



György Bárdossy

**The Nyírád-east
bauxite deposit**

**A nyírádi
bauxit-előfordulás
keleti része**

2011, Budapest, Hungary



Occasional Papers of the Geological Institute of Hungary,
volume 212

The Nyirád-east bauxite deposit

A nyirádi bauxit-előfordulás keleti része

Written by — Írta
György BÁRDOSSY

Budapest, 2011

© Copyright Geological Institute of Hungary (Magyar Állami Földtani Intézet), 2010
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 Institute of Hungary — Kiadja a Magyar Állami Földtani 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

ISBN 978-963-671-287-7

Contents — Tartalom

The Nyirád-east bauxite deposit

Introduction	5
The history of the prospection of the deposit area	6
Stratigraphic position	7
Geomorphologic and the depositional features of the bauxite lenses	10
Hydrogeologic situation	14
Tectonic conditions	14
Lithologic composition of the lenses	15
Structures and textures of the lithologic types	19
The chemical composition of the bauxitic sequence	23
The main chemical components of the bauxite sequence	23
Al ₂ O ₃ content	24
SiO ₂ content	29
Fe ₂ O ₃ content	31
TiO ₂ content	35
Ignition loss	38
Accessory chemical components of the bauxite sequence	41
CaO content	41
MgO content	42
P ₂ O ₅ content	42
The sulphur content	42
The manganese content	42
Organic C content	43
The interrelation between the chemical components	43
The trace elements of the bauxite sequence	48
The mineral composition of the bauxite sequence	50
Evaluation of the origin of the bauxite deposit	51
Evaluation of the exploration and of the exploration reports	52
Evaluation of the exploration methods	61
Possibilities of further explorations	63
Experiences in the estimation of the resources	63
Summary	64
Acknowledgements	64

A nyirádi bauxit-előfordulás keleti része

Bevezetés	65
Az előfordulás megismerésének története	65
Rétegtani helyzet	66
Az előfordulás geomorfológiai és teleptani jellemzői	67
Hidrológiai helyzet	71

Tektonikai viszonyok	71
A lencsék kőzettani felépítése	72
A bauxitos kőzetfajták szövete és szerkezete	75
A bauxitösszlet fő és járulékos kémiai komponensei	78
A bauxitösszlet fő kémiai komponensei	78
Al_2O_3 -tartalom	78
SiO_2 -tartalom	82
Fe_2O_3 -tartalom	85
TiO_2 -tartalom	88
Izzítási veszteség	90
A bauxitösszlet járulékos komponensei	93
CaO-tartalom	93
MgO-tartalom	94
P_2O_5 -tartalom	94
Kéntartalom	94
Mangántartalom	94
Szervesszén (C_{org}) tartalom	94
A fő és járulékos komponensek összefüggései	95
A bauxitösszlet nyomelemei	98
A bauxitösszlet ásványos összetétele	99
A bauxit-előfordulás genetikai értékelése	100
A bauxitkutatás és a zárójelentések ismertetése	100
A kutatások módszertani értékelése	105
További kutatások kilátásai	107
A készletszámítások módszertani tapasztalatai	107
Összefoglalás	108
Köszönetnyilvánítás	108
References — Irodalom	109
Enclosure — Melléklet	111

The Nyirád-east bauxite deposit

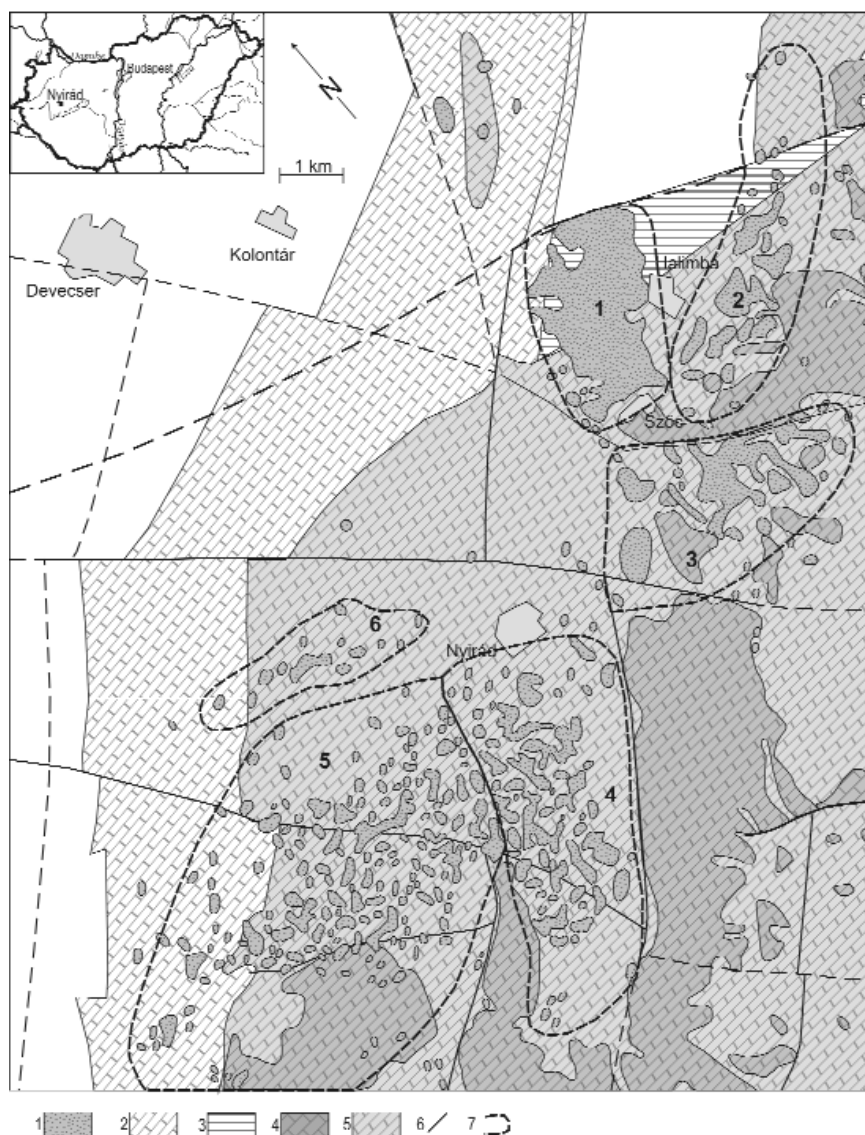
Introduction

The area of this monograph is situated in the south-western part of the Bakony Mts, Transdanubia. The Halimba, Malom-völgy and Szóc deposits have been described in the last years in the form of monographs by the author of the present monograph, in English and Hungarian languages. The large Nyirád deposit is situated to the south-west of them. The Nyirád deposit is geologically divided into four parts: Nyirád-east (Deáki Hill), Nagytárkánypusztá, Csabpuszta and Lengyelmajor (Figure 1). I evaluated the Nyirád-east deposit by the present monograph, as it is closest to the above mentioned three evaluated deposit areas. The same topics have been evaluated in this monograph as in the former ones. For this reason a systematic comparison with them could be carried out.

Figure 1. The main bauxite deposits of the south-western Bakony Mountains. Geologic map of the Pre-Neogene Formations.

1 – bauxite deposits, 2 – Late Cretaceous sediments, 3 – Late Triassic Kössen Formation 4. Late Triassic dolomite Formation on the surface 5 – the same formation, below Neogene sediments, 6 – main tectonic lines, 7 – contours of the bauxite lenses. The black numbers indicate the main bauxite deposits: 1 – Halimba, 2 – Halimba, Malom-völgy, 3 – Szóc, 4 – Nyirád-east, 5 – Nyirád, Nagytárkány, Darvastó, Csabpuszta, 6 – Nyirád, Lengyelmajor

1. ábra. A Délnyugati-Bakony bauxit-előfordulásai (fedetlen földtani térkép)
1 – bauxittelepek, 2 – felső-kréta üledékek, 3 – felső-triász Kösseni Formáció, 4 – felső-triász Földolomit Formáció a felszínen, 5 – felső-triász Földolomit Formáció neogén üledékek alatt, 6 – törésvonalak, 7 – a bauxit-előfordulások körvonalai – A fekete számok a bauxittelepeket jelzik: 1 – Halimba, 2 – Halimba, Malom-völgy, 3 – Szóc, 4 – Nyirád keleti rész, 5 – Nyirád-Nagytárkány, Darvastó, Csabpuszta, 6 – Nyirád, Lengyelmajor



The history of the prospection of the deposit area

The prospecting activities of the entire Nyirád deposit-area have been first described by BARNABÁS (1966) and later by VIZY (1999).

The geologic evaluation of the area started in 1921 by the foundation of the “Tapolca Mining Company”. Eleven founding members have been registered, among them the renown professor of geology at the Vienna University, E. F. Suess. The prospecting for bauxite started in the Malom-völgy area, to the south of the village of Halimba. The results of the prospecting were reported in my Malom-völgy monograph (BÁRDOSY 2009).

After a general geologic reconnaissance mine-licenses were obtained in the Nyirád-east area in 1924, The Aluérc Co. started exploration by drilling in 1926. Soon two bauxite lenses have been discovered, named Arnold and Edgár. The exploration was less successful in the other parts of the area. For this reason the mine licenses were sold to the Hungarian Bauxite Mining Co, and the Arnold and Edgár lenses were bought by the Transdanubia Co.

The Hungarian Bauxite Mining Co. restarted the exploration and some further bauxite lenses were detected., named Sándor, Károly and Gábor. The geologic activities were directed by professor K. Telegdi-Róth and by Z. Ajtai, a mining engineer. The latter published the main results in 1941 (AJTAI 1941). The prospecting was gradually extended to the entire area of the Nyirád-east deposit. Open pit mining started on the Arnold and Károly lenses and underground mining on the Sándor and Gábor lenses.

The years of the Second World War brought expansion of the bauxite mining. Drilling exploration increased and resulted in the discovery of further three lenses, named Gyula, Ferenc and Tánácsics I (Figure 2). The geological works were directed by the geologist Z. SCHRÉTER (1944, 1945). A new underground mine was opened in 1942 on the Ferenc lens. The Transdanubia Co. carried out further prospecting and they started an open pit in 1943 on the Edgár lens. A further lens was discovered in 1944, named Tánácsics II. Unfortunately, almost the entire prospecting documentation was lost when the front crossed the area.

After the end of the war, in 1948, the renowned Suisse geologist J-G. de Weisse wrote a book on the bauxites of Central Europe (WEISSE 1948). He included in his book a short, but very reliable description of the Nyirád deposit area. He described the stratigraphic position of the bauxite, the main depositional features and the composition of the lenses. He was the first to stress the importance of the Eocene cover.

The Hungarian Bauxite Mining Co. carried out in the years 1948–1949 further prospecting in the northern part of the deposit area called Dült-nyíres.

In 1950 the Soviet–Hungarian Aluminum-Bauxite Co (Maszobal) was formed according to the peace treaty of the Second World War. A new company was founded for the prospection of bauxite in Hungary. The company was named Bauxite Prospecting Expedition. It started systematic prospecting by drilling boreholes in 1951 at the Izamajor deposit area. A first report about the prospecting results was prepared by Gy. Bárdossy in 1952 (BARNABÁS, BÁRDOSY 1952). Ten new lenses were discovered and a “final report” was prepared in 1954 (BÁRDOSY 1954). The report included all the newly discovered lenses. It did not extend to the neighbouring Edgár lens, as it was already partly excavated. The mining of these lenses started in 1953. In a next step the prospecting extended in northern direction to the area called Alsó-Nyirád Forest. In a further step the neighbouring Dült-nyíres area was prospected and finally the Nyirád Basin area up to Nyirád village.

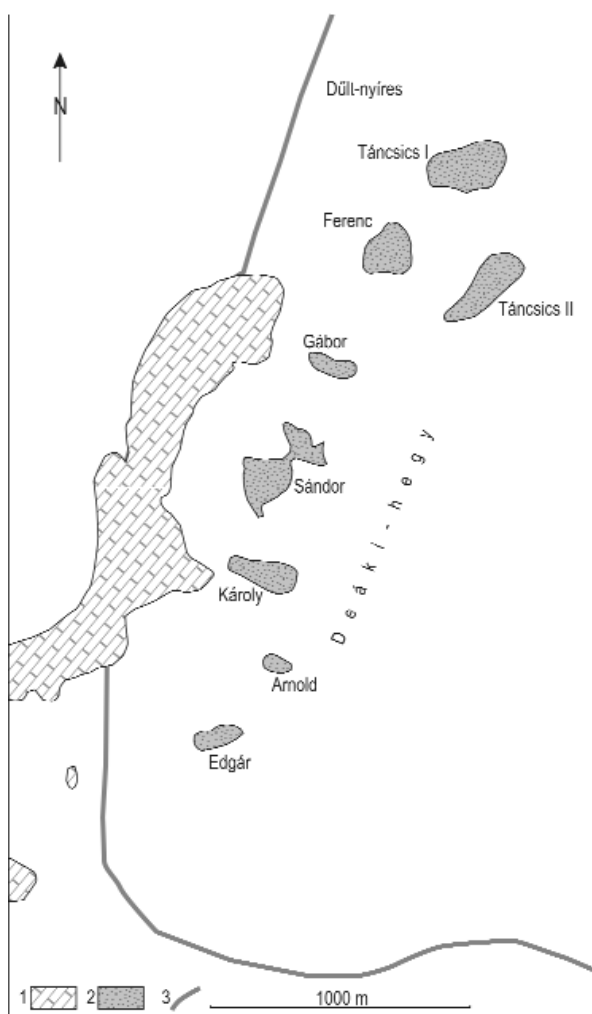


Figure 2. Bauxite lenses, discovered before and during the Second World War

1 – Late Triassic dolomite Formation on the surface, 2 – Contours of the bauxite lenses, 3 – Contour of the present monograph

2. ábra. A második világháború előtt és alatt kimutatott bauxitlencsék

1 – felső-triász Földolomit a felszínen, 2 – a bauxitlencsék körvonalai, 3 – jelen monográfia területének körvonala

Maszobal was replaced in 1954 by the state owned Hungarian Aluminum Company. Its name was changed in 1991 to Hungalu Co. An overall privatization of the company occurred in 1995. The prospecting was continued by a new private company called Geoprospect Ltd. The mining of the bauxite was continued in the entire Halimba–Szóc–Nyirád area by a private company called Bakony Bauxite Mines Ltd. Geoprospect Ltd. was merged into this company in 1995.

Stratigraphic position

The stratigraphic setting of the Bakony Mts was studied by several (VADÁSZ 1946) authors. The newest and most up-to-date study has been written by TARI, HORVÁTH (2010). The stratigraphic position of the entire region, including the Nyirád bauxite deposit area is shown of Figure 3. The diagram extends from the Late Jurassic to the Late Eocene and it includes the three bauxitic stratigraphic horizons of the Bakony Mts. The deposits of the Nyirád area belong to the newest horizon (Early Eocene – Ypresian). The bauxite deposits of the Malom-völgy and Szóc areas belong also to this horizon. The bauxite horizon of the Halimba deposit is older, being of Late Cretaceous – Coniacian age.

The stratigraphic structure of Nyirád-east monograph area is known from more than 4000 prospecting boreholes executed in this area by core drilling. The oldest sediments are of Late Triassic – Norian age. A thick sediment sequence was formed at this time, called Main Dolomite Formation. Outcrops of the formation occur in the southern and south-eastern part of the monograph area. A narrow outcrop of the dolomite extends along the western edge of the monograph area separating the Nyirád-east deposit from the even larger western one (Figure 4). The Main Dolomite Formation is the immediate footwall of the bauxite lenses in the monograph area. The dolomite is light grey coloured, hard and massive. It has a thickness of several hundred meters. Very few fossils were found in it. KUTASSY (1935) identified the following fossils in the Main Dolomite Formation in the Ódorögdpuszta area, at the southern end of the monograph area:

Megalodus carinthiacus,
Zygopleura arpadis,
Zygopleura hybrida,
Worthenia contabulata.

The top of the dolomite is strongly weathered in a thickness of 0.5–3.0 m. It is covered at some places by a thin layer of redeposited dolomite debris. The youngest formations of the Late Triassic: the Dachstein Limestone Formation and the Kössen Limestone and Marl Formation were not detected so far in the area of the monograph. Jurassic and Cretaceous sediments are absent as well. Late Cretaceous sediments were found by drilling some kilometres to the north-west of the monograph area. They extend from the Halimba area in the north-east to the village of Csabrendek on the west (Figure 1).

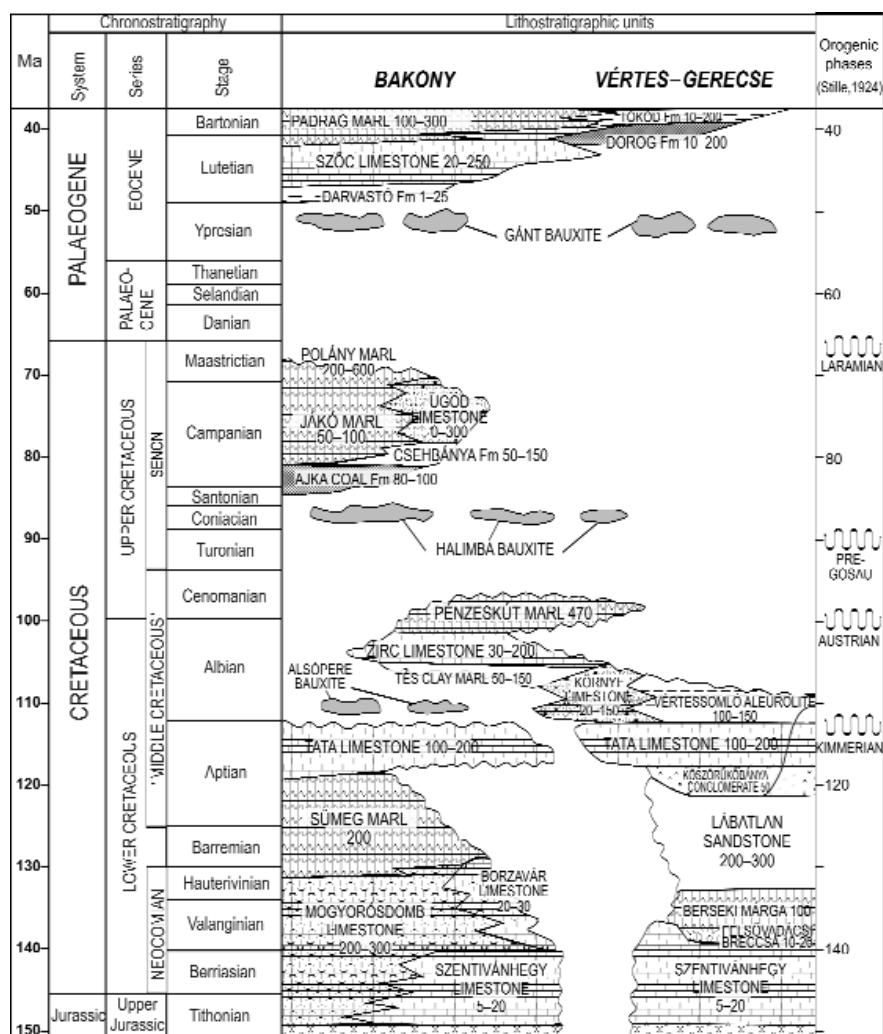


Figure 3. Stratigraphic position of the geologic formations in the Transdanubian Range from the Late Jurassic to the Late Eocene (HORVÁTH, DOMBRÁDI 2010)

3. ábra. A Dunántúli-középhegység képződményeinek rétegtani helyzete a felső-jurától a felső-eocénig (HORVÁTH, DOMBRÁDI 2010 szerint)



Figure 4. Map of the bauxite lenses in the area of the monograph 1 – bauxite lenses, 2 – Late-Triassic dolomite Formation on the surface, 3 – contours of the extent of the Eocene cover, 4 – main tectonic line, 5 – contours of the sectors within the monograph area

4. ábra. A monográfia területének teleptani térképe

1 – a bauxitlencsék kiterjedése, 2 – felső-triász Földolomit Formáció a felszínen, 3 – az eocén korú fedőrétegek kiterjedésének határa, 4 – fő törésvonal, 5 – az előfordulás részterületeinek körvonala

The immediate cover of the bauxite lenses is a transgressive sequence of Middle Eocene age. Outcrops of Eocene sediments occur along the south-western edge of the monograph area following the outcrops of the Triassic dolomite. Further to the east they are covered by sediments of Miocene age. The original thickness of the Eocene sequence is not known, because the upper part has been eroded. The maximum thickness measured in the boreholes is 90 m. The thickness of the Eocene sequence gradually diminishes in south-east direction. The line of total erosion is indicated on Figure 4.

