

# Implementation and examination of mining and technical facilities at the Bábaapáti (Üveghuta) Site

LÁSZLÓ GYALOG<sup>1</sup>, ISTVÁN SZEGŐ<sup>2</sup> and GYULA SZIEBERT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Geological Institute of Hungary, H-1143 Budapest, Stefánia út 14.

<sup>2</sup>Golder Associates (Magyarország) Ltd., H-1021 Budapest, Hűvösvölgyi út 54.

<sup>3</sup>Calamites Ltd., H-7630 Pécs, Tüskeréti út 2.

**Key words:** cuttings, excavations, exploration, gauging, geological methods, Hungary, Mórággy Block, South-eastern Transdanubia, trenching, wells

## Abstract

Apart from boreholes, some mining and technical facilities were implemented during the ground-based geological explorations in 2002–2003. The mining facilities included trenches and dug wells, whereas the technical facilities involved gauging stations (overfalls).

Trenches provided the opportunity to extend geological and tectonic knowledge laterally as implemented along the bottom of the two valleys closest to the Site. (These valleys were eastward and westward of the Site, in the Éva Valley – Trench A1, and in the Mészkemence Valley – Trench A2, respectively, both of them approximately 750 m long.) Some fracture zones were also traced. Geophysical surveying and hand drilling provided help in selecting the best possible track. Trenches were excavated by using two methods: exposing walls and virtual trenches. These methods resulted in the creation of an outcrop of basement rocks at least 0.5 m high. Trench sections with lengths of 100 m have already been reclaimed during the excavation of their farther parts.

Dug wells were penetrated essentially for hydrogeological purposes in the overlying beds (for examining the three-phase zone). At the same time they facilitated the examination of the geological setting – including primarily palaeosols – thus increasing knowledge about the setting. Three dug wells were penetrated: the 35.0 m deep Well K2 near Borehole Üh-22 on the hilltop; below, in the hillside the 18.5 m deep Well K3; and in the hillside above Borehole Üh-30, the 19.8 m deep Dug Well K4. Their penetration was not at all easy but ended in success: achievement of the required or feasible depth, logging and sampling as well as reinforcement by well rings, were all accomplished.

Implementation of mining facilities was supported by partial technical supervision ensuring the application of appropriate excavation methods and the efficient recording of quantitative data as well.

The establishment of gauging stations (overfalls) facilitated a more accurate examination of the surface water budget. Altogether, some 9 overfalls were set up during the ground-based exploration in 2002–2003. Along with the previous 4 overfalls, they provided accurate knowledge on the surface water budget of the Site.

## Introduction

Mining and technical facilities together with related activities, were *aimed* at getting support in acquiring knowledge about the geological, tectonic and hydrogeological setting of surface and near-surface objects. They had the *task* of ensuring the feasibility of observations on some surface or near-surface objects and to execute the required geological, tectonic and hydrogeological examinations. The implementation was performed by Calamites Ltd.

During the ground-based geological exploration in 2002–2003 the implemented mining facilities included 2 trenches and three dug wells with total lengths of 1500 m and 77.3 m, respectively. 9 overfalls were set up as technical

facilities (BALLA et al. 2003b). Simultaneously with their excavation, trenches were subjected to detailed geological-tectonic logging (with additional hydrogeological documentation). Geological and hydrogeological documentation was executed in dug wells. The structure of the rest of the report is as follows:

- excavation and examination of trenches,
- penetration and examination of dug wells,
- installation of gauging stations.

Golder Association (Hungary) Ltd. executed detailed technical supervision during the implementation of both the trenches and dug wells. During this period — when activity was taking place — this company supervised the quantity and quality of the work on a daily basis and recorded all

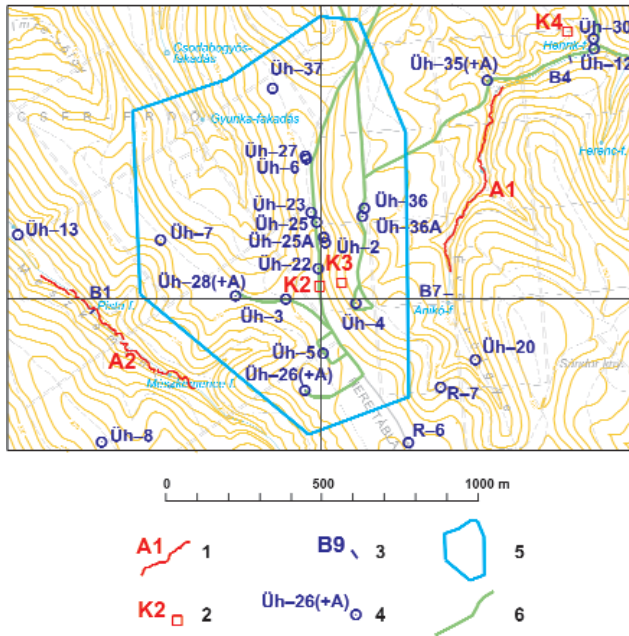


Figure 1. Mining facilities implemented in 2002–2003

1 – exploratory trench; 2 – dug well; 3 – overfall; 4 – borehole; 5 – site boundary; 6 – restored road

1. ábra. A 2002–2003-ban mélyített bányászati létesítmények helyszínrajza

1 – kutatóárok; 2 – ásott kút; 3 – bukó; 4 – fúrás; 5 – telephely határa; 6 – felújított út

events occurring at the objects. It is presented in the basic technical documentation of the trenches and dug wells (SZEGŐ et al. 2003a). As far as gauging stations (overfalls) are concerned, their installation was supervised by the Geological Institute of Hungary (MÁFI) and Bátatom Ltd. Figures 1 and 2 represent the layout of the mining and technical (overfalls) facilities, respectively.

### Implementation of trenches and dug wells

The objective of the implementation and mapping of the trenches was to trace the fracture zone which passed through the lower part of Borehole Üh–2. The task was to ensure observations would be possible in the valleys crossing the presumed strike of the fracture zone as well as to support the execution of required geological, tectonic and hydrogeological investigations. The latter included the exposition of fracture zones in the granite and the determination of the parameters of the fractures (orientation, size, frequency and distribution). Trenches were excavated eastward and westward of the Site, in the Éva Valley – Trench A1, and in the Mész-kemence Valley – Trench A2. The orientation of both valleys suggests that they should cross at a comparatively steep angle the presumed fracture zone striking between NE(SW) and E(W) through Borehole Üh–2.

Starting from the bottom end of the valley the excavation of Trench A1 proceeded upwards along the valley in a

SSW direction (Figure 1). According to the preliminary design it may have recovered a fracture zone from the bottom (northern) end of the valley to its SSW end, passing through Borehole Üh–2 and striking between  $49\text{--}229^\circ$  and  $103\text{--}283^\circ$ . The planned virtual length of the trench made up of the total length of the sections marked on the 1:10,000-scale map amounted to 570 m.

The main point in defining the orientation of Trench A2 was to ensure the recovery of the fracture zone in a certain overlap with the orientations revealed in Trench A1 in Éva Valley, even if the strike changed slightly. At the NW beginning and the SE end of the trench it may have recovered a  $84\text{--}264^\circ$  and a  $42\text{--}222^\circ$  striking fracture zone, respectively. It included the most probable strike interval — between  $(70\text{--}87^\circ)$  and  $(250\text{--}267^\circ)$  — of the fracture towards both trenches. The trench started 300 m from the NW mouth of the valley and it was stripped upwards along the valley in a SE direction with a total length of 620 m, made up of the total length of the sections marked on the 1:10,000-scale map.

Trenches were excavated mainly in the steeper, left wing of the valleys. Thus they followed the outcrops and provided the highest probability for recovering bedrocks.

### Implementation of trenches

Contracted by the Calamites Ltd., trenches were implemented by the Légkalapács Deposit Company (DCo.) under the technical supervision of MÁFI. Implementation design was prepared by Mecsek Szénterv Ltd. Soil-mechanical expertise for determining the track and the implementation of the trench was furnished by the Anomália DCo. and the Trilobita DCo., respectively. Base maps and other surveying material were provided by Imre Vadászi and Partner Ltd.

To lay out the trace-line of the trenches the following factors had to be taken into consideration:

- granite should be near the surface (in the bedrock or under thin cover),
- large deforestation should be avoided,
- protected vegetation should not be damaged,
- implementation should be realised by comparatively simple methods,
- large-volume excavation should be avoided.

Since granite occurred extensively in the rubble, or it was frequently totally buried, the layout of the final trace needed some preliminary survey. For this purpose 1–3 m deep soil-mechanical boreholes were penetrated every 50 m through hand drilling. An additional three boreholes were penetrated in sections and at right angles to the planned trace line. These boreholes were in the spots where the primary drilling had not furnished enough information for trace definition. Moreover, a geoelectric survey was performed (VÉRTESY et al. 2004) in order to define the depth of the top of the granite body.

