



György Bárdossy, Andrea Mindszenty

The Iharkút bauxite

Az iharkúti bauxit-előfordulás

2013, Budapest, Hungary

Occasional Papers of the Geological and Geophysical Institute of Hungary,
volume 1

The Iharkút bauxite

Az iharkúti bauxit-előfordulás

Written by — Írta

György BÁRDOSY, Andrea MINDSZENTY

Budapest, 2013

© Copyright Geological and Geophysical Institute of Hungary (Magyar Földtani és Geofizikai Intézet), 2013

All rights reserved! Minden jog fenntartva!

Serial editor — Sorozatszerkesztő

GYULA MAROS

Technical editor — Műszaki szerkesztő

OLGA PIROS

DTP

OLGA PIROS

Cover design — Borítóterv

DEZSŐ SIMONYI

Published by the Geological and Geophysical Institute of Hungary — Kiadja a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet

Responsible editor — Felelős kiadó

TAMÁS FANCSIK

director — igazgató

This book has been subsidized by the Committee on Publishing Scientific Books and Periodicals
of Hungarian Academy of Sciences

A könyv a Magyar Tudományos Akadémia Könyv- és Folyóiratkiadó Bizottságának
támogatásával készült

ISSN 2064-0293

ISBN 978-963-671-293-8

Contents — Tartalom

The Iharkút bauxite

Topographic description	5
History of the discovery and prospecting of the Iharkút bauxite	6
Stratigraphy	7
Bedrock	7
Bauxite	8
Cover	8
Late Cretaceous (primary) cover	8
Eocene	9
Oligocene	9
Late Miocene (Pannonian)	9
Quaternary	9
Geomorphology	10
Structural geology	12
Depositional features of the bauxite	14
Lithology of the bauxite deposit	23
Micromorphology of the bauxite	27
Areal distribution of microfacies	29
Summary of the microfacies distribution	32
Interpretation	33
The basal clay	33
Silt-size intercalations in oolitic bauxite	33
Vertical stacking of lithofacies	33
Chemical composition of the bauxitic sequence	34
The main chemical components of the bauxite	34
The Al_2O_3 content	34
The SiO_2 content	38
The Fe_2O_3 content	41
The TiO_2 content	43
Loss on ignition (L.O.I.)	45
The interrelations between the chemical components	48
The accessory chemical components of the bauxite sequence	52
The CaO content	52
The MgO content	52
Sulphur content	52
The MnO_2 content	53
The organic C content	53
The P_2O_5 content	53
Trace elements of the bauxite	54
Mineralogy of the bauxite sequence	55
Genetic interpretation	55
Evaluation of the exploration and of the resource calculations	58

Suggestions regarding further explorations	63
Summary	64
Acknowledgements	64
Az iharkúti bauxit-előfordulás	
Topográfiai leírás	65
A terület földtani megismerése és a korai bauxitkutatás története	65
Kutatástörténet 1975–2005	67
Rétegtani helyzet	68
Fekü	68
Bauxitösszlet	69
Fedőképződmények	69
Csehbányai Formáció	69
Ajakai Formáció (?)	70
Jákói Márga Formáció	70
Polányi Márga Formáció	70
Eocén képződmények	70
Oligocén (–alsó-miocén?)	71
Pannóniai	71
Negyedidőszaki képződmények	71
Geomorfológia	71
Szerkezeti viszonyok	72
Az előfordulás teleptani jellemzői	73
A telepek kőzettani felépítése	77
A bauxit szövete, szerkezete	81
A szöveti típusok térbeli eloszlása	83
Függőleges szelvények	83
Laterális elterjedés	84
A szöveti jellegek értelmezése	84
A bauxitösszlet fő és járulékos kémiai komponensei	85
A fő kémiai komponensek	85
Al_2O_3 -tartalom	86
SiO_2 -tartalom	89
Fe_2O_3 -tartalom	92
TiO_2 -tartalom	94
Izzítási veszteség	96
A fő komponensek összefüggései	98
A bauxitösszlet járulékos komponensei	100
CaO-tartalom	100
MgO-tartalom	101
Kéntartalom	101
Mangántartalom	101
Szervesszén (C_{org}) tartalom	102
P_2O_5 -tartalom	102
A bauxitösszlet nyomelemei	102
A bauxitösszlet ásványos összetétele	104
A bauxit-előfordulás genetikai értékelése	104
A bauxitkutatás és a bauxitkészletek értékelése	106
A további kutatások kilátásai	110
Összefoglalás	111
Köszönetnyilvánítás	111
Epilógus	112
References — Irodalom	113
Enclosure — Melléklet	119

The Iharkút bauxite

Topographic description

The bauxite deposits of Iharkút are situated on a slightly dissected low-hilly area. The hills are bordered by some deeply dissected valleys. Their elevation in the north-eastern part of the deposit is between 450 and 530 metres above the sea level. It diminishes in the southern part of the deposit to 490 to 420 metres and in the central part to 340 to 400 metres. It is 250 to 290 metres in the northern part of the occurrence. The hills become lower to the west of the deposit in the direction of Bakonyjákó village.

The area of the occurrence is elongated in north-northwest/south-southeast direction. Its length is 5.2 km and its width varies from 0.5 to 1.4 km. A smaller 2.1 km long and 0.4–0.5 km wide strip of bauxite bearing sinkholes was detected to the north-east of the main deposit at about 1 km distance. It is covered only by Quaternary sediments (Figure 1).

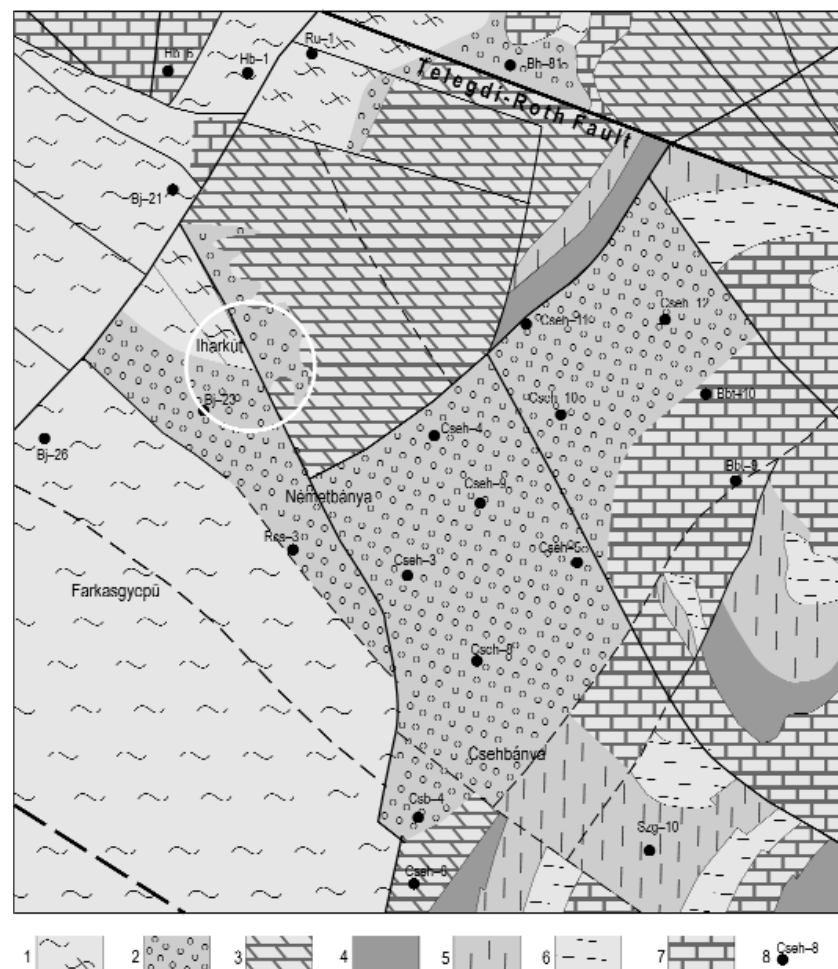
The bauxite deposits were named Iharkút in the north and Németbánya in the south according to the administrative boundaries of Iharkút and Németbánya villages. The deposits were denoted by roman numbers in order of their discovery (Figure 2). During the exploration phase the area of the occurrence was divided into

Figure 1. Geological sketch map of Iharkút and the surrounding area (Post-Cretaceous formations not indicated) after Császár et al. 1978

Legend: 1 – Upper Cretaceous marls (Jákó- and Polány Formations), 2 – Upper Cretaceous alluvial siliciclastics (Csehbánya Fm), 3 – Upper Triassic dolostones (Main Dolomite Fm), 4 – Jurassic formations (limestone, chert, radiolarite), 5 – Mid Cretaceous (Albian) clay marls (Tés Fm), 6 – Mid Cretaceous (Aptian) limestone (Tata Fm), 7 – Lower Cretaceous limestone (Zirc Fm) 8 – selected boreholes

1. ábra. Az iharkúti bauxitelfordulás földtani környezete, a késő-krétánál fiatalabb képződmények elhagyásával (Császár et al. 1978 nyomán)

Jelmagyarázat: 1 – felső-kréta tengeri képződmények (Jákói és Polányi Márga F), 2 – felső-kréta törmelékes üledékek (Csehbányai F), 3 – triász dolomit (Fődolomit F.), 4 – jura képződmények (mészkő, tűzkő, radiarit), 5 – középső-kréta (albai) agyagmárga (Tési F.), 6 – középső-kréta (apti) mészkő (Tatai F.), 7 – alsó-kréta mészkő (Zirci Mészkő F.), 8 – mélyfúrások



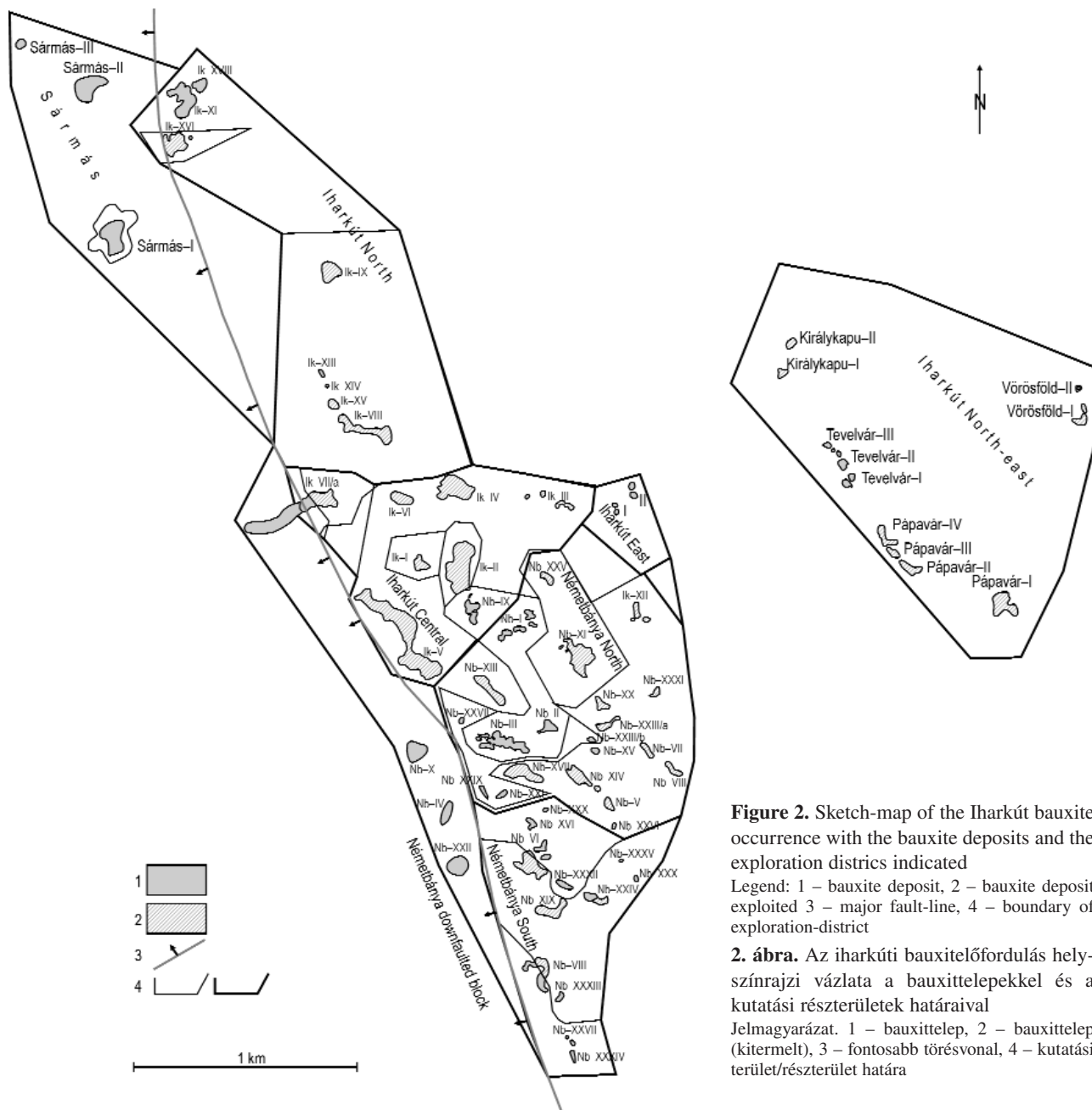


Figure 2. Sketch-map of the Iharkút bauxite occurrence with the bauxite deposits and the exploration districts indicated

Legend: 1 – bauxite deposit, 2 – bauxite deposit exploited 3 – major fault-line, 4 – boundary of exploration-district

2. ábra. Az iharkúti bauxitelőfordulás helyszínrajzi vázlata a bauxittelekkel és a kutatási részterületek határaival

Jelmagyarázat. 1 – bauxittelep, 2 – bauxittelep (kitermelt), 3 – fontosabb törésvonal, 4 – kutatási terület/részterület határa

four “mining-sectors”, called Iharkút-I, -II and Németszánya-I, -II concentrations. In the present monograph the entire prospected area was divided by us into seven sectors and their borders have been adjusted to the main geological features. A separate sector was distinguished on the western, downfaulted side of the occurrence, containing four bauxite deposits. A further bauxite sector was detected at the north-western, downfaulted part of the occurrence, called Sármas. Finally, the above mentioned strip to the north-east of the main deposits is considered also a separate sector, containing four groups of bauxite-filled sinkholes called Királykapu, Tevelvár, Pápavár and Vörösföld

History of the discovery and prospecting of the Iharkút bauxite

The discovery of the Iharkút occurrence dates back to the early '50-ies when Noszky J. jr (Hungarian Geological Institute), has completed his 1:25 000 scale concise geological map of the Northern Bakony which — on assignment by the Hungarian-Soviet Bauxite Aluminium Company — included also a systematic evaluation of the bauxite potential of the area (NOSZKY 1951). Bauxite indications — mainly erosional remnants cropping out from below young (Neogene)

sediments — were detected at several places. Noszky correctly realized that in addition to the already well known Early Albian bauxite horizon, the stratigraphic gap between the Late Triassic and the Late Cretaceous may also be promising. The few samples he collected from the outcrops near Iharkút proved to be high-grade bauxites (Al_2O_3 : 61.1%, SiO_2 : 1.30%) with abundant boehmite and gibbsite (identified with DTA). The bauxite potential of the Iharkút area was further confirmed in 1952 by four successful boreholes and it has been included in the register of potential resources of the Transdanubian Range ever since then. No large scale operations were launched there, however, until after the early '70-ies. The reason for the apparent ignorance was that the Bakony Bauxite Mines had high grade resources of almost unlimited volume and in a gently rolling, almost flat terrain in the Southern Bakony (Halimba, Nyírád, Szöc), close to the Ajka alumina plant and with a long ago established infrastructure. So the mines were reluctant to shift to the remote, dissected, hilly area of the Northern Bakony, where not only a new mine but also new transportation facilities should have been established. The situation has, however, changed in the early '70ies. The majority of the bauxite resources of the Southern Bakony were situated below the karst water table and the detrimental effect of the underground mining operations to the thermal water reservoir feeding the nearby world-famous spa (Hévíz) imposed severe problems on the mining company. The need for near-surface reserves exploitable with open-pit methods directed the attention to Iharkút, where potential resources were suspected close to the surface and well above the water table.

In 1973 high-grade bauxite unexpectedly exposed by a torrential rain in a ravine right at the outskirts of the village of Iharkút gave top priority to the area and the Exploration Company of Hungalu (the Hungarian Aluminium Corporation) immediately started with the drilling operations. Soon the first open-pit was opened and simultaneously detailed geological mapping of the adjoining areas aided by systematic geophysical ground-survey began (KNAUER 1975, 1977; SZANTNER et al. 1978; KAKAS et al. 1980). One after the other the peculiar deep sinkhole filling deposits were discovered along the major regional unconformity between the Late Triassic mainly dolomitic bedrock and the overlying Late Cretaceous siliciclastic sediments. As a result of several episodes of post-Cretaceous erosion some of the deposits were covered secondarily by a thin veneer of Quaternary sediments only. Due to the sharp contrast between the petrophysical characteristics of dolomite and the unconsolidated Quaternary coverbeds geoelectric survey carried out by the team of the Eötvös L. Geophysical Institute (MÁELGI) proved to be very efficient in tracing the hidden palaeokarst surface underneath. This way the efficiency of the drilling operations could be greatly improved. Exploration on the deposits of the central part of the occurrence was completed by the end of the '70-ies and exploration of the adjoining areas (Németbánya on the SE and Tüskés-tető, Sármás to the North) followed soon. Detailed exploration on the north-eastern margins began only in the '90-ies. Because of its topographically elevated position, and the general lack of either Cretaceous or Eocene formations, this area was originally not considered promising, however, as a result of the geophysically aided drilling campaign, it turned out that the remnants of some high-grade deposits (e.g. Királykapu-I) did survive the rather deep-reaching erosion, though their dimensions were considerably smaller than those of their counterparts in the Central area.

Exploration and mining in the Iharkút bauxite occurrence ended in 2005 with the exploitation of the last two deposits (Németbánya-II and -III). All open-pits were refilled. By now along with some cliffs of the karstified Late Triassic bedrock protruding from below the refill only one particular horizon of the Late Cretaceous coverbeds is accessible. From this horizon an exceptionally rich Vertebrate fauna (including Turtles, Amphibians and Dinosaurs) was excavated and described by ŐSI and co-workers during the early 2000's (e.g. ŐSI 2004, ŐSI et al. 2010). Systematic excavations are still in progress with annual excavations supported by the Hungarian Academy of Sciences and the Natural History Museum of Hungary

Stratigraphy

According to KNAUER & MINDSZENTY (1996) the Iharkút bauxite occurring at the unconformable boundary of Norian-Rhaetian Main Dolomite and the Santonian Csehbánya Formation belongs to the *Nagyvárkony Bauxite Formation* (Figure 3).

Based on detailed biostratigraphical studies and evaluation of the bedrock and cover formations by GELLAI et al. (1985), KNAUER & SIEGL-FARKAS (1992) and SIEGL-FARKAS (1991) the age of the bauxite is supposed to be Early Senonian.

Bedrock

The age of the bedrock (*Main Dolomite*) is proved by a rich Norian fauna (*Neomegalodon laczkoi* HOERNES, *N. sec-coi baconicus* KUTASSY and *Myophoria inequicostata* KLIPST.) collected by PATAKI and determined by VÉGHNE NEUBRANDT, E. from the area of the Iharkút-II deposit.

In the outcrops the dolomite is mostly thick-bedded, sometimes with thinner intercalations. It is cyclically organized, generally with BC, less frequently with BB-type incomplete Lofer-cylothemes (TÓTH & KNAUERNÉ GELLAI 1980).

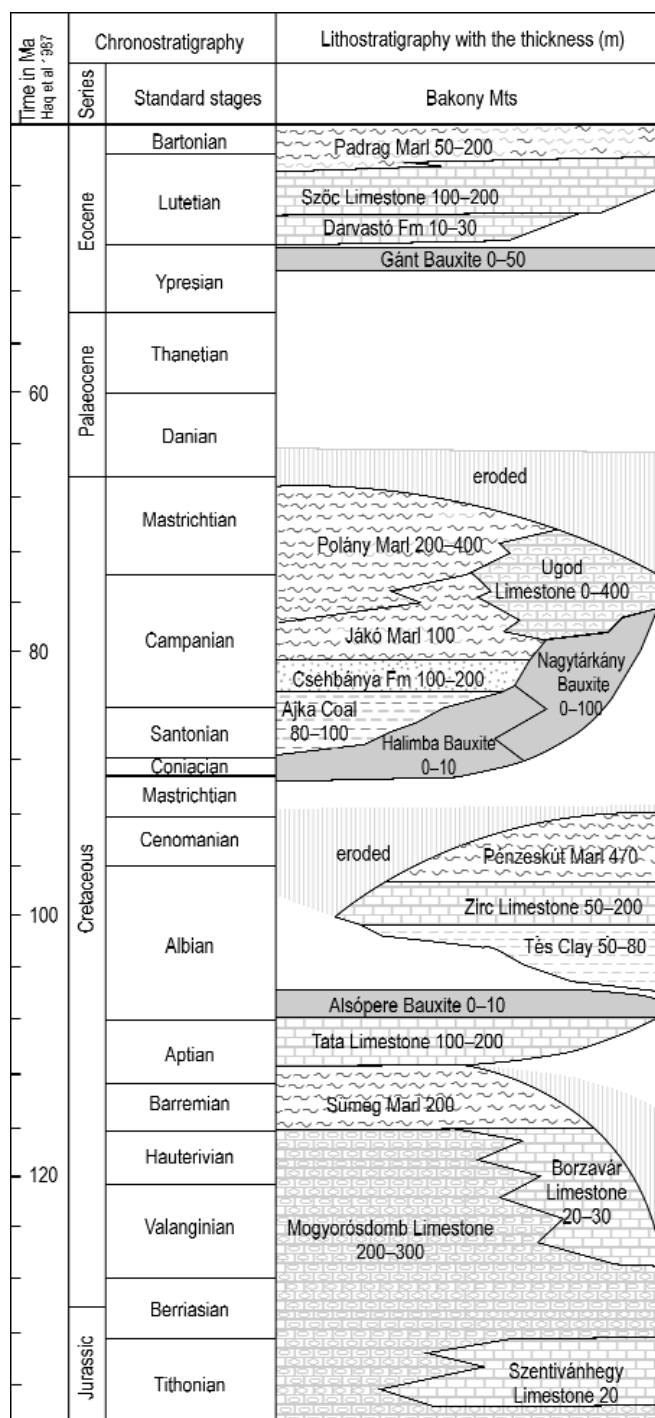


Figure 3. Lithostratigraphy of the High Bakony area after TARI (1994)

3. ábra. A Magas-Bakony földtani képződményeinek litosztratiográfiai diagramja TARI (1994) szerint

brought to an end by overall (flexural) subsidence (TARI 1994, 1995) which converted the former high-karst into a low-level alluvial plain. Alluvial sediments mostly overbank fines alternating with shallow sandy channel-fills and crevasse-splay deposits, gradually filled up topographic depressions and with time covered also the still protruding karstic cliffs (Plate I, 1-2). Deposition of the alluvial succession, called the *Csehbánya Formation* began at the time of the Santonian Ocullopolilis-Complexiopollis palynological zone (SIEGL-FARKAS 1991).

Wherever penetrated by boreholes it is almost always fragmented, brecciated, the breccia clasts may be recemented. So identification of the microfacies is often problematic. In the open-pits where the contact between bauxite and the host rock is exposed either along the walls of the sinkholes or along fault-planes, the dolomite is often disintegrated into a white flour-like powder. The powder may be impregnated by calcite or exhibit small (<1cm), irregular Fe-oxide rich concretions. The thickness of the powdery (dedolomitized?) layer rarely exceeds a few tens of cms.

Bauxite

Because of the rather large apparent gap between the underlying Late Triassic and the overlying Late Cretaceous formations the Iharkút bauxite might be of Early Albian age, as well. The reasons for we think it Early Senonian are the followings:

(1) All the known Early Albian bauxites of the Transdanubian Range occur on the surface of either the latest Triassic Dachstein Limestone or of Jurassic or even younger (early Albian) formations whereas at Iharkút the bedrock is the Main Dolomite (SZANTNER et al. 1986), suggesting deeper-reaching erosion before/during the accumulation of the bauxite.

(2) Extraclasts identified in the HCl-insoluble residue of the Albian bauxites (titanite, amphibole) are remarkably different from those found in the Iharkút bauxite (rutile-zircon, tourmaline, MINDSZENTY et al. 1991)

(3) Both lithofacies and porosity of the Albian bauxites are significantly different from that of the Iharkút one (MINDSZENTY et al 1987), the Iharkút bauxite being more porous than the older Albian deposits.

This is why we suggest that the Iharkút bauxite can be considered as Early Senonian, i.e its accumulation took place most probably in a time interval encompassing the Coniacian and the early Santonian. Based on their characteristic lithology also those bauxites are considered to be early Senonian which occur in marginal position as denudational remnants, overlain by secondary (Oligocene or Quaternary) cover in the northern and south-eastern parts of the occurrence).

Cover

Late Cretaceous (primary) cover

The accumulation of the Iharkút bauxite was

Palynostratigraphical data were confirmed also by palaeomagnetism (MÁRTON, E. 2005 in ŐSI & MINDSZENTY 2009). Sedimentology and diagenesis of the Csehbánya Formation were discussed in detail by HAAS & JOCHA-EDELÉNYI (1979) JOCHA-EDELÉNYI (1988, 1991) and later by TUBA et al. (2006.) and ŐSI & MINDSZENTY (2009). JOCHA-EDELÉNYI (1988) proposed that the main course of the trunk river was NE–SW in the area. Coarse grained bed-load deposits consisting of pebbles of various Mesozoic carbonates, quartzite and low-grade metamorphics were described from the nearby Csehbánya Basin and further to the West, beyond the now exposed sectors of the Bakony Unit. Accordingly the fine-grained fraction of the flood-plain sediments covering the bauxitic area consists mainly of quartz, carbonate, mica and fine anchimetamorphic rock fragments. The basal part of the succession contains abundant cm-size, angular dolomite fragments (Plate II, 4) and occasionally also bauxitic clasts suggesting that by the time of the deposition of the cover the bauxite must have been already at least partially lithified, however, the karst topography was not yet completely levelled. Total thickness of the alluvial formation is 1200 m (TARI 1994) of which the lower 50 to 60 metres were exposed by the open-pits of the occurrence. The famous Vertebrate fauna mentioned before is associated with the crevasse-splay deposits and with the organic-rich muddy lithofacies filling abandoned channels and low-level flood-plain ponds (ŐSI & MINDSZENTY 2009)

In Late Santonian to Early Campanian times as a result of continued subsidence and the concomitant upraise of the karstic water table, the alluvial Csehbánya Formation gave way to the swampy deposits of the Ajka Coal Formation and later on to the transgressive sequence of the Mollusc-rich layers of the Jákó Marl Formation. At the peak of the Late Cretaceous transgression, in Campanian to Maastrichtian times, Globotruncana-marls (Polány Marl Formation) were deposited in the higher cover. Total thickness of the Late Cretaceous cycle was about >800 metres to the WNW of the area (HAAS 1983, TARI 1994)

Eocene

Erosional remnants of a once continuous Middle Eocene (Lutetian) transgression sequence (Szöc Limestone Formation) with abundant Nummulitids and Discocyclina occur unconformably either above partially eroded Late Cretaceous sediments or directly above the bauxite. Late Eocene conglomerates (Iharkút Formation) made up predominantly by pebbles of older Eocene limestones and some Triassic dolostones are intercalated in Late Eocene clayey sediments. The conglomerates were interpreted by KUN-JÁGER et al. (1994) as deposits of a submarine fan, pointing to synsedimentary tectonics in Late Eocene times.

Oligocene

After an early Oligocene period of subaerial exposure and erosion, alluvial conglomerates, sandstones and silty-clayey floodplain sediments follow (Csatka Formation). By lithofacies they are similar to the Cretaceous Csehbánya Formation; however, they show a higher-grade metamorphic source area and biostratigraphically they proved to be clearly of Late Oligocene age (*Reticulofenestra lockeri* MULLER and *Sphenolithus distensis* identified by BROKÉS 1978, KERESKESNÉ 1979 as reported by GELLAI et al. 1985)

Late Miocene (Pannonian)

The occurrence of Pannonian sediments in the northern part of the occurrence (Róka-hegy–Tüskés-tető) was supposed on the basis of lithostratigraphic analogues by GELLAI et al 1985. Cemented monomictic conglomerates consisting almost exclusively of well rounded quartz pebbles were identified and qualified as the basal conglomerate of the Late Pannonian sedimentary suite. Their presence suggests that the present day elevated position of the Iharkút block is a post-Miocene feature resulted by a very late — probably Pleistocene — uplift.

Quaternary

As a result of the supposedly Pleistocene uplift and erosion both the thickness and the areal extension of the Quaternary formations (mainly loess and slope debris) are highly variegated. In the higher elevated NE sector of the occurrence bauxites are often covered by 4 to 20 m thick loess or other unconsolidated Quaternary sediments. The contrast between the extremely good drainage provided by the highly fractured dolomitic bedrock and the sluggish drainage of the sinkhole filling compacted bauxite resulted in a characteristic difference between the vegetation colonizing the loess above the bauxite, as compared to that growing on the loess-covered bare dolomite surface. The relationship between hidden bauxite deposits and the occurrence of hygrophilous plant associations above was recognized e.g. by BAROSS, G. (Bauxite Prospecting Company) and so the Németsbánya–XI deposit was discovered. KNauer J. has elaborated the method of detailed bauxite geological and geomorphological mapping (summarized in SZANTNER & MINDSZENTY 1979). Combined with the geophysical ground-survey this method was successfully used throughout the exploration of those parts of the Iharkút occurrence where the bauxite was covered by loose Quaternary sediments only

Geomorphology

The area of the Iharkút bauxite occurrence is a partly eroded karst plateau the elevation of which varies between 300 and 530m asl rising well above the gently rolling (<300 m) terrain around. As summarized by SZANTNER et al. (1981) it is divided into three more or less parallel elongate units by steep sided NW–SE and EW striking valleys (Figures 4, 5).

The highest elevated unit is the north-eastern one called **Pápavár–Tevelvár–Királykapu** (530 to 440m asl). It is built up by dolomite discontinuously covered by a thin Quaternary veneer of loess and soil. Below the Quaternary cover,



Figure 4. Sketch-map and topographic zones at the Iharkút occurrence

Legend: 1 – bauxite deposits, 2 – bauxite deposits (exploited), 3 – major fault line, 4 – boundaries of topographic zones – 5 – boundary of exploration-district, 6 – trace of profile

4. ábra. Az iharkúti terület ÉNy-ról DK felé, lépcsőzetesen lezökkenő pásztáinak térképvázlata

Jelmagyarázat: 1 – bauxit-telep, 2 – bauxit telep (kitermelt), 3 – fontosabb törésvonal, 4 – morfológiai pászta határa, 5 – kutatási terület/részterület határa, 6 – szelvény vonala

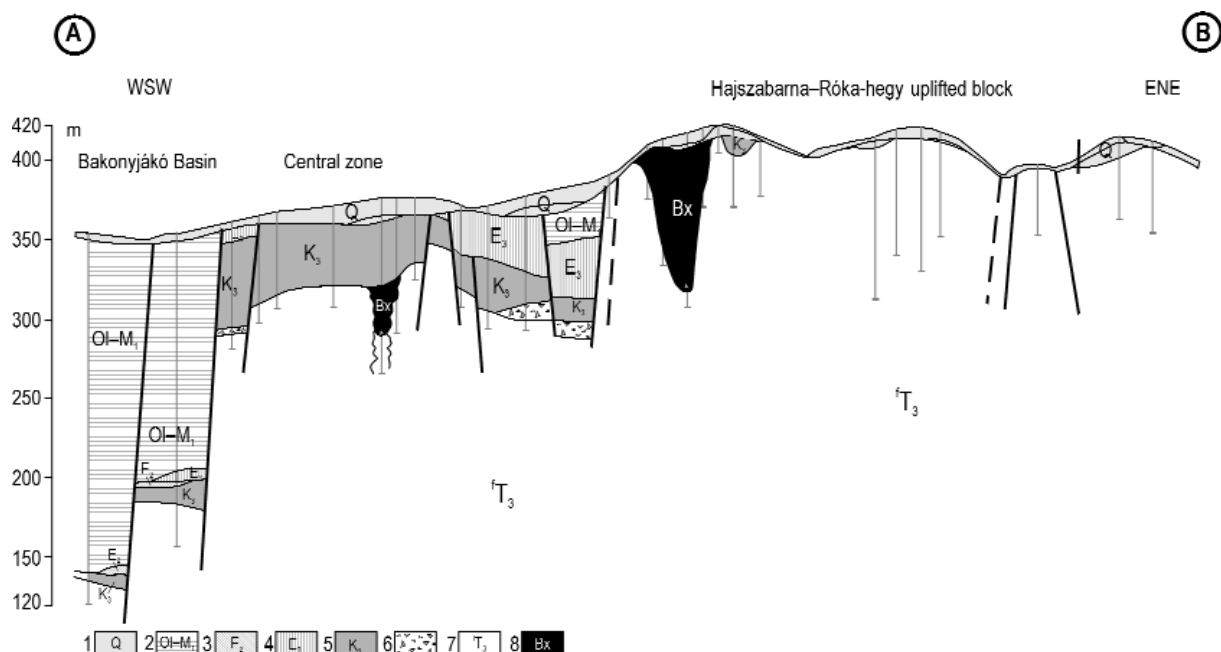


Figure 5. Geological profile at the Iharkút occurrence

Legend: 1 – Quaternary coverbeds (loess, soil, slope-scrub), 2 – Oligo-Miocene siliciclastics, 3 – Mid-Eocene limestone, 4 – Upper Eocene conglomerate 5 – Upper Cretaceous siliciclastics, 6 – dolomite debris, 7 – Upper Triassic dolomite, 8 – bauxite

5. ábra. Az iharkúti terület földtani szelvénye

Jelmagyarázat: 1 – negyedidőszaki fedő (lössz, talaj, lejtőtörmelék), 2 – oligo-miocén törmelékes összlet, 3 – középső-eocén mészkő, 4 – felső-eocén konglomerátum, 5 – felső-kréta finomtörmelékes összlet, 6 – dolomittörmelék, 7 – felső-triász dolomit, 8 – bauxit

at places remnants of small bauxite deposits were found showing that in Cretaceous times accumulation of bauxite was possible also in this part of the karst plateau and they were not completely removed by subsequent erosion.

The next unit (490 to 420m asl) is the **Hajszabarna-Róka-hegy** block to the south-east, likewise built up by dolomite and covered by Quaternary formations only, however, erosion was less efficient here. The size of the bauxite deposits found underneath the Quaternary cover here is much larger than the size of those which survived on the higher elevated NE block. Nb–XI, –VIII, –XX and Ik–XII had an average thickness of 20 to 30 metres and also the grade of the ore was rather high.

Further to the SE there follows the **Iharkút-Németbánya** unit (400 to 340m asl). Most of its surface is built up by Quaternary to Oligocene formations with scattered Eocene and Cretaceous formations and also Triassic dolomites cropping out from below the Palaeogene to Quaternary cover. The presence of even the primary cover of the bauxite shows that in this zone young erosion was less efficient and, accordingly, the largest deposits of the central area of the occurrence were found in this block (Ik–I, –II, –IV, –VI, –VII, –VIII to the North and Nb–II, –III, –XIX, –XXIV etc. to the South).

The northernmost unit of the occurrence is **Sármás** (~288m asl) at the margins of the young, Oligocene Ugod Basin. Morphologically Sármás is in a transitional position between the hilly area of the plateau proper and the gently rolling lowland of the Bakonyjók Basin to the West. Late Cretaceous formations are covered by >10 m thick loess and slope-debris here, cut across by steep-sided valleys. Cretaceous sediments cropping out from beneath the loess show that erosion was not deep enough here to reach the underlying bauxite. Adjoining to Sármás in the East, small fault-bound blocks comprising the deposits Ik–IX, –XI, –XVI, and –XVIII were informally called “Iharkút-North” during the exploration. The bauxite is secondarily covered by Oligocene formations here with occasional small erosional remnants of the original Cretaceous cover.

The Mesozoic–Palaeogene suite known from the Iharkút plateau continues also in the basement of the **Bakonyjók Basin** (~310–360m asl) adjoining the plateau to the SW. It is an Oligocene structure, filled up mainly by Oligocene sediments and covered by Quaternary formations. Below the Oligocene the thickness of both the Eocene and the Cretaceous formations is remarkably thicker than what we see on the higher elevated plateau suggesting that in pre-Oligocene times erosion must have been less efficient here, than on the plateau. Notwithstanding with this logical suggestion no sizeable bauxite deposits could be detected by the few exploratory boreholes drilled in the basin so far.

The fact that the above described NW–SE striking units are bound by steep-sided valleys shows that the uplift of the plateau must have been a relatively young, probably late Pleistocene process. The relatively flat, featureless top of the hills suggests an event of “planation” preceding this uplift perhaps in Pliocene times (see also PÉCSI 1998).

Whence the difference between the productivity of the geomorphologically identified units, was recognized, it has played a crucial role right throughout the exploration of the Iharkút occurrence.

Structural geology

The uplifted Mesozoic block of Iharkút is in a rather particular structural geological position. About 15 km to its northern boundary there is a major structural feature, the WNW–ESE striking “Telegdy Roth Fault” (hereinafter TRF), cutting across the Bakony Mts from the Oligocene Ugod Basin down to the Litér thrust-zone in the Balaton Highlands. (TELEGDI ROTH 1934, NOSZKY 1957, KNAUER & VÉGH 1967, MÉSZÁROS 1983, POCSAI & CSONTOS 2006, SASVÁRI et al. 2007) (Figure 6). The total sum of lateral displacements measurable along this fault zone is about 4.7 km. Initiated in the Cretaceous it was rejuvenated several times up till the Miocene with the sense of the last movements having been dextral, according to the above authors. The Iharkút block immediately adjoin the TRF to the south is bound by tectonic elements on all sides and is cross-cut by several minor faults at higher or lower angles to the main TRF. Displacements along these minor faults are predominantly normal with smaller or larger lateral component, as well. MÉSZÁROS (1980, 1983) suggested that at least part of the NNW–SSE and E–W striking faults detected at Iharkút should

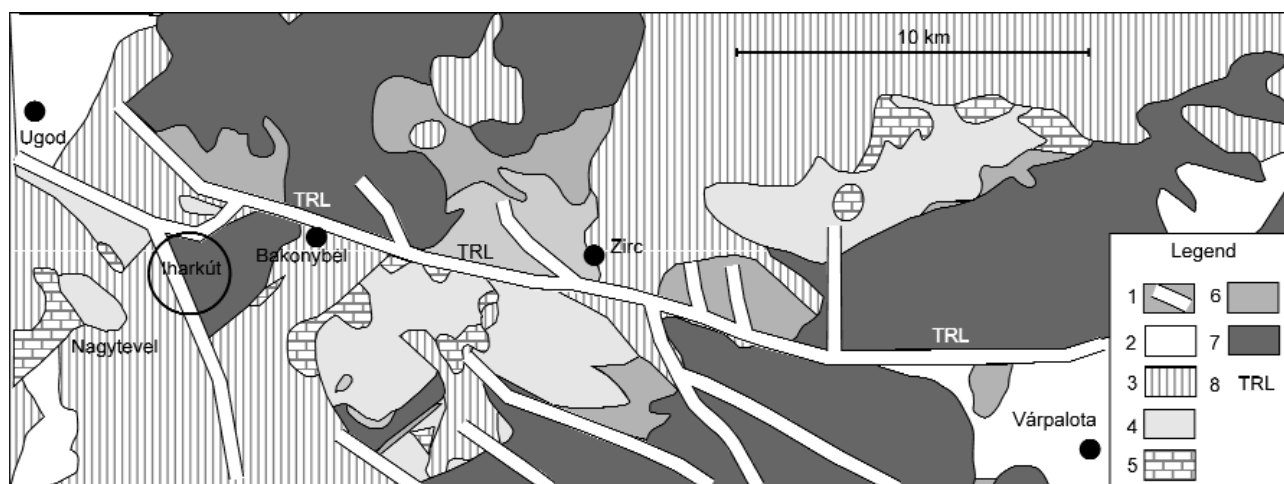


Figure 6. Geological sketch-map of the surroundings of the Telegdy-Roth line (after SASVÁRI et al. 2007)

Legend: 1 – fault, 2 – Quaternary, 3 – Oligo-Miocene, 4 – Eocene, 5 – Cretaceous, 7 – Jurassic, 8 – Triassic, 9 – Telegdy Roth Line; white circle: location of the Iharkút deposit

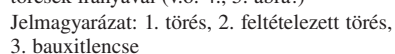
6. ábra. A Telegdi-Roth vonal környezetének földtani térképvázlata (SASVÁRI et al 2007 nyomán)

Jelmagyarázat: 1 – törésvonalak, 2 – negyedidőszaki képződmények, 3 – oligo-miocén, 4 – eocén, 6 – kréta, 7 – jura, 8 – triász, 9 – Telegdi-Roth-vonal – Az üres karika az iharkúti előfordulás helyét jelöli

be strike-slip faults of pre-Senonian age having primarily controlled karstification and the accumulation of the bauxite. He argued that fragmentation of the bedrock along these sheared zones has increased the hydraulic conductivity of the dolomite to such an extent as to provide optimum drainage for bauxitization of the weathering products deposited in the karstic depressions. In 1983 he suggested that this supposition be used as a guiding principle in prospecting for further Iharkút-type deposits in the Trandubian Range. The faults themselves could not be properly identified in the field because karstification along the sheared zones efficiently “erased” all traces of the fault-planes; however, the elongated NNW–SSE striking morphology of the deep sinkhole and canyon filling deposits clearly confirms the tectonic control of karstification (Figure 7, Plate, II/2). The angular unconformity between bauxite and bedrock is about 5 to 10 degrees as measured in the open-pits (Plate, II, 3).

Structural geological considerations have been of primary importance right throughout the prospecting and exploration of the Iharkút bauxite. With the exception of a few more or less isometric deposits (e.g. Ik–I and Ik–IX) the role of tectonics, either controlling or post-depositionally modifying the morphology of the deposits, was evidenced by both

As to post-depositional tectonics the set of NNW–SSSE striking faults running parallel to the general orientation of the Iharkút block were of decisive importance from the point of view of the productivity of the area (Figure 7). Displacement along these post-Eocene faults was predominantly normal, often with lateral components, as well (Plate



III, 2, 3, 4). Most of them were rejuvenated in Miocene times and they form the natural boundaries of those NNW–SSE striking zones which are distinguished on the basis of their productivity. Starting from the elevated Pápavár–Gát-hegy–Hajszabarna zone in the east these zones are downfaulted stepwise towards the NW (see Figure 5) They form a giant staircase, with the subsequent steps being of 50 to 80 metres high each, down to the Bakonyjákó Basin to the west, where beyond the major marginal fault the depth to the Mesozoic basement is already ~300m. The fault planes are rather steep: dips of 60 to 80 degrees could be measured in the open pits. Within the individual zones the dip of the bauxite and its primary cover is variegated but shows a general westerly inclination (Plate I, 1).

Depositional features of the bauxite

The most striking feature of the Iharkút bauxite occurrence is the geometry of the deposits, i.e. the geometry of the karstic sinkholes they fill. The majority of the bauxite bodies occur in unusually deep sinkholes the coalescence of which often resulted in canyon-like forms of ~90 m depth and sometimes only 20 to 25m of lateral extension (Plates I, 1, 2; II, 1, 2).

Discussing the deposits, only those accumulations are considered here below as “bauxite lenses” that contain bauxite or at least clayey bauxite. Smaller accumulations consisting only of bauxitic clay were not included in our evaluation.

Based on the above considerations the following sectors and bauxite accumulations were distinguished (see also Figure 2.):

Northern area	bauxite accumulations
Sármás	3
Iharkút–North/North-east	8
South-Central area	
Iharkút Central part	9
Németbánya–North	21
South-eastern margins	
Németbánya–South	13
Németbánya, western downfaulted strip	4
Királykapu, Tevelvár, Pápavár, Vörösföld	11
Alltogether	69

Types of deposition (Figure 8–15). The following types of deposition were distinguished in the volume “Bauxite prognosis” (SZANTNER et al. 1986) (Figure 16, 17, 18):

lenticular	9
sinkholes	6
deep sinkholes	13
sequences of coalescent sinkholes	1
sinkholes combined with tectonic grabens	8
canyons	1
tectonically preformed sinkholes	3
further minor types	5
Alltogether	46

Continued exploration discovered further 23 bauxite accumulations. The resulting present distribution is as follows:

lenticular	12
sinkholes	15
deep sinkholes	28
sequences of coalescent sinkholes	2
sinkholes combined with tectonic grabens	8
kanyons	1
tectonically controlled sinkholes	3
Alltogether	69

The number of sinkholes and deep sinkholes increased most. The length, width and areal extent of all bauxite accumulations are shown by Table 1. The deepest “sinkholes” were discovered at Vörösföld. They have also the smallest diameter probable sinkhole roots. Most bauxite accumulations are elongated parallel to the main tectonic directions. The rate of elongation is expressed by the ratio of their length and width, also indicated in Table 1. Most elongate is the Iharkút–V accumulation, having a ratio of 12.0. This is a typical canyon-type accumulation. The canyon is slightly sinuous

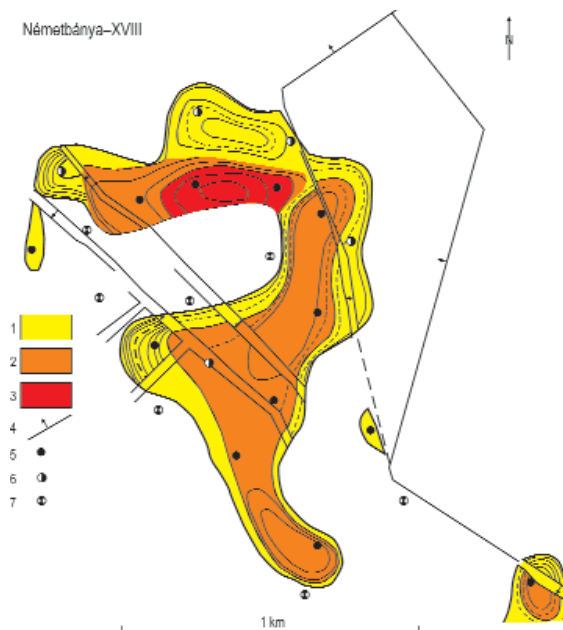


Figure 8. Isopach map of Némethbánya-XVIII bauxite accumulation

Legend: 1 – bauxite thickness <10m, 2 – bauxite thickness 10-40m, 3 – bauxite thickness >40 m, 4 – fault line, 5 – borehole with high-grade bauxite, 6 – borehole with medium-grade bauxite, 7 – borehole with low-grade bauxite

8. ábra. A Némethbánya-XVIII. telep vastagságvonalas térképe

Jelmagyarázat: 1 – bauxitvastagság <10m, 2 – bauxitvastagság 10-40m, 3 – bauxitvastagság >40 m, 4 – törésvonal, 5 – jó minőségű bauxitot harántoló fúrás, 6 – közepes minőségű bauxitot harántoló fúrás, 7 – nem ipari minőségű bauxitot harántoló fúrás

and has a variable width. The elongation ratio varies in most of the accumulations between 2 and 5. Only one completely isometric accumulation was detected (Iharkút-I).

The thickness of the overburden. This is one of the most important characters both from the geological and mining points of view. It can be rather variegated even within the same bauxite accumulation as a consequence of tectonic disturbances. The smallest and largest thicknesses of the overburden were indicated in Table 1 separately for each bauxite accumulation. It is smallest in the north-eastern part of the deposit, being generally less than 10 metres. it varies from 3 to 39 metres in the northern Iharkút sector. It increases gradually to 100 metres in the central and southern sectors. The thickness of the overburden abruptly increases to 136–310 metres in the western downfaulted Némethbánya sector. The Sármás sector at the north-western edge of the deposit is also downfaulted, the thickness of the overburden being 120 to 250 metres. Even greater thicknesses are expected further to the west.

We call the entire bauxite accumulation a *bauxite sequence*. The lithologic types composing the sequence will be discussed in the chapter on lithology.

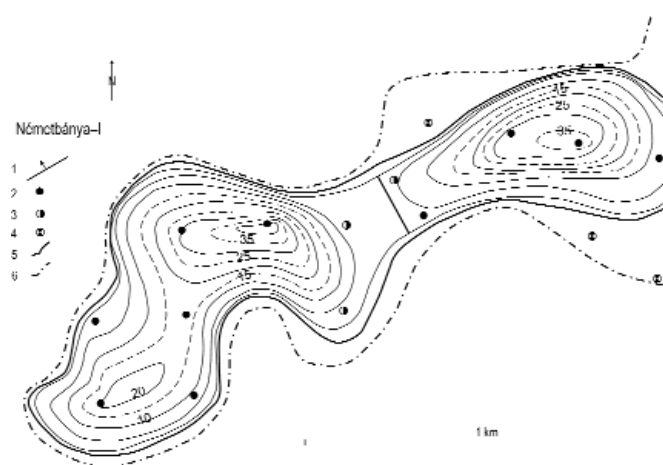


Figure 9. Isopach map of Némethbánya-I bauxite accumulation

Legend: 1 – fault line, 2 – borehole with high-grade bauxite, 3 – borehole with medium-grade bauxite, 4 – borehole with low-grade bauxite, 5 – boundary of industrial grade bauxite, 6 – boundary of non-industrial grade bauxite

9. ábra. A Némethbánya-I. telep izovonalas térképe

Jelmagyarázat: 1 – törésvonal, 2 – jó minőségű bauxitot harántoló fúrás, 3 – közepes minőségű bauxitot harántoló fúrás, 4 – nem ipari minőségű bauxitot harántoló fúrás, 5 – az ipari minőségű bauxit határa, 6 – a nem ipari minőségű bauxit határa

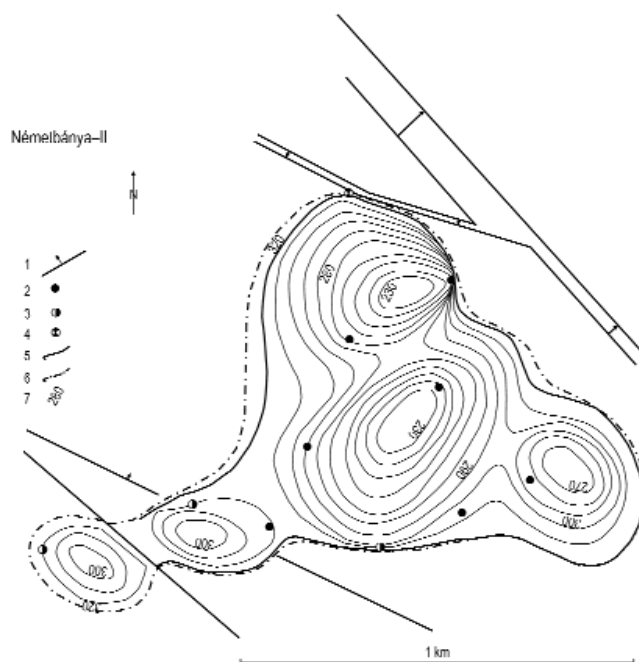


Figure 10. Contour map of the surface of the Triassic bedrock of the Némethbánya-II bauxite accumulation, reflecting the thickness of the sinkhole filling bauxite

Legend: 1 – fault line, 2 – borehole with high-grade bauxite, 3 – borehole with medium-grade bauxite, 4 – borehole with low-grade bauxite, 5 – boundary of industrial grade bauxite, 6 – boundary of non-industrial grade bauxite, 7 – elevation m asl

10. ábra. A Némethbánya-II. telepének triász fekü szintvonalas térképe

Jelmagyarázat: 1 – törésvonal, 2 – jó minőségű bauxitot harántoló fúrás, 3 – közepes minőségű bauxitot harántoló fúrás, 4 – nem ipari minőségű bauxitot harántoló fúrás, 5 – az ipari minőségű bauxit határa, 6 – a nem ipari minőségű bauxit határa, 7 – tengerszint feletti magasság (m)

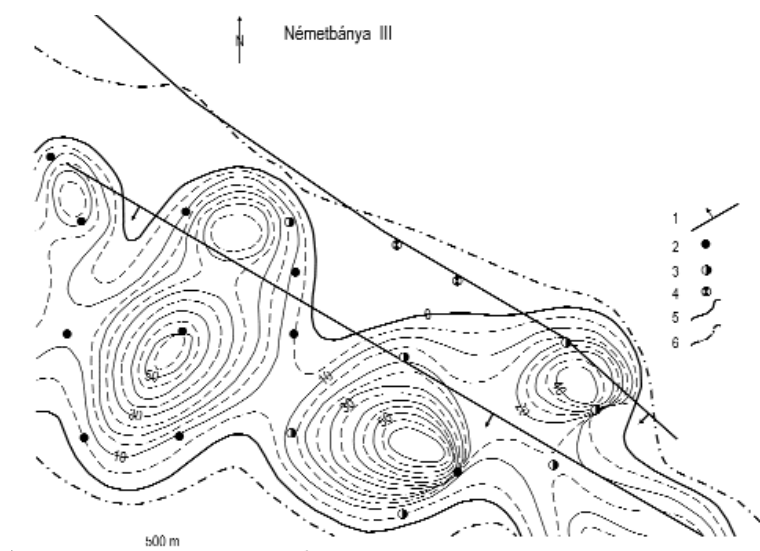


Figure 11. Isopach map of Némethbánya-III bauxite accumulation (reflecting the coalescence of the bauxite-filled sinkholes)

Legend: 1 – fault line, 2 – borehole with high-grade bauxite, 3 – borehole with medium-grade bauxite, 4 – borehole with low-grade bauxite, 5 – boundary of industrial grade bauxite, 6 – boundary of non-industrial grade bauxite

11. ábra. A Némethbánya-III. telep izovonalas térképe (az izovonalak jól mutatják, hogy a lencse morfológiája több töbör összeharapódzásának eredménye)

Jelmagyarázat: 1 – törésvonal, 2 – jó minőségű bauxitot harántoló fúrás, 3 – közepes minőségű bauxitot harántoló fúrás, 4 – nem ipari minőségű bauxitot harántoló fúrás, 5 – az ipari minőségű bauxit határa, 6 – a nem ipari minőségű bauxit határa

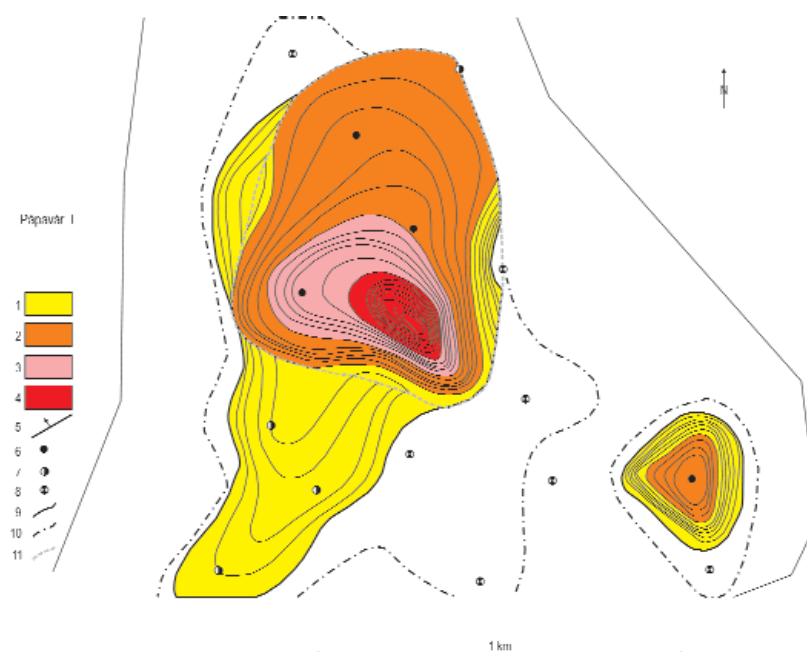


Figure 12. Isopach map of Pápavár-I bauxite accumulation

Legend: 1 – bauxite thickness <10m, 2 – bauxite thickness 10–20m, 3 – bauxite thickness 20–30, 4 – bauxite thickness >30 m, 5 – fault line, 6 – borehole with high-grade bauxite, 7 – borehole with medium-grade bauxite, 8 – borehole with low-grade bauxite, 9 – boundary of industrial grade bauxite, 10 – boundary of non-industrial grade bauxite, 11 – morphological step

12. ábra. A Pápavár-I. telep izovonalas térképe

Jelmagyarázat: 1 – bauxitvastagság <10 m, 2 – bauxitvastagság 10–20m, 3 – bauxitvastagság 20–30 m, 4 – bauxitvastagság >30 m, 5 – törésvonal, 6 – jó minőségű bauxitot harántoló fúrás, 7 – közepes minőségű bauxitot harántoló fúrás, 8 – nem ipari minőségű bauxitot harántoló fúrás, 9 – az ipari minőségű bauxit határa, 10 – a nem ipari minőségű bauxit határa, 11 – töbör pereme

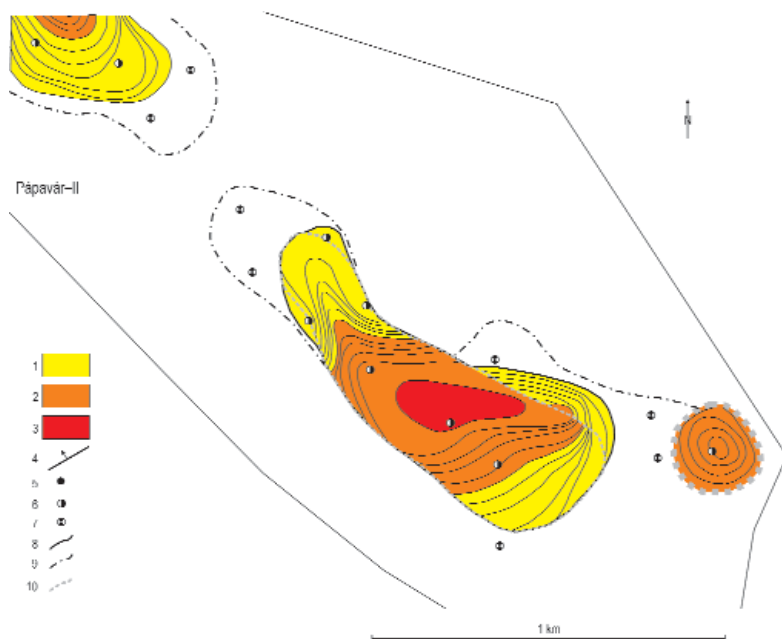


Figure 13. Isopach map of Pápavár-II bauxite accumulation

Legend: 1 – bauxite thickness <10m, 2 – bauxite thickness 10–20m, 3 – bauxite thickness >20m, 4 – fault line, 5 – borehole with high-grade bauxite, 6 – borehole with medium-grade bauxite, 7 – borehole with low-grade bauxite, 8 – boundary of industrial grade bauxite, 9 – boundary of non-industrial grade bauxite, 10 – morphological step,

13. ábra. A Pápavár-II. telep izovonalas térképe

Jelmagyarázat: 1 – bauxitvastagság <10 m, 2 – bauxitvastagság 10–20 m, 3 – bauxitvastagság >20 m, 4 – törésvonal, 5 – jó minőségű bauxitot harántoló fúrás, 6 – közepes minőségű bauxitot harántoló fúrás, 7 – nem ipari minőségű bauxitot harántoló fúrás, 8 – az ipari minőségű bauxit határa, 9 – a nem ipari minőségű bauxit határa, 10 – töbör pereme

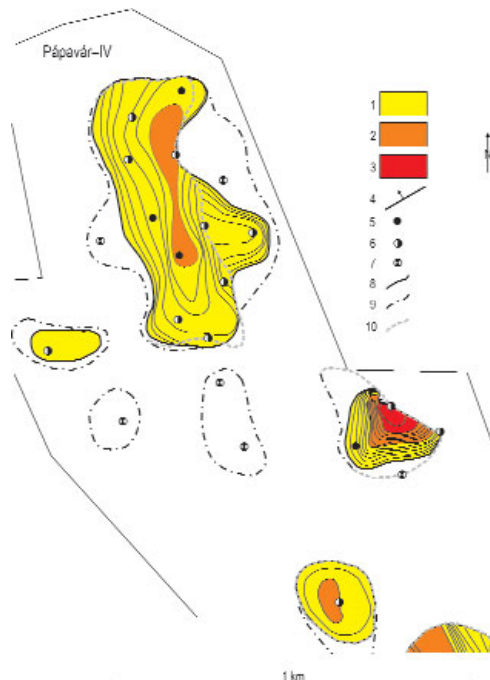
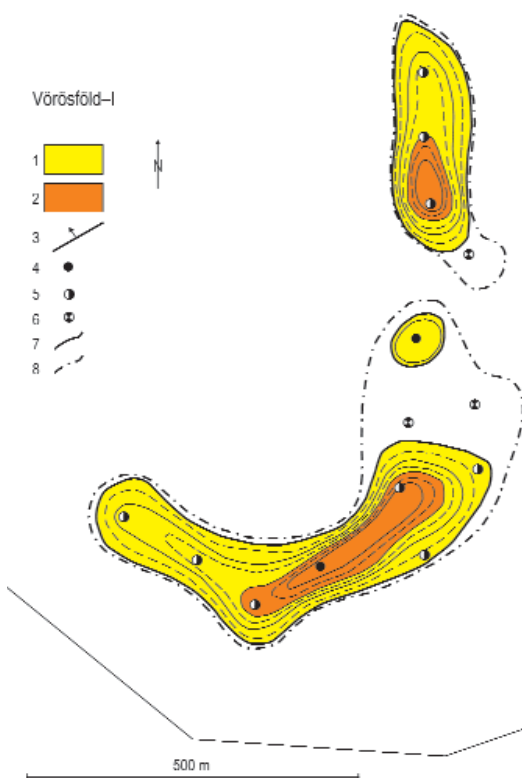


Figure 14. Isopach map of Pápavár-IV bauxite accumulation

For legend see figure 13.

14. ábra. A Pápavár-IV. telep izovonalas térképe

Jelmagyarázatát lásd a 13. ábránál.



The accuracy of our knowledge regarding the depositional features of the bauxite is influenced by the number of boreholes, penetrating the bauxite sequence. Bauxite accumulations were penetrated by 5 to 20 boreholes. The largest number of boreholes were drilled in the Iharkút-V. accumulation, as many as 42.

The *thickness of the sequence and of the bauxite*. Both the average and the maximum thicknesses are important properties. They have been both included in Table 1. The greatest average thickness of the bauxite sequence was observed in the Vörösföld-II bauxite accumulation with 51.1 metres. This is an extremely deep and narrow sinkhole. The average thickness of the sequence is 31.0 metres in the Iharkút-V bauxite accumulation and 31.3 metres in the Némethánya-XXXI bauxite accumulation. Most of the bauxite accumulations in the Iharkút-Central and Némethánya-North sectors are

Figure 15. Isopach map of Vörösföld-I bauxite accumulation (reflecting the coalescence of the bauxite-filled sinkholes)

Legend: 1 – bauxite thickness <10m, 2 – bauxite thickness >20m, 3 – fault line, 4 – borehole with high-grade bauxite, 5 – borehole with medium-grade bauxite, 6 – borehole with low-grade bauxite, 7 – boundary of industrial grade bauxite, 8 – boundary of non-industrial grade bauxite,

15. ábra. A Vörösföld-I. telep izovonalas térképe

Jelmagyarázat: 1 – bauxitvastagság <10 m, 2 – bauxitvastagság >20 m, 3 – törésvonal, 4 – jó minőségű bauxitot harántoló fúrás, 5 – közepes minőségű bauxitot harántoló fúrás, 6 – nem ipari minőségű bauxitot harántoló fúrás, 7 – az ipari minőségű bauxit határa, 8 – a nem ipari minőségű bauxit határa, 9 – töbör pereme

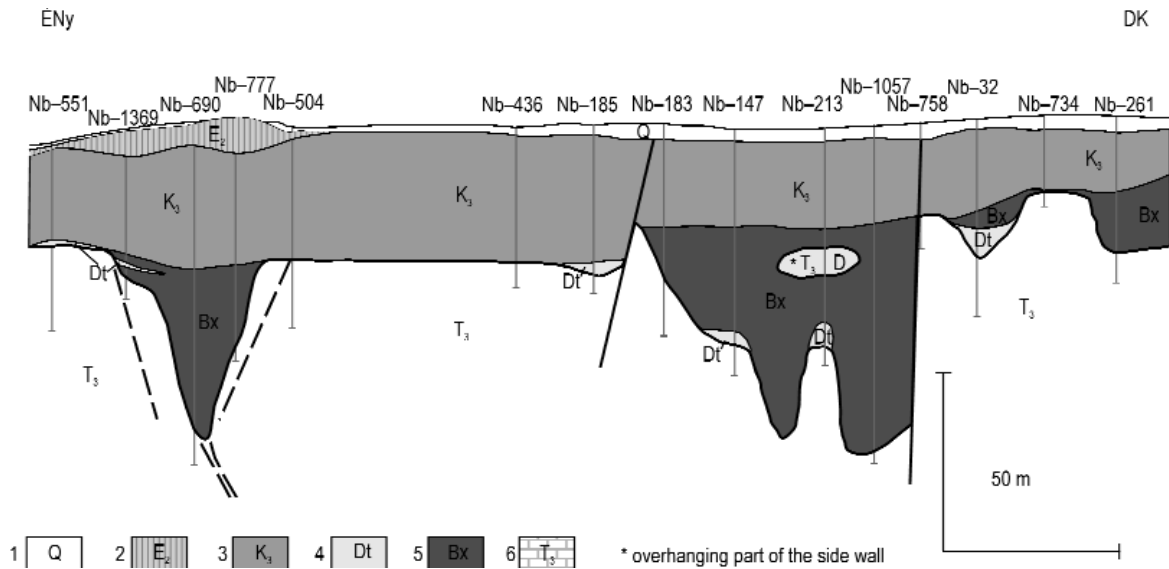


Figure 16. Deep sinkhole-filling deposits of Németsbánya in the South Central zone of the occurrence

Legend: 1 – Quaternary sediments, 2 – Middle Eocene Limestone, 3 – Upper Cretaceous terrestrial sediments, 4 – dolomite debris, 5 – bauxite, 6 – Triassic dolomite

16. ábra. A Déli-Központi terület németbányai szektorának jellegzetes mélytöbrös telepei

Jelmagyarázat: 1 – negyedidőszaki üledékek, 2 – középső-eocén mészkő, 3 – felső-kréta terasztrikum, 4 – dolomittörmelék, 5 – bauxit, 6 – triász dolomit

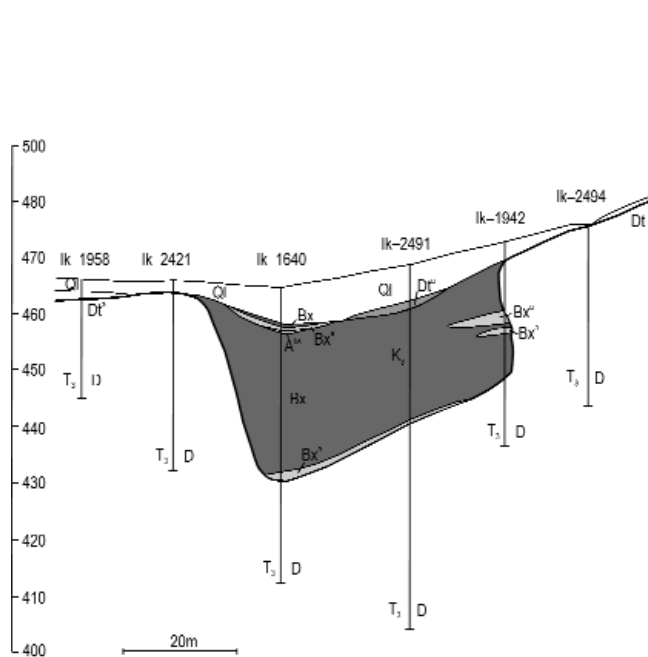


Figure 17. Erosional remnants of sinkhole-filling bauxite (Pápavár)

Legend: Q₁ = loess (Pleistocene), Bx^{ba} = bauxite sequence (bauxitic clay), Bx^h = bauxite sequence (clayey bauxite), Bx^a = bauxite sequence (clay), T₃ D = dolomite (Triassic), Dt = dolomite fragments (clayey), A^a = Clay with dolomite fragments, K₃ = Upper Cretaceous

17. ábra. Másodlagos (negyedidőszaki) fedő alatt megőrződött bauxitos töbrökkitöltés maradványa (Pápavár)

Jelmagyarázat: Q₁ = pleisztocén lösz, Bx^{ba} = bauxitösszlet (bauxitos agyag), Bx^h = bauxitösszlet (agyagos bauxit), Bx^a = bauxitösszlet (agyag), T₃ D = triász dolomit, Dt = dolomittörmelék (agyagos), A^a = dolomittörmelék agyag, K₃ = felső-kréta

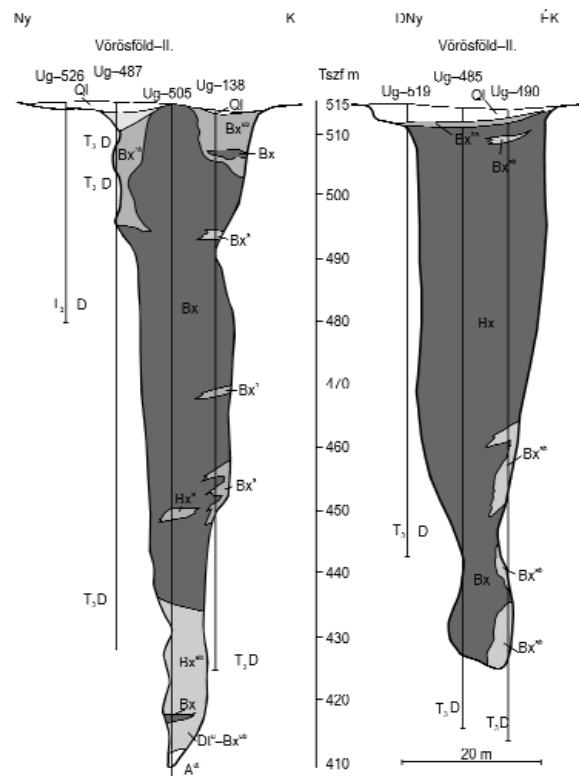


Figure 18. Bauxite filling the "roots" of a sinkhole secondarily covered by Quaternary sediments (Vörösföld)

For legend see Figure 17

18. ábra. Mélytöbrök gyökérzónájában megmaradt bauxit (Vörösföld)

Jelmagyarázatot lásd a 17. ábránál

Table 1. Main depositional parameters of the accumulations

Name and number of the deposits	Average thickness of bauxite sequence (m)	Maximum thickness of bauxite sequence (m)	Average thickness of bauxite (m)	Maximum thickness of bauxite (m)	Areal extent of the bauxite sequence (m×m)	Thickness of the overburden (m)
Iharkút North						
Tk-VIII	10.3	24.7	9.9	24.7	250×40	8-28
IX	10.4	16.6	6.3	16.6	110×80	1 15
XI	2.5	6.3	3.0	6.3	170×80	3 21
XIII	2.8	6.0	3.8	3.8	70×30	9 14
XV	4.6	10.0	4.0	6.0	80×50	3-9
XVI	6.2	17.1	4.9	13.0	120×100	9-39
Iharkút-Central						
Ik-I	24.1	55.2	22.7	40.0	80×80	2-8
II	24.4	57.9	15.1	31.0	260×100	13-40
IV	20.2	60.0	15.4	54.0	180×70	8-55
V	31.0	97.9	25.0	67.0	600×50	6 55
VI	7.5	15.2	7.8	11.0	180×50	6 18
VII	9.5	41.8	11.0	35.0	150×120	38 60
Nb IX	20.3	49.2	18.1	44.5	170×130	71 88
Németbánya-North						
Ik-XII	23.8	99.7	32.0	85.7	160×30	4-8
Nb-1	17.6	43.7	17.7	41.4	220×40	69-116
II	20.0	82.0	34.0	82.0	120×40	62-78
III	14.5	53.6	12.2	47.4	290×60	47 85
V	17.2	37.1	17.1	35.6	150×25	25-46
VII	27.4	71.6	21.9	61.6	90×30	1-4
VIII	19.9	45.3	14.6	42.0	100×20	1-5
XI	30.4	88.0	22.9	55.6	190×50	1-12
XIII	20.4	64.0	22.1	5.7	220×40	39-56
XIV	23.2	54.6	19.8	47.8	130×50	49 58
XV	5.2	16.0	10.0	10.0	70×40	49 72
XVII	17.0	31.5	15.1	27.0	190×50	37 52
XX	21.2	53.6	23.4	42.6	110×40	3-10
XXI	25.0	50.0	20.0	35.3	60×20	64-71
XXIII	19.1	56.0	22.8	39.0	190×30	3-8
XXVI	11.8	18.8	4.0	4.0	70×20	5-15
XXVIII	5.0	10.4	4.0	4.0	50×20	57-62
XXIX	14.0	27.2	17.4	25.8	90×20	140-14
XXXI	31.3	72.4	30.9	64.0	60×30	0 1
Németbánya South						
Nb VI	16.0	67.8	17.1	49.8	190×50	1 119
XVI	17.9	48.2	24.4	39.5	60×50	71 92
XVIII	16.9	57.9	19.9	57.3	180×130	9-102
XIX	20.5	90.0	21.8	84.0	170×140	8-39
XXIV	9.3	51.7	12.7	32.0	140×110	14-48
XXVII	10.4	17.6	5.1	11.3	70×20	110-117
XXX	13.4	15.8	13.0	13.0	40×20	1-2
XXXII	8.9	29.4	9.0	13.0	110×50	46-51
XXXIII	7.7	24.8	10.0	22.8	70×40	24-48
Western downfaulted block						
Bj-I	7.6	15.4	6.5	12.8	520×60	137-310
Nb-IV	6.9	16.5	3.4	5.6	80×30	122-142
X	6.6	14.0	5.4	13.5	90×60	180 208
XXII	9.8	9.8	9.8	9.8	50×40	350 351

Table 1. Continuation

Name and number of the deposits	Average thickness of bauxite sequence (m)	Maximum thickness of bauxite sequence (m)	Average thickness of bauxite (m)	Maximum thickness of bauxite (m)	Areal extent of the bauxite sequence (m×m)	Thickness of the overburden (m)
Iharkút North-east						
Kir I	12.6	58.8	16.8	57.0	60×50	1-14
Kir-II	29.4	48.7	19.6	28.9	70×40	1-9
Tcv-I	13.2	44.7	10.0	29.0	100×50	0-11
Tcv-II	10.3	28.0	7.5	25.0	60×40	4-22
Tcv-III	17.3	34.2	7.4	10.0	90×30	0-9
Pápa-I	11.8	53.9	10.1	21.5	130×90	4-16
Pápa II	11.4	32.5	11.2	18.0	120×30	1-18
Pápa III	8.7	20.5	5.6	15.0	80×30	2-8
Pápa-IV	12.2	35.8	6.2	16.0	110×40	1-9
Vör-I	16.6	41.9	10.7	28.8	150×30	0-3
Vör-II	51.1	100.2	48.0	60.0	40×30	0-5
Sármás						
Sár-I	6.5	26.4	7.7	25.3	150×60	144-250
Sár-II	2.9	5.5	2.0	2.0	110×40	120-151
Sár-III	3.4	3.4	1.0	1.0	50×40	121-122

characterized by 20 to 29 metres of the average thickness of the sequence. It is 10 to 20 metres in the remaining sectors. At the northern and southern edge of the occurrence only 2 to 10 metres were observed. The main bauxite accumulation in the Sármás sector (I) has only 6.5 metres average thickness of the sequence. The reasons for this areal trend are the configuration of the land surface and the depth to the main palaeo-karst-water level. Let us stress that the original thickness of the overburden has been changed at several places by later erosion.