The Eocene sediments extended presumably originally to the southern edge of the deposit area. This is confirmed by the remains of Eocene sediments detected by prospecting boreholes to the east of Ódörögdpusztá. Their thickness varies from 1 to 48 m (Figure 5). On the other hand, to the west of Ódörögdpusztá only debris of Eocene rocks was found.

The facies and the lithologic composition of the Eocene sediments are very similar to those of the Halimba and Szóc areas and to those in the west of the monograph area. The immediate cover to the bauxite lenses belongs to the Darvastó Formation of Middle Eocene age. It starts with ochre and brown coloured, well stratified clay of 0.5–3.0 m thickness. No fossils were found in it. It contains at some places debris of redeposited bauxite. This clay is absent in several places along the eastern edge of the dolomite outcrops.

The ochre clay is covered by dark grey to black, well stratified clay, containing lignite intercalations, pyrite and marcasite grains. The clay is thickest over the flat depressions of the bauxite and dolomite surface, where it reaches 11 m. It contains Foraminifera fossils and debris of Molluscs in its upper part. The grey clay layer is most distributed and thickest in the northern part of the monograph area. It corresponds to the slow transgression of the Middle Eocene Sea, progressing from the north-west in south-eastern direction.

The Darvastó Formation is covered with continuous sedimentation by the Szóc Limestone Formation. It contains in its lower part large quantities of Miliolinae and Alveolinae. They are replaced upward by Nummulinae. Fossils of Molluscs are also frequent. The limestone is of ochre to brown colour, medium hard and massive. It contains locally marly intercalations. The formation is of shallow-marine facies, sedimented not far from the ancient coast line. The lower part of the formation contains locally dolomite debris of 2–4 cm size. They indicate the closeness of the coast with strongly waved conditions. Lithothamniums and Echinoidae were also found in the upper part of the formation.

The original total thickness of the Szóc Limestone Formation is also unknown because of later erosion. The remaining maximum thickness is 25–40 m. Shallow erosional valleys were formed at some places on the top of the Eocene sequence. The Nummulinitic limestone is overlain close to Nyirád village by a limestone containing Orthophragminae.

An overall uplift occurred after the end of the Eocene in the entire south-western Bakony Mountains, accompanied by erosion of the older rocks. No sediments of Oligocene and Early Miocene were found in the area of the monograph. Sedimentation started only in the Middle Miocene with sand and gravel layers, called Pusztamiske Formation. The pebbles consist of quartz and they are of 10 cm maximum diameter. The thickness of this formation is 3–15 m. No fossils were found in it. The Miocene formation is thickest along the north-east–south-west axis of the monograph area. It is partly of fluvial, partly of coastal-marine facies. It contains at some places limestone intercalations of 0.5–2.0 m thickness.

The gravel sequence is covered by a limestone sequence containing Lithothamninae fossils. It is called Rákos Limestone Formation. Its top is also eroded at several places. The remaining thickness varies from 5 to 30 m. The limestone is white, porous of chalky structure. It contains disseminated quartz pebbles of less than 2 cm size. Marine Foraminifera and fossils of Molluscs were found in it. The lower part of the sequence contains fossils of *Heterostegina costata* species.

The Rákos Limestone Formation is covered in the northern part of the monograph area by a limestone containing large amounts of the *Hydrobia ventrosa* fossil. The limestone is of Sarmatian age according to BARNABÁS (1957). Its thickness varies from 5 to 70 m depending on the subsequent erosion. Surface outcrops of the formation occur to the north of Nyirád village. The limestone contains locally thin clay and marl intercalations. The formation is of continental sweet-water origin. The sequence ends at some places by gravel of 1–2 m thickness.

The Pliocene is represented by continental sediments of various compositions, such as clay, sand, gravel and conglomerate. Its thickness varies generally from 1 to 10 m, but it reaches locally 50 m too — mainly in the south of the monograph area.

Basaltic volcanic activity occurred during the Late Pliocene about 4 km to the south-east of the monograph area. A volcanic hill, named Haláp was formed. It is called Tapolca Basalt Formation. The volcanic activity did not extend to the monograph area.

The Quaternary is represented by sand, clay and slope debris containing dolomite and limestone debris. Its thickness varies from 1 to 13 m. Thin layers of the Quaternary occur at several places of the monograph area.

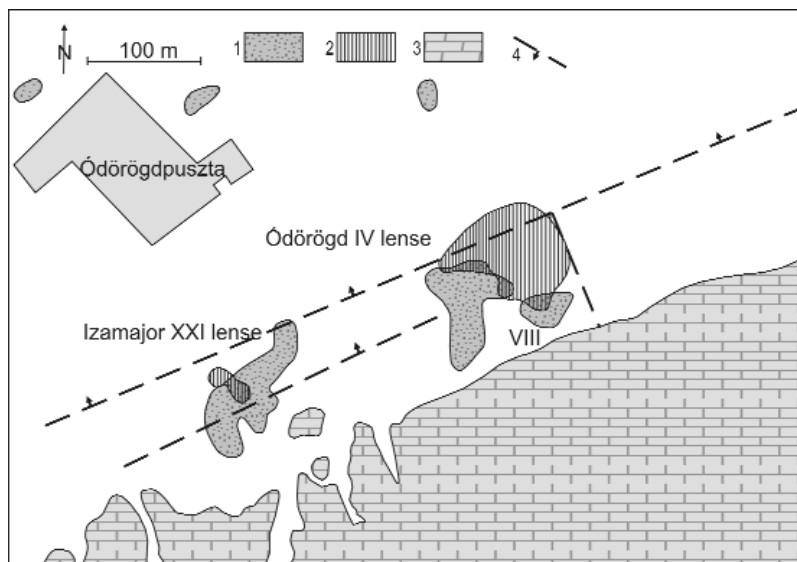


Figure 5. Map of the bauxite lenses, situated to the east of the Ódörög manor
1 – extent of the bauxite lenses, 2 – extent of the Eocene cover, 3 – Late Triassic dolomite Formation on the surface, 4 – main tectonic lines

5. ábra. Az Ódörögdpusztától keletre kimutatott bauxitlencsék teleptani térképe
1 – a bauxitlencsék kiterjedése, 2 – az eocén fedőrétegek elterjedése, 3 – felső-triász korú Fődolomit Formáció a felszínen, 4 – fő törésvonalak

Geomorphologic and depositional features of the bauxite lenses

The area of the monograph is situated over the transition of the Bakony Mts into the “Small Hungarian Plain” (Kisalföld). The geomorphology is characterized by a flat basin, elongated in south-west–north-east direction. It starts in the south at Ódörögdpuszta and reaches in the north-east, at Nyirád village the large Nyirád Plain. The basin in the south-east by a line of relatively steep dolomite hills of 280–320 m height. Highest of them is the Cseket Hill (315 m; Figure 4). The surface of the basin slightly emerges in north-western and north-eastern direction. Thus the Izamajor area is at 210–240 m above the sea level and the Dűlt-nyíres area to the north-east of it at 230–260 m level. A large forest covers the entire Deáki-hegy area, called Alsó-Nyirád Forest.

The *geological structure* of the monograph area corresponds to the flat basin and it filled by Neogene sediments, underlain by the Late Triassic Main Dolomite Formation. The bauxite lenses are situated on the surface of the dolomite basement, filling shallow depression of its surface. The area of the monograph is 6.5–7.0 km long in south-west–north-east direction and it is 2.5–3.0 km wide (Figure 4).

The area of the monograph was subdivided into five prospecting sectors. They are called, starting from the south Ódörögdpuszta, Izamajor, Alsó-Nyirád, Dűlt-nyíres and Nyirád Basin sectors. Their extents are indicated on Figure 4. The bauxite lenses received roman numbers in each sector in order of their discovery. Altogether 80 bauxite lenses were detected in the area of the monograph, including 8 lenses discovered and partly excavated during the Second World War. They are called by names, e.g. Sándor.

I evaluated in the monograph separately the lenses of the Izamajor, Alsó-Nyirád and Dűlt-nyíres sectors containing the majority of the bauxite resources. They are called together the Deáki Hill lenses. The Nyirád Basin sector at the northern end of the monograph area has increasingly differing characteristics from the Deáki Hill lenses. Similarly, the Ódörögdpuszta sector at the southern end of the monograph area is also differing from the Deáki Hill lenses, as its lenses have been partly or completely redeposited during the Miocene, because the erosion of the Eocene cover. I distinguished two groups of lenses in this sector, according to their very differing characteristics. The two groups are separated from the lenses of the Izamajor sector by a barren strip of seven hundred metres width.

Unfortunately, most prospecting and mining documents of the above mentioned lenses mined during the Second World War were lost. Additional prospecting was carried out on them during the nineties, and reported by JANKOVICS et al. (1999).

The thickness of the overburden is thinnest along the dolomite outcrops on the north-western edge of the monograph area, being generally less than 10 m. The five lenses to the west of Ódörögdpuszta are also covered only 1–38 m thick sediments of Miocene and Pliocene age. These lenses were entirely redeposited after the erosion of the protecting Eocene cover. On the other hand, the lenses to the east of Ódörögdpuszta are covered by 25–77 m thick sediments. In the Deáki Hill area the thickness of the overburden is least close to the dolomite outcrops and it increases in eastern direction from 10 to 180 m. The thickness of the cover reaches 100–140 m over the Alsó-Nyirád XVI lense. Finally, in the Nyirád Basin sector it increases gradually to 274 m.

In the following the entire material of the bauxite lenses is called bauxite sequence. Its lithologic characteristics will be discussed in the chapter “Lithologic composition of the lenses”. The depositional features of the lenses are presented in Table 1. The entire bauxite sequence and the bauxite have been evaluated separately.

The prospecting of each lense occurred in a regular grid. For this reason, the total number of boreholes on each lense is an important indicator, presented also in the table. There is a large difference between the total number of boreholes dissecting the bauxite sequence, and those detecting the presence of bauxite in it. For instance the drilling grid of the Alsó-Nyirád XV lense consisted of 15 boreholes, but only 3 of them found bauxite. However in most lenses the rate of bauxite is higher, as indicated in Table 1.

The thickness of bauxite is strongly varying. I calculated the average bauxite thickness in each lense. In a second step the weighted average of each sector has been calculated. In a last step I calculated the weighted average of all lenses on the Deáki Hill. It is 3.8 m, larger than the average of the Szóc bauxite (3.3 m) and of the Malom-völgy bauxite (3.1 m).

When comparing the average bauxite thickness of the sectors a gradual trend can be observed. It is largest in the south in the Izamajor sector (4.9 m), followed by the Alsó-Nyirád sector (3.8 m), the Dűlt-nyíres one (3.5 m) and the Nyirád Basin one (3.2 m). The redeposited lenses of the Ódörögdpuszta sector have an average of 3.3 m

I studied in a next step the variability of the bauxite thickness in the boreholes.

The largest averages were found in the lenses No. III and VII of the Izamajor sector (10.2 and 9.3 m). The borehole averages diminish to the east and are only 1.4 m in the lense Izamajor XIV. In the Alsó-Nyirád sector the largest average is 6.9 m in the lense No. VIII. In the Dűlt-nyíres sector the largest average occurs in the lense No. X/A (10.5 m). In the other lenses of the sector it varies from 1.5 to 4.5 m. In the lenses of the Ódörögdpuszta sector the average varies from 2.7 to 5.6 m.

Table 1. Main geological parameters of the bauxite lenses

Name and number of the lenses	Number of boreholes traversing bauxite	Number of boreholes traversing bauxite sequence	Average thickness of bauxite (m)	Average thickness of bauxite sequence(m)	Maximum thickness of bauxite (m)	Extent of the bauxite sequence	Area of the bauxite (ha)
Izamazor							
Edgár	42	27	4.0	15.0	9.5	260×80	0.70
I	20	14	5.3	17.5	15.9	380×160	3.46
II	13	9	5.4	16.9	13.5	220×150	2.29
III	12	9	10.2	24.0	22.5	250×70	1.63
IV	13	10	4.4	14.8	10.1	220×150	2.27
V	10	6	7.3	17.1	12.6	200×70	0.80
VI	9	5	6.7	17.7	16.7	250×80	1.09
VII	11	9	9.3	24.9	21.3	300×60	1.04
VIII	12	8	4.7	21.1	8.5	180×130	1.22
IX	19	13	4.2	15.9	14.0	200×170	3.12
X	8	4	3.9	11.0	7.4	190×110	1.46
XI	5	3	4.8	10.0	9.4	110×70	0.36
XII	13	9	5.8	12.7	11.0	190×110	1.46
XIII	22	12	3.8	15.7	11.6	400×150	2.30
XIV	9	3	1.6	4.7	2.9	330×70	1.11
XV	14	5	1.4	7.7	2.4	300×140	1.76
XVI	59	38	6.3	14.2	12.2	530×320	9.60
XII	37	26	3.1	12.4	6.8	570×200	5.18
XVIII	16	7	2.7	9.6	5.9	350×100	2.26
Alsó-Nyirád Forest							
Ferenc dél	3	8	3.5	7.2	5.6	200×150	0.61
Táncsics II	9	20	4.5	18.1	12.5	400×140	2.40
THIDNy	7	14	3.7	23.0	9.0	350×150	1.77
I	40	69	3.5	18.0	9.9	700×250	9.80
II	7	15	3.4	10.0	6.8	330×150	1.63
III	16	32	5.2	17.8	11.1	550×350	3.68
IV	16	37	4.0	11.7	10.7	550×300	3.51
V	13	17	2.9	9.0	9.0	350×200	1.91
VI	7	19	2.2	8.0	5.2	480×100	0.67
VII	2	8	7.8	12.7	9.0	180×100	0.68
VIII	31	41	6.9	15.0	13.8	700×160	6.95
IX	14	27	3.5	11.1	7.0	500×150	3.40
X	5	11	3.8	8.4	7.2	300×130	1.29
XI	5	9	2.0	6.7	4.8	230×140	1.19
XII	1	2	5.3	6.3	5.9	100×40	0.13
XIII	0	5	0.0	2.2	0.0	150×80	0.00
XIV	13	26	2.9	10.0	7.0	500×100	2.10
XV	3	15	2.0	3.2	2.4	350×300	0.35
XVII	2	6	1.2	3.7	1.4	180×80	0.02
XVIII	2	8	1.2	2.7	1.5	170×140	0.51
XIX	7	9	2.5	10.9	9.1	240×80	1.16
XXI	2	6	1.2	4.2	1.4	250×100	0.25
Dült-nyíres							
III	34	22	2.6	10.7	5.9	350×150	2.63
IV	19	8	3.0	11.6	5.5	350×150	1.11
V	24	5	1.5	9.5	5.0	400×250	2.56
VI	27	12	2.9	9.8	5.3	350×150	1.89
X/a	13	7	10.5	20.1	14.6	150×140	1.11
X/b	45	26	3.9	14.6	11.8	530×150	4.61
XI	30	15	2.9	12.5	10.0	500×150	2.39
XII	6	2	1.8	8.9	2.0	280×60	0.21
XIII	11	3	3.5	7.7	5.5	280×120	0.50
XIV	12	4	1.9	8.2	3.5	270×130	1.30
XV	63	24	4.5	16.8	13.3	940×520	4.67
XXVII	5	0	0.0	7.5	0.0	200×150	0.00
XXIX	10	4	2.8	7.1	4.6	220×100	0.89

Table 1. Continuation

Name and number of the lenses	Number of boreholes traversing bauxite	Number of boreholes traversing bauxite sequence	Average thickness of bauxite (m)	Average thickness of bauxite sequence(m)	Maximum thickness of bauxite (m)	Extent of the bauxite sequence	Area of the bauxite (ha)
Nyirád Basin							
I	19	8	5.0	6.0	11.0	400×300	1.86
II	7	1	5.1	5.1	5.1	700×250	0.20
III	8	0	0.0	0.0	0.0	550×150	0.00
IV	5	2	2.3	10.6	2.7	400×150	0.53
V	5	2	1.6	10.1	2.0	150×200	0.55
VI	1	0	0.0	0.0	0.0	100×50	0.0
VIII	1	0	0.0	0.0	0.0	50×50	0.0
IX	1	0	0.0	0.0	0.0	100×50	0.0
X	1	0	0.0	0.0	0.0	100×100	0.0
XI	4	1	1.9	1.9	1.9	400×150	0.45
ATXVI	98	35	1.9	5.6	6.6	850×450	7.80
Ódörögdpusztá							
Western lense group							
I	33	5	4.8	7.6	10.0	270×110	0.50
II	17	6	5.0	6.4	7.8	250×60	0.70
III	32	2	5.6	11.4	9.8	360×110	0.20
V	18	1	4.2	8.7	4.2	180×60	0.10
VI	27	11	5.5	20.3	18.0	250×80	1.10
Eastern lense group							
IV	12	8	3.7	4.3	6.8	100×70	3.80
VIII	4	3	2.7	5.7	4.0	80×60	0.70
IzaXXI	15	8	3.4	4.3	6.2	270×70	2.20

The maximum thickness in the boreholes of the lenses was also indicated in the Table 1. They are larger than the corresponding values in the Szőc and Malom-völgy lenses. The largest thickness of the entire monograph area was found in the borehole Ni-43 of the Izamajor III lense with 23.5 m. The largest bauxite thickness in the Alsó-Nyirád sector is much less: 13.8 m in the borehole Nd-641, at the lense No. VIII in the Dült-nyíres sector similar results were found: 14.6 m in the borehole Nd-3039 of the X/A lense. Finally, a surprisingly large maximum thickness was found in the lense VI of the Ódörögdpusztá sector: 18.0 m (borehole No-696).

The average and maximum thicknesses of the entire bauxite sequence are generally some metres larger than those of the bauxite. Again, surprisingly large maximum thicknesses of the bauxite sequence were found in several lenses of the Ódörögdpusztá sector (23.8–28.8 m).

The contours of the lenses are generally irregularly shaped. Only some of them have regularly oval or elongated contours. The largest lenses are characterized by sinuous, amoeba-like contours. The lenses of the Dült-nyíres sector have the most irregular contours. An example of it is presented on Figure 6 (Dült-nyíres X/b lense).

The length and width of the entire bauxite sequence is also indicated for each lense in Table 1. Longest is the Dült-nyíres XV lense with 940 m. Most lenses are 300–400 m long and 50–200 m wide.

The area of the bauxite lenses is also indicated on Table 1. Largest is the area of the lense Alsó-Nyirád I with 9.8 hectares. Most lenses have an area of 0.3–4.0 hectares. The area of the entire bauxite sequence is much larger than that of the bauxite. It is largest in the eastern and north-eastern part of the monograph area. Largest is the Alsó-Nyirád XVI lense with 36 hectares extent.

Most lenses are situated below the Eocene protecting cover. Beyond it only in the Ódörögdpusztá sector were detected some bauxite lenses. The contours of the Eocene cover are indicated on Figure 4. The dolomite outcrops presumably formed flat hills along the western edge of the monograph area. For this reason the Eocene sediments did not extend until the outcrops. There is now a 100–300 m wide strip along the dolomite outcrops where the Eocene sediments are absent. As a consequence, part of the Táncsics II lense has been redeposited in the Miocene, because of lack of the protecting Eocene cover. The redeposited bauxite contains at some places quartz grains of sand size.