The research plan approved by the authorities included the following regulations of the Danube–Drava National

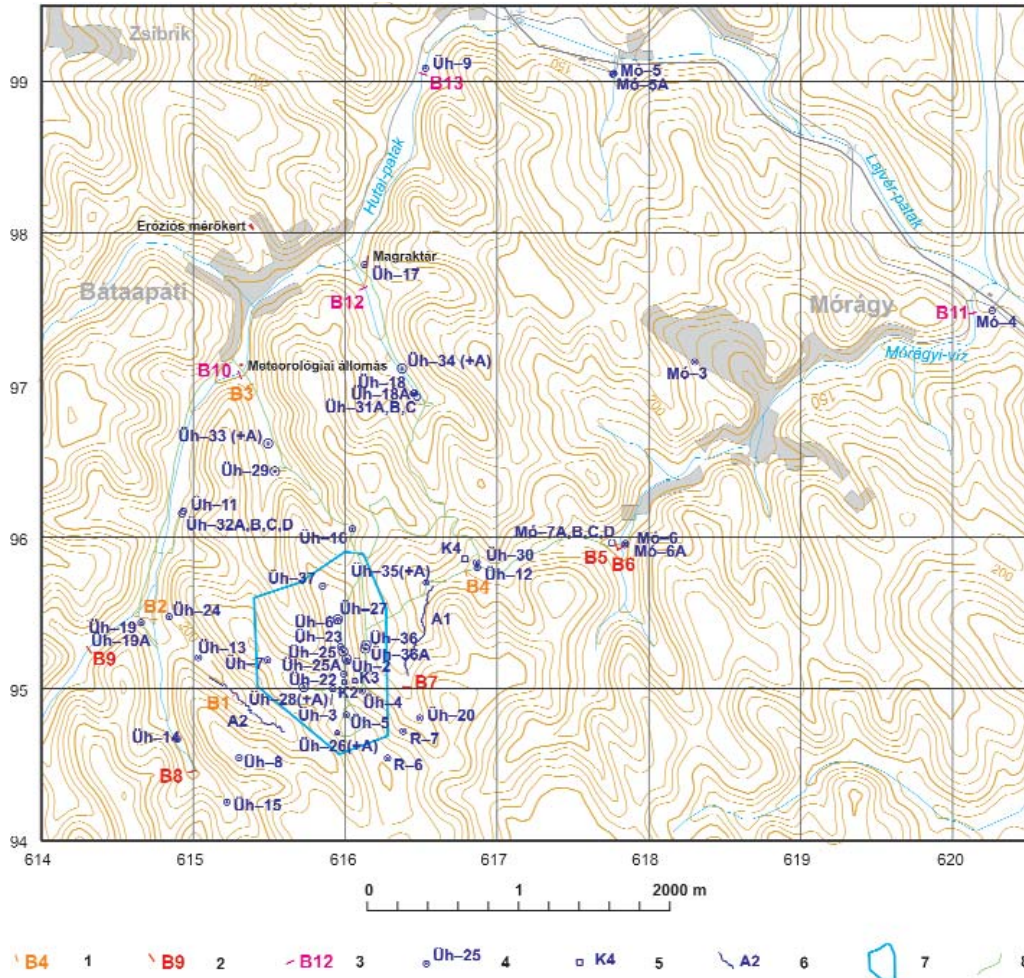


Figure 2. Gauging stations (overfalls)

Water flow recording engineering structure (overfall): 1 – implemented before 2002 (B1–B4); 2 – in 2002 in the frame of ground-based exploration (B5–B9); 3 – in 2002 for the Preliminary Environmental Impact Study (EIS, B10–B13). Other symbols: 4 – borehole; 5 – dug well; 6 – exploratory trench; 7 – site boundary; 8 – restored road

### 2. ábra. A vízhozammérő műtárgyak (bukók) helyszínrajza

Vízhozammérő műtárgy (bukó): 1 – 2002 előtti (B1–B4); 2 – 2002. évi, a felszíni kutatás keretében (B5–B9); 3 – 2002. évi, az előzetes környezeti hatástanulmány számára (B10–B13). Egyéb jelek: 4 – fúrás; 5 – ásott kút; 6 – földtani kutatóárok; 7 – telephely határa; 8 – felújított út

Park Directorate (DDNPI; these regulations had a considerable effect on the implementation work):

- trenches should be excavated exclusively by hand or other methods which protect the environment; furthermore, the excavation should take place only after the preliminary removal of dead fallen leaves and there should be special treatment of the fertile layer, which should be carefully stored;

- trenches should be excavated exclusively with section a maximum 80–100 m long; the next section should not be opened before the previous one has been reclaimed;

- only local material should be used for the reclamation of the affected areas in order to avoid the spread of invading species.

During the planning phase of the trenches the sections where the trace had to be modified or cancelled completely were marked in brief sections due to some reasons related to the natural environment (e.g. protected plants). These spots were marked in the plans and in a clearly visible way in the

field as well. In the majority of cases the trench was shifted onto the other side of the valley in order to avoid protected plants.

The resulting facility was a trench where:

- there was a possibly vertical, 0.5 m high, exposed granite surface along the whole length of the trench available for mapping and sampling;

- the trench and cuts were excavated manually and, in the vicinity of streams, they were covered by duck-boards and deposited the excavated earth on the opposite side of excavation;

- the bottom of the trench or the rock wall was set at a low altitude above the valley floor in order to recognise tiny water seepages (when working near the streams this altitude was determined by the bench structure built above the stream);

- in virtual trench sections the bottom width was set at 0.8–1.0 m and the wall height at a maximum of 2 m;

- the exposed granite body was cleared for mapping.



**Figure 3.** Picture of a trench section prepared for mapping

Marker points, horizontal (or almost vertically ascending) wire sections, the stream covered with duck-boards, and the extracted overburden piled up temporarily on the other side of the valley supported by a duck-board

**3. ábra.** Egy dokumentálásra előkészített árokszakaszképe

Markerpontok és a köztük levő vízszintes (illetve közel függőlegesen emelkedő) zsinórszakaszok, a pallóval befedett patak, valamint a völgy túlsó oldalán, pallóval megtámasztva az ideiglenesen felhalmozott, kitermelt fedőanyag

Since the trench walls were curved, the length of the trenches exceeded the sum of the sections marked on the map. Quite frequently it became necessary to change between the sides of the trenches. In such cases, on order to ensure overlapping a 5 m long section was excavated on each side. It also increased the length of the trench. The virtual length of the two trenches was 1490.3 m when measured during excavation, whereas it amounted to 1506.91 m during mapping. (This figure was arrived at by summing up the geodetically surveyed distances between the marker points laid out every 2-3 metres). Trench excavation and subsequent reclamation terminated on 13 December and 19 December 2002, respectively. A summary of the data of the implementation is presented in Table 1.

The excavation of *Trench A1* in the Éva Valley focused on clearing the wall. It was stopped as soon as the bedrock had become visible, thus allowing continuous tectonic and geological observation. Starting from above the stream level, another 2 m of wall was exposed for mapping. In order to facilitate the observation of tiny water seepages the trench was dug (and the wall was exposed) at the lowest possible altitude above the valley bottom.

Along the sections where it was uncertain whether the parent rock could be reached horizontally within 1 metre, some drifts were brought about at right angles to the side up to a height of 2 m. Provided the granite was got the drift faces were joined with a trench.

*Trench A2* was set up in the Mészkemence Valley. Due to the deeper position of the granite expected in the lower part of the valley, some geophysical profiles and hand-drilled boreholes were completed thus facilitating a more accurate plan for the excavation. In these sections mainly virtual trenches were dug. Upstream of Overfall B1, outcrops could be observed in the valley side in several wall sections and it was there that the wall was exposed. Like in the case of *Trench A1*, here the hillside was exposed laterally from the valley bottom until the granite bedrock was reached. As a result of poorer exposition it had to be necessary to excavate deeper than in the Éva Valley and frequently the granite body could be only reached by digging.

### Mapping of the trenches

During mapping and in compliance with the exploration plan (BALLA et al. 2002), a drawing map was prepared of the wall of the cut and the hillside wing of the trenches. Mapping was based on modern digital techniques. Its process and method were reported in the operational report (BALLA et al. 2003a) on the works completed in 2002 and in this volume (GYALOG et al. 2004).

Marker points fixed in the wall each 2-3 m served as the field basis for the mapping. These amounted to 410 and 419 m in Trenches A1 and A2, respectively. The X, Y, Z coordinates

**Table 1.** Implementation data of Trenches A1 and A2

Trench		Excavation (2002)		Length of trench (m)					Excavated earth volume (m <sup>3</sup> )	
code	site	start	termination	preliminarily planned	finally planned	without overlaps	with overlaps	mapped	planned	realised
A1	Éva Valley	08/16	12/16	570	672.7	676.4	724.6	749.57	460.02	497.06
A2	Mészkemence Valley	08/24	12/19	620	736.2	746.8	765.7	757.34	887.48	879.00
<b>Total</b>				<b>1,190</b>	<b>1,408.9</b>	<b>1,413.2</b>	<b>1,490.3</b>	<b>1,506.91</b>	<b>1,327.50</b>	<b>1,376.06</b>

**Table 2.** Geological and tectonic mapping of the trenches

Trench		Length of mapped sections (m) by geologist				Total mapped length (m)
code	site	Áron Jámor	Gyula Konrád, Zoltán Máthé	András Kókai	Zsolt Peregi	
A1	Éva Valley	229.66	209.61	257.40	52.90	749.57
A2	Mészkemence Valley	160.18	140.24	137.02	319.90	757.34
<b>Total</b>		<b>389.84</b>	<b>349.85</b>	<b>394.42</b>	<b>372.80</b>	<b>1,506.91</b>

of each marker point were surveyed and this made it possible to fully reconstruct the spatial characteristics of the trenches. (The surveying was carried out by Imre Vadászi and Partner Ltd. under the supervision of Kömlöd Korrekt Ltd.)

5 geologists took part in the mapping. Of the 1506.91 m mapped trench length, 1157.06 m and 349.85 m were executed by the experts of MÁFI and Mecsekérc Co., respectively. Along the trenches map-based tectonic data registration and correlation were performed. The digital processing was completed by Kömlöd Korrekt Ltd. The data summarising the geological-tectonic mapping and the picture of a section prepared for mapping are presented in Table 2 and Figure 1, respectively.

A uniform report was compiled of the trenches with a separate geological description of each trench (GYALOG et al. 2003a). Along the trenches the following were presented: the name and the boundaries of the formations (by sections) in tables; the geodetically surveyed coordinates of the marker points; and their distance from each other and from the beginning of the trench. The 1:50-scale map- and image-based mapping coupled with the 1:50-scale map series of tectonic observations in the trenches was annexed, and the briefly summarised laboratory analyses were also included (GYALOG et al. 2004).

Mapping of trenches facilitated to acquire knowledge on the surface extent of the two main rock types, monzogranite and monzonite. Trenches cut through several larger fracture zones. They were essentially parallel with the fracture zone exposed in Borehole Üh-2 (and penetrated also by inclined boreholes Üh-25 and Üh-36), though it was impossible to prove their direct correspondence.

