyezkedik el. Első megközelítésben nem lehet kizárni az alsó szintben a falenyomat üregek jelenlétét.

A terület további kutatása során vizsgálni szükséges, hogy a jelenleg ismert üregek és barlangok átmérője és hossza, miért ennyire egységes? Nincsenek 10 m hosszúságot meghaladók, ill. 2-3 m átmérőt elérők, pedig az ismert fafajok alapján erre számítani lehetne. Mindegyik 4-5 m hosszú, 0,6-0,9 m átmérőjű. Az őslénytani vizsgálatok (Kordosné Szakály M. 1984.) szerint a paleoflóra leggyakoribb fafajai a juhar, a szilfa, a fűzfa és a nyárfa voltak. Bár arra vonatkozóan nincsenek információink, hogy a kb. 15 millió éve élt fafajok törzsátmérői mennyire korrelálhatók a napjainkban élővel, de vélhetően nem követünk el nagy hibát, ha a mostani adatokkal közelítjük azokat. A juhar 168 cm, a szilfa 200 cm, a nyárfa 318 cm a fűzfa pedig 267 cm legnagyobb átmérőjű (Pósfai Gy. 2005). Így várható lenne nagyobb átmérőjű barlangüreg a területen, de ennek megítélésénél két tényezőt kell figyelembe venni. Egyrészt elképzelhető, hogy a vulkáni tevékenység sorozatossága (három szintet állapítottak meg Kun J. E. 1997) időben nem engedte meg, hogy idősebb faállomány alakulhasson ki, másrészt a kavicsos összletben elképzelhető, hogy statikailag csak a 0,6-0,9 m átmérőjű üregek tudnak fennmaradni, a nagyobbak beomlanak. Egyszerű megközelítéssel minél nagyobbak a kavics szemek, annál nagyobb átmérőjű üregek tudnak megmaradni beomlás nélkül.

8a. Adatközlés 13/1998. (V. 6.) KTM rendelet 1 számú melléklete alapján az Országos Barlangnyilvántartáshoz (részleges adatközlés, kiegészítésekkel)

1.) Alapadatok

I. Azonosító adatok:

A barlang nyilvántartási (kataszteri) száma:

A barlang neve: **Nógrádszakáli Betti-barlang**

A barlang természetes bejáratának koordinátája (EOV GPS-szel mérve /GARMIN gyártmányú eTrex Vista):

X=316 533

Y=686 846

Z= kb. 230 mBf

A barlang bejáratának ingatlan-nyilvántartási helyrajzi száma:

II. Közigazgatási adatok:

A barlang bejárata szerinti megye: **Nógrád**

A barlang bejárata szerinti település neve: **Nógrádszakál**

A barlanggal kapcsolatos hatósági ügyekben illetékes természetvédelmi hatóság neve, címe: **Bükki Nemzeti Park Igazgatóság, 3304 Eger, Sánc út 6.**

III. Védelmi helyzet:

A barlang fokozottan védetté nyilvánítás indoka:

IV. Felszíni területre vonatkozó adatok:

A barlang horizontális és vertikális kiterjedése (Eszterhás István által készített dokumentáció alapján):

Átmérője: 0,65 m

A barlang hossza: 4,40 m

V. Kezelési adatok:

Kiegészítések:

VI. A barlang anyakőzete:

Laza szerkezetű kavicskonglomerátum Miocén, bádeni: Lajtai Mészke Formáció Rákosi Mészke Tagozata

VII. Genetika:

Folyóvízi törmelékárral betemetett fatörzsek lenyomatai.

VIII. Barlangi kitöltés:

A konglomerátum homokos kötőanyagának kipergéséből származó kőzetanyag.

IX. Felfedezés időpontja:

A barlang szakmai felfedezése (felismerése) 2008. 01. 13-án történt meg, ami Prakfalvi Péter nevéhez fűződik.

A barlang felmérése 2008. 06. 20-án történt meg (Gaál Lajos-Prakfalvi András-Prakfalvi Péter).