As indicated on Figure 4, the contour of the Eocene sediments follows the southern edge of the Izamajor lenses, turning to the north-east along the main fault line, situated at the eastern end of the monograph area. This configuration fol-

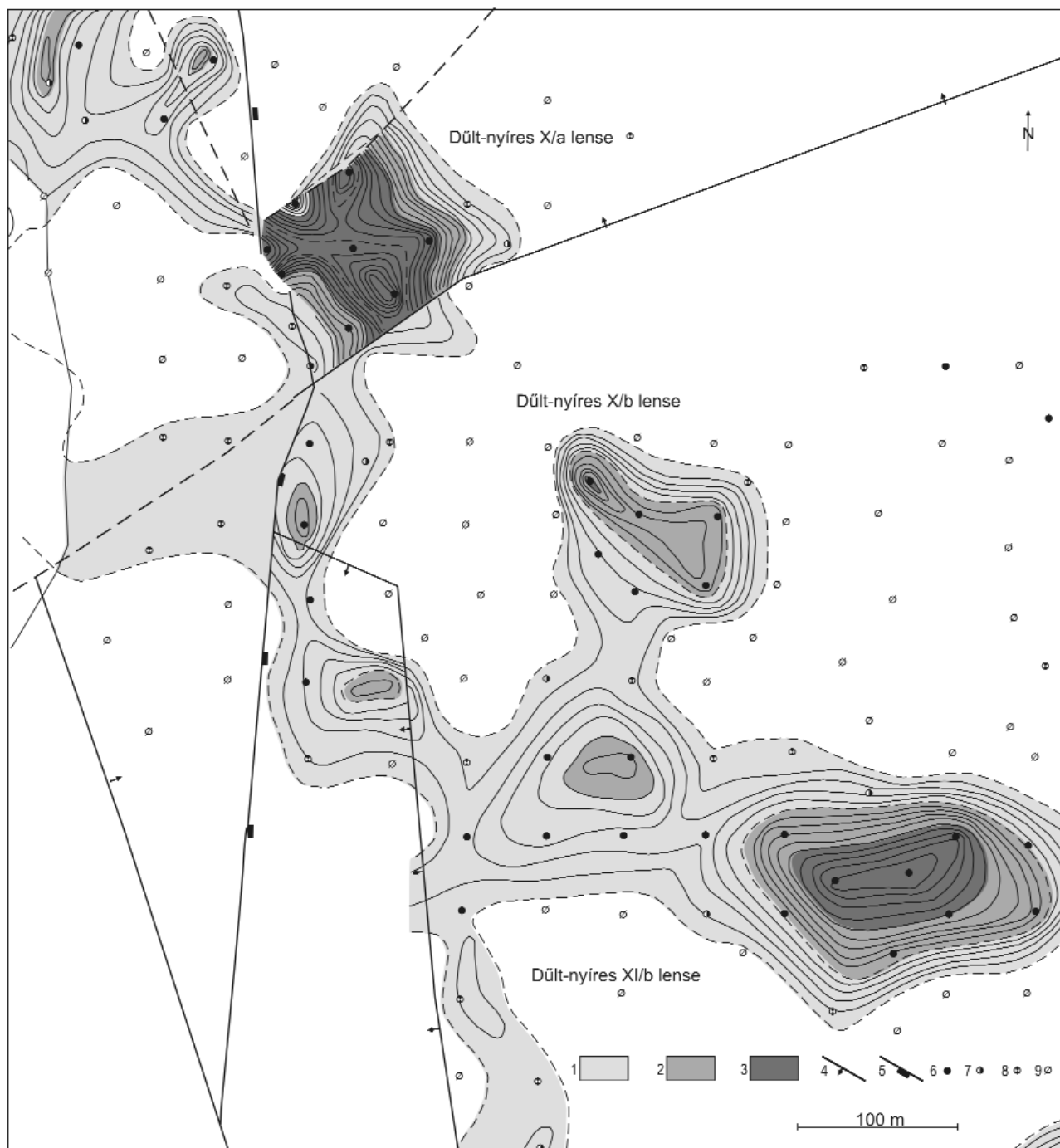


Figure 6. Bauxite lenses with sinuous contours in the Dült-nyíres sector

1 – Bauxite thickness 1–5 m, 2 – Bauxite thickness 5–10 m, 3 – Bauxite thickness >10 m, 4 – fault line, 5 – presumed compressional tectonic line, 6 – borehole dissecting bauxite, 7 – borehole dissecting clayey bauxite, 8 – borehole dissecting bauxitic clay, 9 – barren borehole

6. ábra. Szétágazó körvonalú bauxitlencsék a dúlt-nyíresi részterületen

1 – bauxitvastagság 1–5 m, 2 – bauxitvastagság 5–10 m, 3 – bauxitvastagság >10 m, 4 – vető, 5 – feltételezett feltolódás, 6 – produktív fúrás, 7 – fúrás agyagos bauxittal, 8 – fúrás bauxitos agyaggal, 9 – meddő fúrás

lows presumably the post-Eocene palaeogeography. As already mentioned above, the Eocene sediments extended originally further to the south, to the Ódörög sector. Remains of the Eocene sediments were detected by several boreholes to the east of Ódörögpuszta (Figure 5).

Within the Deáki Hill area the bauxite lenses are generally separated by barren zones of 100–300 m width. At some places the lenses are connected by narrow strips of bauxitic clay (Figure 6). A large strip of lenses was detected cross-

ing the Izamajor sector in north-east direction (lenses XIV, XV, XVIII) and continuing in the Alsó-Nyirád sector (lense Alsó-Nyirád VIII). This strip corresponds presumably to a flat valley — in the time of the bauxite accumulation.

The surface of the lenses is generally flat or slightly undulated. It dips in the Izamajor sector from 1 to 10 degrees into south-east direction. At the western edge of the sector the dip reaches 20–25 degrees, e.g. lense No. III. The direction of the dip turns gradually to the east and to the north-east in the northern part of the monograph area.

KÁROLY, JENEI (1980) presumed that originally the entire Nyirád area was covered by a continuous layer of bauxite and that the present lenses are remains of erosion. In my opinion, this presumption is not likely, as the erosion of such a large quantity of bauxite should have traces in the younger sediments. Redeposition of parts of lenses and of some entire lenses occurred only in the Ódörögd sector, where most of the protecting Eocene cover has been eroded.

Hydrogeologic situation

The entire Nyirád deposit area is characterized by a continuous underground karst-water system situated in the Late Triassic Main Dolomite Formation of high permeability. The formation is strongly fractured and weathered on its top. The original level of the karst-water system was at 175–178 m above sea level. The high permeability of the dolomite did not allow underground mining by passive water-protection in the lenses situated below the karst water level. Instead a large scale regional lowering of the karst water level was applied by pumping the water in the entire Nyirád deposit area. Large tonnages of high-grade bauxite could be excavated by this method. The pumping was stopped in the nineties because of environmental problems and gradually the original karst water level was restored.

Recent governmental instructions do not allow further regional lowering of the karst-water level. These problems are mainly of technical character and they are beyond the aims of this monograph.

Tectonic conditions

The regional tectonic structure of the entire Halimba–Szőc–Nyirád area was modeled by the concept of a tectonically rigid internal massive of LÓCZY (1918). MÉSZÁROS (1983) was the first to point out that large-scale horizontal strike-slip dislocations occurred in the south-western part of the Bakony Mountains, including the above area. These tectonic lines are generally oriented in north-west–south-east direction. Prospecting results confirmed the presumption of Mészáros in both the Halimba and Malom-völgy bauxite areas. I found later a similar tectonic line in the Szőc area too (BÁRDOSY 2010).

HORVÁTH, DOMBRÁDI (2010) published a new tectonic model for the Bakony Mountains and the Balaton-highland. They assumed in this model further horizontal dislocations and an overall nappe structure. These new assumptions are acceptable for the bauxite areas of this region. However, I did not find so far any large scale horizontal dislocation in the present monograph area. Short horizontal dislocations of maximum some 100 m scale have been detected at several places.

The main type of tectonic dislocation in this area is of dilatational character (faults). Most important is the tectonic line bordering the monograph area from the south-east. It continues in north-east direction along the western edge of the large Halimba deposit (Figure 1). This line forms a morphologic step with low dolomite hills on its south-eastern side. The dolomite was downfaulted on the north-western side in several tectonic steps.

A major fault line was detected by prospecting boreholes in the Izamajor sector. It is north-west–south-east directed and the eastern side is downfaulted. North-east–south-west directed faults are most frequent in the Alsó-Nyirád and Dült-nyíres sectors. On the other hand, the bauxite lenses to the west of Ódörögd are tectonically not dislocated.

The bauxite mining discovered several smaller faults of 5 to 20 m dislocation. Their most frequent dip is 70–80 degree. Some of these faults are of “preforming” character that is they were formed before the accumulation of the bauxite sequence. These older and the younger faults may occur close to one another in the same bauxite lense. This can be seen in the geologic profile I constructed across the lense III of the Izamajor sector (Figure 7). Similar preforming faults were detected also in other lenses of the Izamajor sector. The Dült-nyíres X/a lense is surrounded from three sides by preforming faults (Figure 6). This is the reason for the large thickness of the bauxite sequence in this lense.

BARNABÁS (1957) studied the age of the faults in the Nyirád deposit area. According to his studies, the tectonic lines of the area were formed during the Austrian, Subhercinian, Laramian, Pyrenéen and Stirian orogenic phases. The Pyrenéen and Styrian ages are most frequent in the Nyirád area, according to my observations in the mines.

I did not find tectonic dislocations of compressional type in the Izamajor sector (BÁRDOSY 1954). The authors of the Aluterv-FKI report (KOMLÓSSY et al. 1977) presumed the presence of a compressional upthrust in the Dült-nyíres X/a lense. This is possible, but it should be confirmed by further observations. The authors of the report on the Edgár lense

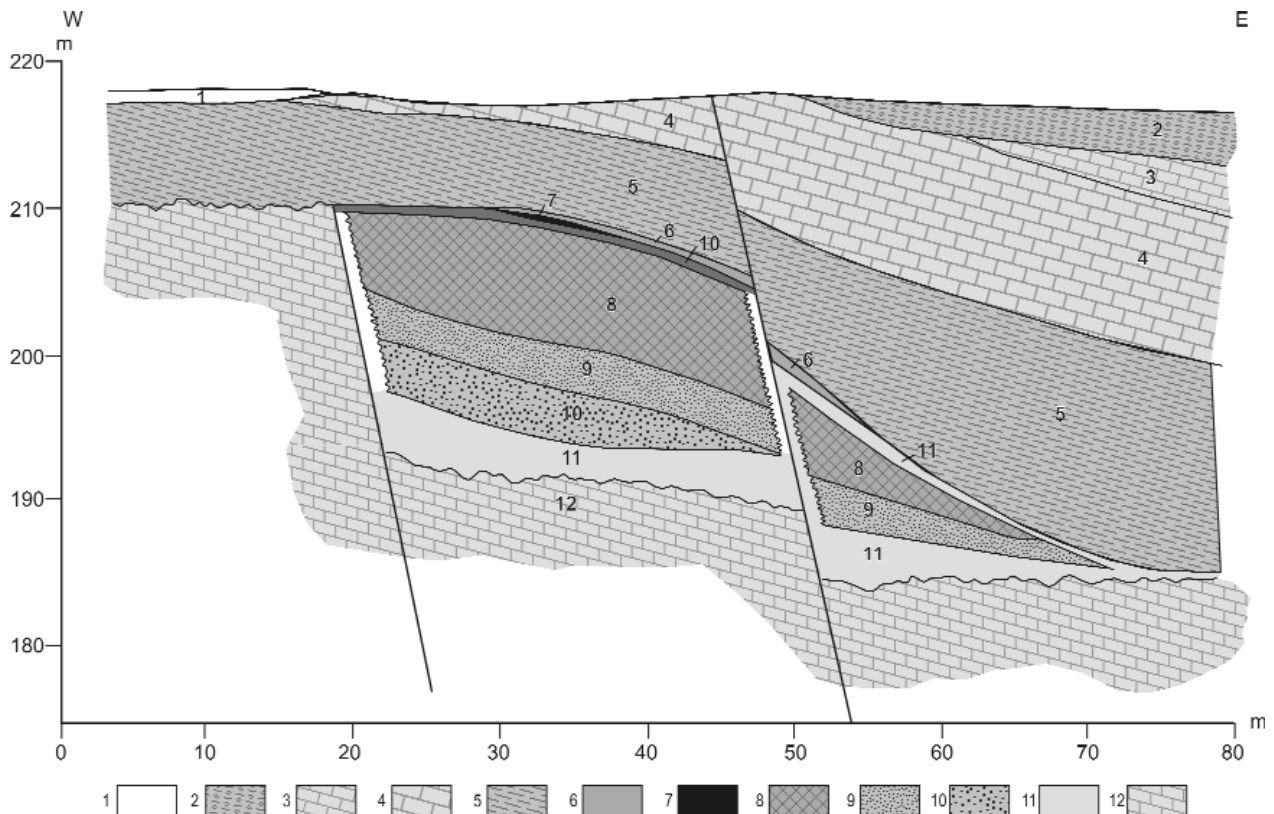


Figure 7. Geologic profile across the Izamajor III bauxite lense

1 – Pliocene sand and clay, 2 – Pliocene gravel with clay, 3 – Tortonian limestone with Lithothamnium, 4 – Middle Eocene Nummulitic limestone, 5 – Middle Eocene Miliolinitic limestone, 6 – Middle Eocene lignitic clay, 7 – Middle Eocene mottled clay, 8 – Bauxite, 9 – lower quality bauxite, 10 – Clayey bauxite, 11 – Bauxitic clay, 12 – Late Triassic dolomite

7. ábra. Földtani szelvény a Nyirád izamajori III. lencsén át

1 – pliocén homok és agyag, 2 – pliocén agyagos kavics, 3 – tortonai lithothamniumos mészkő, 4 – középső-eocén nummuliteszes mészkő, 5 – középső-eocén miliolinás mészkő, 6 – középső-eocén szenes agyag, 7 – középső-eocén tarka agyag, 8 – szorosan vett bauxit, 9 – gyengébb minőségű bauxit, 10 – agyagos bauxit, 11 – bauxitos agyag, 12 – felső-triász Földolomit

(JANKOVICS et al. 1999) also presumed the presence of a compressional dislocation in this lense. This presumption also requires further confirmation.

Lithologic composition of the lenses

The following lithologic types could be distinguished in the bauxite lenses of the monograph area. The same ones as in the Szőc and Malom-völgy deposits:

1. Bauxite $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 42\%$, $\text{SiO}_2 \leq 9,9\%$, $\text{S} \leq 0,6\%$,
2. Clayey bauxite $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 40\%$, SiO_2 10,0–19,9%,
3. Bauxitic clay $\text{SiO}_2 \geq 20\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$ modulus $\geq 0,84$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 28\%$,
4. Red kaolinitic clay $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$ modulus $\leq 0,84$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \leq 20\%$,
5. Grey pyritic,marcasitic bauxite, clayey bauxite, bauxitic clay $\text{S} \geq 0,6\%$,
6. Aluminium-rich ferrite $\text{Fe}_2\text{O}_3 \geq \text{Al}_2\text{O}_3$,
7. Intercalations of dolomite debris,
8. “Upper zone” — with epigenetic alterations and variable composition.

The lithologic types listed above form individual, well distinguished layers in the bauxite sequence. I calculated the interval of each lithologic type in the prospecting boreholes. Based on these data I calculated the percentage of the lithologic types in each lense (Table 2). In a further step I calculated also the weighted averages for the five deposit sectors and finally for the entire monograph area.

Table 2. Percentage of the main lithologic types in the bauxite sequence

Name and number of the lenses	Bauxite	Clayey bauxite	Bauxitic clay	Aluminous ferrite	Dolomite debris	“Upper” zone
Izamazajor						
Edgár	52	12	28	1	0	7
I	62	18	14	0	0	6
II	59	7	24	0	0	10
III	66	17	13	1	0	3
IV	56	21	20	0	0	3
V	51	19	23	0	0	7
VI	50	30	15	0	0	5
VII	59	30	7	1	0	3
VIII	43	23	28	0	0	6
IX	60	19	19	0	0	2
X	41	36	17	0	0	6
XI	64	8	18	0	0	10
XII	69	5	16	1	0	9
XIII	50	24	21	1	0	4
XIV	25	46	23	0	0	6
XV	22	32	45	0	0	1
XVI	68	13	10	1	0	8
XII	48	23	27	1	0	1
XVIII	43	43	13	0	0	1
Alsó-Nyírad Forest						
Ferenc dél	42	6	51	0	0	1
Tánesics II	27	26	45	0	0	2
THDNY	36	17	43	1	0	3
I	35	27	35	1	0	2
II	55	23	21	0	0	1
III	55	23	18	1	0	3
IV	55	26	17	0	0	2
V	62	16	17	0	0	5
VI	34	17	41	0	0	5
VII	60	13	17	0	6	4
VIII	72	17	9	0	0	2
IX	67	22	8	1	0	2
X	50	23	23	0	0	4
XI	41	32	25	0	0	2
XII	48	0	52	0	0	0
XIII	0	21	70	0	0	9
XIV	50	20	21	0	1	8
XV	30	23	40	0	0	7
XVII	32	0	66	0	0	2
XVIII	23	60	12	4	0	1
XIX	56	34	9	0	0	1
XXI	18	29	52	0	0	1
Dűlt-nyíres						
III	46	19	30	1	0	4
IV	39	19	38	0	0	4
V	15	45	36	0	0	4
VI	44	14	36	2	0	4
X/a	66	21	11	0	0	2
X/b	61	18	15	5	0	1
XI	47	11	31	5	2	4
XII	37	26	37	0	0	0
XIII	33	16	49	1	0	1
XIV	13	40	40	0	0	7
XV	37	10	46	1	0	6
XXVII	0	70	17	8	0	5
XXIX	36	24	37	0	0	0

Table 2. Continuation

Name and number of the lenses	Bauxite	Clayey bauxite	Bauxitic clay	Aluminous ferrite	Dolomite debris	“Upper” zone	Name and number of the lenses
Nyirád Basin							
I	35	25	21	0	10	0	9
II	16	28	46	7	0	0	3
III	0	5	56	31	0	0	8
IV	9	16	72	0	0	0	3
V	6	39	52	0	0	0	3
VI	0	23	58	0	0	0	19
VIII	0	35	0	0	40	0	25
IX	0	8	0	55	0	0	37
X	0	21	38	0	0	0	41
XI	25	12	44	0	0	0	19
ALXVI	12	19	57	0	9	0	3
Ódörögdpusztá							
Western lense group							
I	10	28	46	16	0	0	0
II	27	36	28	9	0	0	0
III	3	13	73	11	0	0	0
V	3	12	80	5	0	0	0
VI	17	24	54	0	0	0	0
Eastern lense group							
IV	57	17	20	0	0	0	6
VIII	34	26	34	0	0	0	6
IzaXXI	42	24	31	0	0	3	0

The bauxite is present in all the lenses of the Deáki Hill area, except only two lenses.

In the Szőc deposit area 7 of the 26 lenses did not contain bauxite. I consider this as a significant genetic difference. The weighted average of bauxite for the entire monograph area is 42%. Regarding the 5 sectors of the monograph area the highest value was found in the Izamajor sector (54%) and it diminishes in north-east direction: 47% in the Alsó-Nyirád sector, 41% in the Dült-nyíres sector and only 18% in the Nyirád Basin sector. In the southern end of the monograph area, in the Ódörögdpusztá sector 28% is the average of the bauxite content. This low value is the consequence of the partial redeposition of the bauxite lenses.

Additionally, I calculated separately the average bauxite content of all lenses. The averages vary in the Izamajor sector from 22 to 68%. The variation is even larger in the Alsó-Nyirád sector: from 18 to 72%. No bauxite was found in the No. XXVIII lense of the Dült-nyíres sector. In the other lenses the bauxite content varies from 15% to 66%. There is a significant difference in the Ódörögdpusztá sector between the lenses situated to the east and to the west of Ódörögdpusztá manor. The bauxite content is 44% in the eastern group and 12% in the western one (Table 2).

The external part of the lenses consists generally of bauxitic clay, less frequently of clayey bauxite. The bauxite is concentrated in the central part of the lenses in one single “ore body”. Two separated ore bodies occur only in a few lenses. Four separated ore bodies occur in the large Alsó-Nyirád I lense (Figure 8).

Prospecting detected a regional trend in the distribution of bauxite in the Szőc and Malom-völgy deposits. The percentage of the bauxite is highest in the south-eastern parts of these deposits and it gradually diminishes in north-western direction. The bauxite disappears entirely in the north-western part of the deposits, being replaced by clayey bauxite and bauxitic clay. No trend of this type was found over the area of the present monograph. The reason for it is in my opinion the local continuation of bauxitisation after the arrival of the initial bauxitic material. The intensity of this process was highly variable resulting in locally different percentages of bauxite. The above listed averages of the sectors indicate the initial differences of the bauxite content at the arrival of the bauxitic material.