The maximum thickness of the bauxite sequence. is of particular importance because the karstic sinkholes could develop vertically only until after reaching the main palaeo-karst-water level. Thus, theoretically, the maximum thickness of the bauxite sequence indicates the minimum elevation of the palaeo-land-surface above the palaeo-karst-water level. It should be stressed that not all sinkholes reached during their development the palaeo-karst-water level. We prepared a map about the areal distribution of the maximum thicknesses of the bauxite sequence (Figure 19, 20). We distinguished on the map the areas of equal maximum thickness with the following categories < 20, 20–40, 40–60, 60–80 and >80 metres.

No maximum thickness values exceed 20 metres at the outer edges of the main bauxitic area. this thinnest area is largest in the north-western edge of the occurrence. The strip on the downfaulted western side adjoining the main fault line is also characterized by maximum thicknesses less than 20 metres. This area of smallest maximum thickness is much thinner in the south-eastern edge of the occurrence. The areas of less than 40 and 60 metres maximum thickness are relatively small. For obvious tectonic reasons, this strip is completely absent along the western main fault line. The areas reaching 80 metres and beyond, are situated in the central part of the deposit. Maximum values were observed in the Iharkút–XII accumulation with 99.7 metres and in the Iharkút–V accumulation with 97.9 metres. Of course, there are also in these areas thinner bauxite-accumulations showing that not all the sinkholes have reached the main palaeo-karst-water level.

The distribution of the maximum thickness is less straightforward in the Iharkút–North-eastern sector. It is less than 40 metres in the south-western part of the sector and it is less than 60 metres in the north-eastern part of it. The only exception is the Vörösföld–II accumulation where the maximum thickness of the bauxite sequence was 100.2 metres in the borehole Ik–515, however, with very small lateral extent (=a narrow “root” of a probably larger, sinkhole-filling deposit). The zone between the south-eastern sector and the main part of the deposit is not yet clarified in this respect. It should be investigated in the frames of eventual future exploration projects.

Summarizing the above discussed features, our opinion is that the maximum thickness of the bauxite sequence, probably reflecting a (local) topographic high, is one of the most important depositional features. It should be taken into account in all further exploration projects.

Average thickness of the bauxite is generally smaller than that of the bauxite sequence. In most cases it is 10 to 25 metres. It reaches only in the Vörösföld–II bauxite accumulation 48.0 metres, followed by the Némethánya–I accumulation with 34.0 metres and the Iharkút–XII accumulation with 32.0 metres.

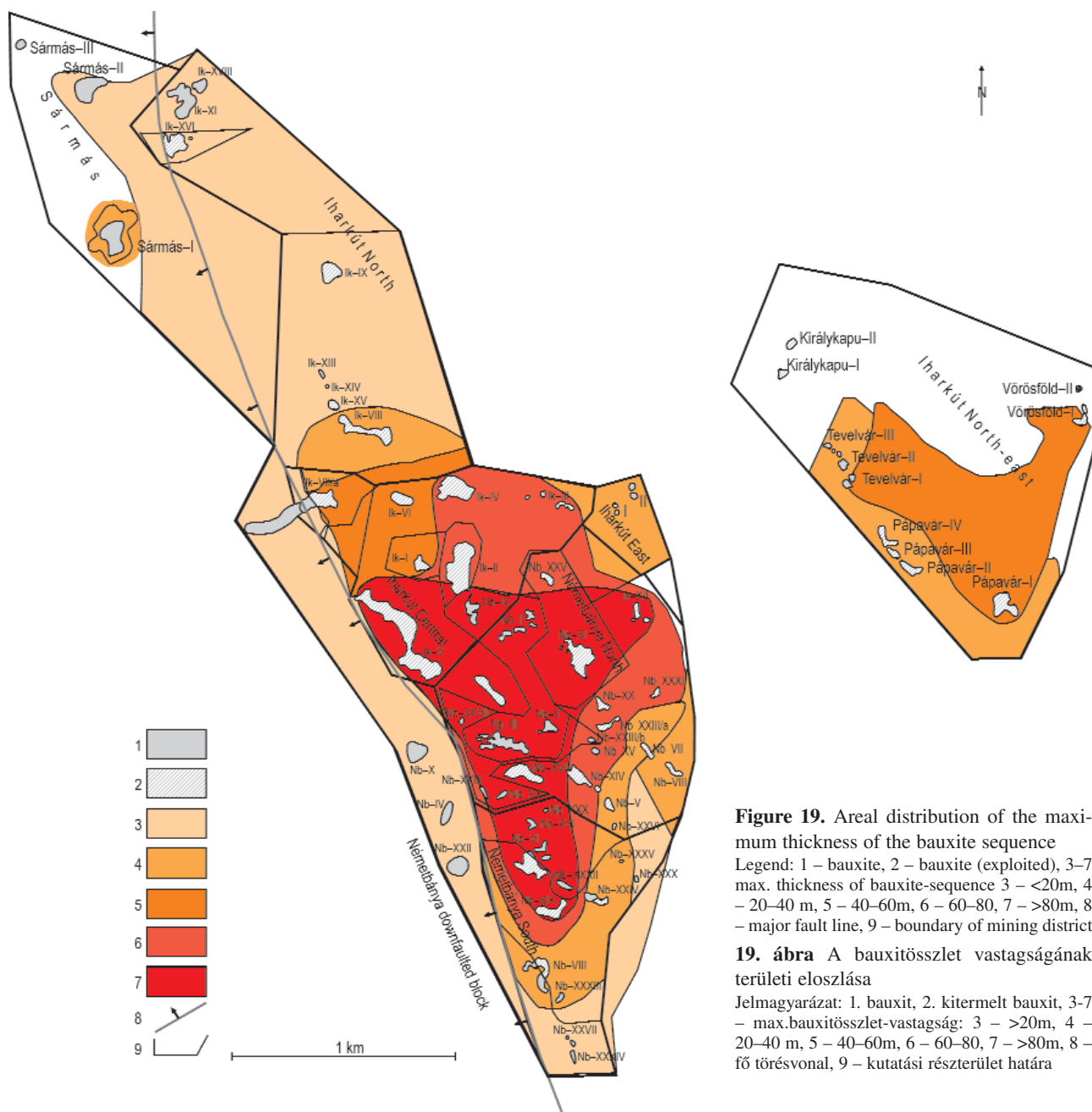


Figure 19. Areal distribution of the maximum thickness of the bauxite sequence
 Legend: 1 – bauxite, 2 – bauxite (exploited), 3–7 max. thickness of bauxite-sequence 3 – <20m, 4 – 20–40 m, 5 – 40–60m, 6 – 60–80, 7 – >80m, 8 – major fault line, 9 – boundary of mining district

19. ábra A bauxitösszlet vastagságának területi eloszlása

Jelmagyarázat: 1. bauxit, 2. kitermelt bauxit, 3–7 – max.bauxitösszlet-vastagság: 3 – >20m, 4 – 20–40 m, 5 – 40–60m, 6 – 60–80, 7 – >80m, 8 – fő törésvonal, 9 – kutatási részterület határa

Maximum thickness of the bauxite. It is generally much greater than in the other bauxite deposits of the south-western part of the Bakony. We constructed *frequency histograms* for a better understanding of the distribution of the bauxite thickness for those bauxite accumulations, where bauxite was found in more than 10 boreholes. The 5 most characteristic histograms are presented in Figure 21. The corresponding Gauss-curves are also indicated on the histograms. Local protrusions of the footwall resulted in separated parts of the histogram in the Iharkút–V bauxite accumulation. A similar frequency distribution was observed in the Iharkút–VII bauxite accumulation. The thickness of the bauxite diminishes towards the north and it is only 13.0 metres in the Iharkút–XVI bauxite accumulation and 6.3 metres in Iharkút–XI.

Maximum thickness of the bauxite is apparently influenced by the degree of post-depositional erosion and particularly by the presence of the original Late Cretaceous cover. In the Némethbánya–North sector only 40.0 metre is the observed maximum bauxite thickness. In the Némethbánya–South sector 5 to 10 metres were observed in most boreholes. On the other hand, much larger bauxite thicknesses were observed in the Iharkút–North-east sector. It is largest in the Vörösföld–II bauxite accumulation with 60.0 metres. Finally, in the Sármás sector it reaches only 25.3 metres.

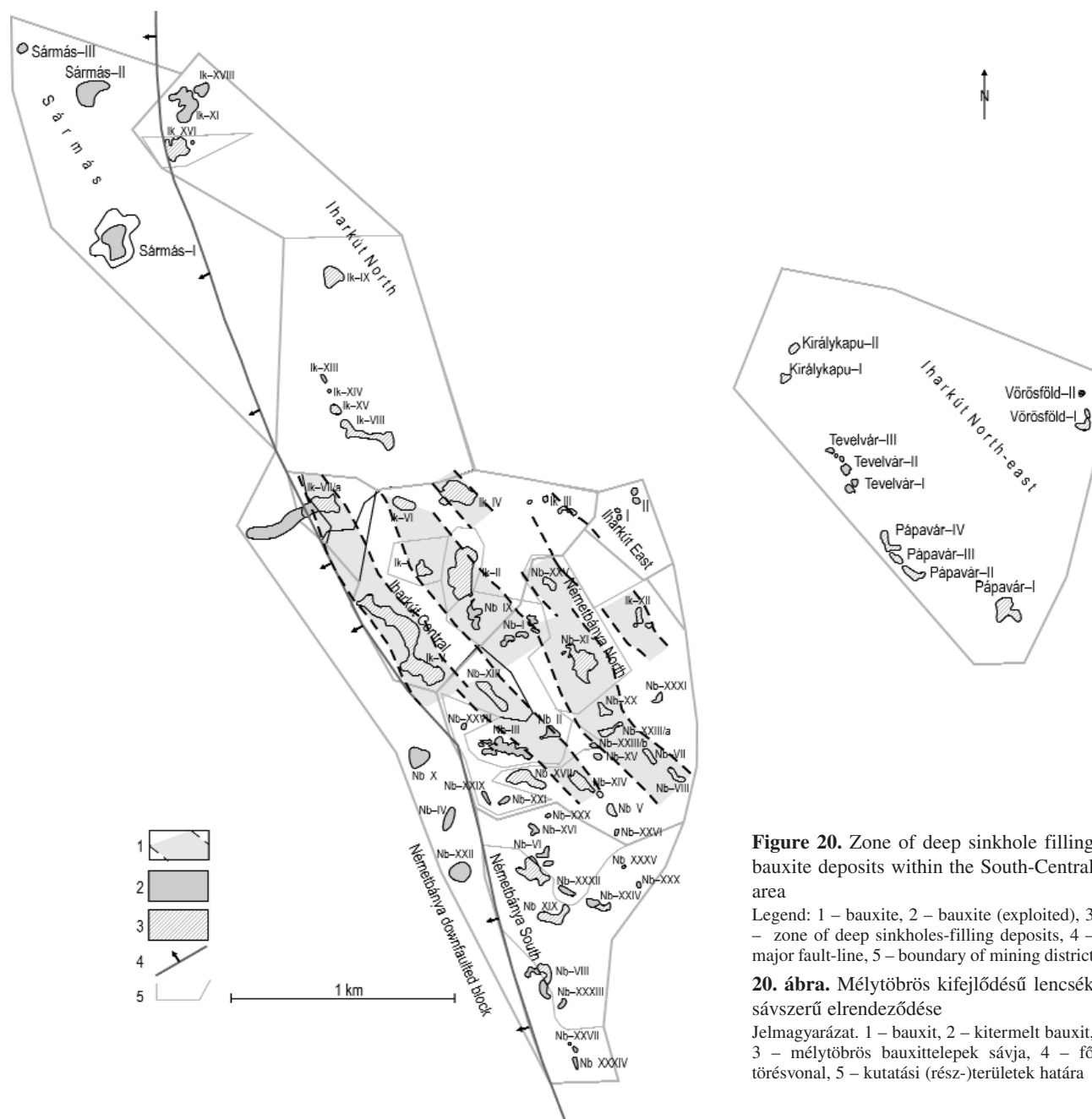


Figure 20. Zone of deep sinkhole filling bauxite deposits within the South-Central area

Legend: 1 – bauxite, 2 – bauxite (exploited), 3 – zone of deep sinkholes-filling deposits, 4 – major fault-line, 5 – boundary of mining district

20. ábra. Mélytöbrös kifejlődésű lencsék sávszerű elrendeződése

Jelmagyarázat. 1 – bauxit, 2 – kitermelt bauxit, 3 – mélytöbrös bauxittelepek sávja, 4 – fő törésvonal, 5 – kutatási (rész-)területek határa

The variability of the bauxite thickness was studied in some sectors by *variograms*. The rate of influence of the bauxite thickness varies from 35 to 70 metres in the Iharkút–Central sector, according to the calculations of BÁRDOSY, BOGÁRDI (1981). It was detected by directional variograms that the rates of influence were longest in north-west/south-east direction. According to our experience, similar values are valid for the entire Iharkút deposit.

The areal extent of the bauxite accumulations varies from 1.0 to 12.0 hectares. It is in most cases between 2.0 and 5.0 hectares. The extent of the bauxite accumulations is largest in the central sectors and it diminishes toward the south. Particularly small is the extent of the bauxite accumulations in the north-eastern sector. For a better understanding the length and the average width of the bauxite accumulations were indicated on Table 1. The sinkholes and the deep sinkholes were completely filled by the bauxite sequence. For this reason we may think, that they were saved from late erosion processes.

The surface of the bauxite accumulations is generally flat or slightly undulating. It is horizontal in most cases or they have only a gentle dip.

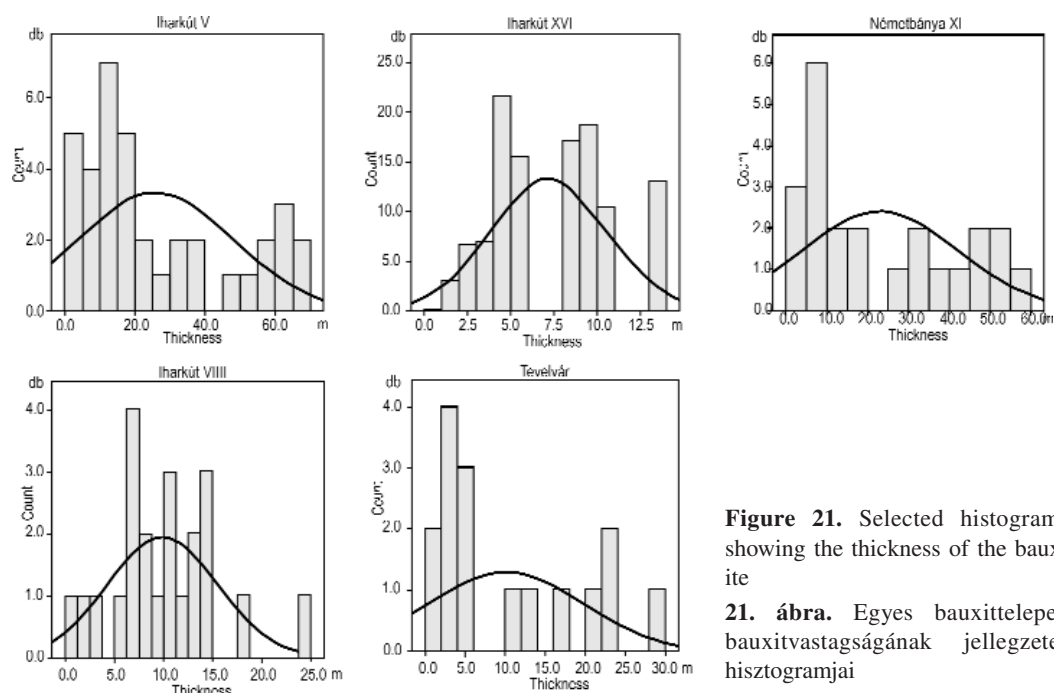


Figure 21. Selected histograms showing the thickness of the bauxite

21. ábra. Egyes bauxittelek bauxitvastagságának jellegzetes hisztogramjai

Lithology of the bauxite deposit

We applied the following lithologic classification for the bauxite accumulations of the deposit:

- | | |
|---|---|
| 1. Bauxite | $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 42\%$, $\text{SiO}_2 \leq 9,9\%$, $\Sigma\text{S} \leq 0,6\%$ |
| 2. Clayey bauxite | $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 40,0\%$, SiO_2 10–19,9% |
| 3. Bauxitic clay | $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 25\%$, $\text{SiO}_2 \leq 20,0\%$, modulus $\geq 0,84$ |
| 4. Kaolinitic red clay | $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 20,0\%$, modulus $\geq 0,84$ |
| 5. Al-rich ferrite | $\text{Fe}_2\text{O}_3 \geq \text{Al}_2\text{O}_3$ |
| 6. Grey, pyrite bearing bauxite, clayey bauxite | $\Sigma\text{S} \leq 0,6\%$ |
| 7. Intercalations of dolomite debris | |

The above listed lithologic types are well distinguished, separate units. They were identified in the boreholes by the chemical analyses of the sampling intervals. The resulting average values are presented in Table 2. The number of the productive boreholes is also indicated in Table 2.

Table 2. Percentage of the main lithologic types

Name and number of the deposits	Number of boreholes	Bauxite	Clayey bauxite	Bauxitic clay	Red clay	Dolomite debris
Iharkút–North						
Ik–VIII	22	60.0	11.1	28.4	0.0	0.5
IX	11	51.7	15.6	31.1	1.5	0.0
XI	13	39.6	12.0	18.4	0.0	0.0
XIII	1	50.4	8.5	40.7	0.4	0.0
XV	4	34.5	24.5	38.9	2.1	0.0
XVI	23	55.3	20.1	15.2	0.4	9.0
Iharkút Central						
Ik I	8	63.1	12.0	17.7	1.7	5.5
II	18	55.6	13.2	23.6	0.0	7.6
III	5	33.2	17.6	39.0	0.0	10.2
IV	13	62.0	17.4	14.6	0.0	6.0
V	37	73.0	11.8	9.9	0.0	5.7
VI	5	64.8	10.5	15.7	5.7	0.0
VII	13	62.3	7.7	30.0	0.0	0.0
Nb–IX	15	66.8	16.4	16.8	0.0	0.0

Table 2. Continuation

Name and number of the deposits	Number of boreholes	Bauxite	Clayey bauxite	Bauxitic clay	Red clay	Dolomite debris
Németbánya North						
Ik-XII	6	50.4	8.5	40.7	0.4	0.0
Nb-I	18	64.6	9.3	24.9	1.2	4.3
II	6	78.0	5.9	11.8	0.0	3.0
III	18	63.1	15.5	18.4	0.0	0.0
V	4	56.8	9.0	33.6	0.6	0.0
VII	4	53.3	26.0	22.4	1.3	0.0
VIII	4	42.1	16.7	41.2	0.0	0.0
XI	23	66.6	14.8	17.9	0.1	6
XIII	12	73.4	10.4	17.4	0.0	0.0
XIV	9	54.8	16.2	23.8	0.0	6.2
XV	1	48.0	4.1	47.1	0.0	0.0
XVII	11	69.1	11.0	15.9	0.0	4.0
XX	4	63.1	15.5	21.4	0.0	0.0
XXI	2	79.1	6.0	14.2	0.0	0.0
XXIII	7	54.9	7.7	27.8	0.0	9.6
XXVI	1	11.3	7.9	80.8	0.0	0.0
XXVIII	1	20.5	19.8	53.7	0.0	0.0
XXIX	2	82.3	7.3	9.3	0.0	0.0
XXXI	4	79.1	10.9	10.0	0.0	0.0
Németbánya-South						
Nb VI	21	69.0	13.7	17.3	0.0	0.0
XVI	4	77.9	9.8	12.3	0.0	0.0
XVIII	13	73.2	7.0	19.9	0.0	0.0
XIX	11	69.0	14.9	16.1	0.0	0.0
XXIV	4	40.0	38.6	21.4	0.0	0.0
XXVII	3	37.0	14.0	49.0	0.0	0.0
XXX	1	48.5	0.0	51.5	0.0	0.0
XXXII	3	33.6	30.2	36.0	0.0	0.0
XXXIII	3	77.5	7.8	14.5	0.0	0.0
Western downfaulted block						
Bj I	10	65.0	12.4	22.6	0.0	0.0
Nb IV	3	29.7	40.6	28.7	0.0	0.0
X	5	81.6	14.5	3.9	0.0	0.0
XXII	1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Iharkút-North-east						
Kir-I	7	71.8	22.8	5.3	0.0	0.0
Kir II	7	46.5	10.9	42.1	0.0	0.5
Tev I	16	43.9	20.4	36.3	0.0	0.0
Tev II	9	27.2	26.0	46.7	0.0	0.0
Tev III	4	28.3	27.5	44.2	0.0	0.0
Pápa I	11	49.4	22.8	21.5	0.0	5.8
Pápa-II	5	32.7	17.2	50.1	0.0	0.0
Pápa-III	5	32.3	25.2	42.5	0.0	0.0
Pápa-IV	10	24.2	19.1	56.3	0.0	0.4
Vör-I	10	43.0	35.9	21.1	0.0	0.0
Vör-II	4	54.3	30.3	15.4	0.0	0.0
Sármás						
Sár I	15	68.1	10.2	21.7	0.0	0.0
Sár II	1	9.9	14.9	75.2	0.0	0.0
Sár III	1	29.4	70.6	0.0	0.0	0.0

The *bauxite* is present in all accumulations except the Némethánya-XXXIV and the Némethánya-XXXVI ones. The grade of the ore is in the entire deposit 52.7% (Al_2O_3), being higher than the grades of the bauxite in the Halimba, Malom-völgy, Szőc and Nyirád-east deposits, evaluated earlier. The averages (Al_2O_3) of the sectors are different, showing the following areal trend: best is the bauxite grade in the Iharkút–Central sector, with 60.8%. The grade of the ore gradually deteriorates towards the south, the Némethánya–North sector having 58.4% and the Némethánya–South sector 56.0%. It also deteriorates in northern direction to 48.6% in the Iharkút–North sector. The grade is lowest in the Iharkút–North-eastern sector with 41.2%. On the other hand, surprisingly high grades were found in the downfaulted rim of the Némethánya area with 69.1%. Finally, it is 68.1% in the Sármás–I bauxite accumulation.

We evaluated also the numbers of the bauxite layers in each bauxite sequence, as presented in Table 3. The bauxite forms one single layer in 31 bauxite accumulations and two layers in 21 ones. Clayey bauxite and bauxitic clay occurs between the two bauxite layers. More bauxite layers were detected in only 5 bauxite accumulations. Most of the repeated layers occur in the north-eastern sector of the deposit.

The average rate of *clayey bauxite* is 19.0% for the entire deposit. It occurs in all bauxite accumulations except the Némethánya-XXII and -XXX ones. On the other hand, the small Iharkút-XIV accumulation consists entirely of clayey bauxite. It forms one to three layers in most accumulations. The only exception is the Némethánya-XI accumulation containing 6 clayey bauxite layers.

Table 3. Number of the layers of different composition in the bauxite accumulations

Name and number of the deposits	In the bauxite sequence	In the bauxite	In the clayey bauxite	In the bauxitic clay	In the red clay	In the dolomite debris
Iharkút-North						
Ik-VIII	4	1	2	2	0	1
IX	5	1	2	2	1	0
XIII	3	1	1	2	0	0
XV	3	1	1	2	1	0
XVI	6	2	3	2	1	2
Iharkút Central						
Ik I	6	2	2	2	1	2
II	8	2	2	4	0	2
IV	13	3	4	2	0	3
V	11	3	4	3	0	3
VI	5	2	2	2	1	0
VII	4	1	2	2	0	0
Nb IX	8	3	3	3	0	0
Némethánya North						
Ik-XII	5	2	2	2	1	0
Nb-I	6	2	2	2	1	0
II	6	1	2	1	0	1
III	8	2	3	3	0	1
V	4	1	2	1	1	0
VII	8	2	3	8	1	0
VIII	5	2	3	2	0	0
XI	14	3	6	4	1	1
XIII	4	1	2	2	0	0
XIV	5	2	2	2	0	1
XV	3	1	1	1	0	0
XVII	7	1	2	4	0	1
XX	4	2	2	1	0	0
XXI	4	1	1	2	0	0
XXIII	5	1	1	2	0	1
XXVI	4	1	2	1	0	0
XXVIII	4	1	1	2	0	0
XXIX	2	1	1	1	0	0
XXXI	4	1	2	2	0	0

Table 3. Continuation

Name and number of the deposits	In the bauxite sequence	In the bauxite	In the clayey bauxite	In the bauxitic clay	In the red clay	In the dolomite debris
Németbánya-South						
Nb-VI	5	2	2	2	0	0
XVI	5	1	2	2	0	0
XVIII	3	3	2	1	0	0
XIX	8	2	3	2	0	0
XXIV	3	1	1	1	0	0
XXVII	4	1	2	2	0	0
XXX	3	1	0	2	0	0
XXXII	7	1	3	3	1	0
XXXIII	3	1	1	1	1	0
Western downfaulted block						
Bj-I	6	1	2	5	0	0
Nb-IV	3	1	1	2	0	0
X	4	1	2	1	0	0
XXII	1	1	0	0	0	0
Iharkút North-east						
Kir I	5	2	2	1	0	0
Kir II	7	2	2	4	0	1
Tev I	7	2	3	2	0	0
Tev II	7	2	3	4	0	0
Tev-III	5	1	2	2	0	0
Pápa-I	9	2	5	3	0	1
Pápa-II	8	2	2	4	0	0
Pápa-III	8	1	3	4	0	0
Pápa IV	7	2	2	4	0	1
Vör I	6	2	3	2	0	0
Vör II	9	3	4	3	0	0
Sármás						
Sár I	4	1	2	3	0	0
Sár-II	4	1	2	1	0	0
Sár-III	3	1	2	0	0	0

The average grade of *bauxitic clay* is 26.3% for the entire deposit. It was detected in all bauxite accumulations except the Iharkút–XIV and the Németbánya–XXII ones. The grade is very variable, being highest in the Németbánya–XXVI accumulation with 80.8%. The external rim of the sinkholes and deep sinkholes consists generally of bauxitic clay. The bauxitic clay forms generally one to three layers in the bauxite accumulations.

Red kaolinitic clay occurs only in a few accumulations and with a very low grade. The highest grade was detected in the Iharkút–VI accumulation with 5.7%. The bauxite deposits of the south-western area of the Bakony Mountains contain generally more bauxitic clay.

Grey, pyrite-marcasite bearing bauxite and clayey bauxite were *not* found so far in the Iharkút bauxite. The reason for this absence is — in our opinion — the highly oxidizing environment right throughout the time of bauxite accumulation and also throughout most of early diagenesis.

No *aluminium-rich ferrite* was detected so far in the Iharkút deposit. This lithologic type is rather frequent in the Nyirád-east deposit (BÁRDOSSY 2011). The main reason for the absence is — in our opinion — the absence of strong epigenetic processes, resulting in the mobilisation of the iron, in the upper part of the bauxite accumulations. No transported detritic grains, coming from a lateritic “iron-crust” were found in the Iharkút bauxite, either. On the contrary, they are frequent in the bauxite of the south-western part of the Bakony Mountains (e.g. BÁRDOSSY 2011). The reason for this difference is the very small grain size of most extraclasts in the Iharkút bauxite, as detected by thin-section micropetrography and by “micro-mineralogic” investigations.

Intercalations of *dolomite debris* were detected in several bauxite accumulations. Their material originates from the surrounding dolomite outcrops. When evaluating the borehole logs, we carefully distinguished them from the sub-vertical and overhanging “in situ” dolomite walls of the sinkholes. The dolomite debris occurs most frequently in the Iharkút–Central sector.

The lithologic types of bauxite sequences generally show a particular vertical order as observed e.g. in the Southern Bakony at the Malom-völgy, Szőc and Nyirád deposits (BÁRDOSSY 2009, 2010, 2011). Bauxitic clay occurs in the lowest part of those accumulations. It is generally overlain by clayey bauxite, followed by bauxite. The top part of the accumulations consists of epigenetically altered clayey bauxite and bauxitic clay. They are reduced at several places to grey pyrite bearing clayey bauxite. This altered zone is usually 1 to 3 metres thick. This overall pattern was *not* observed in the Iharkút deposit.

Micromorphology of the bauxite

Core samples selected from 86 exploratory boreholes and chip samples taken from the open-pits served as a basis for the lithological description of the textural properties of the Iharkút bauxite. The terminology we used to describe the samples was the combination of BÁRDOSSY, NICOLAS 1973 modified by MINDSZENTY 1999. Sampling had been more or less continuous from the late '70-ies up to the early '90-ies, covering mainly the Northern, the Central and the Southern sectors of the occurrence. Micropetrographical analysis of 630 thin sections supported by XRD, SEM and TEM analysis of selected sub-samples permitted the identification of the mineralogy of the individual textural elements and the elaboration of a coherent microfacies concept. With the help of this concept not only some hitherto unknown details of the mechanism of bauxite accumulation were revealed but also the close relationship between the morphofacies and the lithofacies of the bauxite could be established (MINDSZENTY 1983, MINDSZENTY et al. 1984, D'ARGENIO, MINDSZENTY 1995) (Figure 22). Later on this relationship was successfully used also in the micromorphology-based identification of the

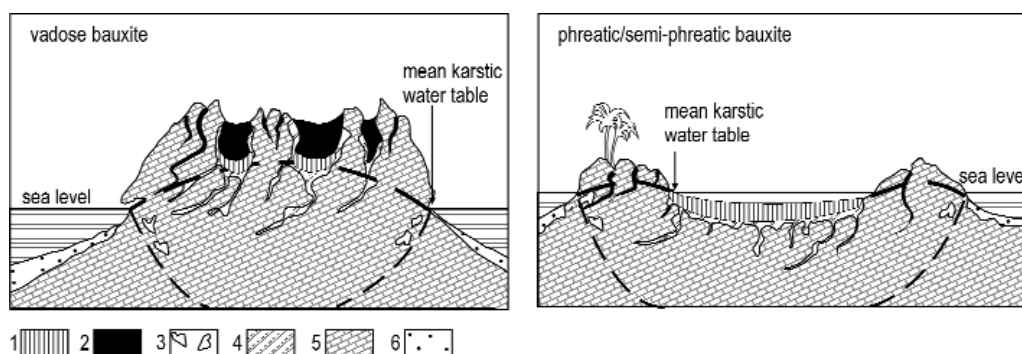


Figure 22. The lithofacies concept of karst bauxites as suggested by D'ARGENIO, MINDSZENTY 1995

Legend: 1 – pale-coloured, Fe-oxide-poor bauxite/bauxitic clay, 2 – Fe-oxide rich, red bauxite, 3 – dissolution-cavities/channels, 4 – clay, 5 – limestone, 6 – marine sediments

22. ábra. Karsztbauxit-litofáciések D'ARGENIO, MINDSZENTY 1995 szerint

Jelmagyarázat: 1 – ferri-vasban szegény, fakó,bauxit/bauxitos agyag, 2 – ferri-vasban dús, vörös bauxite 3. oldási üregek, 4 – agyag, 5 – mészkő, 6 – tengeri üledék

expected morphofacies of other deposits during the very early stages of exploration. (MINDSZENTY 1983; MINDSZENTY et al. 1984, 2005)

Unfortunately no such detailed sampling (and micropetrographical work) could be undertaken in the NE sectors of the occurrence discovered in the '90-ies.

The study of samples originating from the area of the highest-grade deposits permitted the identification of the following microfacies.

(1) *Red autochthonous-oolithic bauxite* (Plate IV, 1, 3, 4, 6). It consists of concentrically to sub-concentrically laminated ooids embedded into a pelitomorphic/microclastic matrix. Within the ooids the degree of segregation of the alumina and iron-oxide rich phases (shown by the sharp vs diffuse boundary between the laminae of the cortex) is medium to weak. The apparent crystallinity, as shown by the presence of optically identifiable ($>6\text{ }\mu\text{m}$) Al-hydroxide minerals (mainly boehmite, less frequently gibbsite), is also medium to weak. The boundary between matrix and ooids is characteristically diffuse. The ooid to matrix ratio varies from that of wackestones and floatstones to dense packstones.

Interpretation: Bauxites of this microfacies are considered to be the results of considerable in situ bauxitization of the muddy pre-weathered material deposited in the karstic sinkholes.

(2) *Red, parautochthonous-clastic-oolithic bauxite* (Plate IV, 5, 7, 8). Contains ooids of widely different degrees of segregation. Some of them are built up by distinct concentric to sub-concentric layers of coarse ($>100\text{ }\mu\text{m}$ size) gibbsite

ore even boehmite crystals alternating with dark red almost opaque haematitic bands. Others show much less distinct internal structure with, darker and lighter, diffuse, optically amorphous, layers. The matrix is pelitomorphous to micro-clastic. Inhomogeneous grain deformation often observed in this microfacies suggests that not only the degree of segregation but also the overall degree of consolidation of the ooids must have been different at the time of the deposition and early burial of the bauxite. Sometimes within the area of one single standard thin-section, it was possible to find sheared and also deformed (compacted) ooids, suggesting that the response of the ooid population to compactional strain was mixed: older ooids behaved as brittle grains while younger ones were still ductile. In this group the ooid to matrix ratio generally results in packstone to grainstone structure.

Interpretation: This microfacies is thought to be the result of considerable, high-intensity parautochthonous transport of the partially bauxitized sediment before final deposition and in situ bauxitization in the sinkholes.

(3) *Red pelitomorphous ("afanitic") bauxite*, equivalent to a bauxitic mudstone. It is relatively rare at Iharkút. In this group the abundance of ooids or pisoids is low, matrix is predominant.

Interpretation: deposition of already bauxite-grade muddy material from some low-energy transporting medium

Three additional microfacies could be identified from the marginal sectors and from the less high-grade parts of the deposits

(4) *Allogenic-clastic bauxite/bauxitic clay* (Plate VI, 5). They contain angular to sub-rounded, fine sand- to silt-size clasts embedded in a pelitomorphous often argillaceous matrix which shows a characteristic oriented fabric (similar to "striated b-fabric" mentioned from clay-rich soils by BREWER 1976, BULLOCK et al. 1985 and STOOPS et al. 2010)

The clasts are mainly of kaolinitic or boehmitic composition often surrounded by a thin film of iron-oxide. Based on the few intact carbonate, quartz, mica, or other silicate fragments of the same size and shape identified in some of the studied samples the kaolinitic/boehmitic grains are considered to be pseudomorphs after non-bauxitic extraclasts.

The colour of this lithotype is mainly red (haematitic), but when in marginal position (at the bottom or on top of the deposits), it may be also pale-coloured i.e. poor in trivalent iron

Interpretation: fine siliciclastic contribution of unknown origin mixed with the bauxite at the time of its deposition and altered *in situ*, in the bauxitic environment.

(5) *Pale-coloured bauxitic clay*, hereinafter called the "*basal clay*" (Plate V, 1, 2, 3). At the bottom of the deposits, often immediately overlying the dolomitic bedrock, and sometimes also intercalated in the higher reaches of the deposits, there occurs a one to few metres thick, light grey, pale-pink or white argillaceous (kaolinitic)-bauxitic clay, rich in fine plant-detritus altered into iron-oxide pseudomorphs (Plate V, /5). Plant shreds may be surrounded by a pale halo consisting of radially oriented vermicular kaolinite (Plate V, 6) or they are associated with globular aggregates of kaolinite and sometimes also with pore-filling calcite. Basal clay may be laterally associated with the allogenic-clastic lithotype described above (e.g. in deposits Nb–XIII and –XIV). Its boundary towards the overlying bauxite is sharp (at the resolution of the 1m sample spacing of the boreholes). Its thickness varies according to the topographic undulations of the bedrock-surface sometimes with anomalies like in the Nb–XI deposit, where an >1m of basal clay occurs in borehole Nb–162, right below the highest-grade bauxite. Basal-clay-looking levels intercalated in the higher parts of the deposits are, as a rule, thinner (<1m) and they are accompanied by a leached-out patchily deferrificated layer below and further down by a horizon rich in pore-space filling bright red, collomorphous Fe- or Al- hydroxide precipitates. These horizons are interpreted as eluvial/illuvial zones associated with the overlying clay, rich in fine plant-detritus (Plate VI, 1, 2, 3, 4).

Interpretation: The light-grey colour of the basal clay is apparently the result of reducing conditions provided by the decay of the plant detritus combined with sluggish drainage leading to the mobilisation and partial removal of iron. At the bottom of the deposit this may be related to the proximity of the karstic water-table and therefore — at least temporarily — to impeded drainage. In the upper reaches of the bauxite these clayey intercalations are thought to be the results of brief intervals of non-deposition and colonizations of the sediment surface by plants. The eluvial/illuvial zonation would be the sign of incipient pedogenetic reorganization of the weathered material.

(6) "*Karst-contact*" *facies* (Plate VI, 6). Along the walls of the karstic sinkholes the bauxite is usually altered: it is kaolinitic and some times heavily impregnated by calcite. The zone of alteration is a few-cms-thick, the material is vaguely similar to the basal clay. Its boundary towards the intact bauxite is gradual.

Interpretation: The alteration is the result of interaction with waters of various chemical composition percolating up (or down) along the interface between bauxite and the host rock, either at the time or after the deposition of the bauxite (including diagenesis and eventual re-exposure).

(7) "*Fault-plane*" *facies*: (Plate VI, 7, 8) Along post-depositional faults cross-cutting both bauxite and the host rock the bauxite is heavily altered. The maximum observed thickness of the alteration zone was ~50 cms. Patchy distribution of Fe-impregnation and deferrification within this zone points to repeated mobilization and reprecipitation of Fe-oxide. Calcite impregnation is also ubiquitous accompanied by abundant slickensides and Fe-rich or Fe-poor clayey bands of chaotic structure

Interpretation: Mechanical and chemical reorganization of the bauxitic material, partly synchronous with and partly postdating the faults.

The boundary between bauxite and its primary cover is a geometrically plane surface, along which the geochemical change is, however, gradual. The transition is often represented by argillaceous bauxite similar to the “basal clay”. Above there follow the silty clay layers of the flood-plain sediments of the Csehbánya Formation with abundant 0.5 to 1.0 cm size angular dolomite fragments at the base (see Plate II, 4). In the northern and eastern margins of the occurrence the abundance of the allogenic-clastic intercalations increases towards the top of the bauxite, showing that siliciclastic influx was increased over the area towards the end of the bauxitization period. At places (Nb–XIX) also bauxite pebbles were detected in desiccation cracks cutting into the bauxite suggesting that before final burial by the alluvial sediments of the Csehbánya Formation, there could have been a period of non-deposition facilitating at least local reworking of already lithified bauxite, as well).

The boundary between bauxite and the overlying secondary cover-beds is always irregular and clearly erosional (e.g. Ik–IX covered by Oligocene clastics)

Areal distribution of microfacies

Based on the distribution of the above described microfacies the studied deposits could be divided into three different groups (Figure 23 a, b, c).

Deposits of the *South-Central area* comprising that part of the Iharkút–Németbánya geomorphological unit which extends to the south of the Ik–XIII deposit (this corresponds to the western parts of explorational units Iharkút–Central, and Németbánya–North and –South as mentioned in Chapter “Topographic description”).

Deposits of the *Hajszabarna–Róka-hegy* geomorphological unit (corresponding to the eastern marginal sectors of explorational units Iharkút–Central, Németbánya–North and Németbánya–South).

Deposits occurring in the “*Iharkút–North*” explorational unit juxtaposed to Sármás in the NE.

Type sections in the *South Central area* (Figure 23b) begin with the *pale coloured basal clay* containing also some weathered extraclasts. Above, there follows a several tens of metres thick, sometimes microlaminated, *parautochthonous-clastic-oolithic* bauxite alternating with autochthonous oolithic lithotypes. Microlaminae are wavy, 100 to ~1000 µm thick and are distinguished by their different ooid/matrix ratio or by the enrichment of parautochthonous clastic grains. Textural changes are apparent also on the meso-scale. Parautochthonous oolithic-clastic deposits, suggesting high-energy transport, are usually overlain by *autochthonous oolitic* lithotypes and on top by *eluvial/illuvial pairs on zones* pointing to transient episodes of local deterioration of drainage and the formation of small

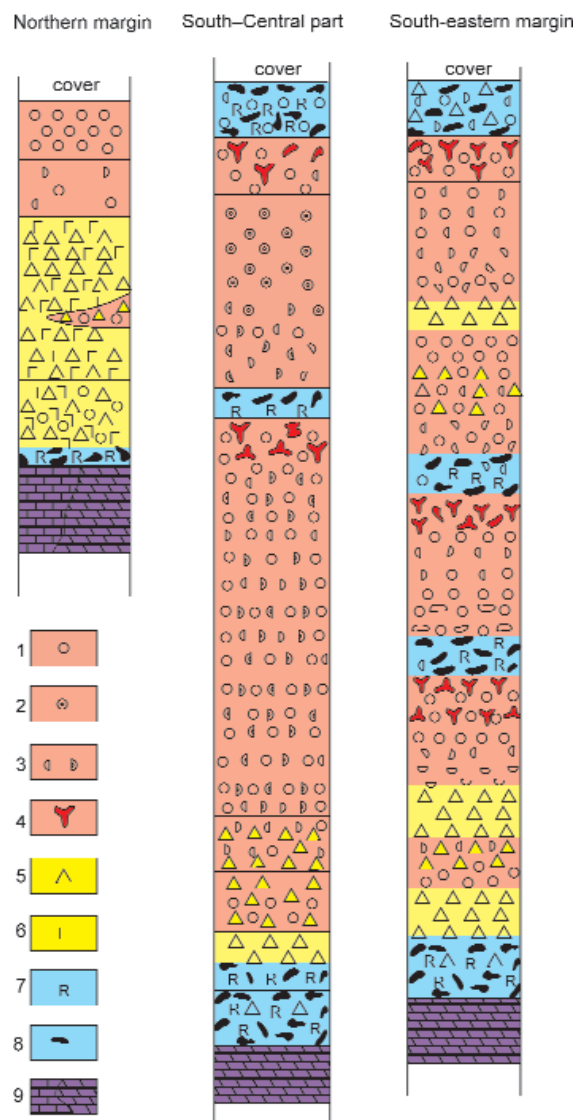


Figure 23. Lithological columns of the Northern (a), the South Central (b) and the South-Eastern marginal area

Legend: *Graphic symbols:* 1 – roundgrains/primitive ooids, 2 – ooids, 3 – fragmented ooids/intraclasts, 4 – collomorphous Fe-rich pore-filling (Fe-illuviation), 5 – non-bauxitic, silt/sand size extraclasts, 6 – silt/sand size carbonate clasts, 7 – redox-patches (“gleys”), 8 – plant detritus, 9 – bedrock (dolomite). *Colour code:* red = bauxite (of pelitomorphic to microclastic matrix), yellow = (bauxitic) clay, blue = pale-coloured, (partially) defferricated bauxite/clay, purple = bedrock (dolomite)

23. ábra. Az Északi (a), a Déli-Központi (b) és a DK-i peremi terület (c) jellemző litológiai szelvényei

Jelmagyarázat: *Grafikus jelkulcs:* 1 – gömbszemcsék/primitív ooidok, 2 – ooidok, 3 – törött ooidok/intraklasztok, 4 – kollomorf-fluidális vas-oxidos póruskitöltés (illuviáció), 5 – aleurit/finomhomok méretű, nem-bauxitos extraklasztok, 6 – aleurit/finomhomok méretű karbonáttörmelék, 7 – redox-foltok, 8 – növényi foszlányok, 9 – fekű (dolomit). *Színkulcs:* vörös = bauxit (pelitomof v. mikrotörmelékes) alapanyaggal, sárga = (bauxitos) agyag, kék = fakó, (részlegesen) vastalanodott (bauxitos) agyag, lila = fekű (dolomit)

vegetated pools on the wet sediment surface. After such episodes, again oolitic-clastic layers follow, showing the renewal of higher energy parautochthonous transport. They are overlain again by the *pale-coloured, argillaceous* lithofacies *rich in plant-shreds*. Occasionally intraformational erosion may have removed both the pale-coloured argillaceous bauxite and the underlying eluvial zone. In such cases only the illuvial zones show that there was a transient episode of deterioration of drainage. In most sections studied in the South Central area, pale-coloured lithofacies are more and more abundant towards the top and they often contain more or less weathered silt-size extracasts, as well. Unfortunately the attempts to laterally correlate the above described vertical variations were unsuccessful, probably because of the numerous small-scale synsedimentary adjustment faults crosscutting the deposits and observed both in the open-pits and in the boreholes (Plate IV, 8 and Figure 24) This early deformation is thought to be the result of karstic dissolution taking place simultaneously with the filling up of the sinkholes. The ever-increasing space provided by the deepening sinkhole was apparently accommodated by sliding and slumping of the still unconsolidated or only semiconsolidated material, this is why the original sedimentary structures can not be traced laterally.

High-resolution study of borehole Nb-593 permitted to follow the vertical stacking of the above described microfacies (Figure 24). Samples were taken at every 20 to 50 cm from bedrock to cover. Detailed micropetrographic analysis was undertaken to identify the microfacies and special attention was paid also to the occurrence of compactional phenomena.

Grain-proximity (semiquantitatively represented by the matrix/ooid ratio) were plotted against depth with the aim of constructing a compactional curve. Also the type of grain contacts (point-, line-, concave/convex) and compactional deformation (brittle and/or ductile) were taken into consideration. (cf. with Plate IV/8). Surprisingly enough it turned out that compaction of the bauxite within the 50m deep sinkhole was by far not homogenous. Instead of the expected monotonous increase towards the bottom, it showed remarkable anomalies throughout the profile, suggesting that in addition to the load exerted by the overburden there must have been also some other factor(s) controlling the degree of compaction. One of the possibilities may be that filling up of the sinkhole was not continuous. In this case the degree of compaction of any particular layer would depend on the degree of early-lithification that has taken place after the deposition of that layer during the interval of the subsequent non-deposition. The longer this interval was, the higher the degree of early-lithification must have been. More lithified layers would be less liable to compaction than their soft unlithified counterparts. Short interruptions of the accumulation of bauxite, would involve less lithification and therefore early compactional response of such layers to overburden load may be more pronounced. The idea of the discontinuous fill-up of the sinkholes is supported also by the presence of the pale-coloured, plant-shred-rich intercalations considered to be the signs of interruption of deposition and colonization of the sediment surface by vegetation (see Plate VI/1, 2, 3, 4).

The type-section of **Hajszabarna-Róka-hegy** (Figure 23c) is different from that of the South-Central area because of the greater abundance of more-or less *altered silt-size intercalations* in the latter. They are also thicker (1 to 2m) and more often contain recognizable carbonate, quartz, (polycrystalline) quartzite grains and sometimes even rock fragments of igneous or metamorphic origin (as in Nb-VII, -XI, -XII and -XX). Their abundance increases towards the top but occasionally they may occur also in the lower part of the profiles.

Having studied the predominantly high-grade *autochthonous and/or parautochthonous oolitic-clastic* Nb-XI deposit, displaying clear signs of considerable in situ bauxitization, SÜDI (1981) observed unexpected deterioration of the grade of the ore associated with 1 to 2m thick lenticular intercalations of such fine silt-size alloegenic material. These observations were interpreted as the results of episodes of siliciclastic influx interrupting the accumulation of the bauxite.

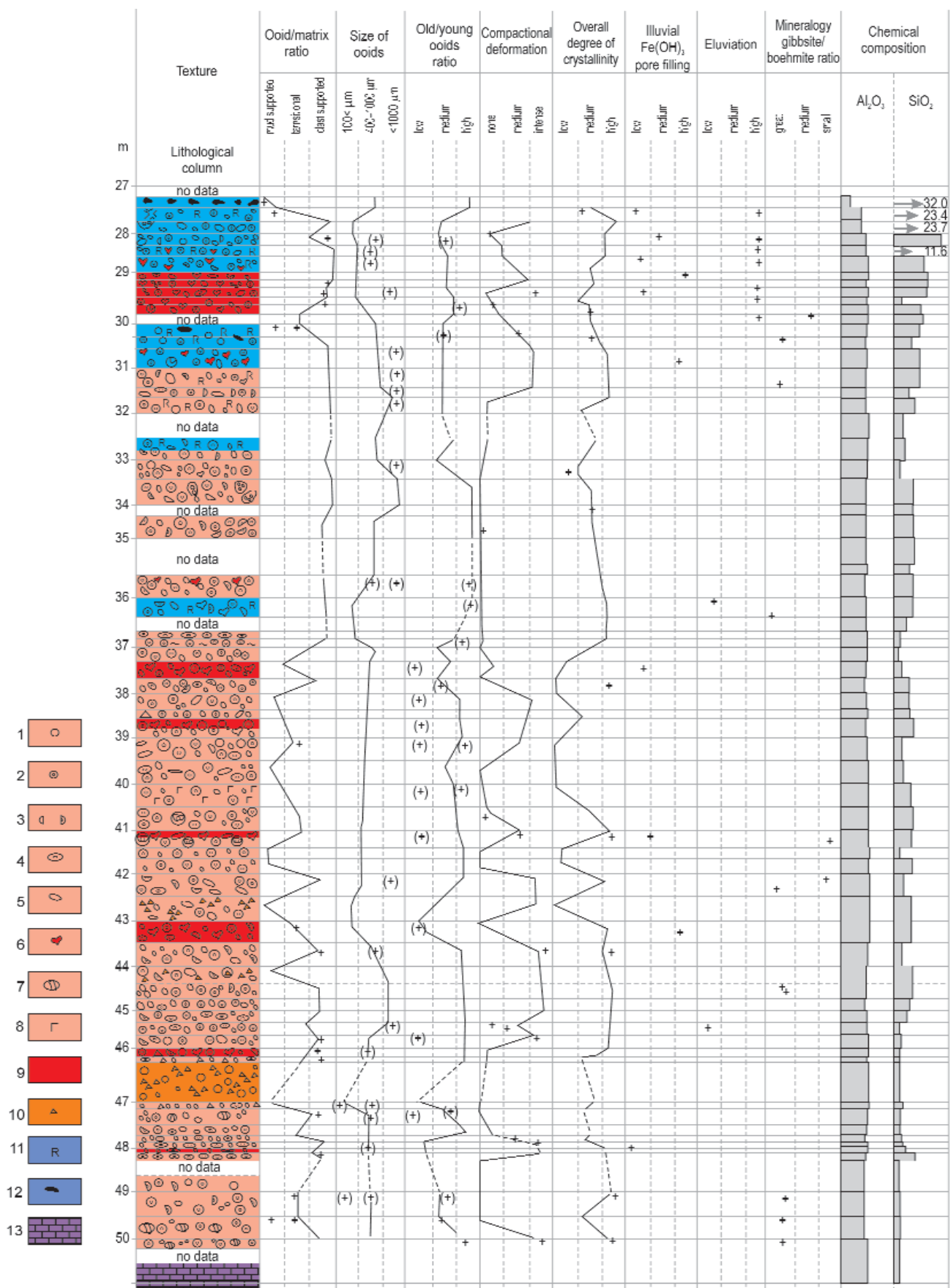
The type-section of **Iharkút-North** (Figure 23a) is different from the rest of the occurrence. Silt-size, often laminated *allogenic intercalations* are abundant here right throughout the deposits, The high proportion of carbonate grains in the silt-size fraction and the presence of carbonate-cemented polymictic sandstone rich in fragments of Mn-oxide and haematite at the bottom of deposit Ik-XI are also unusual (SZANTNER et al. 1981). The texture of the bauxite is either *pelitomorphic* or *oolitic-pisolitic*, *autochthonous clastic* with the majority of the ooids being of autochthonous

Figure 24. → Detailed lithological column of the bauxite penetrated by borehole Nb-593 (Southern extreme of the South-Central area, Nb-VI deposit)

Legend: *Graphic symbols*: 1 – roundgrains/primitive ooids, 2 – ooids, 3 – fragmented ooids/intracasts 4 – compactionally deformed (flat)ooid, 5 – compactionally deformed (flat) roundgrain, 6 – collomorphous Fe-rich pore-filling (Fe-illuviation), 7 – intracast enveloped by in-situ grown concentric laminae, 8 – silt/sand size carbonate clasts, 9 – iron-oxide rich horizon, 10 – non-bauxitic, silt/sand size extracasts, 11 – redox-patches ("gley"), 12 – plant detritus, 13 – bedrock (dolomite). *Colour code*: light-red = bauxite, dark-red = Fe-oxide rich bauxite, blue = partially or completely deformed, pale-coloured bauxite, purple = dolomite

24. ábra. → A Németbánya-VI. lencse középső részén mélyült Nb-593 jelű bauxitkutató fúrás részletes litológiai szelvénye

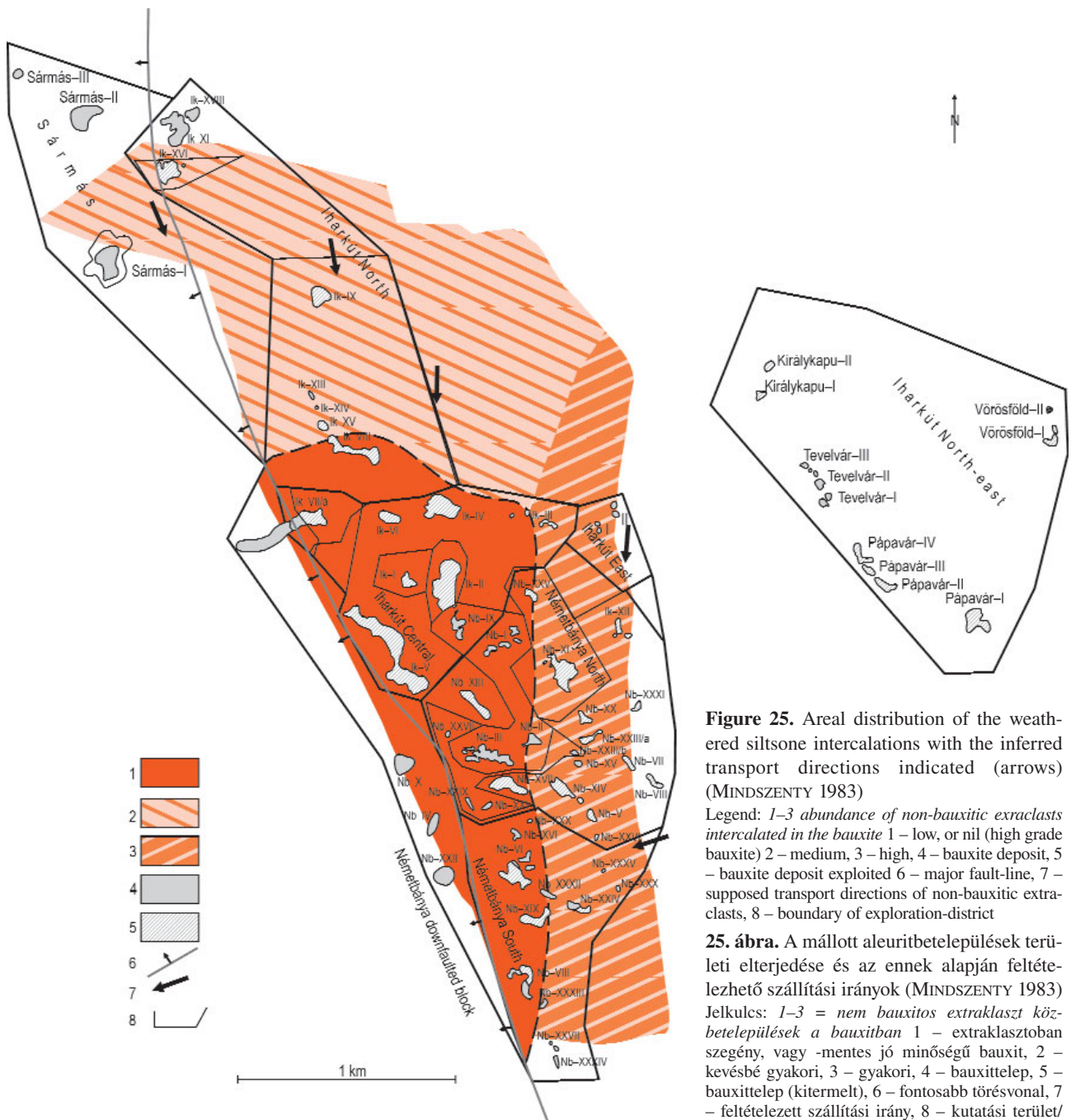
Jelmagyarázat: *Grafikus jelkulcs*: 1 – gömbszemcsék/primitív ooidok, 2 – ooidok, 3 – törött ooidok/intraklasztok, 4 – plasztikusan deformált (lapult) ooid, 5 – plasztikusan deformált (lapult) gömbszemcsé, 6 – kollomorf-fluidális vas-oxidos póruskitöltés (illuviáció), 7 – intraklaszt, autochton továbbnövekedési kéreggel, 8 – aleurit/finomhomok méretű karbonáttörmelék, 9 – vas-oxid-dús szint, 10 – aleurit/finomhomok méretű, nem-bauxitos extraklasztok, 11 – redox-foltok, 12 – növényi foszlányok, 13 – fekü (dolomit). *Színkulcs*: világosvörös = bauxit, sötétvörös = Fe-oxid-dús bauxit, kék = részlegesen vagy egészen vastalanodott bauxit/agyag, lila = dolomit



appearance. Both the degree of segregation and the crystallinity of the ooids/pisoids and thus the overall textural “maturity” of the material seem to be much less here than in the other two areas described above. Notwithstanding the immature appearance and the abundance of extraclasts the quality of the bauxite is sometimes rather high also here.

Summary of the microfacies distribution

Based on the above we can say that high-grade bauxites of the Iharkút occurrence are mostly of autochthonous oolitic or parautochthonous clastic packstones/wackestones (Figure 25). Their colour is deep red suggesting a thoroughly oxidizing environment both during deposition and early diagenesis. These lithotypes are characteristic of the central parts of the industrial-grade deposits. Intercalations of silt-size more or less altered extraclasts — though in trace amounts may be present everywhere — are abundant mostly in the marginal parts of the deposits. They occur — as a thin blanket — also on the bare karst surface in-between the deposits.



When looking at the occurrence as a whole it is apparent that the predominantly oolitic lithotypes are most abundant in the South-Central area while the abundance of the extraclast-rich facies is greater mostly in the Eastern and Southern margins. The allogenic silt-size material becomes predominant in the North where texturally, many of the bauxite deposits could be qualified even as bauxite-cemented polymictic siltstones, like in boreholes Ik-1059, -1141, or -1055. Notable exceptions to this rule are the upper parts of deposits Ik-IX and -XI.

No detailed textural information is available on the deposits of Pápavár, Tevelvár, Királykapu and Vörösföld discovered to the East in the late '80-ies early '90-ies. Based on their stratigraphy, topographic position and geochemistry (see Chapters "The chemical composition of the bauxite sequence" and "The trace elements of the bauxite") they must be similar to the lower parts of the deposits in the South-Central area or alternatively, to the deposits of the SE margins

Interpretation

The basal clay

Theoretically there are two possible explanations to the occurrence of the pale-coloured basal clay at the bottom of most of the deposits at Iharkút.

At the beginning of the fill-up of the sinkholes the accumulating sediment might have clogged the plumbing of the karst, temporarily resulting in impeded drainage and the slowing-down of the decay of the fine organic detritus washed in from the vegetated karst plain together with the soil-derived pre-bauxitic material. In the reducing environment thus established, Fe could have been mobilized and partially removed, hence the pale colour of the basal clay. Later on as the uplift of the area has accelerated and drainage has shifted from the central part of the deposit towards the interface between bauxite and host rock (cf. with ZÁMBÓ 1983), the through-flow of downward percolating water intensified, providing enough dissolved oxygen for the early "vadose" diagenesis of the accumulating bauxite above.

The basal clay, the texture of which is sometimes distinctly bauxitic (only it is Fe-poor and of low grade), may be the result of interaction with stagnant karst waters showing the intersection of the karst with the phreatic water-table. In the water-saturated environment, where the decay of plant remnants has consumed all dissolved oxygen, the Fe-content of those Fe-minerals of the sediment which have not yet reached complete mineralization (e.g. ferri-hydrate) would become dissolved and removed by the slowly moving groundwater. The pH of phreatic water in the karst being on the alkaline side, bauxitization could not continue, either. On the contrary, Al-hydroxides might have partially become "re-silicified" on contact with waters containing some dissolved silica (cf. DANGIC 1985, 1988). Accepting this alternative we may say that the basal clay is the equivalent of the lithomargic clay described from laterite profiles. It occurs in a karstic environment where the material filling the extraordinarily deep sinkholes is subject to leaching by vertical through-flow for a long time, just like in lateritic profiles. Most of the material may therefore be converted to high-grade bauxite, in the lowermost reaches. However, where close to the water-table leaching is less efficient, we find only pale-coloured clay. Accepting this alternative we may even say, that the basal clay can be considered as an indicator of the palaeo-karst-water table, this way providing also useful palaeotopographic information on the area (cf. with the maximum thickness of bauxite as discussed in Chapter "Depositional features of the bauxite") Even though, it remains to be understood whether a palaeotopography thus reconstructed would represent the beginning, the end or perhaps some intermittent episodes of the entire karst planation process.

Silt-size intercalations in oolitic bauxite

The presence of the intercalations of silt-size extraclasts in the parautochthonous oolitic lithotypes shows that the influx of fine-grained allogenic influx has never completely ceased during the accumulation of the bauxite. Whence deposited in the sinkholes, the apparently excellent drainage resulted in weathering and bauxitization also of these non-bauxitic grains. The abundance of autochthonous ooids and the grade-distribution within the individual bauxite-filled sinkholes shows that also in situ bauxitization was a considerable factor in bringing about the final (very high) grade of the Iharkút bauxite, even though most of the accumulating material, must have been already highly pre-weathered.

Vertical stacking of lithofacies

Textures described from the South Central area suggest that the intensity of parautochthonous reworking of sediment particles, preceding final deposition in the sinkholes, was rather high. The increasing abundance of the eluvial/illuvial pairs of zones in the higher parts of the deposits shows that episodes of less perfect drainage became more frequent towards the end of the fill-up of the karst. Since at the same time also the amount of siliciclastic influx apparently began to increase we may very well suppose that the two phenomena are not unrelated. Both may be the signs of landscape levelling. Slowing down of the uplift or perhaps already the beginning subsidence could have resulted in deteriorating drainage and the access of the hitherto well isolated dissected karst by larger amounts of allogenic sediments, this way "preparing the ground" for the burial of the bauxite by the Csehbánya Formation.

Chemical composition of the bauxite sequence

The main chemical components of the bauxite sequence

Horváth I. and Péter Z. performed a geochemical study of the Iharkút bauxite in the volume “Bauxite prognosis” (HORVÁTH, PÉTER 1986). Their valuable results have been included this monograph.

Sampling of the bauxite sequence was carried out in all boreholes at 0.5 to 1.0 metre intervals. Most samples were analysed by wet chemical methods for Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 and L.O.I (loss on ignition). In some boreholes the bauxitic clay was analysed only for Al_2O_3 and SiO_2 . Additionally, several bauxite samples were analysed for CaO, MgO, P_2O_5 , MnO_2 and total sulphur in form of S. The other lithologic types of the bauxite sequence were analysed for accessory components only at some selected places. All analytical data were fixed in a computerised data-base of the SPSS computer system. Later on, all statistical calculations were carried out by this system.

According to our experience, the *scaling-effect* has an important role in the geochemistry of the Iharkút bauxite. It expresses the internal complexity of the geochemical structure. Thus the statistical results are strongly dependent on the scale of the study. For this reason we carried out all calculations in the following scaling steps: the entire deposit, all sectors separately, all bauxite accumulations separately, the bauxite sequence in all boreholes, and finally all bauxite intervals. Additionally bauxite, clayey bauxite and bauxitic clay were calculated separately.

In the followings the main chemical components will be discussed separately, one after the other. The geochemical interrelations of the components will be evaluated in a separate chapter. All evaluations are referred to the original state of the deposit, before the starting of the excavations.

The Al_2O_3 content

The analytical error of the generally used wet chemical method is $\pm 0.5\%$.

The weighted average for the *entire Iharkút deposit* is 54.0% Al_2O_3 . This value is slightly smaller than that of the formerly studied Halimba deposit (54.3%), but it is larger than that of the three other evaluated deposits: Nyirád-east 53.4%, Szöc 48.7% and Malom-völgy 46.0% (c.f. with BÁRDOSY 2007, 2009, 2010, 2011).

The averages of the *sectors* show a well defined areal trend, the Iharkút–Central sector being 55.0%, the Némethánya western downfaulted strip 54.9%, Némethánya–North 53.3%, Némethánya–South 52.4%, Iharkút–North 53.2% and the Iharkút–North-east sector 50.0%. Finally the Sármás sector with 54.5%. The relatively high Al_2O_3 content is the result of the predominantly monohydratic (boehmitic) mineral composition of the bauxite.

The *averages of the bauxite accumulations* are rather similar. The averages and the other main statistical parameters of the Al_2O_3 contents are presented in Table 4. The largest average Al_2O_3 content of the bauxite was found in the

Table 4. Main statistical parameters of the Al_2O_3 content of the bauxite

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Average %	Mode %	Standard deviation	Skewness
Iharkút–North						
Ik VIII	53.0	57.0	55.1	53–54	1.0	0.07
IX	51.0	55.1	53.2	52–53	1.3	-0.13
XI	43.9	59.4	50.8	52–53	3.7	0.04
XIII	54.4	54.4	54.4	54–55		
XV	49.5	55.5	52.4	53–54	2.1	-0.03
XVI	48.4	60.7	52.7	54–55	2.3	0.08
Iharkút–Central						
Ik I	53.1	54.7	54.1	54–55	0.5	0.34
II	49.2	56.9	54.3	55–56	1.7	0.28
III	49.1	53.1	51.9	52–53	1.0	1.42
IV	51.0	57.3	56.2	55–56	1.3	-1.45
V	52.2	58.2	55.9	55–56	1.4	-0.09
VI	50.2	55.0	54.4	54–55	1.1	-2.65
VII	53.0	57.1	55.2	54–55	1.1	-0.13
Nb IX	49.8	59.6	54.0	55–56	2.3	0.13
Némethánya–North						
Ik–XII	49.8	52.6	50.4	49–50	1.0	1.52
Nb–I	51.6	58.7	54.5	54–55	1.8	0.38
II	51.8	56.1	53.5	54–55	1.1	0.46

Table 4. Continuation

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Average %	Mode %	Standard deviation	Skewness
Németbánya–North						
III	49.7	55.0	53.3	54–55	1.2	–1.00
V	51.0	53.2	52.9	53–54	0.6	–2.04
VII	50.6	53.7	52.9	53–54	1.3	–1.00
VIII	51.3	55.5	53.1	53–54	0.6	1.72
XI	51.5	57.4	54.3	56–57	1.7	0.16
XIII	52.7	56.1	54.8	54–55	1.0	0.22
XIV	51.5	55.2	52.3	52–53	1.0	1.40
XV	51.1	51.1	51.1	51–52		
XVII	51.0	54.5	52.5	52–53	1.0	–0.51
XX	52.1	53.9	53.1	52–53	0.8	0.03
XXI	51.0	53.3	52.2	52–53		
XXIII	50.2	53.6	52.0	52–53	1.1	0.08
XXVI	51.0	51.0	51.0	51–52		
XXVIII	54.6	54.6	54.6	54–55		
XXIX	49.7	53.6	51.6	53–54		
XXXI	51.8	54.8	53.3	52–53	0.8	0.33
Németbánya–South						
Nb–VI	50.4	55.2	53.0	54–55	1.4	–0.30
XVI	49.8	51.6	51.0	51–52	0.8	–1.62
XVIII	48.2	57.8	52.9	54–55	1.5	0.12
XIX	51.3	54.0	52.7	51–52	1.1	–0.19
XXIV	49.7	51.5	50.5	50–51	0.5	–0.54
XXVII	48.8	51.9	50.0	49–50	0.8	1.30
XXX	51.8	54.8	53.3	52–53	0.8	0.33
XXXII	50.4	55.0	52.7	54–55	2.3	0.01
XXXIII	48.8	52.3	49.6	48–49	1.4	1.44
Western downfaulted block						
Bj–I	50.5	57.5	54.7	54–55	2.0	–0.77
Nb–IV	53.3	55.1	54.0	53–54	0.8	0.31
X	48.4	58.5	55.9	57–58	2.3	–1.01
XXII	53.8	53.8	53.8	53–54		
Iharkút–North-east						
Kir–I	48.6	51.8	50.8	50–51	0.4	2.69
Kir–II	47.8	52.6	50.9	49–50	1.8	0.66
Tev–I	45.7	53.1	50.4	49–50	1.3	0.84
Tev–II	45.0	51.8	49.7	49–50	1.9	–0.39
Tev–III	49.8	52.1	51.1	51–52	0.8	–0.73
Pápa–I	47.6	51.9	50.0	50–51	0.9	–1.17
Pápa–II	48.2	53.1	51.5	50–51	1.6	0.85
Pápa–III	50.4	52.1	51.4	50–51	0.8	0.22
Pápa–IV	48.2	53.5	50.3	48–49	2.0	0.19
Vör–I	46.2	50.0	49.0	48–49	0.6	1.20
Vör–II	49.1	52.3	50.9	51–52	1.3	0.33
Sármás						
Sár–I	50.5	56.0	54.6		1.2	–0.92
Sár–II	53.4	53.4	53.4			–
Sár–III	51.0	51.0	51.0			–

Iharkút–IV bauxite accumulation, situated in the Iharkút–Central sector with 56.2%. It is 55.9% in the Iharkút–V bauxite accumulation. Surprisingly high average Al_2O_3 content was detected in the downfaulted Németbánya–X bauxite accumulation and in the Sármás–I one, with 54.6%. The relatively high average Al_2O_3 content of the Iharkút bauxite accumulations is indicated also by the fact that only three ones contain less than 50.0% Al_2O_3 .

The standard deviation of the Al_2O_3 content is also indicated in Table 4. It expresses the variability of the Al_2O_3 content, being relatively small, smaller than in the formerly investigated bauxite deposits of the south-western area of the Bakony Mountains. It is highest in the Iharkút–North-east sector with $\pm 3.68\%$. The standard deviation is smaller than $\pm 1.0\%$ in 13 bauxite accumulations of the deposit.

The *frequency distribution* of the Al_2O_3 content of bauxite accumulations is a very important geochemical parameter. The average of the bauxite accumulation is unbiased only if the frequency distribution is symmetrical. This feature is expressed quantitatively by the *statistical skewness*, as indicated also in the Table 4. The averages are unbiased if the statistical skewness is less than ± 1.0 . We applied a “robust measure” if the skewness was more than ± 1.0 . It is the Tukey’s “maximum likelihood estimator” that we found to be the most suitable for this deposit. The skewness is less than ± 1.0 in most bauxite accumulations at Iharkút. The largest skewness was detected in the Királykapu–I bauxite accumulation with -2.69 skewness.

The *standard error of the mean* was less than 0.4% in most bauxite accumulations, as the number of boreholes was high.

According to our experience the *mode* is also a very important geochemical parameter. It has been included into Table 4. The Al_2O_3 distribution has only one mode in all bauxite accumulations of the deposit. The mode is situated generally close to the weighted average or it is slightly larger. We did not observe significant difference between the averages and the corresponding modes.

The next step of our geochemical study was carried out on the level of the *boreholes*. The “minimum” and “maximum” values of the borehole averages were all indicated in Table 4. The minimum could not be smaller than 42.0% , the cut-off for the bauxite. On the other hand, the maximum could take any value. As a matter of fact, the minimum was between 48.0 and 53.0% in most boreholes. The highest maximum was determined in the Iharkút–XVI bauxite accumulation with $60.7\% \text{Al}_2\text{O}_3$.

Frequency histograms were constructed by the SPSS system for all bauxite accumulations with more than 10 productive boreholes. They are shown on Figure 26. The corresponding Gauss-curve was indicated on the histograms to facilitate the evaluation of them. The peak of the mode is between 55 and 56% in most bauxite accumulations. The distribution is almost entirely symmetric in the Iharkút–VIII and –IX accumulations. The distribution is also very uniform and symmetric in the Némethbánya and Iharkút–North-east sectors.

Box-plots were also constructed by the SPSS program for the bauxite accumulations, to detect “outliers” and “extreme values”, see Figure 27. They are very rare in the Iharkút bauxite.