#### Sampling of the trenches

Due to the strongly weathered state of the rocks comparatively few samples were taken from the trenches. However, some microscopic tests of thin sections of the basement rocks and some analyses of Molluscs of the Quaternary overburden deserve attention. The two trenches exposed several water seepages (some of them may have indicated a damming zone in the granite complex). Water samples were taken of them.

### Penetration and examination of the dug wells

The *objective* of the implementation and logging of dug wells was to yield information on the infiltration processes taking place in the Site and in its environment. The related

*task* was to expose the infiltration zone embracing the loose sedimentary assemblage overlying the granite and to facilitate its direct study.

In order to investigate the infiltration zone two dug wells were penetrated within the Site near Borehole Üh-22 (Dug Wells K2 and K3), and another one in the Site's environment above the new Borehole Üh-30 on the tongue to WNW (Dug Well K4 — Figure 1). The anticipated depth of the three dug wells was uniformly 30 m.

The two dug wells completed in the vicinity of Borehole Üh-22 characterise the Site. They were designed to penetrate — in one profile — the longest possible section of the 60 m thick Quaternary sequence of the hilltop. Dug Well K2 on the hilltop southward of Borehole Üh-22 was deepened to reach 35 m. On the other hand, Dug Well K3 was penetrated at the root of the steep slope and to the E of K2 at an altitude exactly 30 m below the level of K2, with an anticipated depth of 25 m. Consequently, the two dug wells represented a continuous sequence with a 5 m overlap, as formulated in the plan. Dug Well K4 was set up above Borehole Üh-30 at a lower altitude than the earlier ones in an eastern tongue, in the key observation point established around Henrik Spring.

None of the dug wells reached the granite but they did cross the 1963 tritium peak. Thus they provided valuable information on infiltration and its velocity. K3 even recovered the perched ground water. The third dug well, K4, stopped in the granite.

#### Penetration of the dug wells

Like the 30 m deep dug well completed in the vicinity of Borehole Üh-1, during the research in 1997–1998, dug wells in the related project phase were penetrated by hand. Calamites Ltd. was contracted to organise the work and it was actually carried out by the Légkalapács DCo.

The process of penetrating the dug wells was as follows:

- dug wells were penetrated with a diameter of 1.3 m and a circular profile;
- material extracted during the digging was deposited in piles 20 cm high, thus facilitating continuous geological logging; if the depth achieved an appropriate value the geologist descended into the well to take samples;
- deviating from the original plan due to modification by the planner (which was judged lawful by the responsible authority), the walls of the wells were not supported with well rings during penetration since the formations (loess, clay) proved to be sufficiently stable. The wells were fitted with 0.5 m high well rings fabricated for this special pur-

Table 3. Data for the dug wells

Layout and code of dug well	Coordinates			Bottom (m)	Extracted earth volume (m <sup>3</sup> )
	Y <sub>UDV</sub> (m)	X <sub>UDV</sub> (m)	Z (m asl)		
K2 – to the S of Borehole Üh-22	615,995.20	95,041.65	283.34	35.00	43.03
K3 – to the E of Dug Well K2	616,056.52	95,022.03	253.347	18.50	22.64
K4 to the WNW of Borehole Üh 30	616,784.49	95,851.90	189.872	19.80	24.37
				73.30	90.04



Figure 4. Dug Well K2 before ring casing  
4. ábra. A K2 ásott kút gyűrűzés előtt

pose. The rings had a diameter of 120 cm and were equipped with holes and steps for walking only after the bottom had been reached;

- the top of the wells was covered during penetration to prevent the incursion of precipitation or air humidity;

- finally the well was completed to allow subsequent sidelong allocation of probes which could measure the water quality and soil humidity (for this purpose some manufactured holes each with a diameter of 3 cm were drilled in the well rings for the probes); the position of each hole was decided during the ring casing, depending on the planned position of the probes;

- Well K3, which reached a water aquifer (perched ground water), was equipped with an automatic groundwater observation instrument operating as part of the monitoring system.

The data for the dug wells and Dug Well K2 before ring casing are represented in Table 3 and Figure 4, respectively.

The depth of the 3 wells deviated from the plan. Instead of 30.0 m, Well K2 reached down to 35 m (due to the rugged relief affecting the layout of Well K3). Due to a significant water influx Well K3 was stopped at 18.5 m before achieving the anticipated depth of 25 m; however, together the two wells penetrated nearly the full loess profile. Owing to the fact that the granite surface was higher than expected digging had to stop in Well K4 at 19.8 m. Therefore, instead of 90 m the total depth of the three wells amounted to 73.3 m.

#### Logging of the dug wells

The loose rock which was excavated from the dug wells was stored in small piles. The material of every pile was taken from a distinct 20 cm interval of the dug well. These piles were described during the logging and they were also sampled. If the geologist occasionally decided to be necessary he descended into the well to see the rocks *in situ*. In this case the log was based on what he had seen in the well. Synchronously samples could have also been

taken. Logging was executed by the scientists of MÁFI (I. Marsi and Gy. Don).

During logging a profile-based geological description of the sidewalls of the dug wells were prepared as had been done with borehole sequences. Drawings of the profiles of the sidewalls were compiled and images of some special phenomena were acquired. Marking was executed using a tape measure fixed on the N side of the wall of the dug wells. Generally, pictures were also taken of the N side along with the tape measurements (deviations from that routine were documented).

The structure of the dug well logging (GYALOG et al. 2003b) is similar to that of the drill core logging. Apart from the geological description of each formation on the basis of the wells, it includes the description of layers on report sheets, the continuous photo documentation of sidewalls, the 1:100-scale sketch of well profiles and laboratory analyses.

In the same way as the borehole database, the description layer by layer was prepared on the tabular datasheet and loaded directly (or through a pocket PC) into the database. The detailed logging provided an excellent opportunity to distinguish and classify the layers of loess and palaeosols.

#### Sampling of the dug wells

After taking samples the guidelines of the sampling plan elaborated during logging were followed. Samples were taken of the extracted material and the bottom or sidewalls of the wells. The main studies were as follows: hydrophysical (K = hydraulic conductivity, pF analysis), sedimentological, structural, palaeontological, hydrogeological, *etc.* (unit weight, porosity) investigations as well as description of thin sections made of soil samples and the analysis of spherules. The determination of tritium profiles in the wells was of utmost importance. Tritium peaks were observed between 4–7 m; the water of 1963 reached this level.

### Technical supervision of the surface mining research facilities

For the technical supervision of the surface mining research facilities (*i.e.* trenches and dug wells) the technical supervision and documentation system used by Golder Associates was applied. While leaving the original principle intact, the technical supervision and documentation system elaborated for boreholes was updated according to the given task.

During the technical supervision Golder Associates (Hungary) were responsible for supervising and documenting the fieldwork of the contractors, ensuring that the instructions of the execution plan were observed, keeping the immediate worksite in order, and insisting on the protection of the natural environment. Concerning the collection of information and technical data, the technical supervision system was independent of both the contractor and contracting authority. However, it was in direct contact with the professional management — *i.e.* the head of geological exploration. During the progress of the work some operative decisions were needed, in accordance with the knowledge already gained about the exposed sections, in order to ensure more complete documentation and the acquisition of more accurate information.

During the excavation of the trenches and dug wells partial technical supervision was conducted which was performed once or several times a day. During the execution the security and safety of the working conditions were also checked. The technical supervisor was there if the significance of the actual activity warranted his/her presence.

Documentation was executed by compiling a “Daily Report of Trench Digging” and a “Daily Report of Well Digging”, both in tabular format. These daily reports were of a standard form: the name of participants in the research activities, the code of the research facility, its date, duration of the work, name of the work phase, number and layout of the section, name of the work leader, number of staff and name of the technical supervisor. A brief description of

daily activities, deviations during execution, decisions and the justification of their implementation together with weather data were recorded in both reports. Daily and total trench length, extracted earth mass, length- and cross sections, deposited earth volume and the rate of reclamation can be regarded as the specific data of trench digging. With regard to well digging, these specific data included the daily and total penetrated depth, the extracted earth mass, axial section and cross section of the well, the position of perforations and built-in well rings, and also the volume of the deposited and removed earth. Daily reports were prepared when the work was finished and at the time of the transmission of the work site. The final technical documentation of the research facilities was prepared on the basis of daily reports (SZEGŐ *et al.* 2003a, b).

### Installation of gauging stations (overfalls)

Gauging stations (overfalls) were aimed at getting a more accurate picture of the surface water budget of the area and facilitating the observation of temporal changes in the water discharge of some of the significant streams. This work was executed by Calamites Ltd. and Pécs Hydroterv DCo. (the latter as subcontractor).

Before the initiation of the investigations in 2002–2003 some 4 gauging stations (Overfalls B1–4) operated in the frame of the monitoring system for the surface water in the area. However, they were eventually found to be insufficient. 5 additional overfalls (B5–9) have therefore been planned for studying the water budget more accurately. Moreover, 4 other additional overfalls (B10–13) were installed in the vicinity of two villages (Bátaapáti and Mórággy) in the studied area, as required by the Preliminary Environmental Impact Study (Figure 2). Data about the overfalls occurring in the area are summarised in Table 4.

**Table 4.** Data for the overfalls implemented in the environment of the Bátaapáti (Üveghuta) Site

Group of overfalls	Executed by	Code of the overfall	Coordinates		
			Y <sub>rov</sub> (m)	X <sub>rov</sub> (m)	Z (m asl)
Previous (operating permanently from 2000 on)	Aquifer Ltd.	B1	615,269.82	94,964.72	185.85
		B2	614,749.16	95,461.35	165.05
		B3	615,375.98	97,003.09	147.25
		B4	616,794.37	95,762.90	163.00
		B5	617,786.37	95,939.64	139.377
Set up in 2002 in the frame of the ground-based exploration	Calamites Ltd.	B6	617,812.37	95,926.93	139.432
		B7	616,405.55	95,015.90	204.244
		B8	614,971.10	94,448.40	188.674
		B9	614,321.50	95,243.51	170.236
Set up in 2002 in the frame of PTIS	Calamites Ltd.	B10	615,310.97	97,058.55	145.703
		B11	620,129.84	97,473.52	106.425
		B12	616,118.90	97,636.88	139.948
		B13	616,528.08	99,043.78	127.421

Implementation criteria for the new overfalls set up in the frame of ground-based exploration were as follows:

— Overfalls *B5* and *B6* were set on streams running in the Éva Valley and the Mély Valley, respectively, both in the vicinity of their meeting points. This facilitated the hydrogeological interpretation of the Well Groups *M6-6* (1997) and *M6-7*, which penetrated nearby. Moreover, these 2 overfalls can be used to determine the water yield entering the village of Mórágó.