The percentage of the clayey bauxite is in the average 21% for the entire monograph area. The distribution in the sectors is remarkably uniform: It is 21% in the Izamajor sector, 20% in the Alsó-Nyirád sector, 21% in the Dült-nyíres sector, 21% in the Nyirád Basin and 22% in the Ódörögdpusztá sector. The averages of the lenses are more variable. It varies from 5 to 46% in the Izamajor sector. Similar differences were detected in several other lenses. The highest percentage of clayey bauxite was found in the Alsó-Nyirád XVIII lense (60%; Table 2).

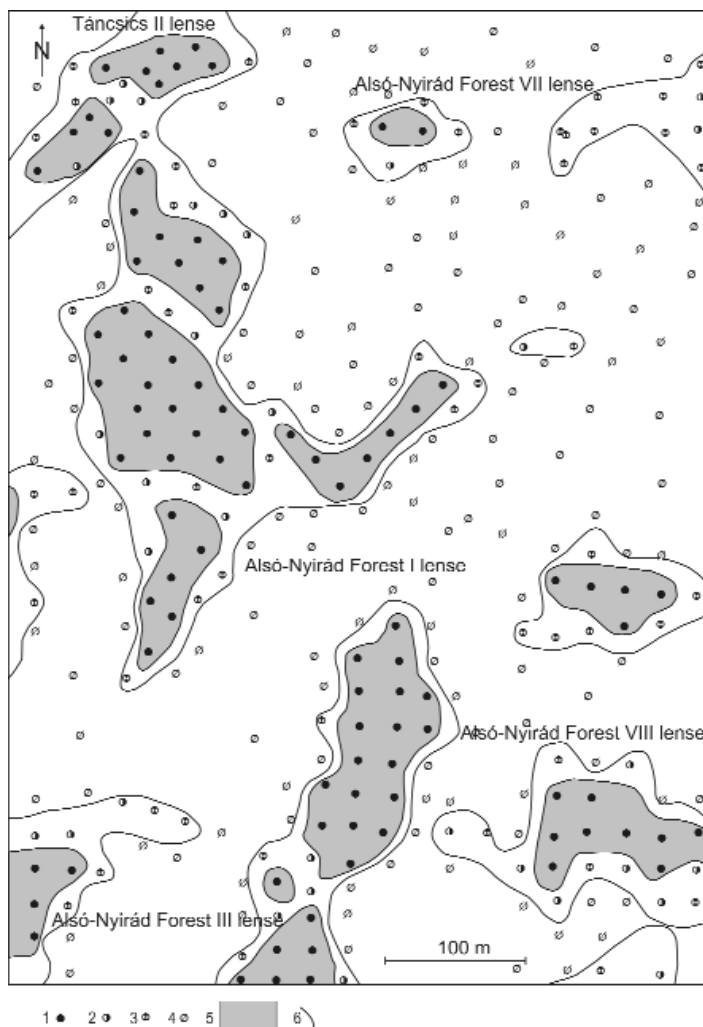


Figure 8. Distribution of bauxite ore bodies within the bauxite sequence
1 – borehole dissecting bauxite, 2 – borehole dissecting clayey bauxite, 3 – borehole dissecting bauxitic clay, 4 – barren borehole, 5 – extent of the bauxite ore bodies, 6 – contours of the bauxite sequence

8. ábra. A bauxittestek elhelyezkedése a bauxitösszleten belül

1 – produktív fúrás, 2 – fúrás agyagos bauxittal, 3 – fúrás bauxitos agyaggal, 4 – meddő fúrás, 5 – a bauxittestek kiterjedése, 6 – a bauxitösszlet körvonala

amount of aluminous ferrite was found in the VIII lense of the Nyírád Basin sector with 40%. The reasons of this enrichment are not clarified. On the other hand, no aluminous ferrite was found in the lenses of the Ódörögds sector. Part of the aluminous ferrite grains are presumably derived from ancient laterite profiles. Another part is of local, epigenetic origin, formed by dissolution, migration and precipitation of the iron rich material as nests and the so called “iron crust” (Table 2).

Intercalations of dolomite debris are rare in the Nyírád deposit. They are most frequent in the large Halimba deposit. Dolomite debris was found in only three lenses of the Alsó-Nyírád sector. The thickness of these intercalations varies from 0.5 m to 3 m. They have been transported presumably from the south-west by erosion of the dolomite outcrops.

The vertical distribution of the above discussed lithologic types is surprisingly regular and similar to those of the Szóc and Malom-völgy bauxite lenses (Figure 9). Only the lenses of the Ódörögds sector have a different vertical sequence, as a consequence of their redeposition in Miocene time. The bauxite occurs in several layers, separated by clayey bauxite and bauxitic clay.

A gradual transition of the bauxite sequence into the underlying dolomite was observed in several lenses of the Dült-nyíres sector, being produced by strong secondary geochemical processes.

I calculated the overall percentage of the above listed lithologic types for the entire monograph area. It is as follows:

Bauxitic clay was found in all lenses of the monograph area, the overall average being 30%. The following regional trend was detected: 19% in the Izamajor sector, 26% in the Alsó-Nyírád one, 33% in the Dült-nyíres one and 48% in the Nyírád Basin. The partly redeposited lenses in the Ódörögds sector contain in the average 42% bauxitic clay. The highest percentage was found in the lense No. V, with 80% bauxitic clay.

The red kaolinitic clay occurs only in some sampling intervals at the bottom of the lenses. Its overall percentage is insignificant or completely absent. Most red kaolinitic clay was found in the lenses of the Nyírád Basin sector, varying from 7% to 55%. All the lenses of the Ódörögds sector contain red kaolinitic clay in 5–16% amount.

The epigenetically altered upper zone occurs in almost all lenses. The average percentage of this lithologic type is 4%. It is 5% in the Izamajor sector, 3% in the Alsó-nyírád one and 4% in the Dült-nyíres one. This percentage is smaller than that of the Szóc and Malom-völgy deposits. The upper zone consist overwhelmingly of bauxitic clay and clayey bauxite, with only few bauxite.

The upper zone is at some places grey coloured and its iron content was reduced to pyrite and marcasite. The thickness of this type varies from 0.2 to 3.0 m. This reduced bauxite is most frequent in the northern part of the monograph area. Grey reduced bauxite was detected by prospecting boreholes in the central part of the Dült-nyíres XV lense. According to KOMLÓSSY (1980) presumably redeposition of this bauxite occurred during the Eocene, accompanied by local reduction of the redeposited material.

Aluminous ferrite was detected in the Halimba, Szóc and Malom-völgy deposits. It occurs in the Nyírád bauxite lenses too in the average amount of 1–2%. The highest amount was found in the Dült-nyíres XVIII lense with 8%. A surprisingly high

- upper zone 4%,
- grey reduced bauxite, clayey bauxite 2%,
- brick-red bauxite with yellow veins 30%,
- rust-red bauxite 20%,
- rust-red clayey bauxite 20%,
- pink and ochre bauxitic clay 24%.

I observed in several galleries of the mines and in the open pits that the upper levels were cut into the underlying ones. This indicates that the accumulation of the initial bauxitic material was not continuous.

Structures and textures of the lithologic types

I regularly visited since 1952 the working open pits and underground mines of the monograph area. I constructed profiles of the observed sections and I carried out systematic sampling of the lithologic types. Description and chemical analyses have been performed on the samples (Table 3). All the samples are preserved in the Museum of Science, Budapest. The structure and texture of the samples have been described with particular attention. The results are outlined as follows:

The characteristics of the upper zone are highly variable due to the epigenetic processes. As a consequence of resilification clayey bauxite and bauxitic clay are enriched in the zone. The material is mainly hard with conchoidal fracture and it is earthy at fewer places. The texture is aphanitic with few, disseminated pizoids and “round grains” of no concentric structure. I found white, porous nests of 4–8 cm diameter in the upper part of the zone. High sulphur content was detected in them by chemical analyses. I found hard, iron rich nests of 5–15 cm diameter in the lower part of the zone.

The grey pyrite and marcasite bearing bauxite, clayey bauxite and bauxitic clay has only local distribution in the upper zone — as already discussed in the foregoing chapters. It has aphanitic texture and contains disseminated pizoids. Small pyrite crystals occupy the central part of most pizoids. I observed at several places vertically oriented tubes of 0.1–1.0 mm diameter. The grey colour of the bauxite changed into light brown around them. I observed at other places vertically oriented dark-grey root-like forms of 0.5–1.0 cm diameter. Their diameter diminishes downward and they disappear finally in the lower part of the upper zone. They are reduced remains of ancient roots — in my opinion. A dark red iron crust occurs at many places at the bottom of the upper zone. It consists mainly of aluminous ferrite.

The brick-red bauxite with yellow veins has also aphanitic texture. It is generally medium hard with irregular fracture. It also contains pizoids and round grains. They are slightly harder and darker than the surrounding groundmass. I observed at some places white, compact nests of 2–5 cm diameter in the upper part of this zone. They consist of alunite according to their X-ray examination. As already discussed above, the bauxite passes at some places gradually into rust-red clayey bauxite. At other places there is a sharp contact between them. The clayey bauxite contains less pizoids and round grains as the overlying bauxite.

The bauxitic clay occurring in the lower part of the bauxitic sequence is softer and lighter coloured than the bauxite. It is also of aphanitic texture. It contains at its bottom disseminated, small dolomite debris being the products of intense weathering of the dolomite.

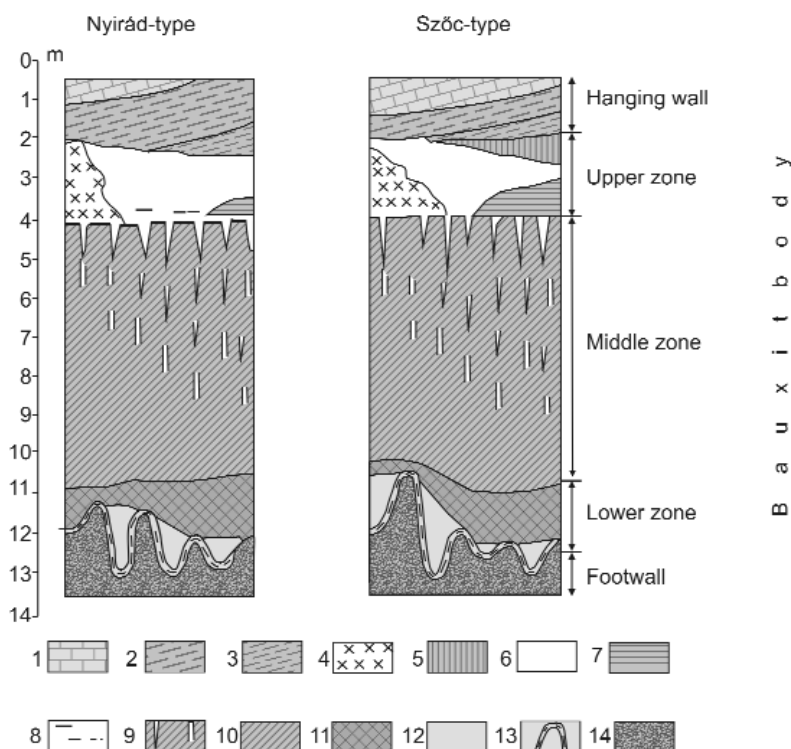


Figure 9. Constitution of the Nyirád and Szőc bauxite deposits

1 – Middle Eocene Miliolinitic limestone, 2 – Middle Eocene lignitic clay, 3 – Middle Eocene mottled clay, 4 – grey pyrite bearing bauxite, 5 – pink bauxite, 6 – ochre and orange coloured bauxite, 7 – violet bauxite, 8 – iron rock nests and crusts, 9 – rust-red bauxite with yellow spots, 10 – rust-red bauxite, 11 – rust-brown clayey bauxite, 12 – light-red clayey bauxite, 13 – ochre coloured bauxitic clay, 14 – Late Triassic dolomite

9. ábra. A nyirádi és szőci bauxittelepek alkata

1 – alsó-eocén miliolinás mészkő, 2 – alsó-eocén kőszenes agyag, 3 – alsó-eocén tarka agyag, 4 – szürke pirites bauxit, 5 – krémszínű bauxit, 6 – barnássárga és narancsszínű bauxit, 7 – lila bauxit, 8 – vaskéreg és fészkek, 9 – rozsdavörös, sárgafoltos bauxit, 10 – rozsdavörös bauxit, 11 – rozsdabarna, agyagos bauxit, 12 – halvány színű agyagos bauxit, 13 – okkersárga bauxitos agyag, 14 – felső-triász földolomit

Table 3. Chemical analyses of the samples taken from the lenses of the Izamajor sector 4. Main statistical parameters of the Al_2O_3 content of the bauxite

No. of sampling profile	No. of the samples	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	Ignition loss	CaO	MgO	P_2O_5	SO_2	S	MnO ₂
1	1	20.7	44.0	25.1	1.0	13.8	0.81	trace	0.95	5.90	22.30	0.10
1	2	32.0	33.6	20.6	1.0	11.8	0.55	trace	0.90	0.52	0.80	0.09
1	3	35.9	30.1	8.6	1.0	23.6	0.28	trace	0.80	9.50	0.60	0.10
1	4	29.3	28.2	23.6	4.4	13.5	0.14	trace	0.60	0.04	0.20	0.09
1	5	11.3	24.3	48.8	4.4	10.4	0.20	trace	0.14	0.04	0.20	0.08
1	6	35.6	32.4	11.6	4.4	15.1	0.27	trace	0.18	0.20	0.50	0.08
1	7	51.8	3.7	23.6	4.4	16.1	0.08	trace	0.09	0.10	0.03	0.06
1	8	55.3	5.6	16.8	4.4	16.5	0.20	trace	0.06	0.14	0.22	0.06
1	10	55.2	3.8	23.4	4.6	15.2	0.10	trace	0.80	0.10	0.22	0.08
2	11	41.9	33.3	4.4	1.8	18.0	0.22	0.06	0.10	0.50	0.80	0.06
2	12	31.9	36.5	15.4	1.8	13.9	0.28	0.10	0.14	0.20	0.40	0.06
2	13	38.9	39.6	4.4	1.8	16.0	0.80	0.10	0.12	0.25	0.40	0.06
2	14	46.1	31.9	4.4	1.9	14.2	0.25	0.09	0.12	0.20	0.40	0.08
2	15	46.8	21.0	16.1	2.1	13.5	0.28	0.09	0.10	0.10	0.20	0.06
2	16	48.2	11.2	24.4	2.8	11.5	0.19	0.05	0.08	0.10	0.20	0.06
2	17	58.4	4.6	22.6	2.0	11.9	0.19	0.08	0.09	0.10	0.20	0.08
2	18	51.5	11.5	22.2	2.0	12.2	0.20	0.08	0.10	0.20	0.20	0.06
3	19	36.9	44.0	3.1	1.8	12.9	0.30	0.10	0.12	0.05	0.36	0.06
3	20	31.8	31.0	23.4	2.2	12.9	0.28	0.09	0.12	0.26	0.30	0.08
3	21	59.1	4.2	17.8	2.0	16.4	0.14	0.08	0.14	0.24	0.40	0.04
3	22	33.3	38.9	10.4	1.8	14.5	0.50	0.10	0.16	0.10	0.05	0.08
3	23	20.6	31.1	11.0	1.8	20.5	12.9	2.50	0.14	0.40	0.40	0.06
4	24	53.0	1.7	31.4	2.2	18.3	0.05	0.01	0.12	0.04	0.05	0.04
5	25	57.0	2.7	24.0	2.2	13.6	0.17	0.08	0.10	0.10	0.20	0.04
6	26	53.7	1.6	27.0	2.2	15.1	0.11	0.02	0.08	0.10	0.05	0.04
6	26/a	47.4	29.0	3.9	1.8	17.8	0.20	0.08	0.12	0.82	0.22	0.04
7	27	55.9	1.3	26.2	2.0	14.3	0.11	0.02	0.08	0.10	0.08	0.02
8	28	58.5	1.4	24.8	2.0	12.9	0.11	0.02	0.10	0.10	0.05	0.02
9	29	30.0	48.3	5.1	1.6	14.1	0.39	0.08	0.16	0.16	0.67	
9	30	35.9	38.8	3.0	1.6	14.0	0.83	0.06	0.19	0.45	1.00	-
10	31	62.8	0.70	4.2	1.0	0.7	0.23	0.06	0.09	32.50	0.02	-
12	34	44.2	22.6	11.2	2.0	15.8	0.29	0.13	0.15	1.30	-	-
12	35	46.8	19.2	14.2	2.1	17.2	0.39	0.16	0.15	1.20	-	-
12	36	39.8	24.0	5.6	1.8	26.7	0.50	0.14	0.07	9.70	-	-
15	39	65.6	2.0	5.6	3.0	21.5	0.36	0.15	0.10	3.80	-	-
17	41	28.4	28.5	31.0	1.6	10.2	0.29	0.21	0.08	2.20		
17	42/a	31.0	28.7	16.9	1.7	20.4	0.37	0.29	0.08	21.40		
17	42/b	35.0	38.2	11.4	1.9	12.3	0.32	0.36	0.06	1.70	-	-
17	43	36.1	39.1	10.6	1.8	12.0	0.38	0.22	0.05	2.10	-	-
21	49	42.0	27.2	0.6	0.7	29.0	0.24	0.02	0.10	15.20	0.02	0.02
22	50	40.3	0.8	1.1	0.5	13.4	0.14	0.03	0.10	35.60	0.02	0.02
23	51	44.6	1.3	1.4	1.0	13.4	0.16	0.03	0.10	31.60	0.02	0.02
23	52	41.3	1.8	0.9	0.5	13.2	0.12	0.02	0.12	33.20	0.02	0.02
23	52/a	46.9	2.8	37.4	3.0	9.9	-	-	-	-	-	-
24	53	37.4	38.6	8.7	0.3	18.9	0.14	0.02	0.11	1.80	0.20	0.20
25	54	78.3	12.7	2.1	2.2	15.0	0.30	0.22	0.06	2.90	-	-
26	55	51.4	17.2	4.8	2.3	22.0	0.30	0.15	0.15	4.80	-	-
26	56	69.4	3.0	3.2	4.6	18.0	0.27	0.15	0.11	1.90	-	-

I carried out in the years 1953 and 1954 systematic sampling of the bauxite sequence in the underground mines of the Izamajor sector. Results of the chemical analyses are presented in the Table 3. The locations of the sampling are indicated on Figure 10. The sampling in the northern part of the lense No. III refers to the upper part of the bauxite sequence

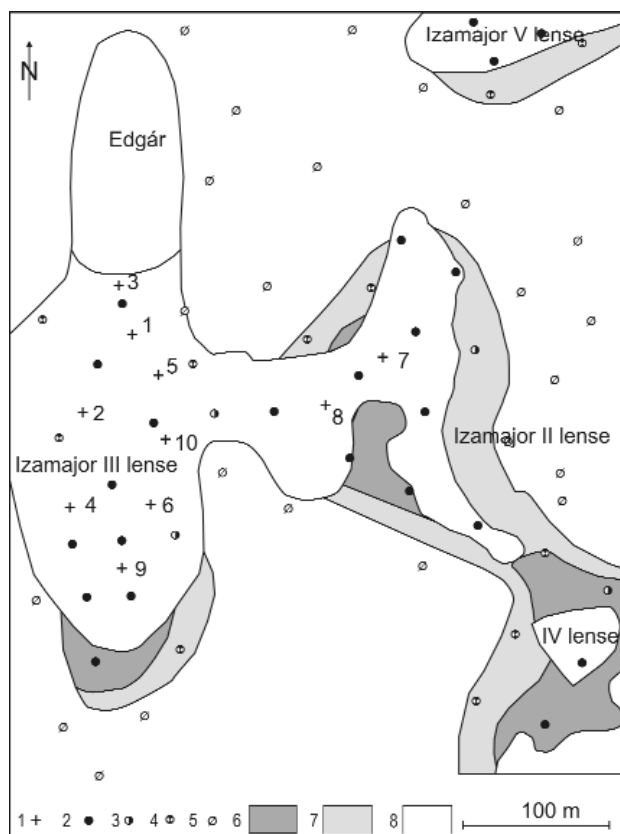


Figure 10. Position of the evaluated bauxite samples in the lenses Izamajor II and III

1 – place of sampling and sampling number, 2 – boreholes dissecting bauxite, 3 – boreholes dissecting clayey bauxite, 4 – boreholes dissecting bauxitic clay, 5 – barren boreholes, 6 – bauxite, 7 – clayey bauxite, 8 – extracted area

10. ábra. A részletesen feldolgozott minták helye (Izamajor II. és III. lencse)

1 – a mintavétel helye és sorszáma, 2 – produktív fúrás, 3 – fúrás agyagos bauxittal, 4 – fúrás bauxitos agyaggal, 5 – meddő fúrás, 6 – bauxit, 7 – agyagos bauxit, 8 – kitermelt terület

lain by brick-red bauxite with yellow veins (Sample No. 21). It contains pizoids and round grains, slightly darker and harder than the groundmass. This bauxite has a remarkably high Al_2O_3 and low SiO_2 content. The thickness of the bauxite layer varies from 0.5 to 2.0 m. The bauxite is covered by the upper zone of 0.5 to 1.0 m thickness. Its material is sim-

(Figure 11). The sample No. 1 was taken from the dark grey, pyrite bearing lignitic clay of the immediate cover. Ochre and light brown bauxitic clay follows below it (Samples No. 2, 3, 4 and 9). The samples No. 3 and 9 are enriched in sulphate and they contain less iron. Dark red iron rich nests occur in the central part of the upper zone, having here 5–20 cm diameter. Sample No. 5 taken from one of these nests has 48.8% Fe_2O_3 content. Some pizoids and round grains occur in these nests as well. Pink and light brown clayey bauxite and bauxitic clay follows below the nests (Sample No. 6). I did not take samples from the iron crust at the bottom of this profile. Samples No. 7, 8 and 10 were taken from the underlying red bauxite. They have aphanitic texture and they contain only few pizoids and round grains.