The next stage of our study was the investigation on the level of sampling intervals. In the places, where the bauxite occurs in two layers the upper one contains more Al_2O_3 in all cases. A good example is the Ik-985 borehole in the Némethbánya–III bauxite accumulation. The upper bauxite level contains here $56.0\% \text{Al}_2\text{O}_3$, and the lower one only

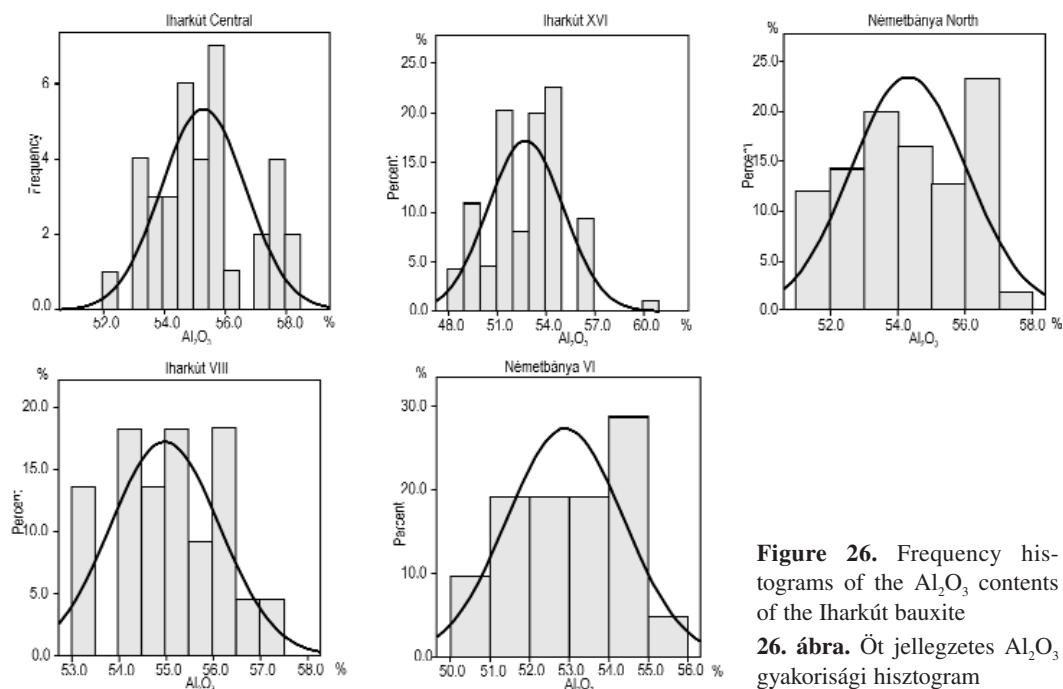


Figure 26. Frequency histograms of the Al_2O_3 contents of the Iharkút bauxite
26. ábra. Öt jellegzetes Al_2O_3 gyakorisági hisztogram

49,6%. The Al_2O_3 content of the bauxite is very uniform in the central part of the bauxite layer. The Al_2O_3 content is generally between 56 and 60% in the bauxite intervals. The highest-grade single analysed interval was observed in the Iharkút–V bauxite accumulation with 64.3%.

The main statistical parameters of the *clayey bauxite* are presented in Table 5 separately for all accumulations. Their average Al_2O_3 content is in most places between 46 and 50%. There are only 6 accumulations where the average reaches 50 to 51%. The variability of the Al_2O_3 content is more limited than that of the bauxite.

The Al_2O_3 content of the *bauxitic clay* is generally between 30 and 42%. The difference between the accumulations is very limited. The highest Al_2O_3 contents of the bauxitic clay were detected in the Némethánya–XIX and–XXIV accumulations with 46.0–48.2% Al_2O_3 .

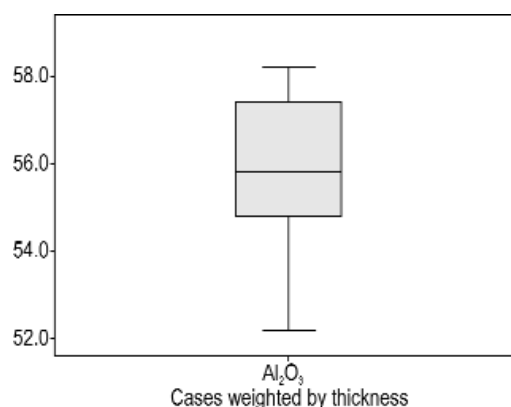


Figure 27. Typical box-plot of the Al_2O_3 content of the Iharkút bauxite

27. ábra. A bauxit Al_2O_3 -tartalmának jellegzetes box-plotja

Table 5. Main statistical parameters of the Al_2O_3 content of the clayey bauxite

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Mode %
Iharkút-North			
Ik VIII	45.2	51.8	47-48
IX	45.7	50.5	50-51
XI	37.8	51.7	47-48
XIII	42.6	52.0	46-47
XV	46.0	50.2	46-47
XVI	40.6	49.4	45-46
Iharkút-Central			
Ik-I	42.3	48.2	48-49
II	44.3	51.3	48-49
III	40.6	47.3	45-46
IV	45.6	50.3	49-50
V	40.2	53.6	49-50
VI	43.2	47.4	45-46
VII	43.2	45.8	45-46
Nb IX	43.3	52.1	47-48
Némethánya North			
Ik-XII	42.0	49.4	44-45
Nb-I	42.0	52.0	50-51
II	46.2	51.0	48-49
III	44.2	50.1	49-50
V	46.3	48.3	46-47
VII	43.1	48.5	46-47
VIII	46.9	52.2	49-50
XI	41.6	51.8	47-48
XIII	45.2	53.7	50-51
XIV	44.6	49.2	48-49
XV	45.1	45.1	45-46
XVII	45.6	49.5	47-48
XX	44.4	49.0	48-49
XXI	46.2	48.2	48-49
XXIII	42.1	49.9	46-47
XXVI	44.5	44.5	44-45
XXVIII	49.0	49.0	48-49
XXIX	43.1	48.5	48-49
XXXI	47.1	48.5	48-49

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Mode %
Némethánya South			
Nb-VI	43.5	52.2	48-49
XVI	45.8	48.8	48-49
XVIII	36.0	49.8	47-48
XIX	43.2	50.0	49-50
XXIV	44.5	47.3	44-45
XXVII	39.3	46.2	46-47
XXXII	44.6	49.6	46-47
XXXIII	46.2	46.2	46-47
Western downfaulted block			
Bj-I	30.6	50.2	47-48
Nb-IV	43.3	50.2	48-49
X	45.1	52.5	45-46
Iharkút North-east			
Kir I	35.4	48.5	44-45
Kir II	44.6	47.3	45-46
Tev-I	39.5	49.7	46-47
Tev-II	37.0	48.1	47-48
Tev-III	40.5	49.2	49-50
Pápa-I	40.0	47.5	47-48
Pápa-II	42.6	49.2	45-46
Pápa III	44.1	49.4	45-46
Pápa IV	41.3	50.7	45-46
Vör I	38.8	47.1	45-46
Vör-II	43.8	47.2	44-45
Sármás			
Sár I	41.7	49.0	47-48
Sár II	43.1	45.9	44-45
Sár III	51.1	51.1	50-51

The SiO₂ content

The analytical error of the SiO₂ determinations is $\pm 0.3\%$ by applying the traditional wet analytical method.

The bauxite of the *entire Iharkút deposit* has an average of 4.8% SiO₂. This value is higher than that of the Nyírad and Halimba deposits (4.1 and 4.2%). But it is lower than that of the Malom-völgy and Szöc deposits (5.1 and 5.8%).

The bauxite averages of the *sectors* are very similar to each other. It is 4.1% in the Iharkút–Central sector and 5.2% in the Iharkút–North sector. The same is the average in the Némethánya–North and –South sectors. The small bauxite accumulations of the Iharkút–North-east sector have the highest average SiO₂ content with 5.7%. On the other hand, surprisingly low is the SiO₂ content in the bauxite of the four accumulations, situated in the downfaulted western part of the Némethánya sectors, with 4.8%. Finally, the lowest average was detected in the Sármás sector with 3.0%.

The bauxite averages were calculated, as well, for all *accumulations separately*. They are quite similar. Their main statistical parameters are presented in Table 6. The Iharkút–V accumulation has the lowest average SiO₂ content with 2.4%. The average is in most accumulations of the deposits between 3 and 4%. The Bakonyjákó–I accumulation has 3.5% and the Sármás–I one 3.0% as average. The averages are highest in the Iharkút–North-east sector, varying from 4.0 to 6.8%. Finally, the highest average was detected in the Némethánya–XXII accumulation with 8.2%.

Table 6. Main statistical parameters of the SiO₂ content of the bauxite

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Average %	MD	Mode %	Standard deviation	Skewness
Iharkút–North							
Ik–VIII	2.7	8.1	4.4	12.5	3–4	1.3	0.51
IX	3.1	8.6	6.1	8.7	5–6	1.7	–0.08
XI	3.0	8.0	6.5	7.8	7–8	1.8	–1.27
XIII	3.3	3.3	3.3	16.5	3–4		
XV	4.8	9.7	6.6	7.9	4–5	1.8	0.74
XVI	2.0	8.5	4.4	12.0	3–4	1.8	0.63
Iharkút Central							
Ik I	2.4	6.8	3.2	16.9	3 4	1.2	1.40
II	2.0	9.4	4.1	13.2	4 5	1.8	1.10
III	5.2	7.1	6.2	8.4	5–6	0.7	0.40
IV	2.7	8.0	3.8	14.8	3–4	0.6	1.78
V	1.6	8.2	2.4	23.3	2–3	1.3	1.04
VI	2.7	7.4	4.6	11.8	4–5	1.5	0.24
VII	2.3	9.6	3.6	15.3	5–6	1.6	1.25
Nb–IX	2.1	9.8	4.5	12.0	2–3	2.1	0.74
Némethánya–North							
Ik–XII	4.7	8.5	6.2	8.1	6–7	0.5	–0.87
Nb–I	2.3	7.0	3.2	17.0	3–4	1.1	1.54
II	1.6	8.4	2.6	20.7	1–2	1.8	1.20
III	1.7	9.4	5.1	10.5	7 8	2.3	0.05
V	3.4	9.4	5.7	9.3	3 4	2.5	0.18
VII	6.8	9.0	7.1	7.5	6 7	0.5	1.85
VIII	4.2	8.0	6.1	8.7	5–6	1.0	1.13
XI	2.2	9.0	3.4	16.0	2–3	1.1	1.31
XIII	2.5	8.3	4.5	12.2	4–5	1.5	0.46
XIV	3.6	8.0	4.8	10.9	5–6	0.9	0.54
XV	6.7	6.7	6.7	7.6	6–7		
XVII	3.7	9.4	5.4	9.8	4–5	1.5	0.94
XX	3.0	6.8	4.0	13.3	3–4	1.2	1.14
XXI	3.2	9.3	6.2	8.4	3 4		
XXIII	2.2	5.4	4.3	12.1	4 5	1.2	1.01
XXVI	7.8	7.8	7.8	6.5	7 8		
XXVIII	5.8	5.8	5.8	9.4	5–6		
XXIX	4.0	6.4	5.2	9.9	4–5		
XXXI	4.0	5.9	4.5	11.8	4–5	0.6	0.78

Table 6. Continuation

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Average %	MD	Mode %	Standard deviation	Skewness
Németbánya South							
Nb VI	1.2	8.2	4.9	10.8	5 6	1.9	0.32
XVI	4.6	6.1	5.2	9.8	5 6	0.6	0.84
XVIII	1.8	9.1	2.5	21.2	2 3	1.4	1.83
XIX	1.4	6.9	4.3	12.3	6 7	2.3	0.33
XXIV	6.4	8.0	7.5	6.7	7 8	0.7	0.76
XXVII	8.1	8.7	8.2	6.1	8-9	0.2	2.44
XXX	5.0	5.0	5.0	10.4	5-6		
XXXII	2.2	7.4	4.3	12.3	2-3	2.1	0.02
XXXIII	4.8	7.5	5.0	9.9	4-5	0.6	3.94
Western downfaulted block							
Bj I	0.9	5.7	3.3	16.6	3 4	1.6	0.24
Nb IV	3.6	7.5	6.7	8.1	7 8	1.6	1.82
X	2.0	9.1	4.0	14.0	2 3	2.4	0.60
XXII	5.1	5.1	5.1	10.5	5-6		
Iharkút-North-east							
Kir-I	3.0	7.4	4.0	12.7	3-4	1.2	1.21
Kir-II	3.3	7.7	6.5	7.8	7-8	1.5	-1.40
Tev-I	3.1	8.6	6.2	8.1	6-7	1.3	-0.51
Tev-II	3.1	9.0	6.6	7.5	8-9	1.7	-0.10
Tev III	5.8	7.9	6.8	6.5	7 8	0.9	0.02
Pápa I	2.9	7.5	5.8	8.6	5 6	1.0	0.17
Pápa II	3.8	7.8	5.8	8.9	7 8	1.4	0.10
Pápa-III	4.5	9.2	5.6	9.1	4-5	1.4	1.18
Pápa-IV	2.8	9.1	5.2	9.7	5-6	1.6	0.64
Vör-I	4.8	9.0	6.0	8.2	5-6	1.2	0.99
Vör-II	4.8	6.2	6.5	9.3	4-5	0.6	0.13
Sármás							
Sár-I	1.9	7.7	3.0	18.2	2-3	1.3	1.49
Sár-II	2.5	2.5	2.5	21.4	2 3		
Sár-III	8.2	8.2	8.2	6.2	8 9		

We calculated additionally also the *silica modulus* ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) of all bauxite deposits. The results are presented in Table 6. The highest modulus also was detected in the Iharkút-V deposit with 23.3. This value corresponds to a very high bauxite quality.

The *standard deviations* of the SiO_2 contents were also calculated for all deposits. It is ± 1 to 2% in most of them. The highest standard deviation was found in the Németbánya-V deposit with $\pm 2.47\%$. These values are generally smaller than those detected in the bauxite deposits of the south-western part of the Bakony Mountains.

The *statistical skewness* was also calculated for each bauxite deposit. The results can be also found in Table 6. The skewness surpasses the ± 1.0 value in only 21 deposits. For these deposits we applied the “Tukey’s maximum likelihood estimators” to obtain unbiased results.

The *modes* of the SiO_2 distribution are also indicated in Table 6. The mode is in most cases very close to the weighted average. The largest difference was observed in the Németbánya-XXI deposit, where the average is 6.2% and the mode is occurs at 3–4%.

The geochemical evaluation was continued on the level of the *boreholes*. Their minimum and maximum values were indicated in Table 6. The minimum values are situated in most cases between 1 and 5%. They indicate strong local desilicification of the bauxite. The maximum values are limited by the 10% cut-off value of bauxite. The maximum values are close to this limit in several boreholes (9.0–9.9%). The difference between the maximum and minimum values expresses the variability of the SiO_2 content at this level of study. This difference is in most boreholes 5–7%.

Frequency histograms were constructed by the SPSS program for all accumulations where more than 10 boreholes dissected bauxite. The corresponding Gauss-curves have been also indicated on the histograms to express the deviation of the distribution from the normal one (see Figure 28). Most distributions are slightly asymmetric in the direction of the low SiO_2

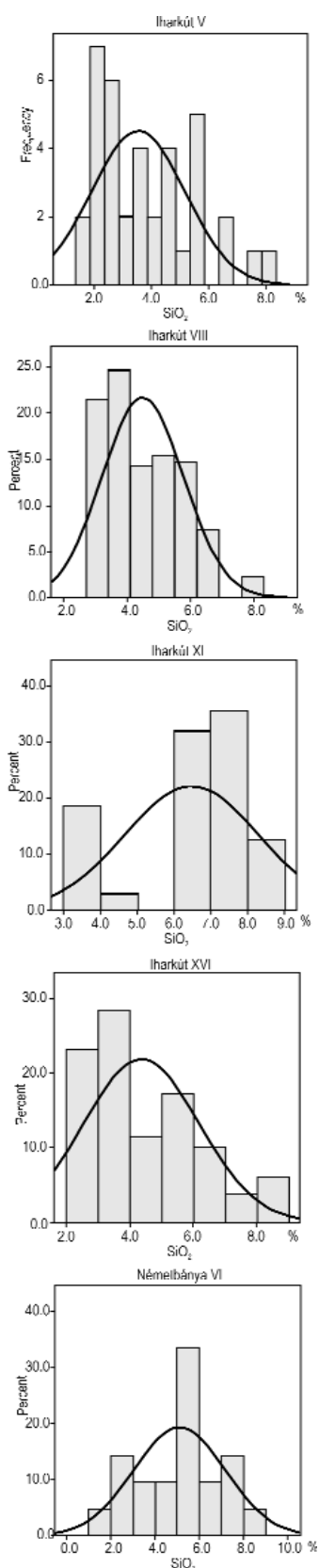


Figure 28. Frequency histograms of the SiO_2 contents of the Iharkút bauxite

28. ábra. Öt jellegzetes SiO_2 gyakorisági hisztogram

Table 7. Main statistical parameters of the SiO_2 content of the clayey bauxite

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Mode %
Iharkút-North			
Tk VIII	11.0	17.9	13-14
IX	11.1	17.6	14-15
XI	12.0	19.8	14-15
XIII	11.3	18.1	17-18
XV	12.1	13.6	12-12
XVI	10.9	19.3	13-14
Iharkút-Central			
Ik-I	12.5	19.8	14-15
II	12.2	18.8	14-15
III	10.9	17.9	17-18
IV	11.5	17.7	15-16
V	10.3	18.0	13-14
VI	12.8	19.8	15-16
VII	14.0	18.2	16-17
Nb-IX	10.0	19.2	12-13
Némethánya-North			
Ik XII	10.1	19.3	13-14
Nb-I	10.1	17.9	15-16
II	12.4	18.6	15-16
III	12.5	18.4	16-17
V	14.9	16.0	15-16
VII	13.7	19.5	17-18
VIII	11.1	17.5	14-15
XI	11.3	18.6	16-17
XIII	11.6	18.0	16-17
XIV	12.6	18.2	13-14
XV	18.0	18.0	18-19
XVII	12.4	17.7	13-14
XX	10.9	15.0	14-15
XXI	14.3	17.6	14-15
XXIII	10.1	19.3	15-16
XXVI	15.8	15.8	15-16
XXVIII	14.5	14.5	14-15
XXIX	11.6	19.6	11-12
XXXI	13.5	17.5	14-15
Némethánya-South			
Nb VI	12.1	18.0	14-15
XVI	13.2	15.2	14-15
XVIII	12.8	19.9	14-15
XIX	12.1	19.7	15-16
XXIV	11.4	17.1	15-16
XXVII	12.5	16.8	16-17
XXXII	12.4	16.8	14-15
XXXIII	14.0	14.0	14-15
Western downfaulted block			
Bj I	10.0	18.7	14-15
Nb IV	10.5	14.9	13-14
X	10.8	19.5	19-21
Iharkút North-east			
Kir I	11.2	19.1	15-16
Kir II	11.5	17.4	13-14
Tev-I	10.0	19.8	15-16
Tev-II	10.5	18.1	15-16
Tev-III	12.0	18.9	12-13
Pápa-I	11.0	16.4	13-14
Pápa-II	12.7	19.0	13-14
Pápa-III	11.0	19.7	16-17
Pápa-IV	10.0	18.2	14-15
Vör I	10.2	19.3	14-15
Vör II	11.3	16.1	14-15
Sármás			
Sár I	11.4	18.8	14-15
Sár II	13.5	16.9	16-17

contents. Most distributions have one mode. An exception is the Iharkút–XI and the Némethánya–IX accumulation with two modes at 2–4% and 6–8%. this feature indicates a change of bauxite composition in the process of bauxite accumulation.

The last stage of the geochemical study was at the level of *sampling intervals*. The bauxite is relatively uniform in this respect, intercalations of clayey bauxite occur in some boreholes, with 0.5 to 1.0 m thickness. In this case the silica content is higher in the lower part of the bauxite body. The minimum value of the sampled intervals is generally very low. It is lowest in the Iharkút–V accumulation with 0.2%, followed by the Sármas–I accumulation with 0.4%.

The SiO₂ content of the *clayey bauxite* is between 10 and 20%, corresponding to the lower and the upper cut-off values. The most frequent values (modes) are situated between 14 and 16%. On the other hand, the analysed sampling intervals contain 10.1 to 19.9% SiO₂. All these values are presented in Table 7. No areal trend was observed in the distribution of clayey bauxite.

For the *bauxitic clay* only the lower cut-off value is determined: it must be 20.0%. In the same time, the silica modulus must be more than 0.84. The bauxitic clay contains in most boreholes 28 to 35% SiO₂. No areal trend was observed in its silica content.

The Fe₂O₃ content

The analytical error of the wet chemical method is $\pm 0.5\%$ for this component.

The average Fe₂O₃ content of the bauxite in the *entire Iharkút deposit* is 23.2%. This is less than that of the Nyirád (26.0%), the Halimba (24.8%) and the Szős deposits (23.4%). The main statistical parameters of the Fe₂O₃ content are presented in Table 8.

Table 8. Main statistical parameters of the Fe₂O₃ content of the bauxite

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Average %	Mode %	Standard deviation	Skewness
Iharkút-North						
Ik VIII	18.8	26.1	23.7	23-24	1.1	1.03
IX	22.6	25.4	24.3	24-25	0.8	-0.95
XI	12.9	25.9	22.5	25-26	2.4	-1.34
XIII	24.5	24.5	24.5	24-25		
XV	21.0	23.4	22.6	23-24	0.8	-0.79
XVI	17.6	25.2	22.5	22-23	1.4	-0.30
Iharkút-Central						
Ik-I	23.3	24.8	23.8	23-24	0.4	0.78
II	19.3	24.1	22.2	22-23	1.2	0.93
III	20.3	24.0	21.6	20-21	1.6	0.75
IV	21.4	24.9	23.9	23-24	1.0	-0.77
V	20.0	26.3	23.5	24-25	1.4	0.22
VI	22.7	24.6	23.7	23-24	0.7	-0.08
VII	21.1	25.4	23.4	22-23	1.3	-0.21
Nb IX	20.1	21.6	22.1	22-23	0.9	0.50
Némethánya North						
Ik-XII	19.4	23.0	21.0	21-22	0.9	-0.16
Nb-I	20.4	25.6	22.6	22-24	1.2	-0.08
II	20.9	21.2	22.8	22-23	0.6	-0.17
III	19.9	24.9	22.1	22-23	1.2	-0.32
V	21.9	24.0	22.2	21-22	0.7	2.10
VII	21.0	22.6	21.3	21-22	0.6	1.76
VIII	18.7	23.3	22.8	23-24	1.0	2.70
XI	19.8	25.8	22.3	23-24	1.3	0.32
XIII	19.3	24.6	21.4	21-22	1.2	0.66
XIV	21.7	25.6	23.7	23-24	1.4	0.02
XV	23.3	23.3	23.3	23-24		
XVII	21.3	24.4	23.6	24-25	1.2	-1.05
XX	22.6	23.7	22.9	22-23	0.4	1.21
XXI	21.4	24.5	23.0	24-25		
XXIII	20.7	25.5	22.2	21-22	1.4	1.25

Table 8. Continuation

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Average %	Mode %	Standard deviation	Skewness
XXVI	23.8	23.8	23.8	23-24		
XXVIII	24.5	24.5	24.5	24-25		
XXIX	24.9	24.9	24.9	24-25		
XXXI	23.5	24.5	23.7	23-24	0.3	2.44
Németbánya-South						
Nb VI	19.2	24.9	22.4	21 22	1.2	0.11
XVI	22.2	24.5	23.4	24 25	1.1	0.05
XVIII	18.8	25.4	22.9	23 24	1.1	0.06
XIX	21.0	25.7	22.9	22 23	1.1	0.20
XXIV	22.4	25.2	22.8	23-24	0.6	1.78
XXVII	21.8	23.8	22.1	21-22	0.7	2.17
XXX	22.2	22.2	22.2	22-23		
XXXII	20.9	25.1	24.3	24-25	1.1	-2.30
XXXIII	21.8	26.5	25.5	26 27	1.9	1.56
Western downfaulted block						
Bj I	22.7	25.9	24.8	25 26	1.1	0.73
Nb-IV	18.2	23.8	22.0	23-24	2.5	-1.04
X	20.6	24.5	22.8	22-23	0.7	0.96
XXII	23.0	23.0	23.0	22-23		
Iharkút-North-east						
Kir-I	21.8	23.8	22.9	22-23	0.5	0.72
Kir-II	21.8	25.8	23.5	24-25	1.2	-0.13
Tev I	19.5	23.2	21.1	21 22	0.8	0.13
Tev II	18.7	23.6	21.9	21 22	1.4	0.03
Tev III	18.6	21.0	19.7	18 19	1.0	0.44
Pápa-I	20.5	23.8	22.9	23-24	0.9	-0.64
Pápa-II	18.8	23.0	21.3	22-23	1.4	-0.87
Pápa-III	19.5	21.8	21.3	21-22	0.7	-1.40
Pápa-IV	19.6	24.9	22.1	22-23	1.5	0.87
Vör-I	19.8	23.8	21.6	22-23	1.1	-0.24
Vör-II	21.2	23.6	23.0	23-24	0.6	-1.06
Sármás						
Sár-I	22.6	26.1	24.7	24 25	0.5	0.06
Sár II	28.7	28.7	28.7	28 29		
Sár III	24.8	24.8	24.8	24 25		

The weighted averages of the *sectors* are very similar. It is highest in the Sármás sector with 25.0%, followed by the Iharkút-North sector with 23.4%. It is smallest in the Iharkút-North-east sector with 21.9%.

The differences are larger at the level of the *bauxite accumulations*. The highest Fe₂O₃ content was detected in the Németbánya-XXXIII accumulation with 25.5%. On the other hand, the smallest average was found in the Tevelvár-III accumulation with 19.7%. No areal trend was detected at this level of study.

We calculated additionally the *standard deviation* of the Fe₂O₃ distribution separately for all bauxite accumulations. It varies generally from ±0.5 to 2.0%. These values correspond to a low variability at the level of the accumulations.

The values of the *statistical skewness* were also calculated for the accumulations, where more than 3 boreholes dissected bauxite. They are presented in Table 8. The skewness was more than ±1,0 in only 16 accumulations. For these accumulations we applied the Tukey's maximum likelihood estimators, to obtain unbiased results. The skewness is positive in most cases.

The most frequent values — *modes* — were also calculated for all accumulations and presented in Table 8. The modes occur most frequently between 22 and 24%, being situated very close to the weighted averages. The highest mode was detected in the Iharkút-XI accumulation with 25–26%, followed by the Sármás-I accumulation with 24–25%.

We continued the geochemical evaluations at the level of the *boreholes*. As for the other chemical components, we indicated the maximum and minimum values in Table 8. The minimum is less than 20% in 17 accumulations, Low iron

bauxites occur rarely. They are more frequent in the bauxite deposits of the south-western part of the Bakony Mountains. The maximum values are very uniform, situated in most cases between 24 and 26%.

Frequency histograms have been constructed for all accumulations where more than 10 boreholes penetrated bauxite. The corresponding Gauss-curves were also calculated (Figure 29). The frequency histograms indicated that low iron bauxite (with less than 10% Fe_2O_3) occurs in only very limited percentage.

The variability of the Fe_2O_3 content is slightly higher at the level of the *analysed sampling intervals*. The highest Fe_2O_3 at this level was detected in the Némethánya–XXXIII accumulation with 31.1%. Much higher maximum intervals were found in the deposits of the south-western area of the Bakony Mountains. The reason for this difference is — in our opinion

— that epigenetic geochemical processes mobilised the Fe_2O_3 content to a much more limited extent.

The Fe_2O_3 content is generally highest in the central part of the bauxite accumulations.

The average Fe_2O_3 of the *clayey bauxite* is smaller than that of the bauxite and it is characterized by low variability.

The *bauxitic clay* contains less Fe_2O_3 than the clayey bauxite, it is less than 10% at the bottom of the bauxite sequences and along the walls of the sinkholes.

As mentioned in the lithologic chapter, no aluminous ferrite was detected so far in the Iharkút bauxite.

The TiO_2 content

The analytical error of the TiO_2 determination with the wet analytical method is $\pm 0.2\%$. The weighted average for the bauxite of the entire Iharkút deposit is 2.5%. This value is higher than those of the deposits in the south-western part of the Bakony Mountains. The main statistical parameters of the TiO_2 content are presented in Table 9.

Table 9. Main statistical parameters of the TiO_2 content of the bauxite

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Average %	Mode %	Standard deviation	Skewness
Iharkút-North						
Ik VIII	1.9	2.8	2.5	26-27	0.2	1.22
IX	2.2	2.8	2.5	23-24	0.2	0.69
XI	1.7	2.7	2.4	23-24	0.2	-0.70
XIII	2.6	2.6	2.6			
XV	2.1	2.8	2.5	23-24	0.3	0.20
XVI	2.1	2.8	2.6	27-28	0.2	-0.87
Iharkút-Central						
Ik I	2.1	2.4	2.3	23-24	0.1	0.73
II	2.0	2.6	2.3	24-25	0.2	0.43
III	2.1	2.4	2.3	22-23	0.9	0.19
IV	2.3	2.8	2.5	25-26	0.1	-0.09
V	2.1	2.8	2.5	24-26	0.2	0.05
VI	2.0	2.5	2.3	23-24	0.2	0.17
VII	2.2	2.8	2.5	25-26	0.1	-0.11
Nb-IX	2.2	3.0	2.5	22-23	0.3	0.49

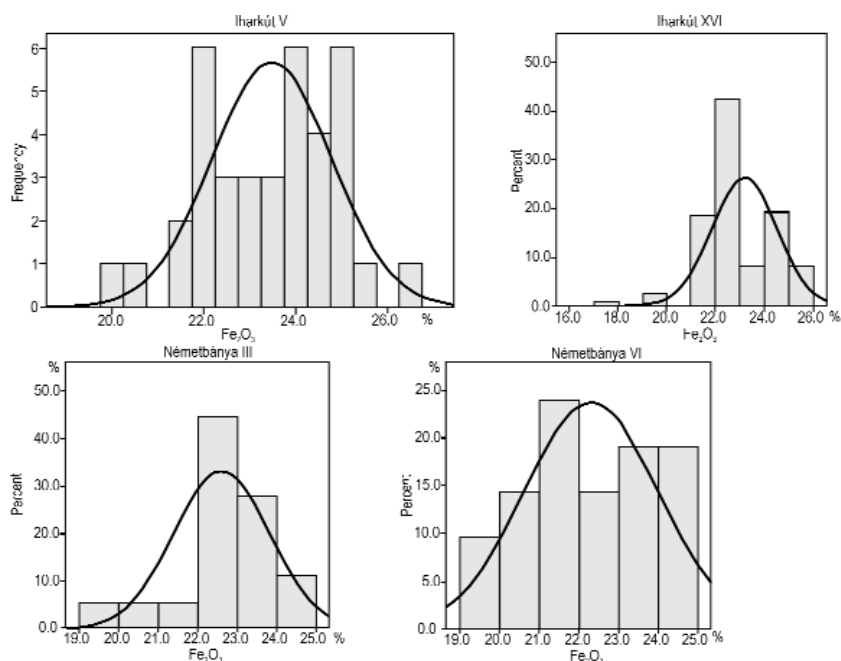


Figure 29. Frequency histograms of the Fe_2O_3 contents of the Iharkút bauxite
29. ábra. Négy jellegzetes Fe_2O_3 gyakorisági hisztogram

Table 9. Continuation

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Average %	Mode %	Standard deviation	Skewness
Németbánya-North						
Ik XII	1.9	2.5	2.2	21 22	0.1	0.97
Nb I	1.3	3.1	2.3	23 26	0.3	0.61
II	2.1	2.6	2.4	25 26	0.2	0.17
III	1.9	2.8	2.5	22-24	0.2	-0.30
V	2.0	2.7	2.4	23-24	0.2	0.28
VII	1.9	2.4	2.3	24-25	0.2	-0.93
VIII	2.1	2.7	2.2	22-23	0.1	3.00
XI	2.0	2.7	2.6	26 27	0.2	1.71
XIII	1.9	2.7	2.5	24 25	0.2	1.66
XIV	2.2	2.7	2.5	24 25	0.1	0.07
XV	2.5	2.5	2.5			
XVII	2.0	2.7	2.3	21 22	0.2	1.07
XX	2.4	2.4	2.4			
XXI	2.1	2.5	2.3	23-24		
XXIII	2.1	2.6	2.3	22-23	0.1	1.31
XXVI	2.3	2.3	2.3			
XXVIII	2.0	2.0	2.0			
XXIX	2.3	2.3	2.3			
XXXI	2.2	2.4	2.3	22 23	0.1	0.27
Németbánya-South						
Nb VI	2.0	2.7	2.3	22 23	0.2	0.12
XVI	2.4	2.5	2.4	24-25	0.1	2.00
XVIII	2.0	2.8	2.6	26-27	0.2	-1.56
XIX	1.7	2.5	2.3	24-25	0.2	-0.32
XXIV	2.0	2.5	2.5	24-25	0.1	-3.02
XXVII	2.2	2.5	2.5	25 26	0.1	2.44
XXX	2.3	2.3	2.3			
XXXII	2.4	2.5	2.4	24 25	0.1	0.07
XXXIII	2.5	2.9	2.9	29 30	0.1	4.04
Western downfaulted block						
Bj I	2.2	2.8	2.6	26 27	0.1	0.51
Nb-IV	2.2	2.9	2.5	22-23	0.3	0.56
X	1.6	2.4	2.3	23-24	0.2	-1.94
XXII	2.2	2.2	2.2			
Tharkút-North-east						
Kir I	2.3	2.9	2.5	26 27	0.2	0.22
Kir II	2.2	2.9	2.5	25 26	0.2	0.17
Tev I	2.2	2.7	2.5	24 25	0.1	0.19
Tev-II	2.2	2.6	2.5	24-25	0.1	-1.10
Tev-III	2.4	2.6	2.5	25-26	0.1	-0.92
Pápa-I	2.2	2.8	2.4	23-24	0.2	0.43
Pápa-II	2.2	2.6	2.4	25-26	0.1	-0.34
Pápa-III	2.5	2.7	2.6	25-26	0.1	0.08
Pápa-IV	2.2	2.9	2.7	26-27	0.2	-0.60
Vör-I	2.2	2.6	2.4	24-25	0.1	-0.80
Vör II	2.2	2.6	2.4	24 25	0.1	0.80
Sármás						
Sár I	2.3	3.0	2.8	27 28	0.1	0.93
Sár II	2.5	2.5	2.5			
Sár III	2.8	2.8	2.8			

The averages of the sectors are very similar. Highest is the average of the Sármas sector with 2.8%. It is followed by the Iharkút–North, –North-east, and Némethánya–South sectors with 2.5%. The average is 2.4% in the Iharkút–Central sector and 2.3% in the Némethánya–South sector.

The averages of the *bauxite accumulations* are also very similar. Highest is the average of the Némethánya–XXXI–II accumulation with 2.9%. It is 2.5% in most accumulations. The smallest detected average is 2.2% in the Némethánya–VIII accumulation. No areal trend was observed on the level of the bauxite accumulations.

The variability of the TiO_2 content was evaluated by the *standard deviation*. It is significantly smaller than that of the Al_2O_3 , TiO_2 and Fe_2O_3 contents. It varies in most accumulations from ± 0.10 to 0.25%. The highest value was detected in the Némethánya–I accumulation with $\pm 0.34\%$.

We calculated also the values of the *statistical skewness*. It is smaller than ± 1.0 in most accumulations, having both positive and negative asymmetry. Thus the weighted averages are considered as unbiased ones.

The *modes* of the distributions were also calculated and presented in Table 9. The modes vary in most accumulation between 2.4 and 2.5%. The modes are between 2.1 and 2.2% in the Iharkút–XII, the Némethánya–XVII and the Némethánya–XXII accumulations.

The differences are larger at the level of the *boreholes*. Their minimum values are between 1.6 and 1.9% the maximum values are smaller than 3.1%. This indicates a very uniform TiO_2 distribution in the bauxite. In the Nyirád deposit the maximum values reached 4.4% TiO_2 .

We constructed *frequency histograms* for the TiO_2 content of the bauxite, for those accumulations where more than 10 boreholes dissected bauxite. The corresponding Gauss-curves were also constructed. The distribution is almost symmetrical in most accumulations. An intense, right sided asymmetry was detected in the Iharkút–XVI accumulation (Figure 30).

We observed a more limited variability at the level of the *analysed sampling intervals*. The largest values are between 3.0 and 3.6% TiO_2 . Most of them occurred in the Iharkút–North-east sector.

These values are far below those of the Nyirád bauxite with 4.0 to 5.6% highest analysed intervals. In the Iharkút deposit even the smallest analysed intervals contain more than 1.5% TiO_2 .

The *clayey bauxite* contains less TiO_2 than the bauxite. The composition is more uniform than in the clayey bauxites of the south-western part of the Bakony Mountains.

The *bauxitic clay* contains generally 1.2 to 1.8% TiO_2 , higher values occurring very rarely. The highest value was found in the Sármas–I accumulation with 2.4%.

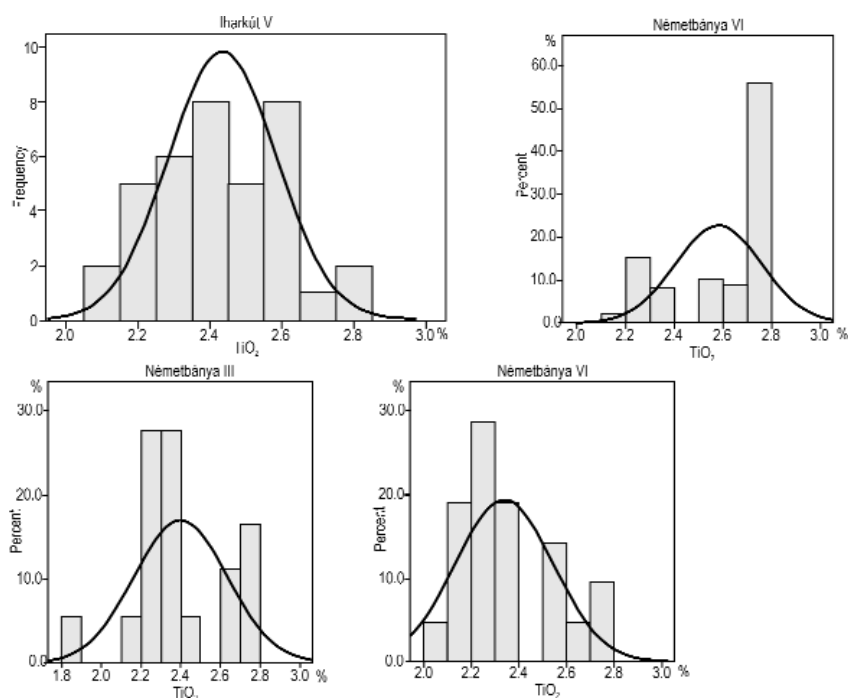


Figure 30. Frequency histograms of the TiO_2 contents of the Iharkút bauxite
30. ábra. Négy jellegzetes TiO_2 gyakorisági hisztogram

Loss on ignition (L.O.I.)

The analytical error of the determinations with the wet chemical method is $\pm 0.3\%$. The loss on ignition includes also some CO_2 and SO_3 . As the Iharkút bauxite contains only very few of these components, it expresses in unbiased way the chemical-bound H_2O content of the bauxite. The main statistical parameters of the ignition loss are presented in Table 10.

The geochemical evaluation of the ignition loss content is particularly important as it furnishes information on the boehmite/gibbsite ratio of the bauxite. According to our geochemical experiences the bauxite is overwhelmingly boehmitic if the ignition loss is less than 14%. It has a mixed boehmitic-gibbsitic composition if the ignition loss is between 14 and 19%. Finally, it is predominantly gibbsitic if the ignition loss is more than 19%.

Table 10. Main statistical parameters of the loss on ignition of the bauxite

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Average %	Mode %	Standard deviation	Skewness
Iharkút-North						
Ik VIII	11.3	15.0	12.8	12-13	0.9	0.66
IX	11.8	12.7	12.2	12-13	0.2	0.44
XI	11.8	17.7	13.3	12-13	1.5	1.25
XIII	12.6	1.26	12.6	12-13		
XV	12.5	13.4	13.0	12-13	0.3	0.02
XVI	11.7	19.0	13.4	12-13	1.4	0.18
Iharkút-Central						
Ik-I	12.7	18.5	16.4	16-17	1.7	-0.88
II	12.5	21.1	16.2	16-17	2.3	0.13
III	12.9	16.9	15.6	16-17	1.5	1.01
IV	11.8	15.9	12.6	12-13	1.1	1.68
V	11.5	18.8	15.2	14-15	1.8	0.03
VI	12.1	15.7	13.6	13-14	1.4	0.49
VII	11.9	17.4	13.2	12-13	1.3	0.91
Nb IX	12.7	21.0	17.7	18-19	2.2	0.44
Németbánya North						
Ik-XII	13.8	20.2	19.1	20-21	1.2	-1.26
Nb-I	12.2	18.7	16.1	12-14	2.5	-0.30
II	12.5	18.4	17.5	18-19	1.4	-1.84
III	12.3	20.5	16.2	12-13	2.4	0.27
V	12.9	17.7	15.6	17-18	2.2	-0.10
VII	14.7	16.1	15.8	16-17	0.4	1.73
VIII	14.2	18.6	14.9	14-15	0.8	3.45
XI	11.8	18.9	16.3	15-16	1.7	0.06
XIII	12.2	16.7	15.5	15-16	1.0	-1.29
XIV	12.1	17.6	16.1	15-16	1.3	-0.87
XV	13.4	13.4	13.4	13-14		
XVII	12.7	16.7	15.1	15-16	1.2	-0.62
XX	13.0	17.8	16.7	16-17	1.4	-1.74
XXI	13.4	15.7	14.8	15-16		
XXIII	14.1	19.7	17.7	17-18	1.8	0.88
XXVI	15.4	15.4	15.4	14-15		
XXVIII	12.5	12.5	12.5	12-13		
XXIX	14.1	16.0	15.0	14-15		
XXXI	12.1	14.8	14.1	13-14	0.8	-1.15
Németbánya South						
Nb-VI	13.7	19.5	16.0	15-16	1.7	0.75
XVI	15.0	17.5	16.4	16-17	1.0	-0.82
XVIII	13.0	20.3	17.2	17-18	2.0	0.25
XIX	14.0	17.6	15.9	14-15	1.2	0.41
XXIV	12.2	15.7	14.9	14-15	0.5	3.35
XXVII	13.0	15.2	14.8	15-16	0.8	-2.13
XXX	16.5	16.5	16.5	16-17		
XXXII	13.1	15.2	14.8	15-16	0.1	-0.25
XXXIII	12.8	16.1	15.5	15-16	0.7	-3.24
Western downfaulted block						
Bj-I	11.4	13.7	12.4	12-13	0.7	0.46
Nb IV	12.1	15.8	13.6	15-16	1.7	0.30
X	11.9	15.9	13.6	15-16	1.5	0.03
XXII	14.2	14.2	14.2	14-15		

Table 10. Continuation

Name and no of the deposits	Minimum %	Maximum %	Average %	Mode %	Standard deviation	Skewness
Iharkút-North-east						
Kir-I	11.7	19.1	18.0	18-19	1.4	-1.92
Kir-II	13.9	18.3	15.5	14-15	1.8	0.64
Tev-I	15.0	19.8	17.5	19-20	1.7	-0.27
Tev-II	16.0	21.3	16.9	17-18	0.9	1.88
Tev-III	16.3	18.4	17.2	16-17	0.8	0.27
Pápa-I	15.5	20.7	17.4	13-14	1.3	0.10
Pápa-II	15.8	21.1	18.4	19-20	2.0	0.15
Pápa-III	16.0	17.8	17.1	17-18	0.8	-0.51
Pápa-IV	16.1	21.8	17.8	16-17	1.5	0.87
Vör-I	15.5	20.0	18.3	19-20	1.4	-0.08
Vör-II	14.5	19.8	17.0	17-18	1.9	-0.06
Sármás						
Sár-I	11.8	12.6	12.2	12-13	0.2	0.16
Sár-II	11.3	11.3	11.3	11-12		
Sár-III	11.4	11.4	11.4	11-12		

The weighted average of the ignition loss for the *bauxite* of the *entire deposit* is 14.8%. It corresponds to a mixed boehmitic-gibbsitic composition. The differences of the averages between the *sectors* are significant. It is highest in the north-eastern sector with 17.4%. The other sectors contain between 15 and 16%. Overwhelmingly boehmitic are the Iharkút-North (12.9%) and the Sármás sectors (12.0%).

The differences are even larger at the level of the *bauxite accumulations*. Highest are the averages in the Iharkút-North-east sector varying between 15.5 and 18.4% (Pápvár-II accumulation). The differences between the accumulations are largest in the Némethánya north sector. The Iharkút-XII accumulation is overwhelmingly gibbsitic with 19.1%. On the other hand, the Némethánya-XII accumulation is clearly boehmitic with 12.5% ignition loss content. All the six accumulations of the Iharkút-North sector are of boehmitic composition. Finally, the Sármás accumulations are the most clearly boehmitic ones with 11.4 and 12.2% ignition loss.

In a next step we calculated the average *standard deviation* of all bauxite accumulations. The largest one was found in the Némethánya-I accumulation with $\pm 2.28\%$. It is in most accumulations between ± 1 and 2%. This corresponds to a low level variability.

The *statistical skewness* was also calculated for the distribution of all accumulations. It surpasses the ± 1.0 value only in 13 accumulations. The skewness has in most cases a negative direction. We applied “Tukey’s maximum likelihood estimators” in the same way as in the case of the other components to obtain unbiased results.

The *modes* of the distributions have been also determined, based on the frequency histograms. The largest mode was detected in the Iharkút-XII accumulation with 20–21%, followed by 19–20% values in the Tevelvár-I, Pápvár-II and Vörösföld-I accumulations. All these modes indicate a gibbsitic mineral composition. The mode is in most accumulations between 14 and 19%, finally in 14 accumulations 12–13%. The last one indicates a boehmitic mineral composition.

We continued our geochemical study at the level of the *boreholes*. First the maximum and minimum values were determined. The lowest minimum was 11.3% in a borehole of the Iharkút-VIII accumulation, corresponding to boehmitic bauxite. The highest one is 21.8%, corresponding to a gibbsitic bauxite in a borehole of the Pápvár-IV accumulation. There is a considerable mineralogical difference between these two values.

As mentioned above, the *frequency histograms* have been also calculated, for the accumulations where more than 10 boreholes penetrated bauxite. The corresponding Gauss-curves indicate a close to symmetric frequency distribution (Figure 31).

The study was continued at the level of the *analysed intervals*. All productive boreholes were included in this study. The variability of the distribution is highest at this level of study. The highest ignition loss values are situated in most boreholes in the top part of the bauxite. It indicates a secondary gibbsitisation. The highest single intervals contain 22–25% ignition loss.

The ignition loss of the *clayey bauxite* is in most places 13–16%. The variability of the distribution is more limited than in the bauxite.

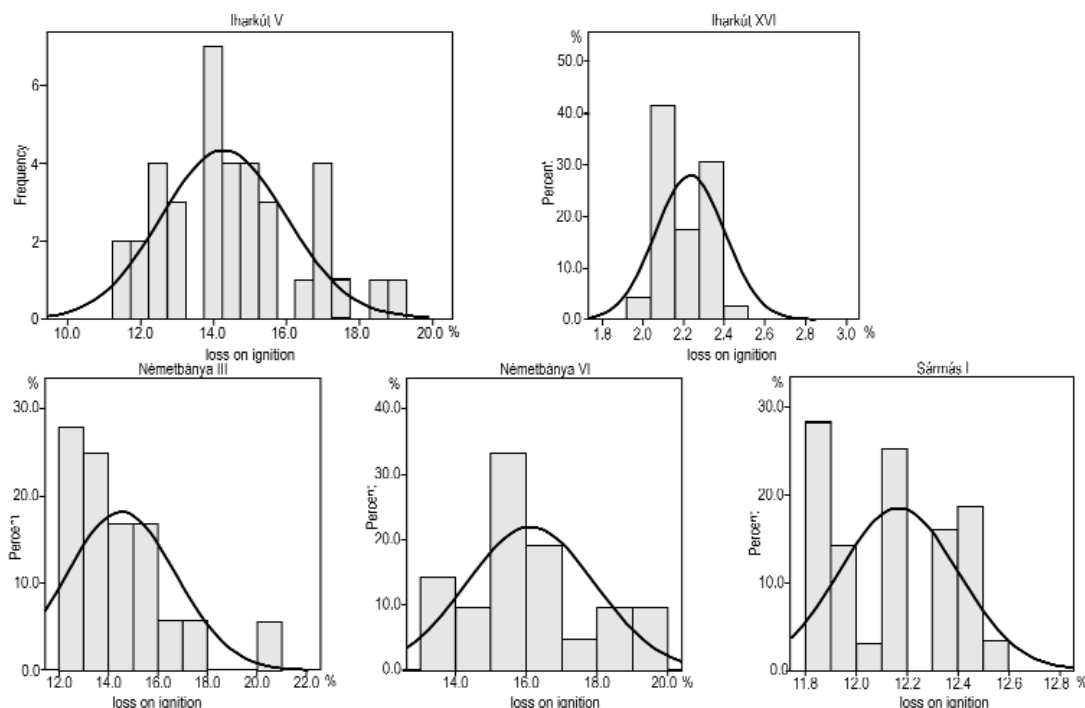


Figure 31. Frequency histograms of the ignition loss of the Iharkút bauxite
31. ábra. Öt jellegzetes izzítási veszteség gyakorisági hisztogram

Loss on ignition of the *bauxitic clay* is even higher because of the much higher kaolinite content. It varies generally between 14 and 16%. The variability of the values is even more limited.

The interrelations between the main chemical components

We discussed in the foregoing chapter the geochemical properties of the main chemical components separately. In the followings we study their interrelations. Our evaluations will be concentrated to the bauxite, because it is the most important lithologic type in both scientific and economic respects.

The differences between their chemical compositions can be best demonstrated by *fuzzy membership functions*. This method has been applied already in the former four monographs on bauxite deposits. The “core” of the membership function is in this case the weighted average of the given lithologic type. The analytical error is placed on both sides of the core. The “support” of the membership function extends from the minimum borehole average to the maximum one. We present as an example the fuzzy membership functions of the Iharkút–V bauxite accumulation (Figure 32), where 37 boreholes dissected bauxite. The largest differences exist in the SiO_2 content, as the lithologic classification was based on this component. The difference between the cores of the bauxite and the clayey bauxite is 11.8%, between the clayey bauxite and the bauxitic clay 16.8%.

The core of the membership function of the Al_2O_3 content shows a difference of 5.9% between the bauxite and the clayey bauxite. A further 9.2% difference exists between the clayey bauxite and the bauxitic clay. There is a very small overlapping between the supports of the membership functions.

The differences are much more limited between the remaining three components (Fe_2O_3 , TiO_2 , ignition loss). It is 1.5% between the cores of the bauxite and clayey bauxite in the case of the ignition loss. It is 0.9% in the case of the TiO_2 and only 0.6% in the case of the Fe_2O_3 content. Similar small differences were detected between the clayey bauxite and the bauxitic clay. There is a significant overlapping between the corresponding supports. The membership functions of the other bauxite accumulations are very similar to the above example.

The *variability of the distribution* was discussed already in the foregoing chapters, but separately. The standard deviations were calculated to express the degree of variability. But the variability of the main components cannot be compared directly by this parameter. The “relative standard deviations” are suitable to this purpose. The standard deviation must be divided by the corresponding weighted average to obtain this parameter. We calculated the relative standard deviations for all accumulations of the Iharkút deposit, separately for the five main components. These values are reliable only where more than three boreholes penetrated bauxite. The smallest and largest relative standard deviations of all sectors are presented in Table 11.

The variability of the Al_2O_3 content is the smallest, with 1–7% relative standard deviations. It is followed by the Fe_2O_3 content with 1–11%. It is 2–15% for the TiO_2 and 3–15% for the ignition loss contents. The SiO_2 content has by far the highest variability with 8–68% relative standard deviations.

The variability of the four formerly evaluated bauxite deposits in the south-western area of the Bakony Mountains is smaller than that of the Iharkút bauxite. On the other hand, the variability within the Iharkút deposit is rather uniform, the differences between the sectors being very limited. A further general experience of this study was that the variability of the bauxite slightly increases upward, being the highest at the top of the accumulations.

In a further step *bivariate correlation analysis* was carried out by us for the sectors, the bauxite accumulations and the bauxite averages of the productive boreholes. The results of the sectors are presented in Table 12. All components were compared with the Al_2O_3 content, this being the most important chemical component. Our most important result is that the bivariate correlations are almost in all cases and levels non-linear. Scatter plots were constructed for all cases. They showed that the correlation between the chemical components is very loose. We constructed mathematically calculated generalized curves to all scatter plots, using sub-linear, quadratic and cubic generalisation (“smoothing”). The results for the sectors are presented on Figure 33.

The SiO_2 content is correlated with the Al_2O_3 by a quadratic relationship, decreasing with increasing Al_2O_3 content. Most averages are close to the curve. The Sármas sector is an exception in this respect, showing a much smaller SiO_2 average value. We excluded this sector from the mathematical calculations for this reason. Finally the rate of the SiO_2 decrease is steeper in the Iharkút deposit, than that of the Nyírad–East deposit (see BÁRDOSY 2011 Figure 34).

The Fe_2O_3 content increases with the Al_2O_3 having a quadratic relationship. The Sármas sector is different also in this respect, having much larger Al_2O_3 values. For this reason we did not include it into the calculation of the smoothed curve. The Fe_2O_3 content of the bauxite decreases with the increasing Al_2O_3 content. This process can be explained by diagenetic and epigenetic dissolution of iron under reducing conditions.

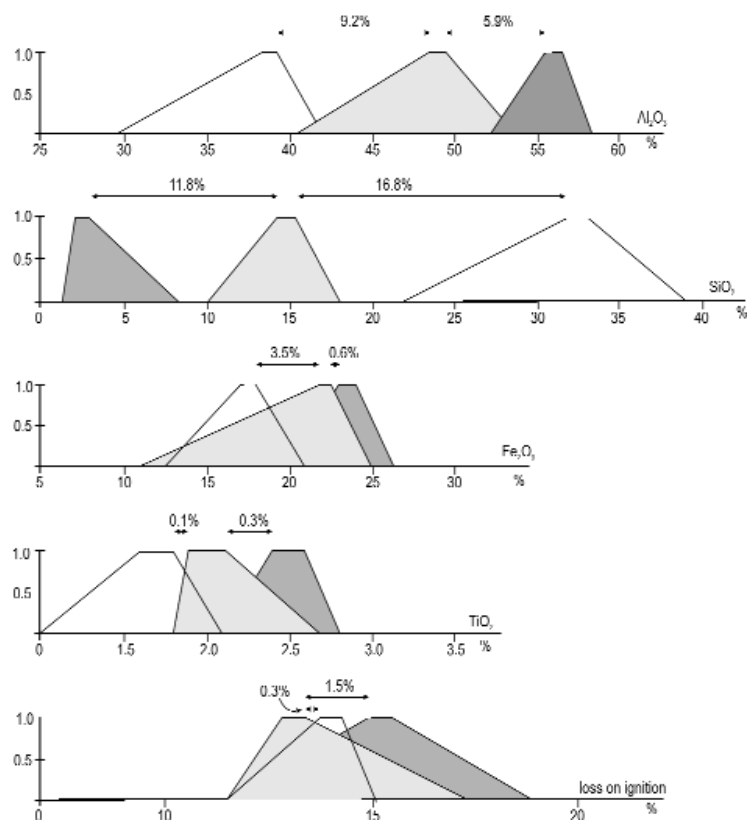


Figure 32. Fuzzy membership functions of the main chemical components of the Iharkút bauxite

32. ábra. Az iharkúti bauxit fő kémiai komponenseinek fuzzy tagságfüggvényei

Table 11. Relative standard deviation of the bauxite of the sectors

Name of the area	Al_2O_3 %	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %	Ignition loss %
Iharkút North	4–7	27–41	3–11	7–12	2–11
Iharkút Central	2–4	12–54	2–7	4–20	9–14
Németbánya North	1–3	8–68	1–6	3–15	3–15
Németbánya South	1–4	3–58	3–8	2–9	1–11
Western downfaulted block	2–4	24–51	3–11	5–13	6–13
Iharkút North-east	1–4	12–32	2–6	2–10	5–12
Sármas	1–2	43–44	2–3	5–6	2–3

Table 12. Average of the composition of the bauxite of the sectors

Name of the area	Al_2O_3 %	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %	Ignition loss %
Iharkút North	53.2	5.2	23.4	2.5	12.9
Iharkút Central	55.0	4.1	23.0	2.4	15.1
Németbánya North	53.3	5.2	22.8	2.3	15.7
Németbánya South	52.4	5.2	23.0	2.5	15.9
Western downfaulted block	54.9	4.8	23.2	2.4	13.4
Iharkút North-east	50.9	5.7	21.9	2.5	17.4
Sármas	54.5	3.0	25.0	2.8	12.0

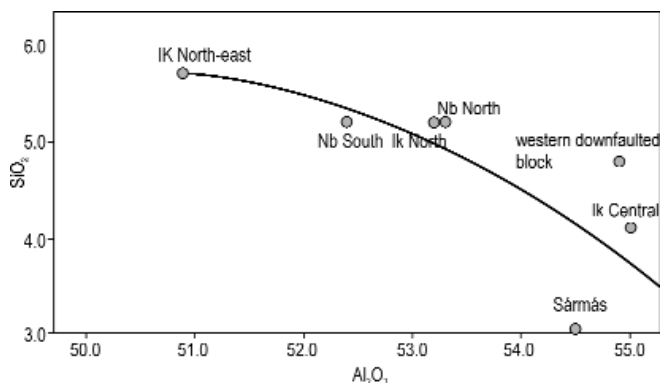


Figure 33. Correlation diagrams for the main chemical components of the bauxite (sector-averages)

33. ábra. A bauxit fő kémiai komponenseinek korrelációs diagramjai a területátlagok szintjén

The TiO_2 content of the bauxite also diminishes with increasing Al_2O_3 content following the shape of a quadratic curve (Figure 34). The TiO_2 values follow closely the slope of the curve except the Sármas sector, where the TiO_2 values are significantly higher than the curve. For this reason, we excluded this sector from the calculation of the smoothing curve.

The values of the ignition loss of the bauxite also decrease with increasing Al_2O_3 content. It can be explained by the changing gibbsite/boehmite ratio when the bauxite has less ignition loss. The correlation is rather loose in this respect.

In the next step the *sectors* have been evaluated separately. As an example the Iharkút–Central sector is presented on Figure 35. The numbers of the accumulations have been indicated on the figure, for a better understanding.

The correlation between the Al_2O_3 and SiO_2 contents of the bauxite is closer than in the foregoing step of our study. The averages of the accumulations fit very well to the quadratic smoothing curve. The correlation is even closer between the Al_2O_3 and the Fe_2O_3 contents. The curve is clearly quadratic. The Fe_2O_3 content increases with increasing Al_2O_3 content. The averages of the individual accumulations fit well to this quadratic curve. Exceptions are only the Iharkút–I and –VI accumulations with their values situated much higher than the quadratic curve.

It was impossible to construct a smoothing correlation curve to the TiO_2 content of the bauxite as all averages are situated at the 2.3% and 2.5% TiO_2 values. The loss on ignition decreases with increasing Al_2O_3 content. The averages of the accumulations fit well to the sub-linear correlation curve. Only two averages differ significantly from the curve, namely the Iharkút–III and –V accumulations.

The correlation analysis was followed at the level of *single accumulations*, based on the bauxite averages of the boreholes. As an example, the results of the Iharkút–V accumulation are presented on Figure 36, as the largest number of boreholes dissected here bauxite.

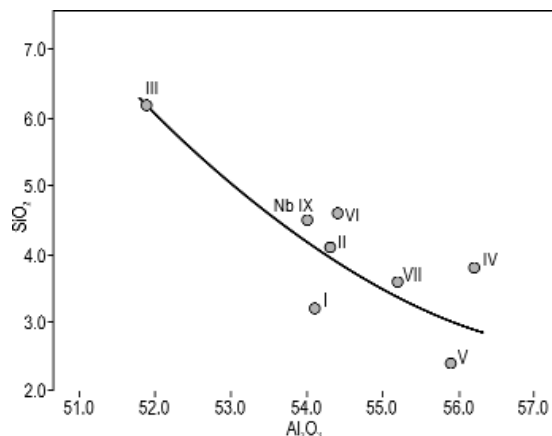


Figure 34. Correlation diagrams for the main chemical components of the bauxite (accumulation-averages)

34. ábra. A bauxit fő kémiai komponenseinek korrelációs diagramjai a telepátlagok szintjén

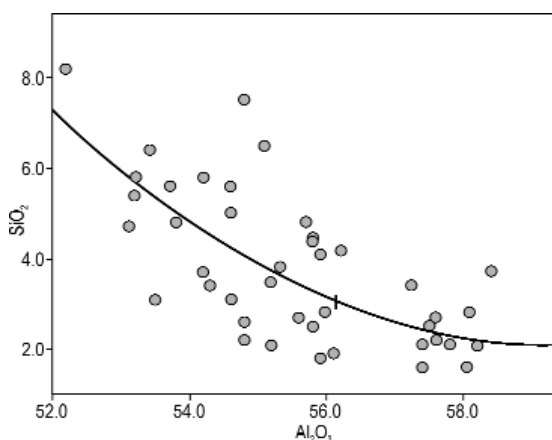


Figure 35. Correlation diagrams for the main chemical components of the bauxite (borehole-averages)

35. ábra. A bauxit fő kémiai komponenseinek korrelációs diagramjai a fúrásátlagok szintjén

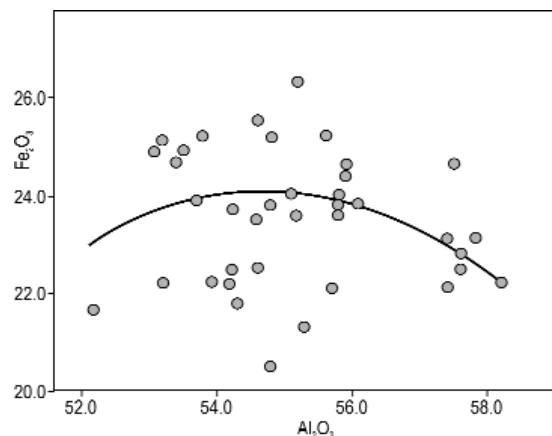


Figure 36. Correlation diagrams for the main chemical components of the bauxite (borehole-averages)

36. ábra. A bauxit fő kémiai komponenseinek korrelációs diagramjai a fúrásátlagok szintjén

The Al_2O_3 and SiO_2 correlation is very close, following the shape of a quadratic smoothing curve. The SiO_2 content clearly diminishes with increasing Al_2O_3 content (Figure 37). This correlation is closer than that at the Nyirád-east deposit.

The Al_2O_3 and Fe_2O_3 correlation is very loose. The borehole averages are situated disseminated, like a cloud. The calculated smoothing curve is of cubic shape. The Fe_2O_3 content first slightly increases reaches its maximum at the 55% Al_2O_3 content and above it slightly decreases. The Al_2O_3 and TiO_2 smoothing curve is also calculated by cubic shape. The fit of the individual borehole averages is very loose.

The Al_2O_3 and ignition loss correlation is almost linear. The fit of the individual averages is very loose. The ignition loss content increases very slightly with increasing Al_2O_3 contents.

As a conclusion, our experience is that the scaling-effect is stronger in this respect in the Iharkút deposit, than in the four evaluated deposits in the south-western part of the Bakony Mountains.

In the foregoing part of this chapter the interrelations of the main chemical components were investigated on a *bivariate* mathematical level. In the following the results of *multivariate methods* will be presented. They allow a much more complete understanding of the interrelations. First *hierarchical agglomerative cluster analysis* was applied, as according to our experiences, it is the most suitable multivariate method for the geochemical study of bauxites. *Dendrograms* were constructed from the calculated clusters. First, clusters of the sectors were calculated and their dendrograms were presented on Figure 38. Two large groups can be distinguished on the dendrograms. The first group consists of the Iharkút–Central and –North sectors. The Sármas sector is only loosely related to this group. The second group contains the Németbánya–North and –South sectors. The two clusters are very closely connected with each other. The Iharkút–North-east sector also belongs to this group, but it is only loosely related to it.

The dendrograms furnished very important information about the directions of the bauxite transport and about the geochemical processes that occurred during and after the accumulation phase. It is a significant fact that the multivariate compositions of the sectors are most closely related in neighbouring sectors — e.g. Németbánya–North and –South.

In a next step the clusters of the *individual accumulations* have been calculated and corresponding dendrograms were constructed. As an example the dendrogram of the Iharkút–North-east sector is presented (Figure 39). We intended to clarify by the dendrogram whether the four groups of accumulations, distinguished during the exploration phase (Királykapu, Tevelvár, Pápavár, Vörösföld) correspond to real geochemical differences? However,

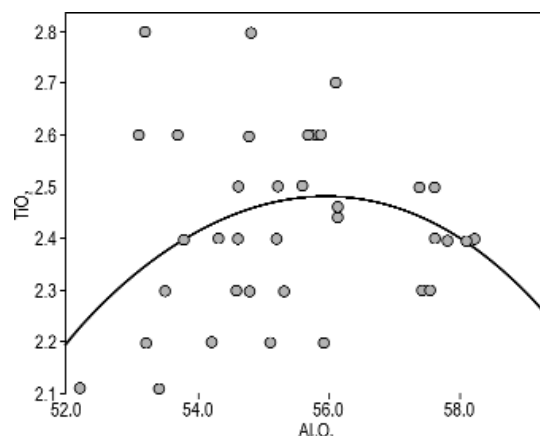


Figure 37. Correlation diagrams for the main chemical components of the bauxite (borehole-averages)

37. ábra. A bauxit fő kémiai komponenseinek korrelációs diagramjai a fúrásátlagok szintjén

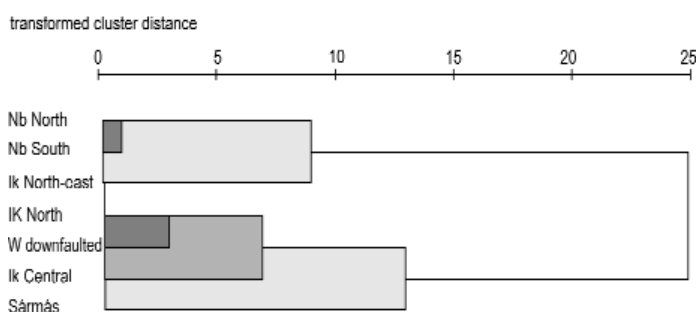


Figure 38. Dendrogram of the averages of the main chemical components in s.str.bauxite of deposits

38. ábra. A fő kémiai komponensek lencseátlagainak dendrogramja a szorosan vett bauxitra

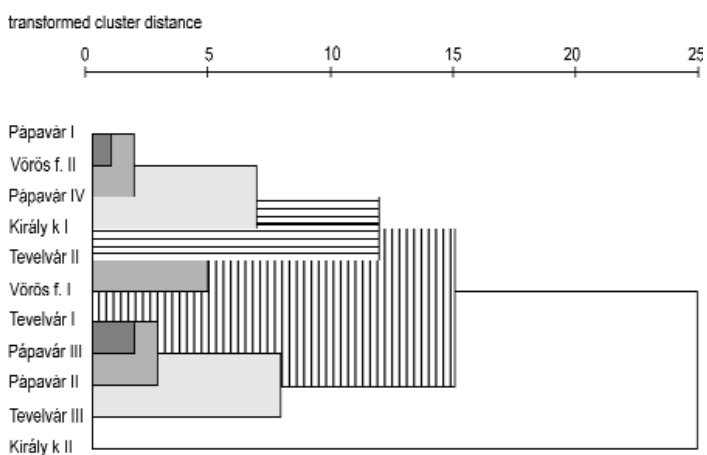


Figure 39. Dendrogram of the averages of the main chemical components in s.str. bauxite-grade samples of the Pápavár-Tevelvár district

39. ábra. A fő kémiai komponensek lencseátlagainak dendrogramja a szorosan vett bauxitra a Pápavár-Tevelvár területen

on the dendrogram only two groups of clusters could be distinguished. To the first group belong the Királykapu-I, the Tevelvár-II, the Pápvár-I and -IV, the Vörösföld-I and -II bauxite accumulations. The multivariate geochemical composition is closest between the Pápvár-I and Vörösföld-II accumulations. The second group contains the clusters of the Tevelvár-I, and -III, and the Pápvár-II, -III accumulations, situated in areal vicinity. Finally, the multivariate composition of the Királykapu-II accumulation significantly differs from that of the two foregoing groups and is related to them only very loosely (see the dendrogram). The reason for this difference is well explained by the resedimented nature of this bauxite, discovered already during the exploration phase.

In the formerly evaluated Szőc and Malom-völgy bauxite deposits an areal multivariate trend was discovered, expanding over the entire area of the given deposits. In the Iharkút deposit this trend is limited to well defined parts of the deposit. This is a significant geochemical difference between these two groups of deposits.

The accessory chemical components of the bauxite sequence

We have relatively few chemical analyses representing entire bauxite sequences from the Iharkút deposits. Sampling was limited mainly to the bauxite. Even they do not correspond to a true “representative sampling”, as the analysed intervals were randomly selected. For this reason the calculated statistical parameters have a high degree of uncertainty. Consequently, only averages, minimum and maximum values have been calculated. The drilling exploration reports contain averages for each accumulation. These values have been included into our geochemical evaluations. The research institute Aluterv-FKI published also results of chemical analyses from the Iharkút bauxite. These results were included into our monograph.

The CaO content

The analytical error of the wet chemical analyses is $\pm 0.2\%$ for the CaO content. The averages of the bauxite accumulations are presented in Table 17 (see later). Based on these results, the CaO content of the Iharkút bauxite is relatively low. The CaO content is less than 1.0% in most analysed intervals. It reaches 2–3% only intervals at the top of the bauxite layers. The averages of the bauxite vary from 0.30 to 0.46% in the Iharkút-I “concentration” (1978), according to the exploration report. The CaO content is very similar in the Iharkút-North sector too. The bauxite averages of the Némethánya-North sector vary from 0.13 to 0.65% CaO. The averages are slightly higher in the Némethánya-South sector varying from 0.22 to 0.89%. The CaO content is even larger in the Iharkút-North-east sector. It varies in the three Tevelvár accumulations from 0.06 to 5.10%, in the four Pápvár accumulations from 0.14 to 3.60% and in the two Vörösföld accumulations from 0.10 to 2.15%.

The Sármas-I accumulation, situated at the north-western edge of the Iharkút deposit contains in the average only 0.34% CaO.

There is generally no significant difference between the CaO content of the bauxite and the clayey bauxite. The CaO is generally present in the form of *calcite*, filling small fissures and forming small precipitations.

The MgO content

The analytical error of the MgO determinations by the wet method is $\pm 0.2\%$. Most analyses were carried out from the same samples analysed for CaO. The sampling is not “representative” also for the MgO content. According to the evaluation of the analysed samples the distribution of the MgO in the bauxite is less variable than that of the CaO content.

The bauxite of the Iharkút-I “concentration” contains according to the exploration report in the average 0.08 to 0.17% MgO. Even the highest single values are less than 0.42%. The bauxite of the Iharkút-North sector contains slightly more MgO, varying from 0.15 to 1.05%. The MgO content varies in the two Némethánya sectors from 0.11 to 0.29%.. Finally it ranges from 0.08 to 0.20% in the accumulations of the Iharkút-North-east sector. It reaches in a few single intervals 1.57% MgO. Finally, the Sármas-I accumulation contains in the average 0.14% MgO. According to mineralogical investigations, the MgO content of the bauxite is present in the form of detrital grains of *dolomite* mineral.

Sulphur content

The analytical error of the wet S determinations is $\pm 0.2\%$. The sulphur content of the Iharkút bauxite is much smaller than that of the four evaluated deposits in the south-western part of the Bakony Mountains. According to the exploration report of the Iharkút-I concentration the averages of the accumulations vary from 0.03 to 0.05% S. It is slightly higher in the Iharkút-North sector with 0.05–0.17% S content. The bauxite of the two Némethánya sectors contains 0.03 to 0.11% S. Very similar are the averages of the Iharkút-North-east sector, varying from 0.02 to 0.10%. The redeposited bauxite of the Királykapu-II accumulation contains in the average only 0.05% S. According to a general overview of the analytical results, we are of the opinion that this extremely low sulphur content may be uniformly distributed in the bauxite. The exploration reports do not contain mineralogic determinations for the sulphur content.

The MnO₂ content

The analytical error of the wet chemical analyses is $\pm 0,1\%$ MnO₂. Unfortunately, less analysis were performed for the MnO₂ content, than those for the CaO and MgO contents. It looks alike that the distribution of the MnO₂ content is more variable than those of the CaO and MgO contents. The average of the MnO₂ content is in the Iharkút-I “concentration”, according to the exploration report 0.28%, varying from 0.08 to 0.40%. The MnO₂ average of the bauxite in the Iharkút-North sector is 0.97%, single values reaching a maximum of 2.55%. In the borehole Ik-1059 (accumulation Iharkút-XI) below the bauxite 30 cm sandy aleurite was dissected, containing 14.0% MnO₂! (SZANTNER et al.1981).

The average is 0.28% and the maximum single value is 0.40% in the two Némethánya bauxite sectors. According to the exploration report, the average MnO₂ content of the two Királykapu bauxite accumulations is 0.68%. In the three Tevelvár accumulations the average is 0.23% and the maximum single value is 0.39%. The MnO₂ content varies from 0.42 to 1.48% in the Pápavár accumulations. Finally, it is 0.64 to 1.80% in the two Vörösföld accumulations. Highest is the MnO₂ content in the Sármás-I accumulation, varying from 0.55 to 2.86%. As a summary, the Iharkút bauxite contains — in our opinion — more MnO₂ than the four evaluated deposits of the south-western part of the Bakony Mountains.