— Installing Overfall *B7* was anticipated in the Éva Valley near the Anikó Spring. Based on the groundwater relief, it could be suggested that the water that infiltrated in the area above the Site comes to the surface. Overfall *B4* — already operating downstream in the vicinity of the Henrik Spring — and Observation Well *Üh-12* recorded the discharge of water in the immediate eastern valley which runs from the hill at the Site. This hill has been explored by deep boreholes. The new overfall provided an opportunity to determine more accurately the discharge of the Site as the difference of discharges measured in the two overfalls.

— The installation of Overfall *B8* was designed above the Observation Well *Üh-14* and the Well Group *Üh-32A-D*, which is nearby. Observation Wells *Üh-21* and *Üh-15* can be found upstream from this overfall. Downstream, the already operating Overfalls *B2* and *B1* measured the water discharge of the valley of the Üveghuta settlement and of the Mézskemence Valley, respectively. The new Overfall *B8* enabled a more detailed hydrogeological characterisation of the area to be made.

— Overfall *B9* was set up in the Hosszú Valley, 0.5 km upstream from its mouth. The alluvium of the stream between the overfall and the mouth was not expected to create a significant water volume and runoff occurred in deeper levels. Surface discharge could thus be measured in the overfall. The Hosszú Valley could be regarded as one of the most important water collectors of the earlier Ófalu potential site, therefore Overfall *B9* made it possible to utilise the information acquired during the Ófalu investigation as well.

— Overfalls *B10* and *B13* provided information up- and downstream of Bábaapáti, respectively. Overfall *B12* was installed at the mouth of Nagymórágó Valley in the valley of the projected incline. Finally, Overfall *B11* recorded data of the stream of the Mórágó village at the mouth of the service road of Mórágó.

The 9 new overfalls were completed like the already existing ones: a concrete engineering structure ensuring the stability both up- and downstream. In compliance with the need for making measurements it includes a steel-made, 90° Thompson overfall edge and an outlet canal facilitating continuous recording of the headwater level. It is also equipped with a locker instrument house and an automatic (Dataqua) water level register. On the basis of the instruction of the DDNPI expert authority the concrete surface of the slope of the overfalls was covered by andesite delivered from Komló. Each overfall has also been equipped with a water metre for visual reading, and with steps for maintenance (Figure 5).

A single overfall was completed under normal field and weather conditions during 7-8 workdays. As compared with



Figure 5. Picture of an overfall (*B10*) — the concrete engineering structure with a Thompson overfall edge and water meter

5. ábra. Egy bukó (*B10*) képe — a beton műtárgy a Thomson-bukóélel és a vízmércével

the others, the installation of Overfalls *B7*, *B8* and *B9* were substantially affected by poor road and rainy weather conditions (materials needed for the overfall construction often had to be carried to the site by hand). On average 12 m<sup>3</sup> of concrete, 1-2 m<sup>3</sup> of gravel and some 6 tonnes of andesite were used for each overfall.

To start with, after the preparatory fieldwork, the concreting of the bottom of the stream bed was proceeded. In compliance with the designer's suggestion a gravel bed was not placed under the concrete (unlike previous overfalls). It was compensated by a thicker concrete layer instead. Following the consolidation interval (and as a function of weather conditions) the slopes were shaped, they were covered with 5–30 cm broken andesite rubble, and the pipe of the water level metre was built in. Then the technical equipment of the overfalls was mounted (90° Thompson overfall edge, Dataqua instrument, water level bar). Two sentinel points were established at a 10-15 m distance from the engineering structure in two opposite direction away from the structure. This was made in order to check the overfall did not move. Finally, the routes of approach (steps, ladder) were constructed and the original state of the environment was re-established: all unused materials brought to the work site were removed.

The geodetic survey of the overfalls was performed by the Geodetic Group of Mecsekérc Co. Surveying was realised by making use of the previously consolidated (wooden stick, iron spike) and defined reference points with a Trimble 5605 DR 200+ Servo Total Station using the method of polar control point surveying. During the measurements the followings were defined: the breakpoints of the iron plate built in the gauging station, the top of the iron pipe serving as the emplacement of the instrument, the hilti nail driven into the concrete at the iron pipe, the point "O" of the water metre and the two sentinel points of the engineering structure. The EOVS (Uniform National Projection System) coordinates of the surveyed points and their Z altitude

(Baltic) were defined with cm and mm accuracy, respectively. The bottom of the cut of the Thompson overfall edge was considered as the reference point of the overfall.

### Summary

Apart from boreholes, some mining and technical facilities were implemented during the ground-based geological explorations in 2002–2003. The mining facilities included trenches and dug wells, whereas the technical facilities involved gauging stations (overfalls).

Trenches provided the opportunity to extend geological and tectonic knowledge laterally as implemented along the bottom of the two valleys closest to the Site. (These valleys were eastward and westward of the Site, in the Éva Valley — Trench A1, and in the Mészkenyecs Valley — Trench A2, respectively, both of them approximately 750 m long.) Some fracture zones were also traced. Geophysical surveying and hand drilling provided help in selecting the best possible track. Trenches were excavated by using two methods: exposing walls and virtual trenches. These methods resulted in the creation of an outcrop of basement rocks at least 0.5 m

high. Trench sections with lengths of 100 m have already been reclaimed during the excavation of their farther parts.

Dug wells were penetrated essentially for hydrogeological purposes in the overlying beds (for examining the three-phase zone). At the same time they facilitated the examination of the geological setting — including primarily palaeosols — thus increasing knowledge about the setting. Three dug wells were penetrated: the 35.0 m deep Well K2 near Borehole Üh–22 on the hilltop; below, in the hillside the 18.5 m deep Well K3; and in the hillside above Borehole Üh–30, the 19.8 m deep Dug Well K4. Their penetration was not at all easy but ended in success: achievement of the required or feasible depth, logging and sampling as well as reinforcement by well rings, were all accomplished.

Implementation of mining facilities was supported by partial technical supervision ensuring the application of appropriate excavation methods and the efficient recording of quantitative data as well.

The establishment of gauging stations (overfalls) facilitated a more accurate examination of the surface water budget. Altogether, some 9 overfalls were set up during the ground-based exploration in 2002–2003. Along with the previous 4 overfalls, they provided accurate knowledge on the surface water budget of the Site.

### References — Irodalom

- BALLA Z., GYALOG L., HORVÁTH I., MAROS GY., TÓTH GY., TURCZI G., TUNGLI GY., MOLNÁR P., SZEGŐ I., HÁMOS G., BERTA J., SZŰCS I., TURGER Z., BÉRCI K., TAKÁCS T. 2002: Az atomerőművi kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére irányuló program. Felszíni földtani kutatás terve Bataapáti (Üveghuta), 2002–2003 [in Hungarian: Programme for final disposal of low- and intermediate-level radioactive waste from the nuclear power plant. Design of the ground-based geological exploration, Bataapáti (Üveghuta), 2002–2003]. — *Manuscript*, Geological Institute of Hungary, Budapest.
- BALLA Z., ALBERT G., GYALOG L., HORVÁTH I., MAROS GY., ROTÁRNÉ SZALKAI Á., TÓTH GY., TURCZI G., TUNGLI GY., MOLNÁR P., SZEGŐ I., BERTA J., SZŰCS I., TURGER Z., SZONGOTH G., TÖRÖS E., VÉRTESY L., BALOGH J., JAKAB G., SZALAI Z. 2003a: A felszíni földtani kutatás működési jelentése, Bataapáti (Üveghuta), 2002. [in Hungarian: Operational report on the ground-based geological exploration, Bataapáti (Üveghuta), 2002]. — *Manuscript*, Geological Institute of Hungary, Budapest.
- BALLA Z., ALBERT G., CHIKÁN G., DUDKO A., FODOR L., FORIÁN-SZABÓ M., FÖLDVÁRI M., GYALOG L., HAVAS G., HORVÁTH I., JÁMBOR Á., KAISER M., KOLOSZÁR L., KOROKNAI B., KOVÁCS-PÁLFFY P., MAROS GY., MARS I., PALOTÁS K., PEREGI ZS., RÁLISCH L.-NÉ, ROTÁRNÉ SZALKAI Á., SZŰCS T., TÓTH GY., TURCZI G., PRÓNAY ZS., VÉRTESY L., ZILAHÍ-SEBESS L., GÁLSA A., SZONGOTH G., MEZŐ GY., MOLNÁR P., SZÉKELY F., HÁMOS G., SZŰCS I., TURGER Z., BALOGH J., JAKAB G., SZALAI Z. 2003b: Az atomerőművi kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésére irányuló program. A felszíni földtani kutatás zárójelentése, Bataapáti (Üveghuta), 2002–2003 [in Hungarian: Programme for final disposal of nuclear power plant low- and intermediate-level radioactive waste. Final report on the geological exploration from the ground surface, Bataapáti (Üveghuta), 2002–2003]. — *Manuscript*, Geological Institute of Hungary, Budapest.
- GYALOG L., JÁMBOR Á., KÓKAI A., MAROS GY., PEREGI ZS., KONRÁD GY., MÁTHÉ Z., SZEBÉNYI G. 2003a: A bataapáti A1 és A2 árok földtani leírása (in Hungarian: Geological description of Trenches A1 and A2). — *Manuscript*, Geological Institute of Hungary, Budapest.
- GYALOG L., MARS I., DON GY. 2003b: A bataapáti K2, K3 és K4 ásott kút földtani leírása (in Hungarian: Geological description of Dug Wells K2, K3 and K4 at Bataapáti). — *Manuscript*, Geological Institute of Hungary, Budapest.
- GYALOG L., HAVAS G., MAROS GY., TURCZI G., SZEBÉNYI G. 2004a: Geological-tectonic documentation in the Bataapáti (Üveghuta) Site [A földtani dokumentálás rendszere a Bataapáti (Üveghuta)-telephelyen]. — *Annual Report of the Geological Institute of Hungary, 2003* (this volume).
- SZEGŐ I., BÓTHI Z., PALLAI ZS., RÖCZEI N., BOROS A. 2003a: Az A1 és A2 árkok műszaki alapidokumentációja (in Hungarian: Technical base documentation of Trenches A1 and A2). — *Manuscript*, Geological Institute of Hungary, Budapest.
- SZEGŐ I., BÓTHI Z., PALLAI ZS., RÖCZEI N., BOROS A. 2003b: A K2, K3 és K4 ásott kutak műszaki alapidokumentációja (in Hungarian: Technical base documentation of Dug Wells K2, K3 and K4). — *Manuscript*, Geological Institute of Hungary, Budapest.
- VÉRTESY L., FANCSIK T., FEJES I., GULYÁS Á., HEGEDŰS E., KISS J., KOVÁCS A. Cs., KOVÁCS P., MADARASI A., REDLER-TÁTRAY M., SÖRÉS L., SZABÓ Z., TÓTH Z., VARGA G., ZILAHÍ-SEBESS L. 2004: Geophysical survey at the Bataapáti (Üveghuta) Site [Felszíni geofizikai mérések a Bataapáti (Üveghuta)-telephelyen]. — *Annual Report of the Geological Institute of Hungary, 2003* (this volume).