The second profile represents the lower part of the bauxite sequence. It was taken from the western part of the lense No. III (Figure 12). The Triassic Main Dolomite can be seen at the bottom of the profile. It is covered by ochre and pink bauxitic clay, having light red spots at places. Samples No. 11, 12, 13 and 14 were taken from the light coloured bauxitic clay. The bauxitic clay is here medium hard with conchoidal fracture and it has low iron content. The light red bauxitic clay overlying it is characterized by diminished silica content and contains more pizoids (Sample No. 15). The bauxitic clay is covered by clayey bauxite, overlain by bauxite (Samples No. 16, 17 and 18). They are of aphanitic texture and are medium hard. Pizoids of 2–4 mm diameter occur in them.

The third sampling occurred in the northern edge of the lense No. III, where the thickness of the bauxite sequence was significantly diminished. Both the Triassic dolomite and the Eocene cover can be seen in this profile (Figure 13). There is ochre and violet coloured bauxitic clay over the dolomite in a thickness of 20–40 cm (Samples No. 22 and 23). It is relatively soft, has aphanitic texture and it does not contain pizoids and round grains. The bauxitic clay is over-

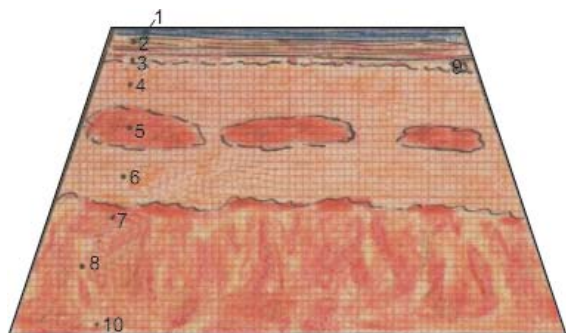


Figure 10. Upper part of the bauxite sequence in the northern part of lense III. 1–10 sampling places

10. ábra. A bauxittest felső része a III. lencse északi részén. 1-10. mintavételi helyek

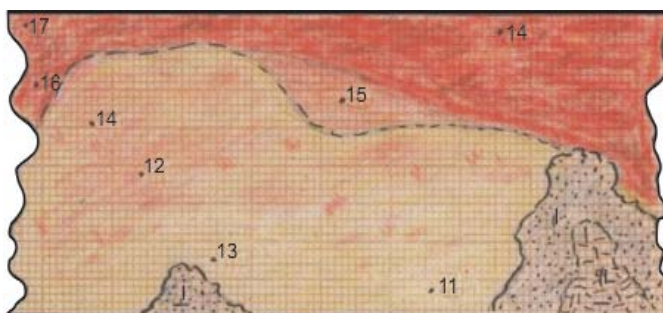


Figure 12. Lower part of the bauxite sequence in the western part of the lense III. 11–18 sampling places

12. ábra. A bauxittest alsó része a III. lencse nyugati szélén. 11-18. mintavételi helyek

ilar to that described in the profile No. 1. I took a sample from the light red groundmass (Sample No. 20). The Eocene cover starts with well stratified ochre and light brown clay (Sample No. 19). To the north of this profile is situated the Edgár lense.

The fourth sampling profile is in the western part of lense No. III (Figure 14). This profile consists entirely of high-grade bauxite situated in the central part of the bauxite sequence. The sample No. 24 taken from this profile is of rust-red colour and it is slightly enriched in pizoids. They are of 2–4 mm diameter and are darker than the surrounding groundmass. The sample is characterized by relatively high iron content (Table 3).

The fifth sampling profile is situated in the central part of the lense No. III. The profile shows the upper part of the red bauxite zone and the lower part of the “upper zone” (Figure 15). The colour and the structure of the bauxite are very similar to the one presented on Figure 11. Only one sample has been taken from this profile, as it is quite uniform (Sample No. 25). The bauxite is of very high-grade composition (Table 3).

The sixth sampling profile is situated also in the central part of the lense No. III. It shows the immediate cover (Eocene), the upper zone and the upper part of the central zone (Figure 16). Sample No. 26 was taken from the high-grade brick-red bauxite with yellow veins. The sample has a very low SiO_2 content (1.6%). The bauxite contains few disseminated pizoids and round grains and it is medium hard. The sample No. 26/B was taken from the middle part of the upper zone, and it is of bauxitic clay composition, with low iron content. There is a flat and very sharp boundary between the bauxite sequence and the Eocene cover. The sample No. 26/A was taken from the lowest part of the Eocene cover consisting of light grey kaolinitic clay. It is overlain by well stratified, dark grey lignitic clay containing pyrite and marcasite grains.

The seventh and eighth sampling profiles were taken from the central part of the lense No. II. Both profiles show the central zone of the bauxite sequence consisting of rust-red bauxite (Figures 17 and 18). The samples taken are very similar (No. 27 and 28). They are of high-grade composition, with very low CaO and MgO contents (Table 3). They are of aphanitic texture with few disseminated pizoids and round grains.

The ninth sampling profile was taken from the northern part of the lense No. III (Figure 19). It shows the lower part of the bauxite sequence and its contact with the Triassic Main Dolomite. The upper part of the profile consists of rust-

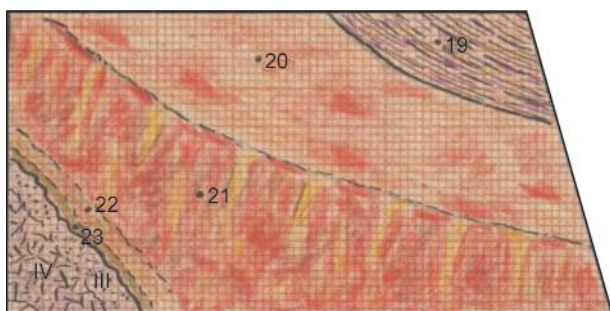


Figure 13. Thin part of the bauxite sequence at the northern edge of lense III. 19–21 sampling places

13. ábra. A kivékonyodott bauxittest a III. lencse északi szélén. 19–23. mintavételi helyek

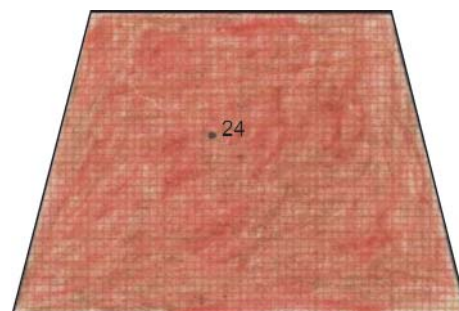


Figure 14. Central part of the sequence of lense III. Sampling place No. 25

14. ábra. A bauxittest közepe a III. lencse nyugati szélén. 24. mintavételi hely

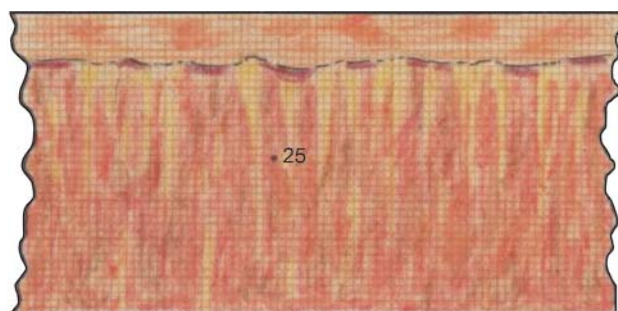


Figure 15. Upper part of the bauxite sequence in the north-eastern part of lense III. Sampling place No. 25

15. ábra. A bauxittest felső része a III. lencse északkeleti részén. 25. mintavételi hely

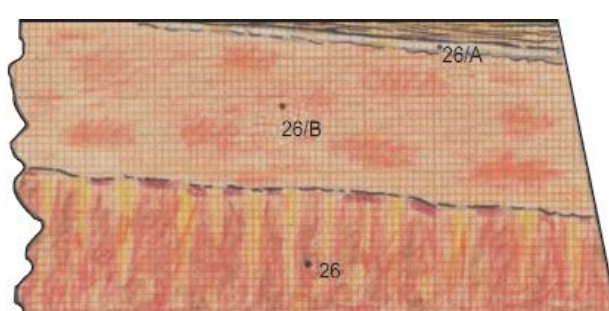


Figure 16. Upper part of the bauxite sequence and immediate cover of lense III. 26, 26/A and 26/B sampling places

16. ábra. A bauxittest felső része a közvetlen fedővel a III. lencse középső részén. 26, 26/A és 26/B mintavételi helyek

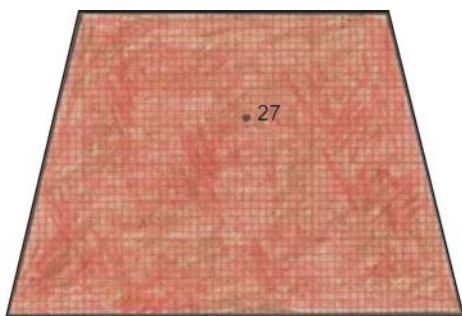


Figure 17. Central part of the lense II. Sampling place No. 27

17. ábra. A bauxittest középső része a II. lencsében. 27. mintavételi hely

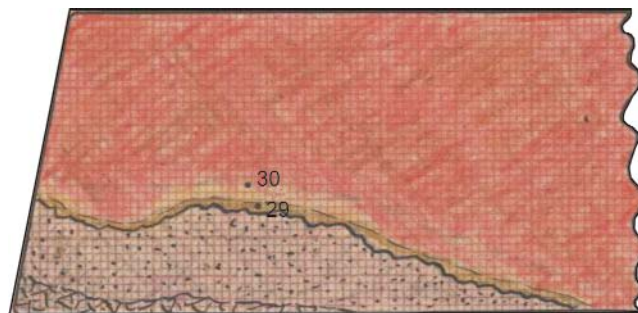


Figure 19. Lower part of the bauxite sequence in the southern part of lense III. Sampling places No. 29, 30

19. ábra. A bauxitösszlet alsó része a III. lencse déli részén (bauxitos agyag). 29. 30. mintavételi helyek

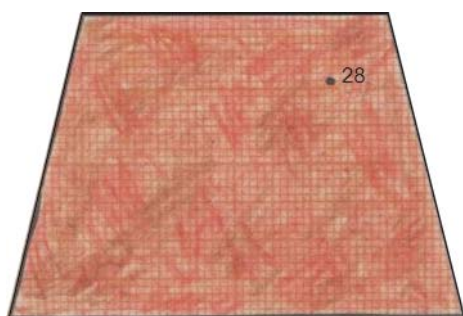


Figure 18. Central part of the sequence of lense II. Sampling place No. 28

18. ábra. A bauxittest középső része a II. lencsében. 28. mintavételi hely

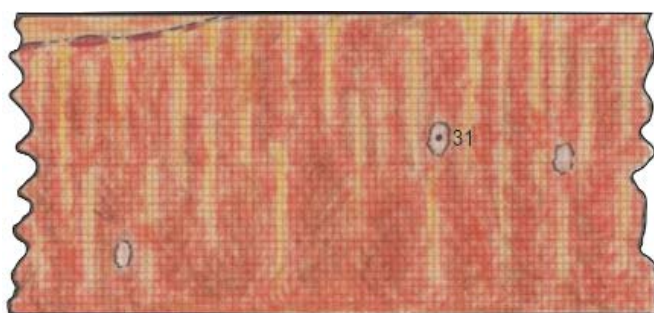


Figure 20. Central part of the bauxite sequence in the lense III. Sampling place No. 31

20. ábra. A bauxittest középső része a III. lencse közepén. 31. alunit-fészkek a rozsdavörös sárgaeres bauxitban

red clayey bauxite, underlain by bauxitic clay (Samples No. 29 and 30). The bauxitic clay is pink and yellow coloured and it does not contain pizoids. It has relatively low iron content (Table 3).

The tenth profile was taken from the central part of the lense No. III. It shows the brick-red bauxite with yellow veins and the lower part of the upper zone (Figure 20). The bauxite has the same characteristics as in the foregoing profiles. I observed dense, white nests of 2–5 cm diameter in the upper part of the red bauxite (Sample No. 31). The chemical and X-ray analyses revealed that the sample consists of alunite. It is presumably product of the oxidation of pyrite and marcasite.

I found in all other lenses of the Deáki Hill area similar textures and structures of the different lithologic bauxite types. Only the bauxites of the Ódörög sector are different because of their partly redeposition during the Miocene. The bauxite sequence consists of hard bauxite debris embedded in soft bauxite, clayey bauxite and bauxitic clay. Disseminated, small quartz grains also occur in the sequence (PÉTER et al. 1988).

The chemical composition of the bauxite sequence

Main chemical components of the bauxite sequence

The chemical data of the early bauxite prospection were lost during the Second World War. The Geoprospect Ltd carried out additional prospection at these partly excavated lenses, named Edgár, Károly, Sándor, Gábor, Ferenc and Tácsics I. This prospection furnished reliable chemical data on the bauxite sequence. I have to stress that these data refer only to the remaining bauxitic material and not to the entire original bauxite sequence. It is impossible therefore to reconstruct the original geochemical composition of these lenses. A full scale evaluation could be carried out only on the Edgár lense.

All the other lenses prospected after 1950 have been sampled and analysed in a reliable way. Sampling for the chemical analyses occurred at 0.5 or 1.0 m intervals from the cores of the drilling. Each sample has been analysed for Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 and ignition loss. Additional analyses for the CaO, MgO, P_2O_5 , MnO_2 and sulphur contents were car-

ried out on the bauxite samples. I prepared a computer based data base from the analytical data. The samples of more than 1800 boreholes have been fixed this way containing more than 40 000 five component chemical analyses.

I evaluated in 1961 the five main chemical components in a monograph (BÁRDOSSY 1961). The evaluation was carried out for the entire bauxite sequence and for all bauxite deposits known at that time. On the other hand, I evaluated in the present monograph all lithologic types of the bauxite sequence separately.

When evaluating the geochemical composition of the foregoing evaluated bauxite deposits I found that the “scaling effect” has an important role in these deposits. The scaling effect expresses — in my opinion — the degree of internal complexity of the bauxite deposits. For this reason I evaluated the role of the scaling effect in this monograph as well. I calculated the statistical parameters for the following scaling levels: the entire area of the monograph, the bauxite sectors, the averages of the lenses, the averages of the boreholes, the sampling intervals. The calculations were carried out by the SPSS computer program.

In the following the results of these calculations will be outlined, separately for the five main chemical components and for the main lithologic types of the bauxite sequence. All calculations refer to the entire bauxite lenses, independently of later mining excavations.

Al₂O₃ content

The analytical error of the traditional wet chemical analyses is $\pm 0.5\%$. The weighted average of the Deáki Hill bauxites — giving the bulk of the deposit — is 53.4%. This is slightly smaller than the average of the Halimba deposit (54.3%). The relatively high alumina content is due to monohydrate composition of both deposits. On the other hand, the average of the Szóc bauxite is only 48.7% and that of the Malom-völgy deposit only 46.0%. The reason is the trihydrate composition of these bauxites.

A regional trend was found for the bauxite sectors, the average Al₂O₃ content slightly decreasing in north-east direction. Thus the average of the Izamajor sector is 54.8%, 53.3% of the Alsó-Nyirád one, 52.2% in the Dült-nyíres one and 52.0% in the Nyirád Basin sector. This trend corresponds presumably to the main direction of the accumulation of the initial bauxitic material. The partly redeposited bauxite of the Ódörög sector has been evaluated separately for its two groups of lenses. The average alumina content is 54.9% in the western group, and it is 53.2% in the eastern one.

The averages calculated at the level of the lenses are presented in Table 4. From the 53 lenses of the Deáki Hill area 51 contain in the average more than 50% Al₂O₃, but no average surpasses 60%. In my opinion, in situ bauxitisation was significant in the entire Deáki Hill area. This is the reason for the high variability of the averages of the lenses. The difference between the smallest and largest average is 7.0% in the Izamajor sector, 8.1% in the Alsó-Nyirád one, 5.5% in the Dült-nyíres one and 4.0% in the Nyirád Basin sector. The particularly high difference in the Ódörög sector (9.6%) is due to the partial redeposition of this bauxite.

The type of the distribution is a source of error in calculating the averages, if the distribution is asymmetric. For this reason, I calculated the *statistical skewness* of the bauxite for all lenses. The averages were considered unbiased if the skewness was less than ± 1.0 . The skewness values have been indicated in Table 4. If the skewness surpassed the ± 1.0 value I applied robust estimators. The SPSS computer program offers several robust estimators. I found the most reliable results with Tukey’s “maximum likelihood estimator”, and I applied it in the further calculations. The skewness of the lense-averages surpassed the ± 1.0 value in 20 lenses and I applied in these cases Tukey’s robust estimator. I have to stress that the skewness could be calculated only in the lenses where more than 3 boreholes detected bauxite.

The *standard error of the mean* is less than 0.4% in most lenses. It is highest where few boreholes detected bauxite.

I calculated the *mode of the distribution* for all lenses, based on the corresponding frequency histograms. The values of the modes are indicated on Table 4. It is 56–57% in the lenses of the Izamajor sector, 54–56% in the Alsó-Nyirád one, and 52–55% in the Dült-nyíres sector. This distribution corresponds fully to the weighted averages, outlined above. There are surprisingly large differences within the Ódörög sector. The mode is 51–52% in the lenses No. IV and VIII of the eastern group of lenses, and it is 62–63% in the lense No. XXI. The reason is presumably the different degree of redeposition of these bauxites.

The *standard deviation* of the distribution expresses the variability of the Al₂O₃ content in the lenses. It is indicated for all lenses in Table 4. It varies from 1% to 4% in most lenses. There are only 4 exceptions where the variability of the Al₂O₃ content reaches ± 5 –9%. Local syn- and diagenetic bauxitisation is the reason for the higher standard deviation — in my opinion. In the Ódörög sector the standard deviation varies from ± 3.4 to 5.5%. It is exceptionally high in the lense No. VIII with $\pm 8.9\%$.

