

A Bükk-hegységi Balekína-barlang
víznyomjelzéses vizsgálata

Készült:
a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium
Természetvédelmi Hivatal
Barlangtani Intézete
megbízásából, a Barlangok veszélyeztettségének felmérése és a védelmet
megalapozó kutatások című szerződés terhére



Készítette: Sásdi László

1995. április-május

Összefoglalás

A fokozottan védetté nyilvánított Balekina- és Jáspis-barlang vízvezető járatai hidrológiai kapcsolatának megállapítása, a barlangrendszer lefutási irányának meghatározása a Balekina-barlangban folyó patak vizének nyomjelzéses vizsgálatát tette szükségessé. A vizsgálat eredményének ismeretében határozható meg a Nyavalyás-tetőn újból megnyitásra kerülő dolomitbányában a barlangjáratok védelmét szolgáló védőpillér nagysága, helyzete.

A vizsgált terület a Bükk-hegység é-i részén, a Garadna-völgy és a Szárdoka-hegy között terül el. Ennek központi részét alkotja a Nyavalyás-tető, melynek csúcs régióját a dolomitbányászat során már letermelték.

A kimutatandó, feltételezett barlangrendszer közvetlen környezetének földtani felépítésében uralkodó szerepet játszik a középső-triász Hámori Dolomit Formáció összlete. Ennek fiatalabb részeit a formációba tartozó mészkő és mészkőkonglomerátum rétegek alkotják, melyek mentén a jelenleg ismert barlangjáratok kialakultak. A dolomitból felépült területrésztől D-re középső-triász korú metaandezit (porfirit) található, mely a víznyelőbarlangok nem karsztos vízgyűjtő területét alkotja. A Tekenős-völgytől éNy-ra felső-perm mizziás mészkő (Nagyvisnyói F.), míg a Nyavalyás-tetőtől éK-re változatos felépítésű alsó-triász rétegsorozat (Gerennavári és Ablakoskő-völgyi F.) települ.

A területet felépítő kőzetek a hegységképző erők hatására gyűrt szerkezetűek, helyenként feltolódási zónák mutathatók ki (Tekenős- és Garadna-völgy). Jellemző, hogy a teljes, enyhén metamorf rétegsorozat átbuktatott helyzetű.

A térség legjelentősebb vízfolyása a Garadna-patak, melyet K-i irányú folyása mentén számos réteg- és karsztforrás táplál vizével. Legjelentősebb közöttük a Margit-forrás, melynek éves átlagos vízhozama 1332 l/p. Kisebb hozamú rétegforrások a metaandezitből felépült területrészekén gyakoriak, de a perm mészkőből is számos kis forrás fakad.

Az áprilisban elvégzett kísérlethez ideális hidrológiai körülmények voltak adottak. A hónap első felében a területre lehullott 12 cm vastag hótakaró 15-17 között elolvadt. Ennek hatása a források vízhozamának növekedésében 24-e után jelentkezett. Ezt a hónap végén 2 nap alatt lehullott 69 mm csapadék hatására jelentkező árvízi hozamok követték.

A nyomjelzéses kísérletre 1995. április 21-én 14³⁰-kor került sor. Ennek során a Balekina-barlang 90 m mélységű végpontján törmelékes szifonban eltűnő patakvizéhez 2 kg fluoreszcein ammonium-hidroxidos oldatát adagoltuk, 30 l/p vízhozam mellett.

A nyomjelző anyag újbóli megjelenésére régebbi, mások által végzett kísérletek alapján a Garadna-völgyben fakadó Margit-I-II-forrásokban lehetett számítani, de a biztonság kedvéért a Lillafüred térségében fakadó Eszperantó-, valamint az Anna-I-II-III-forrásokat is rendszeresen figyeltük. Más, a kísérlet folyamán

figyelésre érdemes forrásról nem volt tudomásunk, illetve a rendelkezésre álló topográfiai és forráskataszteri térképek nem jeleztek.

A fluoreszcenciával jelzett víz Ujmassa határában, a Garadna-patak egy mederforrásában, 24-én 16⁰⁰ óra körül jelent meg. A jellegzetes zöld szín a növekvő hozamú és enyhén zavarossá váló forrásvízben 3 napig jól látható volt. Április 27-én a koncentráció erősen csökkent, 28-án délelőttre a víz jelentős mértékben letisztult.

A kísérlet alapján egyértelművé vált a Balekina-barlang és az újmassai (helybeliek elnevezése szerint Vekerle-) forrás közötti kapcsolat. A víz látszólagos sebessége a 900 m-es barlangvégpont – forrás légvonalbeli távot figyelembe véve 12 m/h volt. A forrás vízhozamának alakulása alapján a forrás vízgyűjtő területét főként a Nyavalyás-tető elsősorban dolomitból felépült karsztömbje alkothatja, így a tőle D-re ismert Jáspis-barlang is az itt húzódó, a vizsgálattal kimutatott vízvezető barlangrendszer szerves részét képezi. Nem egyértelmű a Tekenős-völgyben ismert, szintén dolomitban kialakult Fekete-barlang hidrológiai kapcsolata. A földtani-szerkezeti viszonyok és hidrológiai megfontolások alapján a Margit-forrással illetve a Vekerle-forrással egyaránt kapcsolatban állhat. Az utóbbival való kapcsolat esetén a Margit-forrás felé árvízi bifurkáció elképzelhető, hiszen a barlang jelenleg ismert végpontja abban a szerkezeti övben húzódik, mely a Margit-forrás vizét felszínre kényszeríti.

A tervezett bányászat a kimutatott vízvezető barlangrendszer ma még feltáratlan részeinek teljes megsemmisülését okozhatja. A bányászati tervezett talpszintje és visszahagyandó végső D-i rézsűje alapján a talpszint a forrásszintben fog elhelyezkedni, tehát a jelenlegi karsztvíz szintje alatt húzódna. Ez a forrás vízbázis védelme szempontjából megengedhetetlen. A kimutatott járatok (legalább 2 km hosszan) egyértelműen a fejtés áldozatául esnek. Ez alapján a Nyavalyás-tetőn a dolomit bányászatot jelentős korlátok között lehet csak engedélyeztetni. A karsztvíz és a barlangok védelme szempontjából az egyedüli célravezető határozat a bányászati engedély megvonása lenne.

Előzmények

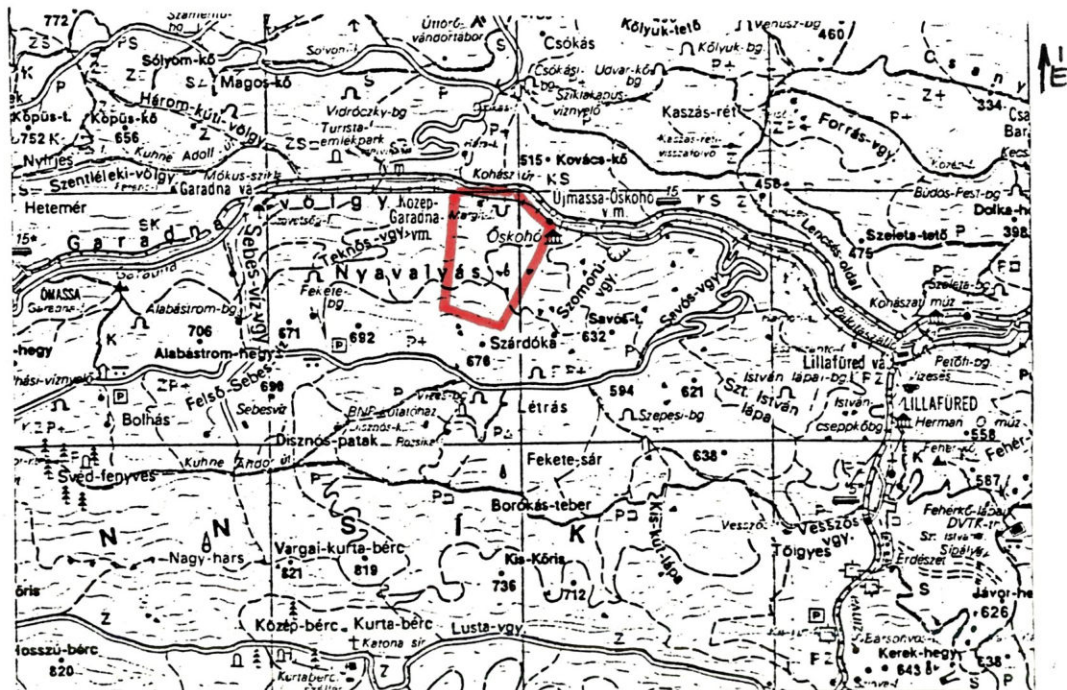
A Bükk Nemzeti Park területén 1979-ben feltárt Balekina-barlang és az 1992-ben feltárt Jáspis-barlang járatait a bennük található cseppkőképződmények, oldásformák, a barlangjáratok kivételes földtani feltártsága miatt a KVM fokozottan védetté nyilvánította. A barlangok feletti Nyavalyás-tetőn a 60-as évek végétől működő dolomitbányászat a további termelés következtében a barlangjáratokat közvetlenül veszélyezteti, így szükségessé vált a járatok még feltáratlan szakaszai hidrológiai kapcsolatának és irányának meghatározása a visszahagyandó védőpillér nagyságának megállapítása érdekében. Erre legcélszerűbbnek látszott a barlangokban folyó patakvizek víznyomjelzéses vizsgálata, hiszen a felszín alatti kapcsolatokat ez a módszer igazolja egyértelműen. Ennek eredményeként eldönthető, hogy a Balekina- és Jáspis-barlangok mely Garadna-völgyi- vagy Lillafüredi karsztforrással állnak közvetlen hidrológiai kapcsolatban.