X. Vízföldtani helyzet:

A barlang teljesen száraznak tekinthető. Csapadékvíz nem szivárog be az üregbe, de párakicsapódás nyomai tapasztalhatók.

8b. Adatközlés 13/1998. (V. 6.) KTM rendelet 1 számú melléklete alapján az Országos Barlangnyilvántartáshoz (részleges adatközlés, kiegészítésekkel)

1.) Alapadatok

I. Azonosító adatok:

A barlang nyilvántartási (kataszteri) száma:

A barlang neve: **Nógrádszakáli András-barlang**

A barlang természetes bejáratának koordinátája (EOV GPS-szel mérve /GARMIN

gyártmányú eTrex Vista): **X=316 540**

Y=686 300

Z= kb. 225 mBf

A barlang bejáratának ingatlan-nyilvántartási helyrajzi száma:

II. Közigazgatási adatok:

A barlang bejárata szerinti megye: **Nógrád**

A barlang bejárata szerinti település neve: **Nógrádszakál**

A barlanggal kapcsolatos hatósági ügyekben illetékes természetvédelmi hatóság neve, címe: **Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, 3304 Eger, Sánc út 6.**

III. Védelmi helyzet:

A barlang fokozottan védetté nyilvánítás indoka:

IV. Felszíni területre vonatkozó adatok:

A barlang horizontális és vertikális kiterjedése (Eszterhás István által készített dokumentáció alapján):

Átmérője: 0,7 m

A barlang hossza: 4,20 m

V. Kezelési adatok:

Kiegészítések:

VI. A barlang anyakőzete:

Laza szerkezetű kavicskonglomerátum Miocén, bádai: Lajtai Mészke Formáció Rákosi Mészke Tagozata

VII. Genetika:

Folyóvízi törmelékárral betemetett fatörzsek lenyomatai.

VIII. Barlangi kitöltés:

A konglomerátum homokos kötőanyagának kipergéséből származó kőzetanyag.

IX. Felfedezés időpontja:

A barlang szakmai felfedezése 2008. 08. 20-án történt meg, ami Prakfalvi András és Prakfalvi Péter nevéhez fűződik.

A barlang felmérése 2009. 09. 07-én történt meg (Gaál Lajos-Judik Béla-Prakfalvi Péter).

X. Vízföldtani helyzet:

A barlang teljesen száraznak tekinthető. Csapadékvíz nem szivárog be az üregbe, de párakicsapódás nyomai tapasztalhatók.

8c. Adatközlés 13/1998. (V. 6.) KTM rendelet 1 számú melléklete alapján az Országos Barlangnyilvántartáshoz (részleges adatközlés, kiegészítésekkel)

1.) Alapadatok

I. Azonosító adatok:

A barlang nyilvántartási (kataszteri) száma:

A barlang neve: **Nógrádszakáli Anna-barlang**

A barlang természetes bejáratának koordinátája (EOV GPS-szel mérve /GARMIN

gyártmányú eTrex Vista): **X=316 540**

Y=686 300

Z= kb. 225 mBf

A barlang bejáratának ingatlan-nyilvántartási helyrajzi száma:

II. Közigazgatási adatok:

A barlang bejárata szerinti megye: **Nógrád**

A barlang bejárata szerinti település neve: **Nógrádszakál**

A barlanggal kapcsolatos hatósági ügyekben illetékes természetvédelmi hatóság neve, címe: **Bükk Nemzeti Park Igazgatóság, 3304 Eger, Sánc út 6.**

III. Védelmi helyzet:

A barlang fokozottan védetté nyilvánítás indoka:

IV. Felszíni területre vonatkozó adatok:

A barlang horizontális és vertikális kiterjedése (Eszterhás István által készített dokumentáció alapján):

Átmérője: 0,6 m

A barlang hossza: 5,30 m

V. Kezelési adatok:

Kiegészítések:

VI. A barlang anyakőzete:

Laza szerkezetű kavicskonglomerátum Miocén, bádani: Lajtai Mészke Formáció Rákosi Mészke Tagozata

VII. Genetika:

Folyóvízi törmelékárral betemetett fatörzsek lenyomatai.