The Al₂O₃ content of the bauxite is even more variable at *the level of the boreholes*. The smallest and the largest values of them are indicated on Table 4, in the columns called “minimum” and “maximum”. The average Al₂O₃ of the bauxite surpasses 60% in several boreholes. The highest value was detected in the borehole Ni-446, situated in the Izamajor

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

Name and no of the lenses	Average %	Minimum %	Maximum %	Mode %	Silica modulus	Thickness of the bauxite (m)	Area of the bauxite (ha)	Volume (m ³)	Skewness	Standard deviation
Izamazor										
Edgár	54.8	48.7	58.2	55-56	11.7	4.7	0.70	33 000	-1.35	1.71
I	55.9	52.7	59.5	54-55	14.3	6.0	3.46	208 000	0.43	1.87
II	56.6	53.8	58.8	57-58	14.5	6.2	2.29	142 000	-0.03	1.06
III	56.0	53.9	56.6	56-57	15.6	11.6	1.63	189 000	-1.47	0.76
IV	56.3	53.7	63.6	57-58	16.6	6.2	2.27	141 000	1.45	2.21
V	56.0	52.0	57.6	56-57	17.0	8.6	0.80	69 000	-1.00	2.09
VI	56.0	54.6	56.7	56-57	28.0	7.4	1.09	81 000	0.48	0.91
VII	55.1	52.7	58.4	55-56	11.2	12.8	1.04	133 000	-0.06	1.49
VIII	55.0	53.2	58.6	53-54	10.6	7.3	1.22	89 000	1.01	1.71
IX	56.8	47.0	59.9	56-58	18.3	5.2	3.12	162 000	-2.21	1.93
X	57.7	55.4	58.9	58-59	19.9	4.8	1.46	70 000	-0.59	1.28
XI	57.9	55.8	59.0	59-60	11.8	4.5	0.36	16 000	-0.72	1.52
XII	54.5	52.4	55.0	54-55	16.0	5.8	1.06	61 000	-1.39	0.84
XIII	54.2	47.4	58.6	53-54	16.9	4.2	2.30	97 000	-0.82	2.06
XIV	53.2	44.5	56.1	56-57	8.7	2.2	1.11	24 000	1.92	5.20
XV	50.7	49.2	52.9	49-50	6.6	2.2	1.76	39 000	0.65	1.62
XVI	52.1	44.5	59.2	52-53	14.5	5.0	9.60	480 000	0.56	2.83
XII	54.6	46.4	70.4	52-53	12.7	4.5	5.18	233 000	0.78	5.01
XVIII	51.3	45.8	55.8	51-52	9.3	2.7	2.26	61 000	-0.45	2.74
Alsó-Nyírád Forest										
Ferenc dél	56.3	54.8	58.1	57-58	15.2	3.5	0.61	20 000	-0.36	1.28
Táncsics II	55.4	50.5	65.0	54-55	15.0	4.5	2.40	108 000	2.46	2.41
TIIDNy	53.8	51.5	56.4	54-55	13.8	3.7	1.77	65 000	0.17	1.47
I	53.5	48.8	61.0	55-56	11.6	6.5	9.80	637 000	0.36	2.44
II	54.5	50.0	55.4	54-55	15.8	2.8	1.63	46 000	1.60	1.73
III	53.7	48.6	70.2	55-56	16.8	4.8	3.68	177 000	1.59	2.66
IV	51.4	43.9	63.8	52-53	11.1	3.2	3.51	112 000	-0.41	3.93
V	50.7	44.6	61.0	50-51	11.5	3.6	1.91	69 000	1.50	2.60
VI	55.0	41.6	64.9	64-65	10.0	2.4	0.67	16 000	0.33	8.52
VII	55.3	55.1	55.5	55-56	14.9	4.3	0.68	29 000	-	-
VIII	52.6	49.2	64.6	52-53	13.8	7.2	6.99	503 000	1.83	2.14
IX	54.8	40.0	60.7	52-53	18.3	2.7	3.40	92 000	1.44	3.63
X	54.3	52.4	57.4	52-53	10.4	3.5	1.29	45 000	0.63	2.37
XI	55.2	48.5	60.5	56-57	7.2	4.4	1.19	52 000	0.47	3.94
XII	55.8	55.8	55.8	55-56	19.9	6.1	0.13	8000		
XIII	51.7	45.5	58.6	53-54	11.0	2.9	2.10	61 000	0.26	3.55
XIV	48.2	46.5	63.7	63-64	10.6	2.0	0.35	7000	1.48	9.13
XV	53.0	50.6	53.7	53-54	10.1	1.2	0.02	1000	-	-
XVII	55.6	47.4	61.1	61-62	8.7	1.4	0.51	7000	-	-
XVIII	52.7	47.9	54.0	54-55	12.5	3.4	1.16	39 000	-1.20	1.69
XIX	54.9	54.9	54.9	54-55	9.2	2.4	0.02	1000	-	-
XXI	55.1	53.0	57.2	56-57	12.2	1.2	0.25	3000		
Dült-nyíres										
III	55.3	49.1	58.9	54-55	11.1	2.6	2.63	68 000	-0.47	2.28
IV	55.3	46.5	61.4	59-60	9.1	3.0	1.11	33 000	-0.67	3.53
V	54.1	41.3	67.5	52-53	7.1	1.5	2.56	28 000	1.01	6.61
VI	53.2	46.0	60.4	50-51	11.3	2.9	1.89	55 000	0.25	3.43
X/a	52.6	50.0	55.4	51-52	15.9	10.5	1.11	117 000	0.21	1.96
X/b	51.3	42.8	59.0	52-53	11.4	3.9	4.61	180 000	-0.22	2.36
XI	51.8	43.3	68.3	49-50	18.0	2.9	2.39	69 000	1.78	5.92
XII	49.8	43.7	54.3	54-55	5.8	1.6	0.21	4000		
XIII	51.9	49.3	52.9	52-53	15.3	3.5	0.50	18 000		
XIV	50.8	44.2	59.9	49-50	7.9	1.9	1.30	25 000	1.78	4.31
XV	50.9	43.7	59.9	51-52	11.8	4.5	4.67	210 000	0.47	2.53
XXIX	53.1	44.8	55.7	54-55	21.6	2.8	0.83	23 000	-2.31	3.19

Table 4. Continuation

Name and no of the lenses	Average %	Minimum %	Maximum %	Mode %	Silica modulus	Thickness of the bauxite (m)	Area of the bauxite (ha)	Skewness	Standard deviation
Nyírád Basin									
I	52.8	47.7	63.2	47-48	11.2	5.0	1.86	0.97	5.0
II	49.1	-	-	-	10.4	5.1	0.20	-	-
III	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.0
IV	53.4	52.3	54.8	52-53	10.3	2.3	0.59	-	-
V	53.1	50.0	57.9	50-51	6.0	1.6	0.55		
VI	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
VIII	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
IX	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
X	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
XI	51.4	-	-	-	6.8	1.9	0.45	-	-
Ódörögpuszta									
Western lense group									
I	55.4	52.4	57.5	55-56	12.9	4.8	0.50	0.98	1.1
II	56.0	49.5	57.8	57-58	9.5	5.0	0.30	-1.56	2.4
III	52.9	52.3	53.5	53-54	8.3	5.6	0.20		
V	57.1	-	-	-	7.3	4.2	0.10	-	-
VI	54.0	49.7	56.1	53-54	9.8	5.5	1.10	0.80	1.3
Eastern lense group									
IV	50.5	49.5	65.1	50-51	12.9	9.7	3.80	2.00	3.4
VIII	49.7	48.6	65.0	50-51	9.7	2.7	0.70	1.61	8.9
IzaXXI	59.3	48.7	69.4	62-63	10.8	3.4	2.20	0.78	5.5

XVII lense, being 70.4%. This exceptional enrichment occurred presumably after the accumulation of the initial bauxitic material and it was accompanied by partial dissolution of the iron content.

The typical *histograms* of the bauxite are presented on Figure 21. I selected the examples with the largest number of boreholes. The corresponding Gauss curves have been also indicated on the histograms. The most regular is the histogram of the Izamajor XVII lense, showing a small peak between 65% and 71%. It corresponds presumably to syngenetic enrichment of the initial Al_2O_3 content. Similar distribution was observed on the histogram of the Dült-nyíres XI lense. A double maximum occurs on the histogram of the XXI lense in the Ódörög sector (Figure 22). This is also the result of the complex geochemical history of the bauxite in this sector.

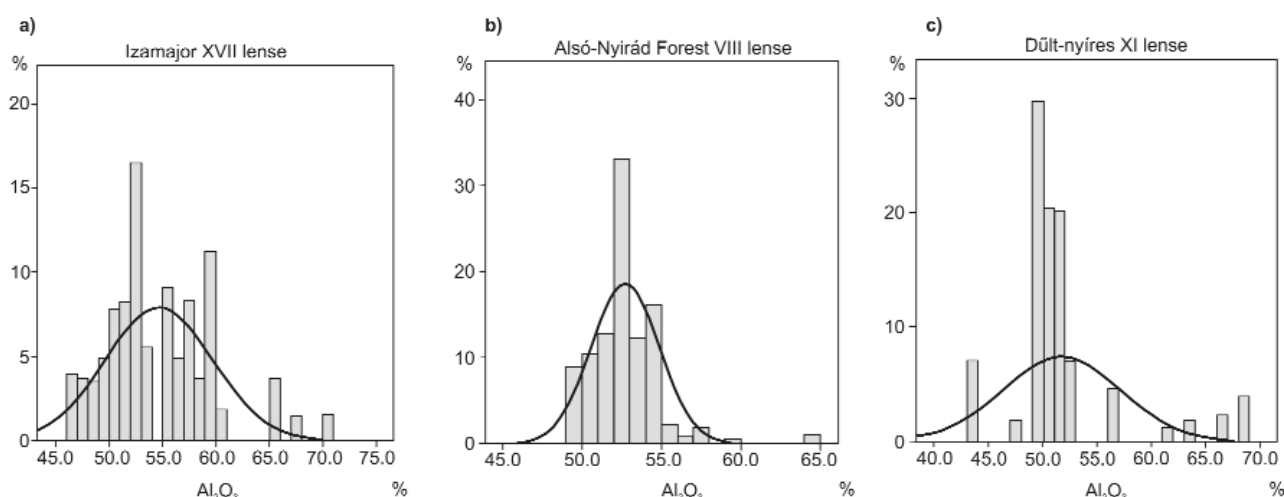


Figure 21. Frequency histograms of the Al_2O_3 contents of three typical bauxite lenses
21. ábra. Három jellegzetes bauxitlense Al_2O_3 -tartalmának gyakorisági hisztogramja

Figure 22. Frequency histogram of the Ódörög XXI bauxite lense: partly redeposited bauxite

21. ábra. Az ódörögdpusztai Iza XXI. Lencse részben áthalmazott bauxitjának gyakorisági hisztogramja

Even more complete understanding of the distribution is furnished by *box-plots*. Box-plots of typical bauxite lenses are presented on Figure 23. The SPSS program distinguishes “outliers” and “extreme values”. An outlier was found only in the borehole Nd-738 of the lense Alsó-Nyirád I. The boreholes of most lenses have a more regular distribution.

I carried out *correlation calculation* between the average Al_2O_3 content of the bauxite in the boreholes and their thickness. The scatter plots are presented on Figure 24. The correlation is very loose between these two variables. The Al_2O_3 content increases only in the lenses of the Izamajor sector. In all other sectors the increase is insignificant. Further correlation calculations were car-

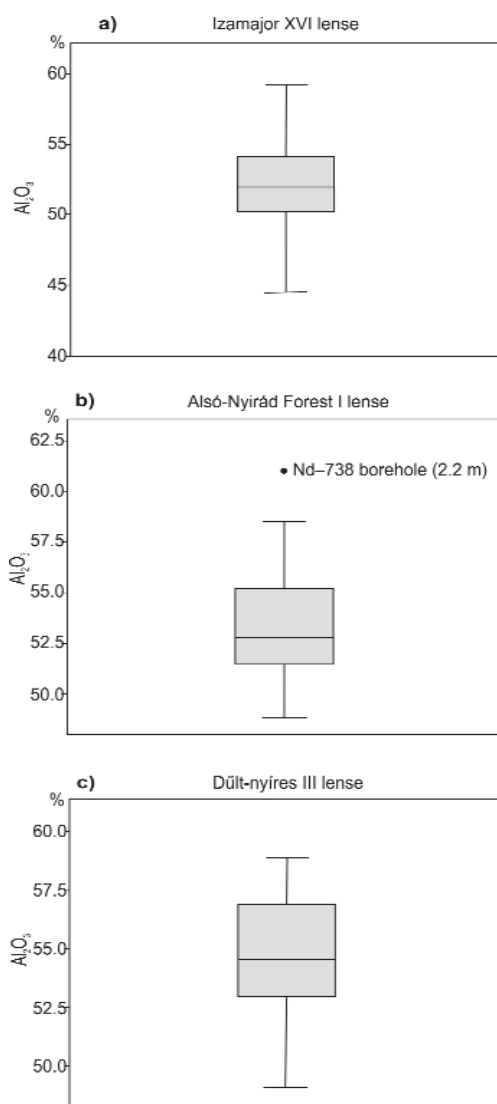
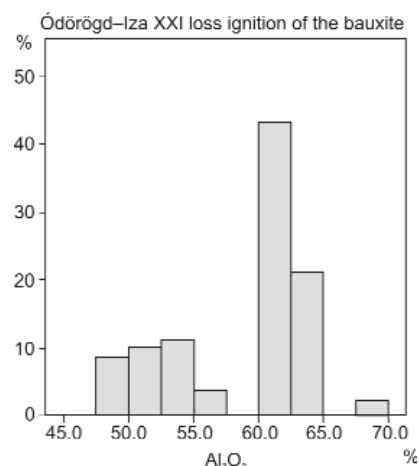


Figure 23. Typical box-plots of the Al_2O_3 content of the bauxite. An outlier in the borehole, number Nd-738

23. ábra. A bauxit Al_2O_3 -tartalmának jellegzetes box-plotjai. Az Nd-738 jelű fúrásban kiütő értéket jelez a box-plot

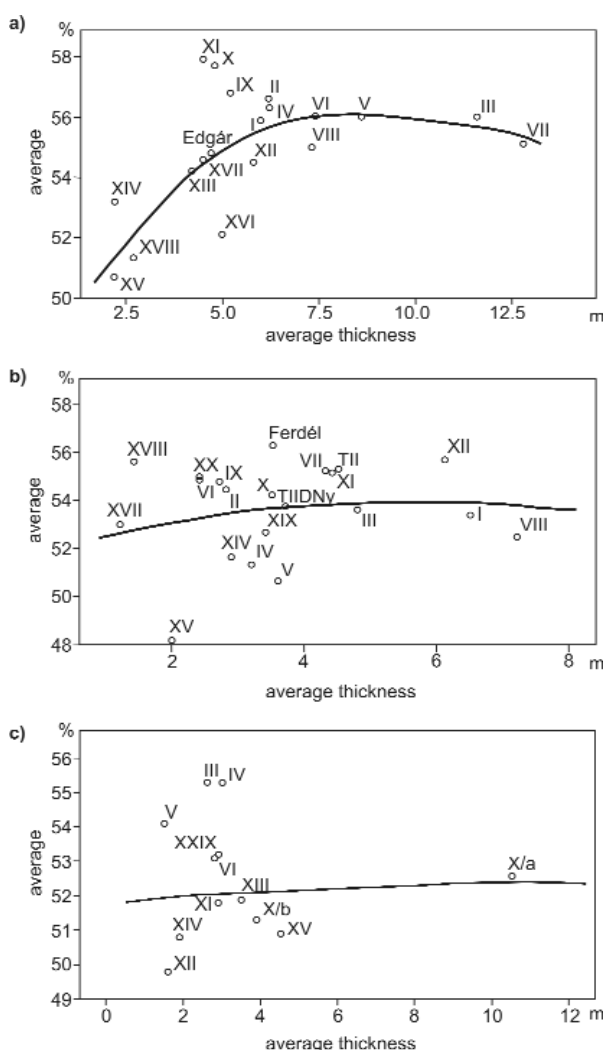


Figure 24. Correlation of the Al_2O_3 content of the bauxite with the average bauxite thickness

a) Izamajor sector, b) Alsó-Nyirád Forest sector, c) Dült-nyíres sector

24. ábra. A bauxit Al_2O_3 -tartalmának korrelációs kapcsolatai a bauxit átlagos vastagságával

a) Izamajor, b) Alsó-Nyirádi-erdő, c) Dült-nyíres részterületek lencse-átlagai

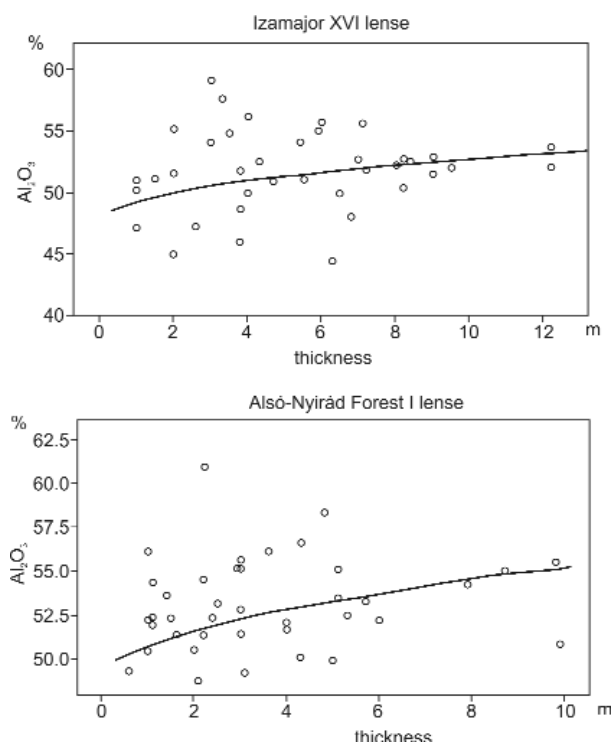


Figure 25. Correlation of the Al_2O_3 content of the bauxite with the bauxite thickness. The points correspond to borehole-averages
25. ábra. A bauxit Al_2O_3 -tartalmának korrelációs kapcsolata a bauxit-vastagsággal (a pontok fúrásátlagokat jelölnek)

ried out for the study of the scaling effect, presented on Figure 25. The borehole averages are correlated only very loosely with the bauxite thickness. A very slight increase can be indicated only.

I continued the statistical evaluation on the level of the sampling intervals. I found an interval with 70.2% Al_2O_3 content in the borehole Nd-382 in the lense Alsó-Nyirád III. This interval is characterized by a very low Fe_2O_3 content, being only 5.7%. The borehole Nd-3073 of the Dült-nyíres XI lense also has a sampling interval with 70.9% Al_2O_3 content. Single intervals with 60–65% Al_2O_3 are quite frequent in these bauxites. The iron content is less than 10% in these cases. I did not find such a strong Al_2O_3 enrichment in the bauxites of the Szóc and Malom-völgy deposits. On the other hand, the highest alumina content in a sampling interval of the Halimba deposit is 71.7%.

The *clayey bauxite* contains 4–7% less Al_2O_3 than the bauxite. The averages of the boreholes are largely varying. High averages, surpassing 60% were detected in four lenses of the Izamajor sector (Table 5). 58% was the highest value in the Alsó-Nyirád sector. The smallest Al_2O_3 contents in the clayey bauxite vary from 31 to 40%. I calculated the modes of the clayey bauxite as well, presented on Table 5. The mode is highest in the Izamajor sector with 50–51%. It is 47–48% in the Alsó-Nyirád sector and 49–50% in the Dült-nyíres one. In the Ódörögdlense sector it is only 46–47%. Thus, there are no significant differences between the sectors in this respect. The syn- and diagenetic geochemical processes extended also to the clayey bauxite.

The *bauxitic clay* contains generally 3–5% less Al_2O_3 than

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

Name and number of the lenses	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)
Izamajor			
I-dgár	35.1	54.8	47–48
I	41.1	59.4	51–52
II	50.5	52.6	51–52
III	40.6	59.8	47–48
IV	37.2	57.4	56–57
V	42.0	51.8	50–51
VI	44.7	57.4	51–52
VII	43.6	55.1	50–51
VIII	43.8	63.8	52–53
IX	43.7	63.0	51–52
X	45.6	59.1	49–51
XI	49.6	52.6	50–51
XII	43.2	52.3	52–53
XIII	44.4	57.7	48–49
XIV	40.0	54.1	48–49
XV	31.4	51.3	41–42
XVI	33.7	56.6	47–48
XVII	36.8	60.4	46–47
XVIII	43.8	65.2	48–49
Alsó-Nyirád Forest			
Ferenc dől	45.1	47.2	46–47
Fáncsics II	40.5	50.2	46–47
TIIDNy	40.5	50.2	45–46
I	34.2	53.7	47–48
II	40.0	47.0	45–46
III	43.3	58.1	47–48
IV	43.6	52.4	44–45
V	44.1	52.8	48–49
VI	32.8	50.0	41–42
VII	46.2	47.5	46–47
VIII	40.0	53.3	45–46
IX	30.3	54.2	48–49
X	46.5	53.1	48–49
XI	45.1	49.7	45–46
XIV	40.3	51.8	47–48
XVIII	45.9	54.7	50–51
XIX	32.1	49.0	47–48
XXi	37.0	46.5	44–45
Dült-nyíres			
III	44.4	54.3	49–50
IV	43.9	55.6	53–54
V	41.9	61.2	46–47
VI	33.1	53.0	44–45
X/a	41.5	48.3	44–45
X/b	36.2	57.4	46–47
XI	35.4	53.3	49–50
XII	42.6	48.1	47–48
XIII	44.8	52.3	51–52
XIV	34.7	49.9	42–43
XV	39.3	63.8	49–50
XXIX	39.3	51.5	44–45
Ódörögdpuszta			
Western lense group			
I	42.0	52.6	49–50
II	41.9	49.5	47–48
III	42.1	51.0	45–46
V	44.1	50.3	48–49
VI	40.0	52.5	47–48
Eastern lense group			
IV	41.3	51.8	43–44
VIII	43.1	45.1	43–44
IzaXXI	35.8	57.5	50–51

the clayey bauxite. There are significant differences between the sectors for their alumina content. The most frequent mode in the bauxitic clay is at 37–38% Al_2O_3 content. The highest mode I detected is 41–42%.