No systematic *mineralogic investigations* were carried out on the manganese content of the Iharkút bauxite. The high MnO₂ content detected in the Iharkút-North sector permitted the detailed mineralogical study of the MnO₂-content present in the form of very small detritic grains. It turned out that they consist of *todorokite* and *ramsdellite* according to the investigations of DÓDONYI. It is probable that they were eroded from some Jurassic, Mn-containing marine sediments known from outcrops of the Bakony Mts (CRONAN 1980, MINDSZENTY et al. 1986, CRONAN et al. 1991).

The organic C content

Even less chemical analyses were performed on the organic C content than for the other accessory components. Detailed statistical calculations could not be carried out for this reason. The distribution of the organic C in the bauxite is very uniform. The organic C content is in all samples less than 0.20%.. Most values vary from 0.03 to 0.11%. This is in good accordance with the oxidative state of the Iharkút bauxite, as it favoured the oxidation of the initial, finely dispersed organic material. Systematic representative sampling would be necessary for a more detailed geochemical evaluation.

The P₂O₅ content

The analytical error of the wet chemical analyses is $\pm 0,1\%$ for the P₂O₅ content. The P₂O₅ content of the Iharkút bauxite is significantly higher. For this reason, more chemical analyses were carried out on this component than on the other ones. The exploration reports contain the P₂O₅ averages of each bauxite accumulation separately, plus the maximum and the minimum values of them. The average of the Iharkút-IV accumulation in the Iharkút-I “concentration” is the highest with 1.19% P₂O₅. On the other hand, the smallest is the average in the Iharkút-VII accumulation with 0.48%. A bauxite interval contained 2.42% P₂O₅ in the Ik-386 borehole (Iharkút-IV accumulation). The average phosphorus content of the Iharkút-IX accumulation is 0.70%. The highest interval was found in the Ik-179 borehole in the same accumulation with 2.45% P₂O₅. The average of the Iharkút-XV accumulation is smallest with 0.29%. The P₂O₅ average is highest in the two Némethánya sectors, in the Némethánya-VII accumulation being 0.70%.

The Iharkút-North-east sector has the most variable phosphorus content. The two Királykapu accumulations contain 0.73% and 0.83% averages. The three bauxite accumulations of the Tevelvár group contain in the average 0.59% P₂O₅, the minimum being 0.20% and the maximum 1.07%. The P₂O₅ content varies in the neighbouring Pápavár accumulations from 0.36% to 1.65%. The Vörösföld-I accumulation contains the most phosphorus with a minimum 1.1% and a maximum 1.68%.

The P₂O₅ content in the Sármás-I accumulation varies from 0.47% to 1.42%. Few phosphorus analyses were made from the clayey bauxite and the bauxitic clay, not allowing a detailed statistical study.

The phosphorus is present in the Iharkút bauxite mainly in the form of *crandallite*, according to X-ray diffractometer studies. Small amounts of *apatite* are also present. SÜDI (1998) studied the geochemical relation of phosphorus with the CaO and the main chemical components in the Iharkút bauxite. His studies revealed that the correlation of the phosphorus is not the same in the Iharkút-IX and the Némethánya-XI accumulations. No correlation was detected in the Némethánya-XI accumulation. A negative correlation was found in the Iharkút-IX accumulation with the SiO₂ content. It is possible that the mineral *wavellite* is also present, as it occurs in the Jamaican bauxites. (AUTHIER, MARTIN et al. 2001, CHIN 1971, ANDERSON 1971). It is also possible that the phosphorus is adsorbed on the fine grained iron and aluminium hydroxide minerals. This type of occurrence is well known from lateritic soils in the tropical zones (McFARLANE 1976, BRENNEN et al. 1994, PERSSON et al.1990). The decomposition of organic matter during lateritisation may be one source of the phosphorus content. According to AUTHIER et al. (2001) the phosphorus is present in almost all bauxites. The higher phosphorus content of the Iharkút bauxite can be well explained by the above mentioned studies.

Trace elements of the bauxite

Most trace element analyses were made on bauxite samples and the results were included into the exploration reports. The spectral analysis method was applied. Unfortunately, no information was published regarding the amounts of analytical errors.

The averages were calculated for all sectors and presented in Table 13 in diminishing order of magnitude. In each sector 20 to 138 analyses were performed. The order of magnitude of the trace elements is surprisingly uniform in all sectors. The V_2O_5 content is the highest, except the Iharkút–XI and –XVI accumulations — situated at the north-western edge of the deposit — where the ZrO_2 content is the highest. In all other accumulations the ZrO_2 is the second highest trace element. Chromium, nickel and lead follow in diminishing order in most sectors. The gallium, frequent in all other bauxites of Hungary, is present here in smaller amounts — some thousands of percentages. The berillium, molybdenum and tin contents are even smaller. The germanium content occurring in several bauxite deposits of Hungary was not determined in the Iharkút bauxite.

Table 13. Quantity and order of sequence of the trace elements in the sectors

Name of the area	Iharkút North	Iharkút Central	Németbánya North	Németbánya South	Királykapu	Tevelvár
The number of the analysis	56	138	81	55	31	51
Component	Average (%)					
V_2O_5	0.1650	0.1330	0.1370	0.1120	0.1180	0.1231
ZrO_2	0.0880	0.0830	0.0910	0.1010	0.1140	0.0988
Cr_2O_3	0.0410	0.0420	0.0400	0.0400	0.0359	0.0376
NiO	0.0240	0.0207	0.0208	0.0165	0.0274	0.0234
PbO	0.0110	0.0081	0.0107	0.0080	0.0093	0.0085
CuO	0.0080	0.0069	0.0059	0.0055	0.0080	0.0064
Ga_2O_3	0.0065	0.0056	0.0053	0.0037	0.0059	0.0038
BeO	0.0030	0.0026	0.0025	0.0028	0.0026	0.0028
MoO_3	0.0016	0.0015	0.0019	0.0020	0.0020	0.0019
SnO_2	0.0015	0.0010	0.0016	0.0017	0.0017	0.0011

The geochemically important maximum values are presented in Table 14. The sectors are fairly uniform in this respect. Limited local enrichments are not outliers. We compared also the trace element content of the Iharkút bauxite with that of the Halimba deposit, both deposits being covered by the same Late Cretaceous sediments. The minimum and maximum values expressed well the range of the trace element contents in the bauxite accumulations, as presented in Table 15. The Halimba bauxite contains slightly more trace elements than the Iharkút one. It is of geochemical interest that the trace element contents of the formerly evaluated Szóc and Malom-völgy deposits are more closely related, than those of the Iharkút and Halimba deposits.

The construction of *fuzzy membership functions* of the trace elements allowed a good comparison of the evaluated deposits. The “core” of the membership function corresponds to the weighted average. The lower and upper end-points of the “support” express the minimum and the maximum values of the given trace element. The membership functions express well how much the V_2O_5 content the concentration of the other trace elements exceeds. The composition of the other trace elements is much smaller and the membership functions are closer.

No systematic changes were observed in the vertical distribution of the trace elements. The trace element content of the Iharkút bauxite can be classified into the following genetic groups, as elaborated by SZÁDECZKY-KARDOSS (1955):

- siderophil elements: Co and Ni
- sulpho-chalcophil elements: Cu, Pb, Zn
- oxy-chalcophil elements: Ga and Sn
- pegmatophil elements: Cr, Mo, Nb, V and Zr
- lithophil elements: B, Ba, Be, F, Li and Sr

Table 14. Maximum values of the trace element contents in the sectors

Component	Iharkút North	Iharkút Central	Németbánya North	Németbánya South	Tevelvár
BeO	0.0044	0.0055	0.0054	0.0047	0.0047
Cr ₂ O ₃	0.1000	0.0670	0.0920	0.0630	0.0540
CuO	0.0500	0.0500	0.0170	0.0130	0.0118
Ga ₂ O ₃	0.0102	0.0104	0.0104	0.0085	0.0096
MoO ₃	0.0032	0.0043	0.0043	0.0025	0.0021
NiO	0.0500	0.0500	0.0500	0.0320	0.0709
PbO	0.0165	0.0165	0.0160	0.0129	0.0128
SnO ₂	0.0032	0.0026	0.0029	0.0029	0.0040
V ₂ O ₅	0.3400	0.2200	0.2800	0.2300	0.1980
ZrO ₂	0.1420	0.1270	0.1600	0.1330	0.1240

Table 15. Comparison of the trace element contents of the Iharkút and Halimba bauxites

Component	Iharkút minimum	Iharkút maximum	Halimba minimum	Halimba maximum
BeO	0.0004	0.0055	0.0006	0.0166
Cr ₂ O ₃	0.0150	0.1000	0.0300	0.1300
CuO	0.0010	0.0500	0.0004	0.0359
Ga ₂ O ₃	0.0022	0.0104	0.0027	0.0160
MoO ₃	0.0010	0.0043	0.0015	0.1120
NiO	0.0050	0.0600	0.0100	0.0300
PbO	0.0040	0.0165	0.0030	0.0182
SnO ₂	0.0010	0.0032	0.0007	0.0044
V ₂ O ₅	0.0500	0.3400	0.0440	0.3000
ZrO ₂	0.0350	0.1600	0.0270	0.1360

The classification indicates that the Iharkút bauxite originated from the lateritic weathering of several rock types. The Table 13 indicates also that the pegmatophil elements have the largest percentage, followed by siderophil and sulphochalcophil elements.

Mineralogy of the bauxite sequence

Mineralogical investigations were carried out for each exploration report. Additionally, some further mineralogical studies were performed by the research institute Aluterv-FKI to resolve mineralogical problems of the alumina production. The early investigations consisted of thermal (DTA) measurements and of Debye-Scherrer-type X-ray analyses. Recent investigations are using “derivatographs” (DTG) for the thermal measurements and X-ray diffractometers. A method was elaborated by the senior author for the quantitative phase analysis of bauxite (BÁRDOSY 1970). The analytical error of this method is very limited. The measurements are most precise for the Al and Fe minerals of the bauxite and highest for the clay minerals. The determination of the accessory minerals is limited by the “detection limit” of the diffractometer.

Most quantitative mineralogical measurements were carried out on the bauxite. Additionally, only some selected samples of clayey bauxite and bauxitic clay were investigated. The ignition loss analyses of the bauxite furnished also additional information about the gibbsite and boehmite content of the bauxite. These results were discussed in the geochemical chapter.

Summarizing the results, the Iharkút bauxite contains boehmite and gibbsite in varying proportions. The gibbsite is most enriched in the north-eastern sector. On the other hand, the boehmite is overwhelming in the Sármás-I accumulation. The gibbsite is generally most enriched in the top part of the bauxite bodies. No diasporite was detected so far in the Iharkút bauxite. *Kaolinite* is the main clay mineral. The chamosite detected in the Nyírád-east deposit was not detected here so far. Very small amounts of small detritic *quartz* grains were found by micromineralogic investigations. It occurs mainly in the redeposited bauxite.

Haematite and *goethite* are the main iron minerals. The red colour of the bauxite shows the predominance of haematite. The goethite contains AlO(OH) in the form of isomorphous substitution. Its exact mineralogical name here is therefore *alumogoethite*. *Anatase* is the main titanium mineral. Very small detritic *rutile* grains were also detected by micromineralogic studies (MINDSZENTY et al. 1991).

The CaO content is mainly present in the form of fissure-filling or minor impregnative *calcite*.

Very small supposedly detrital *dolomite* grains were also observed. The high phosphorus content, as described in chapter “Main and accessory chemical components of the bauxite sequence” is mainly in the form of *crandallite*. Very few *wavellite* was also detected.

Genetic interpretation

Palaeogeographical and palaeotopographical conclusions based on the geometry, lithology, micropetrography, mineralogy and geochemistry of the bauxite and on its relationship to bedrock and cover can be summarized as follows.

Subaerial exposure was brought about by tectonics as shown by the orientation of the bauxite-filled sinkholes and canyons and also by the angular unconformity between bauxite and the underlying dolomite. The unusually deep (~100m) sinkholes and the large apparent stratigraphic gap (Triassic/Cretaceous) suggest that karstification was preceded by substantial uplift and erosion. This is in perfect accordance with the mineralogy of the sinkhole-filling material (e.g. predominantly oxidized appearance of the bauxite, high-Al content of the iron minerals) showing that vadose conditions prevailed right throughout the accumulation and early diagenesis of the bauxite. The excellent quality of the bauxite must be the result of intense parautochthonous reworking in a very well-drained environment, provided by the “high-karst” position of the area. Minimum elevation of the karst surface above the palaeo-water-table is recorded by the max. depth of the sinkholes. The areal distribution of the vertical extent of sinkholes in the South Central area suggests that the highest elevated part of the occurrence was the one right around the village of Iharkút (cf. with the distribution of the deepest sinkholes as discussed under “Depositional features” and shown by Figures 19, 20).

The “basal clay” filling the lowermost narrow “roots” of the sinkholes shows that after karstification has reached the phreatic zone the leaching effect of downward percolating waters decreased and at the bottom of the deposits, for some time, slightly reducing conditions prevailed.

Areal distribution of the silt-size clastic intercalations suggests that allogenic influx before, during and after the accumulation of the bauxite was from the NNW (Figures 25 and 40). This is slightly different from the transport directions reconstructed by HAAS, JOCHA-EDELÉNYI (1979, JOCHA-EDELÉNYI 1988) for the covering Csehbánya Formation but still indicates an overall northerly source area also for the period of bauxite deposition. Like most other karst bauxites also the Iharkút bauxite is very probably of polygenetic origin, resulting from weathering, transport, deposition and also in situ bauxitization of the alteration products of igneous metamorphic and sedimentary rocks exposed in Late Cretaceous times in the wider surroundings of the area.

More precise identification of the source would require detailed micromineralogical studies. Unfortunately the extremely small amount (<0,001%) of heavy mineral grains in the Iharkút bauxite permits only very tentative statements regarding the source. The ultra stables (rutile, zircon, tourmaline) accompanied by minor quartz suggest that they originated in second- or even third-cycle sediments. The few chromium-spinell grains encountered may mean some ophiolites in the distant backgrounds. When looking for the source area we should keep in mind the striking geological similarity of the Transdanubian Range and the Southern Alps, recognized already by OBERHAUSER (1968). KÁZMÉR 1984, KÁZMÉR, KOVÁCS (1985), proposed that the present position of the Transdanubian Range was the result of large scale right-lateral displacement (“escape”) along the Periadiatic lineament in Cenozoic times (Figure 41). That means that whatever source area we want to identify it should be searched for somewhere in the vicinity of the presentday Drauzug, inbetween the depositional environ-

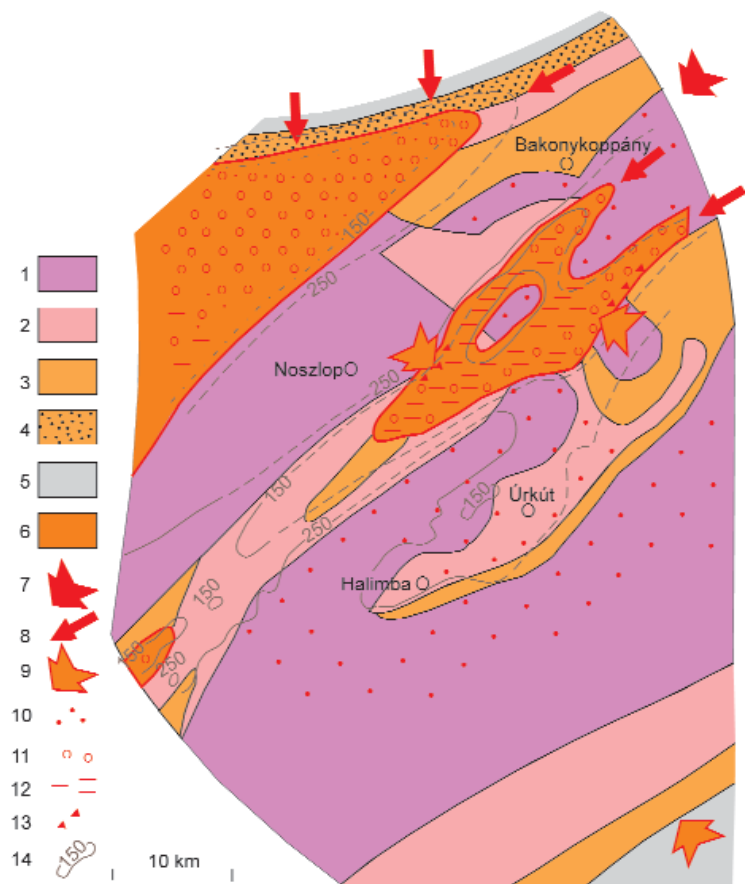
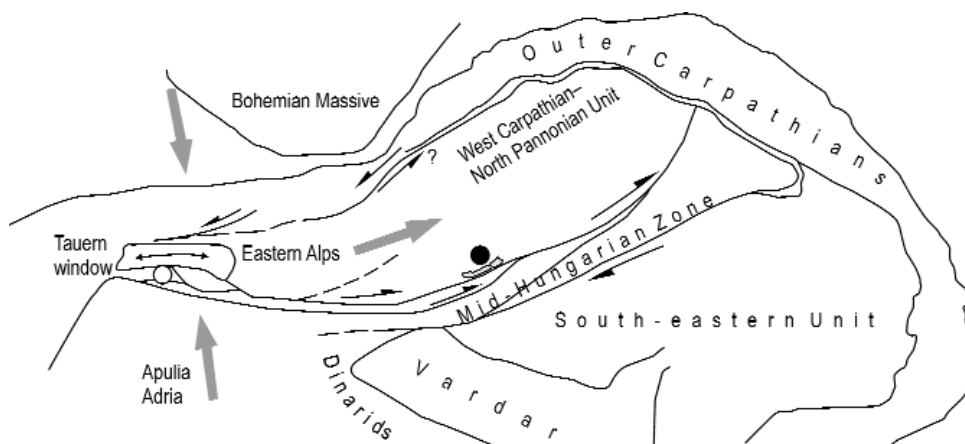


Figure 40. Assumed transport directions at the time of the deposition of the cover-beds as reconstructed by JOCHA-EDELÉNYI, HAAS (1980)

Legend: 1 – Triassic dolomite, 2 – Triassic limestone, 3 – aquitard (non specified), 4 – sandstone/conglomerate, 5 – igneous/metamorphic rocks, 6 – alluvial basin, 7 – transport direction of soil-derived material, 8 – direction of linear transport, 9 – direction of areal transport, 10 – soil derived material, 11 – gravel, 12 – clay/silt, 13 – angular rock fragments, 14 – contour lines representing of the supposed palaeorelief

40. ábra. A bauxitfedő Csehbányai Formáció elterjedése alapján rekonstruált szállítási irányok JOCHÁNÉ-EDELÉNYI, HAAS (1980) szerint

Jelmagyarázat: 1 – triász dolomit, 2 – triász mészkő, 3 – vízrekesztő kőzetek, 4 – homokkő/konglomerátum, 5 – vulkáni/metamorf kőzetek, 6 – szárazulati üledégyűjtő, 7 – talajeredetű málladék szállítási iránya, 8 – lineáris törmelékszállítás, 9 – areális törmelékszállítás, 10 – talajeredetű málladék, 11 – kavics, 12 – agyag/aleurit, 13 – szögletes kőzettörmelék, 14 – a feltételezett paleotopográfiát jelző szintvonalak



41. ábra. Present position of the Iharkút occurrence in the Alp-Carpathian-Pannonian realm (Base map after FODOR et al. 1992, tectonic units after BALLA 1987, 1989 and DUDKO 1989)

Legend: thick arrows = direction of relative plate/microplate motion in Palaeogene, thin "half" arrows = major strike-slip zones, i.e. boundaries of the "escaping" unit, filling circle = actual position of the Iharkút occurrence, blank circle = Supposed paleo-position of Iharkút at the time of the accumulation of the bauxite

Figure 41. Az iharkúti bauxit előfordulás jelenlegi helyzete az Alp-Kárpát-Pannon térségben (alaptérkép FODOR et al. 1992, szerkezeti egységek BALLA 1987, 1989 és DUDKO 1989 nyomán)

Jelmagyarázat: vastag nyilak = litoszféra-lemezek/mikrolemezek mozgási iránya a paleogénben, vékony „fél”-nyilak = a „kiszökő” egység határait képező jelentős oldaleltolódások, kitöltött kör = az iharkúti előfordulás jelenlegi helyzete, üres karika = az iharkúti előfordulás feltételezett helyzete a bauxitfelhalmozódás idején

ment of the Northern Calcareous Alps and the Southern Alps, close to the Central Alpine Gosau basins (MINDSZENTY et al. 1987).

Accepting this palaeogeographic framework we may speculate that the source area of the Lower Gosau sediments being more or less contemporaneous with the Iharkút bauxite, may have served as a source — at least partially — also for the latter. According to heavy mineral studies by FAUPL et al. 1987, WAGREICH 1988, FAUPL, WAGREICH 1992, 1996, Turonian to early Santonian clastic sediments deposited in the "internal" Gosau basins were predominantly of local origin derived mainly from the slightly metamorphic to non-metamorphic Permian to Triassic formations of the surroundings. Further to the north and to the south the uplifting accretionary prism might also have contributed to the sediment supply. Obducted ophiolites could have been the source for the few chromium spinel grains documented by the above authors.

Heavy minerals separated from the Iharkút bauxite (MINDSZENTY et al. 1991) seem to corroborate the idea of the source area having been similar to that of the Austrian Gosau basins. However, either the distance from the source, must have been greater than in the case of the coarse-grained sedimentary sequence of the classical Lower Gosau (MINDSZENTY et al. 1987), or the Transdanubian Range unit must have been in a relatively isolated position during the accumulation of the bauxite similar to the one shown by Figure 42.

The geodynamic framework for the uplift, karstification, deposition and burial of bauxite at Iharkút was the eoalpine tectonic evolution (oblique subduction and collision) of the Western Tethyan realm.

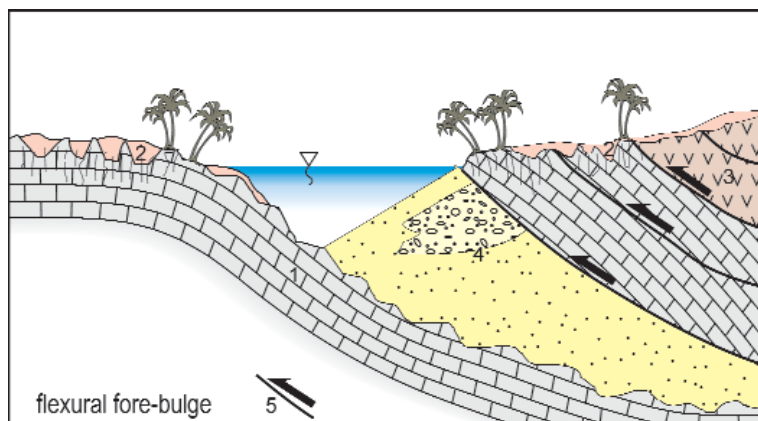


Figure 42. Cartoon showing the position of an isolated bauxite depositional environment on top of a flexural forebulge (MINDSZENTY 2000)

Legend. 1 – shallow water carbonates, 2 – bauxite, 3 – ophiolites, 4 – siliciclastic sediments, 5 – boundary of thrust sheets/nappes

42. ábra. Flexurális előtér kiemelkedés tetején kialakuló bauxit-felhalmozódási környezet elvi szelvénye (MINDSZENTY 2000)

Jelmagyarázat. 1 – sekélytengeri karbonátok, 2 – bauxit, 3 – ofiolitok, 4 – sziliciklasztos üledékek, 5 – feltolódások/takaróhatárok

Early Cretaceous thrusting and imbrications involved the thickening of the lithosphere and resulted in considerable uplift *cum* erosion in Late Cretaceous times. Exposed carbonate terrains became subject to karstification and bauxites began to accumulate. In post-Cretaceous times extensional collapse of the orogenic pile began along low angle normal faults and strike-slips. (e.g. NEUBAUER et al. 1995, WILLINGSHOFER et al. 1999). Older metamorphic formations of the basement became gradually exposed and served as source terrains for the sediments of the Gosau basins established over previously uplifted areas. The subsidence and filling-up of those basins was diachronous. Bauxites in the Northern Calcareous Alps became covered already in Turonian times (SIEGL-FARKAS, WAGREICH 1996) and accelerated subsidence resulted in several thousands of metres of Gosau

sediments whereas the depositional environment of the Transdanubian Range (including Iharkút) the bauxitic karst terrain has remained exposed until after the early Santonian. The rate of subsidence was rather slow here, total thickness of the Cretaceous sedimentary cover of the bauxite never exceeded 1000 metres.

Based on detailed studies of bauxites and the overlying cover formations in the Transdanubian Range, TARI (1994), MINDSZENTY (1994, 1999) and MINDSZENTY et al. (2000) suggested that pre-Santonian bauxites — including Iharkút — would be related to foreland-type flexural deformation in front of the advancing thrust-piles (Figure 43). According to their model, deposition of the coverbeds began when, as a result of continued deformation, subsidence of the formerly uplifted areas began.

On conclusion we can say that the Iharkút bauxite was formed in an orogenic setting. It occurs in a rather large stratigraphic gap, the morphology of the deposits shows a clear tectonic control and the depth of the bauxite filled sinkholes and the lithofacies of the bauxite point to a relatively isolated, “high karst”-type palaeoposition at the time of the accumulation and early diagenesis of the bauxite.

Evaluation of the exploration and of the resource calculations

The exploration of the deposit was carried out by core-drilling. The core recovery from the bauxite sequence exceeded 90% in all bauxite accumulations, assuring high reliability of the exploration results. The bauxite accumulations were explored by a rectangular 50×50m grid. The spacing of the drilling grid was decreased to 25×25m grid at places of higher geologic complexity. The regular grids were completed by additional boreholes with the aim to follow exactly the contours of the sinkholes and the internal irregularities e.g. the protruding dolomite “towers”.

The resource calculations were performed mainly by the method of *geologic blocks*. At some accumulations the *isopach method* was applied. The results were checked by the method of *arithmetic means*. The traditional resource calculation methods do not allow the quantitative determination of resource-uncertainties. Instead “reliability categories” were applied as a first approximation. B, C1, and C2 categories were applied in the Iharkút deposit. The *cut-off limits* of the resources were determined by central authorities and they changed several times. The present cut-off limits are as follows: minimum bauxite thickness 1.0 m, minimum Al_2O_3 content 40.0%, maximum S content 0.6%, the silica modulus must be higher than 4.0.

The “geologic resources” of the sectors are seen on Table 16 in diminishing sequence of the resources.

The summarized geologic resources of the sectors are as follows:

Iharkút–Central	4,040,000 tons
Németbánya–North	2,850,000 tons

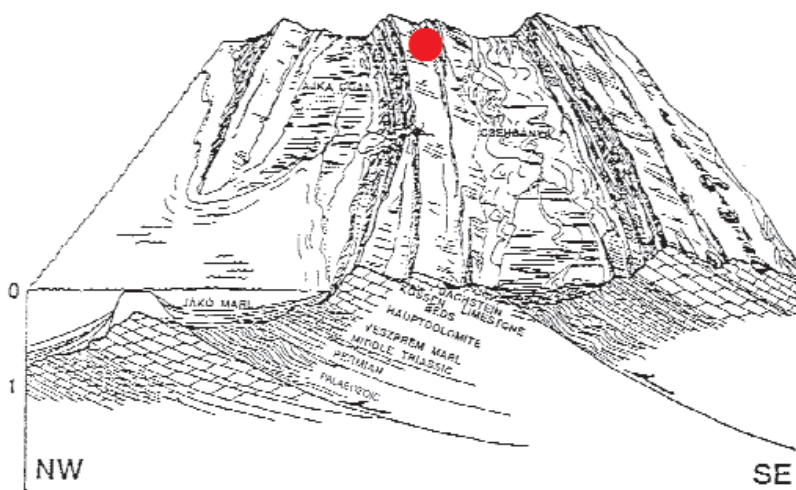


Figure 43. Approximate palaeotopographic and palaeotectonic position of the Iharkút area (red dot) plotted on the reconstruction of TARI 1994

43. ábra. Az iharkúti előfordulás (piros pont) feltételezett paleotektonikai-ösdomborzati helyzete (TARI 1994 rekonstrukcióján)

Németbánya–South	1,153,000 tons
Sármás	684,000 tons
Iharkút–North	468,000 tons
Iharkút–North-east	407,000 tons
Németbánya western dowfaulted	90,000 tons
Alltogether	9,692,000 tons

The above listed data stress the importance of the Iharkút–Central sector and of the two Németbánya sectors (North, South). They represent together 81.0% of the total geologic resources of the deposit. The Sármás sector deserves special attention because of its surprisingly high geological resources.

The separate geological resources of the bauxite accumulations and their “quality” are listed in Table 17. All data were taken into account from the corresponding exploration reports. The data of the average qualities indicated by the reports differ at several places from the results of our own calculations. The reason for the difference is that the general interest of the resource calculations was to achieve as many resources as possible. The authors of the reports for this reason also clayey bauxite in the bauxite resources, as long as the average bauxite quality remained above the official cut-off limits. On the other hand, our aim was to take into account the real chemical composition of the bauxite, as it existed in the deposits.

The geological resources have been divided into four “quality-groups” according to the silica modulus. They are as follows: modulus <10, 7–10, 5–7, 4–5. The distribution of the geologic resources of the deposit corresponding to the above concept, are listed below:

modulus <10	52.1%
modulus 7–10	41.7%
modulus 5–7	0.6%
modulus 4–5	0.6%

It is a favourable circumstance that the overwhelming majority of the resources belong to the two high-grade groups. We did not calculate the economic minable reserves as the conditions of them change with the development of the technical level and with the international market conditions.

Mining of the resources started soon after the exploration and the exploration reports were completed. The production started by open-pit mining. The deep sinkholes, the subvertical and locally overhanging foot-walls and the local intercalations of dolomite debris represented additional difficulties for the mining operations. This was the reason for Bárdossy Gy., Pataki A. and Nándori Gy. having prepared an article (BÁRDOSSY et al. 1982) containing a set of special mining-geologic maps, with the aim of facilitating more efficient mining operations. The suggested method was successfully applied in several open-pit mines of the Iharkút deposit.

The weighted average of the “excavation losses” was 9.1%, a very favourable value for the given geologic conditions. The average “contamination” of the excavated bauxite was also calculated and it is 1.1%, being also a very favourable value. The mining of the bauxite started in 1975 and came to its end in 2005. Alltogether 6 292 300 tons of bauxite were excavated according to recent calculations of Varga G. The detailed production results are presented in Table 18. The remaining economic reserves are listed in Table 19, computed also by Varga G. Only reserves with modulus higher than 4.0 were included into the table.

Altogether 2 254 000 tons of bauxite reserves remained. Unfortunately at present there are 25 accumulations each containing less than 50 000 tons of bauxite. By far the largest remaining reserves are concentrated in the Sármás–I accumulation (677 000 tons).

Table 16. “Geologic resources” of the sectors

Deposits	Resources (t)
Iharkút Central	
V deposit	2.166.000
II deposit	657.000
IV deposit	437.000
Nb–IX deposit	365.000
VII deposit	170.000
I deposit	112.000
VI deposit	62.000
III deposit	48.000
kelet I–II.	23.000
Iharkút North	
Bj I deposit	290.000
VIII deposit	225.000
XVI deposit	79.000
IX deposit	78.000
XV deposit	22.000
XVII deposit	13.000
XIII deposit	3000
Németbánya–North	
III deposit	419.000
XIII deposit	406.000
XIV deposit	403.000
XVII deposit	358.000
I deposit	220.000
II deposit	215.000
Tk XII deposit	138.000
XXIII deposit	129.000
XX deposit	124.000
XXXI deposit	112.000
VII deposit	97.000
V deposit	78.000
VIII deposit	65.000
XXI deposit	34.000
XXIX deposit	28.000
XV deposit	17.000
XXVIII deposit	4000
XXVI deposit	3000
Németbánya South	
VI deposit	372.000
XIX deposit	330.000
XVIII deposit	272.000
XXIV deposit	74.000
XVI deposit	57.000
XXXII deposit	22.000
XXXIII deposit	13.000
XXVII deposit	8000
XXX deposit	4000
XXXV deposit	1000
Németbánya western downfaulted block	
XXII deposit	38.000
X deposit	29.000
IV deposit	23.000
Iharkút–North-east	
Pápavár–I	91.000
Királykapu–II	64.000
Királykapu–I	61.000
Vöröslőd–I	45.000
Vöröslőd II	32.000
Pápavár II	28.000
Tevelvár II	24.000
Tevelvár I	24.000
Pápavár IV	17.000
Tevelvár III	11.000
Pápavár III	10.000
Sármás	
Sármás–I	677.000
Sármás–III n	5000
Sármás–II	3000

Table 17. Initial geologic resources reported in the exploration reports

Name and number of the deposits	Geological resources Kilo tons	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Silica modulus	CaO %	MgO %
Ik-I	112	53.4	4.7	11.4	0.54	
Ik-II	657	51.3	6.2	8.6		
Ik-III	48	51.2	7.7	6.6	0.25	0.08
Ik-IV	437	53.3	6.9	7.7	0.46	0.17
Ik-V	2166	54.6	4.6	11.9	0.42	0.13
Ik-VI	62	53.2	5.7	9.3	0.30	0.11
Ik-VII	170	54.8	4.3	12.7	0.28	0.04
Ik-VIII	16	54.4	5.7	9.5	0.35	0.10
Ik-IX	78	52.3	7.5	7.0	0.58	0.19
Ik-XII	138	50.0	6.4	7.8	0.47	0.15
Ik-XIII	3	51.1	8.9	5.7	0.15	0.04
Ik-XV	22	51.5	8.5	6.1	0.84	0.33
Ik-XVI	79	52.3	5.4	9.7	0.43	0.14
Ik-XVII	13	51.0	6.3	8.1	0.89	0.18
Ik-East	23	50.3	8.1	6.2	1.20	0.11
Bj-I	290	53.5	5.1	10.5	0.40	0.11
Nb-I	220	53.7	4.9	11.0	0.30	0.13
Nb-II	215	52.9	4.3	12.4	0.21	0.08
Nb-III	419	52.0	6.2	8.4	0.25	0.08
Nb-IV	23	52.4	7.6	6.9	0.34	0.08
Nb-V	78	52.2	7.1	7.4	0.22	0.06
Nb-VI	372	52.4	6.3	8.9	0.38	0.12
Nb-VII	97	51.7	7.1	7.3	0.13	0.05
Nb-VIII	65	51.6	8.1	6.7	0.37	0.11
Nb-IX	277	52.6	5.6	9.4	0.42	0.13
Nb-X	29	55.9	4.0	14.5		
Nb-XIII	406	54.3	5.4	10.1	0.27	0.09
Nb-XIV	403	51.4	6.2	8.3	0.27	0.09
Nb-XV	17	51.1	6.7	7.6	0.41	0.18
Nb-XVI	57	49.9	6.3	7.9	0.24	0.08
Nb-XVII	358	52.4	6.1	8.6	0.21	0.08
Nb-XVIII	272	52.3	4.3	12.2	0.45	0.15
Nb-XIX	330	52.3	5.0	10.5		
Nb-XX	124	51.8	5.5	9.4	0.59	0.15
Nb-XXI	34	52.8	4.4	12.0	0.38	0.18
Nb-XXII	38	53.7	3.8	14.1	0.19	
Nb-XXIII	129	50.7	6.3	8.0	0.43	0.12
Nb-XXIV	74	48.9	9.6	5.1		
Nb-XXVI	3	49.4	9.4	5.3	0.65	0.01
Nb-XXVII	8	48.8	10.5	4.7	0.89	0.29
Nb-XXVIII	4	51.6	9.5	5.4	0.54	0.27
Nb-XXIX	28	52.0	5.6	9.3	0.11	0.04
Nb-XXX	4	51.9	5.0	10.3	0.47	0.32
Nb-XXXI	112	52.4	5.9	8.9	0.32	0.09
Nb-XXXII	22	50.5	8.1	6.2	0.32	0.14
Nb-XXXIII	13	49.5	5.6	8.8	0.23	0.05
Nb-XXXV	1	50.0	10.0	5.0		
Kir-I, -II	125	49.5	6.6	7.5	0.47	0.08
Tev-I-III	59	48.6	9.6	5.1	0.84	0.20
Pápa-I	91	47.9	7.5	6.4	0.01	0.24
Vör-I-II	76	48.2	7.8	6.2	0.42	0.21
Sár I	677	54.0	3.0	18.0	0.34	0.14
Sár II	3	53.4	2.5	21.4	0.84	0.17
Sár III	5	48.6	10.4	4.7	0.84	0.17

Table 18. Bauxite production in the Iharkút deposit

Name and no of the deposits	Year	Excavated bauxite	Production loss	Contamination	Mining exploration results
Ik I	1975	109.4	n.a.	n.a.	n.a.
	1977	4.7	n.a.	n.a.	n.a.
Ik II	1978	146.3	17.6	3.3	0.0
	1979	231.6	16.4	2.2	0.0
Ik IV	1980	61.6	3.4	1.0	0.1
Ik II		160.9	3.2	0.8	81.8
Ik IV		120.6	1.8	0.6	120.3
Ik-VI		48.4	0.6	0.1	37.6
Ik-II	1981	17.1	0.0	0.1	23.8
Ik-IV		94.8	3.6	1.0	39.2
Ik-V		283.9	18.0	3.6	-175.1
Ik-VI		63.4	4.9	0.7	16.4
Ik-II	1982	52.0	0.0	0.3	7.1
Ik-III		8.2	0.4	0.0	-4.2
Ik-IV		20.6	1.9	0.1	29.2
Ik V		213.2	6.1	1.2	18.3
Nb XI	1983	173.0	8.2	0.6	37.3
Ik II		7.7	0.9	0.1	1.7
Ik V		443.4	27.9	6.0	242.3
Nb-XI		157.9	6.6	0.9	-35.7
Ik-III	1984	21.1	4.6	0.1	-6.1
Ik-V		277.9	15.4	1.3	-40.6
Nb-XI		94.3	13.9	0.7	-40.5
Nb XXV		3.7	0.3	0.0	13.6
Nb XX		87.8	6.6	0.7	16.0
Nb XXIII		72.7	8.8	0.7	20.5
Ik XII	1985	41.4	2.9	0.3	7.0
Ik III		3.1	0.5	0.0	0.3
Ik IV		62.2	8.3	0.7	9.8
Ik-V		140.2	10.3	1.8	-14.0
Nb-XXV		12.6	1.6	0.1	-13.0
Nb-XX		12.2	0.6	0.0	-1.9
Nb-XXIII		24.8	2.7	0.2	-11.0
Nb VII		71.1	5.9	0.9	12.0
Nb VIII		29.8	5.4	0.4	21.3
Ik XII		61.7	11.8	0.7	28.7
Nb XXXI	1986	42.9	1.7	0.5	26.9
Ik-V		50.2	13.9	0.5	-79.0
Nb-V		70.7	7.3	0.3	3.5
Nb-VII		12.5	6.3	0.0	-14.1
Nb-VIII		3.1	2.7	0.1	-3.3
Nb-XXVI		1.2	1.0	0.0	-0.9
Nb-XXXI	1986	16.7	5.5	0.4	-19.1
Nb VI		29.7	2.1	0.4	4.9
Nb XIX		118.5	8.8	2.4	54.8
Ik-VIII		226.2	12.4	2.8	0.6
Ik-V	1987	7.7	20.1	0.2	-31.2
Nb-V		1.8	1.4	0.0	-0.7
Nb-XI		3.0	7.0	0.0	-10.0
Nb-XIV		172.3	1.5	0.4	-112.1
Nb-XXVI		0.0	0.0	0.0	0.0
Nb-XXXI		0.0	0.0	0.0	0.0
Nb VI		154.8	19.5	2.0	55.1
Nb XIX		19.0	0.2	0.1	55.5
Ik VIII		10.5	3.2	0.3	0.8
Ik-IX		67.4	2.8	1.7	-9.1
Nb-XIV	1988	53.5	25.7	0.8	-39.2
Nb-XVII		96.7	1.5	1.2	-12.4
Nb-XVIII		75.1	1.0	0.9	-63.8

Table 18. Continuation

Name and no of the deposits	Year	Excavated bauxite	Production loss	Contamination	Mining exploration results
Nb-XTX	1988	54.4	23.8	0.5	1.8
Nb-XVII	1989	180.0	7.5	1.2	-20.8
Nb XVIII		17.4	15.2	0.1	4.7
Nb XXIV		33.2	8.1	0.4	11.0
Vföld I		12.9	0.9	0.4	7.5
Vföld II		3.0	0.1	0.0	0.0
Nb-XIII	1990	135.5	3.0	1.4	-54.0
Nb-XVIII		41.7	22.8	0.4	22.9
Vföld-I		24.3	6.0	0.4	6.1
Vföld-II		5.0	0.1	0.1	0.0
Tk-XTV		53.6	12.8	0.5	-12.7
Pápa I		53.4	2.9	0.6	4.3
Pápa II		32.4	6.2	0.4	10.1
Pápa III		8.9	5.8	0.1	4.3
Pápa-IV	1991	17.8	9.8	0.2	10.8
Nb-XIII		149.4	13.0	1.5	2.9
Pápa-I		39.4	12.5	0.9	19.7
Kir I		4.2	0.2	0.0	0.0
Kir II		51.9	10.0	0.7	2.4
Tk-VII		17.4	1.0	0.2	0.0
Nb-XIII	1992	40.3	20.0	0.6	8.4
Kir-I		49.8	12.2	0.4	4.7
Ik VII		59.4	3.0	0.8	0.0
Ik-VII	1993	65.5	6.2	0.6	-3.9
Nb-III	1999	31.0	3.5	0.5	0.0
Nb-III	2000	195.1	20.0	4.7	0.0
Nb-III	2001	75.0	n.a.	n.a.	n.a.
Nb-II	2003	21.2	1.8	0.7	0.0
Nb II	2004	100.0	5.6	0.8	0.0
Nb II	2005	50.9	2.4	0.8	0.0

Table 19. Present geologic resources of the Iharkút deposit (1/01/2012 state)

Name and number of the deposits	Geological resources Kilo tons	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Silica modulus	CaO %	MgO %
Tk-V	52	50.6	6.5	7.8	0.78	0.44
Ik VII/a	16	55.2	4.0	13.8	0.30	0.06
Ik-VII/b	66	53.5	4.6	11.5	0.30	0.10
Tk-VII/c	163	54.7	3.7	14.8	0.54	0.19
Tk-XI	7	52.1	6.9	7.5	0.49	0.14
Tk-XIII	3	51.3	8.9	5.7	0.15	0.04
Ik XVI	1	50.9	11.1	4.6	0.58	0.18
Ik XVII	13	51.0	6.3	8.1.6.2	0.89	0.18
Ik east	23	50.3	8.1	6.5	1.20	0.10
Bj-V	61	51.4	7.9	11.0	0.30	0.12
Nb-I	220	53.7	4.9	6.9	0.39	0.13
Nb-IV	23	52.4	7.6	8.2	0.34	0.08
Nb-VI	118	53.0	6.5	9.4	0.38	0.12
Nb-IX	277	52.6	5.6	14.5	0.42	0.13
Nb X	29	55.9	4.0	7.6		
Nb XV	17	51.1	6.7	7.9	0.39	0.15
Nb XVI	57	49.9	6.3	14.4	0.24	0.08

Table 19. Continuation

Name and number of the deposits	Geological resources Kilo tons	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Silica modulus	CaO %	MgO %
Ik-V	52	50.6	6.5	7.8	0.78	0.44
Ik VII/a	16	55.2	4.0	13.8	0.30	0.06
Ik-VII/b	66	53.5	4.6	11.5	0.30	0.10
Ik-VII/c	163	54.7	3.7	14.8	0.54	0.19
Ik-XI	7	52.1	6.9	7.5	0.49	0.14
Ik-XIII	3	51.3	8.9	5.7	0.15	0.04
Ik XVI	1	50.9	11.1	4.6	0.58	0.18
Ik XVII	13	51.0	6.3	8.1.6.2	0.89	0.18
Ik east	23	50.3	8.1	6.5	1.20	0.10
Bj-V	61	51.4	7.9	11.0	0.30	0.12
Nb-1	220	53.7	4.9	6.9	0.39	0.13
Nb-IV	23	52.4	7.6	8.2	0.34	0.08
Nb-VI	118	53.0	6.5	9.4	0.38	0.12
Nb-IX	277	52.6	5.6	14.5	0.42	0.13
Nb X	29	55.9	4.0	7.6		
Nb XV	17	51.1	6.7	7.9	0.39	0.15
Nb XVI	57	49.9	6.3	14.4	0.24	0.08

Suggestions regarding further explorations

The bauxite accumulations of the deposit were explored — in our opinion — in sufficient detail. Additional detailed exploration is suggested only in the Sármas sector. A final 25×25m grid is suggested because of the high depositional variability. The barren areas between the accumulations were explored by fewer boreholes. Only very small bauxite accumulations may occur between the barren boreholes. In the case of further exploration surface geophysical mapping is suggested.

The perspectives of further exploration in the surroundings of the deposit were discussed in the volume “Bauxite prognosis” (1986). They applied the following productivity parameters: “*specific areal productivity*”, “*areal productivity*” and “*depositional productivity*”. They all are useful parameters, but they evaluate the different factors of productivity separately. From the statistical point of view they are “univariate” methods. AGTERBERG, BONHAM-CARTER (2005) elaborated a new “multivariate” method called by them “*weights of evidence*” method. They applied it successfully in several mineral deposits around the world. For this reason, we suggest to apply this method for further exploration around the Iharkút deposit.

In the followings the possibilities of eventual further explorations will be discussed taking into account the main geological and bauxite-depositional properties of the given area. When comparing the Malom-völgy, Szőc and Nyírád deposits with Iharkút it is clear that the guiding principles of exploration in the two areas are completely different. At Malom-völgy, Szőc and Nyírád the presence of the Eocene cover was considered important, because the original bauxite accumulations were completely eroded or redeposited in the areas of no Eocene cover. At Iharkút the sinkhole and deep sinkhole types of the bauxite accumulations in the Iharkút deposit favoured the preservation of the bauxite even at places of no primary cover.

The first exploration problem is the productivity of the zone between the main bauxite sectors and the north-eastern sector. It is considered by several geologists that this area is barren, based on geomorphologic considerations and presumptions. However, bauxitic clay was found in seven exploration boreholes, also in this zone. It is quite possible — in our opinion — that smaller bauxite accumulations survived the erosion here. Drilling in this area should be preceded by detailed geophysical ground survey to identify the favourable places.

A further question is the continuation of the main bauxite sectors to the south-east and north-west directions. The south-east direction is less prospective, because of the complete erosion of Late Cretaceous and Eocene sediments from the south-eastern area. The decrease of the thickness of the bauxite sequence is also unfavourable in this direction. The north-western direction has a higher perspectivity because of the presence of Late Cretaceous and Eocene sediments. Bauxitic clay was found to the north of the deposit and bauxite was detected in one borehole (Ug-55). Unfortunately, the thickness of the cover is in all boreholes 100 to 200 metres. For this reason no further exploration is planned in this direction.

The prospectivity is greatest in the Sármas sector where the Sármas–I accumulation contains 677,000 tons of high grade geologic resources. The accumulation was explored by a 50×50m drilling grid. It is suggested to decrease the spacing of the drilling grid to 25×25m because of the relatively high variability of the depositional features. It is very likely that further bauxite accumulations occur in the vicinity of Sármas–I deposit. Unfortunately, mining can be started only at places where the bauxite is situated above the main karst-water level. Further detailed hydrogeologic investigations are needed to clarify this problem.

We suggest to apply the Bayes-statistics for all further exploration activities. This method was applied by Bárdossy with full success in the detailed exploration of the Halimba deposit. The great advantage of the method is that it furnishes a continuous evaluation of the current exploration results, particularly to evaluate how much the exploration results, would correspond to the initial presumptions. If necessary, changes can be introduced into the initial project.

Summary

The main goal of the present monograph is the overall scientific evaluation of the Iharkút bauxite deposit. This will be the base for all further exploration projects and for mining activities. We applied in this monograph several new methods of evaluation, not applied so far in other bauxite deposits. For this reason we prepared an English version of the full Hungarian text. Furthermore, systematic comparison was carried out with the main features of the four bauxite deposits, evaluated in former monographs, situated in the south-western part of the Bakony Mountains. This comparison resulted in several new conclusions, allowing a better understanding of the deposit.

Finally, the monograph can be considered as a geologic and geo-mathematical modelling of the Iharkút deposit.

Acknowledgements

We received full help from the geologists and mining engineers of the Hungarian Aluminium Company (MAL) during the elaboration of this monograph. We are deeply indebted to the geologists of the Company: Mr. B. JANKOVICS, G. VARGA and P. RAUSCH for their kind help. Mr. I. KIS, mining engineer also helped us in several ways regarding technical problems. We are particularly indebted to Mrs O. PIROS for her thorough editorial work and useful editorial suggestions. The second author is greatly indebted to F. SZANTNER, J. KNAUER, M. KNAUER-GELLAI and to all geologists of the Bauxite Exploration Company and the Mines for their manifold help and the stimulating intellectual environment provided during the years of the exploration of the Iharkút bauxite. Finally, we are very thankful to the Hungarian Academy of Sciences for sponsoring the publishing of the monograph.

Az iharkúti bauxit-előfordulás

Topográfiai leírás

Az iharkúti bauxit előfordulás a Magas-Bakony peremén ÉNy–DK-i csapású kiemelt, közepesen tagolt, dombos térszínen található. A dombokat helyenként mélyen bevágott völgyek szegélyezik. Az előfordulás keleti szélén, Királykapu, Tevelvár, Pápavár és Vörösföld térségében a térszín átlagosan 450–530 méter a tengerszint felett. Az előfordulás déli szélén 400–450 méter, közepén 310–400 méter és északon 250–290 méter. Nyugat felé, Bakonyjákó irányában a dombok ellaposodnak és a térszín is fokozatosan alacsonyabbá válik.

Az előfordulás ÉÉNy–DDK irányban elnyúlt. Hossza ebben az irányban 5,2 km, szélessége 0,5 és 1,4 km között váltakozik. A földtani felépítés a területen belül ugyancsak ÉÉNy–DDK csapású pásztákba rendeződve változik. A szorosan vett előfordulástól 1 km-re északkeletre talált kisebb telepsor északnyugat–délkelet irányban elnyúlt. Hossza 2,1 km, szélessége többnyire 0,5 km és csak negyedidőszaki képződmények fedik (1. ábra).

A kutatás során az előfordulás középső és északi részén kimutatott telepek a községhatároknak megfelelően Iharkút, a déli részén Németbánya elnevezést kaptak. A telepeket megismerésük sorrendjében római számokkal jelölték meg (2. ábra). A kutatás során az előfordulást négy bányaterületre osztották: Iharkút észak, Iharkút I. koncentráció, Németbánya I. és II. koncentráció. Jelen kiértékelésünk során mi hét részterületet különböztettünk meg és határaikat a földtani felépítéshez igazítottuk. Az Iharkút-közép és Németbánya részterületek nyugati, levetett oldalán a kutató fúrások négy, bauxitot is tartalmazó telepet találtak. Ezek földtani és geokémiai jellegeik alapján az előforduláshoz tartoznak. Külön részterületnek tekintjük őket. Az előfordulás északnyugati szélén, ugyancsak a levetett oldalon találták a Sármás nevű részterületet három teleppel. Az előfordulástól északkeletre talált lencsesor északnyugatról délkelet felé haladva a Királykapu, Tevelvár és Pápavár elnevezéseket kapta. Tovább északkeletre még két kis bauxitlepet találtak Vörösföld I. és II. néven. Ezt a részterületet a fő előfordulástól 800–1000 méter széles meddő területsáv választja el.

A terület földtani megismerése és a korai bauxitkutatások története

Az Északi-Bakony földtani térképezése 1861-ben, még az Osztrák–Magyar Monarchia idején, a K. u. K. Reichsanstalt „átnézetes” térképezési programjának keretében indult el. A korábbi adatok szórványosak (ROMER F., HAUER és STACHE Majd HUNFALVY K. munkáiban találunk a Dunántúli-középhegység ezen részének földtani felépítésére vonatkozó információt). 1870-től már a Magyar Királyi Földtani Intézet folytatta — 1:144 000-es méretarányban — a térképezést. Ennek kapcsán számos sztratigráfiai ihletésű munka látott napvilágot, s bár ezek nem szigorúan az iharkúti területre szorítkoztak, a Bakony hegység rétegsorainak megismerése révén később jelentősen hozzájárultak az iharkút környéki képződmények jobb megismeréséhez is. Az északi-bakonyi bauxitkutatást, a két háború közötti időszakban, VELTY István veszprémi „bányakutató” indította el, az eplényi bauxit felfedezésével (in NOSZKY 1951). VELTY felfedezése nyomán Eplény környékén 1927-ben, VADÁSZ E. és KORMOS T. irányításával, fúrásos kutatás indult, majd bányát is nyitottak, melyben 1944-ig folyt a termelés. Az eplényi eseményekkel egy időben, Alsópere környékén, a gánti bauxit felfedezője, BALÁS Jenő kezdeményezett kutatást, amely azonban akkor — a koncepció hibájából — sikertelen volt (BALÁS a Földolomit és a Dachsteini Mészke hátárán kereste a bauxitot). Az északi-bakonyi kutatások két világháború közötti időszakának legfontosabb eseménye az a Telegdi Roth Károly vezette — már nyersanyagkutatási szempontokat is szem előtt tartó — térképezési program volt, melynek eredményei már az alsóperei bauxit feltárása során hasznosultak. Telegdi Roth felismerte, hogy az Alsóperei Bauxitot a requieniás mészkő (= ma Zirci Mészke Formáció) alatt települő münierias agyagmárga (= ma Tési Formáció) fedi, azaz, a bauxit minden valószínűség szerint alsó-kréta.

Az Északi-Bakony bauxitföldtani térképezése, az 1950-es években vett nagyobb lendületet. E munka motorja a

Magyar Állami Földtani Intézet geológusa, NOSZKY J. jr. volt, aki a Maszobal megrendelésére 1950–51-ben, a korábbi adatokra is támaszkodva, elkészítette az Északi-Bakony középső és Ny-i részének bauxitföldtani viszonyait összefoglaló térképét. Ehhez az új, reambulációs térképezés, valamint 200 fm magfúrás és 150 fm akna szolgáltatta az adatokat.

NOSZKY — gyakorlati szempontoktól vezérelve — a reménybeli bauxitkészletek utáni kutatás során az erdei vasúthálózat által feltárt területre (Molnárkút, Vörös János Séd, Franciavágás Huszárok-elő-pusztá, Királykapu, Városlőd térségére) összpontosította figyelmét, ezzel érintve a mai Iharkúti-magasrögöt is. Korrektül leírta a Magas Bakony mezozoos rétegsorát (karni márga, karni–nori Földolomit, rhaeti „átmeneti rétegek”, majd Dachsteini Mészke, jura, kréta). Kritizálta a kétértelmű krétát: kijelentette, hogy maga részéről „a helyi viszonyoknak, a fellépő diszkordanciáknak és a kőzetek egymásutánjának jobban megfelelő” hármas beosztást (K_1 , K_2 , K_3) javasolja. Szerinte „alsó” kréta minden, ami az akkor már ismert (kora-albai) bauxitos diszkordancia előtt képződött, „középső” kréta mindaz ami a bauxitot fedő és idősebb a turritulites márgánál (=Pénzeskúti Márga) és a „felső” krétába sorolta mindazokat a képződményeket, amelyek faunájukat, kőzetkifejlődésüket (vegyes karbonátos/szilicikus) tekintve eltértek, a korábbi, uralkodóan karbonátos kréta rétegektől.

Figyelemre méltó tudatossággal készített — mai szemmel nézve is csaknem teljes — listát a bauxitlepek szempontjából reménybeli rétegtani kombinációkról. Tisztában volt azzal, hogy a bauxitot a triász képződmények (Dachsteini Mészke és Földolomit) erodált/karsztos felszínén kell keresnie, s noha az abban az időben általánosan alsó-krétának gondolt bauxitra nézve legperspektivikusabbnak a középső-kréta fedő alatt megjelenő felső-triász feküti gondolta, világos volt előtte, hogy fiatalabb, másodlagos fedő alatt is megtalálhatja ugyanezt a szintet. A kutatásból kizárni ezért csak azokat a területeket javasolta, amelyeken a középső-kréta képződmények alatt felső-triásznál fiatalabb, tengeri kifejlődésű mezozoos üledékek települnek. Felhívta a figyelmet a Bakonybél-től É-ra a Vörös János Séd, a Molnárkúti-árok és a Durrogós-tető környékén mutatkozó bauxitindikációkra, ahol másodlagos miocén fedő alatt azonosított többnyire gyenge, egyes esetekben azonban jó minőségű bauxitot. A Vörös János Séd-től délre a Tábor-hegyen 7 km² reménybeli területen 15 millió t bauxitot prognosztizált. Jelezte, hogy mindezek az „iharkúti előbukkanás”-sal esnek egy vonulatba. Kisebb jelentőségű indikációkat említett Ugod, Bakonyjácó és Csehbánya környékén.

Jelentésének részletes bauxitföldtani fejezetében a következőket írta: A Molnárkúti-árok környékén a reménybeli bauxit a „Királykaputól K-re eső részeken 30–80–100 m körüli mélységben lesz”, míg Ny felé, részben a kivastagodó késő-kréta homokkő, részben az erre települő eocén képződmények miatt, nagyobb mélységben várható. „Kedvezőbb helyzetűnek látom az Iharkút környéki indikáció területét” írta és jelezte, hogy itt a bauxitnak minden bizonnyal csak fiatalabb, másodlagos fedője lesz. 1–1,5 km² területen itt 2–3 millió t ércvagyont feltételezett. Valószínűnek tartotta, hogy az iharkúti, produktív terület Németbánya felé a Hajsabarna peremén 100–150 m mélységben folytatódik. (A németbányai folytatásban igaza lett, a Hajsabarna produktivitását azonban — ma már tudjuk — nem sikerült a kutatásoknak igazolniuk.) Az Ugodi-öblözet peremén a homokbödögei Kovács-tanya, Rókahegy-észak és a Csalános-árok területén megismert gyenge minőségű bauxitfoslányokra hivatkozva ezt az északi területet továbbkutatásra javasolta annak érdekében, hogy kiderüljön, van-e jobb minőségű bauxit a K_3 terasztrikum és/vagy esetleg az eocén képződmények alatt. Pozitív eredmény esetén ide 1–3 km²-en 1–2 millió t felszín közeli készletet prognosztizált.

„Nagyobb jelentőségűnek” tartotta az Iharkút melletti indikációt, ahol miocénnek gondolt konglomerátum alatt talált jó minőségű bauxitfoslányt. Megtalálta a zsvány-völgyi bauxitkibúvást is (= későbbi Iharkút-IV., ill. –VIII. lencse) és a bauxitot, megjelenése alapján, a halimbai teleppel analogizálta. Az általános ÉK–DNy csapásirány ismeretében felvetette az iharkúti és halimbai bauxit esetleges összefüggésének (egységes vonulatba tartozásának) lehetőségét. Mintegy 2 km²-t tartott kutatásra érdemesnek és felszín közelében várta a bauxitot. Perspektivikusnak tartotta Bakonyjácó és Csehbánya környékét is, mely utóbbira 1,5 millió t reménybeli készletet várt.

A bauxit minőségét és ásványos összetételét kémiai elemzések és DTA vizsgálatok alapján jellemezte: a Molnárkúti-árok területéről Al_2O_3/SiO_2 :60,85/0,44%, 55,42/0,48%, Iharkútról 61,2/1,00%, a Zsvány-völgyi kibúvásból 61,1/1,30% minőségű, vörösbarna, pizoidos, böhmite/(gibbite) bauxitot ír le.

Kutatási jelentésének a további munkálatok szempontjából meghatározó jelentőségű következtetése volt az alábbi:

„Bauxitföldtani szempontból...nem hanyagolnám el...a bauxitindikációknak a felső kréta alatt való nyomozását. ... Elsőrendű fontosságú ugyanis annak eldöntése, hogy a felső kréta bauxitképződés milyen mértékű volt, hozott-e létre nagyobb bauxitmennyiségeket s hogy a bauxitképződmény milyen kifejlődésű...”

A NOSZKY-féle jelentés nyomán a Maszobal 1952-ben négy db felderítő fúrás mélyített le a területen, amelyek — Noszky feltevéseit igazolva — tisztázták a földtani felépítést és valamennyi áthalmozott bauxitot is kimutattak (GÖBEL 1953, 1957). A terület, a Maszobal megszűntét követően 1953-ban létrejött Bauxitkutató Vállalat készletnyilván-tartásában 1961 óta reménybeliként szerepelt, azonban a működő bauxitbányák közvetlen érdekszféráján kívül eső, infrastruktúráisan kevésbé fejlett terület lévén az 1960-as években még nem kapott különösebb figyelmet

1965-ben, lakossági bejelentés nyomán kezdtek foglalkozni vele: a későbbi I. lencse területén két kézi fúrás mélyítették, mindkettő bauxitban állt le. A minőségeloszlás alapján a Bauxitkutató Vállalat geológusai (ERDÉLYI 1965?) jelentősebb méretű bauxittelepre gyanakodtak, az iparágat azonban még ekkor sem érdekelte a prosperáló bányáktól távol eső terület.

1972-ben a Bauxitkutató Vállalat az Északi-Bakonyban lefolytatott felderítő fázisú bauxitkutatásról szóló átfogó jelentésében Iharkutat ismét reménybelinek minősítette, három genetikai bauxitszintet prognosztizált s ezek közül legperspektivikusabbnak a felső-kréta szintet jelölte meg (SZABÓ et al. 1972) A terület áttekintő bauxitföldtani felépítése az 1., 2. ábrán látható.

1973-ban GERÓCS István, a Bakonyi Bauxitbányák iharkúti illetőségű vájára, a háza mögötti horhosban jó minőségűnek tűnő bauxit eróziós feltáródását észlelte, s erről jelentést tett a Bányának. Mivel addigra már előre vetette árnyékát a karsztvízszint alatti telepek kitermelésének jövőben várható korlátozása, a bejelentés az iparág számára is felértékelődött s egy kutatóakna, valamint néhány kézi fúrás eredményei láttán (egyik sem érte el a bauxit feküjét), megkezdődött a terület gépi fúrásokkal való szisztematikus megkutatása. Az I. lencse részletes felfúrása és a zárójelentés átadása után részletes bauxitföldtani térképezés és a MÁELGI kapacitására támaszkodó felszíni geofizikai (geoelektromos) méréssorozat kezdődött. Ez utóbbiak adataira támaszkodva elkészült az Iharkúti-magasrög 12 km²-ét magában foglaló terület előkutatási programja (SZANTNER 1975, KNAUER, SZANTNER 1975) s ezzel új fejezet nyílt az iharkúti előfordulás megismerésében és bányászati célú megkutatásában.

Kutatástörténet 1975–2005

1975 után a területen folyó kutatási tevékenység rendhagyó volt annyiban, amennyiben a központi területen, az I. lencse már bányászati feltárás/termelés alatt állt, ugyanakkor — noha a tágabb körzet előkutatása még be sem fejeződött — a közvetlenül csatlakozó területeken, ezzel egyidejűleg, felderítő és részletes-előzetes fúrási munkálatok folytak. Ez szöges ellentétben volt a nyersanyagkutatás akkoriban általános alapelveként hangoztatott „fokozatosság” elvével, melynek lényege a kutatási terület fokozatos megismerése és a kutatási erőfeszítéseknek minden újabb kutatási fázisban, megfelelő mérlegelést követően, a legígéretesebb találatok környezetére való összpontosítása lett volna. A Bakonyi Bauxitbánya egyre sürgetőbb külfejtésre alkalmas készletigénye folytán Iharkút esetében ez az elv egyértelműen sérült. Nagyobb károk ebből csak azért nem következtek, mert az Iharkúti-magasrög szokatlanul kis területen, kedvező földtani környezetben, szokatlanul nagy mennyiségű és jó minőségű készletekkel rendelkezett, valamint a kutatást irányító személyi állomány (SZANTNER F., KÁROLY GY., LUDAS F.-NÉ, BAROSS G., KNAUER J. TÓTH K., KNAUERNÉ GELLAI M. és még sokan mások) a sok évtizedes gyakorlat eredményeként igen jelentős „know-how” birtokában végezte munkáját. Kiemelendő, hogy a kutatás során, a kis mélységben, másodlagos fedő alatt gyanítható bauxitcsapdák nyomozásában jelentős szerep jutott a Dunántúli-középhegység más területein kevésbé alkalmazható, de KNAUER J. által, isztriai tapasztalatai alapján Iharkútra adaptált földtani-geomorfológiai térképezésnek (in SZANTNER, MINDSZENTY 1979), valamint a felszíni geofizikának, miáltal a fúrások találati aránya jelentősen növelhető volt

A geofizikai mérési eredmények alapján telepített Ik–62 jelű fúrással megtalált Iharkút–II lencse kutatása és a zárójelentés elkészítése feszített ütemben zajlott. Ezenközben erőltetett tempóban folytatódott a központi terület többi lencséjének megkutatása, az előkutatás keretében mélyült fúrások adatainak feldolgozása, a felderítő kutatás céljait szolgáló földtani-geomorfológiai térképezés s ennek alapján a geofizikai mérési tervek kidolgozása. A MÁELGI nagy erővel vetette bele magát a geoelektromos mérések (ellenállástérképezés, potenciáltérképezés, sekélyszondázás, multifrekvenciás elektromágneses szondázás és szelvényezés) módszertani fejlesztésébe (SZABADVÁRY L., KAKAS K., BODRI GY., FARKAS I. in KAKAS et al. 1980 és SZANTNER et al. 1981). Kidolgozták az ún. FFG technikát, melynek segítségével — az egyik elektródát az „árnyékoló réteg” alá, a fúrólyukba, másikat a felszínre helyezve —, az esetleges elsődleges fedő alatti bauxitlepek alakjára vonatkozó információhoz is hozzá lehetett jutni. A részletes fázisban 25×25 m-es (ill. a sietség okán gyakran csak 33×33 m-es) hálózatban mélyített külszíni fúrások földtani adatai alapján megrajzolható telepalakot a terület sajátos teleptani viszonyai következtében (I. Az előfordulás teleptani jellemzői című fejezetet) igen nagy bizonytalanság terhelte. Ennek finomításában volt különös jelentősége a geofizikai módszerfejlesztésnek. A Bauxitkutató Vállalat az iharkúti igényeket kielégítendő, ebben az időszakban jelentősen fejlesztette saját lyukgeofizikai részlegét. A rétegsorokat pontosító klasszikus karotázsmérések mellett, ekkor dolgozták ki a bauxitbányákban már korábban alkalmazott Tatár-féle neutronaktivációs analitikai módszer lyukgeofizikai adaptációját (NYERGES L., BALÁZS L., URAY SZ. in NYERGES, MORVAI 1980), melynek eredményeként, a feszített ütemű kutatás során, a bauxitot harántolt mélységközökből azonnali minőségi adatokat tudtak szolgáltatni, ezzel segítve a kutatást irányító geológus számára a fúrástelepítés optimalizálását. Hasonló célt szolgáltak a bauxitszöveti elemzések valamint a fekü- és fedő képződmények pontosabb azonosítását célzó biosztratigráfiai vizsgálatok is (GECSE É., MINDSZENTY A., TÓTH K., KNAUERNÉ GELLAI M. MÁTÉFINÉ STEFLER A. in TÓTH, KNAUERNÉ GELLAI & 1980 és SZANTNER et al. 1986) Az előfordulás egyedi sajátosságainak minél részletesebb megismerését a Vállalat és az annak tevékenységét akkoriban koordináló Magyar Alumíniumipari Tröszt abban a reményben támogatta, hogy azok lehetőséget adhatnak egy majdani újabb „iharkúti típusú” előfordulás felfedezésére. A sors különös fintora, hogy mire a „minta”-terület, a rétegsorok és a megvizsgált minták ismeretessége ezt lehetővé tette volna, az esetleges újabb előfordulások feltárása, a megváltozott gazdasági környezetben, elveszítette prioritását.

A terület fent bemutatott, feszített ütemű, a fokozatosság elvét sértő kutatásának azonban voltak előnyei is. Az elő- és felderítő fúrások értelmezését s az újabb fúrások kitzűzését rendkívüli módon könnyítette, segítette, hogy a közvetlenül szomszédos, már bányászatilag feltárt lencsék területén ugyanezeket a rétegsorokat folyamatos feltárásban, „3D”-ben lehetett szemlélni és megvizsgálni. A feküfelszín jelentős (gyakran több 10 méteres) szintkülönbségeivel kapcsolatban ismételt felmerülő „tektonika vagy karsztmorfológia?” kérdés eldöntése, a feltáródó paleokarszt-morfológia minősítése, az analógiák felhasználásával, nagyobb biztonsággal történhetett meg, mintha csupán a diszkrét, pontszerű információt szolgáltató fúrási rétegsorokra lehetett volna támaszkodni. Fontos szerepet játszott ebben, hogy a termelésirányítást végző bányageológiai szolgálat, a folyamatosan termelődő geodéziai mérési adatokat felhasználva a feküfelszín karsztos formáit és a tektonikai elemeket kivételes alaposzággal rögzítette és összesítette ((PATAKI 1985)

A központi terület telepeinek megkutatását, átadását az 1970-es évek végétől az 1980-as évek közepéig hasonló tempóban követte DK-en a Németbánya felé húzódó produktív sáv, az É-on az Ugodi-öblözet pereméig, Tüskés-tetőig elnyúló részterület, valamint az ÉK-felé csatlakozó, zömmel már csak másodlagos (negyedidőszaki) fedővel borított telepek megkutatása. Ez utóbbiak közül a Nb–XI. és az Ik–III. telepek kutatása érdemel kiemelt figyelmet, mert kitűnően mutatja a fiatal tektonika bonyolultságát és a tektonika által meghatározott utólagos erózió intenzitásának szerepét a bauxit megőrződésében. Mindkettő ugyanabba a nagy ÉÉNy–DDK-i pásztába esik, amelyet harántirányú (ÉK–DNy, ill. K–Ny) törések is szabdalnak. Az egyikben (Nb–XI.) mintegy 40 m vastag bauxit tölti ki a tökéletesen megőrződött, meredekfalú, több, kisebb-nagyobb karsztos „toronnyal” tarkított 200×150 m alapterületű töbröt (I. tábla 2.), míg a másik (Ik–III.), amelyet a Nb–XI-től több haránt irányú normál vető választ el, voltaképp nem egységes lencse, hanem négy különálló, egyenként max. 10–20 m átmérőjű, lefelé elkeskenyedő, 15–40 m mélységben elmeddülő „töbörgyökér”-ből álló csoport, mely nyilvánvalóan egy felette valaha létezett, egykor összefüggő lencse legalsó régiójának eróziós maradványa. A helyzet komplexitását tükrözi, hogy jelenleg a Nb–XI. lencse van szerkezeti magassabb helyzetben, azaz, a bauxit lepusztításáért felelős kiemelkedés nyilvánvalóan nem a legutolsó esemény volt az egymással törés mentén érintkező két blokk történetében!

Az 1990-es években sor került az Iharkúti-magasrög leg-északkeletibb, topográfiaiilag legkiemeltebb, csak lösszel és talajjal borított dolomitpásztájának (Tevelvár–Pápavár) és a köztes területeknek (Királykapu) megkutatására is. Ezeket, elsősorban topográfiai helyzetük miatt, korábban nem tartották perspektivikusnak, noha Királykapu környékén a térképezés még jelezte, hogy eocén foszlányok is vannak a triász fekü felett. A kutatás, majd ezt követően a termelés adatai igazolták, hogy denudációs maradványokról volt szó: a telepek alapterülete szokatlanul kicsi volt (Királykapu–I alapterülete 65×55 m, a Pápavári töbrömaradványok átmérője 10–30 m) mélységük (30–50 m) és kiváló minőségük azonban jelezte, hogy eredetileg itt is jelentős méretű telepek kialakulására nyílt lehetőségek.

A terület kutatásának és a bauxitkincs kitermelésének utolsó szakasza a Németbánya–II. és –III. lencsék termelése révén átnyúlik az ezredfordulón: a bányászat 2004/2005-ben szűnt meg. Ezt követően megindult az utolsó két külfejtés rekultivációja. Jelenleg a bauxitot a felszínen már nem lehet tanulmányozni, az egykori mélytöbrös telepéből csupán néhány helyen a fekü dolomitbörccök és a fedő felső-kréta terasztrikum rétegei láthatóak. Utóbbi a belőle előkerült, ŐSI A. és munkatársai által feldolgozott, híres gerinces fossziliák (*Hungarosaurus*, *Bakonydrákó*, *Bauxitornis* és mások pl. ŐSI 2004, ŐSI, RAB 2006) további kutatása céljából hagyta meg a paleontológusok számára hozzáférhető formában a rekultivációs terv.

Rétegtani helyzet

A Magyar Rétegtani Bizottság litosztratigráfiai beosztása az Iharkút–Bakonyjákó–Németbánya területén megismert bauxitot a Nagytárkányi Bauxit Formációba (3. ábra) sorolja (KNAUER, MINDSZENTY 1996). A definíció szerint ebbe a formációba azok a bauxitlepek tartoznak, melyeknek „eredeti fedője valamely senon formáció, feküje uralkodóan Fődolomit”. Az elnevezést nem tartjuk sem szerencsésnek, sem pontosnak, de mivel a formáció leírása idején az „Iharkúti Formáció” név már egy az iharkúti bauxit magasabb fedőjében települő eocén konglomerátum számára volt fenntartva, prioritási okokból, ez nem volt alkalmazható az iharkúti bauxitra. Utóbbi — mára informálisnak minősített — elnevezés egyébként, bauxitos körökben, ma is általánosan használatos. Az iharkúti bauxitterületen folytatott rétegtani kutatások eredményeit legátfogóbban GELLAI et al (1985) foglalták össze. A bauxit ill. a közvetlen fedőrétegek korát, ez utóbbiak palynológiai vizsgálata és általános bauxitföldtani megfontolások alapján, SIEGL-FARKAS (1991), valamint KNAUER, SIEGL-FARKAS (1992) pontosították.