# Bányászati és műszaki létesítmények mélyítése és vizsgálata a Bátaapáti (Üveghutai)-telephelyen

GYALOG LÁSZLÓ<sup>1</sup>, SZEGŐ ISTVÁN<sup>2</sup>, SZIEBERT GYULA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Magyar Állami Földtani Intézet, 1143 Budapest, Stefánia út 14.

<sup>2</sup>Golder Associates (Magyarország) Kft., 1021 Budapest, Hűvösvölgyi út 54.

<sup>3</sup>Calamites Kft., 7630 Pécs, Tüskésréti út 2.

**Tárgyszavak:** árkolás, ásás, bevágások, Délkelet-Dunántúl, földtani módszerek, kutak, kutatás, Magyarország, Mórággyi-rög, vízhozammérés

## Összefoglalás

A 2002–2003. évi felszíni földtani kutatás során a fúrások mellett bányászati és műszaki létesítményeket hoztunk létre. A bányászati létesítmények az árkok és az ásott kutak, műszaki létesítmények a vízhozammérők (a bukók).

Az árkok a földtani és tektonikai ismeretek vízszintes irányú kiterjesztésére nyújtottak lehetőséget a telephelyhez legközelebbi két völgy talpán vezetve (a telephelytől K-re az Éva-völgyében A1, és attól Ny-ra, a Mészkemence-völgyben A2 jellel, kb. 750–750 m hosszban), egyúttal töréses övek nyomozását is lehetővé tették. A legkedvezőbb nyomvonal kiválasztását geofizikai mérésekkel és kézifúrásokkal segítettük. Az árkokat két módszerrel mélyítettük: faltisztítással, illetve valódi árkok mélyítésével, a végeredmény legalább 0,5 m magas falban az alaphegységi képződmények feltárása volt. Az árkokat 100 m-es szakaszonként már a mélyítés közben rekultiváltuk.

Az ásott kutak elsősorban vízföldtani céllal (a háromfázisú zóna vizsgálatára) mélyültek a fedőösszletben, de egyúttal a földtani ismeretek, elsősorban a paleotalajszintek pontosabb megismerését és vizsgálatát is lehetővé tették. 3 ásott kút mélyült, az Üh-22 fúrás közelében a dombtetőn a 35,0 m mély K2, alatta a domboldalon a 18,5 m mély K3 és az Üh-30 fúrás fölötti domboldalon a 19,8 m mély K4. Mélyítésük ugyan sok nehézséggel járt, de végül elérték céljukat: a szükséges, illetve lehetséges mélység elérése, a dokumentálás és a mintavétel, valamint a kútgyűrűvel való biztosítás megtörtént.

A bányászati létesítmények kihajtását részleges műszaki ellenőrzés segítette, egyúttal a megfelelő kihajtási módszerek alkalmazását és mennyiségi adatok megfelelő rögzítését biztosítva.

A vízhozammérőket (bukókat) a felszíni vízháztartás vizsgálatának pontosítására létesítettük. Összesen 9 bukó épült meg a felszíni kutatás során, melyek a korábbi négygel együtt a terület felszíni vízháztartásának pontos ismeretét teszik lehetővé.

## Bevezetés

A bányászati és műszaki létesítmények, továbbá az ezekhez kapcsolódó munkálatok *célja* egyes felszíni vagy felszín közeli objektumok földtani, tektonikai és vízföldtani megismerésének elősegítése volt. *Feladatuk* az észlelési lehetőség biztosítása egyes felszíni vagy felszín közeli objektumokon, valamint a szükséges földtani, tektonikai és vízföldtani vizsgálatok lefolytatása volt. A kivitelezést a Calamites Kft. végezte.

A 2002–2003. évi felszíni földtani kutatás során bányászati létesítményként két kutatóárkot hajtottunk ki kb. 1500 m összhosszban és három ásott kút mélyítettünk 77,3 m összhosszban, műszaki létesítményként 9 vízhozammérő műtárgyat (bukót) létesítettünk (BALLA et al. 2003b). A ku-

tatóárkokban mélyítésükkel párhuzamosan részletes földtani-tektonikai dokumentálás (vízföldtani dokumentálással kiegészítve), az ásott kutakban földtani dokumentálás és mellette vízföldtani dokumentálás történt. A további ismerttetést az alábbi rendben adjuk:

- árkok mélyítése és vizsgálata,
- ásott kutak mélyítése és vizsgálata,
- vízhozammérő bukók létesítése.

Mind az árkok, mind az ásott kutak mélyítése során a Golder Kft. részleges műszaki ellenőrzést végzett. Ennek során minden nap, amikor tevékenység folyt, ellenőrizte a munka mennyiségét és minőségét, az objektumoknál történt valamennyi esemény rögzítésével. Ezt az árkokról és a kutakról készült műszaki alapidokumentáció (SZEGŐ et al. 2003a, b) mutatja be. A vízhozammérő bukók létesítése so-

rán a kivitelezést a MÁFI, illetve a Bátatom Kft. ellenőrizte. A bányászati létesítmények helyszínét az 1. ábra, a műszaki létesítményekét (bukókét) a 2. ábra mutatja be.

### Árkok mélyítése és vizsgálata

Az árkok létesítésének és dokumentálásának *célja* az Üh–2 fúrás alsó részén feltételezett töréses öv nyomozása volt. *Feladatuk* egyúttal észlelési lehetőség biztosítása a töréses öv feltételezhető csapását metsző völgyekben, valamint a szükséges földtani, tektonikai és vízföldtani vizsgálatok lefolytatása volt, köztük a gránitban levő töréses övek kimutatásával és a repedések paramétereinek (irány, méret, gyakoriság, eloszlás) meghatározásával. Árkokat a telephelytől K-re, az Éva-völgyében és attól Ny-ra, a Mészkemence-völgyben mélyítettünk. Mindkét völgy iránya olyan, hogy azok elég meredek szögben metszenének egy, az Üh–2 fúrásán át ÉK–Dny és K–Ny-i irányok között lefutó töréses övet.

Az A1 árkot az Éva-völgyében a völgy alsó végétől kezdve a völgy mentén felfelé (DDNy-i irányban) hajtottuk ki (1. ábra). Az előzetes szerkesztés szerint az árok alsó (É-i) végétől a DDNy-i végéig az Üh–2 fúrásán átmenő, 49–229° – 103–283° közötti csapású töréses övet tárhatott fel. Az árok elvi hosszát (az 1:10 000-es térképen kijelölt szakaszok összhosszát) 570 m-esre terveztük.

Az A2 árkot a Mészkemence-völgyben úgy telepítettük, hogy az Éva-völgyi A1 árok által lefedett irányokhoz viszonyítva bizonyos fokú átfedéssel a csapásirány kisebb változása esetén is feltárja a töréses övet (1. ábra). Az árok ÉNy-i kezdeténél 87–267°-os csapású, DK-i végénél 50–230°-os csapású töréses övet érhetett el, ez mindkét árok felé tartalmazta a törés legvalószínűbb — (70–87°)–(250–267°) közötti — csapástartományát. Az árkot az ÉNy-i völgykijáratától kb. 300 m-re kezdődően a völgy mentén felfelé (DK-i irányban) hajtottuk ki 620 m-es elvi hosszban (ez az 1:10 000-es térképen mérhető szakaszok összhosszúsága).

Az árkokat nagyrészt a völgyek meredekebb, bal partjának tövén úgy hajtottuk, hogy azok kövessék a kibúvásokat, s így a legnagyobb valószínűséggel tárjanak fel szálban álló kőzetet.

### Árkok mélyítése

Az árkokat a MÁFI szakmai felügyelete mellett, a Calamites megbízásából a Légkalapács Bt. mélyítette. A mélyítés terveit a Mecseki Szénterv Kft. készítette, a nyomvonal kijelöléséhez az Anomália Bt., az árkok építéséhez a Trilobita Bt. készített talajmechanikai szakvéleményt. A tervezési munkákhoz szükséges alaptérképeket, felméréseket a Vadászi Imre és Társa Kft. szolgáltatta.

Az árkok nyomvonalának kitűzésénél az alábbi szempontokat vettük figyelembe:

- a gránit közel legyen a felszínhez (kibúvásban vagy lehetőleg csekély takarásban),
- ne legyen szükség nagy mértékű erdőirtásra,

- a védett növényzetben ne keletkezzen kár,
- a kutatóárok viszonylag egyszerű munkával kialakítható legyen,
- ne legyen szükség nagy volumenű földmunkára.