VIII. Barlangi kitöltés:

A konglomerátum homokos kötőanyagának kipergéséből származó kőzetanyag.

IX. Felfedezés időpontja:

A barlang szakmai felfedezése 2008. 08. 20-án történt meg, ami Prakfalvi András és Prakfalvi Péter nevéhez fűződik.

A barlang felmérése 2009. 09. 07-én történt meg (Gaál Lajos-Judik Béla-Prakfalvi Péter).

X. Vízföldtani helyzet:

A barlang teljesen száraznak tekinthető. Csapadékvíz nem szivárog be az üregbe, de párakicsapódás nyomai tapasztalhatók.

FELHASZNÁLT IRODALOM:

- Andreánszky Gábor (1953): Adatok a hazai harmadidőszaki erdők ismeretéhez kövült fatörzsek vizsgálata alapján. – Földtani Közlöny 1953. 83. 7-9. pp. 278-286.
- Andreánszky Gábor-Schréter Zoltán (1959): Die Flora der Sarmatischen Stufe in Ungarn. – Akadémia Kiadó Bp., 360 p.
- Balázs Dénes (1974): Lávaüregek keletkezése, típusai és formakincse. – Földrajzi Közlemények 1974. 22. (48.) 2. pp.135-148.
- Balogh Kálmán szerk. (1992): Szedimentológia III. köt. – Akadémiai Kiadó Bp. 400 p.
- Bartkó Lajos (1951): A salgótarjáni barnaköszén-medence ÉNy-i részének földtani viszonyai. – Kézirat. 16 p.
- Bartkó Lajos (1952): A salgótarjáni barnaköszén-medence ÉNy-i részének földtani viszonyai. – Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése az 1948. évről. pp. 101-110.
- Balogh Kálmán-Bartkó Lajos-Láng Sándor-Szücs László (1966): Magyarázó Magyarország M=1:200 000-es földtani térképsorozatához. – Kiadja a Magyar Állami Földtani Intézet 155 p.
- Bárdossy György (1961): Kovásodott fatörzsek röntgendiffraktométeres vizsgálata. – Földtani Közlöny 1961. 91. 4. pp. 442-444.
- Bertalan Károly (1958): Magyarország nem karsztos eredetű barlangjai. – Karszt- és Barlangkutatási Tájékoztató 1958. pp. 13-22.
- Bogsch László (1935): A nógrádszakáli tufás márga faunájának kora. – Matematikai és Természettudományi Értesítő. 1935. 53. pp. 719-732.
- Bogsch László (1936): Tortonien fauna Nógrádszakálról. – A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve 1936. 31. 1. pp. 1-112.
- Bogsch László (1937): A rárópusztai homokos réteg faunája. – Földtani Közlöny 1937. 67. 4-6. pp. 146-156.
- Bogsch László (1942): A Litke-Rárópuszta-Nógrádszakál közötti terület földtani viszonyai. – Magyar Királyi Földtani Intézet évi jelentése a 1936-38 évekről II. köt pp. 1101-1110.