A terület jellemzése

A vizsgált terület a Bükk-hegység é-i részén, a Garadna-völgy és a Szárdoka-hegy között terül el (1. ábra). Ennek központi részét alkotja az egykor 592 m tszf. magasságú Nyavalyás-tető, melynek felső részét a dolomitbányászat során már letermelték.

1. ábra

A Nyavalyás-tető elhelyezkedése a Bükk-hegységben



A két barlang bejárata a Nyavalyás-tető közelében helyezkedik el, a Szárdoka-hegy északi lejtőjén, a Szomorú-völgy szomszédságában. Mindkét barlanghoz középső-triász porfiriten kialakult nem karsztos vízgyűjtő terület tartozik, ahonnan az összegyűlt áradmányvizek az időszakos víznyelőként működő bejáratokon át, vagy azok közelében tűnnek el.

A Balekina-barlang bejárata kb. 540 m tszf. magasságban található. Mélysége 89,9 m, így mélypontja kb. 450 m tszf. magasságban helyezkedik el. A közeli 185 m mélységű Jáspis-barlang bejárata kb. 586 m. tszf. magasságban nyílik, végpontja kb. 56 m-re közelíti meg a Margit-forrás 345 m-es fakadási szintjét.

A Jáspis-barlangtól éNy-ra 250 m-re ismert berogyás egy eltömődött víznyelő helyét, további barlangjáratok kiindulási pontját jelzi.

Földtani felépítés

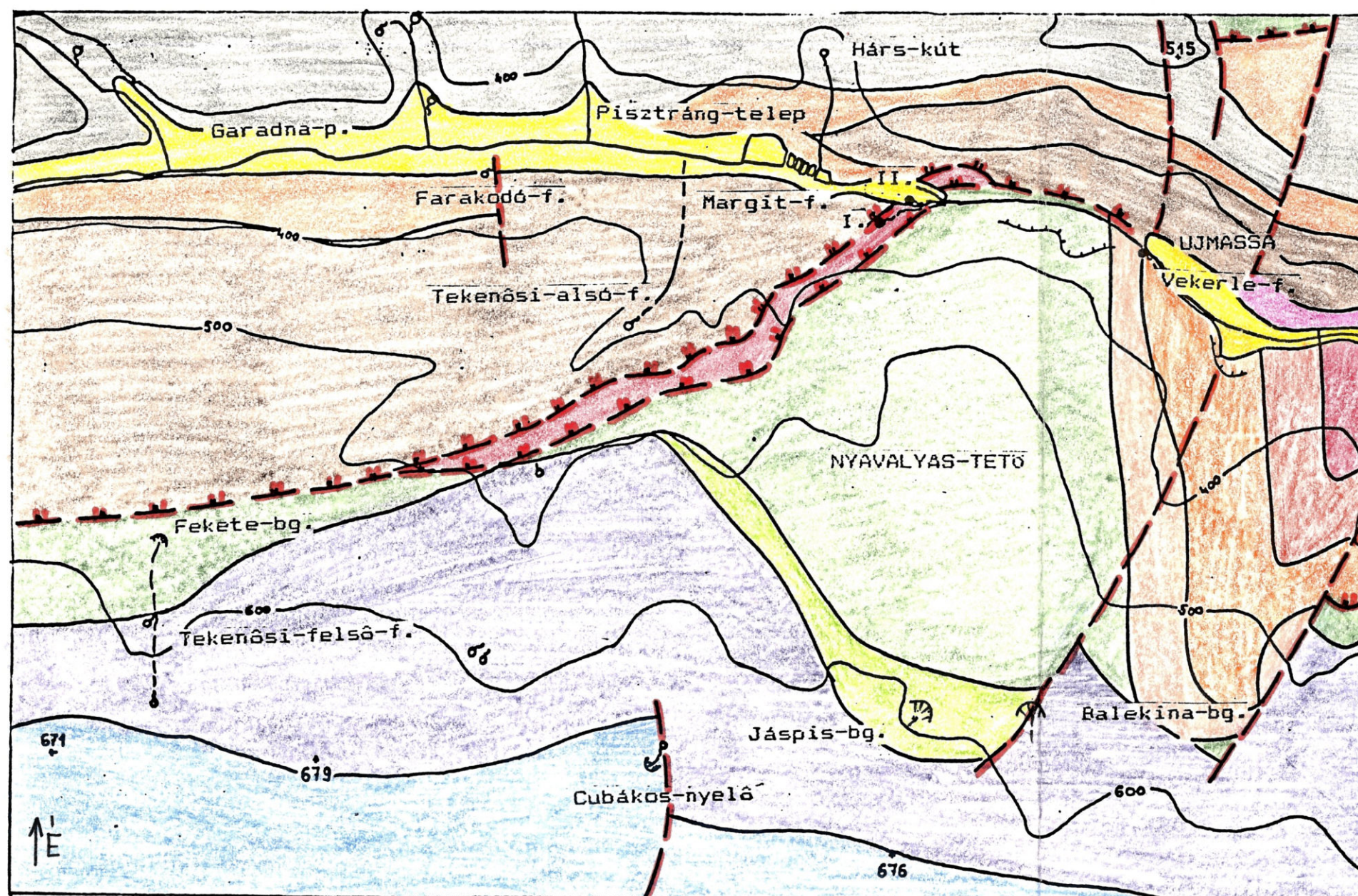
A barlangok és a Margit-forrás feltételezett vízgyűjtőterületén illetve annak közvetlen környezetében található legidősebb földtani képződmény a felső-perm mizsiás fekete, réteges, vékony pados mészkő (Nagyvisnyói Formáció), mely a forrástól nyugatra található a Tekenősvölgyben és attól északra. A rétegtanilag felette ismert alsó-triász üledékek itt egy tektonikus zónában találhatók, így elvékonyodott roncsokban csak mészkő és homokkő rétegek ismertek. Teljes kifejlődésű alsó-triász sorozatot a Nyavalyás-tető éK-i oldalán ismerünk, ahol a perm üledékekből először a Gerennavári Formáció ooidos mészkőve, majd az Ablakoskő-völgyi F. homokkő, mészkő, márga, mészkő rétegsorozata fejlődik ki. Az alsó-triász üledéksorozatból folyamatosan fejlődik ki az anizuszi korú Hátori Dolomit F. Ennek legjelentősebb tagját sötétszürke rétegzett és rétegzetlen dolomit jelenti, felette a vékonyabb kifejlődésű Nyavalyási Mészkő Tagozat és a Sebesvízi Breccsa T. rétegei helyezkednek el. Dél felé a dolomit összlet fedőjében középső-triász neutrális vulkanizmust jelző metaandezit (porfirit) települ. Ettől délre Létras-tető környékén a még szintén középső-triász Fehérkői Mészkő F. rétegei helyezkednek el (2. ábra).

A terület fiatalabb üledékeit a hegyoldalakban néhol több méter vastagságú lejtőtörmelék, a patakok völgyében alluviális üledék alkotja. A kőbányászat során feltárt néhány űregben vörös agyagot illetve törmelékes üledéket ismerünk.

Hidrológiai viszonyok

A vizsgált terület legjelentősebb vízfolyása az északi határon folyó Garadna-patak. Ezt táplálja az itteni legjelentősebb vízhozamú Margit-forrás, mely feltételezések szerint többek között a Nyavalyás-tető környékén beszivárgó vizeket is felszínre vezeti. A VITUKI által megadott 1951-1980 évi átlagos vízhozama 1918 m³/nap (1332 l/p). Időszakos rétegforrás ismert a régi /szomorú/ dolomitbánya sziklalafalában, mely csak kivételes vízhozamok idején működik a dolomitot fedő márgaösszletből. Kis hozamú rétegforrások fakadnak a bar-

A NYAVALYAS-TETŐ KÖRNYÉKÉNEK VÁZLATOS
FÖLDTANI TÉRKÉPE



Jelmagyarázat

- Karbon rétegek általában
- Alsó-középső-perm üledékek általában (Szentléleki Formáció)
- Felső-perm mészkő (Nagyvisnyói F.)
- Alsó-triász ooidos mészkő (Gerennavári F.)
- " " Ablakoskő-völgyi F. Homokkő Tagozat
- " " " Lillafüredi mészkő T.
- " " " Savós-völgyi márga T.
- " " " Ujmassai Mészkő T.
- Középső-triász Hámori Dolomit F.
- " " " Nyavalyási mészkő T.
- " " " Szentistvánhegyi Porfirit F.
- Középső-felső-triász Fehérkői mészkő
- Holocén alluviális üledék
- Réteghatár
- Vető
- Feltolódás

(Less György kéziratoss térképe nyomán)

langok feletti, metaandezit alkotta vízgyűjtőn, a Tekenős-völgy több pontján, a Fekete-barlang bejárata felett szintén metaandezitből, alatta perm mészkőből.

A nyomjelzéses kísérlet során biztonsági szempontból figyelésbe vont karsztforrások fakadnak Lillafüred térségében is. A hátori dolomitösszletből ered az Anna II-III. források vize, alsó-triász mészkőből a 110 m³/nap (75 l/p) éves átlaghozamú Eszperantó-forrás vize. (Az Anna-II-III. források vizének hozamát a mésztufából fakadó, Létrási karsztterülettel kapcsolatban álló Anna-I. forrás vizével együtt mérik).