Mivel a gránit sok helyen csak törmelékben volt meg, nemritkán teljesen fedett volt, a nyomvonal pontosításához előzetes kutatómunkák voltak szükségesek. E célból kb. 50 m-enként 1–3 m mély talajmechanikai fúrásokat mélyítettünk kézi berendezéssel. Azokon a helyeken, ahol e fúrások kiértékelése után az árok nyomvonala nem volt kijelölhető, a tervezett nyomvonalra merőlegesen szelvényenként 3–3 újabb kézifúrást mélyítettünk, valamint az ELGI-vel geoelektromos méréseket végeztettünk a gránittető mélységének megállapítása céljából.

A szakhatóságok által engedélyezett tervdokumentáció a Duna–Dráva Nemzeti Park Igazgatóságának (DDNPI) az alábbi, az építési munkákat különösen befolyásoló előírásait is tartalmazta:

- a kutatóárkok csak kézi vagy hasonló kémleles módon mélyíthetők, az avarréteg előzetes leszedésével, a termőréteg külön kezelésével, a föld kalodába való deponálásával,

- a kutatóárkok csak szakaszosan, max. 80–100 m-es szakaszokban tárhatók fel, a következő szakasz csak egy-egy szakasz helyreállítása után nyitható meg,

- a kutatással érintett területek rekultivációjához csak helyi anyag használható fel, megelőzendő az inváziós fajok elterjedését.

Még az árkok tervezési fázisában, a nyomvonal bejárásakor kijelöltük azokat a szakaszokat, ahol természeti értékek (védett növények) védelme érdekében az árok nyomvonalát módosítani vagy rövid szakaszon kihajtását mellőzni kellett. Ezeket a helyeket a terveken feltüntettük, és a helyszínen jól látható módon megjelöltük. Az esetek túlnyomó részében a védett növények kémélése érdekében az árkot a völgy ellenkező oldalára helyeztük át.

Az árokmélyítés végterméke olyan árok lett, ahol:

- az árok teljes hosszában legalább 0,5 m magasságban kibontott, lehetőség szerint függőleges gránitfelület állt rendelkezésünkre a dokumentálás és mintázás számára,

- az árkot és bevágásokat kézi erővel mélyítettük, a patakhoz közeli részeken a patakat pallókkal befedtük, s a földet a kihajtással szembeni oldalra deponáltuk,

- az apró vízfakadások észlelése céljából az árok, illetve sziklafal alját a völgytalp fölött kis magasságban alakítottuk ki, (patak közeli bontásoknál ezt a magasságot a patak fölé épített padozat határozta meg),

- a valódi árokszakaszokon az árkot 0,8–1,0 m közötti talpszélességgűre, a falmagasságot maximum 2 m-esre alakítottuk ki,

- a szabaddá tett gránitfelületet a dokumentálhatóság céljára letisztítottuk.

Mivel az árokfalak kanyargósak voltak, az árkok hossza a térképen kijelölt szakaszok összhosszánál nagyobbak bizonyult. Több helyütt át kellett váltanunk az árok egyik oldaláról a másikra, ilyen esetekben átfedésként mindkét oldalon kb. 5 m-es szakaszt hajtottunk ki. Ez is növelte az árokhosszat.

1. táblázat. Az A1 és A2 árok mélyítési adatai

Árok		Mélyítés (2002)		Árok hossza (m)					Kitermelt földtömeg (m <sup>3</sup> )	
jelle	helye	kezdet	befejezés	előzetesen tervezett	részletesen tervezett	átfedések nélkül	átfedésekkel	dokumentált	tervezett	tényleges
A1	Éva-völgye	08. 16.	12. 16.	570	672,7	676,4	724,6	749,57	460,02	497,06
A2	Méskemence-völgy	08. 24.	12. 19.	620	736,2	746,8	765,7	757,34	887,48	879,00
Összesen				1 190	1 408,9	1 413,2	1 490,3	1 506,91	1 327,50	1 376,06

A valódi árokhossz a két árokban kihajtáskor mérve összesen 1490,3 m, dokumentáláskor (amikor a kb. 2-3 méterenkénti markerpontok geodéziailag mért távolságait összegeztük) összesen 1506,91 m volt. Az árok kihajtása 2002. december 13-án, a rekultiváció december 19-én fejeződött be. Létesítésük összesítő adatait az 1. táblázatban mutatjuk be.

Az A1 árok mélyítése az Éva-völgyében főleg a fal leisztítást jelentette. Addig bontottuk le az oldalt, amíg a szál kőzet láthatóvá, és azon a tektonikai és földtani észlelés folyamatosan lehetővé vált. Ehhez közvetlenül a patak szintje fölött indítva felfelé kb. 2 m-es falat bontottunk ki a dokumentálás számára. Az apró vízfakadások észlelése érdekében a lehető legkisebb völgytalp fölötti magasságban hajtottuk az árkot (illetve bontottuk ki a falat).

Azokon a szakaszokon, ahol a völgyoldalban nem látszott biztosnak, hogy vízszintes irányban 1 m-en belül elérjük a szál kőzetet, az oldalra merőlegesen feltáró vágatokat hajtottunk 2 m magasságig. Amennyiben így elértük a gránitot, a vágathomlokot árokkal kötöttük össze.

Az A2 árkot a Méskemence-völgyben hajtottuk ki. A völgy alsó szakaszán a gránitösszlet várhatóan nagyobb mélysége miatt előkészítő geofizikai szelvényekkel és kézfúrásokkal segítettük elő a kihajtás pontosabb megtervezését. Ezen a szakaszon főként valódi árkokat mélyítettünk. A B1 bukótól felfelé a patakszint fölötti völgyoldalban több falszakaszban is látható szál kőzet, itt főként falbontással haladtunk. Az A1 árokhoz hasonlóan itt is általában a völgytalp felől vízszintes irányban bontottuk ki a domboldalt, amíg a szál gránitot elértük. A rosszabb feltártság miatt a falbontás mélysége nagyobb lett, mint az Éva-völgyében, és a gránitot gyakran csak árkokkal lehetett elérni.

### Árok dokumentálása

A dokumentálás során rajzos dokumentációt a kutatás tervével (BALLA et al. 2002) összhangban a bevágások faláról, árkok esetében csak a hegyfelőli oldalról készítettünk. A dokumentálás korszerű digitális technikára épült.

Menetét és módszerét a 2002. évi munkákról készült működési jelentésben (BALLA et al. 2003a), valamint jelen kötetben (GYALOG et al. 2004) ismertettük.

A dokumentálás terepi alapját a falban 2-3 m-enként elhelyezett markerpontok szolgáltatták. Számuk az A1 árokban 410, az A2-ben 419 volt. Valamennyi markerpont X, Y, Z koordinátáját bemértük, így az árkok térbeli helyzete teljes mértékben rekonstruálhatóvá vált (a bemérést a Vadászi Imre és Társa Kft. folytatta le a Kömlödi Korrekt Kft. irányításával).

A dokumentálásban 5 geológus vett részt. Az 1506,91 m dokumentált árokhosszból 1157,06 m-t a MÁFI, 349,85 m-t a Mecsekérc szakemberei dokumentáltak. Az árkok mentén térképi tektonikai adatrögzítést és korrelációt folytattunk le. A digitális feldolgozást a Kömlödi Korrekt Kft. végezte. A földtani és tektonikai dokumentálás összesítő adatait a 2. táblázatban, egy dokumentálásra előkészített szakasz képét a 3. ábrán mutatjuk be.

Az árkokról egységes jelentés készült, árkonként külön földtani leírással (GYALOG et al. 2003a). Az árkok mentén (árokszakaszonként) táblázatos formában megadtuk a képződmények megnevezését és határait, a markerpontok geodéziailag bemért koordinátáit, valamint távolságát egymástól és az árok kezdetétől, mellékeljük az 1:50-es méretarányú rajzos és fénykép alapú dokumentációt, továbbá az árkok 1:50 méretarányú tektonikai észlelési térképsorozatát, s rövid összefoglalást adtunk az anyagvizsgálatokról (GYALOG et al. 2004).

Az árokdokumentálás segítette a két fő közettípus, a monzogranit és a monzonit területi elterjedésének megismerését. Az árkok több nagyobb töréses övet is harántoltak, amelyek többsége közel párhuzamos volt az Üh–2 fúrásban feltárt (és az Üh–25 és Üh–36 ferdefúrások által is harántolt) töréses övvel, de közvetlen kapcsolatukat teljesen nem tudtuk bizonyítani.

### Árok mintázása

Az árkokból a kőzetek nagyfokú mállottsága miatt viszonylag kevés mintát vettünk, az alaphegységéből a mikroszkópos vékonycsiszolati vizsgálatokat, a negyedidőszaki

2. táblázat. Az árkok földtani és tektonikai dokumentálása

Árok		Leírás hossza (m) leíróként				Leírás hossza összesen (m)
jelle	helye	Jámor Áron	Konrád Gyula, Máthé Zoltán	Kókai András	Peregi Zsolt	
A1	Éva-völgye	229,66	209,61	257,40	52,90	749,57
A2	Méskemence-völgy	160,18	140,24	137,02	319,90	757,34
Összesen		389,84	349,85	394,42	372,80	1 506,91

fedőből egy patakterasz molluszkahatározását említjük. A két árok több vízfakadást is feltárt (amelyek egy része a gránitestben levő torlasztó zónát jelezhetett), ezekből vízmintákat vettünk.

### Ásott kutak mélyítése és vizsgálata

Az ásott kutak létesítésének és dokumentálásának célja az volt, hogy információt szolgáltatson a telephelyen és környezetében lejátszódó beszivárgási folyamatról. Feladata az volt, hogy feltárja a gránitot fedő laza üledékösszetételű átfogó beszivárgási övet, és lehetőséget teremtsen annak közvetlen tanulmányozásához.

Ásott kutakat a beszivárgási öv tanulmányozására a telephelyen, az Üh-22 fúrás közelében (K2 és K3 kút) és a telephely környezetében, az új Üh-30 fúrás fölött, az attól NyÉNy-ra lévő orron (K4 kút) mélyítettünk (1. ábra). Mindhárom ásott kút tervezett mélysége 30 m volt.