- Ferenczi István (1942): Újabb adatok az Ipoly-medence földtani viszonyainak ismeretéhez. – Magyar Királyi Földtani Intézet évi jelentése a 1936-38 évekről II. köt pp. 1035-1075.
- Gaál István (1905): Adatok az Osztroski-Vepor andesit-tufáinak mediterrán faunájához. – Földtani Közlöny 1905. 35. 6-7. pp. 288-313.
- Gaál, Ludovit (2003): Tree-mould caves in Slovakia. – Int. J. Speleol, 2003. 32, ¼. pp. 107-111.
- Gaál, Ludovit (2009): New tree mould caves at either side of the Hungarian-Slovakian Boundary. – Newsletter 13th International Symposium on Vulcanospeleology Jeju Island, Republic of Korea. 2009. 19. pp. 7-9.
- Gaál, Ludovit-Tachihara, Hiroshi-Urata, Kensaku (2004): Hot and cold way of origin of the tree mold caves. – Proceedings of the 8th International Symposium on Pseudokarst. Liptovsky Mikulas. pp. 14-21.
- Gyalog László-Budai Tamás szerk. (2004): Javaslatok Magyarország földtani képződményeinek litosztratigráfiai tagolására. – Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentései 2002 évről pp. 195-232.
- Gyalog László szerk. (2005): Magyarázó Magyarország fedett földtani térképéhez (az egységek rövid leírása). – A Magyar Állami Földtani Intézet térképmagyarázói. 188 p.
- Hably Lilla (1998): Flóra- és vegetációfejlődés valamint klímaváltozások a magyarországi terciérben az alsó oligocéntól s pliocénnel bezárólag. – Kézirat. Akadémia Doktori Értekezés.
- Halmai János (1981): Nógrádszakál, Párizs-völgy (felső-bádeni). – in Jámor Áron szerk. (1981): Földtani kirándulások a magyarországi molassz területeken. p. 172.
- Hámor Géza (1985): A Nógrád-cserhádi kutatási terület földtani viszonyai. – Geologica Hungarica Series Geologica, Tomus 22. 307 p.
- Hámor Géza (1997): A magyarországi miocén fejlődéstörténete és ősföldrajza. – in Haas János (1997): Fülöp József-émlékkönyv. Akadémiai Kiadó. pp. 231-250.
- Hámor Géza (1998): A magyarországi miocén rétegtana. – in Bérczi István-Jámor Áron: Magyarország geológiai képződményeinek rétegtana. pp. 437-452. MOL Rt és a MÁFI kiadványa, Bp.
- Hámor Géza- Balogh Kadosa-Ravaszné Baranyai Livia (1978): Az Észak-magyarországi harmadidőszaki formációk radiometrikus kora. - Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1976-ról pp. 61-76.
- Hámor Géza-Ravaszné Baranyai Livia-Balogh Kadosa-Árváné Soós Erzsébet (1980): A magyarországi riolittufa-szintek radiometrikus kora. - Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1978-ról pp. 65-73.

- Hír János (1993): Presence of *Chalocotherium grande* (Blainville, 1849) (Mammalia, Perissodactyla) in the Paris Valley at Nógrádszakál. – Nógrád Megyei Múzeumok Évkönyve 1993. pp. 233-246.
- Imre József (1941): Litke és Nógrádszakál környékének eruptív kőzetei. – *Acta Scientiarum Mathematicarum et Naturalium*. Universitas Francisco-Josephina Kolozsvár. 21 p.
- Karátson Dávid (1998): Vulkanológia I. Egyetemi jegyzet. – ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. 237 p.
- Kordos László-Solt Péter (1984): A magyarországi miocén tengeri gerinces faunaszintek vázlatja. – A Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése az 1982. évről pp. 347-354.
- Kordosné Szakály Márta (1984): New data to the Miocene flora of Nógrádszakál (Hungary). – *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* 1984. 76. pp. 43-63.
- Kubinyi Ferenc (1843): Nógrád megye, ásvány-földtani és ezzel összeköttetésben lévő státus gazdasági tekintetben. – Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Vándorgyűlésének Munkálatai. 1843. 3. Besztercebánya pp. 7-13.
- Kun Jáger Emese (1997): Terepi szedimentológiai vizsgálatok és ősföldrajzi rekonstrukció Nógrádszakálon és környékén. – Kézirat. ELTE Szakdolgozat. 90 p.
- Láng Sándor (1954): A Cserhát morfológiája II. rész. – *Földrajzi Értesítő* 1954. 3. 1. pp. 139-164.
- Láng Sándor (1967): A Cserhát természeti földrajza. – Kiadja az Akadémiai Kiadó, Budapest 376 p.
- Lipman, Peter W.-Mullineaux, Donal R. (1981): The 1980 eruptions of Mount St. Helens, Washington. – *Geological Survey Professional Paper* 1250, 844 p.
- Németh Károly-Ulrike Martin (2001): Gyakorlati vulkanológia. Előadás jegyzet. Kézirat. Ki-rándulásvezető Bakony-Balaton-felvidék-Kisalföld. A Magyar Állami Földtani Intézet 201. alkalmi kiadványa.
- Noszky Jenő id. (1923): A Zagyvavölgy és környékének geológiai és fejlődéstörténeti vázlatja. – *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* 1923. 20. pp. 60-72.
- Noszky Jenő (1929): A magyar középhegység Schlier rétegei. (Adatok a Schlier-kérdés megoldásához). – A debreceni Tisza István Tudományos Társaság II. (orvos-természettudományi) osztályának Munkálatairól 1929. 3. 2. pp. 81-128.