A vizsgálat tárgyát képező területen a rendelkezésre álló 1:10000-es méretarányú katonai topográfiai és forrás kataszteri térképek alapján egyéb forrás nem volt ismert.

A Nyavalyás-tető feletti karsztosodására utalnak a bányákban és a felvezető dózerút bevágásában feltárt üregek. Ezek egy részének kitöltését vörös agyag, más részt agyagos dolomittörmelék alkotja.

A területre hulló éves csapadék a VITUKI adatai szerint kb. 800 mm, melyből 243 mm szivárog be a karsztba (30 %).

A környéken az első karsztvíz összefüggés vizsgálatot Jakucs L. végezte a Létrási Vizes-barlang feltárása idején. Az általa a Margit-forrással kimutatott kapcsolatot a barlang szifontavának 1992-ben történt újabb nyomjelzése megcáfolta. A területen a 60-as években is végeztek vizsgálatokat az akkori dolomitkutatók idején. A Margit-forrástól 315 m ill. 430 m-re levő L-1 és L-2 fúrásokban három, sóval (NaCl) történt kísérlet során mutatták ki azok Margit-forrással való kapcsolatát. A jelzett víz maximális sebessége 10.0 és 16.3 m/h között volt /akkori pillanatnyi vízhozam ismeretlen/.

A 470 m tszf. szintről mélyített L-12-es fúrásban a karsztvízszintet 439 m-en érték el. Sajnos a fúrások helyét a publikációkban nem adták meg.

Az 1995. évi víznyomjelzéses kísérlet

Az eddigi ismeretek birtokában a Balekina- és Jáspis-barlang hidrológiai kapcsolata a Margit-forrással volt valószínűsíthető, annak közelsége (1 km), valamint a járatok uralkodóan északi iránya miatt. A földtani felépítés alapján kevéssé volt valószínűsíthető a kapcsolat az dolomitból fakadó Anna II-III. forrásokkal, azonban nem lehetett egyértelműen kizárni.

A vizsgálat elvégzése a Balekina-barlang föld alatti patakvizének nyomjelzésével látszott célszerűnek. Ha a jelzőanyag a Margit-forrásban jelenik meg, úgy a Jáspis-barlang is oda vezeti a felszín alatti vizeket. A két barlang hidrológiai összetartozását közelségük, azonos földtani környezetük teszi egyértelműen indokolttá.

Fennti megfontolások alapján a vizsgálatot 2 kg fluoreszcein ammonium-hidroxidos oldatával végeztük el, melyet a Balekina-barlangban folyó 30 l/p hozamú vízfolyáshoz adagoltunk. A jelzés időpontja 1995. április 21. 14⁰⁰.

A betáplált jelzőanyag újbóli megjelenése szempontjából az 1. táblázat szerinti források jöhetnek számításba:

1. táblázat

Forrás neve	F. szint	Q (l/p)	Távolság
Margit I.	345 m	800	1000 m
Margit II.	343 m	800	1000 m
Eszperantó	345 m	30	2220 m
Anna I.	263 m	1700	2980 m
Anna II-III	266 m	2600	2850 m

A források figyelésének időpontjait illetve a vízmintavétel rendjét a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat

Forrás neve	Mintavétel időpontja									
Anna I-II.										
Eszperantó										
Margit I-II.										
Aprilis	20	21	22	23	24	25	26	27	28	

A vízminták sGrG vételét a Margit-I-II források esetében a jelzőanyagok a régebbi kísérletek alapján valószínű itteni megjelenése, a pontos koncentráció görbe meghatározása tette szükségessé. Az Anna-I és II forrásnál valamint az Eszperantó-forrásnál a nagyobb távolság miatt naponta csak kétszer vettünk vízmintát /az Anna-III az Anna-II-vel kapcsolatban van/, ezt a mintavételt csak biztonsági szempontok indokolták. A koncentráció értékek meghatározásához szükséges "tisztá" alapvízmintát a jelzés előtti napon vettük meg a figyelésbe vont források vizéből.

A vízminták fluoreszcein koncentráció értékeinek meghatározására a Magyar Állami Földtani Intézetben előre elkészített összehasonlító mérősor állt rendelkezésre.

Csapadék és forrás-sok vízhozamának alakulása a kísérlet során

A vizsgált területen a hidrológiai körülmények a kísérlet kezdetén ideálisak voltak. Április 15-17-én a Létrás-tető térségében megelőzően lehullott 12 cm hó elolvadt. A kísérlet kezdetén a Balekina-barlang víznyelőjébe kb. 15 l/p csökkenő hozamú patak folyt be (3. ábra). A barlang mélypontján a vízhozam a

repedésekből és oldalágakból összegyűlt vizek következtében 30 l/p volt.

3. ábra

A Balekina-barlang vízgyűjtője



A jelzés utáni néhány száraz, meleg napot követően 25-én 42 mm, 26-án 27 mm eső hullott a felszínre (lillafüredi vízmű mérése).

A terület környező forrásainak időszakos megtekintése alapján a mészköves tározóból fakadó karsztforrásokban (Soltészkeri-, Szinva-f.) 24-én a Garadna-patakban 25-én lassú vízhozam növekedés tapasztalható. Ez a növekedés 27-re virradólag jelentős árvízzé fokozódott, a Garadna-forrás vize pl. 30000 l/p-nél nagyobb volt. Az árvíz következtében az összes figyelt forrásban hozamnövekedés volt tapasztalható, a területen olyan rétegforrások is működésbe léptek, melyek helyét azelőtt esetleg csak szivárgó jellegű fakadások jelezték. A vízhozamok kezdeti növekedése a hóolvadás hatására indult meg, míg az árvíz a 2 nap alatt a területre lehullott 69 mm csapadék és a már említett hóolvadás együttes következménye.

A területen észlelt források és patakok vízhozamát, a csapadék alakulását a 3. táblázat tartalmazza.

3. táblázat

Anna-I-II-f.	4300	4300	4300	4300	4200	4400	4650	5000	5000
Eszperantó-f.	30	30	30	30	30	30	40	60	-
Margit-I.-f.	800	800	800	800	800	800	1000	2000	2000
Margit-II.-f.	200	200	200	200	200	200	250	250	250
Ujmassai-f.	-	-	-	-	-	250	600	1000	900
Tekenőse alsó-f.	-	-	50	-	-	-	100	-	-
Farakodói-f.	-	-	5	-	-	-	-	15	-
Soltészkerthi-f.	1500	-	-	-	2000	-	-	3000	2500
Szinva-meder	0	-	-	-	200	-	-	Árvíz	Árvíz
Jáspis-nyelő	0	-	-	-	-	-	0	-	-
Balekina-nyelő	15	10	-	-	-	-	200	-	-
Balekina-bg.	-	30	-	-	-	-	-	-	-
Fekete-bg. nyelő	-	-	-	-	-	-	500	-	-
Csapadék	0	0	0	0	0	42	27	0	0
Április	20	21	22	23	24	25	26	27	28

Vízhozam l/p-ben, csapadék mm-ben megadva
 - = nincs adat

Eredmények

1995. Április 25-én 9³⁰-kor a Garadna-völgyben a jávorkúti útelágazásnál a patak vizének zöld elszíneződését lehetett észlelni. Meglepetésre a Margit-forrás vize tiszta volt, így a jelzőanyagának valahol a két pont között kellett megjelennie a patakban. Az egyértelmű tömény zöld színt Ujmassa szélén, a patakmeder partján észleltük, a Garadnai Kisvasút töltésének tövében, a régi, felhagyott dolomithánya K-i sarkánál. A helybeliek elmondták, hogy a zöld színt előző nap (24-én) 17 óra körül észlelték. A forrást (melyet ők Vekerle-forrásnak neveznek) régóta használják, de a Garadna-patak kis áradásakor - mint aznap is - már nem látszik, a keveredés miatt nem iható.

A forrás helyét a földtani térkép alapján a Nyavalyás-tetőt felépítő dolomiton elhelyezkedő alsó-triász vízzáró rétegek jól kijelölik. Ezt igazolta, hogy az elkövetkezendő napok áradása nyomán a vasúti töltésből magasabb szinten újabb fakadásokat lehetett észlelni,

ahonnan kb. 1000 l/p hozamú, fluoreszcenstől zöld, az áradás miatt enyhén zavaros víz ömlött felszínre (4. ábra). A forrásból az alábbi időpontokban vettünk vízmintát:

Április 25-én 10⁰⁰, 14⁰⁰, 15³⁰, 16³⁰
 26-án 10³⁰, 17⁰⁰
 27-én 12⁰⁰
 28-án 11⁰⁰

26-tól a zöld szín erőteljes gyengülése, tisztulása alapján a koncentráció érték jelentős csökkenése tapasztalható, a festékhullám gyors levonulását feltehetően az esőzés okozta áradás idézte elő.

A koncentráció értékek meghatározásának nem volt értelme. A megáradt Garadna-patak első naptól kezdve hozzákeveredett a Vekerle-forrás vizéhez, így itt eleve hígulás történt. A forrás árvízi felfakadásaiából csak később, a jelzőanyag letisztulása során tudtunk csak mintát venni, ezek koncentráció értékeinek meghatározása során használható adatot nem nyerhettünk.