Fekü

A terület legnagyobb részén a bauxit feküje a Fődolomit Formáció. Feltételeken a Dachsteini Mészkö Formációba sorolható mészkövet az általános ÉNy dőlésnek megfelelően csupán a terület Ény-i csücskében, a Tüskés-tető északi

oldalán találunk, de könnyen lehet, hogy ez is még az ún. „átmeneti” rétegek (Fenyőfői Tagozat) részét képezi. A feküképződményeket részletesen T. GECSE (1978, 1979) vizsgálta. A Fődolomit kora az Ik–II. lencse bauxitfeküjéből előkerült faunaleletek (*Neomegalodon laczkoi* HOERNES, *N. seccoii baconicus* KUTASSY és *Myophoria inequicostata* KLIPST, gyűjtötte: PATAKI, határozta: VÉGHÉ NEUBRANDT) alapján nori. A terület kutatása során egy, a feküt nagy vastagságban harántolt hidrogeológiai fúrásból ún. „átmeneti rétegek” is előkerültek. Ezek mikrofaunája nori–rhaeti jellegeket mutatott. Mivel a nyersanyagkutató fúrások feküben fúrt szakaszai általában rövidek, a mészkőfeküt harántolt fúrások alapján nem lehetett egyértelműen eldönteni, hogy azok csak az „átmeneti rétegek” Dachsteini Mészkőhöz hasonló meszesebb szakaszait, vagy már valóban Dachsteini Mészkövet tártak fel, GELLAI et al. (1985) az iharkúti terület rétegtani felépítését tárgyaló tanulmányukban eltekintettek a Dachsteini Mészkő feküképződményként való megjelölésétől.

A dolomit a felszíni feltárások egy részében ép, üde benyomást kelt, többnyire vastagpados, ritkábban vékonyréteges, jellegzetesen ciklusos felépítésű (BC, ill. ritkábban BB típusú ciklotémákkal), a fúrásokból (a bauxit alól) azonban inkább töredezett, breccsás, dedolomitosodott, többé-kevésbé cementált törmelékkőzetként kerül elő, fáciesbesorolása emiatt sokszor nehézkes. A külfejtésekben megfigyelhető kibúvási a bauxittal érintkező felületek (karsztos oldalfal, és/vagy vetők) mentén gyakorta hófehér porrá esnek szét, helyenként apró, konkrécio-szerű Fe-oxid átítatódást, másutt kalcit-cementációt mutatnak, zúzottak.

Bauxitösszlet

A felső-triász és felső-kréta képződmények között megjelenő iharkúti bauxitot elvileg két bauxitszintbe is besorolhatnánk. Lehetne az albai rétegek által fedett (alsóperei) szint másodlagos (senon) fedőjű képviselője, de lehetne — a halimbai bauxithoz hasonlóan — az önálló alsó-senon bauxitszinthez tartozó telep is. A kora-albai felhalmozódás ellen három érv szól: 1.) az ismert alsóperei bauxitlepek/telepfoszlányok mindenütt vagy Dachsteini Mészkőre, vagy fiatalabb (jura, v. alsó-albai) képződményekre települnek, 2.) mikromineralógiai spektrumuk (titanittal, alkáli amfibollal) jelentősen eltér az iharkúti telepekből kimutatott (kis mennyiségű, uralkodóan rutil-cirkon-turmalin asszociációval jellemzett) mikro-ásványtársulástól (MINDSZENTY et al. 1991), 3.) litofációjuk s kiváltképp porozitásuk (kompakciójuk foka) ugyancsak különbözik az iharkúti bauxitétól (MINDSZENTY et al. 1987). Mindezek alapján — mint általában a karsztbauxitokat — az iharkúti bauxitot is közvetlen fedőjéhez illesztjük, azaz kora-senon (coniaci–kora-santon) felhalmozódásának tekintjük és TARIVAL egyértelműen a késő-kréta üledékgyűjtőnek az eoalpi kompressziós események hatására bekövetkező flexurális deformációjához kapcsoljuk (TARI 1994, MINDSZENTY 1994, 1999, MINDSZENTY et al. 2000). Jellegzetes litológiája alapján ugyancsak alsó-senonnak tartjuk a központi terület peremén és az ÉK-i pásztákban, másodlagos (oligocén, vagy negyedidőszaki) fedőképződmények alatt megjelenő bauxitot is. Megerősíti ezt a megfigyelés, mely szerint, néhány esetben — pl. Ik–IX. lencse – a letakarítás során, vékony denudációs foszlányként a másodlagos fedő alatt is felismerhető volt az eredeti kréta fedőképződmény jellegzetes ártéri kifejlődése).

Fedőképződmények

Csehbányai Formáció

A bauxit elsődleges fedőképződménye a Csehbányai Formáció folyóvízi sorozata (HAAS, JOCHA-EDELÉNYI 1979, JOCHA-EDELÉNYI 1991) melynek lerakódása SIEGL-FARKAS (1991) vizsgálatai szerint a santoniban (Ocullopolis–Complexiopollis zóna) indult meg egy olyan alluviális medencében, mely a bauxitképződéshez vezető kiemelkedést és szárazulati eseményt követő flexurális süllyedés eredményeként jött létre. A palinosztratigráfiai alapú korbesorolást 2005-ben megerősítették MÁRTONNÉ SZALAY E. paleomágneses vizsgálatai (in: ÓSI, MINDSZENTY 2009). A formáció bázisán a bauxitra, ill. ahol nincs bauxit, ott a dolomitra, nem folytonos kifejlődésben, sokhelyütt települ néhányszor 10 cm vastagságú dolomitbreccsa (II. tábla, 4). A breccsára következnek az 1–2 m vastagságú ciklusokba rendeződő finomszemcsés aleuritos-agyagos, ritkábban finomhomokos, ártéri kifejlődésű üledékek. Ahol nincs meg a dolomitbreccsa, ott a bauxitra (vagy ahol nincs bauxit ott a dolomitra) közvetlenül, eróziós felszínnel következik az aleuritos-finomhomokos üledék, a bázison helyenként bauxittörmelékkal (ami arra utal, hogy a fedő lerakódásakor a bauxit már többé-kevésbé litifikált állapotban lehetett). A fedő közepesen, vagy gyengén koptatott homokszemcséinek anyaga: mészkő/dolomit, kvarc, kvarcit, csillám, ritkábban anchimetamorf kőzettörmelék. Az ártéri ciklusokat az esetek többségében hidromorf, ritkábban közepes lecsapolódású, vörös-tarka paleotalajok zárják, s az összletet helyenként kereszttrétegzett homokkővel kitöltött csatornák, másutt vékony, de kiterjedt, lepelszerű homoktestek (= ártéri hordalékkelebek) tagolják (TUBA et al. 2006, ÓSI, MINDSZENTY 2009). A sekély csatornák alján gyakran az ártéri üledék feltépett törmelékdarabjaiból, valamint változatos gerinces faunára utaló csonttöredékekből álló csontbreccsa található. Egyes helyeken a breccsa felett finomszemcsés laminált, sötétszürke, szervesanyagban dús aleurit és agyag jelenik meg

(ártéri tavacskák, lefűződött mederágak?). Ebből a képződményből kerültek elő a híres iharkúti dinoszaurusz-leletek (ŐSI 2004, 2006, ŐSI 2010). A Csehbányai Formáció teljes vastagsága mintegy 200 m (TARI 1994), a magasrög területén, a külfejtésekben azonban — eróziós okokból — csak a legalsó, mintegy 50–60 m-es, ártéri kifejlődésű szakasza tanulmányozható (I. tábla.1). Durva kavicsos mederfáciesű tagjait nagyobb vastagságban a szomszédos Csehbányai-medencéből ismerjük. Figyelemre méltó jelenség, hogy a Csehbányai Formációban az ősmaradványok jellegzetesen piritesek, s mintegy 20–30 méterrel a bauxit felett a pirit már gyakori korai diagenetikus fázis magában az üledékben is. Ez arra utal, hogy míg az iharkúti bauxit-felhalmozódás lezárultát közvetlenül követően (vagy azért mert nem volt elegendő eltemetődő szerves anyag, vagy azért mert a pórusvíz összetétele nem volt megfelelő) még nem volt lehetőség a lefedődő üledék tömeges piritesedésére, ez a helyzet a Csehbányai Formáció lerakódása idején alapvetően megváltozott. Lehetséges, hogy a jó lecsapolódású bauxitos karszt megsüllyedésével járó megváltozott hidrológiai környezet (telítetlen→telített) miatt az üledék finomdiszperz szerves anyagának lebomlása lelassult s a magasabb fedőben megjelenő tengeri üledékek lerakódásával egyidejűleg a pórusokat kitöltő víz összetétele (SO_4 -tartalma) már lehetővé tette a diagenetikus piritképződést. Fontos tényező lehetett az is, hogy a pórusvíz összetételének megváltozása idején az ártéri képződmények vasásványai még instabil állapotban voltak (ferrihidrit?). E folyamat a bauxitot feltehetőleg azért nem érintette, mert esetleges (eredetileg is kevés) szervesanyag-tartalma eddigre teljesen elbomlott s vasásványai is minden bizonnyal már stabilizálódtak.

Ajkai Formáció (?)

Noha kisebb kőszénlencsék, szenesedett fatörzsmaradványok, ágtörédek a Csehbányai Formáció ártéri üledékei között is előfordulnak, a formációra következő, vele elvileg, helyenként laterálisan összefogazódó Ajkai Formáció kiterjedt jelenléte a területen egyértelműen nem igazolódott. GELLAI et al. (1985) szerint néhány fúrás (pl. Ik–942, ill. HgIk–3) közvetlenül a Csehbányai Formáció felett vékony (0,4 cm) kőszén harántolt, amelyből előkerültek az Ajkai Formációra jellemzőnek tartott apró borostyán-cseppek (ajkait). Ennek alapján ezt a réteget akkor az Ajkai Formációba sorolták. Megjegyezzük, hogy az ajkait a 2000-es évek dinoszaurusz-kutató expedíciói során a Németbánya–II. lencse egyértelműen a Csehbányai Formáció alsó szakaszába sorolt fedőrétegeiből is előkerült, önmagában tehát ez a s. str. Ajkai Formáció jelenlétét nem bizonyítaná, azonban a települési helyzet (Csehbányai F. tetején a Jákói F. alatt) elegendő érv amellett, hogy GELLAI et al. (1985) feltevését mégis elfogadjuk. SIEGL-FARKAS (1992) szerint a kőszenes képződmények kora palinosztratigráfiai alapon késő-santoni–kora-campaniai.

Jákói Marga Formáció

A Csehbányai Formáció legfelső kőszenes, kőszenes-agyagos rétegeire szürke agyagmárgás kifejlődéssel, fokozatos-folytonos átmenettel települnek a Jákói Formáció — mollusca faunája alapján már egyértelműen tengerinek minősíthető — ugyancsak campaniai korú, kőzetlisztes, finomhomokos rétegei (HAAS 1983, GÓCZÁN, SIEGL-FARKAS 1990). A területen fúrásokkal (pl. Bj–47, a Bakonyjákói-medence peremén) kimutatott maximális vastagsága: 54 m (GELLAI et al. 1985). Felszíni feltérképezésben az iharkúti terület nyugati szegélyén bukkan elő, nagyobb elterjedésben a Bakonyjákói-medencéből ismert

Polányi Marga Formáció

A késő-kréta transzgresszió kiteljesedését jelző, a Jákói Marga felett következő globotruncanás márgát a magasröghöz ÉNy felé csatlakozó Bakonyjákói-medence területén és a Sármás északi peremén tárták fel a fúrások (pl. Bj–73, Ik–472, Nb–90), legfeljebb mintegy 100 m vastagságban. A képződmény teljes vastagsága a Bakony előterében elérte a 800 m-t is, azonban a magasrög területén az alatta települő alluviális összletben talált dinoszaurusz-maradványok kiscikló diagenetikus átalakulása azt valószínűsíti, hogy noha a képződmény felső határa eróziós határ, vastagsága a néhány száz métert eredetileg sem haladhatta meg.

Eocén képződmények

A kréta időszaki üledékekre, ill. helyenként — másodlagos fedőként — közvetlenül a bauxitra vagy a dolomitra, eróziós diszkordanciával települnek a nummuliteszes, discocyclinás, középső-eocén (lutetiai) mészkő/mészmarga rétegek (~Szöci Mészkő Formáció). Elterjedésük nem folytonos, eróziós foszlányként őrződtek meg részint a központi, részint a déli területén. A legteljesebb középső-eocén rétegsort a Csehbányai-medence peremén mélyült Ik–1129 jelű fúrás tárta fel (~58 m vastagságban).

A felső-eocént az Iharkúti Formáció uralkodóan középső-eocén mészkőkavicsokból, foraminifera-zúzalékból, és közbetelepült homokkő, agyag- és márgarétegekből álló konglomerátuma képviseli (MÉSZÁROS 1971). Nagyobb egybefüggő elterjedése a németbányai területész É-i részén és az Iharkút–I. koncentráció területén volt megfigyelhető (GELLAI et al. 1985). Míg a magasrög területén vastagsága a 20 m-t is elérte, a Bakonyjákói-medencében a vele

összefogazódó agyagos-agyagmárgás üledékben már csak vékonyabb rétegek formájában jelentkeznek. KUN-JÁGER et al. (1994) intraeocén tektonikai esemény hatására a medencébe bezúduló tenger alatti törmeléklegyező lerakódásának tekinti.

Oligocén (–alsó-miocén?)

A Csatkai Formáció kavicsos, homokos, aleuritos, tarka agyagos, alluviális üledékei eróziós diszkordanciával települnek az idősebb képződményekre. Megjelenésük zavarba ejtő hasonlatosságot mutat az ugyancsak alluviális Csehbányai Formáció üledékeivel s ez a nyersanyagkutatás során számos nehézséget okozott. Durvatörmelékes kifejlődés esetén az elkülönítésre a lehetőséget a Csehbányai Formációénál változatosabb, nagyobb metamorf fokú lepusztulási területre utaló kavicsanyag adta meg, finomtörmelékes változatait azonban csak nannoplankton vizsgálatok alapján lehetett azonosítani (áthalmazott kréta és eocén fajok mellett oligocén szintjelzők (pl. *Sphenolithus distentus* MARTINI, *Reticulofenestra lockeri* MÜLLER) jellemezték, igazolva a képződmény késő-oligocén korát (BROKÉS 1978, KERÉKESNÉ 1979, GELLAI et al 1985).

Pannóniai

Faunával igazolt pannóniai (=késő-miocén) üledékek nem kerültek elő a területről, GELLAI et al (1985) azonban — litológiai analógiák alapján — a Róka-hegy–Tüskés-tető vonulat Ny-i oldalán talált, a Dunántúli-középhegység egyéb területeiről jól ismert, „gyöngykavics”-hoz hasonló, részben konglomerátummá cementált kitűnően koptatott, kizárólag kvarc-, ill. alárendelten tűzkő anyagú szemcsékből álló rétegeket feltételelesen pannóniai alapbreccsának minősítették. Ha ez helytálló, akkor ez is arra hívja fel a figyelmet, hogy az Iharkúti-magasrög kiemelkedése és a jelenlegi eróziós topográfia létrejötté igen fiatal jelenség (v.ö. PÉCSI 1988, 1998, KAISER 1997, JOÓ 1992).

Negyedidőszaki képződmények

A fiatal kiemelkedésnek s az ezzel együtt járó erózióknak köszönhetően a negyedidőszakba sorolható képződmények milyensége és vastagsága a területen nagyon változó. A kiemelt rögök egy részén a bauxitot másodlagos fedőként 4–20 m vastag lösz borítja. A lösztakarón átsejlt eltemetett paleodomborzat (a befogadó mezozoos karbonátoknál lazább, könnyebben kompaktálódó bauxittal kitöltött karsztformák konkáv felszíne és a bauxit viszonylagos vízrekesztő képessége miatt a löszháton kialakult, nedvességkedvelő növényzettel borított mélyedések) fontos útbaigazítással szolgált a vékony negyedidőszaki képződményekkel fedett bauxitcsapdák kutatása során. Ezen alapelveket követve fedezte fel BAROSS G. a Németbánya–XI. lencsét, s erre alapozva dolgozta ki — horvátországi tapasztalatait is felhasználva — KNAUER J. a bauxitföldtani-geomorfológiai céltérképezés módszerét (I. SZANTNER, MINDSZENTY 1979). Utóbbit a Bauxitkutató Vállalat sikeresen alkalmazta a felszíni geofizikai mérések szempontjából perspektivikus területek kijelölésében. A völgyeket vastag — akár 40–50 m — dolomit-törmelék, agyag, áthalmazott bauxit és lösz tölti ki. A talaj vastagsága általában 0-tól néhány 10 cm-ig terjed, ritkábban 1–2 m.

Geomorfológia

Az iharkúti bauxit-előfordulás területe mai geomorfológiai arculatát tekintve ÉNy–DK, ill. K–Ny irányú fővölgyekkel tagolt, letarolt karsztplató, melynek ÉNy–DK csapású pásztái K-ről Ny-felé lépcsősen zökkennek egyre mélyebbre (4, 5. ábra).

A legmagasabbra kiemelt rög a *Pápavár–Gát-hegy–Tevelvár–Vaskapu–Királykapu* (530–440 m tszf) letarolt dolomit-tömbje melyet csak foltokban fed vékony talaj-, ill. lösztakaró, amely alatt itt-ott még megőrződött bauxittelepeket tárt fel a kutatás (Vörösföld, Pápavár, Tevelvár).

Ezt a zónát a Csalános-árok fiatal völgye határolja el a tőle DNy-ra húzódó ugyancsak uralkodóan dolomitkibúvásokkal jellemzett *Hajszabarna–Róka-hegy* lapos tetejű hegyekből álló (490–420 m tszf) vonulatától. A Hajszabarna–Róka-hegy tömbjében a fiatal lepusztulás kisebb mértékű volt: a vékony talaj alatt itt több jelentős méretű, csupán másodlagos, negyedidőszaki fedővel (lösszel) borított lencsét sikerült feltárni Nb–XI., –VIII., –XX., Ik–XII., –XXV.). Habár itt is voltak olyan részterületek, ahol az eróziótól egy-egy nagyobb bauxitlencsének csupán legmélyebb, szétágazó, karsztos vízelvezető csatornává szűkült „gyökérzónája” menekült meg (Ik–III. lencse).

A Hajszabarna–Róka-hegy tömbjétől DNy felé következő pászta a kutatás során az „*Iharkút–németbányai sekélyblokk*” elnevezést kapta (400–340 m). A felszínt itt zömmel oligocén és negyedidőszaki képződmények borítják, helyenként kisebb eocén és felső-kréta kibúvásokkal, szórványosan, a vetők mentén a magasabb helyzetű rögökön megmaradt dolomittal. A fedőképződmények jelenléte jelzi, hogy ebben a pásztában a fiatal erózió még kíméletesebb volt, mint a Hajszabarna–Róka-hegy vonulatban. Ennek megfelelően ebbe a pásztába esnek a központi terület és az

Iharkút–É kréta, ill. kréta/eocén fedőjű bauxitlencsái (Ik–I., –II., –IV., –V., –VI., –VII., –IX., valamint délen, a Szállás-tető irányában a németbányai lencsék (Nb–II., –III., –XIX., –XXIV. stb).

Az előfordulás legészakibb, morfológiai is elkülönülő részterülete az Ugodi-öblözet peremén a *Sármás* (átlagosan 288 m tszf.), amely átmenetet képez az Iharkúti-magasrög hegyvidék jellegű domborzata és a Bakonyjákói-medence között. Ezen a területen a felső-kréta képződményeket lejtőtörmelék és vastag (>10 m) lösz borítja, melybe fiatal, meredek falú völgyek vágódnak be. A lösz alatt megőrződött felső-kréta üledékek jelzik, hogy a lepusztulás itt sem hatolt le a bauxitig.

A *Bakonyjákói-medence* (átlagosan 310–360 m tszf.) az Iharkút–németbányai sekélyblokkhoz csatlakozó, Ny felé fokozatosan egyre laposabbá váló terület. A medencealjzatot az iharkúti magasrögről ismert mezozoos és kainozoos képződmények adják, azzal a különbséggel, hogy mind a felső-kréta, mind az eocén rétegsor teljesebb. A medence fiatal kitöltése oligocén. A peremeken a kréta és eocén képződmények kibukkannak, sőt a falu területén kisebb foltban a triász (dolomit és Dachsteini Mészkö) is ismert. Annak ellenére, hogy a jelek szerint a fiatal tektonikai eseményekhez köthető lepusztulás a medencében semmiképp nem hatolhatott le a bauxitig, az a néhány fúrás, amely Bakonyjákó környékén elérte a triász alaphegységet, nem hozott érdemi eredményt. Lehetséges, bár adatok hiányában nem bizonyítható, hogy ennek oka a bauxitképződés idején uralkodott paleogeomorfológiai viszonyokban keresendő.

A kiemelt térszíneket felszabdáló meredekfalú völgyek (pl. Csalános-árok Nádajtó-árok) a fiatal, valószínűleg későpleisztocén kiemelkedésre utalnak. Ugyanakkor a lapos tetejű dombok, amelyeket akár egykori elegyengetett térszínfoszlányokként is értelmezhetünk, arra figyelmeztetnek, hogy a legutolsó kiemelkedés előtt legalább egy jelentős planációs eseménnyel kell számolnunk. A Róka-hegy–Tüskés-tető vonulatában megismert pannóniai alapbreccsa lehetne egy ilyen jellegű esemény tanúja (v.ö. PÉCSI (1998) pannóniai abrázioz terasz szintje).

Kétségtelen, hogy az iharkúti bauxit kutatása és feltárása során alkalmazott módszerek megválasztásában fontos szerepet játszott a fiatal tektonika által meghatározott geomorfológiai kép és az, hogy a morfológiai alapon világosan elkülönülő pászta, bauxit-produktivitása is jelentősen különbözött.

Szerkezeti viszonyok

Az iharkúti előfordulás tektonikailag kitüntetett helyzetben van: északi határától alig néhány km-re fut és az Ugodi öblözetben seprűződik szét a Bakony hegység legfontosabb nagyszerkezeti eleme a Telegdi Roth vonal (TELEGDI- ROTH 1934, NOSZKY 1957, KNAUER, VÉGH 1967, MÉSZÁROS 1983, POCSAI, CSONTOS 2006, SASVÁRI et al. 2007 és mások) (6. ábra). Ennek a NyÉNy–KDK csapású, fiatal jobbos oldaleltolódásként értelmezett, a krétától a miocénig többször, különböző értelemben felújult töréses zónának a mentén az idősebb szerkezeti elemekre vonatkozó laterális elmozdulás összességében 4,7 km-re tehető. A vonalhoz dél felé csatlakozó, minden irányból tektonikai elemekkel határolt Iharkúti-magasrögöt számos, (ÉÉNy–DDK, ÉK–DNy, ritkábban É–D irányú), vélhetően különböző korú, alacsonyabb rendű törés tagolja, melyek a Telegdi Roth-vonallal vagy párhuzamosak, vagy azzal szöveget zárnak be. Ezek mentén az esetek jelentős részében a vertikális mellett kisebb-nagyobb mértékű, laterális irányú elmozdulás is feltételezhető. Közülük az ÉÉNy–DDK és az É–D irányúak egy részét MÉSZÁROS (1980, 1983) presenon oldaleltolódásoknak tartotta és a bauxitlepek elsődleges lokalizációja szempontjából kiemelt fontosságot tulajdonított nekik. Felhívta a figyelmet arra, hogy e zónák mentén az idősebb mezozoos képződmények, kiváltképp a dolomit, erősen összeződve a karsztosodás szempontjából kitüntetett helyzetben lehetnek ezért már 1983-ban azt javasolta, hogy a Bakony hegység esetlegesen még rejtett iharkúti típusú bauxitkészleteinek felderítése érdekében e törések „területi elrendeződésének megismerését kell előtérbe helyezni”. Ezek az idős törések elsősorban a bauxitot befogadó, annak megőrződését elősegítő karsztformák kialakulásában, valamint a karsztos vízevezetés és az azzal összefüggő bauxitosodás optimális körülményeinek biztosításában játszhattak fontos szerepet. Magukat az idős („bauxit előtti”) oldaleltolódási síkokat a terepen közvetlenül kimutatni nem lehet, hiszen a törések, zúzott zónák mentén lezajlott karsztosodás és a bauxit felhalmozódása hatékonyan eltüntette nyomaikat. Csupán a bauxitot befogadó nyúlt alaprajzú, kanyonszerű karsztformák, többsorok irányítottsága és a triász dolomit és a bauxit között ma is észlelhető, enyhe (5–10°) szögdiszkordancia emlékeztet rájuk (7. ábra és II. tábla, 3).

A fiatalabb oldaleltolódások, valamint a normálvetők a bauxitlepek megőrződése, ill. lepusztulása szempontjából voltak kulcsfontosságúak (pl. Ik–IV. lencse, II. tábla, 2.).

A bauxitot befogadó karsztformák tektonikus meghatározottságát az iharkúti előfordulás kutatása során mindvégig különös figyelem kísérte. A néhány többé-kevésbé izometrikus kifejlődésű nagy töbör (pl. Ik–I., –IX. lencse) kivételével, a terület minden bauxitlepének már a mélyfúrások alapján körvonalazódó alaprajza jól tükrözte a karsztformák mögött rejlő, vagy azokat utólag módosító tektonikát. A telepek többsége ÉÉNy–DDK, vagy É–D irányban megnyúlt a harántirányokban keskenyebb alakzatot mutatott (pl. Ik–II., –V., Nb–XIII., –XI.) s a bányászati feltárás során a tektonikus formaelemek jelentősége még azokban az esetekben is igazolódott, amelyekben a fúrási adatok alapján ezt még nem lehetett egyértelműen állítani. Ezért a fúrásleltár, az első néhány lencse felfedezését követően, mindig a fő tektonikai

irányokat szem előtt tartva történt. A fő törésirányok mentén komplex töbörrendszerekké, kanyonokká (pl. I-k–V. lencse) összekapcsolódó karsztformák és a töbrök mély zónáit egymástól elválasztó dolomitgerincek, -börcök következtében a bauxit vastagsága az iharkúti előforduláson a megszokottnál is szeszélyesebben változott és rendkívüli módon megnehezítette a vastagság pontos előrejelzését (ennek következtében a korrekt készletszámítást). A külszíni fúrások adatait a területen folyó felszíni geofizikai mérések segítségével pontosították, úgy, hogy a fedő letakarítását követően, a termelés megkezdése előtt, a bauxittest már feltárt felszínén geoelektomos méréseket végeztek (SZABADVÁRY 1978). Ennek alapján jelentősen pontosítható volt a feküfelszín morfológiája, így a bánya számára lehetővé vált a leművelés optimális megtervezése és az esetleges készletkorrekció.

A fiatal törések közül az ÉÉNy–DDK csapású, jelentős normál komponenssel (is) rendelkező, eocén utáni (többszörösen megújult utoljára nagy valószínűséggel a miocénben aktív) vetők mutatkoztak meghatározónak (7. ábra). Ezek képezik az ÉK-ről DNy felé, a Pápavár–Gát-hegy–Hajszabarna vonulattól a Bakonyjákói-medence felé fokozatosan egyre mélyebbre süllyedő, pászták természetes határait (v.ö. rétegtani fejezet és geomorfológiai fejezet). A vetők elvetési magassága 50–80 m körüli, kivételt képeznek a Bakonyjákói-medence peremtörései amelyek 200–300 m-es mélységbe vetik le a mezozoos képződményeket. A bányászati műveletekkel feltárt vetősíkok meredek (60–80°-osak), ami jó összhangban van azzal, hogy többnyire kisebb-nagyobb laterális komponenssel (is) jellemezhetők (II. tábla, 2. és III. tábla, 2, 3, 4). A pásztákon belül a rétegek települési helyzete változó. A fúrási rétegsorokból szerkesztett szelvények és a terepi megfigyelések egybehangzóan mutatják, hogy a lefedődést követő tektonikai események eredményeként a bauxit és elsődleges fedője a DNy-i pászta déli részén enyhén nyugatias dőlésű (I. tábla, 1.).

Az előfordulás teleptani jellemzői

Az iharkúti bauxit előfordulás legjellegzetesebb tulajdonsága, hogy itt a jó minőségű, túlnyomórészt élénkvörös/sötétvörös színű bauxit szokatlanul mély töbröket tölt ki (I. tábla 1., 2., II. tábla 1., 2. és 5. ábra). A nem ritkán 80–90 méter mély függőleges, vagy áthajló falakkal határolt töbrök összeharapódzása révén kialakult, bauxittal kitöltött karsztos kanyonok laterális kiterjedése egyes helyeken alig haladta meg a 20–25 m-t. A töbrök egyenetlen fenekét, több méter, gyakran >10 m magas dolomitbörcök, elnyúlt gerincek szabdalták fel, minek eredményeként a külszíni fúrások adatai alapján prognosztizálható bauxitvastagságok a termelés során gyakorta szolgáltak meglepetéssel a bányászat számára.

A jó minőségű, mélytöbrös telepek kíséretében, kis kiterjedésű, csekély vastagságú agyagos bauxittal, vagy agyaggal kitöltött sekélyebb karsztos mélyedéseket is felderített a kutatás, de ezek kora és eredeti, vagy eróziósan áthalmazott mivolta nem minden esetben volt megállapítható. Ezért az előforduláson bauxitlepnek itt és a továbbiakban csak azokat a felhalmozódásokat tekintjük, amelyek bauxitot vagy legalább agyagos bauxitot tartalmaznak. Ezt alapul véve eddig a következő bauxitlepeket mutatták ki a kutatások az iharkúti előforduláson (v.ö. 2. ábra).

Északi terület

Sármás	3 telep
Iharkút-észak/északkelet	8

Déli-központi terület

Iharkút-közép	9
Németbánya-észak	21

Déli-Keleti perem

Németbánya-dél	13
Németbánya nyugati levetett sáv	4
Királykapu, Tevelvár, Pápavár, Vörösföld	11

Összesen

69

Települési mód. A „Bauxitprognózis” kötet megjelenéséig (SZANTNER et al. 1986) az előforduláson 46 telep vált ismertté. A kötetben a következő teleptípusokat különböztették meg (8–15., 16., 17. ábrák).

1. lencsés telepek	9
2. töbrös telepek	6
3. mélytöbrös telepek	13
4. mélytöbrösoros telepek	1
5. mélytöbrös-árkos telepek	8
6. kanyonszerű telepek	1
7. töréssel preformált telepek	3
8. egyéb helyi teleptípusok	5
Összesen	46

A kötet megjelenése után folytatódó kutatások további 23 bauxittelepet mutattak ki. Az így kiadódott 69 telep teleptani besorolása a következő:

lencsés telepek	12
töbrös telepek	15
mélytöbrös telepek	28
mélytöbrösoros telepek	2
mélytöbrös-árkos telepek	8
kanyonszerű telepek	1
töréssel preformált telepek	3
Összesen	69.

Legjobban a mélytöbrös és a töbrös telepek száma nőtt meg, mégpedig az Iharkút-északkelet és a Némethánya déli részterületeken. A lencsés telepek számát a sármási részterületen talált telepek növelték meg.

Az 1. táblázatban a telepek hosszát, szélességét és alapterületét is feltüntettük. A Vörösföld részterület két töbre a legmélyebb és a legkisebb átmérőjű. Ezek a számok a teljes bauxitösszletre vonatkoznak. Az iharkúti bauxittelepek jellegzetessége, hogy többnyire a fő tektonikai irányokhoz igazodva kissé elnyúltak, izometrikus kiterjedésű telepek igen ritkák. Az megnyúltság mértékét a telephosszúság és az átlagos szélesség hányadosával fejeztük ki és az 1. táblázatban is feltüntettük. Legnagyobb az Iharkút-V. telep megnyúltsághányadosa: 12,0. Ez egy jellegzetesen kanyonszerű telep. A kanyon kanyargó és hol összeszűkül, hol kiszélesedik. A kanyon kialakulását valószínűleg tektonikus preformáltság segítette elő. A legtöbb telepben 2 és 5 között váltakozik a megnyúltsághányados. Csúpn egyetlen teljesen izometrikus telepet ismerünk: Iharkút-I-et, 1,0 hányadossal. Négy telepnek pedig 1,1–1,2 a hányadosa. Ezek mind kis alapterületű telepek.

1. táblázat. A bauxittelepek fő teleptani mutatói

A telep neve, sorszáma	A bauxitösszlet átlagvastagsága (m)	A bauxitösszlet maximális vastagsága (m)	A bauxit átlagvastagsága (m)	A bauxit maximális vastagsága (m)	A bauxitösszlet kiterjedése (m×m)	A fedő vastagsága (m)
Iharkút-észak						
Ik VIII	10,3	24,7	9,9	24,7	250×40	8 28
IX	10,4	16,6	6,3	16,6	110×80	1 15
XI	2,5	6,3	3,0	6,3	170×80	3-21
XIII	2,8	6,0	3,8	3,8	70×30	9-14
XV	4,6	10,0	4,0	6,0	80×50	3-9
XVI	6,2	17,1	4,9	13,0	120×100	9-39
Iharkút-közép						
Ik I	24,1	55,2	22,7	40,0	80×80	2 8
II	24,4	57,9	15,1	31,0	260×100	13 40
IV	20,2	60,0	15,4	54,0	180×70	8-55
V	31,0	97,9	25,0	67,0	600×50	6-55
VI	7,5	15,2	7,8	11,0	180×50	6-18
VII	9,5	41,8	11,0	35,0	150×120	38-60
Nb IX	20,3	49,2	18,1	44,5	170×130	71 88
Némethánya-észak						
Ik XII	23,8	99,7	32,0	85,7	160×30	4 8
Nb-I	17,6	43,7	17,7	41,4	220×40	69-116
II	20,0	82,0	34,0	82,0	120×40	62-78
III	14,5	53,6	12,2	47,4	290×60	47-85
V	17,2	37,1	17,1	35,6	150×25	25 46
VII	27,4	71,6	21,9	61,6	90×30	1-4
VIII	19,9	45,3	14,6	42,0	100×20	1-5
XI	30,4	88,0	22,9	55,6	190×50	1-12
XIII	20,4	64,0	22,1	5,7	220×40	39-56
XIV	23,2	54,6	19,8	47,8	130×50	49 58
XV	5,2	16,0	10,0	10,0	70×40	49 72
XVII	17,0	31,5	15,1	27,0	190×50	37 52
XX	21,2	53,6	23,4	42,6	110×40	3-10

1. táblázat. folytatás

A telep neve, sorszáma	A bauxitösszlet átlagvastagsága (m)	A bauxitösszlet maximális vastagsága (m)	A bauxit átlagvastagsága (m)	A bauxit maximális vastagsága (m)	A bauxitösszlet kiterjedése (m×m)	A fedő vastagsága (m)
XXI	25,0	50,0	20,0	35,3	60×20	64 71
XXIII	19,1	56,0	22,8	39,0	190×30	3 8
XXVI	11,8	18,8	4,0	4,0	70×20	5-15
XXVIII	5,0	10,4	4,0	4,0	50×20	57-62
XXIX	14,0	27,2	17,4	25,8	90×20	140-14
XXXI	31,3	72,4	30,9	64,0	60×30	0-1
Németbánya-dél						
Nb VI	16,0	67,8	17,1	49,8	190×50	1 119
XVI	17,9	48,2	24,4	39,5	60×50	71 92
XVIII	16,9	57,9	19,9	57,3	180×130	9 102
XIX	20,5	90,0	21,8	84,0	170×140	8-39
XXIV	9,3	51,7	12,7	32,0	140×110	14-48
XXVII	10,4	17,6	5,1	11,3	70×20	110-117
XXX	13,4	15,8	13,0	13,0	40×20	1 2
XXXII	8,9	29,4	9,0	13,0	110×50	46 51
XXXIII	7,7	24,8	10,0	22,8	70×40	24 48
Nyugati levetett oldal						
Bj-I	7,6	15,4	6,5	12,8	520×60	137-310
Nb-IV	6,9	16,5	3,4	5,6	80×30	122-142
X	6,6	14,0	5,4	13,5	90×60	180-208
XXII	9,8	9,8	9,8	9,8	50×40	350 351
Iharkút-kelet						
Kir I	12,6	58,8	16,8	57,0	60×50	1 14
Kir II	29,4	48,7	19,6	28,9	70×40	1 9
Tev I	13,2	44,7	10,0	29,0	100×50	0 11
Tev-II	10,3	28,0	7,5	25,0	60×40	4-22
Tev-III	17,3	34,2	7,4	10,0	90×30	0-9
Pápa-I	11,8	53,9	10,1	21,5	130×90	4-16
Pápa-II	11,4	32,5	11,2	18,0	120×30	1-18
Pápa-III	8,7	20,5	5,6	15,0	80×30	2-8
Pápa IV	12,2	35,8	6,2	16,0	110×40	1 9
Vör I	16,6	41,9	10,7	28,8	150×30	0 3
Vör-II	51,1	100,2	48,0	60,0	40×30	0-5
Sármás						
Sár-I	6,5	26,4	7,7	25,3	150×60	144-250
Sár-II	2,9	5,5	2,0	2,0	110×40	120-151
Sár-III	3,4	3,4	1,0	1,0	50×40	121-122

A fedőrétegek vastagsága fontos földtani és bányászati tulajdonság. Az erős tektonizáltság miatt a fedőrétegek vastagsága egy telepen belül és érdemben különbözhet. Ezért az 1. táblázatban telepenként a legkisebb és a legnagyobb fedővastagságot is feltüntettük. A fő előfordulás északkeleti oldalán a fedőrétegek vastagsága 10 méternél kevesebb. Az előfordulás északi részén (Iharkút–XI. telep) 3 és 39 méter között váltakozik a fedő vastagsága. Az előfordulás középső és nyugati részén ez 20–100 méter. A nyugati nagy törésvonal nyugati, levetett oldalán kimutatott telepekben (Németbánya–IV., –X., –XXII, Bakonyjákó–I.) a fedővastagság 136-tól 310 méterre nőtt. Az ugyancsak levetett sármási három telep fedővastagsága 120–250 méter. Ennél is nagyobb mélység várható tovább nyugat felé haladva. Végül a Királykapu, Tevelvár, Pápvár és Vörösföld részületen csak néhány méter a fedőrétegek vastagsága.

Az előző monográfiákkal megegyezően *bauxit összletnek* nevezzük a telepek teljes bauxitos kőzet-anyagát. Az egyes bauxitos kőzetfajtákat a kőzettani fejezetben ismertetjük.

A teleptani mutatók értékelésének megbízhatóságát a bauxitösszletet harántolt fúrások száma is befolyásolja. Ezért ezeket szintén feltüntettük az 1. táblázatban. A legtöbb telepet 5–20 fúrás harántolta. Az Iharkút–V. telepre került a legtöbb fúrás, szám szerint 42. Ugyanakkor néhány kisebb telepet csupán egyetlen fúrással mutatták ki.

Az *összlet-* és a *bauxitvastagság* az egyik legfontosabb teleptani mutató. A töbörös és töbörösoros települési forma miatt az átlagos vastagság mellett a legnagyobb vastagság ismerete is fontos. Ezért az 1. táblázatban mindkettőt feltüntettük külön a bauxit összletre és a bauxitra. A legnagyobb *átlagos összletvastagságot* a Vörösföld–II. telepben észleltük (51,1 méter). Rendkívül mély és keskeny telepről van itt szó. Az átlagos összletvastagságok a fő előfordulás középső részén a legnagyobbak: az Iharkút–V. telepben 31,0 méter, a Németbánya–XXXI. telepben 31,3 méter és a Németbánya–XI. telepben pedig 30,4 méter. Ezek között az Iharkút–közép részterületen és a Németbánya-észak részterület északi részén 20–29 méteres átlagos összletvastagságokat észleltünk. A többi telep átlagos összletvastagsága 10–20 méter. A fő előfordulás északi és déli szélén levő telepekben pedig csak 2–10 méter az átlagos összletvastagság. A három sármási bauxitlep közül az I-ben 6,5 méter, a II-ben 2,9 méter az átlagos összletvastagság. A III. telepet csak egyetlen fúrás tárta fel, ebben az összlet 3,4 méter vastag. Mindez elvileg a térszín alakulásával és az egykori fő karsztvízszint felszín alatti mélységével függhet össze. A töbrök ugyanis a bauxit-felhalmozódás idején csak az egykori fő karsztvízszintig (paleo-karsztvízszint) tudtak mélyülni. Az egykori karsztvízszintre vonatkozó következtetések természetesen csak nagyon hozzávetőlegesek lehetnek, hiszen az eredeti fedő- és bauxitadatokat az utólagos erózió helyenként megváltoztatta.

A *legnagyobb összletvastagságnak* mindazonáltal kiemelt jelentősége van, mert amennyiben elfogadjuk a fenti állítást, akkor ezek az adatok az egykori karsztterületen állandó karsztvízszint feletti magasságát tárhatják elénk. Az ugyan nem valószínű, hogy minden egyes töbör mélysége elérte az egykori karsztvízszintet, mégis ezen információ teleptani fontossága miatt megvizsgáltuk a bauxitösszlet legnagyobb vastagságának térképi elterjedését (19., 20. ábra). A jobb áttekinthetőség kedvéért 20 méterenként vastagság-területi sávokat különböztettünk meg.

Az előfordulás szélein egyetlen fúrásban sem haladta meg a legnagyobb összletvastagság a 20 métert, majd maximálisan 40, 60, és 80 méteres sávok következnek. A legnagyobb összletvastagságú területrészen természetesen ezt is meghaladta az összletvastagság. Konkrétan az előfordulás fő vonulatának északnyugati szélén a legszélesebb a 20 méternél vékonyabb összletű területsáv. A nyugati fővető nyugati levetett oldalán is ugyanezt látjuk. A délkeleti és a keleti széleken viszonylag keskeny e kis vastagságú sáv. A 40 méternél nagyobb összletvastagságú területsáv is viszonylag keskeny, hasonlóan a 60 métert meghaladóhoz. E két területsáv a nyugati fővető mentén teljesen hiányzik. Az előfordulás középső részén található a 80 métert is meghaladó legnagyobb összletvastagságok. Az Iharkút–XII. telepben ez 99,7 méter, az Iharkút–V. telepben pedig 97,9 méter. Ezt úgy értelmezhetjük, hogy a töbrök kialakulása és bauxittal való feltöltődése idején a központi területen a karsztfelszín relatív magassága *legalább* 99 m kellett, hogy legyen az egykori karsztvízszint felett. Természetesen ezen a területen is vannak telepek, amelyek kisebb mélységű töbröket töltenek ki ezek feltehetőleg nem érték el a mélyebb töbrök által jelzett karsztvízszintet.

Problematisztikus a legnagyobb összletvastagság eloszlása az északkeleti részterületen. Ennek délnyugati részén 40 méternél nem vastagabb, északkeleti részén több ennél, de nem éri el a 60 métert. Egyedüli kivétel ez alól a Vörösföld–II. telep, ahol az Ik–515 jelű fúrásban 100,2 méter volt a legnagyobb összletvastagság, ez azonban a feltűnően csekély lokális kiterjedésből ítélve, valószínűleg csupán egy nagyobb telep keskeny „gyökér”-zónája, így nem tekinthető reprezentatívnak. A fő bauxitlep-vonulat és az északkeleti részterület közötti, közel egy kilométer széles, meddőnek tekintett területsáv tényleges bauxitösszlet-vastagságáról nincsenek kellő ismereteink. Ennek tisztázása még megoldandó feladat.

Összefoglalva a legnagyobb bauxitösszlet-vastagság térbeli eloszlása az egyik legfontosabb teleptani mutató, melynek kellő ismerete a további kutatásokat is befolyásolja.

Az átlagos *bauxitvastagság* többnyire jóval kisebb a teljes összletvastagságnál. Többnyire 10–25 méter, legnagyobb a a Vörösföld–II. telepben (48,0 méter). Az előfordulás középső részén levő Németbánya–II. telepben: 34,0 méter és az Iharkút–XII. telepben 32,0 méter.

Ugyanitt 82,0 méter a *legnagyobb bauxitvastagság*. Ez lényegesen nagyobb, mint a Bakony délnyugati részén eddig feldolgozott négy előforduláson. A bauxitvastagság jobb megismerése céljából gyakorisági hisztogramokat szerkesztettünk azokra a telepekre, melyekben a bauxitot több mint 10 fúrás harántolta. Ennél kevesebb fúrás esetén a hisztogramok alakja túl bizonytalan. Az öt legjellegzetesebb hisztogramot a 21. ábrán mutatjuk be. Egy hisztogram látható az Iharkút közép, kettő az észak és egy a Németbánya észak, egy pedig a Tevelvár telepről. A hisztogramokon a kiértékelés elősegítésére a megfelelő Gauss-görbék is ábrázoltuk. Az Iharkút–V. telep hisztogramján jól elkülönülnek a köztes kiemelkedésekkel elválasztott töbrökre került fúrások 42,5–65,0 méter bauxitvastagsággal, ahol a bauxit leggyakoribb vastagsága (módusza) 15,0–17,5 méter. Hasonló a bauxitvastagság eloszlása a szintén Iharkút-közép részterületen található Iharkút–VII. telepben. Észak felé haladva a töbrök mélysége egyre csökken és az Iharkút-észak részterület északi szélén a XVI. számú telepben a legnagyobb bauxit vastagság már csak 13,0 méter, a tőle északra fekvő XI. telepben pedig csak 6,3 méter. Hogy ez az eredeti bauxit-felhalmozódási térszín topográfijával, vagy utólagos erózióval magyarázható, az dönti el, hogy megvan-e még a bauxit eredeti felső-kréta fedője. Még ez a lecsökkent bauxitvastagság sem egységes, mindkét telepben kétmaximumos. A Németbánya-északi részterületen levő I. és III. telepben már csak néhány fúrás harántolt 40 métert elérő bauxitvastagságot a töbrökben. Ezzel szemben a leggyakoribb bauxitvastagság már csak 12–14, illetve 5–10 méter. A Németbánya-dél részterületen a

hisztogramok hasonló eloszlásúak, alárendelt számú, a töbrök közepére eső fúrással. A legtöbb fúrásban (módusz) csak 5–10 méter a bauxit vastagsága. A pápavári telepekben a legtöbb fúrásban csak 3–4 méter vastag bauxitot észleltek és a Vörösföld–I. telepben is a fúrások többségében 5–14 méter a bauxit vastagsága. A Vörösföld–II. telepben a legnagyobb bauxitvastagság 60,0 méter. A sármási részterületen a Sármás–I. telep legnagyobb bauxitvastagsága 25,3 méter

A bauxitvastagság változékonyságát a legjobban *variogramokkal* lehet meghatározni., BÁRDOSSY, BOGÁRDI (1981) számításai szerint az Iharkút-közép részterületen a bauxitvas tagság hatástávolsága 35–70 méter. Iránymenti variogramokkal meghatározták, hogy a vastagság-hatástávolságok DNy–ÉK irányban a leghosszabbak és rá merőlegesen a legrövidebbek. Tapasztalataink szerint az előfordulás teljes területén hasonló hatástávolságokkal lehet számolni.

A *telepek alapterülete* 1,0 és 12,0 hektár között váltakozik. Legnagyobb az Iharkút–V. telepé. A legtöbb telepben 2,0–5,0 hektár. Az előfordulás délkeleti és déli széle felé haladva egyre kisebb a telepek alapterülete. Az északkeleti részterület telepeinek alapterülete hasonlóan kicsiny. A telepméretek jobb megismerésére az 1. táblázatban a telepek hosszát és rá merőleges átlagos szélességét szintén feltüntettük. A töbrös és töbrösoros települési mód miatt a telepek mérete és vastagsága kevésbé függ az eredeti felső-kréta és eocén fedőrétegek lepusztulásától, mint a szőci és nyirádi előfordulásokon. A töbröket a bauxitösszlet teljesen kitöltötte és ide a lepusztulás csak korlátozottan terjedt ki. Kivételt képez ez alól a Pápvár vonulata.

A *telepek felszíne* a földtani szelvények tanúsága szerint sima, vagy enyhén hullámos. Egy-egy tektonikai egységen belül a felszín vízszintes, vagy enyhe dőlésű.

A telepek kőzettani felépítése

A Bakony délnyugati részén feldolgozott előfordulásokhoz hasonlóan kőzettani értékelésünk során az alábbi bauxitos kőzetfajtákat különböztettük meg:

Szorosan vett bauxit	$Al_2O_3 \geq 42\%$, $SiO_2 \leq 9,9\%$, $S \leq 0,6\%$
Agyagos bauxit	$Al_2O_3 \geq 40,0\%$, SiO_2 10,0–19,9%
Bauxitos agyag	$Al_2O_3 \geq 25,0\%$, $SiO_2 \geq 20,0\%$, kova modulus $\geq 0,84$,
Kaolinos vörös agyag	$Al_2O_3 \leq 20,0\%$, kova modulus $\leq 0,84$
Alumíniumdús ferrit	$Fe_2O_3 \geq Al_2O_3$
Pirites, markazitos bauxit, agyagos bauxit, bauxitos agyag	$S \geq 0,6\%$
Bauxitos dolomittörmelék közbetelepülései	

A fenti kőzetfajták a bauxitösszletben önálló üledékkőzettani egységeket alkotnak. Minden fúrásban megvizsgáltuk jelenlétüket és meghatároztuk hosszukat. Ennek alapján kiszámítottuk minden telepben az átlagos gyakoriságukat. A kapott átlagokat a 2. táblázatban mutattuk be. A táblázatban a bauxitot harántolt fúrások számát telepenként feltüntettük.

A *szorosan vett bauxit* az Iharkút–XIV.telepből, továbbá az előfordulás déli elvégződésén levő Nemetbánya–XXXIV.

2. táblázat. A bauxitlepek kőzettani felépítése

A telep neve, sorszáma	A fúrások száma	Bauxit	Agyagos bauxit	Bauxitos agyag	Vörösgagyag	Dolomittörmelék
Iharkút-észak						
Ik VIII	22	60,0	11,1	28,4	0,0	0,5
IX	11	51,7	15,6	31,1	1,5	0,0
XI	13	39,6	12,0	18,4	0,0	0,0
XIII	1	50,4	8,5	40,7	0,4	0,0
XV	4	34,5	24,5	38,9	2,1	0,0
XVI	23	55,3	20,1	15,2	0,4	9,0
Iharkút-közép						
Ik-I	8	63,1	12,0	17,7	1,7	5,5
II	18	55,6	13,2	23,6	0,0	7,6
III	5	33,2	17,6	39,0	0,0	10,2
IV	13	62,0	17,4	14,6	0,0	6,0
V	37	73,0	11,8	9,9	0,0	5,7
VI	5	64,8	10,5	15,7	5,7	0,0
VII	13	62,3	7,7	30,0	0,0	0,0
Nb-IX	15	66,8	16,4	16,8	0,0	0,0

2. táblázat. folytatás

A telep neve, sorszám	A fúrások száma	Bauxit	Agyagos bauxit	Bauxitos agyag	Vörösayag	Dolomittörmelék
Némethánya-észak						
Ik XII	6	50,4	8,5	40,7	0,4	0,0
Nb I	18	64,6	9,3	24,9	1,2	4,3
II	6	78,0	5,9	11,8	0,0	3,0
III	18	63,1	15,5	18,4	0,0	0,0
V	4	56,8	9,0	33,6	0,6	0,0
VII	4	53,3	26,0	22,4	1,3	0,0
VIII	4	42,1	16,7	41,2	0,0	0,0
XI	23	66,6	14,8	17,9	0,1	6
XIII	12	73,4	10,4	17,4	0,0	0,0
XIV	9	54,8	16,2	23,8	0,0	6,2
XV	1	48,0	4,1	47,1	0,0	0,0
XVII	11	69,1	11,0	15,9	0,0	4,0
XX	4	63,1	15,5	21,4	0,0	0,0
XXI	2	79,1	6,0	14,2	0,0	0,0
XXIII	7	54,9	7,7	27,8	0,0	9,6
XXVI	1	11,3	7,9	80,8	0,0	0,0
XXVIII	1	20,5	19,8	53,7	0,0	0,0
XXIX	2	82,3	7,3	9,3	0,0	0,0
XXXI	4	79,1	10,9	10,0	0,0	0,0
Némethánya-dél						
Nb-VI	21	69,0	13,7	17,3	0,0	0,0
XVI	4	77,9	9,8	12,3	0,0	0,0
XVIII	13	73,2	7,0	19,9	0,0	0,0
XIX	11	69,0	14,9	16,1	0,0	0,0
XXIV	4	40,0	38,6	21,4	0,0	0,0
XXVII	3	37,0	14,0	49,0	0,0	0,0
XXX	1	48,5	0,0	51,5	0,0	0,0
XXXII	3	33,6	30,2	36,0	0,0	0,0
XXXIII	3	77,5	7,8	14,5	0,0	0,0
Nyugati levetett oldal						
Bj I	10	65,0	12,4	22,6	0,0	0,0
Nb IV	3	29,7	40,6	28,7	0,0	0,0
X	5	81,6	14,5	3,9	0,0	0,0
XXII	1	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Iharkút-északkelet						
Kir-I	7	71,8	22,8	5,3	0,0	0,0
Kir-II	7	46,5	10,9	42,1	0,0	0,5
Tev I	16	43,9	20,4	36,3	0,0	0,0
Tev II	9	27,2	26,0	46,7	0,0	0,0
Tev III	4	28,3	27,5	44,2	0,0	0,0
Pápa-I	11	49,4	22,8	21,5	0,0	5,8
Pápa-II	5	32,7	17,2	50,1	0,0	0,0
Pápa-III	5	32,3	25,2	42,5	0,0	0,0
Pápa-IV	10	24,2	19,1	56,3	0,0	0,4
Vör I	10	43,0	35,9	21,1	0,0	0,0
Vör II	4	54,3	30,3	15,4	0,0	0,0
Sármás						
Sár-I	15	68,1	10,2	21,7	0,0	0,0
Sár-II	1	9,9	14,9	75,2	0,0	0,0
Sár-III	1	29,4	70,6	0,0	0,0	0,0

és az igen kicsiny Németbánya–XXXVI. telepből hiányzik. A bauxit aránya az egész előfordulásra a szőci, malom-völgyi és Nyirád-keleti előfordulás lencséinél nagyobb: 52,7%

A szorosan vett bauxit százalékos aránya a részterület-átlagok szintjén széles határok között változik és határozott területi trend rajzolódott ki. Az Iharkút-középrészterület átlaga a legnagyobb: 60,8%. Ez dél felé haladva fokozatosan csökken: Németbánya-észak részterülete 58,4%, a déli részterület pedig 56,0%. Észak felé haladva is csökken a bauxit aránya: Iharkút-észak részterületen 48,6%, az északkeleti részterületen csak 41,2%. A fő előfordulás nyugati, levetett oldalán, délen az ott kimutatott négy telep átlaga viszont meglepően magas: 69,1%. Végül a sármási részterületen az I. telepben is a kiemelkedően nagy a bauxit aránya: 68,1% E jelenség genetikai magyarázatával a genetikai fejezetben foglalkozunk.

Telepenként és fúrásonként értékeltük, azt is hogy a bauxitösszletben bauxitos kőzetfajtánként hány réteg különböztethető meg (3. táblázat). 31 telepben a szorosan vett bauxit egyetlen réteget, 21 telepben pedig egymás felett két réteget alkot. Itt agyagos bauxit és bauxitos agyag közbetelepülések szakítják meg. Végül 5 telepben három bauxitréteget mutattak ki a fúrások. Ennél több rétegben nem fordult elő bauxit. Figyelemre méltó, hogy néhány telepben egyes fúrások teljes egészében bauxitot harántoltak. A legtöbb rétegismétlődést az Iharkút-északkeleti részterületen észleltük.

Az *agyagos bauxit* százalékos aránya az egész előfordulásra 19,0%. Ugyanakkor két telep — a Németbánya–XXII. és –XXX. — kivételével minden telepben megtalálható. Két egészen kis telepben a legnagyobb a százalékos aránya: az Iharkút-észak XIV. telepében 100,0%, a Németbánya–XXXVI. telepben pedig 84,1%. Ezen kívül ott a legtöbb a

3. táblázat. A bauxitösszlet különböző képződményeiben megkülönböztethető rétegek száma

A telep neve, sorszáma	A bauxit- összletben	A bauxitban	Az agyagos bauxitban	A bauxitos agyagban	A vörös- agyagban	A dolomit- törmelékben
Iharkút-észak						
Ik VIII	4	1	2	2	0	1
IX	5	1	2	2	1	0
XIII	3	1	1	2	0	0
XV	3	1	1	2	1	0
XVI	6	2	3	2	1	2
Iharkút-közép						
Ik I	6	2	2	2	1	2
II	8	2	2	4	0	2
IV	13	3	4	2	0	3
V	11	3	4	3	0	3
VI	5	2	2	2	1	0
VII	4	1	2	2	0	0
Nb-IX	8	3	3	3	0	0
Németbánya-észak						
Ik-XXII	5	2	2	2	1	0
Nb I	6	2	2	2	1	0
II	6	1	2	1	0	1
III	8	2	3	3	0	1
V	4	1	2	1	1	0
VII	8	2	3	8	1	0
VIII	5	2	3	2	0	0
XI	14	3	6	4	1	1
XIII	4	1	2	2	0	0
XIV	5	2	2	2	0	1
XV	3	1	1	1	0	0
XVII	7	1	2	4	0	1
XX	4	2	2	1	0	0
XXI	4	1	1	2	0	0
XXIII	5	1	1	2	0	1
XXVI	4	1	2	1	0	0
XXVIII	4	1	1	2	0	0
XXIX	2	1	1	1	0	0
XXXI	4	1	2	2	0	0

3. táblázat. folytatás

A telep neve, sorszáma	A bauxit- összletben	A bauxitban	Az agyagos bauxitban	A bauxitos agyagban	A vörös- agyagban	A dolomit- törmelékben
Németbánya-dél						
Nb VI	5	2	2	2	0	0
XVI	5	1	2	2	0	0
XVIII	3	3	2	1	0	0
XIX	8	2	3	2	0	0
XXIV	3	1	1	1	0	0
XXVII	4	1	2	2	0	0
XXX	3	1	0	2	0	0
XXXII	7	1	3	3	1	0
XXXIII	3	1	1	1	1	0
Nyugati levett oldal						
Bj-I	6	1	2	5	0	0
Nb-IV	3	1	1	2	0	0
X	4	1	2	1	0	0
XXII	1	1	0	0	0	0
Iharkút-északkelet						
Kir-I	5	2	2	1	0	0
Kir-II	7	2	2	4	0	1
Tev-I	7	2	3	2	0	0
Tev-II	7	2	3	4	0	0
Tev III	5	1	2	2	0	0
Pápa I	9	2	5	3	0	1
Pápa II	8	2	2	4	0	0
Pápa-III	8	1	3	4	0	0
Pápa-IV	7	2	2	4	0	1
Vör-I	6	2	3	2	0	0
Vör-II	9	3	4	3	0	0
Sármás						
Sár I	4	1	2	3	0	0
Sár II	4	1	2	1	0	0
Sár-III	3	1	2	0	0	0

telepekben az agyagos bauxit, ahol a szorosan vett bauxit aránya kisebb. Az agyagos bauxit a legtöbb telepben 1–3 réteget alkot, egy-egy telepben pedig 4, 5 rétege fordul elő. A Németbánya–XI. telepben egy fúrásban hat rétegben fúrtak át agyagos bauxitot.

A *bauxitos agyag* átlaga az egész előfordulásra 26,3%. Az Iharkút–XIV. és a Németbánya –XXII. kivételével minden egyes telepben megtalálható. Százalékos aránya erősen változó, legtöbb a Németbánya–XXVI. telepben: 80,8%. A telepek peremi részei majdnem mindenütt bauxitos agyagból állnak, kevesebb agyagos bauxit kíséretében. A bauxitos agyag általában egy-három réteget alkot. Az északkeleti részterület öt telepében ugyanakkor 1–5 bauxitosagyag-réteget mutattak ki a fúrások.

Kaolinos vörös agyag csak igen elvétve és igen kis mennyiségben fordul elő, lásd a 2. táblázatot. Mennyisége az Iharkút–VI. telepben a legtöbb: 5,7%. Ez jóval kevesebb, mint a Bakony délnyugati részének fent említett kiértékelt bauxit-előfordulásain.

A *szürke pirites, markazitos bauxit, agyagos bauxit és bauxitos agyag* kimutatható mennyiségben sehol sem fordul elő. Érdemi eltérés ez a Bakony délnyugati részének többi bauxit előfordulásaitól (BÁRDOSY 2007, 2009, 2010, 2011). Véleményünk szerint ez oxidatívabb körülményeket jelez a telepek felhalmozódása idején. Ezért nem alakultak ki a telepek felszínén a piritesedést elősegítő mocsári képződmények.

Ugyancsak hiányzik a megkutatott telepek anyagából az *alumíniumdús ferrit*. E fontos genetikai értékű képződmény különösen a nyirádi előforduláson gyakori, ahol mennyisége a Nyirádi-medence VIII. lencséjében 40%-ot ért el (BÁRDOSY 2011). A különbség egyik genetikai oka a jóval gyengébb epigenetikus vasmobilizáció a telepek legfelső részén. A lateritszelvények „vaspáncéljából” származó apró alumíniumdús ferrittörmelék teljes hiányának oka feltehetően a bauxit rendkívül kis szemcsenagysága, amit a bauxit vékonycsiszolati és mikromineralógiai vizsgálata igazolt (lásd A bauxit szövete/szerkezete című fejezetet).

Több telepben vékony közbetelepüléseket alkot a *dolomit törmelék*. Anyaga nyilvánvalóan a környező felső-triász Fődolomitból származik. Nem tévesztendő azonban össze a függőleges és áthajló dolomit és mészkő falakkal, amelyeket a fúrások a töbrök szélén, több helyen átfúrtak. Ezek szálban álló felső-triász korú képződmények, amelyeket nem lehet összekeverni a fentiekben felsorolt bauxitos képződményekkel. Legtöbb dolomittörmelék az Iharkút-közép részterületen található, maximálisan 10,2% mennyiségben.

A szőci, nyirádi és a malom-völgyi előfordulásokon a bauxitos kőzetfajták többnyire a mélység szerint határozott sorrendben helyezkednek el. Legalul bauxitos agyag található, felette agyagos bauxit, majd szorosan vett bauxit következik. Legfelül 1–2 méter vastagon epigenetikusan átalakított tarka, agyagos bauxit található, helyenként szürke pirites bauxittal. Ez a határozott sorrend nincs meg az iharkúti előforduláson és a legfelső pirites bauxit teljesen hiányzik.

A bauxit szövete, szerkezete

A bauxit szöveti jellegzetességeit a fúrásos kutatások során kiválasztott 86 fúrás 630 mintája valamint az 1980-as 1990-es években aktív kúpjelölésekből begyűjtött további 70 minta makroszkópos és röntgendiffrakciós vizsgálatokkal kiegészített vékonycsiszolatos elemzése nyomán ismerjük. A feldolgozás alapjául a BÁRDOSY, NICOLAS 1973 féle szöveti terminológia MINDSZENTY 1999 szerint módosított változata, valamint a D'ARGENIO, MINDSZENTY 1995 által kidolgozott bauxit litofációs elmélet szolgált (22. ábra). A mintavételezés az Iharkút-észak, Iharkút-közép és a Némethánya-dél területrészekre terjedt ki (vö. 2. ábra). Ennek alapján olyan, az iharkúti teleptípusra kizárólagosan jellemző litofációs-együttesek elkülönítésére nyílt lehetőség, melyek a teleptípus azonosítását indikációértékű szórányminták alapján is lehetővé teszik (MINDSZENTY 1983, MINDSZENTY et al. 1984, 2005, A ÉK-i (a Csalános-árkon túli) peremen az 1990-es években feltárt lencséről hasonló részletességű adatok nem állnak rendelkezésünkre.

A jó minőségű teleprészekon részletes vizsgálatokkal elkülöníthető szöveti típusok az alábbiak voltak:

1. *Autochton-ooidos bauxit* (IV. tábla, 1, 3, 4, 6). A koncentrikus-szubkoncentrikus felépítésű ooidok külső határvonala diffúz, szegregációs fokuk (az elkülönült héjak száma, ill. élessége) közepes, vagy gyenge. A kristályossági fok (amelyet, félmenyiségi skálán, az optikai mikroszkópban még jól vizsgálható méretű (>6 µm) kristályokként megjelenő Al-hidroxid ásványok mennyiségével jellemeztünk) ugyancsak közepes, vagy gyenge. Az ooidok belsejében ritkán jókristályos gibbsittel, zömmel inkább apró-pikkelyes böhmittel, vagy — gyenge szegregációs fok esetén — bármiféle optikailag kristályosnak minősíthető anyag nélkül. Az alapanyag a BÁRDOSY, NICOLAS (1973) nevezéktan szerinti pelitomorf, vagy mikroklasztos szerkezetű vas- és alumínium-hidroxid ásványok optikailag szét nem választható elegye. Az ooid/alapanyag aránya változó, többnyire zagyvázú (wackestone–floatstone) ritkábban szemcsevázú (packstone) szerkezetet eredményez.

2. *Parautochton-törmelékes, ooidos bauxit*. (IV. tábla, 5, 7, 8).Többé-kevésbé intenzív parautochton átmozgatásról tanúskodó, vegyes ooid-tartalmú kőzet. Az ooidok egy része előrehaladott szegregációs fokot mutat: hematitos, és jókristályos gibbsit-, ill. böhmít anyagú koncentrikus-szubkoncentrikus mezőkből áll. Más részük gyengébb szegregációs fokú, elmosódó belső szerkezettel. Ebben a típusban gyakoriak az ooidtöredékek, intraklasztok, mikroméretű bauxitkavicsok. Az alapanyag általában pelitomorf, vagy mikrotörmelékes szerkezetű bauxit vagy bauxitos agyag. Egyes típusokban az ooid/alapanyag aránya erősen az ooidok javára tolódik el és szemcsevázú szerkezetet eredményez (packstone–grainstone). Hogy a parautochton átmozgatás mennyire különböző konszolidációs fokú ooidokat érintett azt mi sem jelzi jobban, mint hogy a kompaktáció egy-egy vékonycsiszolati felületen is merőben különböző deformációt idézhetett elő. Az „idősebb”, tehát előrehaladottabb konszolidációs fokú, ooidok elnyíródtak ugyanarraa terhelésre, amelyre a „fiatalabb” kevésbé konszolidált ooidok, vagy az alapanyag még plasztikusan volt képes reagálni

3. *Pelitomorf bauxit*. Bár Iharkúton nem ez a jellemző kőzettípus, alárendelten itt is előfordulnak „afanitos” kifejlődések, amelyekben kevés a kifejezetten bauxitomorfnak minősülő szöveti elem (ooid, pizoid).

Mindhárom típus (1., 2.,3.) egyöntetűen vörös színű, uralkodó vasásványuk a hematit. Ez arra utal, hogy mind az üledék felhalmozódása, mind pedig annak korai diagenezise egyértelműen jó lecsapolódású, oxidatív (vadózus) környezetben ment végbe. A trópusi talajképződési környezetben jelenlévő finom-diszperz szerves anyag a felhalmozódó talajeredetű málladék végleges lefedődése előtt maradéktalanul elbomolhatott így nem okozott az eltemetődéssel együttjáró vasmobilizációt.

4. *Allogén („bauxit-idegen”) törmelékes bauxit* (VI. tábla, 5). Olyan kőzetliszt méretű, éles-szögletes alkotórészeket tartalmaz, melyek mikromorfológiai megfontolások alapján, „bauxit-idegen” törmeléknek (extraklasztaknak) minősülnek s túlnyomórészt finom-pikkelyes kaolinit és/vagy böhmít pszeuromorfózáva alakultak. Határvonalukat goethites-hematitos hártya jelöli ki. Ténylegesen „bauxit-idegen” eredetüket csupán az egy-egy mintában szórányosan észlelhető, azonos alakú, de épen maradt karbonát-, kvarc-, csillám- vagy egyéb szilikáttörmelék jelzi. Az alapanyag eben a típusban rendszerint pelitomorf, néha szótesszerű megjelenésével tűnik ki (ez hasonló a nem bauxitos paleotalajokból ismert hálózatosan orientált szövethez (BREWER 1975, BULLOCK et al. 1985, STOOPS et al. 2010), melyet a paleopedológusok,

agyagos talajokban a kiszáradással/átnedvesedéssel kapcsolatos ismételt duzzadás/összehúzódás hatásának szoktak tulajdonítani). A képződményt mállott aleurolitként értelmeztük.

Ez a szöveti típus is többnyire vörös színű, hematitos, de a töbörkitöltések peremi kifejlődéseként (töbrök alján, telepek tetején) ferri-vasban szegényebb változatai is ismertek

A megvizsgált minták általános kristályossági foka az eddig megismert dunántúli-középhegységi bauxitokhoz viszonyítva feltűnően magas. Gyakori az optikai mikroszkópban jól vizsgálható méretű (80–120 sőt 200 μm) alumínium-hidroxid fázis (többnyire gibbsit). A vas-hidroxid/vas-oxid fázisok kristályossági foka az optikai mikroszkópban való azonosításra nem adott lehetőséget.

A szöveti jellegek, a kristályossági fok és a minőség kapcsolata egyes esetekben ellentmondónak bizonyult. Az autochton-ooidos és a parautochton-törmelékes ooidos bauxit, valamint a növényi detrituszt is tartalmazó kaolinites-agyagos típusok esetében ez a kapcsolat egyértelmű: az ooidos bauxit — kiváltképp, ha az ooidok szegregációs- és kristályossági foka egyaránt magas és az anyagban nincs extraklaszt jellegű törmelék — biztosra vehető, hogy jó minőségű. A kaolinites, szerves-detrituszos szöveti kép ezzel szemben mindig gyengébb minőséget jelez. Az ellentmondás a pelitomorf, valamint az extraklasztos típusoknál jelentkezik. Azonos szöveti kép mellett a minőség lehet kiváló, közepes és egészen gyenge is.

A telepek alján, a karsztos oldalfalak mentén, ill. a vetőzónákban további három, a fenti alaptípusok elagyagosodott változataként is értelmezhető, a jó minőségű bauxittól jelentősen különböző kifejlődést is elkülönítettünk.

5. *Agyagos bázisképződmény* („feküagyag”) (V. tábla, 1., 2., 3.). A telepek alján, számos esetben, közvetlenül a dolomit-ra települve, 1 m-től néhány m vastagságig terjedő, fakószürke, halványvörös, vagy fehér agyagos-bauxitos képződményt találunk. E képződmény uralkodó, agyag szemcseméretű ásványa a finompikkelyes, vagy globuláris megjelenésű kaolinit. Gyakoriak benne a finom növényi törmeléként értelmezhető, mára opak vas-oxid pszeuromorfózává alakult szerves foszlányok (V. tábla, 5), amelyekhez lokálisan, üregkitöltő jelleggel kalcit társulhat, körülöttük a kaolinitkristályok sugarasan orientáltak (V. tábla, 6.) és rendre fakó, vastalanodott udvar övezi őket (MINDSZENTY et al. 1984). A képződmény fakószürke színét a levegőtől elzártan bomló növénymaradványok által teremtett reduktív („pangó-vízi”) mikrokörnyezetnek s az emiatt bekövetkező vasmobilizációnak tulajdonítjuk. Előfordul, hogy a feküagyag (pl. az Nb–XIII. és –XIV. telepben) a fentebb leírt mállott aleurolittal társul. Határa a felette következő bauxit felé (a fúrási mintavételezés méteres közei alapján) többnyire éles, vastagsága a fekü domborzati egyenetlenségeit követi, általában állandó, de pl. a Nb–XI. telepben éppen a legvastagabb, legjobb minőségű teleprészek alatt vastagodik ki „váratlanul” (Nb–162 fúrás).

Figyelemre méltó, hogy ennek a nyilvánvalóan rosszabb lecsapolódású környezetre utaló kifejlődésnek egyes változatai, lokálisan, nemcsak a bauxittest alján, hanem közvetlenül a fedő alatt, sőt, több szintben, a bauxittest belsejében is felfedezhetőek. Ezek vastagsága általában a fúrási mintavételi köznél (1 m) csekélyebb. Alattuk rendszerint vastalanodási foltokkal tarkított, elváltozott bauxitból álló eluviális (kilúgozódási) zóna, majd még lejjebb a mobilizált vas kollomorf-fluidális póruskitöltő ferri-hidroxidként való kicsapódásával jellemzett illuviális öv következik (VI. tábla, 1., 2., 3., 4.). Az ilyen zónapárok összvastagsága legfeljebb néhány m. Egyes esetekben megfigyeltük, hogy a mobilizációban és újra kicsapódásban az Al-hidroxid is részt vett: az illuviális szintben póruskitöltő gibbsit is megjelent.

6. *Karszt-kontakt fácies* (VI. tábla, 6.). A reduktív feküagyaghoz sokban hasonló, elagyagosodott bauxitnak tekinthető kaolinites képződmény, amely néhány dm-től m-ig terjedő vastagságban a karsztos oldalfalak mellett jelenik meg. Gyakori benne a finomkristályos kalcitimpregnáció. Határa a bauxittest felé (a külfejtésekben végzett megfigyelések szerint) fokozatos/folytonos.

7. *Vető fácies*. (VI. tábla, 7., 8.). Változatos mértékű és kiterjedésű (10 cm – 1 m), kalcitosodással, többszörös vasmigrációval és -kicsapódással kísért elagyagosodás és cementáció észlelhető azokon a helyeken, ahol a bauxittest a karbonátos feküképződménnyel tektonikusan (vető mentén) érintkezik. (pl. Ik–IV. telep). Rogyási/csúszási lapokban és a kompetens bauxit elvonszolódásából adódó kaotikus szerkezetekben bővelkedik.

A bauxitlepek határa a fedő felé geometriailag síkszerű, minőségileg fokozatos/folytonos.