Az Üh-22 fúrás közelében mélyített két ásott kút a telephelyet jellemzi. A K2 és K3 ásott kút úgy telepítettük, hogy a kettő együtt egyazon szelvényben harántolja a dombtetőn kb. 60 m vastag negyedidőszaki rétegsor minél nagyobb részét. A tetőn, az Üh-22 fúrástól D-re telepített K2 kút 35 m-ig mélyítettük, alatta a meredek oldal tövében, tőle K-re a K3 kút szintben pontosan (a Vadászi Imre és Társai Bt. által geodéziailag kimérve) 30 m-rel alatta 25 m-esre terveztük, így a kettő együtt azt a folyamatos rétegsort reprezentálja 5 m-es átfedéssel, amelyet a terv előírt. Az Üh-30 fúrás fölött tervezett K4 ásott kút az előzőeknél mélyebb domborzati helyzetben, egy K-i orron telepítettük, a Henrik-forrás körül kialakított észlelési csomópontban.

Az ásott kutak közül az első kettő nem érte el a gránitot, azonban átharántolta az 1963. évi tríciumcsúcsot, s így hasznos adatokat szolgáltatott a beszivárgásról és különösen annak sebességéről, a K3 függő talajvizet is ért. A harmadik, a K4 kút gránitban állt le.

#### Ásott kutak mélyítése

Az ásott kutakat az 1997–98. évi kutatás során az Üh-1 fúrás közelében mélyített 30 m mély ásott kúthoz hasonlóan, kézi erővel készítettük. A munka vállalkozója a Calamites Kft. volt, a kivitelezést a Légkalapács Bt. végezte.

Az ásott kutak mélyítésének menete a következő volt:

- 1,3 m átmérőjű, kör szelvényű ásott kút mélyítettünk;
- az ásás során a kiemelt anyagot 20 cm-enként elkülönített kupacokban helyeztünk el, lehetőséget biztosít-

va ezzel a folyamatos földtani dokumentálásra; megfelelő mélység esetén a dokumentáló geológus leereszkedett a kútba, és ott mintát vett;

— a kút falát az eredeti tervtől eltérően, a tervező módosítása alapján (amely az engedélyező hatóság állásfoglalása szerint jogszerű volt) a mélyítés során nem biztosítottuk kútgyűrűkkel, mivel a kőzet (lössz, agyag) megfelelően állékonynak bizonyult, hanem csak a talpmélység elérése után béleltük ki 0,5 m magas, 120 cm átmérőjű, erre a célra gyártott, előre lyukkal és a közlekedést szolgáló lépcsőfokokkal ellátott kútgyűrűkkel;

— a kútat az ásás során lefedtük, hogy csapadék vagy légköri nedvesség ne juthasson bele;

— a kút véglegesen úgy képeztük ki, hogy abba a későbbiek folyamán oldalirányban vízminőség- és talajnedvesség-vizsgáló szondákat lehessen elhelyezni (ehhez a kútgyűrűkbe gyárilag fúrtak 3 cm átmérőjű lyukakat a szondák számára), ezeket a gyűrűzés során a szondák tervezett helyének figyelembe vételével helyeztük el;

— a K3 kút, amely elért egy vízáadó réteget (függő talajvizet), automata talajvízszint-észlelő műszerrel szereltük fel, amely a monitoringrendszer részeként üzemel.

Az ásott kutak adatait a 3. táblázat, a K2 kút gyűrűzés előtt a 4. ábra mutatja be.

A három kút mélysége eltért a tervezettől. A K2 kúté (a K3 kút elhelyezésének domborzati nehézségei miatt) 30 m helyett 35,0 m lett, ezt a módosított talpmélységet el is érte. A K3 kút a nagy vízbeáramlás miatt állítottuk le a tervezett 25 m helyett 18,5 m-ben, de a két kút így is közel teljes löszszelvényt harántolt. A K4 kút mélyítését a vártnál magasabban levő gránitfelszín elérése miatt állítottuk le 19,8 m-ben. A három kút összhossza így 90 m helyett 73,3 m lett.

#### Ásott kutak dokumentálása

Az ásott kutakat kihajtásukkal párhuzamosan, folyamatosan dokumentáltuk és mintáztuk, főleg a 20 centiméterenként kirakott kupacokból, esetenként a kútba való leereszkedéssel. A dokumentálást a MÁFI szakemberei (Marsi I. és Don Gy.) végezték.

A dokumentálás során az ásott kút oldalfalairól szelvény-szerű, a fúrási rétegsorokhoz hasonló földtani leírást készítettünk. Az oldalfalokról rajzos szelvényt is szerkesztettünk, egyes jelenségeket egyedileg fényképeztünk. A jelölés a kút falán az É-i oldalon rögzített mérőszalag segítségével történt. A fényképek is általában az É-i oldalt ábráztolták, a mérőszalaggal együtt (az ettől való eltérést külön dokumentáltuk).

A kutakról készült dokumentáció (GYALOG et al. 2003b) felépítése hasonló a fúrási dokumentációkéhoz. Ebben a

3. táblázat. Az ásott kutak adatai

Ásott kút jele és helye	Koordináták			Talpmélység (m)	Kitermelt földtömeg (m <sup>3</sup> )
	Y <sub>EOV</sub> (m)	X <sub>EOV</sub> (m)	Z (m Bl)		
K2 — az Üh-22 fúrástól D-re	615 995,20	95 041,65	283,34	35,00	43,03
K3 — a K2 ásott kúttól K-re	616 056,52	95 022,03	253,347	18,50	22,64
K4 — az Üh-30 fúrástól NyÉNy-ra	616 784,49	95 851,90	189,872	19,80	24,37
				73,30	90,04

képződmények kutankénti földtani leírása mellett a rétegek jelentéslapokon történő leírása, a fal folyamatos fényképdokumentációja, a kút 1:100-as méretarányú rajzos szelvénye és az anyagvizsgálatok szerepelnek.

Az adatbázisban a fúrások földtani leírásához hasonlóan táblázatos adatlap alapján készült a rétegenkénti leírás, amelyet kézi számítógépen keresztül vagy közvetlenül töltöttünk be adatbázisba. A részletes dokumentáció alapján a lösz és annak paleotalaj-szintjei kiválóan tagolhatók.

### *Ásott kutak mintázása*

Mintákat a dokumentálás során előre kidolgozott mintázási terv szerint vettünk. A mintázást részben a kihozott anyagból, részben a kút talpáról, illetve oldalából vett anyagból végeztük. A fő vizsgálati csoportok a következők voltak: hidrofizikai (K-szivárgási tényező, pF-vizsgálat) szedimentológiai, anyagszerkezeti, talajcsiszolat-leírás, őslénytani, szferulavizsgálat, vízföldtani és egyéb (fajsúly, porozitás). Kiemelt feladat volt a tríciumprofilok meghatározása a kutakban. Ezek azt mutatták, hogy a tríciumcsúcsok 4–7 m mélyen vannak, tehát az 1963-as eredetű víz eddig jutott le a kőzetben.

### **Felszíni bányászati kutatólétesítmények műszaki ellenőrzése**

A felszíni bányászati kutatólétesítmények (kutatóárkok és ásott kutak) műszaki ellenőrzésénél a Golder Associates által alkalmazott műszaki ellenőrzési és dokumentációs rendszert alkalmaztuk. A fúrásokra kidolgozott műszaki ellenőrzési és dokumentációs rendszert, az eredeti elvet megtartva, a feladatnak megfelelően aktualizáltuk.

A Golder Associates feladata a műszaki ellenőrzés során az volt, hogy a kivitelezők terepi munkáját ellenőrizze és dokumentálja, a kivitelezési terv előírásait és a munkavégzés pontosságát betartassa, a közvetlen munkahelyi rendben tartását és a természetes környezet megővését megkövetelje. A műszaki ellenőrzési rendszer az információ, a műszaki adatgyűjtés szempontjából a kivitelezőtől és a megbízótól egyaránt független volt, viszont közvetlen kapcsolatban állt a szakmai vezetéssel, a földtani kutatás vezetőjével. Az előrehaladás során a feltárt szakaszok ismeretében a teljesebb dokumentálhatóság, a pontosabb információgyűjtés érdekében operatív döntésekre volt szükség.

A kutatóárkok és ásott kutak kivitelezésekor részleges műszaki ellenőrzést végeztünk az előrehaladásnak megfelelő rendszerességgel, napi vagy naponta többszöri helyszíni ellenőrzéssel. A kivitelezés során ellenőriztük a munkavégzési körülmények biztonságosságát is. A műszaki ellenőrzési időszakos felügyeletének, jelenlétének időtartamát az éppen aktuális tevékenység jelentősége határozta meg.

A dokumentálás táblázatos „Árokmélyítési napijelentés” és „Kútmélyítési napijelentés” formájában történt. E napijelentések egységesen tartalmazták a kutatási tevékenységben résztvevők megnevezését, a kutatólétesítmény jelét,

a jelentés sorszámát, dátumát és a munkavégzés időtartamát, a munkafázis megnevezését, a szakasz számát és helyét, a munkavezető nevét és a személyzet létszámát, a műszaki ellenőr nevét. Mindkettőben szerepelt a napi tevékenység rövid szöveges leírása, a kivitelezés során tapasztalt eltérések, a meghozott döntések és azok megvalósításának igazolása, valamint az időjárásra vonatkozó adatok. Az árokmélyítés sajátos adatai voltak a napi és az összesített árokhossz és kitermelt földtömeg, a hossz- és keresztirányú szelvények, a deponált földmennyiség és a rekultiváció mértéke. A kútmélyítés sajátos adatai voltak a napi és az összesített mélyítés és kitermelt földtömeg, a kút tengely- és keresztirányú szelvénye, a beépített betongyűrűk és a perforációk helye, a deponált és az elszállított földmennyiség. Napijelentések készültek a munkák befejezésekor, a munkaterület átadásakor is. A napijelentések alapján készült el a kutatólétesítmények műszaki záródokumentációja (SZEGŐ et al. 2003a, b).