4. ábra

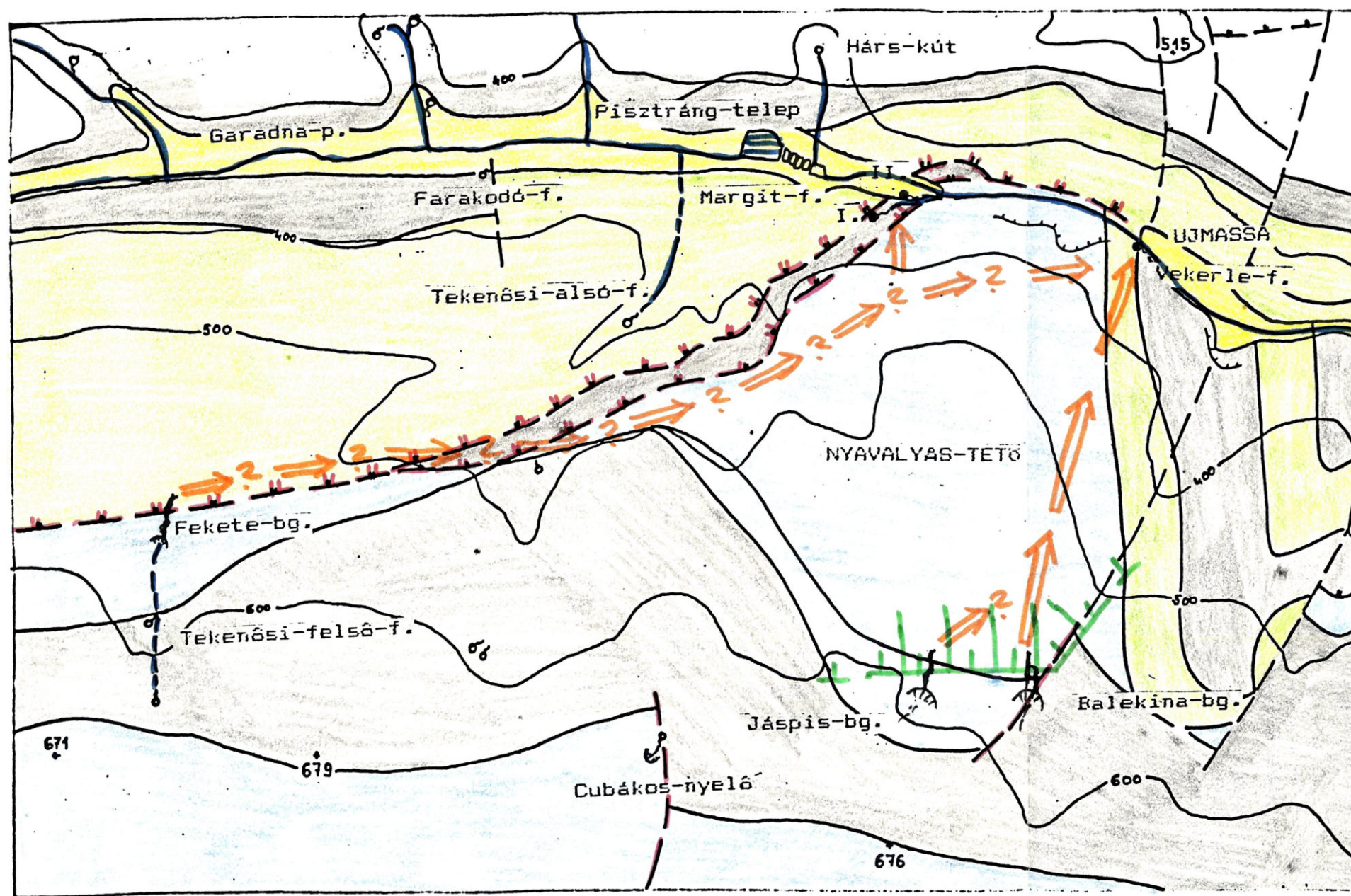
A fluoreszcenccel jelzett víz megjelenése a Vekerle-forrásban



A jelzett víz a 900 m-es légvonalbeli távot kb. 74 óra alatt tette meg, ez alapján sebessége kb. 12 m/h volt. A forrás vízhozamát nem lehetett mérni, csak közelítően becsülni a Garadna-patak áradása miatt. Emiatt a hozam adatok tájékoztató jellegűek, további számításokra alkalmatlanok.

A többi figyelt forrás vizében a jelzőanyag újbóli megjelenését nem lehetett észlelni.

A NYAVALYAS-TETŐ KÖRNYÉKÉNEK VÁZLATOS
VÍZFÖLDTANI TÉRKÉPE



Jelmagyarázat

- Kifejezetten - jól karsztosodó mészkő és dolomit
- Közepesen karsztosodó mészkő
- Vízáró kőzetek általában
- Közepes víztároló alluviális üledék
- Vízföldtanilag jelentős tektonikai vonalak
- Felszíni vízfolyás /állandó, időszakos/
- Karsztforrás
- Rétegforrás
- Víznyelő
- Vízvezető barlangjárat /ismert/
- Kimutatott felszín alatti hidrológiai kapcsolat
- Feltételezett felszín alatti hidrológiai kapcsolat
- Tervezett végső rész

(Less György kéziratós térképe nyomán)

A kísérlet alapján a Balekina-barlang vizet vezető járata egyértelműen az Ujmassa szélén fakadó Vekerle-forrással áll közvetlen hidrológiai kapcsolatban (5. ábra). A barlang vizei a jelenlegi legfelső bányaudvar alatt egyesülhetnek a Jáspis-barlang vizeivel, majd áramolnak szerkezeti zónák által megszabott vonalak mentén a forrás felé. A járatok kezdetben a dolomitnál jobban karsztosodó mészkő és mészkőkonglomerátum mentén haladnak. A karsztvíz szintjén áramló vizek elsősorban a gyűrődések tengelyvonalában kialakult tört-zúzott zónákat vehetik igénybe.

A forrásnak a kísérlet idején becsült vízhozamadatai alapján vízgyűjtőterületét legalább a Nyavalyás-tető mészkőből és dolomitból felépült 0.69 km^2 -es karsztterülete és a víznyelők nem karsztos, metaandezitből felépített 0.1 km^2 -es területe alkotja. Ez alapján a forrás éves vízhozama 191844 m^3 , ami 365 l/p átlagos vízhozamnak felel meg.

Bizonytalan a Tekenős-völgyben nyíló Fekete-barlang hovatartozása. Vízgyűjtőjét a barlang bejáratának környékén 0.1 km^2 dolomitból, valamint a víznyelő háttérében 0.06 km^2 metaandezitből felépült terület alkotja. Földtani-hidrológiai megfontolások alapján a Vekerle-, vagy a Margit-forrás vízgyűjtőjét egyaránt jelentheti. Az ugyancsak fokozottan védett barlang ismert járatainak alsó szintjei a Tekenős-völgy mentén kialakult feltolódási zónában haladnak, mely a Margit-forrás felé húzódik. Amennyiben a barlang a Vekerle-forrásba vezeti vizeit, úgy a kőbányászat az innen húzódó barlangjárat Margit- és Vekerle-forrás közötti szakaszának a létét veszélyezteti. A barlang hidrológiai kapcsolata csak egy ott elvégzett nyomjelzéses vizsgálattal állapítható meg egyértelműen.

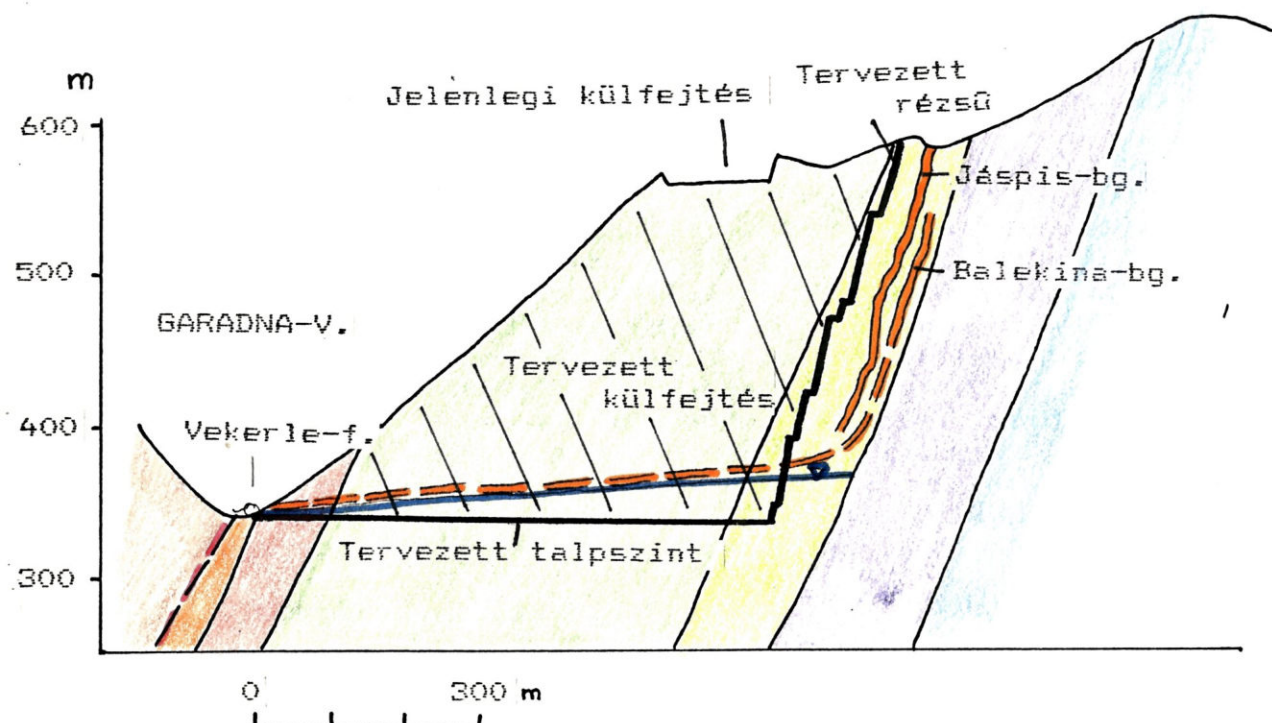
A víznyomjelzéssel kimutatott vízvezető barlangjáratokat a dolomitbányászat újbóli beindítása megszüntetné. Mint az a RNP által rendelkezésemre bocsátott tervrajzokból kiderül, a külszíni bánya visszahagyandó végső részűje a jelenleg ismert barlangjáratok végpontját minimum $40\text{--}50 \text{ m}$ -re közelíti meg. A bánya tervezett 335 m tszf. magasságban elhelyezkedő talpszintje a Vekerle-forrás és a Garadnapatak szintjében lenne. Ezáltal – figyelembe véve a karsztvízszint D felé történő emelkedését – a talpszint a D-i résznél már 30 m -rel a karsztvíz szintje alatt helyezkedne el. Ezáltal a Vekerle-forrás és karsztos vízgyűjtőjének döntő része a bányászat áldozatául esne. Fentti tény alapján a barlangjáratok a végső részfalban $360\text{--}400 \text{ m}$ es szintben karsztforrásként működnének, s a kimutatott, legalább 2 km hosszú járatrendszer legnagyobb része – mely a jelenlegi karsztvíz szintjében húzódhat (6. ábra), a befoglaló kőzet lefejtése miatt megszűnne. Ez a Fekete-barlang felől húzódó barlangágra is vonatkozik, amennyiben az is a Vekerle-forrás vízgyűjtőjéhez tartozik. A barlangok védelme a kőbányászat szintbeli kiterjedésének jelentős korlátozása, a bányászat fokozatos ellenőrzése mellett valószínűsíthető, egyértelműen teljes védelmet azonban csak a bányászati engedély visszavonása jelentene.