Az átmenetet 1–2 méternyi, jellegzetes, a feküagyaghoz némiképp hasonló, viszonylag reduktív, agyagos bauxit vezeti be. Erre települnek a fedő Csehbányai Formáció uralkodóan kvarc-karbonát-aleuritit ártéri üledékei, helyenként a bázison 0,5–1,0 cm méretű éles- szögletes dolmittörmelékkel (vö. II. tábla, 4.). Az északi területen, valamint a déli-központi terület K-i pereme közelében a fedő felé gyakoribbá válnak a bauxitban a mállott aleurolit jellegű betelepülések. Ez arra utalhat, hogy a bauxit-felhalmozódás vége felé ezeken a részeken gyakoribb lehetett a finom sziliciklasztos anyagbeáramlás. Egy helyütt (a Nb–XIX. telepben) észleltünk 10–20 cm széles, zegzugos lefutású, száradási repedésként értelmezhető, vertikális-szubvertikális „telérkitöltést”, amelyben a bezáró sötétvörös, packstone szerkezetű ooidos bauxittól eltérő, világosabb színű, floatstone szerkezetű intraklasztos, bauxitkavicsos bauxit volt. Mindkét köztípusból mikromineralógiai vizsgálat készült. A mikromineralógiai összetétel (aleurit és finomhomok méretű „ultrastabil” ásványok, ú.m. cirkon, turmalin, rutil) azonos volt, a kétféle anyag közti különbség az extraklasztok mennyiségében jelentkezett: a telérkitöltésben a mikromineralógiai frakció össz mennyisége egy teljes nagyságrenddel nagyobb volt, mint

a bezáró ooidos packstone-ban (0,14, ill. 0,04%). A jelenséget a bauxit végleges lefedődése előtti loklis áthalmozódás és az üledékfelszínen kialakult repedésbe való beiszapolódás eredményének tekintjük.

Az előfordulás É-i és KDK-i peremzónáiban eróziós foszlányként megmaradt bauxitlencséken (pl. Nb–XXI., Nb–XX.) a bauxitfedő ártéri üledékekben a bauxitos agyag (pelit és bauxittörmelék) mennyisége fölfelé fokozatosan csökken.

Ahol a bauxitra másodlagos (krétánál fiatalabb) fedő települ, ott a határ egyenetlen lefutású, egyértelműen eróziós (ilyen pl. az oligocén fedős Ik–IX. telep)

A szöveti típusok térbeli eloszlása

Függőleges szelvények

A részletesen megvizsgált lencsék tanúsága szerint az előfordulás, a szöveti típusok gyakorisága és isorrendje szempontjából, három különböző részre osztható (23. ábra, a, b, c)

1. Az Iharkút–Németbánya sekélyblokknak az Ik–XIII. lencsétől délre eső ún. „*déli-központi*” része (a teleptani beosztás szerinti Iharkút-közép és Németbánya területeket foglalja magába). 2. A *Hajszabarna–Róka-hegy* elnevezésű pászta bauxitlencséi (ez a teleptani beosztás Királykapu, Tevelvár, Pápavár és Vörösföld nevű egységeit, valamint az attól É-ra eső területeket is magába foglalja). 3. Az *Iharkút-észak* kutatási terület (amely a teleptani beosztásban Sármásként megnevezett egységtől K-re esik). A három részterület határai, érdekes módon, többé-kevésbé igazodnak a terület, jelenlegi formájában biztosan negyedidőszaki eredetű, pásztás geomorfológiai felépítéséhez is, melynek oka minden bizonnyal az idős szerkezeti vonalak felújulásában keresendő.

A déli-központi terület szelvényei (23. ábra, b) típusos fakó, kaolinitesedett feküagyaggal indulnak, amelyben, ill., amely felett közvetlenül kevés, aleurit-méretű, mállott extraklaszt is felfedezhető. A feküagyagra vastag (több 10 m) parautochton törmelékes ooidos, ill. alárendelten autochton ooidos gyakran jól észlelhetően mikrorétegzett szerkezetű bauxit települ. A mikrorétegek vastagsága néhány 100-tól néhány 1000 µm-ig terjed, felületük általában hullámos. A rétegváltozást vagy az ooid/alapanyag arányának megváltozása, vagy a parautochton törmelék feldúsulása, ill. kimaradása okozza.

Bizonyos rétegződés makro-méreteken is jelentkezik: a parautochton-törmelékes ooidos típusra ideális esetben autochton szövetalakulásról tanúskodó anyag, majd átmeneti elmocsarasodásra utaló eluviális–illuviális zónapár következik. A pangó vízi körülményeket jelző rétegre rendszerint erőteljesen áramló közegből lerakódott, nagy ooid/alapanyag aránnyal jellemzett parautochton törmelékes bauxit települ, amelyben az ooid/alapanyag aránya fölfelé fokozatosan csökken. Előfordul, hogy a bauxitosodást átmenetileg megszakító, rosszabb lecsapolódási („pangó vízi”) körülményeket a szelvényben csak az illuviális szint jelzi, mert a pangó vízi mikorfáciest az elmocsarasodást követő intenzív anyagbeáramlás — feltehetőleg — elmosta. A déli területész szelvényei a fedő felé is rendszerint pangó vízi mikrofáciessel zárulnak, amelyhez néha kevés mállott extraklaszt is keveredik. Ezek a fúrási rétegsorokban jól észlelhető szintek oldalirányban nem követhetőek, ami valószínűleg annak köszönhető, hogy a mélytöbrös telepek anyaga a felhalmozódással egyidejűleg is zajló karsztosodás következtében, a leülepedés után többszörös korai deformációt szenvedett (l. 24. ábra és IV. tábla, 8.). A üledék a töbrben saját súlya alatt tömörödik, helyezkedik, az eredeti felhalmozódásra utaló üledékszerkezetet ezért nemcsak a bauxitosodás in situ kémiai folyamatai, hanem ezek az alapvetően mechanikai hatások is igyekeznek tönkretenni. A rogyási, csúszási lapok gyakoriságát a külféjtésekben végzett megfigyeléseink egyértelműen igazolták.

A jó minőségű telepekben tapasztalható vertikális anyageloszlást szépen példázta a déli-központi területen a (Nb–VI.lencsén) mélyült Nb–593 fúrás ~50 m vastag bauxit-rétegsora (24. ábra), amelynek egyetlen különlegessége, hogy itt a bauxit és a dolomit között hiányzik (vagy max. 20–50 cm, vastag lehetett) a „pangó vízi” agyagos bázisképződmény. Ezt a rétegsort fedőtől-feküig 20–60 cm-es közzel sikerült megmintázni, s a mintasorozatról alapszelvény-részletességű szöveti feldolgozás készült. A Déli-központi terület többi, jó minőségű bauxittelepéhez hasonlóan a bauxitösszletben itt is uralkodóak az ooidos, parautochton törmelékes szöveti típusok. Ebben a rétegsorban is megjelennek a néhány 10 cm vastag pangó vízi közbetelepülések, melyekhez eluviális/illuviális zónapárok tartoznak. A telep tetején a pangó vízi kifejlődés vastagsága eléri a 150 cm-t. A bauxittelep alsó harmadában két szintben itt is észlelhető egy-egy 50, ill. 60 cm vastagságú, mállott aleurolit jellegű betelepülés, amelyeknek kitűnő minősége a finom törmelékanyag tökéletes in situ bauxitosodására utal.

A gyakorlatilag folyamatos mintavétel és a részletes szöveti elemzés lehetővé tette, hogy képet alkothassunk a bauxitos üledék tömörödési folyamatairól. A tömörödés fokát, fél kvantitatív skálán, az alakos elemek (ooidok, intraklasztok és az alapanyag aránya valamint az ooidok alakváltozásának (ellapulás, pont, ill. vonal menti konvex/konkáv érintkezések esetleges elnyíródások — vö. IV. tábla 8.) jellege és gyakorisága alapján jellemeztük. Kitént, hogy a tömörödés foka, a várakozással ellentétben, lefelé nem folyamatosan növekszik, hanem ismétlődően mutat kiugróan magas, ill. alacsony értékeket. Ez arra mutat, hogy a tömörödés oka nem csupán a magasabb fedő rétegeterhelési nyomása,

hanem a folyamat már a bauxit felhalmozódása közben megindult és szakaszos volt. Ehhez azt kell feltételeznünk, hogy maga felhalmozódás is epizodikus volt: az egyes felhalmozódási események közt eltelt idő eltérő lehetett minden bizonyos eseményenként változott az üledék-felhalmozódás üteme is. Kellően hosszú idő alatt a leülepedést követő kezdeti konszolidáció az üledék teherbíró-képességét megnövelheti annyira, hogy azt a ráakadó újabb üledék-inkrementum súlya nem haladja meg. Ez esetben a kiszemelt rétegben nem várható jelentős kompakció. Ha azonban a lerakódást rövid időn belül újabb, jelentős üledék-felhalmozódási esemény követi, az akkor még konszolidálatlan rétegben minden bizonyos megjelennek a tömörödésre jellemző deformációs jelenségek. A szakaszos felhalmozódás mellett szól a „pangó vízi” betelepülések, ill. az eluviális/illuviális zónapárok jelenléte is, amelyeket a felhalmozódás szüneteiben a nedves bauxitfelszínen megindult kezdetleges talajosodásként értelmeztünk.

Az előfordulás déli és keleti peremén a Hajszabarna–Róka-hegy egység típusszelvénye (23. ábra, c) annyiban különbözik a déli-központi területétől, hogy az üledék-felhalmozódás átmeneti megszakításaként értelmezett pangó vízi szintek mellett, a jó minőségű, ooidos bauxitban többször ismétlődve, 1–2 méternyi mállott, vagy kevésbé mállott aleurolit jellegű „allogén” törmelékes betelepülések is előfordulnak (pl. Nb–VII., –XI., –XII. és –XX. telep). A törmelékes betelepülések felfelé egyre gyakoribbá válnak, és több bennük a még ép törmelékszemcse (karbonát, kvarc, kvarcit, magmás és metamorf kőzettörmelék). Ritkán, de az is előfordul, hogy ezek a betelepülések a bauxittest alsó harmadában is eléri a homokos, polimikt kvarc-aleurolit minőséget (pl. Ik–XII. és Nb–XXV. telep). SÜDI (1981) a Nb–XI. telepben amely uralkodóan in situ, diagenetikus minőségalakulásra utaló autochton ooidos, ill. parautochton ooidos-törmelékes szövetű bauxitból állt, több szintben, kiemelkedő lencsék formájában, váratlan minőségromlást tapasztalt. Az 1–2 m vastagságú, nem ipari minőségű betelepülések mikropetrográfiai vizsgálatával egyértelműen igazolni tudta, hogy a bauxit felhalmozódását és a bauxitosodást epizodikus, allogén törmelékbeáramlás szakította meg.

Az északi terület (Iharkút-észak) típusszelvénye (23. ábra, a) és maga a kőzetanyag is alapvetően eltér a déli területen tapasztaltaktól. Itt alul-fölül egyaránt uralkodó az allogén törmelék és a bauxitos szakaszokban is sűrűn fordul elő törmelékes betelepülés, ill. törmelék-hozzákeveredés. Az allogén anyagban bővelkedő részekben gyakori a lemezes szerkezet (lamináció). A bauxit pelitomorf, vagy ooidos-pizoidos, parautochton törmelékes szövetű, de az ooidok szegregációs és kristályossági foka határozottan kisebb, mint az előfordulás többi részterületén. Gyakoriak az egyértelműen autochton ooidok, gömbszemcsék. A bauxit szövetileg „éretlenebb” kevésbé bauxitosodott benyomást kelt, mint akár a déli-központi akár a déli-keleti peremről leírt telepek bauxitja. Minősége ennek ellenére I. osztályú is lehet. Az északi terület különlegessége, hogy az allogén törmelékszemcsék között uralkodóvá válhat, s jelentős mennyiségű lehet az aleurit méretű karbonát (dolomit/kalcit), az Ik–XI. telep aljáról pedig karbonátos kötőanyagú, Mn-oxid- és hematit-törmeléket is tartalmazó, polimikt kvarchomokkó került elő.

Laterális elterjedés

Általánosságban elmondhatjuk, hogy a jó minőségű iharkúti bauxit alapvetően autochton ooidos, ill. parautochton törmelékes szövetű, packstone–wackestone szerkezetű, sötétvörös, egyértelműen oxidatív megjelenésű kőzet. Ez szöveti típus az ipari minőségű telepek belsejére jellemző. Az aleurit méretű allogén törmelékszemcséket, (vagy azok kaolinité/bauxitásványokká mállott pseudomorfózáit) tartalmazó betelepülések a telepek peremén gyakoribbak. A megvizsgált telepperemi, ill. telepközi fúrások tanúsága szerint ez a kifejlődés vékony lepel gyanánt, mintegy helyettesítő fáciesként a köztes „meddő” dolomitfelszín enyhe mélyedéseiben is tovább nyomozható.

Előfordulás-méreteken azt látjuk, hogy az uralkodóan ooidos kifejlődések leginkább a déli-központi területre jellemzőek, a „helyettesítő fácies” a keleti és déli peremeken gyakoribb, a déli-központi részen ritkán jelenik meg, vagy hiányzik (25. ábra). Északon az aleuritos kifejlődés határozottan előtérbe kerül, az itt talált bauxittestek (az Ik–IX., az Ik–XI. felső szintje, valamint a Bj–64 jelű fúrással harántolt lencsék kivételével) tulajdonképpen bauxitos kötőanyagú, laminált, kvarclisztes karbonát-aleurolitnak minősülnek (Ik–1059, –1141, –1055).

A Csalános-árokotól ÉK-re, az 1980-as évek végén, az 1990-es évek elején megtalált lencséket (Pápavár, Királykapu, Tevelvár, Vörösföld stb) nem állt módunkban részletesen vizsgálni. Topográfiai és rétegtani helyzetük, valamint geokémiai adataik alapján valószínűsítjük, hogy az ezekben feltárt bauxit a déli-központi terület ill. a déli-keleti perem bauxitjaihoz lehetett hasonló (lásd a „Bauxitösszetétel fő és járulékos kémiai komponensei c. fejezetet).

A szöveti jellegek értelmezése

A töbrök fenekén nagy gyakorisággal megjelenő *fakó, agyagos-bauxitos bázisképződmény* értelmezésére elvileg két lehetőség kínálkozik. 1. A töbrök feltöltődésének (s egyben a terület jelentősebb emelkedésének) kezdetén a karsztos járatokat „eltömédékelő” üledék a lecsapolódást átmenetileg akadályozva, pangó vízi környezetet képezhet. Ha ez megvalósul, akkor a bauxitos anyaggal együtt behordódó finom növényi törmelék bomlása lelassul, anaerob módon folytatódik, s az így kialakuló reduktív mikrokörnyezetben a Fe ki tud oldódni. A későbbiekben, részben a terület további

emelkedése, részben a vízáramlásnak a töbrőfal és a kitöltés közötti határfelület felé való áthelyeződése miatt a lecsapolódás intenzívebbé válhat (vö. ZÁMBÓ 1983), így a továbbiakban felhalmozódó üledékanyag már egyértelműen vadózus, oxidatív körülmények között alakulhat tovább. 2. A részben bauxitos szövetű, de gyenge minőségű agyagos bázisképződmény azt jelzi, hogy a bauxittal/bauxitosodó talajeredetű málladékkal kitöltött karsztjáratok alsó része „elérte” a karsztvízszintet. A freatikus (telített pórusvízi) környezetben az üledék még nem kellőképpen mineralizálódott Fe-oxid fázisa a pangó vízi környezetben lassan bomló finom növényi törmelék jelenlétében redukálódik, kioldódik és a lassan áramló karsztvízzel eltávozik. Ebben a környezetben, ahol az intenzív ferrallitos mállás során uralkodó savas pH-helyett lúgos pH-jú karsztvíz tölti ki a pórusokat, a bauxitosodás lelassul, ill. a már kialakult Al-hidroxid fázis reszilizifikálódhat (kaolinitté alakulhat) vö. DANGIC 1985, 1988). Ezt az értelmezést elfogadva azt mondhatjuk, hogy az agyagos bázisképződmény voltaképp a laterites szelvények „litomárgá”-jának feleltethető meg, egy olyan karsztbauxitos környezetben, ahol a mélytöbrökben összehordódó bauxitosodó anyagban hosszú időn keresztül a lateritesedéshez hasonlóan zajlik az in situ bauxittá alakulás. Magunk részéről ezt tartjuk legvalószínűbbnek. Az, hogy az agyagos bázisképződmény vastagsága és elterjedése jelentős oldalirányú változékonyságot mutat, minden bizonnyal a területnek a bauxitfelhalmozódás idején uralkodott paleotopográfiájának köszönhető.

A többé vagy kevésbé mállott *allogén törmelékes betelepülések* elterjedése és gyakorisága arra figyelmeztet, hogy a karsztterészínen zajló parautochton átmozgatás nemcsak a korábban a talán kevésbé tagolt karsztterészínen leülepedett és részben már bauxittá vált poligenetikus málladékat érintette, hanem időről időre újabb sziliciklasztos anyagbeáramlásra is lehetőség nyílt. Az egyre mélyülő töbrökbe behordódott allogén törmelék a parautochton átmozgatásban többé nem vett részt, helyben tudott bauxittá alakulni — ezt jelzik a pseudomorfóza-szerű mállott extraklasztokban gazdag, mégis bauxitminőségű rétegek.

A *déli-központi terület bauxitja* változatos zagy/ooid arányú, parautochton-törmelékes, ooidos kifejlődésű, a pelitomorf típusok itt alárendeltek. Ez azt jelzi, hogy itt a bauxit erőteljes, de változó intenzitással mozgatott közegeből rakódott le, amely az iszap-méretű zagy elegyrészek mellett akár 1–3 mm-es ooidokat, pizoidokat és törmelékdarabokat is képes volt mozgatni

A *bauxittestek felső harmadában* gyakori pangó vízi eluviális–illuviális zónapárok arra utalnak, hogy a bauxit felhalmozódása szakaszos lehetett: az intenzíven mozgatott közegeből lerakódott, jó vízelvezetéssel jellemzett szakaszok nyugodtabb vízből ülepedett és gyengébb vízelvezetésű szakaszokkal váltakoznak. Utóbbiak az üledékcsapdák feltöltődésének vége felé egyre gyakoribbá válnak.

A *déli és keleti perem telepeiben* a jó minőségű bauxitban is gyakoriak a többé vagy kevésbé, ritkán egyáltalán nem mállott, finomtörmelékes betelepülések. A jelenség gyakorisága a szelvényben felfelé nő. Ez azt jelezheti, hogy a feltöltődés során több ízben, annak vége felé gyakrabban, lehetőség nyílt az allogén törmelék beáramlására.

A *déli területen* a jó minőségű telepek közötti „meddő” sávokban foszlánszerűen, nem ipari minőségű bauxit, petrográfiailag legfeljebb bauxitos kötőanyagú, esetleg bauxittörmelékes polimikt aleurolitnak minősülő, a jó minőségű telepek felső szakaszaiból leírt mállott aleurolithoz hasonló képződmény található. Eszerint a fedő Csehbányai Formáció lerakódását közvetlenül megelőzően, a bauxitos töbrök feltöltődésének záró szakaszában már bauxittal vegyes allogén törmelék lerakódása folyt.

Az *északi terület bauxitja* a délinél „éretlenebb” és a senon teresztrikummal összefogazódni látszik. A terület nagy részén a bauxitszintben bauxitos-pelites kötőanyagú, polimikt, karbonátos aleurolit található. A bauxittestek laposabb mélyedéseket töltenek ki, vagy konkordáns lencse jelleggel települnek a senon összlet alsó részébe. Ez azt jelzi, hogy az északi területen a telepek, ill. indikációk voltaképp eróziós foszlányok, vagy esetleg másodlagos települési helyzetben vannak, felhalmozódásuk a déli terület „meddő” dolomit-sávjain található „mállott aleurolittal” vegyes bauxitok felhalmozódásával lehetett kb. egyidős, így valamivel talán fiatalabbak, mint a déli-központi terület jó minőségű bauxitjai.

Kivételes helyzetben vannak a — geokémiai adatok szerint jó minőségű — *sármási telepek*, amelyeknek azonban vékonycsiszolatos szöveti vizsgálata nem történt meg. Nem kizárt, hogy ebben az esetben az eróziótól megmenekült, eredeti helyzetű teleproncsokkal van dolgunk.

A bauxitösszlet fő és járulékos kémiai komponensei

A fő kémiai komponensek

Az iharkúti bauxit geokémiai vizsgálatával a „Bauxitprognózis” (SZANTNER et al. 1986) kötet szerzői közül HORVÁTH István és PÉTER Zoltán foglalkoztak. Értékes megállapításait felhasználtuk monográfiánkban.

A bauxitösszletből a kutatások során 0,5 és 1,0 méterenként vettek mintákat kémiai elemzésre. A minták túlnyomó többségét megelemeztek Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 tartalomra és meghatározták az izzítási veszteséget. Néhány fúrásban a bauxitos agyagot csak Al_2O_3 - és SiO_2 -tartalomra elemezték meg. A szorosan vett bauxit számos mintájából a CaO ,

MgO, P₂O₅, és MnO₂ és összeskén-tartalmat is meghatározták. A többi bauxitos kőzetfajtából csak elvéve készültek ilyen elemzések. Az összes vegyelemzési adatot számítógépes adatbázisban rögzítettük. Így lehetőség nyílt az SPSS számítógépes statisztikai program használatára.

A megelőző négy monográfiában azt tapasztaltam, hogy az ún. *mérettartomány hatásnak (scaling effect)* igen nagy a szerepe. A mérettartomány hatás azt jelenti, hogy az adott kiértékelés térbeli kiterjedésétől és az alapadatok méretétől függően más és más eredmények születnek. Ezért a mérettartomány hatás az adott bauxit-előfordulás belső összetettségét fejezi ki. A jelen monográfiában az előfordulás egészére, az egyes részterületekre, minden egyes bauxitletelepre, a telepek fúrásaira és minden egyes elemzett intervallumra kiszámítottuk a bauxit, az agyagos bauxit és a bauxitos agyag fő statisztikai mutatóit., majd ezeket rendszeresen összehasonlítottuk.

A következőkben egyenként értékeljük a fő kémiai komponenseket, majd ezt követően a komponensek közötti geokémiai összefüggéseket értékeljük. Kiértékelésünk mindenütt a kitermelés előtti, eredeti állapotra vonatkozik.

Al₂O₃-tartalom

Az Al₂O₃ meghatározás analitikai hibája a hagyományos nedves kémiai módszerrel ±0,5%.

Az *előfordulás egészére* a bauxit súlyozott átlagos Al₂O₃ tartalma 54,0%. Ez valamivel kevesebb a halimbai bauxiténál: 54,3%, és valamivel több a nyírádínál: 53,4%. A szőci és a malom-völgyi trihidrátos bauxiténál viszont lényegesen nagyobb: 48,7% és 46,0% (BÁRDOSY 2009, 2010, 2011).

A *részterületek* átlagaira határozott területi trend rajzolódott ki: Iharkút-közép 55,0%, nyugati levetett oldal 54,9%, Némethánya-észak 53,3%, Némethánya-dél 52,4%, Iharkút-észak 53,2%. Az északkeleti részterület átlaga 50,9.%. Végül a sármási részterületé 54,5%. A viszonylag nagy átlagos Al₂O₃-tartalom a bauxit túlnyomóan monohidrátos (böhmites) összetételével magyarázható. A bauxit egységes geokémiai jellegére utal a részterület- átlagok közötti kis különbség. Az Iharkút-közép részterület nagy Al₂O₃-tartalma az itteni bauxit-felhalmozódás központi jellegére utal.

A részterületeken belül a *telepek átlagai* sem különböznek érdemben egymástól. Ezeket, valamint a bauxit Al₂O₃-tartalmának többi fő statisztikai mutatóit a 4. táblázatban mutatjuk be. Legnagyobb átlagos Al₂O₃ tartalma az Iharkút-közép részterületen levő Iharkút-IV. telep bauxitjának van 56,2%-al, amit az V. telep követ 55,9%-al. Meglepően nagy a nyugati levetett oldalon levő Némethánya-X. telep átlaga: 55,8% és a sármási I. telep átlaga 54,6%. Az iharkúti bauxit jó minőségét jelzi, hogy az itteni 69 telep közül csak háromban kisebb az átlag 50%-nál: 49,0, 49,6 és 49,7%.

A 4. táblázatban az átlagok *szórását* is feltüntettük. Szórást statisztikai megfontolások alapján csak ott számítottunk,

4. táblázat. A bauxit Al₂O₃-tartalmának fő statisztikai mutatói

A telep neve, száma	Minimum %	Maximum %	Átlag %	Modus %	Szórás	Ferdeség
Iharkút-észak						
Ik VIII	53,0	57,0	55,1	53-54	1,0	0,07
IX	51,0	55,1	53,2	52-53	1,3	-0,13
XI	43,9	59,4	50,8	52-53	3,7	0,04
XIII	54,4	54,4	54,4	54-55		
XV	49,5	55,5	52,4	53-54	2,1	-0,03
XVI	48,4	60,7	52,7	54-55	2,3	0,08
Iharkút-közép						
Ik I	53,1	54,7	54,1	54-55	0,5	0,34
II	49,2	56,9	54,3	55-56	1,7	-0,28
III	49,1	53,1	51,9	52-53	1,0	-1,42
IV	51,0	57,3	56,2	55-56	1,3	-1,45
V	52,2	58,2	55,9	55-56	1,4	0,09
VI	50,2	55,0	54,4	54-55	1,1	2,65
VII	53,0	57,1	55,2	54-55	1,1	0,13
Nb-IX	49,8	59,6	54,0	55-56	2,3	-0,13
Némethánya-észak						
Ik XII	49,8	52,6	50,4	49-50	1,0	1,52
Nb I	51,6	58,7	54,5	54-55	1,8	0,38
II	51,8	56,1	53,5	54-55	1,1	0,46
III	49,7	55,0	53,3	54-55	1,2	-1,00
V	51,0	53,2	52,9	53-54	0,6	-2,04
VII	50,6	53,7	52,9	53-54	1,3	-1,00
VIII	51,3	55,5	53,1	53-54	0,6	1,72

4. táblázat. folytatás

A telep neve, száma	Minimum %	Maximum %	Átlag %	Modus %	Szórás	Ferdeség
XI	51,5	57,4	54,3	56-57	1,7	0,16
XIII	52,7	56,1	54,8	54-55	1,0	-0,22
XIV	51,5	55,2	52,3	52-53	1,0	1,40
XV	51,1	51,1	51,1	51-52		
XVII	51,0	54,5	52,5	52-53	1,0	-0,51
XX	52,1	53,9	53,1	52-53	0,8	0,03
XXI	51,0	53,3	52,2	52-53		
XXIII	50,2	53,6	52,0	52-53	1,1	0,08
XXVI	51,0	51,0	51,0	51-52		
XXVIII	54,6	54,6	54,6	54-55		
XXIX	49,7	53,6	51,6	53-54		
XXXI	51,8	54,8	53,3	52-53	0,8	0,33
Németbánya-dél						
Nb VI	50,4	55,2	53,0	54-55	1,4	0,30
XVI	49,8	51,6	51,0	51-52	0,8	1,62
XVIII	48,2	57,8	52,9	54-55	1,5	0,12
XIX	51,3	54,0	52,7	51-52	1,1	-0,19
XXIV	49,7	51,5	50,5	50-51	0,5	-0,54
XXVII	48,8	51,9	50,0	49-50	0,8	1,30
XXX	51,8	54,8	53,3	52-53	0,8	0,33
XXXII	50,4	55,0	52,7	54-55	2,3	-0,01
XXXIII	48,8	52,3	49,6	48-49	1,4	1,44
Nyugati levetett oldal						
Bj I	50,5	57,5	54,7	54-55	2,0	0,77
Nb IV	53,3	55,1	54,0	53-54	0,8	0,31
X	48,4	58,5	55,9	57-58	2,3	-1,01
XXII	53,8	53,8	53,8	53-54		
Iharkút-északkelet						
Kir-I	48,6	51,8	50,8	50-51	0,4	-2,69
Kir-II	47,8	52,6	50,9	49-50	1,8	-0,66
Tev-I	45,7	53,1	50,4	49-50	1,3	0,84
Tev II	45,0	51,8	49,7	49-50	1,9	0,39
Tev III	49,8	52,1	51,1	51-52	0,8	0,73
Pápa I	47,6	51,9	50,0	50-51	0,9	1,17
Pápa II	48,2	53,1	51,5	50-51	1,6	0,85
Pápa-III	50,4	52,1	51,4	50-51	0,8	-0,22
Pápa-IV	48,2	53,5	50,3	48-49	2,0	0,19
Vör-I	46,2	50,0	49,0	48-49	0,6	-1,20
Vör-II	49,1	52,3	50,9	51-52	1,3	-0,33
Sármás						
Sár I	50,5	56,0	54,6		1,2	0,92
Sár II	53,4	53,4	53,4			
Sár III	51,0	51,0	51,0			

ahol a fúrások száma legalább 4. A szórás a telepeken belül az Al_2O_3 -tartalom változékonyságát fejezi ki, ezért kiértékelését szükségesnek tartottuk. Ezek szerint az Al_2O_3 -tartalom változékonysága az iharkúti bauxitban viszonylag csekély. Legnagyobb az Iharkút-észak részterület XI. telepében: $\pm 3,68\%$. Összesen négy telepben több a szórás 2,0-nél (Ik–XV., –XVI., Nb–IX. és –XXXII.). A legtöbb telepben ± 1 –2% a szórás, sőt tizenhárom telepben $\pm 1,0\%$ -nál is kisebb. Ez a szórás kisebb a korábbi négy monográfiában észlelteknél (vö. BARDOSY 2007, 2009, 2010, 2011).

Az átlagérték hibaforrása lehet az *eloszlás jellege*. Az átlag csak akkor torzításmentes, ha az eloszlás szimmetrikus. Ezt a tulajdonságot a statisztikai *ferdeséggel* fejeztük ki, amit a 4. táblázatban szintén feltüntettünk. Az átlag akkor tekinthető torzításmentesnek, ha a ferdeség $\pm 1,0$ -nél kisebb. Ott ahol a ferdeség ezt meghaladta ún. robusztus becslést alkalmaztunk. Az SPSS programban szereplő robusztus becslők közül a Tukey-féle „maximum likelihood estimator” találtuk legmegfelelőbbnek, ezért ezt alkalmaztuk. A 4. táblázat szerint a telepek többségében $\pm 1,0$ -nél kisebb a bauxit Al_2O_3 eloszlásának

5. táblázat. Az agyagos bauxit Al_2O_3 -tartalmának fő statisztikai mutatói

A telep neve, száma	Minimum %	Maximum %	Modus %
Iharkút-észak			
Ik VIII	45,2	51,8	47 48
IX	45,7	50,5	50 51
XI	37,8	51,7	47 48
XIII	42,6	52,0	46 47
XV	46,0	50,2	46 47
XVI	40,6	49,4	45 46
Iharkút-közép			
Ik-I	42,3	48,2	48-49
II	44,3	51,3	48-49
III	40,6	47,3	45-46
IV	45,6	50,3	49-50
V	40,2	53,6	49-50
VI	43,2	47,4	45-46
VII	43,2	45,8	45 46
Nb IX	43,3	52,1	47 48
Németbánya-észak			
Ik-XII	42,0	49,4	44-45
Nb-I	42,0	52,0	50-51
II	46,2	51,0	48-49
III	44,2	50,1	49-50
V	46,3	48,3	46-47
VII	43,1	48,5	46-47
VIII	46,9	52,2	49-50
XI	41,6	51,8	47 48
XIII	45,2	53,7	50 51
XIV	44,6	49,2	48 49
XV	45,1	45,1	45 46
XVII	45,6	49,5	47 48
XX	44,4	49,0	48 49
XXI	46,2	48,2	48 49
XXIII	42,1	49,9	46 47
XXVI	44,5	44,5	44 45
XXVIII	49,0	49,0	48-49
XXIX	43,1	48,5	48-49
XXXI	47,1	48,5	48-49
Németbánya-dél			
Nb-VI	43,5	52,2	48-49
XVI	45,8	48,8	48-49
XVIII	36,0	49,8	47-48
XIX	43,2	50,0	49-50
XXIV	44,5	47,3	44-45
XXVII	39,3	46,2	46-47
XXXII	44,6	49,6	46-47
XXXIII	46,2	46,2	46 47
Nyugati levetett oldal			
Bj I	30,6	50,2	47 48
Nb IV	43,3	50,2	48 49
X	45,1	52,5	45 46
Iharkút-északkelet			
Kir I	35,4	48,5	44 45
Kir II	44,6	47,3	45 46
Tev-I	39,5	49,7	46-47
Tev-II	37,0	48,1	47-48
Tev-III	40,5	49,2	49-50
Pápa-I	40,0	47,5	47-48
Pápa-II	42,6	49,2	45-46
Pápa-III	44,1	49,4	45-46
Pápa-IV	41,3	50,7	45-46
Vör I	38,8	47,1	45 46
Vör II	43,8	47,2	44 45
Sármás			
Sár I	41,7	49,0	47 48
Sár II	43,1	45,9	44 45
Sár III	51,1	51,1	50 51

ferdesége, ezért a Tukey-féle becslőre ott nem volt szükség. A legnagyobb ferdeséget a Királykapu-I. telepben (–2,69) és az Iharkút-VI. telepben észleltük (–2,65).

A nagyszámú fúrás és a viszonylag kis szórás miatt az *átlagszámítás standard hibája* a legtöbb telepben $\pm 0,4\%$ -nál kisebb, ami a geokémiai kiértékelés megbízhatóságát igazolja.

A súlyozott átlag mellett fontos geokémiai információt hordoz a *módusz*, a leggyakrabban előforduló elemzés-intervallum. A 4. táblázatban természetesen ezt is feltüntettük. A móduszt a gyakorisági hisztogramok segítségével pontosan meg lehetett határozni. A bauxit Al_2O_3 -tartalmának módusza az összes telepben egymaximumos. A legtöbb módusz az átlagnál van, vagy annál alig több, vagy kevesebb. Érdemi különbséget a módusz és a súlyozott átlag között nem észleltünk.

A következő lépésben *fúrásonként* vizsgáltuk a fő geokémiai tulajdonságokat. Hasznos információt jelentenek a 4. táblázatban feltüntetett „minimum” és „maximum” százalékok, amelyek az adott telepen belüli bauxit-fúrásátlagokra vonatkoznak. A minimum természetesen nem lehetett kevesebb a közettani fejezetben közölt alsó határértéknél — $42,0\%$ -nál, a maximum viszont bármilyen érték lehet. A legtöbb minimum átlag 48-tól 53% -ig terjed. Ugyanakkor csupán az Iharkút-XVI. telep egyetlen fúrásában haladja meg a maximum a 60% -ot ($60,7\%$). A legtöbb fúrásban 55 és 60% között van.

Az Al_2O_3 -tartalom eloszlásáról a *gyakorisági hisztogramok* adnak legteljesebb képet. Ezeket azokra a telepekre készítettük el, ahol a fúrások száma 10-nél több. Ennél kevesebb fúrás esetén a hisztogram alakja túlságosan bizonytalan. A legjellegzetesebb hisztogramokat a 26. ábrán mutatjuk be. Az eloszlás jellegének jobb megértése céljából a megfelelő normál eloszlást (Gauss-görbét) is feltüntettük. Az Iharkút-V. és Németbánya-IX. telepek hisztogramján kiemelkedik az $55\text{--}56\%$ közötti módusz. Ugyanakkor kissé elkülönülten egy kisebb maximumot is fel lehet ismerni 57 és 60% Al_2O_3 között. Az Iharkút-észak részterületen hasonló eloszlást figyelhetünk meg a –XI. és –XVI. telepben. Ugyanakkor a –VIII. és –IX. telepben egységesebb az Al_2O_3 eloszlása és szinte teljesen szimmetrikus (ferdeség $+0,07$ és $-0,13$). A Németbánya-észak részterületen az I. telep eloszlása közel megegyezik az Iharkút-közép területen észleltekkkel. A többi telep eloszlása egységesebb, enyhe jobboldali aszimmetriával. A Németbánya-dél részterületen is igen egységes az Al_2O_3 eloszlása. Jó példa erre a VI. telep gyakorisági hisztogramja. A Királykapu-Pápvár–Tevélvár–Vörösföld részterületen is igen egységes a bauxit Al_2O_3 -tartalmának eloszlása.

Az SPSS számítógépes program segítségével ún *box-plotot* lehet előállítani a „kiütő” és „extrém” értékek felismerésére. Példaként a 27. ábrán a legtöbb fúrással jellemzett V. telep Al_2O_3 -tartalmának box-plotját mutatjuk be. Jól látszik az Al_2O_3 egységes eloszlása, valamint a kiütő és extrém értékek teljes hiánya a fúrásátlagok szintjén.

A mérettartomány hatás legrészletezőbb szintje egy fúráson belül az *elemzett intervallumokra* vonatkozik. Az átlagszámítások során feltűnt, hogy ott, ahol a bauxit két szintben fordul elő az alsó szintben néhány százalékkal kevesebb Al_2O_3 van, mint a

felsőben. Erre példa a Németbánya–III. telep, ahol az Ik–985 számú fúrásban a felső szint bauxitja 56,0%, az alsóé 49,6% Al_2O_3 -at tartalmazott. Ott ahol egyetlen bauxitszint van igen egységes az egymás felett következő intervallumok Al_2O_3 -tartalma. Igen ritkák a 0,5 és 1,0 méter vastag agyagosabb közbetelepülések. Többnyire a bauxitszintek legalján csökken a legalsó intervallumok Al_2O_3 -tartalma. A fúrások túlnyomó többségében 55,0 és 59,9% kötött van a legnagyobb Al_2O_3 -tartalmú intervallum. Egyedül hét telepben haladta meg az Al_2O_3 -tartalom a 60%-ot egy-egy elemzett intervallumban. Legnagyobb az Iharkút–V. telepben, ahol a 64,3% volt a legnagyobb Al_2O_3 -tartalom. Figyelemre méltó, hogy az előfordulás nyugati szélén, a levetett oldalon levő Németbánya–X. telepben is volt egy 60,4%-ot elérő bauxitintervallum (Ik–1377 fúrásban).

Az *agyagos bauxit* Al_2O_3 -tartalmának fő statisztikai mutatóit az 5. táblázatban foglaltuk össze telepenként, a részterületek szerint felsorolva. A leggyakoribb átlagok többnyire 46 és 50% között vannak. Csak öt telepben ért el a módusz 50–51%-ot. A legkisebb és a legnagyobb átlagok is viszonylag szűk határok között mozognak és az egyes telepek közötti különbségek is korlátozottak.

A *bauxitos agyag* Al_2O_3 -tartalma még az agyagos bauxiténál is egységesebb. A fúrási átlagok többnyire 30 és 42% között mozognak. Az egyes telepek fúrásai között is kicsiny a különbség. Csupán a Németbánya-dél részterület XIX. és XXIV. telepének egy-egy fúrásában ért el a legnagyobb fúrási átlag 46,0, ill. 48,2%-ot.

SiO_2 -tartalom

A SiO_2 -tartalom meghatározásának analitikai hibája a hagyományos nedves kémiai módszerrel $\pm 0,3\%$.

A *teljes iharkúti előfordulásra* a szorosán vett bauxit súlyozott átlaga 4,8%. Ez a nyirádi és halimbai bauxitnál valamivel nagyobb (4,1% és 4,2%), a szőci és malom-völgyi bauxitnál viszont kisebb (5,1% és 5,8%)

A *részterületek* bauxitjának súlyozott átlagai alig különböznek egymástól: A Iharkút-közép részterületé 4,1%. Az Iharkút-észak, Németbánya-észak és -dél részterületeké pedig egyaránt 5,2%. Mindez az itteni bauxit egységes geokémiai összetételére utal. Az északkeleti kis részterület átlaga a legnagyobb: 5,7%. Ugyanakkor meglepően kicsiny a nyugati levetett oldal négy telepének átlaga: 4,8% . Még ennél is kisebb a sármási telepek súlyozott átlaga: 3,0%.

A részterületeken belül a *telepek átlagai* sem különböznek érdemben egymástól. Ezeket, valamint a bauxit SiO_2 -tartalmának fő statisztikai mutatóit a 6. táblázatban mutatjuk be. Legkisebb átlagos SiO_2 -tartalma az Iharkút–V. telep bauxitjának van: 2,4%. További kilenc telepben 3–4% a SiO_2 átlaga. Ezek az Iharkút-közép és Németbánya-észak részterületen vannak. A nyugati levetett oldalon levő Bakonyjákó–I. telepben 3,3%, a Sármás–I. telepben pedig 3,0% a bauxit SiO_2 -átlaga. Az Iharkút-északkeleti részterületen az összes telep átlaga 4,0–6,8% között van. Ugyanakkor a Németbánya-dél részterületen levő XXII. telepben 8,2% a bauxit SiO_2 -átlaga. Ez a legnagyobb bauxit- telepátlag az előfordulás területén.

6. táblázat. A bauxit SiO_2 -tartalmának fő statisztikai mutatói

A telep neve, száma	Minimum %	Maximum %	Átlag %	MD	Modus %	Szórás	Ferdeség
Iharkút-észak							
Ik–VIII	2,7	8,1	4,4	12,5	3–4	1,3	0,51
IX	3,1	8,6	6,1	8,7	5–6	1,7	-0,08
XI	3,0	8,0	6,5	7,8	7–8	1,8	-1,27
XIII	3,3	3,3	3,3	16,5	3 4		
XV	4,8	9,7	6,6	7,9	4 5	1,8	0,74
XVI	2,0	8,5	4,4	12,0	3 4	1,8	0,63
Németbánya-észak							
Ik–I	2,4	6,8	3,2	16,9	3–4	1,2	1,40
II	2,0	9,4	4,1	13,2	4–5	1,8	1,10
III	5,2	7,1	6,2	8,4	5 6	0,7	0,40
IV	2,7	8,0	3,8	14,8	3 4	0,6	1,78
V	1,6	8,2	2,4	23,3	2 3	1,3	1,04
VI	2,7	7,4	4,6	11,8	4–5	1,5	0,24
VII	2,3	9,6	3,6	15,3	5–6	1,6	1,25
Nb IX	2,1	9,8	4,5	12,0	2 3	2,1	0,74
Németbánya-dél							
Ik–XII	4,7	8,5	6,2	8,1	6–7	0,5	-0,87
Nb–I	2,3	7,0	3,2	17,0	3–4	1,1	1,54
II	1,6	8,4	2,6	20,7	1–2	1,8	1,20
III	1,7	9,4	5,1	10,5	7–8	2,3	0,05

6. táblázat. folytatás

A telep neve, száma	Minimum %	Maximum %	Átlag %	MD	Modus %	Szórás	Ferdeség
V	3,4	9,4	5,7	9,3	3-4	2,5	0,18
VII	6,8	9,0	7,1	7,5	6-7	0,5	1,85
VIII	4,2	8,0	6,1	8,7	5-6	1,0	1,13
XI	2,2	9,0	3,4	16,0	2-3	1,1	1,31
XIII	2,5	8,3	4,5	12,2	4-5	1,5	0,46
XIV	3,6	8,0	4,8	10,9	5-6	0,9	0,54
XV	6,7	6,7	6,7	7,6	6-7		
XVII	3,7	9,4	5,4	9,8	4-5	1,5	0,94
XX	3,0	6,8	4,0	13,3	3-4	1,2	1,14
XXI	3,2	9,3	6,2	8,4	3-4		
XXIII	2,2	5,4	4,3	12,1	4-5	1,2	1,01
XXVI	7,8	7,8	7,8	6,5	7-8		
XXVIII	5,8	5,8	5,8	9,4	5-6		
XXIX	4,0	6,4	5,2	9,9	4-5		
XXXI	4,0	5,9	4,5	11,8	4-5	0,6	0,78
Németbánya-dél							
Nb-VI	1,2	8,2	4,9	10,8	5-6	1,9	0,32
XVI	4,6	6,1	5,2	9,8	5-6	0,6	0,84
XVIII	1,8	9,1	2,5	21,2	2-3	1,4	1,83
XIX	1,4	6,9	4,3	12,3	6-7	2,3	-0,33
XXIV	6,4	8,0	7,5	6,7	7-8	0,7	0,76
XXVII	8,1	8,7	8,2	6,1	8-9	0,2	2,44
XXX	5,0	5,0	5,0	10,4	5-6		
XXXII	2,2	7,4	4,3	12,3	2-3	2,1	0,02
XXXIII	4,8	7,5	5,0	9,9	4-5	0,6	3,94
Nyugati levetett oldal							
Bj-I	0,9	5,7	3,3	16,6	3-4	1,6	0,24
Nb-IV	3,6	7,5	6,7	8,1	7-8	1,6	-1,82
X	2,0	9,1	4,0	14,0	2-3	2,4	0,60
XXII	5,1	5,1	5,1	10,5	5-6		
Iharkút-északkelet							
Kir-I	3,0	7,4	4,0	12,7	3-4	1,2	1,21
Kir-II	3,3	7,7	6,5	7,8	7-8	1,5	-1,40
Tev-I	3,1	8,6	6,2	8,1	6-7	1,3	-0,51
Tev-II	3,1	9,0	6,6	7,5	8-9	1,7	-0,10
Tev-III	5,8	7,9	6,8	6,5	7-8	0,9	0,02
Pápa I	2,9	7,5	5,8	8,6	5-6	1,0	0,17
Pápa II	3,8	7,8	5,8	8,9	7-8	1,4	0,10
Pápa III	4,5	9,2	5,6	9,1	4-5	1,4	1,18
Pápa-IV	2,8	9,1	5,2	9,7	5-6	1,6	0,64
Vör-I	4,8	9,0	6,0	8,2	5-6	1,2	0,99
Vör-II	4,8	6,2	6,5	9,3	4-5	0,6	0,13
Sármás							
Sár-I	1,9	7,7	3,0	18,2	2-3	1,3	1,49
Sár-II	2,5	2,5	2,5	21,4	2-3		
Sár-III	8,2	8,2	8,2	6,2	8-9		

Az Al_2O_3 és SiO_2 átlagok ismeretében a telepek bauxitjának *átlagos modulusát* is kiszámítottuk és a 6. táblázatban feltüntettük. Legnagyobb az Iharkút-V. telep bauxitjának modulusa: 23,3. További 26 telepben meghaladja a modulus a 10-es értéket. Ez igen jó bauxit minőségnek felel meg.

A SiO_2 -tartalom változékonyságának megismerése céljából mindenegyes telepre kiszámítottuk a *bauxit SiO_2 -szórását*. A legtöbb telepben ± 1 és 2% között van a szórás. A legnagyobb szórást a Németbánya-V. telepben észleltük: $\pm 2,47\%$. A SiO_2 tartalom szórása tehát kisebb a korábbi négy monográfiában észlelteknél.

Az átlagérték hibaforrása az aszimmetrikus eloszlás. Ezt a SiO_2 esetében is a *ferdeséggel* számszerűsítettük. A ferdeség értékeit a 6. táblázatban tüntettük fel. Az iharkúti előfordulás 69 telepe közül 21-ben haladta meg a statisztikai ferdeség (skewness) a $\pm 1,0$ értéket. Ezeknél az Al_2O_3 -hoz hasonlóan a Tukey-féle maximum-likelihood becslőt alkalmaztuk torzításmentes érték előállítására céljából.

A *móduszt* a SiO_2 -tartalomra is kiszámítottuk és a 6. táblázatban feltüntettük. Az összetétel egységességét jelzi, hogy a módusz a legtöbb esetben a súlyozott átlag mellett van, vagy azzal egybe esik. Eltérés esetén a módusz az átlagnál kisebb. Legnagyobb különbséget a Németbánya-észak részterületen levő XXI. telepben észleltünk, ahol az átlag 6,2%, a módusz pedig 3–4%.

Az értékelést a *fúrások szintjén* folytattuk. A fúrás átlagok „maximum” és „minimum” értékeit a 6. táblázatban tüntettük fel. A minimum értékek többnyire 1 és 5% között vannak. Az 1 és 2% közötti értékek igen erős helyi kovasavtalanodást jeleznek. Jó példa erre az Iharkút-V. telep (1,6%) és a Németbánya-I. és -II telep (1,6 és 1,7%). A maximum természetesen nem lehet több a bauxitra megszabott 10%-nál. Számos fúrásban 9,0–9,9% között van. A minimum és maximum értékek közötti különbség az összetétel változékonyságát tükrözi. Ez többnyire 5–7%.

A SiO_2 eloszlás jobb megismerése céljából *gyakorisági hisztogramokat* szerkesztettünk azokra a telepekre, ahol a fúrások száma 10-nél több (28. ábra). A hisztogramokon a megfelelő Gauss-görbét is feltüntettük. A legtöbb eloszlás enyhén aszimmetrikus a kis SiO_2 -értékek felé, de teljesen szimmetrikus eloszlások is előfordulnak. A telepek többségében egymaximumos az eloszlás. Kivétel ez alól az Iharkút-XI. és a Németbánya-IX. telep, ahol 2–4%, valamint 6–8% SiO_2 között van a maximum, sőt az Iharkút-XI. telepben szakadás van a két maximum között. Ez a bauxitminőség változását jelzi a felhalmozódás folyamatában.

Az *elemzett intervallumok*_szintjén még nagyobb a változékonyság. Viszonylag egységes a vastagabb bauxitszakaszok SiO_2 tartalma, csak legfelül és legalul nő meg a SiO_2 -tartalom. Viszonylag ritkák a 0,5–1,0 méter vastag agyagos bauxit közbetelepülések. Figyelemre méltó, hogy ahol két vagy több bauxitszint van ott néhány százalékkal megnő az alsó szintek SiO_2 tartalma. Feltűnően kicsiny számos fúrásban az elemzett intervallumok legkisebb SiO_2 -tartalma: 0,5–0,9%. Az Iharkút-V. telepben egy bauxitintervallum 0,2% SiO_2 -t tartalmazott, a Sármás-I. telepben pedig 0,4%-ot (Bj-394 fúrás). Mindez igen intenzív bauxitosodásnak felel meg.

Az *agyagos bauxit* SiO_2 -tartalma a definíciójának megfelelően 10–20%. A legtöbb módusz 14–16%, de néhány telepben feltűnően kicsiny, 11–13% a módusz. Az elemzett intervallumok 10,1-től 19,9%-ig terjednek, az előírásnak megfelelően. Ezeket az adatokat telepenként a 7. táblázatban mutatjuk be. A SiO_2 -tartalomban területi trendet nem lehetett észlelni.

A *bauxitos agyag* esetében a definíció szerint a SiO_2 >20,0%. A felső határt közvetve a 0,84-nél nagyobb modulus

7. táblázat. Az agyagos bauxit SiO_2 -artalmának fő statisztikai mutatói

A telep neve, száma	Minimum %	Maximum %	Modus %
Iharkút-észak			
Ik VIII	11,0	17,9	13-14
IX	11,1	17,6	14-15
XI	12,0	19,8	14-15
XIII	11,3	18,1	17-18
XV	12,1	13,6	12-12
XVI	10,9	19,3	13-14
Iharkút-közép			
Ik-1	12,5	19,8	14-15
II	12,2	18,8	14-15
III	10,9	17,9	17-18
IV	11,5	17,7	15-16
V	10,3	18,0	13-14
VI	12,8	19,8	15-16
VII	14,0	18,2	16-17
Nb IX	10,0	19,2	12-13
Németbánya-észak			
Ik-XII	10,1	19,3	13-14
Nb-1	10,1	17,9	15-16
II	12,4	18,6	15-16
III	12,5	18,4	16-17
V	14,9	16,0	15-16
VII	13,7	19,5	17-18
VIII	11,1	17,5	14-15
XI	11,3	18,6	16-17
XIII	11,6	18,0	16-17
XIV	12,6	18,2	13-14
XV	18,0	18,0	18-19
XVII	12,4	17,7	13-14
XX	10,9	15,0	14-15
XXI	14,3	17,6	14-15
XXIII	10,1	19,3	15-16
XXVI	15,8	15,8	15-16
XXVIII	14,5	14,5	14-15
XXIX	11,6	19,6	11-12
XXXI	13,5	17,5	14-15
Németbánya-dél			
Nb-VI	12,1	18,0	14-15
XVI	13,2	15,2	14-15
XVIII	12,8	19,9	14-15
XIX	12,1	19,7	15-16
XXIV	11,4	17,1	15-16
XXVII	12,5	16,8	16-17
XXXII	12,4	16,8	14-15
XXXIII	14,0	14,0	14-15
Nyugati levetett oldal			
Bj I	10,0	18,7	14-15
Nb IV	10,5	14,9	13-14
X	10,8	19,5	19-21
Iharkút-északkelet			
Kir I	11,2	19,1	15-16
Kir II	11,5	17,4	13-14
Tev-1	10,0	19,8	15-16
Tev-II	10,5	18,1	15-16
Tev-III	12,0	18,9	12-13
Pápa-I	11,0	16,4	13-14
Pápa-II	12,7	19,0	13-14
Pápa-III	11,0	19,7	16-17
Pápa-IV	10,0	18,2	14-15
Vör I	10,2	19,3	14-15
Vör II	11,3	16,1	14-15
Sármás			
Sár I	11,4	18,8	14-15
Sár II	13,5	16,9	16-17

jelenti. Iharkúton a legtöbb bauxitos agyag 28–35% SiO_2 -t tartalmaz. Területi trendet sem a móduszokban, sem az átlagokban nem találtunk.

Fe_2O_3 -tartalom

Az Fe_2O_3 -meghatározás analitikai hibája a hagyományos nedves kémiai módszerrel $\pm 0,5\%$.

Az *előfordulás egészére* a bauxit súlyozott átlaga 23,2%. Ez kevesebb, mint a nyirádi (26,0%), a halimbai (24,8%,) és a szőci (23,4%) bauxit és közel megegyezik a malom-völgyi (23,1%) bauxitával. A bauxit Fe_2O_3 -tartalmának fő statisztikai mutatóit a 8. táblázat tartalmazza.

A *részterületek* súlyozott átlagai alig különböznek egymástól: az fő előforduláson: Iharkút észak 23,4%, Iharkút-közép 23,0%, Németbánya-észak 22,8%, Németbánya-dél 22,2%. A nyugati levetett sáv területén ugyancsak 23,2% az Fe_2O_3 -átlaga. Legkisebb az Iharkút-északkelet részterület bauxitjának átlaga: 21,9%. Meglepő módon, a sármási részterületen a legnagyobb a bauxit Fe_2O_3 -tartalma: 25,0%.

A *telep átlagok* szintjén nagyobbak a különbségek. Legnagyobb Fe_2O_3 -tartalma a Németbánya-XXXIII. telep bauxitjának van 25,5%-al (Németbánya-dél részterület). Legkevesebb Fe_2O_3 -ot a Tevelvár-III. telep bauxitja tartalmaz: 19,7%-ot. Területi trend a részterületeken belül nem figyelhető meg.

Az Fe_2O_3 -tartalom változékonyságának megismerésére kiszámítottuk minden egyes telep bauxitjának átlagos

8. táblázat. A bauxit Fe_2O_3 -tartalmának fő statisztikai mutatói

A telep neve, száma	Minimum %	Maximum %	Átlag %	Modus %	Szórás	Ferdeség
Iharkút-észak						
Ik VIII	18,8	26,1	23,7	23 24	1,1	1,03
IX	22,6	25,4	24,3	24–25	0,8	–0,95
XI	12,9	25,9	22,5	25–26	2,4	–1,34
XIII	24,5	24,5	24,5	24–25		
XV	21,0	23,4	22,6	23–24	0,8	–0,79
XVI	17,6	25,2	22,5	22 23	1,4	0,30
Iharkút-közép						
Ik I	23,3	24,8	23,8	23 24	0,4	0,78
II	19,3	24,1	22,2	22–23	1,2	–0,93
III	20,3	24,0	21,6	20–21	1,6	0,75
IV	21,4	24,9	23,9	23–24	1,0	–0,77
V	20,0	26,3	23,5	24–25	1,4	0,22
VI	22,7	24,6	23,7	23 24	0,7	0,08
VII	21,1	25,4	23,4	22 23	1,3	0,21
Nb-IX	20,1	21,6	22,1	22–23	0,9	0,50
Németbánya-észak						
Ik XII	19,4	23,0	21,0	21 22	0,9	0,16
Nb I	20,4	25,6	22,6	22 24	1,2	0,08
II	20,9	21,2	22,8	22–23	0,6	–0,17
III	19,9	24,9	22,1	22–23	1,2	–0,32
V	21,9	24,0	22,2	21–22	0,7	2,10
VII	21,0	22,6	21,3	21–22	0,6	1,76
VIII	18,7	23,3	22,8	23 24	1,0	2,70
XI	19,8	25,8	22,3	23 24	1,3	0,32
XIII	19,3	24,6	21,4	21 22	1,2	0,66
XIV	21,7	25,6	23,7	23–24	1,4	0,02
XV	23,3	23,3	23,3	23–24		
XVII	21,3	24,4	23,6	24–25	1,2	–1,05
XX	22,6	23,7	22,9	22–23	0,4	1,21
XXI	21,4	24,5	23,0	24 25		
XXIII	20,7	25,5	22,2	21 22	1,4	1,25
XXVI	23,8	23,8	23,8	23 24		
XXVIII	24,5	24,5	24,5	24–25		
XXIX	24,9	24,9	24,9	24–25		
XXXI	23,5	24,5	23,7	23–24	0,3	2,44

8. táblázat. folytatás

A telep neve, száma	Minimum %	Maximum %	Átlag %	Modus %	Szórás	Ferdeség
Némethánya-dél						
Nb-VI	19,2	24,9	22,4	21-22	1,2	0,11
XVI	22,2	24,5	23,4	24-25	1,1	-0,05
XVIII	18,8	25,4	22,9	23-24	1,1	0,06
XIX	21,0	25,7	22,9	22-23	1,1	0,20
XXIV	22,4	25,2	22,8	23-24	0,6	1,78
XXVII	21,8	23,8	22,1	21-22	0,7	2,17
XXX	22,2	22,2	22,2	22-23		
XXXII	20,9	25,1	24,3	24-25	1,1	-2,30
XXXIII	21,8	26,5	25,5	26-27	1,9	-1,56
Nyugati levetett oldal						
Bj I	22,7	25,9	24,8	25-26	1,1	0,73
Nb IV	18,2	23,8	22,0	23-24	2,5	1,04
X	20,6	24,5	22,8	22-23	0,7	0,96
XXII	23,0	23,0	23,0	22-23		
Iharkút-északkelet						
Kir I	21,8	23,8	22,9	22-23	0,5	0,72
Kir II	21,8	25,8	23,5	24-25	1,2	0,13
Tev I	19,5	23,2	21,1	21-22	0,8	0,13
Tev-II	18,7	23,6	21,9	21-22	1,4	-0,03
Tev-III	18,6	21,0	19,7	18-19	1,0	0,44
Pápa-I	20,5	23,8	22,9	23-24	0,9	-0,64
Pápa-II	18,8	23,0	21,3	22-23	1,4	-0,87
Pápa III	19,5	21,8	21,3	21-22	0,7	1,40
Pápa IV	19,6	24,9	22,1	22-23	1,5	0,87
Vör I	19,8	23,8	21,6	22-23	1,1	0,24
Vör-II	21,2	23,6	23,0	23-24	0,6	-1,06
Sármás						
Sár I	22,6	26,1	24,7	24-25	0,5	0,06
Sár II	28,7	28,7	28,7	28-29		
Sár III	24,8	24,8	24,8	24-25		

szórását. Egyenlő arányban $\pm 0,5-1,0\%$ és $1-2\%$ szórásokat észleltünk. Ez nagyon mérsékelt változékonyságnak felel meg. Összesen két telepben haladta meg a szórás a $\pm 2,0\%$ -ot.

A torzításmentes átlagszámítás biztosítására minden egyes telepre kiszámítottuk a statisztikai *ferdeséget* (8. táblázat). Ez csak ott volt lehetséges, ahol a produktív fúrások száma háromnál több volt. Csupán 16 telepben találtunk $\pm 1,0$ -nél nagyobb ferdeséget. A többi komponenshez hasonlóan itt is a Tukey-féle maximum likelihood becslőt használtuk torzításmentes átlag előállítására. A ferdeség egyébként a legtöbb esetben pozitív előjelű volt.

A *móduszt* a Fe_2O_3 -tartalomra is kiszámítottuk és a 8. táblázatban tüntettük fel. $22-23\%$, valamint $23-24\%$ a leggyakoribb módusz. Ezek a súlyozott átlag közvetlen közelében vannak. Egyetlen telepet találtunk melyben a bauxit módusza $18-19\%$, de itt az átlag is $19,7\%$. A legnagyobb módusz az Iharkút–XI. telepben van: $25-26\%$. Ezt követi a Sármás–I. telep $24-25\%$ -al.

Az értékelést a *fúrások szintjén* folytattuk. A legnagyobb és a legkisebb bauxit-fúrásátlagokat a táblázat „maximum” és „minimum” oszlopában tüntettük fel. Összesen 17 telepben kisebb a minimum átlag 20% -nál. Közülük 16-ban $15-20\%$ és csak egyben $12,9\%$, mégpedig az iharkút északi részterület Iharkút–XI. telepében. A Bakony délnyugati részének négy feldolgozott előfordulásában (BÁRDOSY 2007, 2009, 2010, 2011) jóval több a „vasszegény” bauxit. A maximum átlagok feltűnően egységesek, többnyire 24 és 26% között vannak. Egyetlen fúrás átlaga sem haladta meg a $26,1\%$ -ot.

Az eloszlás jobb megismerése céljából *gyakorisági hisztogramokat* szerkesztettünk mindazon telepekre, ahol a bauxitot ért fúrások száma a tízet meghaladta. Az alumínium és szilíciumhoz hasonlóan a megfelelő Gauss-görbék itt is feltüntettük (29. ábra). Szembetűnő az igen egységes Fe_2O_3 -eloszlás. A 20% -nál kisebb Fe_2O_3 -tartalmú bauxit csak néhány százaléknyi gyakorisággal fordul elő és gyakori a szakadás a többi, „normális” vastartalmú bauxit felé.

Az *elemzett intervallumok szintjén* kissé nagyobb a bauxit vastartalmának változékonysága. Az eddig észlelt legnagyobb Fe_2O_3 -tartalom $31,1\%$ volt a Némethánya déli területész XXXIII. telepének egy bauxit intervallumában.

Ezen felül alig néhány telep bauxitjában észleltünk 30–1% -os Fe_2O_3 -tartalmú intervallumot. A minimális intervallum is meghaladja a 10%-ot. Véleményünk szerint az iharkúti előforduláson, minden bizonnyal a fedő rétegsor különbözősége miatt, a bauxit vastartalma kevésbé mobilizálódott epigenetikus folyamatok hatására, mint a Bakony délnyugati részének feldolgozott telepeiben.

Az Fe_2O_3 -tartalom térbeli eloszlása viszonylag szabálytalan. A bauxit telepek középső részein valamivel több, mint a töbrök falának közelében.

Az *agyagos bauxit* vastartalma néhány százalékkal kevesebb a szorosan vett bauxiténál és igen egységes.

A *bauxitos agyag* Fe_2O_3 -tartalma az agyagos bauxiténál is kisebb néhány százalékkal. A vastartalom különösen a telepek alján és a töbröfalak közelében csökken 10% alá.

Már a közettani fejezetben ismertettük, hogy az iharkúti bauxittelepekben nem találtunk *alumíniumdús ferritet*.

TiO₂-tartalom

A TiO_2 -tartalom meghatározásának analitikai hibája a hagyományos nedves kémiai elemzéssel $\pm 0,2\%$

Az *előfordulás egészére* a bauxit súlyozott átlaga 2,5%, ami több mint a négy feldolgozott előfordulásé: Halimba 2,4%, Nyirád-kelet 2,3%, Szóc és Malom-völgy 2,0%. A bauxit TiO_2 - tartalmának fő statisztikai mutatóit a 9. táblázatban mutatjuk be.

A *részterületek* súlyozott átlagai alig különböznek egymástól. Legnagyobb a sármási részterületen: 2,8%, ezt követi az Iharkút-észak, és -északkelet, valamint a Némethánya-dél részterület 2,5%-al. Az Iharkút-közép részterületen, valamint a nyugati levetett oldalon 2,4%, végül a Némethánya-észak részterületen 2,3%.

9. táblázat. A bauxit TiO_2 -tartalmának fő statisztikai mutatói

A telep neve, száma	Minimum %	Maximum %	Átlag %	Modus %	Szórás	Ferdeség
Iharkút-észak						
Ik VIII	1,9	2,8	2,5	26-27	0,2	1,22
IX	2,2	2,8	2,5	23-24	0,2	0,69
XI	1,7	2,7	2,4	23-24	0,2	-0,70
XIII	2,6	2,6	2,6			
XV	2,1	2,8	2,5	23-24	0,3	0,20
XVI	2,1	2,8	2,6	27-28	0,2	0,87
Iharkút-közép						
Ik I	2,1	2,4	2,3	23-24	0,1	0,73
II	2,0	2,6	2,3	24-25	0,2	-0,43
III	2,1	2,4	2,3	22-23	0,9	0,19
IV	2,3	2,8	2,5	25-26	0,1	-0,09
V	2,1	2,8	2,5	24-26	0,2	0,05
VI	2,0	2,5	2,3	23-24	0,2	0,17
VII	2,2	2,8	2,5	25-26	0,1	0,11
Nb-IX	2,2	3,0	2,5	22-23	0,3	0,49
Némethánya-észak						
Ik XII	1,9	2,5	2,2	21-22	0,1	0,97
Nb I	1,3	3,1	2,3	23-26	0,3	0,61
II	2,1	2,6	2,4	25-26	0,2	-0,17
III	1,9	2,8	2,5	22-24	0,2	-0,30
V	2,0	2,7	2,4	23-24	0,2	0,28
VII	1,9	2,4	2,3	24-25	0,2	-0,93
VIII	2,1	2,7	2,2	22-23	0,1	3,00
XI	2,0	2,7	2,6	26-27	0,2	1,71
XIII	1,9	2,7	2,5	24-25	0,2	1,66
XIV	2,2	2,7	2,5	24-25	0,1	0,07
XV	2,5	2,5	2,5			
XVII	2,0	2,7	2,3	21-22	0,2	1,07
XX	2,4	2,4	2,4			
XXI	2,1	2,5	2,3	23-24		
XXIII	2,1	2,6	2,3	22-23	0,1	1,31
XXVI	2,3	2,3	2,3			
XXVIII	2,0	2,0	2,0			
XXIX	2,3	2,3	2,3			
XXXI	2,2	2,4	2,3	22-23	0,1	0,27

9. táblázat. folytatás

A telep neve, száma	Minimum %	Maximum %	Átlag %	Modus %	Szórás	Ferdeség
Németbánya-dél						
Nb-VI	2,0	2,7	2,3	22-23	0,2	0,12
XVI	2,4	2,5	2,4	24-25	0,1	2,00
XVIII	2,0	2,8	2,6	26-27	0,2	1,56
XIX	1,7	2,5	2,3	24-25	0,2	0,32
XXIV	2,0	2,5	2,5	24-25	0,1	3,02
XXVII	2,2	2,5	2,5	25-26	0,1	-2,44
XXX	2,3	2,3	2,3			
XXXII	2,4	2,5	2,4	24-25	0,1	0,07
XXXIII	2,5	2,9	2,9	29-30	0,1	-4,04
Nyugati levetett oldal						
Bj I	2,2	2,8	2,6	26-27	0,1	0,51
Nb IV	2,2	2,9	2,5	22-23	0,3	0,56
X	1,6	2,4	2,3	23-24	0,2	-1,94
XXII	2,2	2,2	2,2			
Iharkút-északkelet						
Kir I	2,3	2,9	2,5	26-27	0,2	0,22
Kir II	2,2	2,9	2,5	25-26	0,2	0,17
Tev I	2,2	2,7	2,5	24-25	0,1	0,19
Tev-II	2,2	2,6	2,5	24-25	0,1	-1,10
Tev-III	2,4	2,6	2,5	25-26	0,1	-0,92
Pápa-I	2,2	2,8	2,4	23-24	0,2	0,43
Pápa-II	2,2	2,6	2,4	25-26	0,1	-0,34
Pápa III	2,5	2,7	2,6	25-26	0,1	0,08
Pápa IV	2,2	2,9	2,7	26-27	0,2	0,60
Vör I	2,2	2,6	2,4	24-25	0,1	0,80
Vör-II	2,2	2,6	2,4	24-25	0,1	-0,80
Sármás						
Sár I	2,3	3,0	2,8	27-28	0,1	-0,93
Sár II	2,5	2,5	2,5			
Sár III	2,8	2,8	2,8			

A telepátlagok szintjén is kicsinyek a különbségek. Legnagyobb átlagos TiO_2 -tartalma a Németbánya-XXXIII. telep bauxitjának van: 2,9% a Németbánya-dél részterületen. A legtöbb telepátlag 2,5%, a legkevesebb pedig 2,2% a Németbánya-VIII. telepben (Németbánya-észak részterület). Területi trendet a részterületeken belül nem észleltünk.

A TiO_2 -tartalom változékonyságának meghatározására itt is kiszámítottuk a bauxit átlagos szórását telepenként. Ez lényegesen kisebb az Al_2O_3 , SiO_2 és Fe_2O_3 esetében tapasztaltaknál. A legtöbb telepben csak $\pm 0,10$ – $0,25\%$. Egyedül a Németbánya-I. telepben ért el a szórás $\pm 0,34\%$ -ot.

Kiszámítottuk továbbá az átlagos statisztikai ferdeséget is. A telepek többségében ez $\pm 1,0$ -nál kisebb, tehát a torzítás hatása elhanyagolható. 14 telepben haladta meg a ferdeség a $\pm 1,0$ értéket. Ilyenkor a Tukey-féle maximum likelihood becslőt használtuk. A ferdeség egyébként egyenlő arányban pozitív és negatív előjelű.

A telepek átlagát a bauxit TiO_2 tartalmának móduszára is kiszámítottuk. A módusz a legtöbb telepben 2,4–2,5%. A legnagyobb: 2,7–2,8% három telepben (Sármás-I. és -III., Iharkút-XVI.). A legkisebb módusz 2,1–2,2 szintén három telepben fordul elő: Németbánya-XVII., Iharkút-XII. és Németbánya-XXII. telepekben.

A fúrások szintjén, valamint nagyobbak a különbségek. A bauxitfúrások minimumai 1,6–1,9% között vannak. A maximumok csak három telepben érték el a 3,0–3,1%-os átlagot. Mindez igen egységes TiO_2 -tartalmat jelez. Figyelemre méltó, hogy a nyírádi bauxitban a maximum bauxit-fúrásátlag 4,4%-volt, az Alsónyírádi-erdő XVI. telepben.

A bauxit TiO_2 -tartalmára is szerkesztettünk gyakorisági hisztogramokat, ahol a bauxitos fúrások száma a tízet meghaladta (30. ábra). Az eloszlásnak megfelelő Gauss-görbéket itt is feltüntettük. A telepek többségében az eloszlás közel szimmetrikus és igen egységes. Figyelemre méltó, hogy a 2,0%-nál kisebb TiO_2 -értékeket többnyire szakadás választja el a fő eloszlástól. Erős, jobboldali aszimmetriát jelez az Iharkút-XVI. telep gyakorisági hisztogramja.

Ezzel ellentétben a Németbánya-IX. telep hisztogramját határozott baloldali aszimmetria jellemzi.

Az elemzett intervallumok szintjén itt is kissé nagyobb változékonyságot észleltünk. A legnagyobb TiO_2 -értékek 3,0–3,6% között vannak. Az Iharkút-északkelet részterület telepeiben találtuk a legtöbb ilyen nagy TiO_2 -tartalmú

intervallumot. Jóval ritkábban a németbányai két részterület bauxitjában is előfordulnak. E legnagyobb TiO_2 -értékek messze nem érik el a nyirádi bauxitban észlelt 4,0–5,6% legnagyobb TiO_2 -tartalmakat. A legkisebb TiO_2 -intervallumok pedig 1,5–2,0% között vannak.

Az *agyagos bauxit* TiO_2 -tartalma a bauxiténál 0,3–0,7%-al kisebb. Az összetétel egységesebb, mint Bakony délnyugati területének négy feldolgozott telepében.

A *bauxitos agyag* TiO_2 -tartalma az agyagos bauxiténál is kisebb, többnyire 1,2–1,8% között mozog. 2,0%-ot meghaladó TiO_2 -tartalom csak igen elvétve fordul elő. A legnagyobb értéket a Sármás-I. telep bauxitos agyagjában észleltük: 2,4%.

Izzítási veszteség

Az izzítási veszteség analitikai hibája a hagyományos nedves kémiai módszerrel $\pm 0,3\%$. Az izzítási veszteség a kémiaiilag kötött víz mellett a CO_2 és SO_3 -tartalmat is magába foglalja. Az iharkúti bauxit kis CO_2 - és SO_3 -tartalma miatt ez szerencsére nem okoz érdemi hibát. A bauxit izzítási veszteségének fő statisztikai mutatóit a 10. táblázat tartalmazza.