The *aluminous ferrite* contains less Al_2O_3 than the other lithologic types. It varies generally from 25% to 35%. In the samples most enriched in iron only 17–22% Al_2O_3 was detected. There is no significant difference between the alumina content of the aluminous ferrite occurring in different sectors.

The *upper zone* has the highest variability of the entire bauxite sequence for the Al_2O_3 content. It varies in the different sampling intervals from 30% to 60%. Epigenetic resilification is presumably the main reason for this high variability. The alumina content changes abruptly in both lateral and vertical directions.

SiO₂ content

The analytical error of the traditional wet chemical analyses is $\pm 0.3\%$. The weighted average for the Deáki Hill area is 4.1%. SiO_2 This value is smaller than the averages of the former investigated bauxite deposits: at Halimba 4.2%, at Szőc 5.1% and at Malom-völgy 5.8%. There are no significant differences between the weighted averages of the sectors: in the Deáki Hill area: 3.8% in the Izamajor sector, 4.2 in the Dült-nyíres one, 4.3% in the Alsó-Nyirád one. A relatively high SiO_2 content was detected in the Alsó-Nyirád XVI lense representing a geochemical transition between the Deáki Hill and the Nyirád Basin. In this lense 5.8% is the average SiO_2 content of the bauxite. The average of the Nyirád Basin sector is 6.2% SiO_2 . The SiO_2 content is different in the two groups of lenses of the Ódörög sector: it is 6.8% in the western group of lenses and 4.8% in the eastern one. The reason for these differences is presumably the different degree of resilification that occurred during and after the redeposition of these lenses.

The *standard error of the mean* varies from 0.1 to 0.4% in most lenses. In some lenses prospected only by few boreholes higher standard errors of the mean were observed.

The main statistical parameters of the SiO_2 content are presented on Table 6. Significant differences occur between the averages of the lenses, as a result of syngenetic and diagenetic geochemical processes.

The *statistical skewness* has been calculated for all lenses. It is higher than ± 1.0 in 19 of the 53 lenses in the Deáki Hill area. I applied Tukey's maximum likelihood estimator here to obtain unbiased averages. The skewness indicates asymmetry in the direction of the small SiO_2 values.

The *mode of the distribution* furnished useful information on the distribution of the SiO_2 content. The SiO_2 distribution has one single mode in all lenses. The mode is situated in most lenses between 3 and 4%. In a few lenses, containing the highest grade bauxite it is at 2–3%. On the other hand, in the Nyirád Basin sector it is slightly higher: 4–5%. At the southern end of the monograph area, in the Ódörög sector the mode is 5–6%. It reaches 8–9% only in the No. VI lense, because of local redeposition of the bauxite.

The study of the bauxite at the *borehole level* detected larger variability for the weighted averages. These values are indicated in the minimum and maximum columns of Table 6. The difference between these two values varies from 1 to 8%. It is smallest in the Izamajor and Dült-nyíres sectors with 1.2% and 1.5% in the Alsó-Nyirád sector.

I calculated the “silica modulus” of the bauxite for all lenses, as indicated in Table 6. It is higher than 10 in several lenses, corresponding to high-grade bauxite. The highest modulus was determined in the Izamajor VI lense with a 28.0 value. The modulus is smaller than 10 only in seven lenses, being between 5.8 and 9.9.

The *standard deviation* of the SiO_2 distribution is lowest in the Izamajor and Alsó-nyirád sectors, being less than $\pm 2.0\%$. On the other hand, it reaches $\pm 2.78\%$ in the Dült-nyíres sector. In the Ódörög sector $\pm 1.93\%$ is the highest standard deviation. It should be stressed that no reliable standard deviation can be calculated if the number of boreholes is less than three.

The *frequency histograms* of some typical distributions are presented on Figure 26, together with the corresponding Gauss curves. The shape of the histograms is very different. The distribution is symmetric only in few lenses, close to the corresponding Gauss curve. The lense Alsó-Nyirád I is a good example of this distribution (Figure 26, a). The distribution is asymmetric in most lenses, the mode being situated at the lower end of the distribution. There is a break in some lenses between the low and higher silica contents (Figure 26, b). An equal amount of low and medium silica content occurs in a few lenses (Figure 26, c). Syngenetic and diagenetic bauxitisation is the reason for these different distributions.

The variability of the silica distribution is even higher at the *level of sampling intervals*. The lowest SiO_2 content in some high grade bauxite intervals is 0.6–0.9%.

The *vertical distribution* of the SiO_2 content is similar in most lenses. It is smallest in the upper part of the red bauxite layer, where it varies from 1 to 4%. It increases downward gradually to 10%. In the underlying clayey bauxite it varies from 10% to 20%. Finally, it surpasses 20% in the bauxitic clay in the lower part of the bauxite sequence. The SiO_2 distribution is irregular only in the Ódörög sector because of the redeposition of the bauxite after the erosion of the Eocene cover. Bauxite layers occur repeatedly at several places, separated by layers of clayey bauxite and bauxitic clay.

The composition of the *clayey bauxite* has been determined by the mode, the minimum and the maximum SiO_2 val-

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

Name and number of the lenses	Average (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)	Silica modulus	Skewness	Standard deviation
Izamaajor							
Edgár	4.7	2.4	8.6	4-5	11.7	0.70	1.7
I	3.9	2.0	6.5	4-5	14.3	0.62	1.2
II	3.9	2.4	7.6	3-4	14.5	1.00	1.6
III	3.3	2.6	5.3	3-4	15.6	1.27	0.8
IV	3.4	1.9	8.6	2-3	16.6	1.10	0.1
V	3.3	2.4	4.8	3-4	17.0	0.51	0.8
VI	2.0	1.7	6.8	1 2	28.0	1.23	1.6
VII	4.9	2.7	9.4	4 7	11.2	0.09	1.6
VIII	5.2	3.4	8.2	3 4	10.6	0.71	2.0
IX	3.1	2.6	7.5	3-4	18.3	1.12	1.5
X	2.9	2.1	6.5	2-3	19.9	1.54	1.4
XI	4.9	3.9	5.3	5-6	11.8	-1.20	0.6
XII	3.4	2.7	7.2	3-4	16.0	2.39	0.8
XIII	3.2	2.9	6.9	3-4	16.9	1.26	1.1
XIV	6.1	6.0	6.3	6 7	8.7	1.00	0.1
XV	7.7	6.6	8.3	8 9	6.6	0.59	0.8
XVI	3.6	1.2	8.5	2 5	14.5	0.71	1.4
XII	4.3	1.5	9.5	5 6	12.7	0.65	2.0
XVIII	5.5	3.9	8.9	4 5	9.3	0.61	1.5
Alsó-Nyirád Forest							
Ferenc dől	3.7	3.2	4.4	3-4	15.2	-0.36	0.6
Táncsics II	3.6	2.0	8.5	2-3	15.0	0.69	1.8
THDNY	3.9	1.5	8.3	3-4	13.8	0.73	1.8
I	4.6	1.7	9.9	4 5	11.6	0.60	1.6
II	3.4	2.5	4.7	3 4	15.8	0.28	0.7
III	3.7	2.6	7.1	3 4	16.8	1.87	1.2
IV	4.7	2.3	9.1	6 7	11.1	0.24	1.9
V	4.4	2.4	9.9	3-4	11.5	1.37	1.6
VI	5.5	4.2	8.8	4-5	10.0	1.01	1.4
VII	3.7	3.2	4.4	3-4	14.9	-	-
VIII	3.8	1.8	7.6	3-4	13.8	1.08	1.0
IX	3.6	2.2	9.0	3 4	18.3	1.76	1.7
X	5.2	4.5	8.1	C	10.4	1.55	1.2
XI	7.7	6.9	9.3	6 7	7.2	0.98	1.0
XII	2.8	2.8	2.8	2 3	19.9		
XIV	4.7	2.2	9.7	4 5	11.0	0.38	1.8
XV	5.5	4.3	7.6	4 5	10.6	1.64	1.8
XVII	5.3	2.9	8.6	2-3	10.1	-	-
XVIII	6.4	4.4	9.3	4-5	8.7	-	-
XIX	4.2	2.4	9.8	2-3	12.5	1.63	2.4
XXI	6.0	6.0	6.0	6-7	9.2	-	-
Dült-nyíres							
III	5.0	1.4	7.7	4 5	11.1	0.81	1.60
IV	6.1	2.3	9.4	9 10	9.1	0.08	2.78
V	7.7	1.7	8.7	8 9	7.1	-2.47	2.13
VI	4.7	1.2	9.5	4 5	11.3	0.40	2.38
X/a	3.3	2.8	5.2	3-4	15.9	1.30	0.57
X/b	4.5	1.9	9.4	3-4	11.4	0.89	2.02
XI	2.8	2.3	10.3	2-3	18.0	1.35	2.34
XII	8.6	8.1	9.3	8-9	5.8	-	-
XIII	3.4	3.0	5.3	3 4	15.7		
XV	3.9	2.9	9.7	3 4	11.8	1.59	1.60
XXIX	3.7	2.4	9.1	2 3	21.6	2.05	2.17

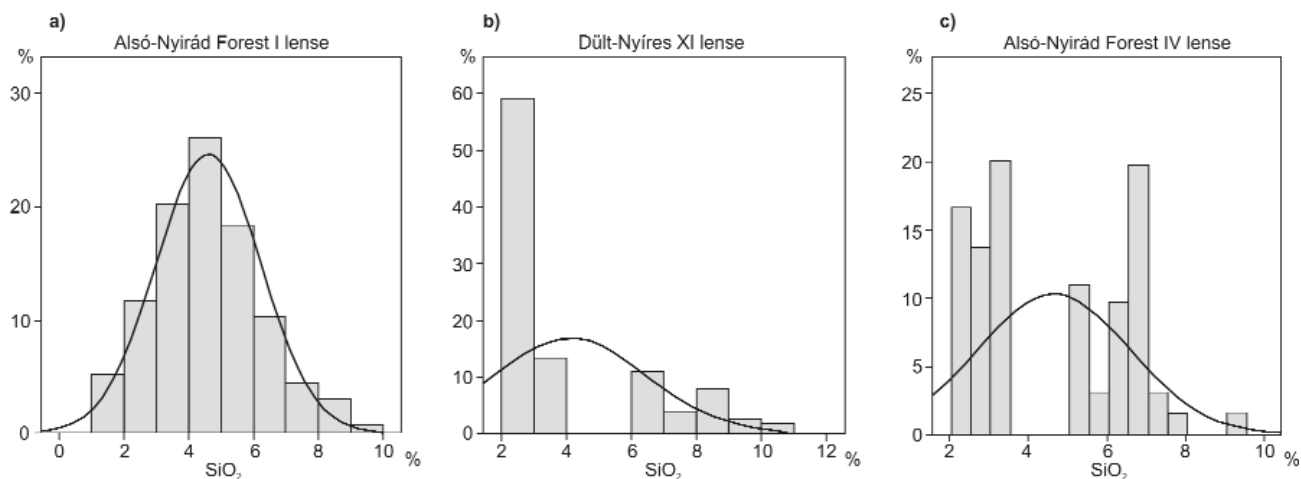


Figure 26. Frequency histograms of the SiO_2 contents of three typical bauxite lenses
26. ábra. Három jellegzetes lense SiO_2 -tartalmának gyakorisági hisztogramja

ues. The most frequent mode is between 15% and 16%. The averages of the lenses vary from 10% to 20% SiO_2 . No regional trend was detected in the SiO_2 distribution.

The same calculations were applied for the *bauxitic clay* of the bauxite sequence. The most frequent mode is between 28% and 29%. The lowest mode occurs at 25–26%, the highest one at 36–37%. The smallest weighted average is 20%, detected in one lense. On the other hand, the highest average is as high as 43.7%, occurring in the Alsó-Nyirád I lense. No regional trend was found in the SiO_2 content of the bauxitic clay.

The *aluminium reach ferrite* has very variable SiO_2 content. The smallest values are at 3%, the largest ones at 15%. No regional trend was found as well.

The SiO_2 content of the *upper zone* is highly variable. It contains in the average more SiO_2 than the underlying brick-red bauxite, reaching 35% at some places. The percentage of SiO_2 varies abruptly in both lateral and vertical directions.

Fe_2O_3 content

The analytical error of the traditional wet analyses is $\pm 0.5\%$. The overall weighted average for the entire Deáki Hill area is 26.0% Fe_2O_3 . This is higher as the averages of the former monographs: Halimba 24.8%, Szőc 23.4% and Malomvölgy 23.1%. There is a regional trend within the territory of the present monograph, the iron increasing in north-east direction: Izamajor sector 25.2%, Alsó-Nyirád one 25.5%, Dült-nyíres one 27.1%. It diminishes again in the Nyirád Basin sector to 25.5%. At the southern end of the monograph area, in the Ódörögd sector it is only 20.7%.

The averages of the lenses are very different. The difference between the smallest and largest averages is 7.4% in the Izamajor sector and 9.7% in the Alsó-Nyirád and Dült-nyíres sectors. No average reaches 30% Fe_2O_3 content (Table 7).

The *statistical skewness* of the distribution has been calculated for all lenses and included into Table 7. Most lenses are skewed in the direction of the higher Fe_2O_3 content. Unbiased, correct averages were obtained by applying Tukey's maximum likelihood estimator. This parameter could be calculated only if more than three boreholes found bauxite in the lense.

The *standard error of the mean* is less than $\pm 0.5\%$ in most lenses. It is more only in some lenses prospected by few boreholes. I calculated the *mode of the distribution* as well, indicated in Table 7. The mode is at 25–26% in most lenses of the Izamajor sector. On the other hand, the modes are very different in the Alsó-Nyirád sector, the smallest being at 9–10%, and the largest at 30–31%. Local iron enrichment and dissolution occurred frequently in these lenses. The differences are more restricted in the Dült-nyíres sector, the lowest mode occurring at 21–22% and the highest one at 29–30%. The location of the mode is similar in the Ódörögd sector, the smallest mode being at 20–21% and the highest one at 25–26%.

The average *standard deviation* of the lenses is also very different. It is smallest in the Izamajor sector, less than $\pm 3.0\%$ in most lenses. It is higher in the Alsó-Nyirád sector reaching $\pm 9.3\%$ as highest value. Similar standard deviations were obtained in the Dült-nyíres sector (Table 7). The standard deviation is high in the Ódörögd sector as well, being $\pm 5.3\%$ to 7.9%. This is the consequence of the redeposition of the bauxite.

I studied the Fe_2O_3 distribution also on *the level of the boreholes*. It is indicated in Table 7, in the minimum and maximum columns of the table. The smallest borehole averages are smaller than 10%. The smallest value was found in the borehole Nd-3073 of the lense Dült-nyíres XI with 4.5% Fe_2O_3 . On the other hand, the maximum exceeded 30% in seven bore-

Table 7. Main statistical parameters of the Fe₂O₃ content of the bauxite

Name and number of the lenses	Average (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)	Skewness	Standard deviation
Izamazor						
Edgár	22.7	18.0	25.8	23-24	-0.32	2.0
I	25.2	22.9	27.0	26-27	-0.68	1.1
II	24.6	21.0	28.3	26-27	-0.48	2.1
III	25.2	22.5	27.0	24-25	0.14	0.9
IV	25.5	16.2	27.2	25-26	-2.29	2.5
V	25.1	24.0	28.2	25-26	1.07	1.3
VI	27.1	22.5	27.3	27-28	1.34	1.6
VII	24.2	19.8	27.0	23-25	0.19	1.8
VIII	24.5	21.2	26.9	26-27	-0.35	1.9
IX	24.6	14.0	28.0	24-25	-2.04	2.9
X	24.3	23.4	25.4	24-25	0.78	0.7
XI	25.5	24.1	25.8	25-26	-2.31	0.6
XII	26.1	22.0	27.4	25-27	-1.50	1.0
XIII	25.5	16.0	27.9	27-28	-1.15	3.8
XIV	20.9	16.8	23.7	21-22	1.38	2.6
XV	20.2	11.5	26.8	22-23	1.02	5.3
XVI	27.6	18.6	35.9	27-28	0.24	3.2
XII	23.7	3.4	32.6	25-26	-1.10	6.2
XVIII	24.9	18.7	28.9	26-27	-0.82	3.7
Alsó-Nyírad Forest						
Ferenc dél	22.4	19.5	22.6	22-23	-1.92	0.9
Táncsics II	24.8	12.4	27.4	27-28	-2.62	3.1
TIIDNy	24.8	18.1	28.5	25-26	-1.04	3.1
I	24.3	9.0	29.0	25-26	2.01	3.1
II	25.7	20.9	28.6	25-26	0.73	1.9
III	27.0	5.7	29.3	27-28	2.56	3.4
IV	26.8	11.2	29.8	26-27	-2.01	3.4
V	28.9	13.6	32.9	30-31	2.00	3.5
VI	19.6	5.6	28.4	9-10	0.38	9.0
VII	23.9	21.4	25.8	21-22	-	-
VIII	27.2	9.9	29.7	26-29	-3.72	2.5
IX	23.6	8.1	30.8	24-25	0.58	4.4
X	26.4	7.2	26.8	26-27	2.87	4.3
XI	19.2	10.8	25.5	19-20	0.57	5.1
XII	24.7					
XIV	25.7	14.9	32.4	24-25	-0.99	4.9
XV	21.5	13.0	31.5	20-21	0.70	9.3
XVII	25.8	24.6	26.6	26-27	-	-
XVIII	21.0	18.3	25.1	18-19	-	-
XIX	25.9	19.9	28.5	27-28	-1.31	2.8
XX	25.3	-	-	-	-	-
Dült-nyíres						
III	23.5	11.5	26.8	24-25	1.48	3.3
IV	21.9	15.2	26.0	21-22	0.81	2.7
V	19.8	6.8	29.8	21-22	-1.30	6.8
VI	25.0	11.7	30.7	25-26	-1.56	4.3
X/a	28.8	25.4	31.0	29-30	-0.41	1.7
X/b	27.0	12.8	32.3	27-28	-0.88	3.7
XI	28.8	4.5	38.0	28-30	-1.81	9.0
XII	19.6	14.5	26.5			
XIII	28.0	26.4	28.8			
XIV	25.4	18.4	35.0	26-27	0.31	4.1
XV	29.3	10.8	32.5	29-30	2.39	3.8
XXIX	28.0	25.9	30.2	29-30	0.04	2.0

Table 7. Continuation

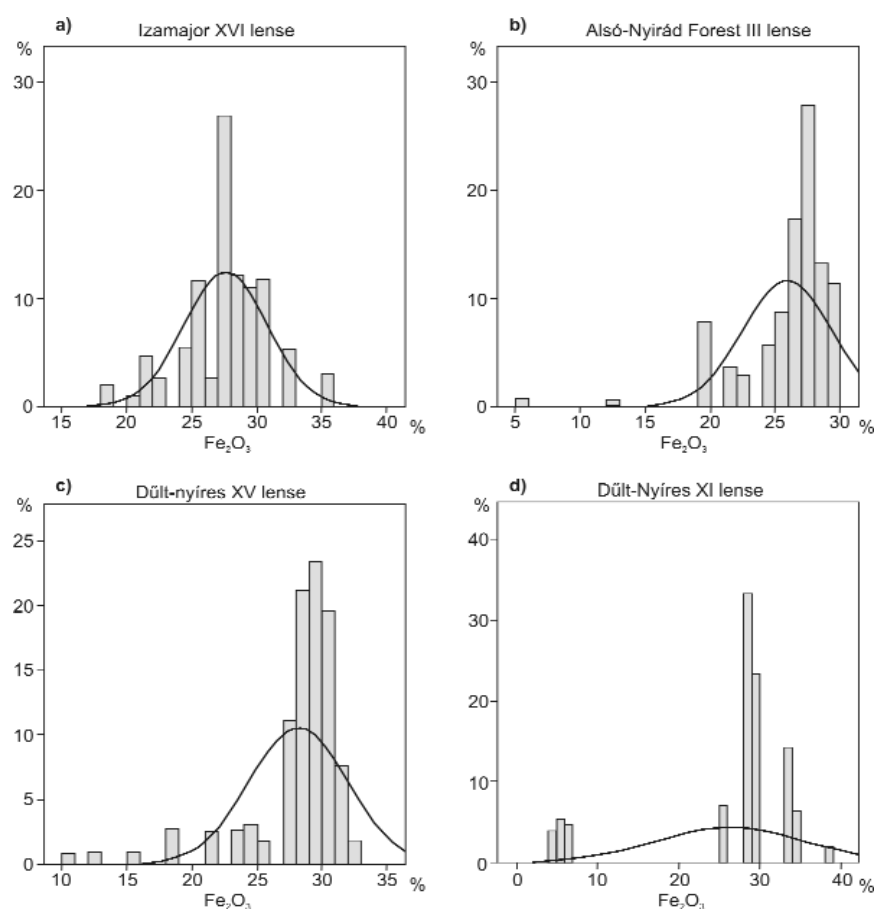
Name and number of the lenses	Average (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)	Skewness	Dispersion
Nyírád Basin						
I	27.6	13.3	32.2	26-27	1.28	5.80
II	30.7	-	-	-	0.00	-
III	0.0	0.0	0.0	0	0.00	0.00
IV	24.2	25.4	25.4	25-26	-	-
V	19.8	22.7	22.7	22-23	-	-
VI	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.00
VIII	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.00
IX	0.0	0.0	0.0	0	0.0	0.00
X	0.0	0.0	0.0	0	-	-
XI	25.1	-	-	-	-	-
Ódörögdpusztá						
Western lense group						
I	23.8	15.5	24.5	23-24	-2.94	2.40
II	20.5	15.5	23.5	23-24	0.71	3.30
III	21.1	20.9	21.2	21-22	-	-
V	19.4	19.2	23.0	-	-	-
VI	21.4	19.2	23.0	20-21	-0.20	1.10
Eastern lense group						
IV	24.4	7.8	29.4	24-25	-1.61	5.30
VIII	24.5	12.0	25.6	25-26	-1.56	7.30
IzaXX	11.6	3.3	21.0	20-21	0.38	6.10

holes of the Dült-nyíres sector. The bauxite of the Izamajor sector is more uniform in this respect. Very low Fe_2O_3 content was found only in one borehole (Ni-446) with an average of 3.4%. Very low iron content was detected also in the XXI lense of the Ódörögdpusztá sector, with 3.3% Fe_2O_3 .