- Noszky Jenő (1930-31): A magyar középhegység ÉK-i részének oligocén-miocén rétegei: II. A miocén. - *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici* 1930-31. 27. pp. 159-236.
- Ozoray György (1960): Nemkarsztos üregek genetikája magyarországi példák alapján. – *Karszt és Barlangkutatói Tájékoztató* 1960. 1-2. 11. pp. 4-15.
- Pósfai György (2005): Magyarország legnagyobb fája. *Dendrománia*. – Alexandra 167 p.
- Staub Móricz (1887): A m. kir. Földtani Intézet fitopaleontológiai gyűjteményének szaporodása az 1886. év folyamán. – *A Magyar Királyi Földtani Intézet évi jelentése 1886-ról*. pp. 197-211.
- Strausz László (1924): Adatok az Ipolyvölgy vidékének geológiájához. – *Földtani Közlöny* 1924. 54. pp. 71-77.
- Tarsoly Dániel (2008): A nógrádszakáli Bertece-völgy földrajzi viszonyai. – *Kézirat*. 32 p.
- Tuba Lajos (1985): Földtani térképezés és szedimentológiai vizsgálat a nógrádszakáli Párizspatak völgyében és környékén. – *Kézirat*. ELTE Szakdolgozat, 113 p.
- Vadász Elemér (1963): Magyarországi kövesedett famaradványok földtani kérdései. – *földtani Közlöny* 1963. 93. 4. pp. 505-544.
- Vadász Elemér (1970): Szenesedett-kovásodott famaradványok újabb vizsgálatáról. – *Földtani Közlöny* 1970. 100. 4. pp. 343-353.
- Vámos Rezső (1966): Mikrobiológiai folyamatok szerepe a növényi maradványok kovásodásában. – *Földtani Közlöny* 1966. 96. 2. pp. 213-219.

Ábrák és táblázatok jegyzéke:

1. ábra: 1. ábra: Nógrádszakál és környékének áttekintő térképe a barlangok feltüntetésével. (Kartográfiai Vállalt 1988, eredeti méretarány M=1:100 000).
2. ábra: A nógrádszakáli fatörzs barlangok és üregek részletes helyszínrajza (Kartográfia Vállalat 2001, eredeti méretarány M=1:10 000).
3. ábra: 2008. január 13-án felfedezett Betti-barlang a nógrádszakáli Faopálos-völgyben (Fotó: Prakfalvi P. 2008).
4. ábra: A Betti-barlang felmérési térképe. A vázlaton jól látható az egykori fatörzs egy ága is (Gaál L.-Prakfalvi A.-Prakfalvi P. 2008).
5. ábra: Az András-barlang bejárata (Fotó: Prakfalvi P. 2008).
6. ábra: Az Anna-barlang bejárata (Fotó: Prakfalvi P. 2008).
7. ábra: Az András- és Betti-barlangok felmérési vázlata. (Gaál L.-Judik B.-Prakfalvi P. 2009).
8. ábra: A nógrádszakáli Ipoly-szoros tömbszelvénye a barlangokkal (Láng S. 1967).
9. ábra: Az első földtani térképek egyikén még pl. a Faopálos-völgyben nem észlelték a Betti-barlang anyagzetét. Jelmagyarázat: zöld: helvétai slír (homokos márga, Garábi Slír F.); piros: középső riolittufa (Tari Dácittufa F.); sárga: tufás márga, homok és mészkő (Nógrádszakáli Márga F. és valószínűleg a Lajtai Mészkő F. Pécsszabolcsi Mészkő T.) vízszintes sraffozás: andezittufa (Nagyhársasi Andezit F.); tömött foltok és pöttyök: kavics, laza konglomerátum (Lajtai Mészkő F. Rákosi Mészkő Tagozat); + sokszög: andezit-agglomerátum (Nagyhársasi Andezit F.) (Bartkó L. 1951).
10. ábra: Kun Jäger Emese földtani térképe 1997-ből, ahol már két eltérő kavics összetet különböztet meg.
11. ábra: A St. Helens vulkán 1980 május 18-ai kitörésekor lezúduló iszapár a Toutle-folyóba szállította üledékét, amiből a Coal-hídnál feltorlaszolódtak a fatörzsek (Lipman, P. W.-Mullinaux, D. R. 1981).
12. ábra: A Betti-barlang mátrix vázú konglomerátuma (Fotó: Prakfalvi Péter. 2008).
13. ábra: A 2. számú üreg szemcsevázú konglomerátumban helyezkedik el, ahol nagyon jól megfigyelhető a kavicsok rendezettsége, zsindelezettsége (Fotó: Prakfalvi Péter 2008).
14. ábra: A fatörzs barlangok kialakulásának menete epiklasztitokban a=szállítás, b=befedés, c=kovácsolás, d=mállás (Gaál L. et al. 2004).

Tartalom:

1. A nógrádszakáli fatörzs barlangok megközelíthetősége:	2
2. A felfedezett barlangok kutatástörténete:	4
2.1. A Betti-barlang kutatástörténete:	4
2.2. Az András- Anna-barlangok és az 1., 2. sz. üregek kutatástörténete:	6
3. Nógrádszakál tágabb környékének földtani felépítése:	7
3.1 Földtani kutatástörténet:	7
3.2. Miocén, kárpáti:	9
3.2.1. Garábi Slír Formáció:	9
3.2.2. Tari Dácittufa Formáció:	9
3.3. Miocén, bádeni:	9
3.3.1. Nógrádszakáli Marga Formáció:	9
3.3.2. Lajtai Mészke Formáció Pécsszabolcsi Mészke Tagozata (az egykori Sámsonházai F.):	9
3.3.3. Nagyhársasi Andezit Formáció:	9
3.3.4. Lajtai Mészke Formáció Rákosi Mészke Tagozata (az egykori Rákosi Mészke F.):	10
4. Tektonika:	10
5. A Betti-, András- Anna-barlangok és az 1., 2. sz. üregek közvetlen környezetének földtana:	11
5.1. Miocén, bádeni:	11
5.1.1. Lajtai Mészke Formáció Rákosi Mészke Tagozata:	11
6. A Betti-, András- és Anna-barlangok, valamint az 1., 2. sz. üregek genetikája:	13
7. A továbbkutatási lehetőségek:	16
8. Adatközlés 13/1998. (V. 6.) KTM rendelet 1 számú melléklete alapján az Országos Barlangnyilvántartáshoz (részleges adatközlés, kiegészítésekkel):	17
Felhasznált irodalom:	20
Ábrák és táblázat jegyzéke:	24
Tartalomjegyzék:	25

Címlap fotó: A nógrádszakáli Anna-barlang, Gaál Lajossal a felmérővel (Fotó: Prakfalvi P. 2009).