Az izzítási veszteség értékelése a geokémiai szempontokon túl azért is fontos, mert ennek alapján a bauxit böhmit/gibbsit arányára következtethetünk. A Bakony délnyugati területén található bauxitok rendszeres kiértékelése alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a bauxit uralkodóan böhmites felépítésű, ha az izzítási veszteség 14%-nál

10. táblázat. A bauxit izzítási veszteségének fő statisztikai mutatói

A telep neve, száma	Minimum %	Maximum %	Átlag %	Modus %	Szórás	Ferdeség
Iharkút-észak						
Ik VIII	11,3	15,0	12,8	12 13	0,9	0,66
IX	11,8	12,7	12,2	12-13	0,2	0,44
XI	11,8	17,7	13,3	12-13	1,5	1,25
XIII	12,6	1,26	12,6	12-13		
XV	12,5	13,4	13,0	12-13	0,3	0,02
XVI	11,7	19,0	13,4	12 13	1,4	0,18
Iharkút-közép						
Ik I	12,7	18,5	16,4	16 17	1,7	0,88
II	12,5	21,1	16,2	16-17	2,3	0,13
III	12,9	16,9	15,6	16-17	1,5	-1,01
IV	11,8	15,9	12,6	12-13	1,1	1,68
V	11,5	18,8	15,2	14-15	1,8	0,03
VI	12,1	15,7	13,6	13 14	1,4	0,49
VII	11,9	17,4	13,2	12 13	1,3	0,91
Nb-IX	12,7	21,0	17,7	18-19	2,2	-0,44
Némethánya-észak						
Ik XII	13,8	20,2	19,1	20 21	1,2	1,26
Nb I	12,2	18,7	16,1	12 14	2,5	0,30
II	12,5	18,4	17,5	18-19	1,4	-1,84
III	12,3	20,5	16,2	12-13	2,4	0,27
V	12,9	17,7	15,6	17-18	2,2	-0,10
VII	14,7	16,1	15,8	16-17	0,4	-1,73
VIII	14,2	18,6	14,9	14 15	0,8	3,45
XI	11,8	18,9	16,3	15 16	1,7	0,06
XIII	12,2	16,7	15,5	15 16	1,0	1,29
XIV	12,1	17,6	16,1	15-16	1,3	-0,87
XV	13,4	13,4	13,4	13-14		
XVII	12,7	16,7	15,1	15-16	1,2	-0,62
XX	13,0	17,8	16,7	16-17	1,4	-1,74
XXI	13,4	15,7	14,8	15 16		
XXIII	14,1	19,7	17,7	17 18	1,8	0,88
XXVI	15,4	15,4	15,4	14 15		
XXVIII	12,5	12,5	12,5	12-13		
XXIX	14,1	16,0	15,0	14-15		
XXXI	12,1	14,8	14,1	13-14	0,8	-1,15

10. táblázat. folytatás

A telep neve, száma	Minimum %	Maximum %	Átlag %	Modus %	Szórás	Ferdeség
Németbánya-dél						
Nb-VI	13,7	19,5	16,0	15-16	1,7	0,75
XVI	15,0	17,5	16,4	16-17	1,0	-0,82
XVIII	13,0	20,3	17,2	17-18	2,0	0,25
XIX	14,0	17,6	15,9	14-15	1,2	0,41
XXIV	12,2	15,7	14,9	14-15	0,5	3,35
XXVII	13,0	15,2	14,8	15-16	0,8	-2,13
XXX	16,5	16,5	16,5	16-17		
XXXII	13,1	15,2	14,8	15-16	0,1	-0,25
XXXIII	12,8	16,1	15,5	15-16	0,7	-3,24
Nyugati levett oldal						
Bj I	11,4	13,7	12,4	12-13	0,7	0,46
Nb-IV	12,1	15,8	13,6	15-16	1,7	0,30
X	11,9	15,9	13,6	15-16	1,5	-0,03
XXII	14,2	14,2	14,2	14-15		
Iharkút-északkelet						
Kir I	11,7	19,1	18,0	18-19	1,4	1,92
Kir II	13,9	18,3	15,5	14-15	1,8	0,64
Tev I	15,0	19,8	17,5	19-20	1,7	0,27
Tev-II	16,0	21,3	16,9	17-18	0,9	1,88
Tev-III	16,3	18,4	17,2	16-17	0,8	0,27
Pápa-I	15,5	20,7	17,4	13-14	1,3	0,10
Pápa-II	15,8	21,1	18,4	19-20	2,0	-0,15
Pápa III	16,0	17,8	17,1	17-18	0,8	0,51
Pápa IV	16,1	21,8	17,8	16-17	1,5	0,87
Vör I	15,5	20,0	18,3	19-20	1,4	0,08
Vör-II	14,5	19,8	17,0	17-18	1,9	-0,06
Sármás						
Sár I	11,8	12,6	12,2	12-13	0,2	0,16
Sár II	11,3	11,3	11,3	11-12		
Sár III	11,4	11,4	11,4	11-12		

kevesebb. Vegyes böhmities-gibbsites felépítésű a bauxit, ha az izzítási veszteség 14–19%. Uralkodóan gibbsites felépítésű a bauxit, ha az izzítási veszteség ennél is nagyobb.

Az *előfordulás egészére* a bauxit súlyozott átlaga 14,8%. Ez tehát vegyes böhmities-gibbsites összetételnek felel meg, de a boehmit túlsúlyával.

A *részterületek átlagai* között a többi komponensnél nagyobb a különbség. Legnagyobb az Iharkút-északkelet részterület átlaga 17,4%-al. Ezt követi a Németbánya-dél részterület (15,9%), a Németbánya-észak (15,7%), az Iharkút-közép (15,1%) vegyes böhmities-gibbsites összetétellel. Túlnyomóan böhmities felépítésű a németbányai levett oldal négy telepe (13,4%), az Iharkút-észak részterület (12,9%) és a sármási részterület (12,0%).

A *telepátlagok szintjén* még nagyobbak a különbségek. Az Iharkút-északkelet részterületen 15,5 és 18,4% között vannak a telepátlagok. Legkisebb a Királykapu-II., legnagyobb a Pápvár-II. telepé. A Németbánya-észak részterületen a legnagyobbak a telepátlagok eltérései. Tisztán gibbsitesnek tekinthető az Iharkút-XII. telep (19,1%) és tisztán böhmitiesnek a Németbánya-XII. telep. (12,5%). Az Iharkút-közép részterület három telepe már tisztán böhmities jellegű, továbbá az Iharkút-észak részterületnek mind a hat telepe. Végül a sármási részterület három telepe a legböhmitiesebb jellegű 11,4-től 12,2%-ig terjedő izzítási veszteséggel.

Az izzítási veszteség változékonyságának megismerése céljából minden egyes telep bauxitjának *átlagos szórását* is kiszámítottuk. Legnagyobb a Németbánya-I. telep bauxitjának szórása: $\pm 2,28\%$. A legtöbb telepé 1 és 2% között van, 15 telepnek 1-nél is kevesebb. Mindez mérsékelt szórásnak felel meg.

A torzításmentes átlagszámítás biztosítására minden egyes telepre a statisztikai *ferdeséget* is kiszámítottuk. Csupán 13 telepben találtunk $\pm 1,0$ -nél nagyobb ferdeséget. Ezek többsége negatív előjelű. Ezeknél a telepeknél a Tukey-féle maximum likelihood becslőt használtuk torzításmentes átlag előállítására.

A többi komponenshez hasonlóan a telepek bauxitjának móduszát is kiszámítottuk. Különösen fontos ez a telepek

leggyakoribb böhmít/gibbsit arányának megismerése szempontjából. Legnagyobb az Iharkút–XII. telepben: 20–21%, valamint a Tevelvár–I., a Pápavár–II. és a Vörösföld–I. telepben: 19–20%, ami tisztán gibbsites bauxitnak felel meg. A legtöbb telepben 14–19% a módusz, de 14 telepben 12–13%, ami tisztán böhmites bauxitnak felel meg. Erre az igen eltérő eloszlásra az ásványtani fejezetben adunk magyarázatot.

A *fúrások szintjén* a többi komponenshez hasonlóan a maximum és minimum fúrásátlagokat határoztuk meg a bauxitra. A legkisebb fúrásátlag (minimum) 11,3%, ami tisztán boehmites bauxitot jelez az Iharkút–VIII. telep egyik fúrásában. A legnagyobb maximum ugyanakkor 21,8%, ami tisztán gibbsites bauxitnak felel meg a Pápavár–IV. telep egyik fúrásában. Ez igen nagy összetételbeli különbségnek felel meg.

Az eloszlás még részletesebb megismerése céljából *gyakorisági hisztogramokat* szerkesztettünk azokról a telepekről, ahol a bauxitot legalább 10 fúrás harántolta (31. ábra). A megfelelő Gauss-görbék az eloszlás közel szimmetrikus jellegét mutatják. A legnagyobb izzítási veszteség értékeket többnyire szakadás választja el a többi bauxit-fúrásátlagtól.

Az *elemzett intervallumok szintjén* minden egyes produktív fúrást kiértékelünk. Az izzítási veszteség változékonysága ezen a szinten a legnagyobb. A gibbsites bauxitot jelző nagy izzítási veszteségek többnyire a bauxit legfelső részére terjedtek ki. Ez a gibbsitesedés másodlagos jellegére utal. A legnagyobb értékek 22–25%-ra terjednek ki.

Az *agyagos bauxit* izzítási vesztesége többnyire 13–16% a megnövekedett kaolinittartalom miatt. Az izzítási veszteség változékonysága a szorosan vett bauxiténál kisebb.

A *bauxitos agyag* izzítási vesztesége a nagy kaolinittartalom miatt még az agyagos bauxiténál is nagyobb, többnyire 14–16%. Az összetétel változékonysága pedig még kisebb.

A fő komponensek összefüggései

A következőkben az eddig külön-külön értékelt komponensek geokémiai összefüggéseit vizsgáljuk. Kiértékelésünk elsősorban a szorosan vett bauxitra terjedt ki, mert mind tudományos, mind gazdasági tekintetben ez a legfontosabb bauxitos kőzetfajta.

A bauxitfajták közötti kémiai összetétel-különbségek legjobban *fuzzy tagságfüggvényekkel* érzékeltethetők. Ezt az értékelést a korábbi négy monográfiában már alkalmaztam. A tagságfüggvények „magjának” súlypontja az adott komponens súlyozott átlaga. Ehhez csatlakozik kétoldalt az elemzés analitikai hibája. A tagságfüggvény „tartója” pedig a fúrásátlagok minimum és maximum értékéig terjed. (lásd a 4., 6., 8., 9. és 10. táblázatokat). Példaként az Iharkút-közép részterület V. telepének tagságfüggvényeit mutatjuk be (32. ábra), ahol a szorosan vett bauxitot 37 fúrás harántolta. Legnagyobb különbség szükségszerűen a SiO₂-tartalom tekintetében van, hisz ez volt az alapja közettani osztályozásunknak. A bauxit és az agyagos bauxit „magja” között 11,8%, az agyagos bauxit és a bauxitos agyag között pedig 16,8% a különbség.

Ezt követik az Al₂O₃-tartalom különbségei: 5,9% a bauxit és az agyagos bauxit, továbbá 9,2% az agyagos bauxit és a bauxitos agyag között. A tartók között egészen kis átfedést mutattak ki a tagságfüggvények.

A fennmaradó három komponensben erősen lecsökkentek az összetétel különbségei. A bauxit és az agyagos bauxit között az izzítási veszteség különbsége 1,5%, a TiO₂-é 0,9% és az Fe₂O₃-é csupán 0,6%. A bauxitos agyag felé is hasonlóan kicsinyek a különbségek. A tagságfüggvények „tartói” is nagymértékben átfedik egymást. A tagságfüggvényekből levonható egyik legfontosabb tanulság a közel egységes Fe₂O₃-tartalom mindhárom fő közettani bauxitfajtajában. A fentiekhez hasonlóak a többi részterület tagságfüggvényei.

A fő komponensek eloszlásának *változékonyságát* komponensenként az előző fejezetekben már értékeltük a szórások segítségével. A szórások alapján azonban a komponensek változékonysága közvetlenül nem hasonlítható össze. Ehhez előbb a szórást az adott átlaggal normálni kell. Így kapjuk meg százalékokban kifejezve a komponensek *relatív szórását*. A szorosan vett bauxit minden egyes telepére fúrásonként kiszámítottuk az öt fő kémiai komponens relatív szórását. Ez matematikailag csak ott volt lehetséges, ahol a produktív fúrások száma legalább három volt. A 11. táblázatban részterületenként mutatjuk be az öt fő kémiai komponens legkisebb és legnagyobb relatív szórásait. Egyértelműen az Al₂O₃-tartalom relatív szórása a legkisebb (1–7%). Ezt követi az Fe₂O₃-tartalom (1–11%), majd a TiO₂ tartalom (2–15%)

, az izzítási veszteség (3–15%) és végül a SiO₂-tartalom (8–68%). Figyelemre méltó, hogy e relatív szórások többsége kisebb a Bakony délnyugati részének négy, korábban feldolgozott előfordulásán észlelteknél. Az előfordulás egységes geokémiai felépítését jelzi, hogy a hét részterület eredményei csak kis mértékben térnek el egymástól. Egyedül a sármási részterület bauxitjának relatív szórásai kisebbek némileg

11. táblázat. A részterületek bauxitjának relatív szórása

A részterület neve	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Izzítási veszteség %
Iharkút észak	4–7	27–41	3–11	7–12	2–11
Iharkút közép	2–4	12–54	2–7	4–20	9–14
Németbánya észak	1–3	8–68	1–6	3–15	3–15
Németbánya dél	1–4	3–58	3–8	2–9	1–11
Nyugati levetett oldal	2–4	24–51	3–11	5–13	6–13
Iharkút északkelet	1–4	12–32	2–6	2–10	5–12
Sármás	1–2	43–44	2–3	5–6	2–3

a többi részterületénél. Ez legjobban az izzítási veszteség tekintetében nyilvánult meg. A fenti eredményeken felül azt tapasztaltuk, hogy a bauxitban felfelé haladva kissé nő a komponensek változékonysága.

Az értékelés következő lépésében *kétváltozós korrelációs számítás* végeztünk az öt fő komponens között a részterületekre, a telepek átlagára és végül a produktív fúrások átlagára a mérettartomány hatás felderítésére. A részterületek bauxitjának átlagai a 12. táblázatban láthatók. A bauxitban az Al_2O_3 a legfontosabb kémiai komponens, ezért minden korrelációs kapcsolatot ehhez viszonyítottunk. Legfontosabb eredményünk az, hogy a korrelációs kapcsolatok mindhárom mérettartományban nem-lineárisak. Ezen felül a minden komponensre számított „scatter-plotok” szerint a korrelációs kapcsolat a komponensek között igen laza. Az SPSS program segítségével a pontthalmazokhoz kiegyenlítő görbékét szerkesztettünk lineáris, négyzetes és köbös kiegyenlítéssel.

A részterületek átlagára végzett számítások eredményei a 33. ábrán láthatók. A bauxit SiO_2 -tartalma a négyzetes növekvő Al_2O_3 -tartalommal egyértelműen csökken. A részterületátlagok többsége a kiegyenlítő görbe közelében van. Kivétel ez alól a sármási részterület, ahol az átlagos SiO_2 -tartalom a kiegyenlítő görbénél jóval kisebb és ezért a számításból kihagytuk. Figyelemre méltó az Iharkút-észak részterület nagy átlagos SiO_2 -tartalma. A SiO_2 -tartalom csökkenésének mértéke iharkúton nagyobb, mint a nyirádi előforduláson (BÁRDOSY 2011 34. ábra).

A bauxit Fe_2O_3 -tartalma a növekvő Al_2O_3 -tartalommal négyzetes görbe szerint nő. Az Iharkút-északkelet részterület bauxitjának átlaga a legkisebb. A sármási részterület bauxitja e tekintetben is eltér a többi részterületétől, amennyiben vastartalma lényegesen nagyobb. Ezért a kiegyenlítő görbe számításából kihagytuk. Geokémiai tekintetben figyelemre méltó, hogy az iharkúti bauxittal ellentétben a nyirádi bauxit Fe_2O_3 -tartalma a növekvő Al_2O_3 -tartalommal erőteljesen csökken. Ott ez a jelenség dia- és epigenetikus vaskioldással magyarázható, redukzív körülmények között.

A bauxit TiO_2 -tartalma a hazai bauxitoktól eltérő módon a növekvő Al_2O_3 -tartalommal négyzetes görbe szerint csökken (34. ábra). Itt is az Iharkút-északkelet átlaga a legkisebb. Az átlagok jól követik a négyzetes kiegyenlítő görbét a sármási részterület kivételével, ahol a bauxit átlagos TiO_2 -tartalma a kiegyenlítő görbénél lényegesen nagyobb, ezért az átlagolásból kihagytuk.

Az izzítási veszteség átlagai a növekvő Al_2O_3 -tartalommal négyzetes görbe mentén csökkennek. Ez azzal magyarázható, hogy a böhmites bauxit izzítási vesztesége a gibbsitesnél jóval kisebb. A kiegyenlítő görbe alapján jól látszik, hogy a korrelációs kapcsolat e téren a leglazább.

A következő lépésben *részterületenként* a telepátlagokat értékeltük. Példaként a legfontosabbnak tekinthető Iharkút közép részterületet mutatjuk be a 35. ábrán. A jobb áttekinthetőség érdekében az ábrákon a telepek sorszámát is feltüntettük.

A bauxit Al_2O_3 - és SiO_2 -tartalmának korrelációs kapcsolata ezen a szinten az előzőknél szorosabb. Ugyanezt észleltük a nyirádi előforduláson. A telepátlagok viszonylag jól simulnak a négyzetes kiegyenlítő görbéhez. Figyelemre méltó, hogy az V. telep bauxitjának SiO_2 -átlaga a legkisebb.

Az Fe_2O_3 -tartalom tekintetében a korrelációs kapcsolat még szorosabb, de egyértelműen négyzetes jellegű. A növekvő Al_2O_3 -tartalommal az Fe_2O_3 -tartalom meredeken nő. Az egyes telepátlagok jól illeszkednek a négyzetes kiegyenlítő görbére. Kivétel ez alól az I. és VI. telep, ahol az Fe_2O_3 -tartalom a kiegyenlítő görbénél lényegesen kisebb. Ezért e két telepet ki is hagytuk a kiegyenlítő görbe számításából. Figyelemre méltó, hogy a nyírad- izamajori részterületen az iharkútival ellentétben a növekvő alumíniummal enyhén csökken a telepek átlagos vastartalma.

A TiO_2 -tartalomra nem lehetett kiegyenlítő görbét szerkeszteni a telepátlagok azonossága miatt: ezek 2,3% és 2,5%.

Az izzítási veszteség a növekvő Al_2O_3 -tartalommal lineárisan csökken az ásványos összetétel fent említett megváltozása miatt. A kiegyenlítő egyenestől csak két telep bauxitátlaga tér el érdemben: az V. telepben több az izzítási veszteség, mint ami az egyenes szerint várható volna, a III. telepben pedig lényegesen kevesebb. Az utóbbi magyarázata a III. telep nagyfokú lepusztultsága, amiről az előző fejezetekben már szóltunk.

A korrelációs vizsgálatokat *telepenként* is folytattuk a fúrások bauxitátlagai alapján. A kapott eredmények közül az Iharkút–V. telepet mutatjuk be, mert e telepben haránolt a legtöbb kutatófúrás bauxitot (36. ábra).

Az $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ korreláció kiegyenlítő görbéje egyértelmű, kifejezett négyzetes korrelációs kapcsolatot mutat: Az Al_2O_3 növekedésével a SiO_2 csökken (37. ábra). Ez a korrelációs kapcsolat szorosabb a nyirádi előforduláson észlelnél, de a növekvő Al_2O_3 -tartalommal egyre kisebb a csökkenés mértéke.

12. táblázat. A részterületek bauxitjának átlagos összetétele

A részterület neve	Al_2O_3 %	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %	Izzítási veszteség %
Iharkút észak	53,2	5,2	23,4	2,5	12,9
Iharkút közép	55,0	4,1	23,0	2,4	15,1
Németbánya észak	53,3	5,2	22,8	2,3	15,7
Németbánya dél	52,4	5,2	23,0	2,5	15,9
Nyugati levetett oldal	54,9	4,8	23,2	2,4	13,4
Iharkút északkelet	50,9	5,7	21,9	2,5	17,4
Sármás	54,5	3,0	25,0	2,8	12,0

Az $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ korrelációs kapcsolat igen laza. A fúrás átlagok „felhőt” alkotnak. A köbös kiegyenlítő görbén a vastartalom eleinte enyhén növekszik, maximumát 55% Al_2O_3 -nál éri el, majd fokozatosan csökken.

A $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ korrelációs kapcsolat ugyancsak köbös görbével modellezhető, igen laza, felhőszerű fúrásátlagokkal.

Az izzítási veszteség esetében közel lineáris a korrelációs kapcsolat. A fúrás átlagok többsége erősen eltér a kiegyenlítő görbétől. A görbe a növekvő alumíniummal igen enyhe növekedést jelez.

Összefoglalva az a tapasztalatunk, hogy a mérettartomány-hatás az iharkúti előforduláson erősebb mint a négy már feldolgozott bakonyi előforduláson. Ez a geokémiai felépítés több szintű összetettségét jelzi.

Az eddigi geokémiai értékelés során egyenként és páronként vizsgáltuk a fő kémiai komponensek geokémiai összefüggéseit. A teljes áttekintéshez azonban *sokváltozós módszer* alkalmazása szükséges. A lehetséges módszerek közül a *hierarchikus agglomeratív cluster elemzést* választottuk, mert ezt találtuk legalkalmasabbnak a nagyszámú különálló bauxittelep értékelésére. Az egyes telepek sokváltozós összetételének különbségeit *euklideszi távolságnégyzetekkel* fejeztük ki. Az így kialakított clustereket *dendrogramok* formájában ábrázoltuk, mert ezek fejezik ki legjobban a sokváltozós összetétel-különbségeket.

A mérettartomány-hatás itt is érvényesül ezért a clustereket először a *részterületekre* számítottuk ki. Ezek dendrogramja a 38. ábrán látható. A részterületek bauxitja a dendrogram alapján két nagy csoportra osztható. Az egyik csoporthoz tartozik az Iharkút-közép és -észak részterület és a nyugati levett sáv négy telepe. A sármási részterület csak lazán kötődik ehhez a clusterhez. A másik csoporthoz tartozik a Németbánya- észak és -dél részterület. E két részterület sokváltozós összetétele igen közel áll egymáshoz. Jóval lazábban kapcsolódik hozzájuk az Iharkút-északkelet részterület. Nem véletlen, hogy mindkét csoportban egymással szomszédos részterületek sokváltozós összetétele áll legközelebb egymáshoz.

A részterületek clusterei fontos információt jelentenek az előfordulás kialakulásának értékeléséhez (kiinduló anyag, felhalmozódás iránya, szingenetikus és diagenetikus geokémiai folyamatok).

A következő lépésben a részterületeket *telepenként* értékeltük. Közülük az Iharkút-északkeleti részterület dendrogramját mutatjuk be (39. ábra). Itt azt akartuk megvizsgálni, hogy mennyire felel meg a bauxit sokváltozós összetétele a kutatás során megkülönböztetett négy csoportnak (Királykapu, Tevelvár, Pápavár és Vörösföld). A dendrogramon két csoportot lehetett megkülönböztetni. Ezek a csoportok függetlenek a fent említett területi beosztástól. Az első csoportba a Királykapu-I., Tevelvár-II., Pápavár-I. és -IV., valamint a Vörösföld-I. és -II telepek tartoznak. Ezen belül a Pápavár-I. és a Vörösföld-II telepek között a legszorosabb a geokémiai kapcsolat. A második csoportba a Tevelvár-I. és -III., továbbá a Pápavár-II. és -III. telepek tartoznak egymással területi szomszédságban. Királykapu-II. telep sokváltozós kémiai összetétele mindkét csoporttól élesen különbözik. Ennek okát az itteni bauxit áthalmozottságában látjuk, amire a kutatók már a fúrásos kutatások során felfigyeltek.

A korábban feldolgozott szőci és malom-völgyi előfordulásokon az egész előfordulásra kiterjedő területi trend rajzolódott ki a cluster-elemzés nyomán. Az iharkúti előforduláson a területi trend korlátozottabb, de így is igen hasznos geokémiai információt jelent.

A bauxitösszlet járulékos komponensei

A járulékos komponensekről sajnos viszonylag kevés vegyelemzés készült. Legtöbb a bauxitról, de ez sem tekinthető matematikailag „reprezentatív” mintavételnek, mert az elemzett mélység-intervallumok a bauxitban véletlenszerűen helyezkednek el. Ezért a legtöbb statisztikai paraméter értéke bizonytalan. Emiatt közlésüket csak az átlag, minimum és maximum értékekre korlátoztuk. A kutatási zárójelentések az elemzési adatokon kívül az általuk az egyes telepekre számított átlagokat is tartalmazzák. Ezeket az alábbiakban közöljük. Az Aluterv-FKI országos „bauxitkataszterében” is több járulékos komponens vegyelemzési szerepelnek. Ezeket is figyelembe vettük.

CaO-tartalom

A hagyományos nedves kémiai elemzés analitikai hibája a CaO meghatározásra $\pm 0,2\%$. A telepek bauxitjának átlagos CaO tartalmát később a 18. táblázat tartalmazza. Az elemzések áttekintése után megállapítható, hogy az iharkúti bauxitot viszonylag kis CaO tartalom jellemzi. A legtöbb mélységközben 1,0% nál kevesebb a CaO mennyisége, csak a bauxitszint legfelső részén ér el néhány mélységközben a CaO 2–3%-ot. Az Iharkút-közép részterület (I. koncentráció) zárójelentése (1978) szerint az itteni telepek bauxitjának átlagos CaO-tartalma 0,30–0,46%. Az Iharkút-észak részterület bauxitjának CaO-tartalma a fentivel közel megegyező. A telepek bauxitátlagai 0,15–0,84% között mozognak. A Németbánya-észak részterületen a zárójelentésben közölt telepek CaO-átlagai 0,13-tól 0,65%-ig terjednek. A déli részterületen 0,22–0,89% a telepek CaO-átlaga. Az Iharkút-északkelet részterületen kissé nagyobb a bauxit CaO-tartalma: Tevelvár-I., -II., -III. telepekben 0,06–5,10%; Pápavár-I., -II., -III., -IV. telepen 0,14–3,60%, és Vörösföld-I. és -II. telepen 0,10–2,15%. Végül a Sármás-I. telep bauxitja átlagosan 0,34% CaO-t tartalmaz.

Többnyire nincs érdemi különbség a bauxit és az agyagos bauxit CaO-tartalma között. Az iharkúti bauxitban a CaO túlnyomó része *kalcit* formájában van jelen finoman hintve, repedéskitöltések és apró fészkek, ill. detritális elegyrészek formájában.

MgO-tartalom

Az MgO meghatározás analitikai hibája a hagyományos nedves elemzéssel $\pm 0,2\%$. A legtöbb elemzés a CaO-val azonos mélységközökből történt. Ezért ez a mintavétel sem reprezentatív. A CaO-val azonos részletességű kiértékelés történt. Az elemzések áttekintése után látható, hogy a bauxit a CaO-nál kevesebb MgO-t tartalmaz és ennek eloszlása egyenletesebb. Az Iharkút–I. koncentráció zárójelentése szerint az itteni telepek bauxitja átlagosan 0,08–0,17% MgO-t tartalmaz. A bauxitfeltáró fúrások átlagaiban sem haladja meg az MgO tartalom a 0,42%-ot. Az Iharkút-észak részterületen kissé több a MgO: 0,15–1,05%-ig terjed. A németbányai részterületeken 0,11–0,29%-ig terjednek a bauxit telepátlagai. Az Iharkút-északkelet részterületen a MgO is kissé nagyobb: a telepátlagok 0,08–0,20%-ig terjednek, de egyes mélységközökben maximum 1,57% MgO-t találtak. Figyelemre méltó, hogy az áthalmozottnak tekintett Királykapu–II. telep bauxitjában csak 0,08% a MgO átlaga. Végül a Sármás–I. telep bauxitja átlagosan 0,14% MgO-t tartalmaz. Az ásványtani vizsgálatok szerint az MgO kizárólag a dolomitásványban törmelékes elegyrészként van jelen az iharkúti bauxitban.

Kéntartalom

A vegyelemzések elemi kén, „S” formájában adják meg a kéntartalmat. A nedves elemzések analitikai hibája $\pm 0,2\%$. A közzétett fejezetben már ismertettük, hogy az iharkúti telepeken sehol sem találtak szürke pirites-markazitos bauxitot. Ezzel összhangban a négy feldolgozott bauxit-előfordulásánál jóval kisebb az itteni bauxit kéntartalma. A kutatási zárójelentések szerint az Iharkút–I. koncentrációban a telepek bauxitjában a kéntartalom átlaga 0,03–0,05%. Kissé több ez az Iharkút-észak részterületen, ahol az átlagok 0,05-től 0,17%-ig terjednek. A németbányai részterületeken pedig 0,03–0,11%-ig terjednek a telepek bauxitjának kénátlagai. Az Iharkút-északkelet részterületen az átlagok 0,02-től 0,10% között vannak. A Királykapu–II. telep áthalmozott bauxitjában is csak 0,05% az átlagos S-tartalom. A vegyelemzések áttekintése alapján úgy tűnik, hogy a kéntartalom viszonylag egyenletesen oszlik el a bauxitban. A kéntartalom ásványtani formájáról a zárójelentések nem tartalmaztak adatokat.

Mangántartalom

A nedves elemzések analitikai hibája $\pm 0,1\%$. Az MnO_2 -ből sajnos az előző komponensekénél is kevesebb vegyelemzés készült. A kisszámú vegyelemzés alapján úgy tűnik, hogy a mangán eloszlása az iharkúti bauxitban az előzőknél változékonyabb. Az Iharkút–I. koncentráció területén a zárójelentés szerint 0,086 és 0,40% között váltakozik az MnO_2 -tartalom, átlaga pedig 0,28%. Az Iharkút-észak részterületen nagyobb a bauxit MnO_2 -tartalma: átlaga 0,97% és maximum értéke 2,55% volt. Az Iharkút–XI. telepen mélyített Ik–1059 számú fúrás a bauxit alatt 30 cm vastag karbonátos-agyagos kötőanyagú homokos aleurolitban a vegyelemzések szerint 14,0% MnO_2 -t talált (SZANTNER et al. 1981).

A németbányai két részterületen az átlag 0,284%, a maximum pedig 0,40%. Az Iharkút északkeleti részterületeken a királykapui zárójelentés szerint a két telepben az MnO_2 átlag 0,68%. A tevelvári három telepben 0,2272% az átlag, a maximum pedig 0,3900%. A pápavári telepeken átlagot nem számoltak. A minimális MnO_2 0,42%, a maximum 1,48% volt. Végül a Vörösföld két telepében 0,64 — 1,80% az MnO_2 -tartalom. Még ennél is nagyobb a sármási bauxit MnO_2 -tartalma: A Sármás–I. telepben 0,55 és 2,86% között váltakozik és az elemzések többségében 1,0%-nál nagyobb. E változékony mangántartalom megbízható geokémiai értékeléséhez reprezentatív mintavételre lenne szükség. Annyi azonban már most is megállapítható, hogy az iharkúti bauxit lényegesen több mangánt tartalmaz, mint a monografikusan részletesen értékelt négy előfordulás a Bakony délnyugati részén.

A mangán ásványtani formájáról szisztematikus meghatározások nem készültek. JUHÁSZ és SZENTANDRÁSSY-NÉ POLGÁRI (1986) a Németbánya–XI. lencse néhány mintájának elektronmikroszkopos vizsgálata során azt tapasztalták, hogy a Mn az ooidok magjában, törmelékszemcsék formájában koncentrálódik. Megjelenését a lepusztulási háttérből származó prebauxitos málladék laterites eredetével magyarázták. Vékonycsiszoltos vizsgálatok eredményként az Iharkút-észak részterületen talált nagy MnO_2 -tartalmú aleurolit mangándús szemcséi is törmelékes eredetűeknek bizonyultak (MINDSZENTY in SZANTNER et al. 1981). Ásványos összetételük DÓDONY transzmisszió elektronmikroszkopos vizsgálatai szerint *todorokit* és *ramsdellit*. Ebben az esetben valószínűsíthető volt, hogy a szemcsék közeli, mangángumós jura képződmények lepusztulásából származnak. (CRONAN 1980, MINDSZENTY et al. 1986, CRONAN et al. 1991).

A szerves szén (C_{org}) tartalom

A szerves szénre még az előzőknél is kevesebb vegyelemzés készült. A szerves szén eloszlása a bauxitban igen egyenletes és mennyisége igen csekély, a 0,20%-ot sehol sem haladja meg. Többnyire 0,03-tól 0,11%-ig terjed. Mindez összhangban van a bauxit oxidatív megjelenésével, ami kedvezően befolyásolhatta a laterites eredetű málladék finom diszperz szerves anyagának tökéletesebb elbomlását. Az adatok megbízható geomatematikai értékeléshez itt is reprezentatív mintavételre és jóval több vegyelemzésre lenne szükség.

P_2O_5 -tartalom

A foszfortartalom meghatározásának analitikai hibája nedves elemzéssel $\pm 0,1\%$. Az Iharkúti bauxit a többi magyarországinál lényegesen több P_2O_5 -öt tartalmaz, ezért — nagyon helyesen — jóval több mintavétel és vegyelemzés készült a foszfortartalomra. A kutatási zárójelentések rendszeresen tartalmazzák az egyes telepek bauxitjának P_2O_5 - átlagait, továbbá minimum és maximum értékeket. Az Iharkút-I. koncentráció területén a IV. telep átlaga a legnagyobb: 1,19%, a VII. telepé pedig a legkisebb: 0,48%. A IV. telepben az Ik-386 számú fúrásban az egyik bauxitminta 2,42% P_2O_5 -öt tartalmazott. A szomszédos északi részterületen a IX. telep átlaga a legnagyobb: 0,70%. Itt az Ik-179 számú fúrás 9,0–10,0 méter közötti intervallumában 2,45% P_2O_5 -öt mutattak ki. A XV. telepé a legkisebb: 0,29%. A két németbányai részterületen a VII. telep átlaga a legnagyobb: 0,70%.

Az Iharkút északkeleti részterületen a két királykapui telep bauxitjának átlaga közel azonos: 0,73% és 0,83%. A tevelvári három telepben a zárójelentés szerint (1991) a P_2O_5 minimuma 0,20%, maximuma 1,07%, átlaga pedig 0,59%. A szomszédos pápavári telepekben a P_2O_5 tartalom 0,36% és 1,65% között mozog. Legtöbb a foszfor a Vörösföld-I. telepben, ahol a legtöbb elemzett mélységközben meghaladta az 1,1%-ot, maximuma pedig 1,68%. A Sármás-I. telepben 0,47% és 1,42% között mozog a bauxit P_2O_5 -tartalma. Az agyagos bauxitból és a bauxitos agyagból alig néhány P_2O_5 -elemzés készült. Megbízható értékelésre ezek száma nem elegendő.

Röntgendiffraktométeres vizsgálatok alapján a foszfor más bauxitokhoz hasonlóan itt is *crandallit* formájában van jelen, de kevés *apatit* jelenléte sem kizárt. SÜDI (1981) az Ik-IX. és az Nb-XI. telepek bauxitjában vizsgálta a foszfor, a kalcium és a bauxit fő elemei közötti kapcsolatot. Korreláció számításai azt a meglepő eredményt hozták, hogy a foszfor korrelációjának jellege a két telepben nem azonos. Az Nb-XI. telepben a foszfor egyik elemmel sem mutatott megbízható kapcsolatot. A CaO-val gyenge negatív korrelációban állt. Az Ik-IX. telepben a foszfor a SiO_2 -vel negatív, a többiekkel gyengén pozitív összefüggést mutatott. A CaO mennyiségével viszont semmiféle összefüggésben nem volt. Ez utalhat arra, hogy a foszfor egy része, miként a jamaicai bauxitban is, *wavellit*ként van jelen (AUTHIER-MARTIN et al. 2001, CHIN 1971, ANDERSON 1971). Az sem lehetetlen, hogy adszorptíven kötődik a bauxit finomszemcsés vas-oxid és Al-hidroxid ásványaihoz. Ez a jelenség jól ismert a trópusi ferrallitos talajokból (McFARLANE 1976, BRENNEN et al. 1994, PERSSON et al. 1990), és minden bizonnyal a ferrallitos talaj bauxittá alakulása során elbomló szerves anyaggal állhat összefüggésben. A foszfor néhány tized-százalék mennyiségben csaknem minden bauxitban jelen van (AUTHIER-MARTIN et al. 2001). Mint ilyen az Iharkúton észlelt gyenge pozitív anomália sem szorul magyarázatra. Inkább az a különös, hogy a többi dunántúli-középhegységi bauxittal kapcsolatban a szakirodalom a nagyegyházi kivételével nem tesz róla említést (vö. GECSE in SZANTNER et al. 1982).

A bauxitösszetétel nyomelemei

A legtöbb nyomelemvizsgálat a szorosan vett bauxitból készült. Az eredményeket a zárójelentésekben foglalták össze. Ezeket használtuk a fejezet összeállításához. A nyomelemek többségét színképelemzéssel határozták meg. Az eredményeket négytizedes pontossáig adták meg, az analitikai hiba nagyságát azonban nem közölték.

A részterületek bauxitjára számított átlagokat a 13. táblázat közli. A jobb összehasonlíthatóság érdekében az átlagokat részterületenként mennyiségi sorrendjükben tüntettük fel. A táblázatban az elemzések számát is feltüntettük, ami 20-tól 138-ig terjed, tehát az átlagok kiszámításához elegendő. A részterületek nyomelemsorrendje meglepően jó egyezést mutat. Hasonlót tapasztaltunk a már feldolgozott négy előforduláson. Minden részterületen a vanádium a leggyakoribb nyomelem. Egyedüli kivétel ez alól az Iharkút-XI. és -XVI. telep, ahol a ZrO_2 a leggyakoribb. Különben a cirkon mindenütt a vanádiumot követi. A legtöbb részterületen csökkenő sorrendben a króm, nikkel és az ólom következik. A többi magyarországi bauxitban gyakori gallium itt csak ezredszázalék nagyságrendben van jelen. Ezt követi a berillium a molibdén és az ón. A többi bauxit-előforduláson rendszeresen elemzett germániumra itt nem terjedtek ki az elemzések.

Az átlagokon felül a nyomelemek maximális koncentrációja is fontos geokémiai paraméter. Ezeket mutatjuk be a 14. táblázatban. A részterületek között e tekintetben nincs érdemi különbség. E maximumok az adott nyomelem helyi

feldúsulását jelzik, de nem tekinthetők „kiütő” értékeknek.

Összehasonlítottuk továbbá az iharkút–németbányai bauxit nyomelem-tartalmát a halimbai bauxitéval. Azért választottuk a halimbai előfordulást, mert ott is felső-kréta képződmények fedik a bauxittelepek nagyobb részét. Átlagok helyett a minimum és maximum értékeket hasonlítottuk össze, mert ezek a nyomelem-tartalom változékonyságát is kifejezik. A vegyelemzések nagyjából ugyanazokra az elemekre terjedtek ki mindkét előforduláson. A 15. táblázat alapján a halimbai bauxit valamivel több nyomelemet tartalmaz az iharkútnál és szélesebb határok között mozog. Figyelmet érdemel, hogy az ugyancsak feldolgozott szőci és malom-völgyi előfordulások bauxitja a nyomelemek tekintetében

14. táblázat. A bauxit nyomelem tartalmának maximumai

Komponens	Iharkút minimum	Iharkút maximum	Halimba minimum	Halimba maximum
BeO	0,0004	0,0055	0,0006	0,0166
Cr ₂ O ₃	0,0150	0,1000	0,0300	0,1300
CuO	0,0010	0,0500	0,0004	0,0359
Ga ₂ O ₃	0,0022	0,0104	0,0027	0,0160
MoO ₃	0,0010	0,0043	0,0015	0,1120
NiO	0,0050	0,0600	0,0100	0,0300
PbO	0,0040	0,0165	0,0030	0,0182
SnO ₂	0,0010	0,0032	0,0007	0,0044
V ₂ O ₅	0,0500	0,3400	0,0440	0,3000
ZrO ₂	0,0350	0,1600	0,0270	0,1360

13. táblázat. A nyomelemek mennyisége és sorrendje részterületenként

A részterület neve	Iharkút észak	Iharkút közép	Németbánya észak	Németbánya dél	Királykapu	Tevelvár
Az elemzések száma	56	138	81	55	31	51
Komponens	Átlag (%)					
V ₂ O ₅	0,1650	0,1330	0,1370	0,1120	0,1180	0,1231
ZrO ₂	0,0880	0,0830	0,0910	0,1010	0,1140	0,0988
Cr ₂ O ₃	0,0410	0,0420	0,0400	0,0400	0,0359	0,0376
NiO	0,0240	0,0207	0,0208	0,0165	0,0274	0,0234
PbO	0,0110	0,0081	0,0107	0,0080	0,0093	0,0085
CuO	0,0080	0,0069	0,0059	0,0055	0,0080	0,0064
Ga ₂ O ₃	0,0065	0,0056	0,0053	0,0037	0,0059	0,0038
BeO	0,0030	0,0026	0,0025	0,0028	0,0026	0,0028
MoO ₃	0,0016	0,0015	0,0019	0,0020	0,0020	0,0019
SnO ₂	0,0015	0,0010	0,0016	0,0017	0,0017	0,0011

15. táblázat. Az iharkúti és a halimbai bauxit nyomelem tartalmának összehasonlítása

Komponens	Iharkút minimum	Iharkút maximum	Halimba minimum	Halimba maximum
BeO	0,0004	0,0055	0,0006	0,0166
Cr ₂ O ₃	0,0150	0,1000	0,0300	0,1300
CuO	0,0010	0,0500	0,0004	0,0359
Ga ₂ O ₃	0,0022	0,0104	0,0027	0,0160
MoO ₃	0,0010	0,0043	0,0015	0,1120
NiO	0,0050	0,0600	0,0100	0,0300
PbO	0,0040	0,0165	0,0030	0,0182
SnO ₂	0,0010	0,0032	0,0007	0,0044
V ₂ O ₅	0,0500	0,3400	0,0440	0,3000
ZrO ₂	0,0350	0,1600	0,0270	0,1360

egymással a fentieknél szorosabb hasonlóságot mutat. Ebből arra lehet következtetni, hogy e két előfordulás bauxitja közel azonos kiinduló kőzet laterites mállása révén jöhetett létre.

A fúrások többségében a nyomelemek koncentrációja a mélységgel alig változik. Az iharkúti előforduláson a bauxit nyomelemei a következő geokémiai csoportokba oszthatók SZÁDECZKY-KARDOSS (1955) osztályozása szerint:

- a sziderofil elemek csoportjába tartozik a Co és Ni,
- a szulfo-kalkofil csoportba tartozik a Cu, Pb és a Zn,
- az oxi-kalkofil csoportba tartozik a Ga és az Sn,
- a pegmatofil csoportba tartozik a Cr, Mo, Nb, V és Zr,
- a litofil csoportba tartozik a B, Ba, Be F, Li, és az Sr.

Mindez azt jelzi, hogy az iharkúti bauxit többféle kőzet laterites mállásából származhatott. A 13. táblázat alapján a pegmatofil elemeknek volt legnagyobb szerepe, de a sziderofil és a szulfo-kalkofil elemeknek is érdemi szerepe lehetett.

A bauxitösszetlet ásványos összetétele

Ásványtani vizsgálatok elsősorban a kutatási zárójelentésekhez készültek a Bauxitkutató Vállalat részéről. Az Aluterv-FKI intézetben is végeztek ásványtani vizsgálatokat a bauxit timföldgyári feldolgozásával kapcsolatos problémák megoldásához. A korábbi évtizedekben elsősorban DTA felvételek és Debye-Scherrer röntgenvizsgálatok készültek. Nagy előrelépést jelentett e téren a derivatográfok és a röntgendiffraktométerek beszerzése. Ezekkel már kvantitatív ásványtani fázisanálízisre is mód nyílt. A bauxitokra alkalmazott metodikát sikerült e téren kidolgozni (BÁRDOSSY et al. 1980) Tapasztalataink szerint a kvantitatív fázisanálízis analitikai hibája a jelenlegi technikai szinten a bauxitásványokra (böhmit, gibbsit) $\pm 1-3\%$, az agyagásványokra pedig $\pm 3-5\%$. A járulékos elemek ásványtani formáinak meghatározásánál a kimutathatóság határa jelenti a fő akadályt.

A legtöbb vizsgálat a bauxitról készült. Az agyagos bauxitból és a bauxitos agyagból az iharkúti bauxitra csak néhány vizsgálatot végeztek. A minták kis száma és szabálytalan eloszlása miatt sajnos a mintavétel nem tekinthető reprezentatívnak. Ezért a részletes statisztikai értékelésnek nincs értelme.

A bauxit alumínium ásványainak mennyiségére az izzítási veszteség nagysága alapján is következtethetünk. Ezt részletesen ismertettük a geokémiai fejezetben. E mellett a tényleges ásványtani vizsgálatok is megtörténtek derivatográfval és röntgendiffraktométerrel. A *böhmit* és a *gibbsit* jelenléte egyértelmű bizonyítást nyert. Ugyanakkor az is egyértelművé vált hogy az iharkúti bauxit nem tartalmaz *diaszport*. Az északkeleti részterület tartalmazza a legtöbb gibbsitet. A gibbsit részaránya délnyugat felé csökken. Ezzel összhangban a sármási részterület bauxitja a legböhmitesebb. Egy-egy telepen belül a bauxitszint legfelsőbb részei tartalmazzák a legtöbb gibbsitet.

A bauxit SiO_2 -tartalma uralkodóan *kaolinit* formájában van jelen. A Nyirádi-medence bauxitjában kimutatott kevés *chamosit* az iharkúti bauxitban nem volt kimutatható. Mikromineralógiai vizsgálatok igen kevés és kis méretű *kvarc* szemcsét mutattak ki, — elsősorban az áthalmazott bauxitban.

A többi magyarországi bauxithoz hasonlóan hematit és a goethit a fő vasásvány, a hematit túlsúlyával. Ezt a bauxit uralkodóan vörös színe is jelzi. A goethit rendszeresen tartalmaz néhány mol-százalék AlOOH -t izomorf helyettesítés formájában. Pontos elnevezése ilyenkor alumogóethit. Számos bauxitban a hematit is tartalmaz kevés Al_2O_3 -at. Feltehetően az iharkúti bauxit is, de erre ásványtani meghatározások eddig nem történtek.

A többi magyarországi bauxithoz hasonlóan a titán főként anatáz, kisebb arányban rutil formájában van jelen. Az anatáz igen kis szemnagyság jellemzi. A rutil törmelékes szemcséként van jelen (MINDSZENTY et al. 1991).

A járulékos elemek közül a kalcium kalcit formájában van jelen, magnéziummal együtt pedig dolomitásvány formájában (a dolomit minden esetben törmelékes elegyrészként). A szokatlanul nagy foszfortartalom egy része röntgendiffraktométeres felvételek alapján crandallitként jelenik meg.

A bauxit-előfordulás genetikai értékelése

Az iharkúti bauxit teleptani és szöveti jellegei, ásványos összetétele valamint a fekü-, ill. fedő képződményekhez való viszonya alapján a bauxitfelhalmozódás ősföldrajzi/ősdomborzati körülményeit az alábbiakban kíséreljük meg rekonstruálni:

A bauxitképződéshez szükséges szárazulati esemény nyilvánvaló tektonikus meghatározottságát jól jelzi a telepek határozott irányítotttsága (ÉÉNy-DDK, ill. K-Ny), valamint a feküképződmények és a bauxit között észlelhető enyhe szögdiszkordancia. Az uralkodóan mélytöbrös telepalak, a töbrök kivételesen nagy (~100 m) maximális mélysége, valamint a jelentős látszólagos üledékhézag (triász/felső-kréta) arra utal, hogy a karsztosodást jelentős erózióval párosult kiemelkedés előzte meg, ill. kísérte. Ezzel egybecseng a karsztos töbrökben felhalmozódott bauxit egyértelműen oxidatív litofáciése, amely arról tanúskodik, hogy a bauxitanyag felhalmozódása és korai diagenezise során lényegében akadálytalan vízáramlást biztosító, vadózus körülmények uralkodtak („magas karszt”). A bauxit kiváló minősége, ooidos, parautochton törmelékes megjelenése az egyenetlen karsztfelszínen zajló, ismétlődő erőteljes átmozgatásnak köszönhető, melynek során a bauxitosodó üledék minősége egyre javult. A töbrök maximális mélysége számszerűen megadja a karszttérszín karsztvízszint feletti magasságának minimum-értékét (vö. 19., 20. ábra). A reduktív kifejlődésű feküagyag vastagsága véleményünk szerint a lefelé elkeskenyedő töbröknek már a karsztvízszintet elérő zónáját jelöli ki, amelyben a vízelvezetés lelassulása miatt, — legalább a korai diagenezis során —, már freatikus körülmények uralkodtak így a málladékkal együtt a töbröbe hordódó finom növényi detritusz lassú bomlása miatt, a vastartalom részben redukálódhatott és mobilizálódhatott. A töbrökkitöltések felső harmadában megfigyelt eluviális-illuviális zónapárok arra figyelmeztetnek, hogy a telepek kialakulásának vége felé a lecsapolódás intenzitása — talán a karsztvízszint általános emelkedése miatt — némiképp lelassulhatott, ezért a felhalmozódás szüneteiben az üledékfelszínen megtelepedő növényzet anyaga nem tudott tökéletesen elbomlani, s betemetődve lokálisan reduktív mikrokozmoszt, vasmobilizációt eredményezhetett.

A mállott aleurolit anyagú allogén törmelékes betelepülések és a bauxit heteropikus fácieseként megjelenő, hasonló összetételű, bauxitos-agyagos, vagy agyagos-kőzetlisztes „peremi” kifejlődések elterjedése a bauxitos karszterületre ÉÉNy felől érkező allogén törmelékbeszállítást feltételez a bauxitfelhalmozódás előtt, közben és — nagyobb mennyiségben — azt követően (vö. 25. és 40. ábrák!). Ez ugyan némiképp eltér a HAAS, JOCHÁNE EDELENYI (1979) által a bauxitot fedő Csehbányai Formáció finom-törmelékes, többségében ártéri kifejlődésű alluviális üledékeiből rekonstruált ÉÉK–DDNy szállítási iránytól, de lényegében, a bauxitképződés idején is, északias lepusztulási területet feltételez. A finomtörmelékes anyag és a jó minőségű, törmelékmentes bauxit vertikális és laterális értelemben egyaránt megnyilvánuló szoros kapcsolata a bauxitanyag poligenetikus eredetét hangsúlyozza. Mint a karsztbauxitok többsége (l. BÁRDOSY 1980), az iharkúti bauxit is részben karbonátos, részben sziliciklasztos kőzetek többé, vagy kevésbé már bauxitosodott málladékának a karszttérszínen való felhalmozódásából, s a karsztosodó kőzet málladékával való keveredéséből, tovább-bauxitosodásából származhat. A mállott aleurolitos betelepülések azt jelzik, hogy időről időre az üledékcsapdákba nemcsak erősen mállott, már részben bauxitosodott anyag, hanem alig mállott sziliciklasztos törmelék is bejuthatott. Ugyanakkor a telepek egy részének (pl. Nb–XI. telep) sajátos minőségeloszlása (a legjobb minőségű teleprészeknek a töbör optimális vízelvezetési pontjaihoz való illeszkedése, a mállott aleurolitos betelepülések bauxitminősége) arra utal, hogy a prebauxitos üledék, felhalmozódását követően, intenzív geokémiai átrendeződésen esett át, a törmelékbetelepülések in situ agyagos/bauxitos pszeudomorfózákká alakultak.

A bauxit kiinduló anyagára részben a törmelékes elegyrészek milyensége, részben általános földtani/geodinamikai megfontolások alapján következtethetünk. A törmelékes elegyrészek („ultrastabil” asszociáció — koptatott rutil, cirkon, turmalin, kevés kvarc), azt sejtetik, hogy a lepusztulási területről olyan törmelék szemcsék érkezhettek, melyek korábbi üledékes ciklusokban már részt vettek, azaz a forrásterület valamilyen üledékes kőzetből állhatott. A szórványos krómspinell megjelenése a távoli háttérben akár ofiolitos képződmények, vagy ofiolitos területek lepusztulásából származó üledékek jelenlétére is utalhat. A mikromineralógiai frakció általában igen csekély mennyisége és az igen kicsi szemcseméret azonban csak nagyon feltételes következtetéseket enged meg. Az általános földtani megfontolások kiindulópontja a mezozoos képződmények már OBERHAUSER (1968) által felismert hasonlósága alapján KÁZMÉR 1984 és KÁZMÉR, KOVÁCS (1985) által kidolgozott ún. „kiszökési” elmélet lehet. Eszerint a Dunántúli-középhegység, mint nagyszerkezeti egység, a Drauzug részeként, eredetileg a Centrál-Alpi régió és a Déli-Alpok között helyezkedett el. Mai helyére a paleogén folyamán a Periadriai-lineamens mentén lezajlott jelentős oldalirányú eltolódás és az óramutató járásával ellentétes forgás (MÁRTON, FODOR 2003). eredményeként került (41. ábra). Ezt elfogadva az iharkúti bauxittal közel egyidős Gosau üledékek alsó rétegcsoportjának WAGREICH és szerzőtársai (1988, 1991, 1995) által megglehetősen bizonyossággal megállapított forrásterülete jó támpontot adhat az iharkúti bauxit lepusztulási hátterének azonosításához is. A FAUPL et al. 1987, WAGREICH 1988, valamint FAUPL, WAGREICH 1992, 1996 által közzétett mikromineralógiai vizsgálatok szerint az ausztriai Gosau medencékben a turon–kora-senon idején felhalmozódott törmelékes üledékek jelentős részben helyi anyag (zömmel nem-, vagy csak kevésbé metamorf permo-triász képződmények) feldolgozásából, ill. a felhalmozódási térszíntől északra és délre fekvő, emelkedő területek (az akkréciós prizma) obdukált ofiolitokat is tartalmazó üledékes összletéből származtathatóak (krómspinell). Az ezekkel többé-kevésbé egyidős (némielg fiatalabb) iharkúti bauxitból azonosított igen apró szemcseméretű extraklasztok alapján feltételezhetjük, hogy ezek a Gosau medencék forrásterületével azonos helyről származnak. Azonban éppen szemcseméretük és mennyiségük jelzi, hogy az iharkúti terület, noha azonos nagyszerkezeti egységhez tartozhatott mint az ausztriai ún. belső („internal”) Gosau medencék, a durvatörmelékes anyagszolgáltató háttértől távolabb (délebbre?) lehetett (vö. MINDSZENTY et al. 1987). Többek között éppen a durvatörmelékes hozzákeveredést megakadályozó távolság (vagy relatív izoláció) indokolhatja kiváló minőségüket. (A Gosau rétegsorok bázisán Ausztriában megjelenő bauxitlepek/indikációk (Brandenberg, Salzburg, Unterlaussa, Wiener Neustadt) gyengébb minősége nem kis részben a nagyobb mennyiségű sziliciklasztos hozzákeveredés következménye).

A kiemelkedés-karsztosodás-bauxitfelhalmozódás-lefedődés (42. ábra) geodinamikai keretét az Austro-Alpi régióban zajló eoalpi mozgások (ferde-szögű szubdukció/kollízió) adták. A kora-kréta feltolódások, pikkelyeződések eredményeként kivastagodó kéreg a felső-krétában jelentős kiemelkedést és mélyreható eróziót, a karbonátos kőzetek felszínén bauxit-felhalmozódást eredményezett. Ezt követően lapos szögű normálvetők és oldaleltolódások mentén megkezdődött az orogén „szétesése” (extensional collapse) (l. NEUBAUER et al 1995, WILLINGSHOFER et al. 1999). Sorra táródtak fel az idősebb, metamorf, alaphegységi képződmények, amelyeknek törmelékanyaga a korábban kiemelt területeken kialakult Gosau medencék feltöltődéséhez vezetett. Az események jelentős diachronizmussal zajlottak és a kiemelkedést követő süllyedés jellege helyről helyre változott. Az Északi-Mészköalpok területén a bauxitok lefedődése már a turonban megindult (SIEGL-FARKAS, WAGREICH 1996), igen gyorsan bathyális mélységeket ért el és több ezer méter vastag üledékösszletet eredményezett. A Dunántúli-középhegységnek megfelelő területen, ezzel szemben, a szárazulati periódus tovább tartott, a bauxitlepek csak a santoniban kezdtek lefedődni, a süllyedés lassúbb volt és a felhalmozódott üledékek vastagsága nem haladta meg az 1000 m-t.

TARI 1994, ill. MINDSZENTY 1994, 1999 és MINDSZENTY et al. 2000 a dunántúli-középhegységi bauxitok, ill. bauxitfedő rétegsorok területi elterjedését a fenténél részletesebb méretarányban vizsgálva, arra a következtetésre jutottak,

16. táblázat. A részterületek földtani készletei

Telep	Készlet (t)
Iharkút-közép részterület	
V. telep	2 166 000
II. telep	657 000
IV. telep	437 000
Nb IX. telep	365 000
VII. telep	170 000
I. telep	112 000
VI. telep	62 000
III. telep	48 000
kelet I-II.	23 000
Iharkút-észak	
Bj-I. telep	290 000
VIII. telep	225 000
XVI. telep	79 000
IX. telep	78 000
XV. telep	22 000
XVII. telep	13 000
XIII. telep	3000
Németbánya-észak részterület	
III. telep	419 000
XIII. telep	406 000
XIV. telep	403 000
XVII. telep	358 000
I. telep	220 000
II. telep	215 000
Ik-XII. telep	138 000
XXIII. telep	129 000
XX. telep	124 000
XXXI. telep	112 000
VII. telep	97 000
V. telep	78 000
VIII. telep	65 000
XXI. telep	34 000
XXIX. telep	28 000
XV. telep	17 000
XXVIII. telep	4000
XXVI. telep	3000
Németbánya-dél részterület	
VI. telep	372 000
XIX. telep	330 000
XVIII. telep	272 000
XXIV. telep	74 000
XVI. telep	57 000
XXXII. telep	22 000
XXXIII. telep	13 000
XXVII. telep	8000
XXX. telep	4000
XXXV. telep	1000
Németbánya nyugati levett sáv	
XXII. telep	38 000
X. telep	29 000
IV. telep	23 000
Iharkút-északkelet részterület	
Pápavár-I. telep	91 000
Királykapu-II. telep	64 000
Királykapu-I. telep	61 000
Vörösföld-I. telep	45 000
Vörösföld-II. telep	32 000
Pápavár-II. telep	28 000
Tevelvár II. telep	24 000
Tevelvár I. telep	24 000
Pápavár IV. telep	17 000
Tevelvár III. telep	11 000
Pápavár III. telep	10 000
Sármási részterület	
Sármás I. telep	677 000
Sármás III. telep	5000
Sármás II. telep	3000

hogy a senon bauxitok — így az iharkúti bauxit is — részben az egymásra torlódó pikkelyekhez részben az azok előterében kialakuló flexurális kiemelkedésekhez (=„foreland”-deformáció) köthetők (43. ábra), fedőüledékeik pedig, a deformáció előrehaladtával a korábbi kiemelkedések helyét elfoglaló, a rátolódási fronttal párhuzamos sülyedékben halmozódtak volna fel.

Összefoglalva megállapítható, hogy az iharkúti bauxit tipikusan tektonikus meghatározottságú, az orogén övekkel jellemző kifejlődés. Ezt jól jelzi a nagy látszólagos üledékhézag, a „magas-karszt” jellegű paleotopográfia, a telepeket rejtő karsztos mélyedések határozott tektonikus preformációja és a közvetlen bauxitfedő képződmények sziliciklasztos összetétele, amely a kiemelkedő háttér intenzívebbé vált pusztulásának következménye.

A bauxitkutatás és a bauxitkészletek értékelése

A Bauxitkutató Vállalat a kutatásokat gépi magfúrással végezte a korábbi monográfiákban leírt módszerek szerint. A kutatás megbízhatóságát jelzi, hogy a magkihozatal a bauxit összletből rendszeresen meghaladta a 90%-ot. A fúrásokat a többi előforduláshoz hasonlóan 50×50 méteres szabályos hálózatban végezték. Bonyolult felépítés esetén a hálózatot 25×25 méteresre sűrítették, sőt szükség esetén egyes részeket 12,5×12,5 méteresre sűrítettek. Igen helyesen nem ragaszkodtak mindig a merev szabályos fúrási hálózathoz, hanem igyekeztek a töbrök szélét, körvonalát teleptani megfigyelések alapján követni.

A készletszámításokat részben földtani tömb, részben vastagságvonalas módszerrel, az ellenőrzést pedig számtani középátlagos módszerrel végezték. A készleteket B, C1 és C2 ismeretességi kategóriákba sorolták. Ezeket a korábbi monográfiákban részletesen ismertettük, ezért ismerteknek tekintjük őket. A bizonytalanságok csökkentésében nagy lépést jelentett a geostatistikai készletszámítás (krigelés) bevezetése (BÁRDOSSY A., BÁRDOSSY Gy. (1984). A bauxit számbavételi határa a kutatás során többször is megváltozott. A jelenlegi a következő: minimális bauxitvastagság 1,0 méter, minimális Al₂O₃-tartalom 40,0%, az összkéntartalom (?S) 0,6%-nál kevesebb legyen. Az átlagos modulus több mint 4,0.

Először a telepek földtani vagyonát tekintjük át, mégpedig részterületenként és a csökkenő készletmennyiség sorrendjében (16. táblázat).

Összesítettük a részterületek földtani készleteit és ezek csökkenő sorrendben a következők:

Iharkút-közép	4 040 000 tonna
Németbánya-észak	2 850 000 tonna
Németbánya-dél	1 153 000 tonna
Sármás	684 000 tonna
Iharkút-észak	468 000 tonna
Iharkút-északkelet	407 000 tonna
Németbánya nyugati levett sáv	90 000 tonna
Összesen	9 692 000 tonna

Ez az összeállítás jól jelzi az Iharkút-közép részterület kiemelt fontosságát. Az Iharkút-közép és a két németbányai részterület adja az előfordulás teljes földtani készletének 81,0%-át. Figyelmet érdemel a peremi helyzetű sármási részterület jelentős készlete. Az előfordulás teljes földtani készlete megközelíti tehát a 10 millió tonnát.

A 17. táblázatban a földtani készleteket és átlagos minőségüket soroljuk fel a zárójelentések készletszámításai alapján. A minőség adatok több esetben eltérnek az általunk kiszámított átlagos bauxitminőségtől. Ennek az az oka, hogy a zárójelentések szerzői igyekeztek minél nagyobb készleteket kimutatni és ennek érdekében több telepen hozzáátalagoltak a bauxitban agyagos

17. táblázat. Az előfordulás eredeti földtani készletei a zárójelentések alapján

A telep neve, száma	Készlet kilotonna	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Modulus	CaO %	MgO %
Ik-I	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3
Ik-II	657	51,3	6,2	8,6		
Ik-III	48	51,2	7,7	6,6	0,25	0,08
Ik-IV	437	53,3	6,9	7,7	0,46	0,17
Ik-V	2166	54,6	4,6	11,9	0,42	0,13
Ik-VI	62	53,2	5,7	9,3	0,30	0,11
Ik-VII	170	54,8	4,3	12,7	0,28	0,04
Ik-VIII	16	54,4	5,7	9,5	0,35	0,10
Ik-IX	78	52,3	7,5	7,0	0,58	0,19
Ik-XII	138	50,0	6,4	7,8	0,47	0,15
Ik-XIII	3	51,1	8,9	5,7	0,15	0,04
Ik-XV	22	51,5	8,5	6,1	0,84	0,33
Ik-XVI	79	52,3	5,4	9,7	0,43	0,14
Ik-XVII	13	51,0	6,3	8,1	0,89	0,18
Ik-east	23	50,3	8,1	6,2	1,20	0,11
Bj-I	290	53,5	5,1	10,5	0,40	0,11
Nb-I	220	53,7	4,9	11,0	0,30	0,13
Nb-II	215	52,9	4,3	12,4	0,21	0,08
Nb-III	419	52,0	6,2	8,4	0,25	0,08
Nb-IV	23	52,4	7,6	6,9	0,34	0,08
Nb-V	78	52,2	7,1	7,4	0,22	0,06
Nb-VI	372	52,4	6,3	8,9	0,38	0,12
Nb-VII	97	51,7	7,1	7,3	0,13	0,05
Nb-VIII	65	51,6	8,1	6,7	0,37	0,11
Nb-IX	277	52,6	5,6	9,4	0,42	0,13
Nb-X	29	55,9	4,0	14,5		
Nb-XIII	406	54,3	5,4	10,1	0,27	0,09
Nb-XIV	403	51,4	6,2	8,3	0,27	0,09
Nb-XV	17	51,1	6,7	7,6	0,41	0,18
Nb-XVI	57	49,9	6,3	7,9	0,24	0,08
Nb-XVII	358	52,4	6,1	8,6	0,21	0,08
Nb-XVIII	272	52,3	4,3	12,2	0,45	0,15
Nb-XIX	330	52,3	5,0	10,5		
Nb-XX	124	51,8	5,5	9,4	0,59	0,15
Nb-XXI	34	52,8	4,4	12,0	0,38	0,18
Nb-XXII	38	53,7	3,8	14,1	0,19	
Nb-XXIII	129	50,7	6,3	8,0	0,43	0,12
Nb-XXIV	74	48,9	9,6	5,1		
Nb-XXVI	3	49,4	9,4	5,3	0,65	0,01
Nb-XXVII	8	48,8	10,5	4,7	0,89	0,29
Nb-XXVIII	4	51,6	9,5	5,4	0,54	0,27
Nb-XXIX	28	52,0	5,6	9,3	0,11	0,04
Nb-XXX	4	51,9	5,0	10,3	0,47	0,32
Nb-XXXI	112	52,4	5,9	8,9	0,32	0,09
Nb-XXXII	22	50,5	8,1	6,2	0,32	0,14
Nb-XXXIII	13	49,5	5,6	8,8	0,23	0,05
Nb-XXXV	1	50,0	10,0	5,0		
Kir I, II	125	49,5	6,6	7,5	0,47	0,08
Tev I-III	59	48,6	9,6	5,1	0,84	0,20
Pápa-I	91	47,9	7,5	6,4	0,01	0,24
Vör-I-II	76	48,2	7,8	6,2	0,42	0,21
Sár I	677	54,0	3,0	18,0	0,34	0,14
Sár II	3	53,4	2,5	21,4	0,84	0,17
Sár III	5	48,6	10,4	4,7	0,84	0,17

bauxitot, sőt néhány helyen bauxitos agyagot is — amíg az így kiadódó átlag a számbavételi határon belül maradt. Mi viszont értékelésünkben szigorúan tartottuk magunkat a vegyelemzésekben kiolvasható tényleges bauxitminőség-határhoz.

A telepenkénti átlagminőségeket ezután négy csoportba osztottuk a modulus alapján, mégpedig >10, 7–10, 5–7 és 4–5 modulusú csoportokra. 12 telepben volt 10 felett a bauxit átlagos modulusa, 24-ben 7–10, 18-ban 5–7 és 6-ban 4–5. Ezek földtani készleteit összesítve a következő százalékos arányokat kaptuk: Ennek alapján az előfordulás földtani készleteinek összesített minősége a következő:

10 feletti modulusú bauxit	52,1%
7–10 modulusú bauxit	41,7%
5–7 modulusú bauxit	0,6%
4–5 modulusú bauxit	0,6%

Kedvező tulajdonság a 10 feletti modulusú bauxit nagy százalékos aránya és a két gyenge minőségű bauxit csekély aránya.

A kitermelhető készletek mennyiségéről nem készítettünk táblázatos kiértékelést, mert ez a mindenkori külfejtésre, ill. mélyművelésre alkalmas bauxit arányától függ. Közismert, hogy a külfejtésre való alkalmasság a fedőrétegek vastagságán túl a mindenkori technikai színvonalától, a kitermelés önköltségétől és a bauxit áráról is függ, és ezért időben változik.

Az egyes zárójelentések elkészülte után hamar hozzáfogtak a készletek kitermeléséhez. A termelés szinte kizárólag külfejtéssel történt. A megszokott külfejtéses módszereket nehezítették a szokatlanul mély töbrök, a meredek, helyenként áthajló töbrőfalak és a dolomittörmelék-közbetelepülések, amelyekről a közettani fejezetben már szóltunk. A felmerülő problémák könnyebb megoldása érdekében BÁRDOSSY et al. (1982) bányaföldtani térképsorozatot szerkesztett, amit az iharkúti bányászatban sikerrel alkalmaztak. A módszer előnye volt, hogy a térképsorozat követte a termelés előrehaladását és minden változást figyelembe vett.

A külfejtéses termelés átlagosan 9,1% termelési veszteséggel és 1,1% hígulással járt. Ezek bányaműszakilag színvonalas, elismerést érdemlő eredmények. A termelés Iharkúton 1975-ben indult és 2005-ben szűnt meg. Összesen 6 292 300 tonna bauxit kitermelésére került sor VARGA Gusztáv összeállítására szerint (18. táblázat). A kitermelés során

18. táblázat. Bauxit kitermelés az iharkúti előforduláson

A telep neve, száma	Év	Termelés	Veszteség	Hígulás	Bányászati újkutatás
Ik-I	1975	109,4	n.a.	n.a.	n.a.
	1977	4,7	n.a.	n.a.	n.a.
Ik-II	1978	146,3	17,6	3,3	0,0
	1979	231,6	16,4	2,2	0,0
Ik-IV		61,6	3,4	1,0	0,1
Ik-II	1980	160,9	3,2	0,8	81,8
Ik-IV		120,6	1,8	0,6	120,3
Ik-VI		48,4	0,6	0,1	37,6
Ik-II	1981	17,1	0,0	0,1	23,8
Ik-IV		94,8	3,6	1,0	39,2
Ik-V		283,9	18,0	3,6	175,1
Ik-VI		63,4	4,9	0,7	16,4
Ik-II	1982	52,0	0,0	0,3	7,1
Ik-III		8,2	0,4	0,0	-4,2
Ik-IV		20,6	1,9	0,1	29,2
Ik-V		213,2	6,1	1,2	-18,3
Nb-XI		173,0	8,2	0,6	-37,3
Ik-II	1983	7,7	0,9	0,1	1,7
Ik-V		443,4	27,9	6,0	242,3
Nb-XI		157,9	6,6	0,9	35,7
Ik-III	1984	21,1	4,6	0,1	6,1
Ik-V		277,9	15,4	1,3	-40,6
-Nb-XI		94,3	13,9	0,7	-40,5
Nb-XXXV		3,7	0,3	0,0	13,6
Nb-XX		87,8	6,6	0,7	-16,0
Nb-XXIII		72,7	8,8	0,7	20,5
Ik-XII		41,4	2,9	0,3	7,0

18. táblázat. folytatás

A telep neve, száma	Év	Termelés	Veszteség	Hígulás	Bányászati újkitatás
Ik III	1985	3,1	0,5	0,0	0,3
Ik IV		62,2	8,3	0,7	9,8
Ik V		140,2	10,3	1,8	14,0
Nb XXV		12,6	1,6	0,1	13,0
Nb-XX		12,2	0,6	0,0	-1,9
Nb-XXIII		24,8	2,7	0,2	-11,0
Nb-VII		71,1	5,9	0,9	12,0
Nb-VIII		29,8	5,4	0,4	-21,3
Ik XII		61,7	11,8	0,7	28,7
Nb XXXI		42,9	1,7	0,5	26,9
Ik V	1986	50,2	13,9	0,5	79,0
Nb V		70,7	7,3	0,3	3,5
Nb VII		12,5	6,3	0,0	14,1
Nb VIII		3,1	2,7	0,1	3,3
Nb-XXXVI		1,2	1,0	0,0	-0,9
Nb-XXXI	1986	16,7	5,5	0,4	-19,1
Nb-VI		29,7	2,1	0,4	4,9
Nb-XTX		118,5	8,8	2,4	-54,8
Ik VIII		226,2	12,4	2,8	0,6
Ik V	1987	7,7	20,1	0,2	31,2
Nb V		1,8	1,4	0,0	0,7
Nb XI		3,0	7,0	0,0	10,0
Nb-XIV		172,3	1,5	0,4	-112,1
Nb-XXXVI		0,0	0,0	0,0	0,0
Nb-XXXI		0,0	0,0	0,0	0,0
Nb-VI		154,8	19,5	2,0	-55,1
Nb-XTX		19,0	0,2	0,1	-55,5
Tk-VIII		10,5	3,2	0,3	0,8
Ik IX		67,4	2,8	1,7	9,1
Nb XIV	1988	53,5	25,7	0,8	39,2
Nb XVII		96,7	1,5	1,2	12,4
Nb-XVIII		75,1	1,0	0,9	-63,8
Nb-XIX		54,4	23,8	0,5	1,8
Nb-XVII	1989	180,0	7,5	1,2	-20,8
Nb-XVIII		17,4	15,2	0,1	-4,7
Nb-XXIV		33,2	8,1	0,4	11,0
Vföld-I		12,9	0,9	0,4	-7,5
Vföld II	1990	3,0	0,1	0,0	0,0
Nb XIII		135,5	3,0	1,4	54,0
Nb XVIII		41,7	22,8	0,4	22,9
Vföld I		24,3	6,0	0,4	6,1
Vföld-II		5,0	0,1	0,1	0,0
Ik-XIV		53,6	12,8	0,5	-12,7
Pápa-I		53,4	2,9	0,6	-4,3
Pápa-II		32,4	6,2	0,4	10,1
Pápa-III		8,9	5,8	0,1	4,3
Pápa IV		17,8	9,8	0,2	10,8
Nb XIII	1991	149,4	13,0	1,5	2,9
Pápa I		39,4	12,5	0,9	19,7
Kir-I		4,2	0,2	0,0	0,0
Kir-II		51,9	10,0	0,7	2,4
Ik VII		17,4	1,0	0,2	0,0
Nb-XIII	1992	40,3	20,0	0,6	8,4
Kir I		49,8	12,2	0,4	4,7
Tk-VII		59,4	3,0	0,8	0,0
Ik-VII	1993	65,5	6,2	0,6	-3,9
Nb III	1999	31,0	3,5	0,5	0,0
Nb III	2000	195,1	20,0	4,7	0,0
Nb III	2001	75,0	n.a.	n.a.	n.a.
Nb-II	2003	21,2	1,8	0,7	0,0

termelési kutatást is végeztek. Ez 29 esetben készletnövekedéshez, 43 esetben viszont készletcsökkenéshez vezetett. A megmaradt, gazdaságosan kitermelhető földtani készleteket a bányavállalat nyilvántartása (VARGA Gusztáv) szerint a 19. táblázat tartalmazza. A táblázatban csak a 4,0-nél nagyobb modulusú készleteket vettük figyelembe. Ezek szerint az előforduláson még 2 254 000 tonna földtani készlet van 35 telepben Kedvezőtlen körülmény, hogy 25 telepben 50 000 tonnánál kisebb a földtani készlet. Kimagaslóan legnagyobb a Sármás–I. telep földtani készlete: 677 000 tonna.