Vázlatos szelvény a Nyavalyás-tetőn át

ÉÉK

DDNy

NYAVALYÁS-TETŐ



JELMAGYARAZAT

- Felső-perm mészkő
- Alsó-triász márga
- Alsó-triász mészkő
- Középső-triász dolomit
- Középső-triász mészkő és konglomerátum
- Középső-triász porfirit
- Középső-felső-triász mészkő
- Tektonikus vonal
- Feltárt barlangjárat
- Kimutatott barlangjárat
- Karsztvízszint

Egyéb észrevételek

1. A Balekina- és Jáspis-barlangok járatai a szerkezeti zónák miatt helyenként erősen omladékos jellegűek. Mivel a járatok a megnyitandó kőbánya közvetlen közelében helyezkednek el, a BNF által előírt védőpillér meghagyása ellenére is a robbantások lökéshullámainak lesznek folyamatosan kitéve. Ezek a fejtési falak előrehaladtával egyre jobban fejthetik ki hatásukat, melynek következtében a barlangokban az omlás egyre valószínűbbé, esetleg gyakoribbá válhat. Ez a tény a barlangok további kutatását gátolhatja meg, az egyre jelentősebb életveszély fennállása miatt.

2. A víznyelők vízgyűjtőjén számos dózerút halad keresztül, közel szintesen. Ezek összegyűjtik, és lejtésirányuknak megfelelően a keréknyomokban elvezetik a vízgyűjtőn összegyűlt áradmányvizet, melyek így nem fejthetik ki barlangalakító hatásukat. Emiatt pl. a Jáspis-barlang víznyelőjébe jelenleg nem jut el aktív vízfolyás, míg a Balekina-barlang esetében csak levezető árok létesítésével juttathattunk vizet az útról a víznyelőbe, 2 évvel ezelőtt. Gépkocsi azóta nem járt arra... A barlangok víznyelő jellegének megtartása érdekében javaslom, hogy a megfelelő helyeken átereszeket létesítsenek az utak alatt. Ennek szükségességét a Bükk többi víznyelőjénél is érdemes megvizsgálni.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani azoknak, akik a vizsgálat elvégzéséhez segítséget nyújtottak:

a Bükki Nemzeti Parknak a napi vízmintavételnél helyszínekre szállításomért /Ferenczy Gergely területkezelő, aki egyben a barlangi nyomjelzésnél is hathatós segítséget nyújtott/

a Marcel Loubens Barlangkutató Egyesületnek a Létrástetői szálláslehetőségért

Hoitsy Györgynek a pisztrángtelep vezetőjének a Margit-forrásnál nyújtott segítségéért

Irodalomjegyzék

Jakucs L. /1959/: Felfedező utakon a föld alatt - Budapest, 1959.

Juhász A. - Pálfi J. /1972/: A nyavalyáshegyi dőlomitelfordulás (Bükk-hegység) vízföldtani viszonyai - Hidrológiai Tájékoztató 1972. p. 61.

Kovács Zs. /1994/: A Balekina-barlang kutatásának eredményei - kézirat

Sásdi L. - Szilágyi F. /1993/: A Magyar Állami Földtani Intézet által a Bükk-hegységben végzett víznyomjelzéses vizsgálatok értékelése - A bükki barlangok kutatásának legújabb eredményei. Miskolc, 1993.

**A Bükk-hegységi Fekete-barlang
víznyomjelzéses vizsgálata**

Készítette: Sásdi László

1995. április-május

Összefoglalás

A Bükk-hegységi Nyavalyás-tető dolomit tömbjében kialakult, fokozottan védetté nyilvánított Balekina- és Jáspis-barlangok vízvezető járatainak hidrológiai kapcsolata az Ujmassán fakadó Vekerle-forrással a Fekete-barlang víznyelőjében eltűnő patak vizének nyomjelzéses vizsgálatát is szükségessé tette. A vizsgálat eredményének ismeretében határozható meg a víznyelőbarlangban eltűnő víz újbóli felszínre bukkanási pontja, mely elvileg a Vekerle- és a Margit-forrás egyaránt lehet. A Vekerle-forrással való kapcsolat esetén módosítandó a Nyavalyás-tetőn újból megnyitásra kerülő dolomitbányában a barlangjáratok védelmét szolgáló védőpillér nagysága, helyzete, illetve a bányászati engedély visszavonása is szóba kerülhet.

A vizsgált terület a Bükk-hegység É-i részén, a Garadna-völgy valamint a Tekenős-rét és Létrás között terül el. Ennek központi részét alkotja a Nyavalyás-tető, melynek csúcs régióját a dolomitbányászat során már letermelték.

A kimutatandó, feltételezett barlangrendszer közvetlen környezetének földtani felépítésében uralkodó szerepet játszik a középső-triász Hámori Dolomit Formáció összlete, melyben a Fekete-barlang nagy része húzódik. A formáció fiatalabb részeit mészkő és mészkőkonglomerátum rétegek alkotják, melyek mentén a Balekina és Jáspis-barlangok járatai alakultak ki. A dolomitból felépült területrésztől D-re középső-triász korú metaandezit (Szent István-hegyi Porfirrit F.) található, mely a víznyelőbarlangok nem karsztos vízgyűjtő területét alkotja. A Tekenős-völgytől ÉNy-ra felső-perm mizziás mészkő (Nagyvisnyói F.), míg a Nyavalyás-tetőtől ÉK-re változatos felépítésű alsó-triász rétegsorozat (Gerennavári és Ablakoskő-völgyi F.) települ. Ugyanezen rétegek a Tekenős-völgy mentén elvékonyodva egy tektonikus zónában húzódnak.

A területet felépítő kőzetek a hegységképző erők hatására gyúrt szerkezetűek, helyenként feltolódási zónák mutathatók ki (Tekenős- és Garadna-völgy). Jellemző, hogy a teljes, enyhén metamorf rétegsorozat átbuktatott helyzetű.

A térség legjelentősebb vízfolyása a Garadna-patak, melyet K-i irányú folyása mentén számos réteg- és karsztforrás táplál vizével. Legjelentősebb közöttük a Margit-forrás, melynek éves átlagos vízhozama 1332 l/p. Kisebb hozamú rétegforrások a metaandezitből felépült területrészekeken gyakoriak, de a perm mészkőből is számos kis forrás fakad.

A nyomjelzéses kísérletre 1996. április 2-án 13¹⁵-kor került sor. Ennek során a Fekete-barlang víznyelő bejárata előtt kb. 20 méterre elnyelődő patak vizéhez 2 kg fluoreszcein ammonium-hidroxidos oldatát adagoltuk, 10 l/p vízhozam mellett. Az elnyelődő víz a barlang bejárati aknájának alján jelenik meg, s folyik tovább a járatokon át.

A nyomjelző anyag újbóli megjelenésére régebbi, mások által végzett kísérletek alapján a Garadna-völgyben fakadó Margit-I-II-forrásokban illetve a Vekerle-forrásban lehetett számítani, de a Tekenős-alsó-forrást sem lehetett figyelmen kívül hagyni.

A fluoreszceinnel jelzett víz jól láthatóan 1996. április 4-én reggel 6 órakor jelentkezett a Margit forrás mindkét ágában. **A kísérlet alapján egyértelművé vált a Fekete-barlang és a Margit-forráscsoport közötti kapcsolat.** A víz látszólagos sebessége az 1450 m-es víznyelő - forrás légvonalbeli távot figyelembe véve 35 m/h volt. A Vekerle- és a Tekenős-alsó-forrásban a jelzett víz nem jelentkezett.