### **Vízhozammérők (bukók) létesítése**

A vízhozammérő műtárgyak (bukók) létesítésének célja a kutatási terület felszíni vízháztartásának pontosítása, feladata lehetőség megteremtése a fontosabb patakok időben változó vízhozamának észlelésére, kivitelezője a Calamites Kft., alvállalkozója a Pécsi Hydroterv Bt. volt.

A 2002–2003. évi kutatás megkezdéséig a terület felszíni vizeire vonatkozó monitoringrendszer keretében 4 vízhozammérő bukó (B1–4) üzemelt, ami nyilvánvalóan kevés volt. Ezért a vízháztartás pontosítására további 5 bukót (B5–9) terveztünk. Ezen kívül az Előzetes környezeti hatástanulmány (EKHT) igényei szerint a vizsgált területre eső két község (Bátaapáti és Mórág) környezetében további 4 bukót (B10–13) létesítettünk (2. ábra). A területen lévő bukók adatait a 4. táblázatban összesítettük.

A felszíni kutatás keretében készült új bukók telepítési szempontjait az alábbiakban ismertetjük.

— A B5 bukót az Éva-völgyében, a B6 bukót a Mélyvölgyben folyó patakra telepítettük, mindkettőt a két völgy találkozási pontjának közelében. Ezzel elősegítettük az ugyancsak itt mélyült M6–6 (1997) és M6–7 (2002) kútcsoportok hidrogeológiai kiértékelését. Emellett a két bukó adatait felhasználhattuk a Mórág községbe jutó vizek hozamainak megállapításához is.

— A B7 bukó kiépítését az Éva-völgyében, az Anikóforrás közelében terveztük, ahol a talajvíz-domborzati kép alapján már a telephely feletti területeken beszivárgott víz jut felszínre. A bukó alatti völgyszakaszon a Henrik-forrás és az Üh–12 figyelőkút közelében már meglévő B4 bukó ennek és a mélyfúrásokkal feltárt telephelyi domb közvetlen keleti völgyének hozamait méri. Az új bukó lehetővé tette, hogy a telephelyi részéről származó vízhozamokat a két bukó hozamának különbségéből pontosabban határozzuk meg.

— A B8 bukó létesítését az Üh–14 észlelőkút és a közelében telepített Üh–32 fúrás csoport felett terveztük. A bukó

4. táblázat. A Bátaapáti (Üveghutai)-telephely környezetében épült bukók adatai

Bukócsoport	Kivitelező	Bukó jele	Koordináták		
			Y <sub>HTV</sub> (m)	X <sub>HTV</sub> (m)	Z (m BI)
Korábban készült (2000-ben állandósított)	Aquifer Kft.	B1	615 269,82	94 964,72	185,85
		B2	614 749,16	95 461,35	165,05
		B3	615 375,98	97 003,09	147,25
		B4	616 794,37	95 762,90	163,00
2002-ben a felszíni kutatás keretében készült	Calamites Kft.	B5	617 786,37	95 939,64	139,377
		B6	617 812,37	95 926,93	139,432
		B7	616 405,55	95 015,90	204,244
		B8	614 971,10	94 448,40	188,674
2002-ben az FKITT keretében készült		B9	614 321,50	95 243,51	170,236
		B10	615 310,97	97 058,55	145,703
		B11	620 129,84	97 473,52	106,425
		B12	616 118,90	97 636,88	139,948
		B13	616 528,08	99 043,78	127,421

feletti völgyszakaszon található az Uh–21 és az Uh–15 észlelőkút. A bukó alatti völgyszakaszon a már meglévő B2 bukó az egykori Üveghuta település völgyéből, az ugyancsak már meglévő B1 bukó pedig a Mészkenyecske-völgyből származó vízhozamokat méri. Így az új bukóval a terület részletesebb vízföldtani jellemzést kapott.

— A B9 bukó kiépítését a Hosszú-völgyben terveztük, 0,5 km-rel a torkolat felett. A bukó és a torkolat között a patak alluviuma várhatóan nem vezet jelentősebb mennyiségű vizet, s a lefolyás mélyebb szintekben történik. A felszíni hozamot így a bukón tudtuk mérni. A Hosszú-völgy a korábbi ófalui kutatási terület egyik legnagyobb részvízgyűjtője, így ezen keresztül az ófalui kutatás során kapott információk is felhasználhatóvá váltak kutatásainkban.

— A B10 bukó Bátaapáti előtt, a B13 a falu után adott információt. A B12 bukót a Nagymórági-völgy torkolatánál, a tervezett lejtőszakna-kihajtás völgyében telepítettük. Végül a B11 bukó a mórági bekötőút torkolatánál Mórágó falu völgyének vízfolyásáról adott információt.

A 9 új bukó kiképzése hasonló a már meglévőkhöz: egy, a felvízi és az alvízi részek stabilitását egyformán biztosító beton műtárgy, amely a mérési igény szerinti 90°-os acél Thompson bukóélt és folyamatos felvízi szintészlelést lehetővé tévő kivezető csatornát tartalmaz zárható műszerházzal és automatikus (Dataqua típusú) vízszintregisztráló műszerrel együtt. A DDNPI szakhatósági előírása alapján a bukók részujjének beton felszínét Komlórról származó andezittel burkoltuk. A bukókat egyúttal vizuális leolvasást biztosító vízmércével, valamint karbantartást lehetővé tévő lépcsőkkel láttuk el (5. ábra).

Egy-egy bukó elkészítése normál terepi és időjárási viszonyok mellett 7-8 munkanapot vett igénybe. A B7, B8 és B9 műtárgyak építése a rossz útviszonyok és az esős időjárás miatt jóval nehezebb volt a többinél (a bukó építéséhez szükséges anyagokat sokszor kézzel kellett beszállítani a helyszínre). Egy bukóhoz átlagosan 12 m<sup>3</sup> betont, 1-2 m<sup>3</sup> sódert és kb. 6 t andezitet használtunk fel.

A terepi előkészítés után először a fenékbetonozást végeztük el a patakmederben. A tervező javaslatára nem tettünk kavicságyat a beton alá, mint a korábbi bukóknál, ezt vastagabb betonréteggel pótoltuk. A kötési szünet után (és az időjárási feltételek függvényében) végeztük el a rézsűk kialakítását, kövezését 5-30 cm-es tört andezitdarabokkal, majd beépítettük a vízállásmérő csövet. Ezt követően a bukók műszaki felszerelését (90°-os Thompson bukóél, Dataqua típusú mérőműszer, vízszintmérő lécs) végeztük el. A műtárgytól 10-15 m távolságban mindkét irányban létrehoztunk egy-egy űrpontot (cementbe ágyazott geodéziai pontot), amely a bukó esetleges elmozdulásának ellenőrzését szolgálja. Végül a megközelítési útvonalakat (lépcsők, létra) készítettük el, és helyreállítottuk a környezet eredeti állapotát: elszállítottunk valamennyi, a munkálatokhoz odaszállított és be nem épített anyagot.

A bukók geodéziai bemérését a Mecsekérc Geodéziai Csoportja végezte. A mérések a korábban állandósított (fakaró, vascsövek) és meghatározott alappontok felhasználásával történtek, Trimble 5605 DR 200+ mérőállomással, poláris részletpontmérés módszerével. A bemérések során a vízhozammérő műtárgy beépített vaslemezőnek töréspontjait, a mérőműszer elhelyezésére szolgáló vascső tetejét, a vascső környékén a betonba helyezett hiltiszeget, a vízmérce „0” pontját, valamint a műtárgy két űrpontját határoztuk meg. A mért pontok EOY koordinátáját centiméteres pontossággal, Z (balti) magasságát milliméteres pontossággal határoztuk meg, a bukó jellemző adatának a Thompson bukóél bevágásának alját tekintettük.

## Összefoglalás

A 2002–2003. évi felszíni földtani kutatás során a fúrások mellett bányászati és műszaki létesítményeket hoztunk létre. A bányászati létesítmények az árkok és az ásott kutak, műszaki létesítmények a vízhozammérők (a bukók).

Az árkok a földtani és tektonikai ismeretek vízszintes irányú kiterjesztésére nyújtottak lehetőséget a telephelyhez

legközelebbi két völgy talpán vezetve (a telephelytől K-re az Éva-völgyében A1 és attól Ny-ra, a Mészkemence-völgyben A2 jellel, kb. 750-750 m hosszban), egyúttal töréses övek nyomozását is lehetővé tették. A legkedvezőbb nyomvonal kiválasztását geofizikai mérésekkel és kézfúrásokkal segítettük. Az árkokat két módszerrel mélyítettük: faltisztítással, illetve valódi árkok mélyítésével, a végeredmény legalább 0,5 m magas falban az alaphegységi képződmények feltárása volt. Az árkokat 100 m-es szakaszonként már a mélyítés közben rekultiváltuk.

Az ásott kutak elsősorban vízföldtani céllal (a háromfázisú zóna vizsgálatára) mélyültek a fedőösszletben, de egyúttal a földtani ismeretek, elsősorban a paleotalajszintek pontosabb megismerését és vizsgálatát is lehetővé tették. 3 ásott kút mélyült, az Üh-22 fúrás közelében a dombtetőn a

35,0 m mély K2, alatta a domboldalban a 18,5 m mély K3 és az Üh-30 fúrás fölötti domboldalban a 19,8 m mély K4. Mélyítésük ugyan sok nehézséggel járt, de végül elérték céljukat: a szükséges, illetve lehetséges mélység elérése, a dokumentálás és a mintavétel, valamint a kútgyűrűvel való biztosítás megtörtént.

A bányászati létesítmények kihajtását részleges műszaki ellenőrzés segítette, egyúttal a megfelelő kihajtási módszerek alkalmazását és mennyiségi adatok megfelelő rögzítését biztosítva.

A vízhozammérőket (bukókat) a felszíni vízháztartás vizsgálatának pontosítására létesítettük. Összesen 9 bukó épült meg a felszíni kutatás során, melyek a korábbi 4-gyel együtt a terület felszíni vízháztartásának pontos ismeretét teszik lehetővé.