19. táblázat. Az iharkúti előfordulás jelenlegi földtani készletei (2012. január 1-i állapot szerint)

A telep neve, száma	Készlet kilotonna	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Modulus	CaO %	MgO %
Ik-V	52	50,6	6,5	7,8	0,78	0,44
Ik-VII/a	16	55,2	4,0	13,8	0,30	0,06
Ik-VII/b	66	53,5	4,6	11,5	0,30	0,10
Ik-VII/c	163	54,7	3,7	14,8	0,54	0,19
Ik-XI	7	52,1	6,9	7,5	0,49	0,14
Ik-XIII	3	51,3	8,9	5,7	0,15	0,04
Ik-XVI	1	50,9	11,1	4,6	0,58	0,18
Ik-XVII	13	51,0	6,3	8,1,6,2	0,89	0,18
Ik készlet	23	50,3	8,1	6,5	1,20	0,10
Bj V	61	51,4	7,9	11,0	0,30	0,12
Nb I	220	53,7	4,9	6,9	0,39	0,13
Nb IV	23	52,4	7,6	8,2	0,34	0,08
Nb-VI	118	53,0	6,5	9,4	0,38	0,12
Nb-IX	277	52,6	5,6	14,5	0,42	0,13
Nb-X	29	55,9	4,0	7,6		
Nb-XV	17	51,1	6,7	7,9	0,39	0,15
Nb-XVI	57	49,9	6,3	14,4	0,24	0,08
Nb XVIII	96	52,9	3,7	12,0	0,35	0,13
Nb XXI	34	52,8	4,4	14,1	0,37	0,19
Nb XXII	36	53,7	3,8	5,4	0,19	0,08
Nb XXIII	30	49,1	9,1	5,5	0,45	0,15
Nb-XXIV	44	49,5	9,0	4,6	0,44	0,17
Nb-XXVII	8	48,8	10,6	5,4	0,89	0,29
Nb-XXVIII	4	51,7	9,5	14,4	0,52	0,16
Nb-XXIX	29	56,4	3,9	10,4	0,30	0,14
Nb XXX	4	52,0	5,0	6,3	0,47	0,22
Nb XXXII	22	50,5	8,1	8,8	0,32	0,13
Nb XXXIII	13	49,5	5,6	5,6	0,23	0,05
Tev I	24	48,9	8,7	4,7	0,80	0,18
Tev II	24	47,9	10,3	5,2	0,68	0,13
Tev III	11	49,5	9,6	6,0	1,21	0,42
Vör-II	24	48,7	8,1	18,0	0,32	0,19
Sár I	677	54,0	3,0	21,4	0,34	0,14
Sár-II	3	53,4	2,5	4,7	0,84	0,17
Sár-III	5	48,8	10,4		0,64	0,17

A további kutatások kilátásai

Az előfordulás területén a bauxitleteleket véleményünk szerint kellő részletességgel kutatták meg. Ezért a Sármás–I. telep kivételével további részletes kutatásokat nem javasolunk. A telepek közötti meddő területeken legfeljebb egészen kis kiterjedésű telepek kimutatása lehetséges a sűrűn telepített meddő fúrások miatt. A közvetlenül csatlakozó területek perspektívéjával a „Bauxitprognózis” kötet szerzői részletesen foglalkoztak (SZANTNER et al. 1986) A perspektíva megítélésére háromféle produktivitási mutatót számítottak ki: *fajlagos területi produktivitást, területi produktivitást és teleptani produktivitást*. Ezek igen hasznos mutatók, de a produktivitást befolyásoló tényezőket egyenként mutatják be. Matematikai nyelven „egyváltozós” módszerek. Az utóbbi években AGTERBERG, BONHAM-CARTER, (2005) új, sokváltozós módszert dolgozott ki a produktivitás megítélésére, „weights of evidence” néven, melyet számos előfordulás sikeresen alkalmaztak. Ezért további kutatások elhatárolása esetén e módszer alkalmazását javasoljuk.

A következőkben földtani szempontok szerint tekintjük át — röviden — a további kutatások perspektíváit.

A Halimba Malom-völgy, Szóc és Nyírad-kelet előfordulásokon az eocén fedőrétegek kiterjedése határozta meg a kutatások eredményességét. Ahonnan az eocén fedőrétegek lepusztultak a bauxitlepek is lepusztultak, vagy legfeljebb áthalmazott, többé-kevésbé szennyezett összetétellel maradtak meg. Az iharkúti előfordulás telepeinek többszörös és mélytöbbszörös jellege miatt több esély van arra, hogy olyan területeken is bauxit maradt fenn, ahol az elsődleges fedő (felsőkréta) az erózió áldozatául esett.

Az Iharkút-északkelet részterület fő vonulata a Királykapu–I. teleptől a Pápavár–I. telepig kellően megkutatott. Kérdéses, hogy nem folytatódik-e e vonulat délkelet és északnyugati irányban? Az is kérdéses, hogy van-e bauxit vonulat a Vörösföld két telepe között? További lezáratlan kérdés, hogy az Iharkút-északkelet részterület és az előfordulás fő vonulata között van-e bauxit a közel egy kilométer széles sávban? Geomorfológiai megfontolások alapján e területsávot meddőnek tekintik, de erről meg kellene bizonyosodni. Mindenesetre a nagyszámú meddő fúrás mellett hét fúrásban bauxitos agyagot találtak.

További kérdés, hogy folytatódik-e az előfordulás fő vonulata délkelet és északnyugati irányban? A délkeleti folytatódás valószínűségét csökkenti a felsőkréta és az eocén rétegek lepusztulása. Az is tény, hogy a fő vonulaton belül délkelet felé haladva egyre kisebbek a bauxitlepek. Északnyugat felé inkább a telepek kivékonyodása figyelhető meg. Ennek ellenére nem kizárt a telepek folytatódása északnyugat felé. A Bauxitprognózis könyv 111. ábráján az Iharkút–XI. teleptől kelet/északkeletre 8 bauxitlencsét tüntettek fel a település mélysége és a készletek ismertetése nélkül. A nyolc fúrás közül hétben csak bauxitos agyag van, egyedül az Ug–55 számú fúrásban találtak 190 méter mélységben 4 méter bauxitot, de bauxitos agyaggal elválasztva. Mindezek alapján, e területen a fúrások folytatását nem látjuk indokoltnak.

Egészen más a helyzet a nyugati fő vető levetett oldalán, az ún. sármási részterületen. Az itteni I. telep meglepően nagy és jó minőségű készleteit már ismertettük. A telep megkutatását 50×50 méteres szabályos hálózatban végezték. Amennyiben a telep kitermelését tervbe veszik, szükségesnek tartjuk a hálózat besűrűsítését 25×25 méteresre. A felsőkréta és eocén fedőrétegek is jelen vannak. Mivel a fennálló rendelkezések szerint bauxit kitermelést csak a jelenlegi fő karsztvízszint felett szabad folytatni. További kutatás során figyelemmel kell kísérni, hogy a levetett helyzetben lévő Sármás–I. telep a karsztvízszint felett van-e vagy sem? Amennyiben igen, úgy e részterületet további kutatásra érdemesnek tartjuk.

Az összes új kutatás során javasoljuk a *Bayes-statisztika* folyamatos alkalmazását, amit a halimbai előforduláson már sikerrel alkalmaztunk. A módszer nagy előnye, hogy folyamatosan bemutatja mennyire teljesülnek a kutatás során a kiinduló feltételezések.

Összefoglalás

Az iharkúti bauxit-előfordulás monografikus feldolgozásának fő célja az előfordulás átfogó jellegű tudományos értékelése. Ez szolgálhat alapul esetleges további kutatási és bányászati döntések meghozatalához. A monográfiában több olyan földtudományi és geomatematikai módszert alkalmaztunk, melyeket eddig máshol bauxitra nem alkalmaztak. Ezeket a módszereket véleményünk szerint külföldi, akár más genetikájú, bauxit-előfordulásokon is sikerrel lehet alkalmazni. Ez indokolta a teljes magyar szöveg angol nyelvre való lefordítását. A monográfiában figyelmet fordítottunk továbbá a Bakony délnyugati területén található másik négy monografikusan már kiértékelt bauxit-előfordulásra is. Összehasonlítottuk a fő földtudományi tulajdonságokat, ami elősegíti az egész térség átfogó bauxitföldtani megértését. Mindezek alapján a monográfiát teljes földtani és geomatematikai modellnek tekintjük.

Köszönetnyilvánítás

A monográfia elkészítéséhez a Bakonyi Bauxitbánya Kft. részéről minden lehetséges segítséget megkaptunk. Megkülönböztetett köszönettel tartozunk RAUSCH Péter, JANKOVICS Bálint és VARGA Gusztáv geológusoknak, valamint KIS István bányamérnöknek.

MINDSZENTY Andrea külön is köszönetét fejezi ki SZANTNER Ferenc, KNAUER József, KNAUERNÉ GELLAI Mária és BAROSS Gábor geológusoknak, valamint PATAKI Attila geológus-mérnöknek az iharkúti bauxit kutatása során nyújtott segítségükért és a gondolatébresztő szakmai beszélgetésekért. Hálás köszönettel tartozunk a Magyar Tudományos Akadémia elnökségének a kötet megjelenésének támogatásáért és PIROS Olgának a kötet kiváló szerkesztését.

Epilógus

Az előfordulás nevét adó Iharkút falu nincs többé. Az 1970-es évek végén feláldozták a magyar alumíniumipar oltárán. Lakosságát Pápára telepítették, a házakat eldózerolták, temetőjét felszámolták. Az emberi közösségek törvényei szerint az egyén érdekei nem mindig esnek egybe a kisközösségek érdekeivel, s a kisközösségeké szinte soha a nagy közösségével.

A döntés keservesen nehéz volt. Azoknak is, akik meghozták, s azoknak is, akik elszenveték. Nagy hiba volt, hogy a hatalomnak akkor nem jutott eszébe tudatosítani a szenvedő félben, hogy ami vele történik, nem feltétlenül csupán a haszonelvűség, a pénz győzelme az emberiesség felett. A kisközösség pénzben ki nem fejezhető, erkölcsi áldozata volt ez a nagyobb közösség érdekében. Ezért az áldozatért tisztelet és köszönet járt volna a kisközösségnek, hiszen az áldozat mindannyiunkért hozatott. Az 1970-es években az alumíniumipar a nemzetgazdaság egyik húzóágazata volt és akkor nagy szüksége volt az iharkúti telepekre. Akkor még szóba sem jöhetett, hogy dollárért vegyünk alumíniumot, nekünk kellett előállítani a hozzávalót. S az alumínium — ma is — át meg átszövi mindennapjainkat. Európában az egy főre eső alumínium felhasználás évente 20–30 kg! És ehhez — többek között — Iharkút áldozatának nyomán jutottunk el. Ennek a falunak is köszönhetjük ma mindennapjaink kényelmét.

Pénzben nem kifejezhető érték az is amihez az iharkúti áldozat nyomán a tudomány jutott hozzá. A falu alól kibontakozó, bauxittal kitöltött, ~90 millió éves trópusi karsztfelszínt soha nem látott részletességgel tanulmányozhattuk mi geológusok. A részletek, melyeket tudományos lapokban már közzétettünk s most ebben a tanulmányban összefoglalunk, reményeink szerint az egyetemes tudomány kincsévé válhatnak s a lelőhely nevét megtartva, híven őrzik mind az egykori falu, mind pedig a magyar bauxitbányászat emlékét.



Az iharkúti emlékhely avatása

References — Irodalom

Nyomtatott dokumentumok

- AGTERBERG, F. P., BONHAM-CARTER G. F. 2005: Measuring the performance of mineral potential maps. — *Mineral Resources Research* 14 (1), pp. 1–17.
- AUTHIER-MARTIN, M., FORTE, G., OSTAP, S. SEE, J. 2001: The mineralogy of bauxite for producing smelter-grade alumina. — *Journal of the Minerals, Metals and Material Society* 53 (12), pp. 36–40.
- BALLA, Z. 1987: Tertiary paleomagnetic data for the Carpatho-Pannonian region in the light of Miocene rotational kinematics. — *Tectonophysics* 139, 67–98.
- BALLA, Z. 1989: On the origin of the structural pattern of Hungary. — *Földtani Közlöny* 118, 195–207.
- BÁRDOSSY GY. 2007: The Halimba bauxite deposit. A halimbai bauxitelőfordulás. — *Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa* 119 p.
- BÁRDOSSY GY. 2009: The Halimba-Malomvölgy bauxite deposit. A halimbai Malom-völgy bauxit előfordulása. — *Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa* 88 p.
- BÁRDOSSY GY. 2010: The Szőc bauxite deposit. A szőci bauxit-előfordulás. — *Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa* 126 p.
- BÁRDOSSY GY. 2011: The Nyirád-east bauxite deposit. A nyirádi bauxit-előfordulás keleti része. — *Magyar Állami Földtani Intézet alkalmi kiadványa* 117 p.
- BÁRDOSSY GY., NICOLAS, J. 1973: Proposition pour un terminologie des bauxites. — *Travaux ICSOBA* 9, pp. 99–104, Zagreb.
- BÁRDOSSY GY., PATAKI A., NÁNDORI GY. 1982: Bányaföldtani térképsorozat módszertani kidolgozása és gyakorlati alkalmazása az íharkúti külfejtéses bauxitbányászatban. — *Földtani Kutatás* 25 (3–4), pp. 3–10.
- BRENNEN, R. F., BOLLAND, D. A., JEFFERY, R. C., ALLEN, D. G. 1994: Phosphorus adsorption by a range of western Australian soils related to soil properties. — *Comm. in Soil. Sci. and Plant Analysis* 25 (15–16), pp. 2785–2795.
- BREWER, R. 1976: *Fabric and Mineral Analysis of Soils*. — R. E. Krieger Publ. Co., Huntington, New York, pp. 1–482.
- BROKÉS, F. 1978: Harmadidőszaki coccolithok a Dunántúli-középhegység bauxitkutató fúrásaiból (Tertiary coccoliths from boreholes drilled from bauxite in the Transdanubian Central Range). — *Földtani Közlöny* 108 (4), pp. 499–540.
- BULLOCK, P., FEDOROFF, N., JONGERIUS, A., STOOPS, G., TURSINA, T., BABEL, U. 1985: *Handbook for soil thin section description*. — WAINEE Research Publ., England, pp. 1–152.
- CHIN, L. A. D. 1971: The effects of important properties of Jamaican bauxites on the Bayer process. — *Journal of the Geol. Soc. of Jamaica, Bauxite/Alumina Symposium* 1971, pp. 58–61.
- CRONAN, D. S. 1980: *Underwater Minerals*. — Academic Press, London 361 p.
- CRONAN, D. S., GALÁ CZ, A., MINDSZENTY, A., MORBY, S. A., POLGÁRI, M. 1991: Tethyan ferromanganese oxide deposits from Jurassic rocks in Hungary. — *Journal of the Geol. Soc. London*, 148, pp. 655–668.
- DANGIC, A. 1985: Kaolinization of bauxite. A study of the Vlasenica bauxite area, Yugoslavia I. Alteration of matrix. — *Clays and Clay Minerals* 33, pp. 517–524.
- DANGIC, A. 1988: Kaolinization of bauxite. A study of the Vlasenica bauxite area, Yugoslavia II. Alteration of oolites. — *Clays and Clay Minerals* 36, pp. 439–447.
- DUDKO, A. 1989: Tectonics of the Balatonfő–Velence area. — *Földtani Közlöny* 118, 207–218.
- ETTENSohn, F. R. 1981: Mississippian–Pennsylvanian boundary in northeastern Kentucky. *Geol. Soc. Am. Cincinnati '81 Field Trip Guidebook*, pp. 195–257.
- FAUPL, P., POBER, E., WAGREICH, M. 1987: Facies development of the Gosau Group of the eastern parts of the Northern Calcareous Alps during the Cretaceous and Paleogene. — In: FLÜGEL, H. W., FAUPL, P. (eds): *Geodynamics of the Eastern Alps*. pp. 142–155, Wien (Deuticke)
- FAUPL, P., WAGREICH, M. 1992: Cretaceous flysch and pelagic sequence of the Eastern Alps: correlations, heavy minerals, and paleogeographic implications. — *Cretaceous Research* 13, pp. 387–403.
- FAUPL, P., WAGREICH, M. 1996: Basin analysis of the Gosau Group of the Northern Calcareous Alps (Turonian–Eocene, Eastern Alps). — In: WESSELY, G., LIEBL, W. (eds): *Oil and Gas in Alpidic thrustbelts and basins of Central and Eastern Europe. EAGE Spec. Publ.* 5, pp. 127–135.

- FAUPL, P., WAGREICH, M. 2000: Late Jurassic to Eocene Palaeogeography and Tectonic Evolution of the Eastern Alps. — *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, 92 (1999), pp. 79–94.
- FODOR, L. 1995: From transpression to transtension: Oligocene–Miocene structural evolution of the Vienna basin and the East Alpine – Western Carpathian junction. — *Tectonophysics* 242, pp. 151–182.
- FODOR L., LEÉL-ŐSSY, SZ., TARI, G. 1992: *En echelon* fractures in dextral shear zones — tectonic heritage for a hydrothermal cave (Budapest, Hungary). — *Terra Nova* 4, 165–170.
- GELLAI M., KNAUER J., TÓTH K., SZANTNER F. 1985: Az iharkúti bauxitterület rétegtani viszonyai. — *Földtani Közlemények* 115, pp. 23–44.
- GÓCZÁN, F., SIEGL-FARKAS, Á. 1990: Palynostratigraphical zonation of Senonian sediments in Hungary. — *Revue of Paleobotany and Palynology* 66, pp. 361–377, Amsterdam.
- GÖBEL E. 1957: Az Északnyugati Bakonyban végzett fúrási kutatások földtani eredményei. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 46 (3), pp. 477–488.
- HAAS, J. 1983: Senonian cycle in the Transdanubian Central Range. — *Acta Geologica Hungarica* 26 (1–2), pp. 21–40.
- HAAS J., JOCHÁNYI EDELENYI, E. 1979: A dunántúli-középhegységi felsőkréta üledékciklus ösföldrajzi elemzése (Palaeogeography of the Late Cretaceous sedimentary cycle in the Transdanubian Central range) — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1977-ről* (Ann. Rep. Hung. Geol. Inst.) pp. 217–224.
- JOCHA-EDELENYI, E. 1988: History of evolution of the Upper Cretaceous Basin in the Bakony Mts. at the time of the terrestrial Cseh-bánya Formation. — *Acta Geologica Hungarica* 31 (1–2), pp. 19–31.
- JOCHA-EDELENYI, E. 1991: Palaeogeographic maps of the Senonian bauxite horizon. Scale 1:250 000, MÁFI edition (in Hungarian)
- JOÓ, I. 1992: Recent vertical surface movements in the Carpathian Basin. — *Tectonophysics* 202, pp. 120–134.
- JUHÁSZ E., SZENTANDRÁSSY P., POLGÁRI M. 1986: A Mn egyik megjelenési formája és a konkrecióképződés néhány kérdése a németbányai bauxitban (A Mn-bearing phase and some questions of concretion forming processes in the bauxite of Németbánya). — *Földtani Közlemények* 116 (3), pp. 267–282.
- KAISER, M. 1997: Geomorphic evolution of the Transdanubian Mountains, Hungary. — *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplement* 110, pp. 1–14.
- KAKAS K., NYERGES L., SZABADVÁRY L., SZANTNER F. 1980: A bauxitkutatásban alkalmazott felszíni geofizikai módszerek és eredmények áttekintése. — *Bauxitkutatási Szakmai Napok előadásai, Balatonalmádi 1980 IX. 19–20, Bauxitkutató Vállalat I–II. szekció, HUNGALU*, pp. 65–76.
- KÁZMÉR, M. 1984: A Bakony horizontális elmozdulása a paleogénben (Horizontal displacement of the Bakony Mts in the Paleogene). — *Általános Földtani Szemle (General Geological Review)*, Budapest, 20, pp. 53–101.
- KÁZMÉR, M., KOVÁCS, S. 1985: Permian–Paleogene paleogeography along the Eastern part of the Insubric Lineament System: Evidence for continental escape of the Bakony–Drauzug unit. — *Acta Geologica Hungarica* 28 (1–2), pp. 71–84.
- KÁZMÉR, M., DUNKL, I., FRISCH, W., KUHLEMANN, J., OZSVÁRT, P. 2003: The Palaeogene forearc basin of the Eastern Alps and Western Carpathians: subduction, erosion and basin evolution. — *Journal Geological Society London* 160, pp. 413–428.
- KNAUER J., MINDSZENTY A. 1996: Nagytárkányi Bauxit Formáció. In: CSÁSZÁR G. (szerk.): *Magyarország litosztratógráfiai alapegységei. Kréta*. pp. 58–60.
- KNAUER J., SIEGL-FARKAS, Á. 1992: A bakonyi felső-kréta bauxitformációk szenon fedőképződményeinek palynosztratógráfiai helyzete. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1990-ről*, pp. 463–471.
- KNAUER, J., VÉGH, S. (eds) 1967: *The geological map of Olaszfalu 1:20 000*. — *A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest*.
- KOVÁCS, S., SZEDERKÉNYI, T., HAAS, J., BUDA, GY., CSÁSZÁR, G., NAGYMAROSY, A. 2000: Tectonostratigraphic terranes in the pre-Neogene basement of the Hungarian part of the Pannonian area. — *Acta Geologica Hungarica* 43 (3), 225–328.
- MÁRTON, E., FODOR, L. 2003: Tertiary paleomagnetic results and structural analysis from the Transdanubian Range (Hungary): rotational disintegration of the Alcapa unit. — *Tectonophysics* 363, pp. 201–224.
- MCFARLANE, M. 1976: *Laterite and Landscape*. — Academic Press, London, 151 p.
- MÉSZÁROS, J. 1971: A Cseh-bányai-medence szerkezetföldtani fejlődésének alapvonásai (Structural geology of the Cseh-bánya Basin). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1969-ről* (Ann. Rep. Hung. Geol. Inst.) pp. 639–652. (in Hungarian).
- MÉSZÁROS, J. 1980: Szerkezetföldtani vizsgálatok a bauxitkutatás szolgálatában (Structural geological investigations used in bauxite exploration). — *Földtani Kutatás (Geological Exploration)* 23 (4), pp. 9–12. (in Hungarian).
- MÉSZÁROS, J. 1983: A bakonyi vízszintes eltolódások szerkezeti és gazdaságföldtani jelentősége (The structural and economic importance of lateral displacements in the Bakony Mts.). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1981-ről* (Ann. Rep. Hung. Geol. Inst.), pp. 485–502. (in Hungarian).
- MINDSZENTY A. 1982: Diagenézis az iharkúti bauxitban. — *Földtani Közlemények* 112 (3), pp. 261–266.
- MINDSZENTY, A. 1983: Late Senonian morphological evolution of the Iharkút karst area as reconstructed on the basis of the sedimentological features of the bauxite. — *Travaux ICSOBA* 13 (18), pp. 29–38, Zagreb.
- MINDSZENTY A., KNAUER J., SZANTNER F. 1984: Az iharkúti bauxit üledékföldtani jellegei és felhalmozódási körülményei. — *Földtani Közlemények* 114, pp. 19–48.
- MINDSZENTY, A., GÁL-SÓLYMOS, K., CSORDÁS-TÓTH, A., IMRE, I., FELVÁRI, GY., RUTNER, A., BÖRÖCZKY, T. 1991: Extracasts from Cretaceous/Tertiary bauxites of the Transdanubian Central Range and the Northern Calcareous Alps. Preliminary results and tentative geological interpretation. — *Jubiläumsschrift 20 Jahre Geol. Zusammenarbeit Österreich–Ungarn, Teil I*, pp. 309–345, Vienna.

- MINDSZENTY, A., GALÁCZ, A., DÓDONY, I., CRONAN, D. S. 1986: Palaeo-environmental significance of ferromanganese oxide concretions from the Hungarian Jurassic. — *Chemie der Erde* 45, pp. 177–190.
- MINDSZENTY, A., D'ARGENIO, B., BOGNÁR, L. 1987: Cretaceous bauxites of Austria and Hungary: Lithology and paleotectonic implications — *Travaux ICSOBA* 16–17 (1986/87) pp.13–31, Zagreb.
- MINDSZENTY, A., CSOMA, A., TÖRÖK, Á., HIPS, K., HERTELENDI, E. 2000: Flexura jellegű előtéri deformációhoz köthető karsztbauxit szintek a dunántúli középhegységben (Rudistid limestones, bauxites, paleokarst and geodynamics. The case of the Cretaceous of the Transdanubian Central Range). — *Földtani Közlemények* 131 (1–2), pp. 107–152, Budapest.
- MINDSZENTY, A., OTTNER, F., LOBITZER, H. 2005: Das Bauxit-Vorkommen Russbach-Almweg bei Strobl, Oberösterreich. — *Beiträge zur Geologie des Gmundner Bezirkes. Gmundner Geo-Studien* 3, 47–50.
- NEUBAUER, F., DALLMEYER, R. D., DUNKL, I., SCHIRNIK, D. 1995: Late Cretaceous exhumation of the Gleinalm dome, Eastern Alps: kinematics, cooling history and sedimentary response in a sinistral wrench corridor. — *Tectonophysics* 242, pp. 79–89.
- NOSZKY, J. 1957: The geological map of the Northern Bakony Mts. 1:50 000. — *A Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa*, Budapest.
- NYERGES L., MORVAI L. 1980: A bauxitkutató fúrásokban végzett geofizikai mérések, eredmények és további feladatok. — *Bauxitkutató Szakmai Napok előadásai, Balatonalmádi 1981. IX. 19–20, Bauxitkutató Vállalat I.–II. szekció*, pp. 87–95.
- OBERHAUSER, R.(ed.) 1980: *Der geologische Aufbau Österreichs*. — Springer 700 p.
- ŐSI, A., MINDSZENTY, A. 2009: Stop 4 – Iharkút, Dinosaur-bearing alluvial complex of the Csehbánya Formation. — In: CSÁSZÁR, G. (ed.): *Cretaceous Sediments of the Transdanubian Range. Geological excursion 14–16 May 2009, Field Guide*, pp. 51–63.
- ŐSI, A. 2004: Dinosaurs from the Late Cretaceous of Hungary — similarities and differences with other European Late Cretaceous faunas. — *Revue de Paleobiologie* 9, pp. 51–54.
- ŐSI, A., RÁBI, M. 2006: A Late Cretaceous continental vertebrate fauna from the Bakony Mountains: crocodiles, dinosaurs, pterosaurs and birds. — *Földtani Közlemények* 136 (4), pp. 503–526. (in Hungarian).
- ŐSI, A., BUTLER, R., WEISHAMPEL, D. B. 2010: A Late Cretaceous ceratopsian dinosaur from Europe with Asian affinities. — *Nature* 465, pp. 466–468.
- PATAKI A. 1985: Karsztmorfológiai megfigyelések a nyirádi és az iharkúti bauxitelfordulások területén. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1983-ról*, pp. 121–134
- PERSSON, P., NILSSON, N., SJÖBERG, S. 1996: Structure and bounding of orthophosphate ions at the iron oxide — aqueous interface. — *Journal of Colloidal and Interface Science* 177, pp. 263–275. (article No. 0030).
- PÉCSI, M. 1988: Geomorfológiai szintek kora a Magyar-középhegységben (Age of geomorphological surfaces in the Hungarian Mountains). — *Földrajzi Közlemények* 36, (112) (1–2), pp. 28–41. (in Hungarian).
- PÉCSI, M. 1998: Evolution of surfaces of planation: Example of the Transdanubian Mountains, Western Hungary. — *Geogr. Fis. Din. Quatern.* 21, pp. 61–69, Torino.
- POCSAI, T., CSONTOS, L. 2006: Late Aptian – Early Albian syn-tectonic facies-pattern of the Tata Limestone Formation (Transdanubian Range, Hungary). — *Geologica Carpathica* 57 (1), pp. 15–27.
- RATSCHBACHER, L., MERLE, L., DAVY, PH., COBBOLD, P. 1991: Lateral extrusion in the eastern Alps, Part 1: Boundary conditions and experiments scaled for gravity. — *Tectonics* 10 (2), pp. 245–256.
- SASVÁRI, Á., KISS, A., CSONTOS, L. 2007: Paleostress investigation and kinematic analysis along the Telegdi Roth Fault (Bakony Mountains, western Hungary). — *Geologica Carpathica* 58 (5), pp. 477–486.
- SIEGL-FARKAS Á. 1991: Palynostratigraphic study of Gosau-type formations. — *Őslénytani Viték (Discussions Palaeontologie)* 36–37, pp. 103–118.
- SIEGL-FARKAS, Á., WAGREICH, M. 1996: Correlation of playno- (spores, pollen, dinoflagellates) and calcareous nannofossil zones in the Late Cretaceous of the Northern Calcareous Alps (Austria) and the Transdanubian Central Range (Hungary). — *Advances in Austro-Hungarian Joint Geological Research*, Budapest, pp. 127–135.
- STOOPS, G., MARCELINOV., MEES, F. 2010: Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths. — Elsevier, 720 p.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1955: *Geokémia (Geochemistry)*. — Akadémiai Kiadó, Budapest 680 p.
- SZANTNER F., KNAUER J., MINDSZENTY A. 1986: *Bauxitprognózis*. — Veszprémi Akadémiai Bizottság. Veszprém, 472 p.
- SZANTNER, F., MINDSZENTY, A. 1979: Prospecting for karstic bauxites Ch.4.2.1. — In: KOMLÓSSY GY., SZANTNER, F., VÖRÖS, I. (eds): *UNIDO Group training in Production of Alumina Vol 1. Principles and methods of bauxite prospecting* pp. 201–218. ALUTERV-FKI, Budapest.
- SZANTNER, F., HORVÁTH, I., TÓTH, K., T. GECSE, É. 1982: Undesirable impurities and their distribution within the Nagygyeháza bauxite occurrence. — *Travaux ICSOBA* 12 (17), pp. 67–83. Zagreb
- TARI, G. 1994: *Alpine tectonics of the Pannonian Basin I–II*. — PhD Theses, Rice University, Houston, 488 p.
- TARI, G. 1995: Eoalpine (Cretaceous) tectonics in the Alpine–Pannonian Transition zone. — In: HORVÁTH, F., TARI, G., BOKOR, Cs. (eds): *AAPG Intern. Conf. and Exhibition, Nics, France, Guidebook to Fieldtrip No.6, Hungary (Extensional collapse of the Alpine orogene and hydrocarbon prospects in the basement and basin fill of the Western Pannonian Basin)*. pp. 133–155.
- TELEGDI ROTH, K. 1934: Data from the Northern Bakony Mts for the Late Mesozoic evolution of the Central Hungarian Range. — *Mathematikai és Természettudományi Értesítő* 52, pp. 205–252. (in Hungarian).
- TÓTH K., KNAUER GELLAI M. 1980: Földtani anyagvizsgálatok a hatékony bauxitkutatás érdekében. — *Bauxitkutató Szakmai Napok előadásai Bauxitkutató Vállalat I.–II. szekció, Balatonalmádi 1980. IX. 19–20*, pp. 97–110.
- TUBA, GY., KISS, P., PÓSFAL, M., MINDSZENTY, A. 2006: Diagenesis-történeti vizsgálatok a bakonyi felső-kréta dinoszaurusz lelőhely

- csontanyagán. (Preliminary data on the diagenesis of Cretaceous Dinosaur bones from the Bakony Mts, Hungary). — *Földtani Közlemény* 136 (1), pp. 1–24.
- VADÁSZ E. 1951: *Bauxitföldtan*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 127 p.
- VIZY B. 1999: *Bauxitkutatás Magyarországon*. — Magyar Alumíniumipari Múzeum Kiadványa. Székesfehérvár. 148 p.
- WAGREICH, M. 1988: Sedimentologie und Beckenentwicklung des tieferen Abschnittes (Santon–Untercampan) der Gosauschichtgruppe von Gosau und Russbach (Oberösterreich, Salzburg). — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 131 (4), pp. 663–685, Wien.
- WAGREICH, M. 1995: Subduction tectonic erosion and Late Cretaceous subsidence along the northern Austroalpine margin (Eastern Alps, Austria). — *Tectonophysics* 242, pp. 63–78.
- WILLINGSHOFER, E., NEUBAUER, F., CLOETHING, S. 1999: The significance of Gosau-Type Basins for the Late Cretaceous Tectonic History of the Alpine Carpathian Belt. — *Physics and Chemistry of the Earth* (A), 24 (8), pp. 687–695.
- ZÁMBÓ, L. 1983: Investigation of infiltrating karst water in karst areas covered with red clay. — *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae. Sectio geographica*, 16 (1981)

Kézírtas jelentések

- ÁGOSTON Z., TÓTH Zs. 1978: *Zárójelentés az Iharkút I. koncentráció bauxitlencséiről*. Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
- BÁRDOSSY A., BOGÁRDI I., VERMES A. 1982: *Németbánya XI. lencse geostatistikai vizsgálata*. — Központi Bányászati Fejlesztési Intézet kutatási jelentése.
- BÁRDOSSY A., BOGÁRDI I. 1981: *Az iharkúti II. és VI. bauxit külfejtések geostatistikai kiértékelése*. — Központi Bányászati Fejlesztési Intézet kutatási jelentése.
- ERDÉLYI M. 1965????
- FELVINCZI I., TAKÁCS P., HORVÁTH I., FÁBIÁN J. 1969: *Jelentés az Iharkút XVI. megkutatott bauxittelepről*. — Bauxitkutató Vállalat Balatonalmádi.
- GECSE É. 1978: *Az Iharkút I. koncentráció fúrásaiból származó minták anyagvizsgálati eredményei*. — Bauxitkutató Vállalat Balatonalmádi.
- GÖBEL E. 1953: *Jelentés az 1952. évben Magyarországon, Bakonybél térségében végzett bauxitkutató munkálatokról*. — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi, pp. 1–87.
- KEREKES A.-né 1979: *Az Iharkút–Németbánya területen mélyült felderítő fúrások kiválasztott mintáiból 1979-ben végzett nannoplankton vizsgálati eredmények felhasználása fúrási rétegsorok tagolásában (Nannoplankton studies of core samples from Iharkút–Németbánya)*. — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi, pp. 1–25.
- KNAUER J., SZANTNER F. 1975: *Az iharkúti reménybeli bauxitterület kutatási terve (előkutatás)*. — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
- KNAUER, J. (szerk.) 1977: *A Bakonyjákó–Nagytevel–Bakonybél reménybeli terület előkutatási programja*. — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi, pp. 1–92
- KUN-JÁGER, E., CSÁNYI, V., VARGA, B. 1994: *A bakonybéli durva törmelékes eocén üledékek ősföldrajzi értelmezése (Palaeogeographic reconstruction of coarse clastic sediments SW from Bakonybél (Bakony Mts))*. — Tudományos Diákköri dolgozat, ELTE Ált. és Tört. Földtani Tanszék, Budapest, (Student's Research, Eötvös L. University, Dept Phys. Hist. Geol., Budapest), 29 p.
- MINDSZENTY A. 1981: *Az Iharkút–németbányai felderítő fúrások bauxitanyagának üledék-földtani és ásványtani vizsgálata*. — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
- MINDSZENTY A. 1983: *Az iharkúti bauxit litológiai jellegei, üledékföldtana és felhalmozódási körülményei (Conditions of the accumulation of the Iharkút bauxite as revealed by its lithology and sedimentology)*. — Kandidátusi értekezés, MTA, (PhD Theses, Hungarian Academy of Sciences) pp. 1–80, (in Hungarian).
- MINDSZENTY, A. 1999: *Bauxitszedimentológia — mediterrán esettanulmányok (Karst bauxite sedimentology — Mediterranean case histories)*. — Doktori disszertáció, MTA, (D.Sc Theses, Hungarian Academy of Sciences), 171 p.
- NOSZKY J. 1951: *Jelentés az 1950-ben Magyarországon, az Északi-Bakony középső és nyugati részén Alsópere-Zirc–Bakonybél–Ugod–Bakonyjákó térségében végzett bauxitkutató munkálatokról I–II*. — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi, 297 p.
- R. SZABÓ I. 1991: *Jelentés a Németbánya I., II., III. és IX. telepeken végzett pótkutatásról*. — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
- SÜDI E. 1981: *Németbánya–XI. és Iharkút–IX. sz. bauxitlencsék összehasolító ásványtani–teleptani vizsgálata*. — Egyetemi diplomadolgozat, ELTE Ásványtani Tanszék, 86 p. (kézirat).
- SZABADVÁRY L. 1978: *Jelentés a Dunántúli-középhegységben 1977-ben végzett komplex geofizikai kutatásról. (Report on the results of complex geophysical field-survey undertaken in 1977 in the Transdanubian Central Range)*. — Bauxitkutató Vállalat – ELGI, (Bauxite Prospecting Co. and Eötvös L. Geophysical Inst.).
- SZABÓ E., R. SZABÓ I., KNAUER J., T. GECSE É., TÓTH K. 1972: *Értékelés az Északi Bakonyban végzett felderítő bauxitkutatási munkálatokról I*. — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi, 276 p.
- SZANTNER F. 1975: *Az iharkúti reménybeli terület előkutatási terve*. — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi, pp.
- SZANTNER F. et al. 1981: *Jelentés az iharkút–németbányai területen végzett felderítő bauxitkutatás és készletszámítás eredményeiről*. — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.

- SZANTNER F., KNAUER J., MINDSZENTY A., SZABÓ E., SZÓTS A., TÓTH Á., HORVÁTH I., HEGEDŰSNÉ KONCZ M., KAKAS K., URAY SZ. 1981: *Jelentés az iharkút–németbányai területen végzett felderítő bauxitkutatásról és a készletszámítás eredményeiről. I.* — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi, 260 p.
- SZANTNER, F., KNAUER, J., KÁROLY, GY., TÓTH, Á., NYERGES, L. 1978: Latest results of karst-bauxite prospecting in Hungary and the geological-geophysical methods applied to prospect different depositional types. — *Proc. 4th Intern. Congress ICSOBA Athens, Oct. 9–12, 1978, 2 (Bauxites)* pp. 841–860.
- T. GECSE É. 1978: *Az Iharkút–I. koncentráció fúrásaiból származó minták anyagvizsgálati eredményei.* — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
- T. GECSE É. 1979: *Feküvizsgálatok a bauxitkutatás szolgálatában.* — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
- TAKÁCS P., R. SZABÓ I., MOLNÁR P., KARDOS L.-NÉ, FÁBIÁN J. 1985: *Jelentés az Iharkút- Németbánya II. koncentráció 2. ütem megkutatott bauxitlepeiről.* — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
- TAKÁCS P., FÁBIÁN I., FELVINCZI I., HORVÁTH I., KARDOS L.-NÉ 1990: *Jelentés a Királykapu I. és II. bauxitlepeken végzett kutatási munkák és készletszámítás eredményeiről.* — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
- TAKÁCS P., FELVINCZI I., FÁBIÁN J., HORVÁTH I., BODA ZS. 1990: *Jelentés a Pápavár I–IV. bauxitlepeken végzett kutatás és készletszámítás eredményéről.* — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
- TAKÁCS P., FELVINCZI I., HORVÁTH I., KARDOS L.-NÉ 1991: *Jelentés a Tevelvár I., II, III. bauxitlepeken végzett kutatás és készletszámítás eredményéről.* — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.
- TAKÁCS P., SZABÓ E., R. SZABÓ I. 1989: *Jelentés a Vörösföld I., II. bauxitlepek részletes bauxitkutatásáról és készleteiről.* — Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.

Enclosure — Melléklet

Plate I — I. tábla

1. Overall westerly dip of the alluvial coverbeds (light grey) above deep sinkholes originally filled by bauxite and exposed by the excavations in the Németbánya–III open-pit.

1. A mélytöbrös kifejlődésű Németbánya-III. telepet fedő (világos szürke) alluviális üledékek enyhe nyugatias dőlése.

2. Late Cretaceous karst topography as exposed by the mining operations in deposit Németbánya–XI (protruding cliffs are made up by Late Triassic dolomite).

2. A Németbánya–XI. telep kibányászása során exhumálódott látványos karszttopográfia maradványai (a pozitív formaelemek kőzetanyaga: felső-triász dolomit).



Plate II — II. tábla

1. Sinkhole in Late Triassic dolomite filled by Late Cretaceous bauxite in the south-eastern part of the Iharkút occurrence Németbánya–II deposit.

1. Jellegzetes töbörmorfológia az előfordulás délkeleti részén (Németbánya–II. telep).

2. Karst morphology dissected by a young post-bauxitic fault (Iharkút–IV deposit).

2. Vetővel szabdalts karsztmorfológia az Iharkút–IV. lencsében.

3. A bauxitfekü dolomit és a fedő Csehbányai Formáció közötti szögdiszkordancia (Nb–III. lencse).

3. Angular unconformity between the dolomitic bedrock of the bauxite and the overlying Csehbánya Formation (open pit Nb–III).

4. Dolomittörmelék a bauxit és fedő a Csehbányai Formáció határán (Nb–III. telep).

4. Angular clasts of dolomite in the basal layers of the Csehbánya Formation (Németbánya–III. deposit).

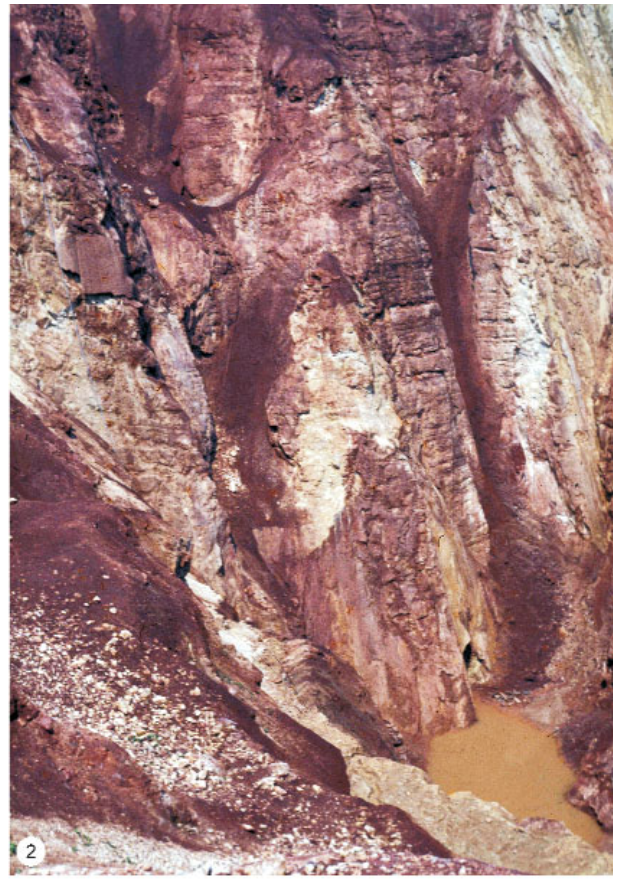
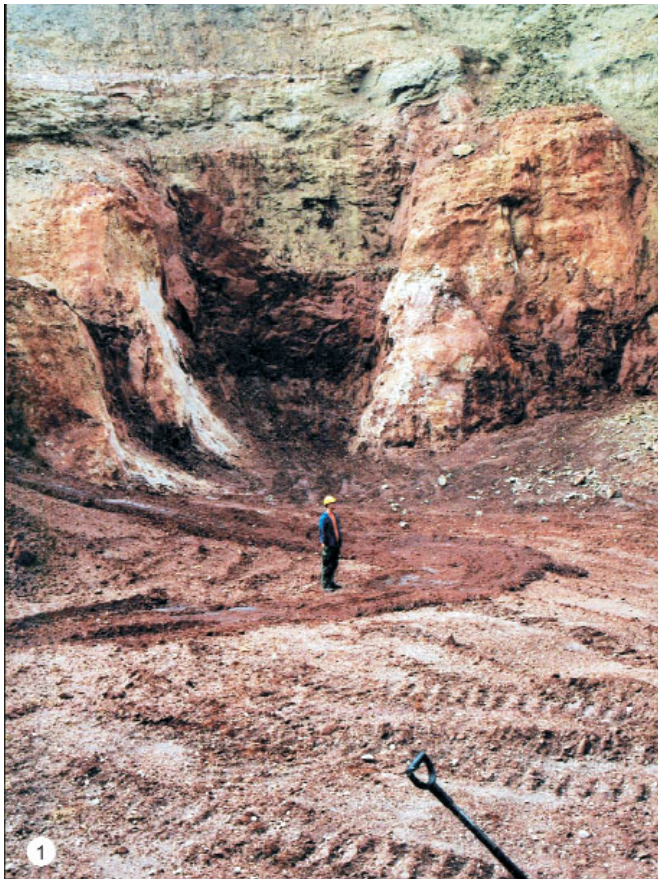


Plate III — III. tábla

1. Redox-alteration of bauxite along the walls of the karstic sinkhole (Németbánya–II deposit).
1. Redox-foltos bauxit a Németbánya–II. telep karsztos oldalfala mentén.
2. Post-bauxitic subvertical fault-plane with near-horizontal slickenside lineations suggesting lateral (strike-slip) displacement (Németbánya–II. deposit).
2. Bauxit-felhalmozódás utáni oldaleltolódásra utaló vízszintes vetőkarcok egy közel függőleges törési sík mentén (Németbánya–II. telep).
3. Horizontal lineation and Mn-oxide precipitation on the surface of a major fault in the Németbánya–III deposit.
3. Vízszintes vetőkarcok és Mn-oxid kiválás a Németbánya–III. telepet határoló nagy vető síkján.
4. Major normal-fault with subvertical lineations exposed by the mining operations.
4. Közel függőleges vetőkarcok egy a bányászat által feltárt normál-vető síkján.

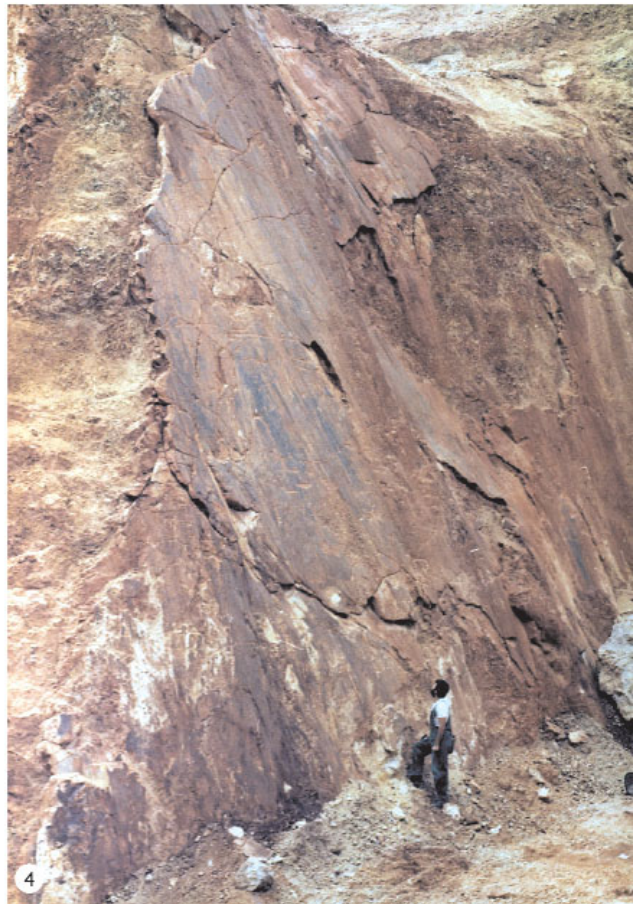
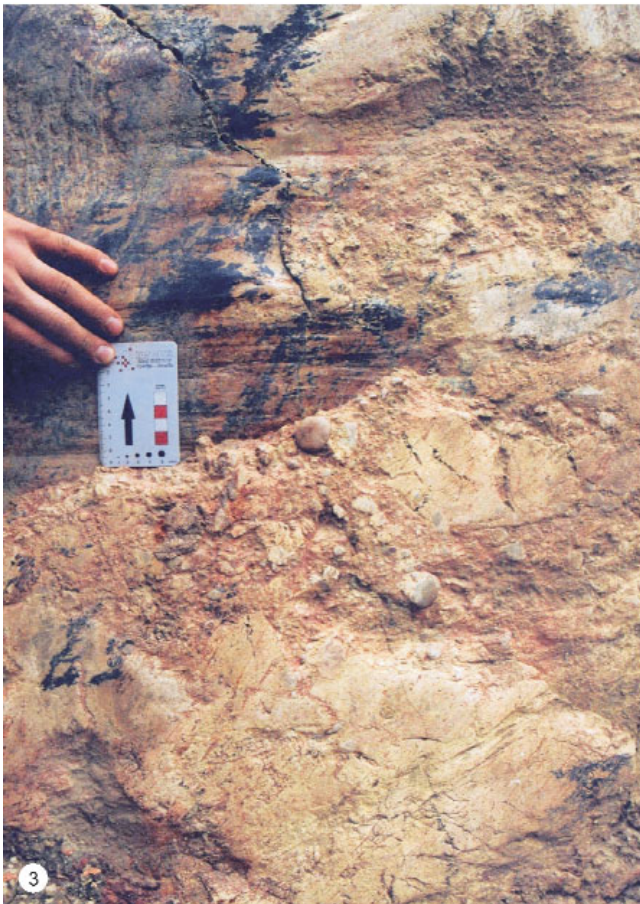
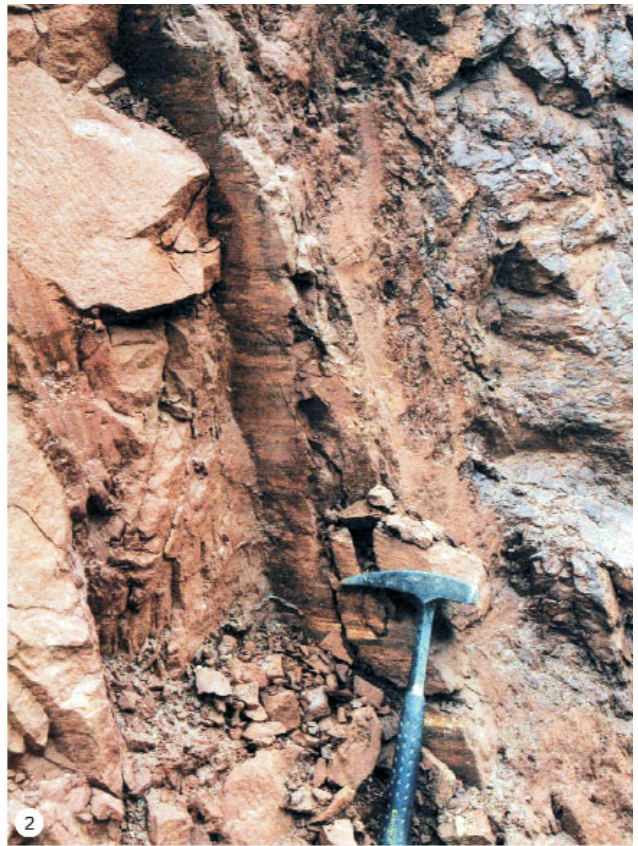


Plate IV — IV. tábla

1. Ooid of high degree of segregation and crystallinity, with subconcentrically arranged 30 to 50 μm size gibbsite crystals and fine-grained boehmite.
1. Jó szegregációs fokú, jó kristályos ooid, koncentrikus elrendeződésű 30–50 μm méretű gibbsitkristályokkal és aprópikkelyes böhmittel.
2. Septaria-like Fe-rich ooid. Concentric and radial fissures/cracks are filled by crystalline gibbsite.
2. Jó szegregációs fokú, szeptária szerű vasdús ooid, koncentrikus és radiális repedéseiben jó kristályos gibbsittel.
3. Joint occurrence of ooids of widely different degree of segregation of the Fe- and Al-rich phases.
3. Különböző szegregációs fokú ooidok együttese.
4. Bauxitic wackestone with predominantly in-situ grown “autochthonous” ooids. Note the diffuse boundary of the cortex towards the enclosing matrix (bottom right).
4. Wackestone szerkezetű, autochton ooidos bauxit, a jobb alsó sarokban az alapanyag felé diffúz határvonalat mutató, helyben nőtt ooiddal.
5. Bauxitic packstone with ooids of widely different degree of segregation suggesting parautochthonous transport.
5. Parautochton átmozgatásra utaló, packstone szerkezetű bauxit különböző szegregációs fokú ooidokkal.
6. In-situ grown autochthonous ooids in a bauxitic wackestone suggesting considerable in situ texture-forming processes after an episode of parautochthonous transport (see ooid top-right).
6. Bauxitos wackestone uralkodóan autochton ooidokkal. A kép jobb felső sarkában látható vasdús-magvú ooid arra utal, hogy az in situ szövetalakulást parautochton átmozgatás előzhette meg.
7. Parautochthonous-clastic, oolitic bauxitic packstone.
7. Erőteltjes parautochton átmozgatásról tanúskodó intraklasztos packstone szerkezetű bauxit.
8. Sheared ooid (early compactional deformation in deep-sinkhole filling bauxite). Note that the shear-planes are restricted to the brittle ooid. They do not continue in the ductile, muddy, (then) not yet lithified matrix: deformation was inhomogeneous.
8. Rétegeterhelés hatására, kora diagenetikusan elnyíródott ooid mélytöbrös kifejlődésű bauxitban. A már litifikálódott szemcse a terhelésre elnyíródással válaszolt, míg az akkor még kevésbé konszolidált mátrixban az elnyíródási síkok nem folytatódnak: a deformáció inhomogén.

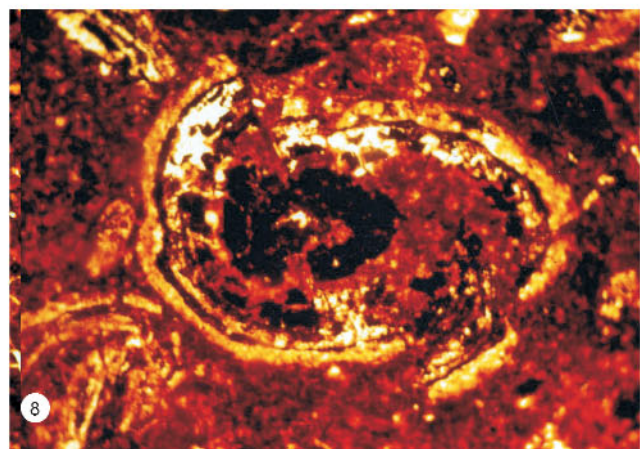
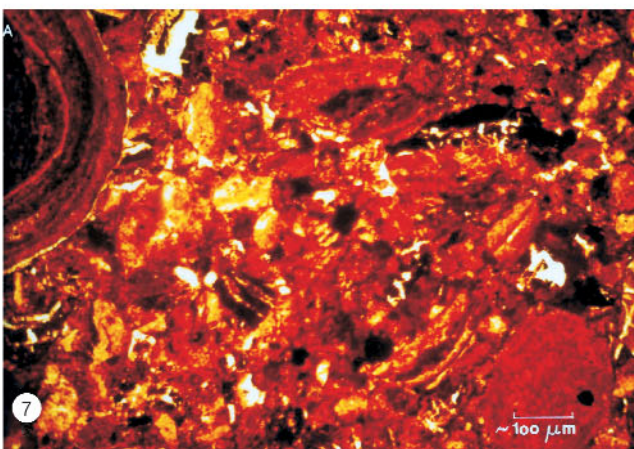
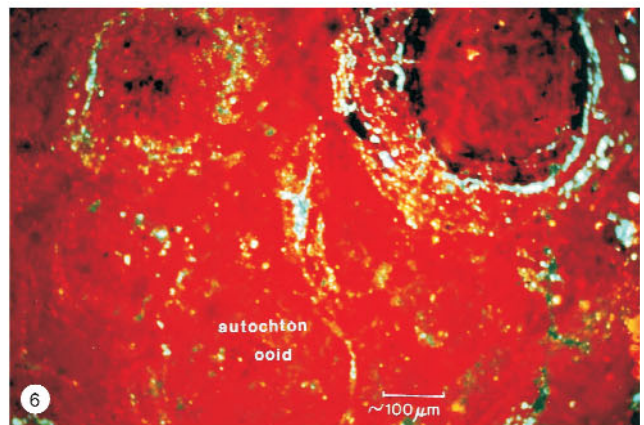
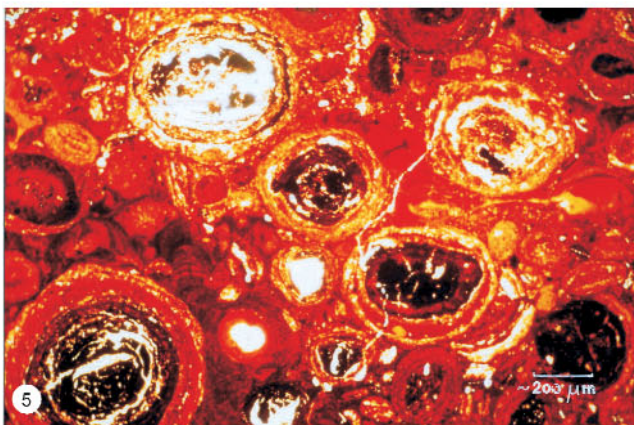
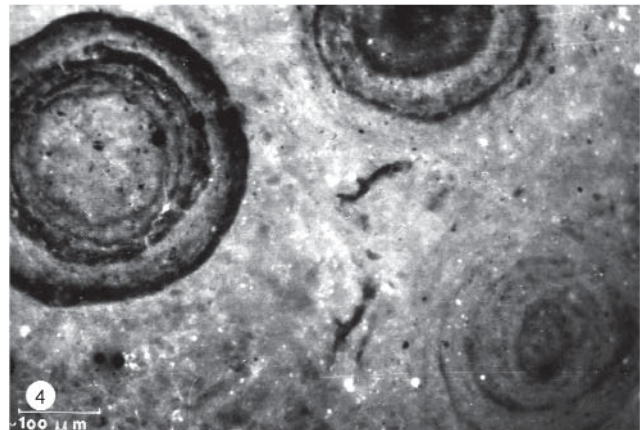
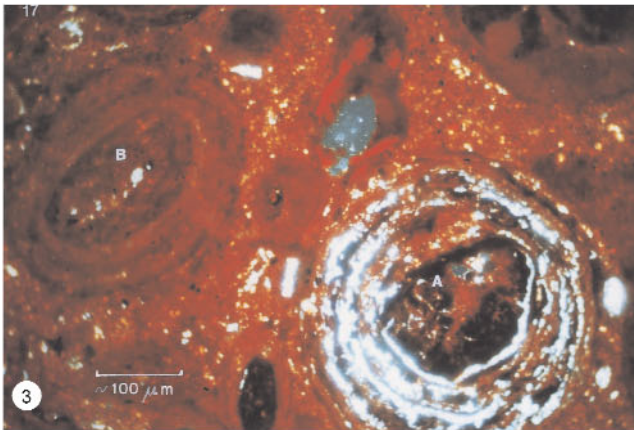
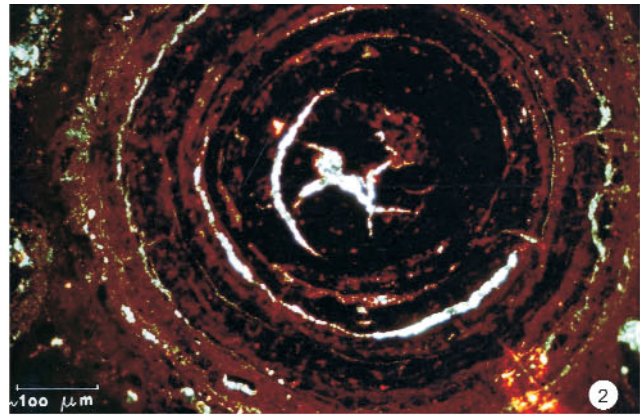
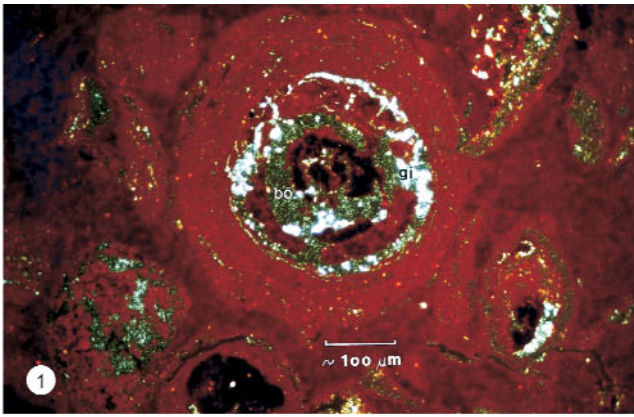


Plate V — V. tábla

1. Basal clay with fine plant detritus (hand specimen). Note the white kaolinitic halo around plant shreds (South Central area).

1. „Fekü agyag”, finom növényi törmelékkal, a növénymaraványok körül fakó kaolinites „udvarral” (Déli-központi terület).

2 and 3. Thin section photomicrographs of the basal clay.

2-3. A fekü agyag mikroszkópi képei.

4. Pale-coloured bauxitic clay intercalation in the upper part of the bauxite body. Note the similarity to the “basal clay” (South Central area) (hand specimen).

4. A „fekü agyaghoz” hasonló fakó, agyagos közbetelepülés a Déli-központi terület bauxitjának felső szakaszán (hand specimen).

5. Pale halo around goethitic pseudomorphs after rootlets, embedded and partially destroyed in the bauxite. Hand specimen, (South Central area, upper part of bauxite body).

5. A bauxittal együtt a töbörbe került s ott elbomlott hajszálgökök utáni goethit pszeuromorfózákat övező fakó „udvar” (Déli-központi terület, a bauxittest felső szakasza).

6. Radially oriented vermicular kaolinite crystals forming a “halo” around a decaying plant-remnant (South-eastern margin, thin section).

6. Sugarasan orientált, kaolinitkristályokból álló „udvar” bomló növényi foszlány körül (Délkeleti perem, vékony-csiszolat).

7. Decayed plant detritus with euhedral pyrite crystals — probable signs of minor early diagenetic sulphate-reduction. South-eastern margin of the occurrence (courtesy of Ms E. SÜDI).

7. Piritesedő növényi maradványok kaolinites fekü agyagban. Valószínűleg kismértékű korai diagenetikus szulfát-redukcióra utal. Déli-keleti perem (SÜDI E. felvétele).

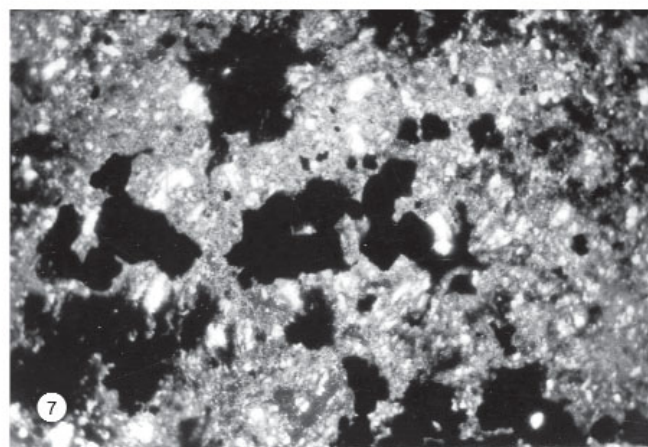
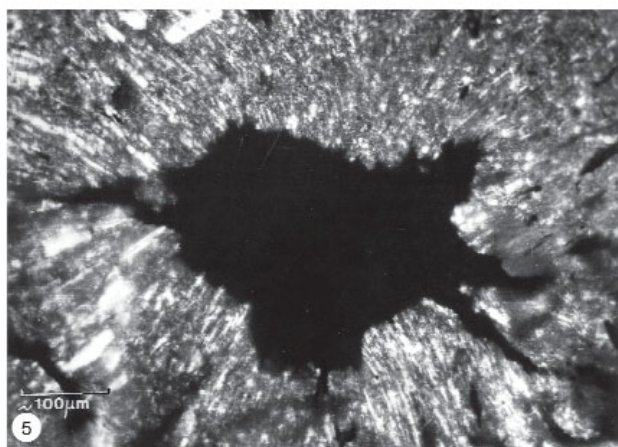
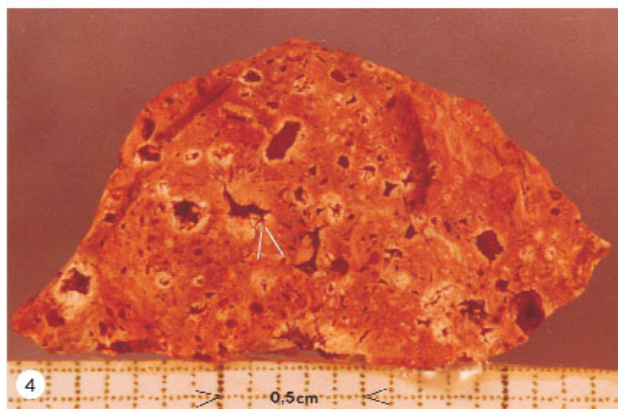
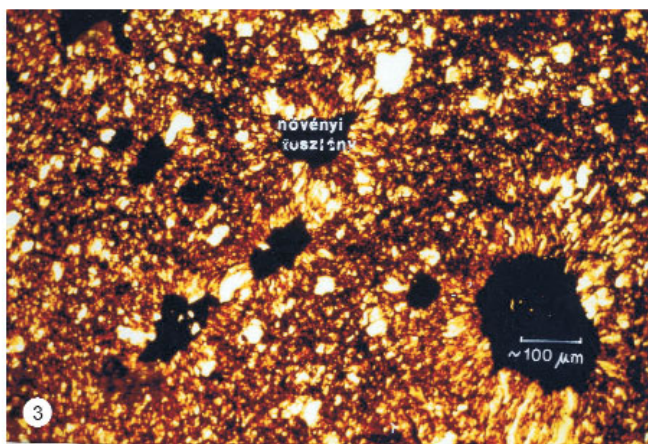
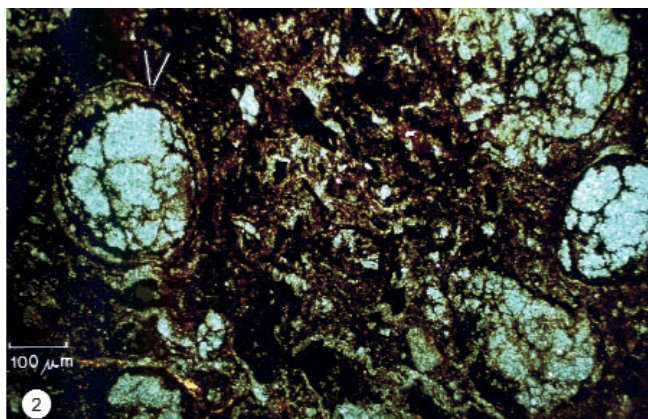


Plate VI — VI. tábla

1. Eluvial-illuvial zonation below a horizon rich in plant detritus (hand specimen).

1. Az üledékfelhalmozódás átmeneti megszakítását jelző növénymaradványos szint, alatta eluviális–illuviális zonációval (Déli keleti perem, kézipéldány).

2., 3. and 4. Thin sections of the same 2) plant shreds surrounded by kaolinitic halo, 3) pale deferrification patches in the bauxite underlying (2), 4) illuvial concentration of Fe-oxide in the intergranular space of the oolitic bauxitic wackestone/packstone. South Central area.

2., 3. and 4. Az eluviális–illuviális zonáció vékonycsiszolati képei: 2) növénymaradványos szint, 3) foltosan vastalanodott bauxit (eluviális zóna), 4) illuviális Fe-oxid dúsulás a z oolitos wackestone/packstone szövetű bauxit szemcséi közötti pórusokban.

5. Weathered siltstone intercalation in the bauxite (South-eastern margin).

5. Az iharkúti bauxitban több szintben közbetelepülő mállott aleurolit vékonycsiszolati képe (South-eastern margin).

6. Pale-coloured kaolinitic clay, impregnated with calcite along the interface between bauxite and the enclosing karstified dolomite. South-eastern margin.

6. Kalcittal impregnált, fakó, agyagos „karszt-kontakt” fácies a bauxit és a bezáró karsztöbör oldalfalának határáról (Déli–Délkeleti perem).

7 and 8. Heavily altered bauxite from a post-bauxitic fault-zone, hand specimen (7) and thin section (8).

7–8. „Vetőfácies”, utólagos vetősík mentén kialakult, elváltozott bauxit, kézipéldány (7) és vékonycsiszolat (8).

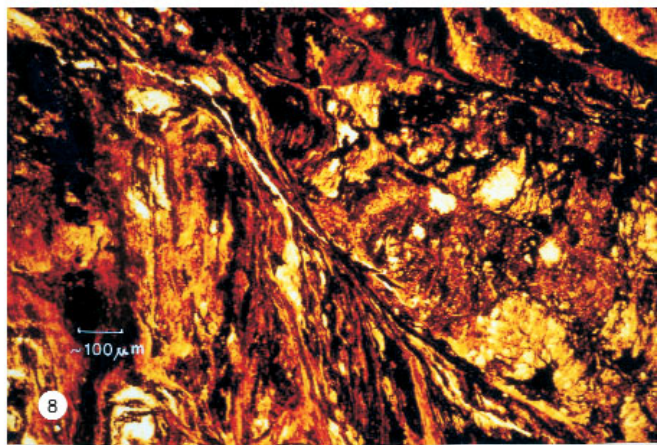
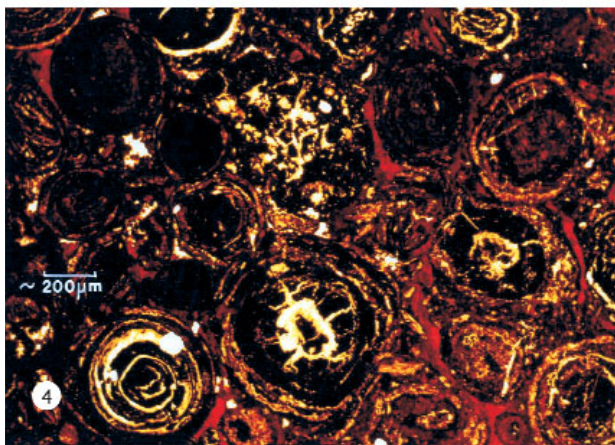
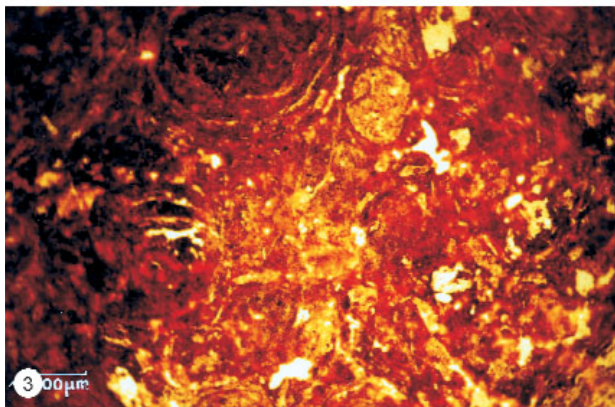
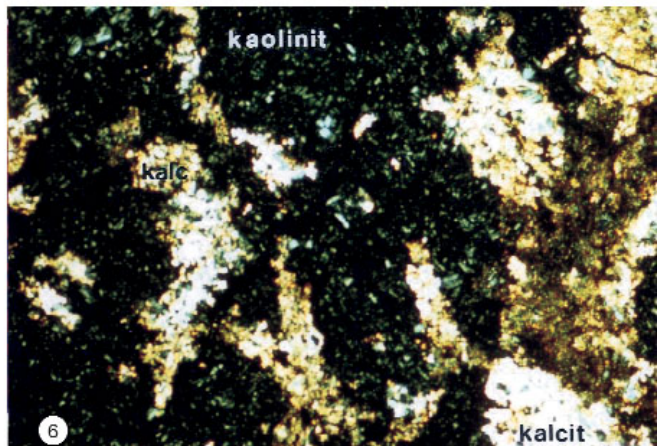
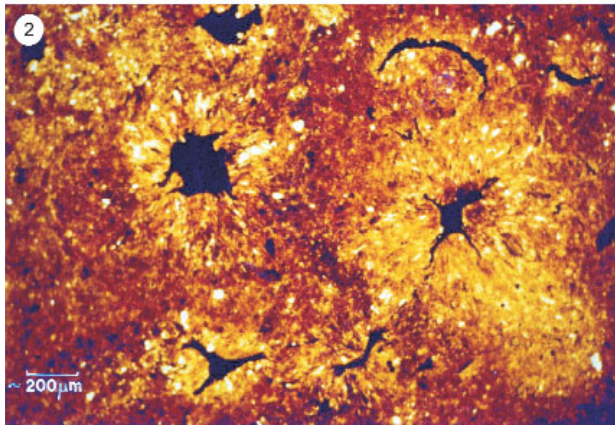
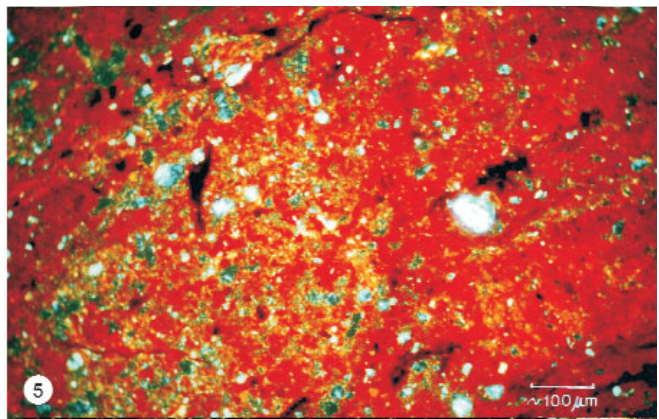
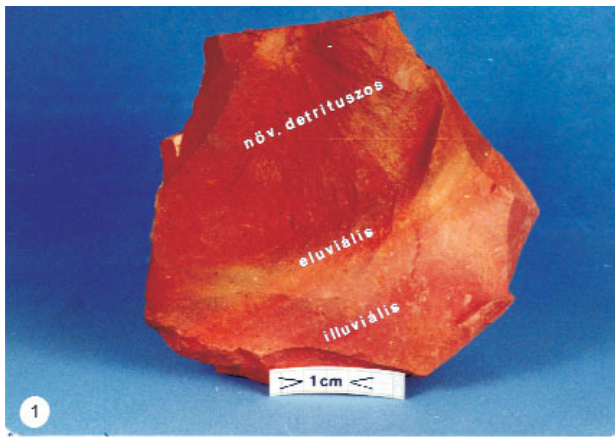


Plate VII — VII. tábla

1. The NE part of the Iharkút–I deposit (1975)
1. Iharkút–I. telep ÉK felé nézve (1975)

2. The N–NE wall af the Iharkút–I open pit (1975)
2. A külfejtés É–ÉK-i fala (1975)

3. The Németbánya–III deposit (2000)
3. Németbánya–III. telep (2000)