A Margit-forrás vízhozama alapján a karsztos vízgyűjtőterületet a Fekete-barlang felől húzódó dolomitsávon kívül a Nyavalyás-tető Ny-i része is alkotja, így az esetleg beindítandó dolomitbányászat a forrás vízbázisát minőségi és mennyiségi szempontból is veszélyezteti. Ez alapján a Nyavalyás-tetőn a dolomit bányászatot jelentős korlátok között lehet csak engedélyeztetni. **A karsztforrások, azok vízbázisa és a terület barlangjainak védelme szempontjából az egyedüli célravezető határozat a bányászati engedély megvonása lenne.**

Előzmények

A Bükk-hegységi Nyavalyás-tetőn a 60-as évek végétől - jelenleg időszakosan - működő dolomitbányászatot az elkövetkezendő időszakban tervek szerint a Nyavalyás-tető teljes területére kívánják kiterjeszteni. Az új bánya tervezett talpszintje a Garadna-patak ottani szintjében, azaz 335 m tszf. magasságban lenne. A további termelés a bánya D-i szomszédságában feltárt, fokozottan védett nyilvánított Balekina és Jáspis-barlangok további, fel nem tárt de feltételezett illetve hidrológiailag kimutatott járatait veszélyezteti, esetleg teljes pusztulásukat okozhatja. A barlangok hidrológiai kapcsolatát és lefutásának irányát igazoló víznyomjelzéses vizsgálat alapján a két barlang vizei az Ujmassán fakadó Vekerle-forrásban jelennek meg, így a még fel nem tárt járatszakaszok egyértelműen a bányászat áldozatául esnének. Felmerült a lehetőség, hogy a Tekenős-völgyben nyíló fokozottan védett Fekete-barlang járatai esetleg szintén a Vekerle-forrással állnak hidrológiai kapcsolatban, ebben az esetben a bányászat e barlangszakasznak a létét is komolyan veszélyezteti. Ennek a ténynek a bizonyítása vagy kizárása érdekében szükségessé vált a Fekete-barlang még feltáratlan szakaszai hidrológiai kapcsolatának és irányának meghatározása. Erre legcélszerűbbnek látszott a barlangokban folyó patakvizek víznyomjelzéses vizsgálata, hiszen a felszín alatti kapcsolatokat ez a módszer igazolja egyértelműen. A kísérlet eredményeként eldönthető, hogy a Fekete-barlang a Vekerle- vagy a Margit-forrással áll kapcsolatban, esetleg árvízi bifurkáció létezik-e valamelyik forrás irányában.

A terület jellemzése

A vizsgált terület a Bükk-hegység É-i részén, a Garadna-völgy, valamint a Tekenős-rét és Létrás között terül el (1. ábra). Ennek központi részét alkotja az egykor 592 m tszf. magasságú Nyavalyás-tető, melynek felső részét a dolomitbányászat során már letermelték.

A víznyelő alján kialakult barlang bejárata a Tekenős-völgyben helyezkedik el, a Nyavalyás-tetőtől Ny-ra. A barlanghoz középső-triász metaandeziten kialakult nem karsztos vízgyűjtő terület tartozik, ahonnan az összegyűlő áradmányvizek az időszakos víznyelőként működő bejáraton át, vagy annak közelében tűnnek el.

A Fekete-barlang bejárata kb. 568 m tszf. magasságban található. Az 1 km hosszúságú barlang mélysége 163 m, így mélypontja kb. 405 m tszf. magasságban helyezkedik el.

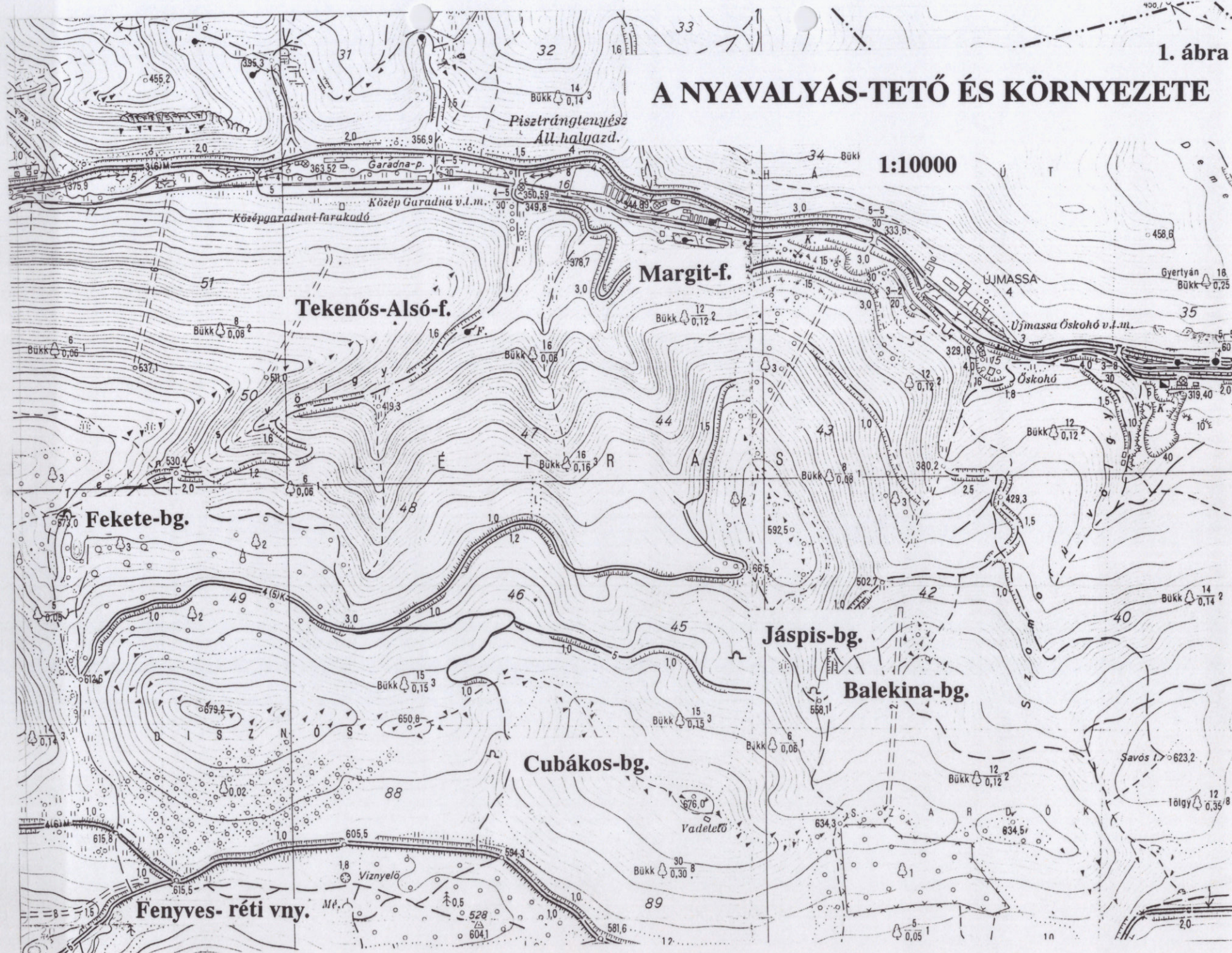
Földtani felépítés

A három fokozottan védett barlang és a Vekerle-forrás feltételezett vízgyűjtőterületén található legidősebb földtani képződmény a felső-perm mizziás fekete, réteges, vékony pados mészkő (Nagyvisnyói Formáció), mely a barlangtól É-ra található. A rétegtanilag felette ismert alsó-triász üledékek itt egy tektonikus zónában húzódnak, melyben a mészkő és homokkő rétegek csak elvékonyodott roncsokban ismertek. Teljes kifejlődésű alsó-triász sorozatot a Nyavalyás-tető ÉK-i oldalán ismerünk, ahol a perm üledékekből először a Gerennavári Formáció ooidos mészkőve, majd az Ablakoskő-völgyi F. homokkő, mészkő, márga, mészkő rétegsorozata fejlődik ki.

Az alsó-triász üledéksorozatból folyamatosan fejlődik ki az anizuszi korú Hámori Dolomit F. Ennek legjelentősebb tagját sötétszürke rétegzett és rétegzetlen dolomit jelenti, melyben a Fekete-barlang ismert járatainak legnagyobb része kialakult. A dolomit felett a vékonyabb kifejlődésű Nyavalyási Mészkő Tagozat és a Sebesvizi Breccsa T. rétegei helyezkednek el. Dél felé a dolomit összlet fedőjében középső-triász neutrális vulkanizmust jelző metaandezit (Szentistván-hegyi Porfirit F.) települ. Ettől délre a Tekenős-rét és Létrás-tető környékén a még szintén középső-triász Fehérkői Mészkő F. rétegei helyezkednek el (2. ábra).

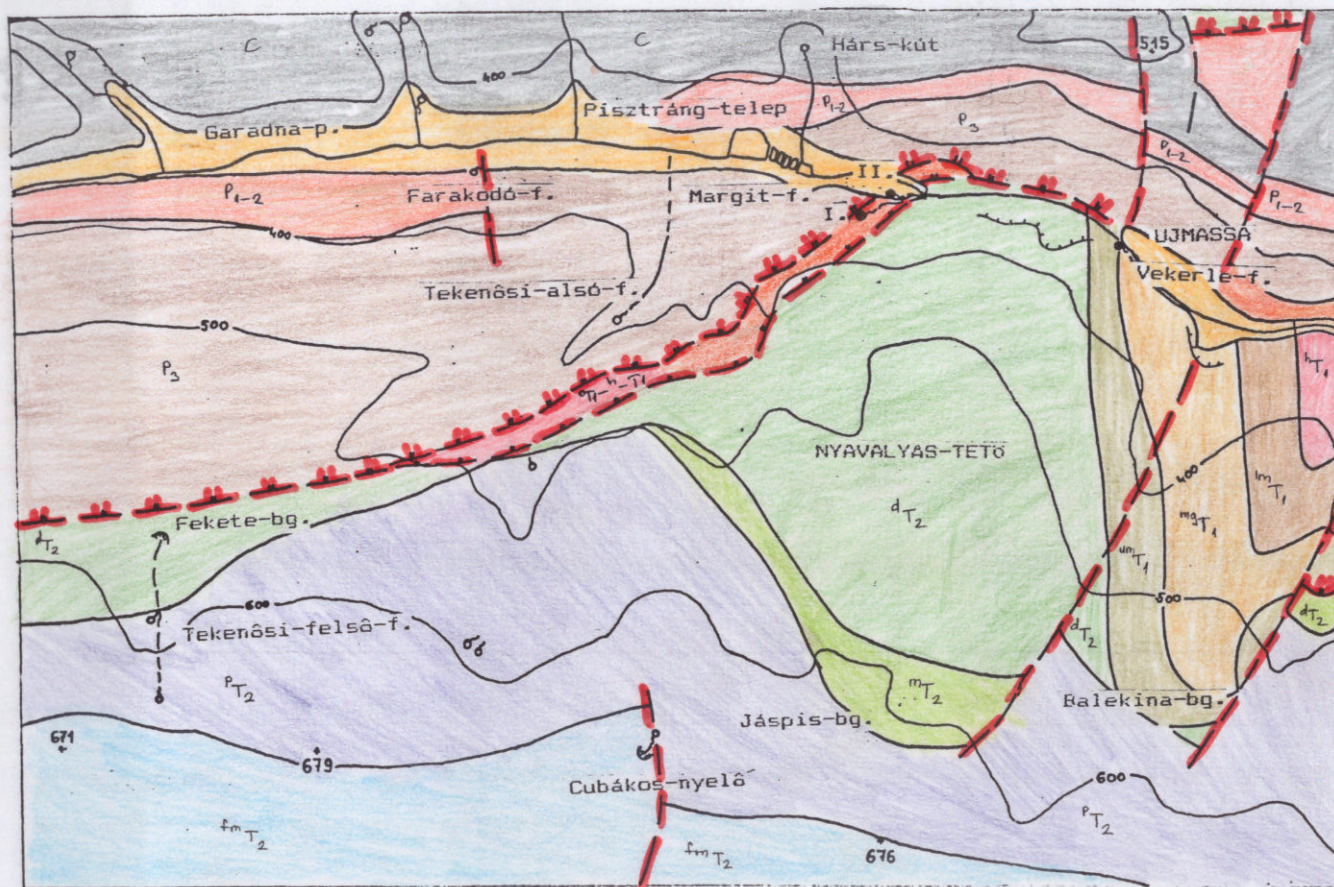
33

1



A NYAVALYAS-TETŐ KÖRNYÉKÉNEK VÁZLATOS
FÖLDTANI TÉRKÉPE

2. ábra



Jelmagyarázat

- C Karbon rétegek általában
- P₁₋₂ Alsó-középső-perm üledékek általában (Szentléleki Formáció)
- P₃ Felső-perm mészkő (Nagyvisnyói F.)
- a_{T1} Alsó-triász ooidos mészkő (Gerennavári F.)
- h_{T1} " Ablakoskő-völgyi F. Homokkő Tagozat
- lm_{T1} " " Lillafüredi mészkő T.
- ma_{T1} " " Savós-völgyi márga T.
- un_{T1} " " Ujmassai Mészkő T.
- d_{T2} Középső-triász Hámori Dolomit F.
- m_{T2} " " Nyavalyási mészkő T.
- p_{T2} " " Szentistvánhegyi Porfirít F.
- fm_{T2} Középső-felső-triász Fehérkői mészkő
- H Holocén alluviális üledék
- Réteghatár
- Vető
- /// Feltolódás

(Less György kéziratcs térképe nyomán)

A terület fiatalabb üledékeit a hegyoldalokban néhol több méter vastagságú lejtőtörmelék, a patakok völgyében alluviális üledék alkotja. A kőbányászat során feltárt néhány üregben vörös agyagot illetve törmelékes üledéket ismerünk.

Hidrológiai viszonyok

A vizsgált terület legjelentősebb vízfolyása az északi határon folyó Garadna-patak. Ezt táplálja az itteni legjelentősebb vízhozamú Margit-forrás, melynek vízgyűjtőterülete eddig nem volt megfelelően ismert. A forrásnak VITUKI által megadott 1951-1980 évi átlagos vízhozama $1918 \text{ m}^3/\text{nap}$ (1332 l/p). Az Ujmassán a Garadna-patak medrében fakadó Vekerle-forrás a legújabb vizsgálatok alapján a Nyavalyás-tetőn beszivárgó, valamint a Balekina- és Jáspis-barlangok víznyelőjében eltűnő áradmányvizeket és a Nyavalyás-tető Ny-i részének karsztosodó kőzeteiben tárolt karsztvizet vezeti felszínre. Alapvízhozama kb. $50\text{--}60 \text{ l/p}$ lehet, árvízi hozama 1995 és 1996 áprilisi becslések alapján az 1000 l/p -et is meghaladhatja. Időszakos forrás ismert a régi (szomorúi) dolomitbánya sziklalafalában, valamint a Vekerle-forrás felett, melyek csak kivételes vízhozamok idején fakadnak a dolomitot fedő alsó-triász márgaösszletből. Kis hozamú rétegforrások fakadnak a barlangok feletti, metaandezit alkotta vízgyűjtőn, a Tekenős-völgy több pontján, a Fekete-barlang bejárata felett szintén metaandezitből, alatta perm mészkőből.

A Nyavalyás-tető fejlett karsztosodására utalnak a bányákban és a felvezető dózerút bevágásában feltárt üregek. Ezek egy részének kitöltését vörös agyag, más részt sárga agyagos dolomittörmelék alkotja.

A területre hulló éves csapadék sokévi átlaga a VITUKI adatai szerint kb. 800 mm , melyből 243 mm szivárog be a karsztba (30%).

A környéken az első karsztvíz összefüggés vizsgálatot Jakucs L. végezte a Létrási Vizes-barlang feltárása idején. Az általa a Margit-forrással kimutatott kapcsolatot a barlang szifontávjának 1992-ben történt újabb nyomjelzése megcáfolta. A területen a 60-as években is végeztek vizsgálatokat az akkori dolomitkutatás idején. A Margit-forrástól 315 m ill. 430 m -re levő L-1 és L-2 fúrásokban három, sóval (NaCl) történt kísérlet során azok Margit-forrással való kapcsolatát mutatták ki. A jelzett víz maximális sebessége 10.0 és 18.3 m/h között volt (akkori pillanatnyi vízhozam illetve a fúrások pontos helye ismeretlen).

A Balekina-barlang hidrológiai kapcsolatát a Vekerle-forrással 1995 áprilisában sikerült igazolni.

A 470 m tszf. szintről mélyített L-12-es fúrásban a karsztvízszintet 439 m -en érték el.

A Fekete-barlang víznyelőjében eltűnő víz 1996. évi nyomjelzéses vizsgálata

Az eddigi ismeretek birtokában a Fekete-barlang hidrológiai kapcsolata a Margit-forrással és a Vekerle-forrással egyaránt valószínűsíthető volt. Az eddig feltárt járatok elérik azt a tektonikus zónát, mely a Margit-forrás helyzetét is meghatározza.

Az összefüggés-vizsgálat elvégzése a Fekete-barlang víznyelője patakvizének nyomjelzésével látszott célszerűnek. Ha a jelzőanyag a Margit-forrásban jelenik meg, úgy a Jáspis-és Balekina-barlangok a Fekete-barlangtól független rendszert alkotnak. Amennyiben a jelzett víz a Vekerle-forrásban jelenik meg, a Margit-forrás csak a perm mészkőből kap vizet, az említett 3 barlang pedig egy nagy barlangrendszer ismert szakaszait jelentik. Ebben az esetben a teljes rendszer forrás közeli járatai a bányászat által veszélyeztetettek. Elképzelhető volt, hogy a 2 forrás kapcsolata esetleg csak árvízi időszakokban lehetséges, felszínalatti bifurkációval.

Fennti megfontolások alapján a vizsgálatot 2 kg fluoreszcein ammonium-hidroxidos oldatával (3 l) végeztük el, melyet a víznyelő előtt 20 méterrel a patakmederben eltűnő 10 l/p hozamú vízfolyáshoz adagoltunk (3. ábra). A jelzés időpontja 1996. április 02. 13¹⁵, a jelzőanyag betáplálásánál Salamon G. (KTM Barlangtani Intézet) és Ferenczy G. (BNP) voltak jelen.

A betáplált jelzőanyag újbóli megjelenése szempontjából az 1. táblázat szerinti források jöhettek számításba:

1. táblázat

Forrás neve:.....Fakadási szint.....Távolság

Margit I.	.345 m.	1450 m
Margit II	.343 m.	1500 m
Vekerle..	.335 m.	1900 m
Tekenős-alsó	.385 m	950 m

A források figyelésének időpontjait illetve a vízmintavétel rendjét a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat

Forrás neve.....Mintavétel időpontja

Vekerle || ||||| || | |

Tekenős-alsó || ||||| || | |

Margit I.-II. || ||||| || | |

Április.....2..3..4..5..6..7..8..9..

A vízminták viszonylag ritka mintavételét a források vizéből a kezdeti alapvízi időszak miatt a jelzőanyag várható lassúbb megjelenése tette lehetővé, az elsődleges szempont az összefüggés kimutatása volt. Pontos koncentráció görbe meghatározása nem volt szükséges, az ebből számítható kihordott jelzőanyag mennyiség illetve jelzett vízmennyiség meghatározása a források pontos vízhozammérési lehetőségének hiánya miatt nem volt lehetséges. A vízminták összehasonlításához szükséges "tisztá" alapvízmintát a jelzés előtti napon vettünk a megfigyelésbe vont források vizéből. A Tekenős-alsó-forrásnál a mintavételt csak biztonsági szempontok indokolták, a forrás hozamadatainak ismerete alapján a jelzőanyag megjelenése kevésbé volt valószínű.

Csapadék és források vízhozamának alakulása a kísérlet során

3. táblázat

Vekerle	100	200	500	600	550
Margit I.-f	800	1000	1200	1200	1100
Margit-II.-f	100	150	150	150	150
Tekenőse a.-f	20	30	50	50	40
Csapadék	5	19	3		
Április	2	3	4	5	6

Vízhozam l/p-ben, csapadék mm-ben megadva
- = nincs adat

A fluoreszcenciával jelzett víz április 4-én reggel 6 órakor jelentkezett (4. ábra) a Margit-forrás vizében (a hajnali 3 óras ellenőrzés idején nem tapasztaltak elváltozást). Eszerint a jelzett víz a 1450 m-es légvonalbeli távot kb. 41 óra alatt tette meg, ez alapján sebessége kb. 35 m/h volt. A forrás vízhozamát csak becsléssel tudtuk megállapítani a számos elfolyás (szabad elfolyás, felhasznált víz) miatt. Emiatt a hozam adatok tájékoztató jellegűek, további számításokra alkalmatlanok.

A többi figyelt forrás vizében a jelzőanyag újbóli megjelenését nem lehetett észlelni.

A kísérlet alapján a Fekete-barlang vizet vezető járata egyértelműen a Margit-forrással áll közvetlen hidrológiai kapcsolatban (5. ábra). A barlang vizei a már említett feltöltődési zóna mentén áramlanak a forrás felé. A járatok kezdetben a dolomitban haladnak, majd elérik az alsó-triász, részben vízzáró kőzetpásztákat, s ezek mentén haladhatnak. A jelzett víz gyors átfutása alapján a járatokban jelentős tározók nincsenek, a víz folyásában nincs jelentős mértékben akadályozva.

A forrásnak a kísérlet idején becsült vízhozamadatai alapján vízgyűjtőterületét legalább a Nyavalyás-tető mészkőből és dolomitból felépült Ny-i része és a Fekete-barlang környéki dolomitterület valamint a víznyelő nem karsztos, metaandezitből felépített 0.6 km²-es területe alkotja.

3. ábra

Fluoreszcein adagolása a Fekete-barlang víznyelőjének medrében eltűnő olvadékvízhez



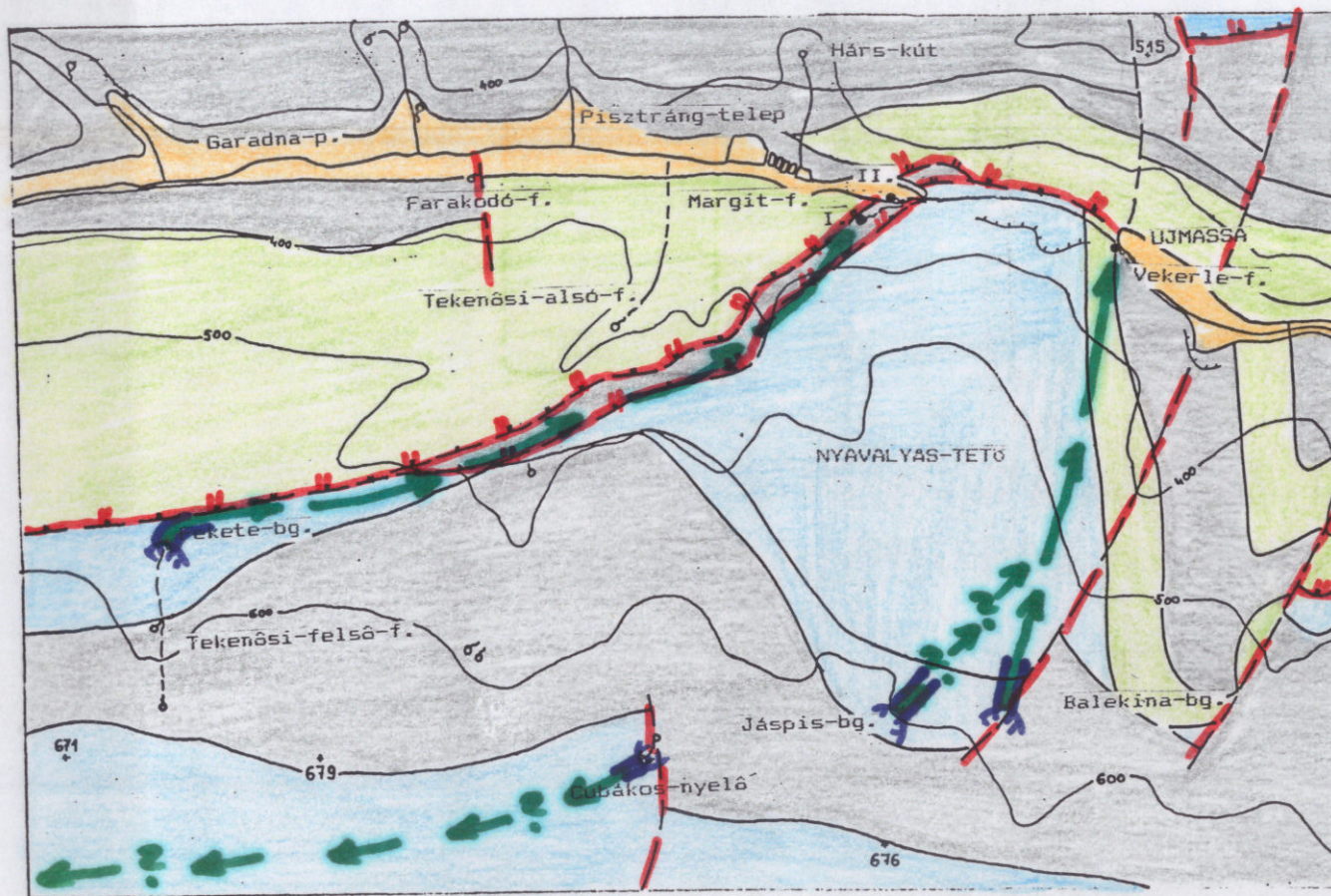
4. ábra

Fluoreszceinnel jelzett víz megjelenése a Margit-forrás vizében a Pisztráng-telep medencéiben



A NYÁVALYAS-TETŐ KÖRNYÉKÉNEK VÁZLATOS
VÍZFÖLDTANI TÉRKÉPE

5. ábra



Jelmagyarázat

- Kitűnően - jól karsztosodó mészkő és dolomit
- Közepesen karsztosodó mészkő
- Vízáró kőzetek általában
- Közepes víztárazó alluviális üledék
- Vízföldtanilag jelentős tektonikai vonalak
- Felszíni vízfolyás /állandó, időszakos/
- Karsztforrás
- Rétegforrás
- Víznyelő
- Vízvezető barlangjárat /ismert/
- Kimutatott felszín alatti hidrológiai kapcsolat
- Feltételezett felszín alatti hidrológiai kapcsolat

(Less György kéziratós térképe nyomán)

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik a vizsgálat elvégzéséhez segítséget nyújtottak:

a **Bükk Nemzeti Parknak** a napi vízmintavételnél helyszínekre szállításomért Ferenczy (Gergely területkezelő)

a **Marcel Loubens Barlangkutató Egyesületnek** a Létrás-tetői szálláslehetőségért

Hoitsy Györgynek a pisztrángtelep vezetőjének a Margit-forrásnál nyújtott segítségéért

Salamon Gábornak a felszerelés és személyem szállításáért

Irodalomjegyzék

Izápy G. - Maucha L. (1992): A Bükk-hegység vízháztartási viszonyai - A Bükk karsztja, vizei barlangjai Konferencia alkalmi kiadványa. Miskoc, 1992.

Jakucs L. (1959): Felfedező utakon a föld alatt - Budapest, 1959.

Juhász A. - Pálffy J. (1972): A nyavalyáshegyi dolomitelfordulás (Bükk-hegység) vízföldtani viszonyai - Hidrológiai Tájékoztató 1972. p. 61.

Kordos L. (1984): Magyarország barlangjai - Budapest, 1984.

Olasz J. et. al. (1979): A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem TDK. Barlangkutató Csoportjának 1978. évi jelentése. - Karszt és Barlangkutatási Tájékoztató 1978. p. 180.

Sásdi L. (1995): A Balekina-barlang víznyomjelzéses vizsgálata - KTM Barlangtani Intézet, kézirat

Sásdi L. - Szilágyi F. (1993): A Magyar Állami Földtani Intézet által a Bükk-hegységben végzett víznyomjelzéses vizsgálatok értékelése - A bükki barlangok kutatásának legújabb eredményei. Miskolc, 1993.

Simon E. (1980): A Tekenősi Fekete-barlang genetikája és felépítése. - a Nehézipari Műszaki Egyetem Közleményei I. sor. 28. köt. 3-4 f. pp. 139-146.