I constructed *frequency histograms* for all lenses when the number of the boreholes was more than five. The corresponding Gauss curves were also indicated on the histograms (Figure 27). The distribution is symmetric only in few lenses. An example of them is the Izamajor XVI lense (Figure 27, a). Two examples of the asymmetric distribution from the Alsó-Nyírád and Dült-nyíres sectors are presented on the Figures 27, b and 27, c. Few low-

Figure 27. Frequency histograms of the Fe_2O_3 contents of four typical bauxite lenses

27. ábra. Négy jellegzetes lense Fe_2O_3 -tartalmának gyakorisági histogramja



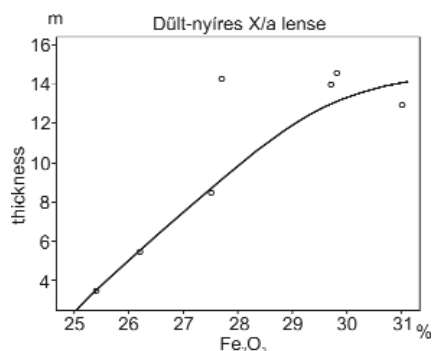


Figure 28. Correlation of the Fe_2O_3 content of the bauxite with the bauxite thickness. The points correspond to borehole-averages
28. ábra. A bauxit Fe_2O_3 -tartalmának korrelációs kapcsolata a bauxitvastagsággal (a pontok fúrásátlagokat jelölnek)

iron bauxite occurs in both lenses too. A particularly extreme iron composition was found in the Dült-nyíres XI lense containing low and high iron bauxite in the same time (Figure 27, d). The histograms indicate a highly variable distribution of the iron content in the monograph area.

I carried out *correlation calculations* between the iron content and the thickness of the bauxite. I found no correlation in most lenses between these two variables. There is only one lense — the Dült-nyíres X/a — where the iron content significantly increases with the bauxite thickness (Figure 28).

As for the other main components, I extended the statistical evaluation to the *level of the sampling intervals* for the study of the scaling effect. The variability of the Fe_2O_3 is highest at this level of study. The highest Fe_2O_3 content reaches 32–37% in several boreholes. They can be considered as transitions into the aluminous ferrite. On the other hand, very low iron contents also occur in some sampling intervals, with only 3–5% Fe_2O_3 . These extreme variances are due to the high geochemical mobility of the iron in the bauxite.

The *vertical distribution* of the iron content is more irregular than that of the Al_2O_3 and SiO_2 contents. The highest iron contents occur generally in the central part of the bauxite layer.

The iron content of the *clayey bauxite* has been described by the minimum and maximum values of the lense-averages and by the modes. The results of the Izamajor sector are presented on Table 8. The smallest averages are less than 10% Fe_2O_3 . The highest values vary from 22% to 29%. There are only two lenses where the clayey bauxite exceeds 30%. There is only one single mode in all lenses, located most frequently at 22–23%. The overall average of the clayey bauxite is 3% less than that of the bauxite.

The iron content of the *bauxitic clay* is characterized by the minimum and maximum values and by the mode. The data of the Izamajor sector are presented on Table 9. The smallest minimum is at 1.3% Fe_2O_3 and the highest one at 28.7%. Both values occur in the No. II lense. The mode is most frequently at 11–12%. This is significantly smaller than that of the clayey bauxite. The iron content of the bauxitic clay is smallest at the bottom of the bauxite sequence. It is presumably the result of secondary dissolution of the iron.

The iron content is highest in the *aluminous ferrite*. The iron content of this lithologic type is highly variable. The most frequent values are between 33% and 42%. It contains 46.1% in the Dült-nyíres III lense, and it reaches 52–55% in the Dült-

Table 8. Main statistical parameters of the Fe_2O_3 content of the clayey bauxite in the Izamajor sector

Name and number of the lenses	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)
Izamajor			
Edgár	7.0	28.6	18–19
I	6.5	29.5	21–22
II	17.5	22.2	17–18
III	2.6	28.7	19–20
IV	12.5	27.6	21–22
V	20.1	22.8	22–23
VI	15.0	22.4	20–21
VII	16.7	24.6	22–23
VIII	7.6	23.7	22–23
IX	7.2	28.8	19–20
X	9.0	22.0	20–21
XI	19.7	23.1	22–23
XII	19.0	30.1	21–22
XIII	9.5	23.6	23–24
XIV	10.9	21.7	14–15
XV	12.3	25.6	23–24
XVI	6.6	28.2	25–26
XVII	9.1	31.9	22–23
XVIII	9.1	26.5	26–27

Table 9. Main statistical parameters of the Fe_2O_3 content of the bauxitic clay in the Izamajor sector

Name and number of the lenses	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)
Izamajor			
Edgár	5.8	16.4	11–12
I	3.4	26.4	11–12
II	1.3	28.7	5–6
III	4.2	22.3	11–12
IV	4.2	20.6	6–7
V	8.5	16.6	13–14
VI	12.8	18.6	13–14
VII	10.5	22.8	12–13
VIII	4.8	17.7	16–17
IX	4.0	19.1	14–15
X	7.0	16.1	12–13
XI	6.1	16.6	8–9
XII	8.0	22.7	22–23
XIII	3.0	27.6	12–13
XIV	11.6	16.4	14–15
XV	9.2	23.1	11–12
XVI	5.4	26.0	11–12
XVII	9.5	28.0	20–21
XVIII	6.3	19.7	10–11

nyíres XI lense. The aluminous ferrite reaches 7.4 m thickness in the borehole Nd–3065 of the Dült-nyíres X/b lense with an average of 49.0% Fe₂O₃. The highest sampling interval contained 67.0%. Three boreholes of the lense I, in the Nyirád Basin sector contained aluminous ferrite, with averages of 41.7%, 46.0% and 45.6% Fe₂O₃. The lense III also contained aluminous ferrite. Most of the aluminous ferrite is here product of secondary iron mobilisation and precipitation. On the other hand, in the southern part of the monograph area they are mainly transported debris of ancient lateritic iron crusts.

The *upper zone* of the bauxite sequence is characterized by highly variable iron content, because of strong epigenetic iron mobilisation. Sampling intervals of extreme iron contents are frequent, varying from 2% to 35%. Typical iron enrichment is represented by the “iron crusts” at the bottom of the upper zone.

TiO₂ content

The analytical error of the traditional wet chemical analyses is $\pm 0.2\%$. The overall average of the monograph area is 2.3% TiO₂. This is slightly less than the average of the Halimba deposit (2.4%), but it is higher than that of the Szőc and Malom-völgy deposits (2.0%). The averages of the sectors are quite uniform: 2.3% in the Izamajor and Dült-nyíres sectors, and 2.4% in the Alsó-Nyirád sector. In the Nyirád Basin sector it is only 2.1% and in the Ódörög sector it varies from 2.2% to 2.7%.

The *statistical skewness* is in most lenses smaller than ± 1.0 , (Table 10). The highest skewness occurs in the Izamajos XIV lense with +2.46, I applied Tukey’s maximum likelihood estimators for the calculation of the averages at skewnesses surpassing the ± 1.0 value.

The *standard error of the mean* is in most cases less than $\pm 0.1\%$. The highest values detected so far are at $\pm 0.3\%$.

I determined the *mode of the distribution* for all lenses. Explored by more than three boreholes. The most frequent mode is at 2.2–2.3% TiO₂ content in the Izamajor and Alsó-Nyirád sectors. In the Dült-nyíres sector it is at 2.4–2.5%. The highest averages were detected in the Izamajor XIII lense at 3.0–3.1% and in the Alsó-Nyirád VI lense at 3.4–3.5% (Table 10). In the Nyirád Basin sector the most frequent mode is at 2.3–2.4%. Surprisingly high modes were found in the western group of lenses in Ódörög sector at 2.8–3.1%. In the eastern group it is less: 2.5–2.6%.

The variability of the TiO₂ contents is described by the *standard deviation* (Table 10). It is less than $\pm 0.4\%$ in most lenses, indicating a relatively low variability.

The statistical evaluation was extended here again to the *level of the boreholes*. I calculated separately the averages and the minimum and maximum values (Table 10). The largest average is 4.4% TiO₂ occurring in the Alsó-Nyirád XVI lense. The smallest average is 0.9% found in the Dült-nyíres V lense.

Table 10. Main statistical parameters of the TiO₂ content of the bauxite

Name and number of the lenses	Average (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)	Skewness	Standard deviation
Izamajor						
Edgár	2.7	2.1	3.4	2.7-2.8	-0.79	0.2
I	2.4	1.9	3.0	2.2-2.3	0.56	0.3
II	2.2	1.9	2.7	2.2-2.3	0.18	0.2
III	2.7	2.3	3.3	2.8-2.9	0.20	0.3
IV	2.2	1.7	2.9	2.2-2.3	-0.01	0.3
V	2.3	2.0	2.5	2.4 2.5	0.56	0.2
VI	2.6	2.5	2.8	2.5 2.6	0.02	0.2
VII	2.6	2.1	3.2	2.4 2.5	0.85	0.3
VIII	2.5	2.2	3.1	2.4-2.5	1.14	0.2
IX	1.9	1.3	2.9	1.7-1.8	0.62	0.4
X	2.1	2.0	2.4	2.0-2.1	0.70	0.2
XI	2.3	2.0	2.8	2.3-2.4	0.96	0.2
XII	2.4	2.0	2.7	2.4 2.5	0.70	0.2
XIII	2.6	1.9	3.6	3.0 3.1	0.30	0.4
XIV	2.1	1.2	2.5	2.0 2.1	2.46	0.2
XV	2.0	1.2	2.3	2.2 2.3	1.58	0.5
XVI	2.0	1.2	2.8	2.2-2.3	-0.39	0.4
XII	2.3	1.6	3.1	2.2-2.3	0.26	0.4
XVIII	2.2	1.7	3.1	2.0-2.1	0.88	0.4

Table 10. Continuation

Name and number of the lenses	Average (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)	Skewness	Standard deviation
Alsó-Nyirádi-erdő						
Ferdél	2.6	2.0	2.9	2.4-2.5	-0.06	0.3
III	2.5	1.4	2.8	2.7-2.8	-2.09	0.3
TIIDNy	2.3	1.7	2.6	2.2-2.3	-0.31	0.2
I	2.5	1.3	3.4	2.2-2.3	-0.45	0.4
II	2.4	1.1	2.8	2.1-2.2	0.39	0.3
III	2.6	2.1	4.1	2.5-2.6	1.26	0.4
IV	2.3	1.7	3.1	2.0-2.1	0.49	0.4
V	2.1	1.9	2.8	2.2-2.3	0.94	0.2
VI	2.7	1.7	3.5	3.4-3.5	0.27	0.7
VII	2.3	2.2	2.3	2.2-2.3	—	—
VIII	2.1	1.8	3.0	2.2-2.3	0.67	0.2
IX	2.3	1.3	3.5	2.5-2.6	0.18	0.3
X	2.6	2.0	3.1	2.4-2.5	0.15	0.4
XI	2.2	1.9	2.4	2.3-2.4	0.08	0.2
XII	2.1					
XIII	2.6	2.0	3.6	2.9-3.0	0.30	
XIV	2.1	1.6	2.6	2.1-2.2	0.42	0.3
XV	2.6	1.9	3.0	2.9-3.0	-1.68	0.6
XVI	2.6	1.7	4.4	2.5-2.6	1.33	0.6
XVII	2.0	1.4	2.3	2.2-2.3	—	—
XVIII	2.1	2.1	2.1	2.1-2.2	—	—
XIX	2.6	1.9	2.8	2.7-2.8	-1.69	0.3
XX	1.4					
XXI	2.8	2.6	2.9	2.8-2.9		
Dült-nyíres						
III	2.6	1.8	4.0	2.9-3.0	0.13	0.4
IV	2.4	2.2	2.7	2.4-2.5	-0.58	0.1
V	2.5	0.9	3.4	2.5-2.6	-1.26	0.6
VI	2.3	1.3	2.7	2.4-2.5	-1.24	0.4
X/a	2.3	2.0	2.5	2.2-2.3	-0.34	0.2
X/b	2.1	1.6	2.8	1.9-2.0	0.77	0.2
XI	2.1	1.7	3.0	1.8-1.9	1.40	0.3
XII	2.5	1.9	3.0			
XIII	2.5	1.9	3.0			
XIV	2.5	2.4	3.3	2.4-2.5	1.90	0.3
XV	2.4	1.2	3.3	2.2-2.3	-0.20	0.3
XXIX	2.2	1.6	2.5	2.4-2.5	-0.93	0.4
Nyirád Basin						
I	2.1	1.0	3.2	2.1-2.2	-0.49	0.70
II	1.6					
III	0.0	0.0	0.0	0	0.00	
IV	2.4	2.3	2.5	2.3-2.4		
V	2.4	2.2	2.8	2.2-2.3		
VI	0.0	0.0	0.0	0	0.00	0.00
VIII	0.0	0.0	0.0	0	0.00	0.00
IX	0.0	0.0	0.0	0	0.00	0.00
X	0.0	0.0	0.0	0	0.00	0.00
XI	2.0	—	—	—	—	—
Ödörögdpusztá						
Western lense group						
I	2.8	2.7	2.9	2.8-2.9	0.22	0.05
II	3.0	2.3	3.2	3.0-3.1	1.64	0.26
III	2.9	2.9	2.9	2.8-2.9	—	—
V	1.9	—	—	—	—	—
VI	2.3	1.9	2.7	2.2-2.3	0.28	0.19
Eastern lense group						
IV	2.2	1.8	2.6	2.5-2.6	0.20	0.29
VIII	2.4	2.1	2.5	2.4-2.5	1.29	0.21
IzaXX	2.4	2.1	4.0	2.1-2.2	1.76	0.56

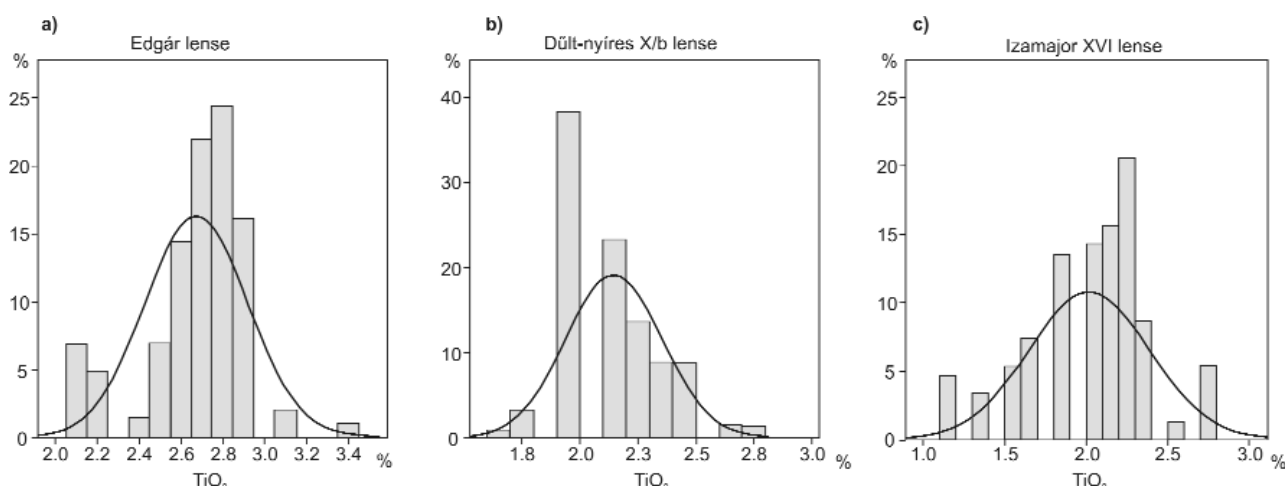


Figure 29. Frequency histograms of the TiO_2 contents of three typical bauxite lenses
29. ábra. Három jellegzetes lense TiO_2 -tartalmának gyakorisági hisztogramja

I constructed *frequency histograms* for the TiO_2 distribution too. Most histograms are close to symmetric, as confirmed by the corresponding Gauss curves. A good example of this type of histogram is the Edgár lense in the Izamajor sector (Figure 29, a). The TiO_2 content is skewed in the asymmetric histograms towards the high TiO_2 contents. An example of it is the histogram of the Dült-nyíres X/b lense (Figure 29, b) and that of the Izamajor XVI lense (Figure 29, c).

I carried out *bivariate correlation calculations* between the TiO_2 content and the thickness of the bauxite. There is no significant correlation between these two variables.

I studied the scaling effect on the level of the *sampling intervals* too. I found that the variability of the TiO_2 content is highest at this level of study. The smallest TiO_2 values detected in the bauxite samples of the monograph area are between 1% and 3%. The highest values are between 4.0% and 4.6% in several boreholes. The highest value I found in an interval is 5.6% TiO_2 in the Alsó-Nyirád XVI lense. The TiO_2 content is generally highest at the top of the bauxite and it diminishes gradually downward.

The TiO_2 content of the *clayey bauxite* is by 0.3–0.6% smaller than that of the bauxite. The statistical data of the Izamajor sector are presented in Table 11. The highest borehole averages are at 3.5–3.6%. The highest single interval is 5.5% TiO_2 occurring in the Izamajor III lense. The modes of the TiO_2 content vary from 1.5% to 2.7%. The most frequent mode is situated at 1.8–2.0%. There is no significant difference between the TiO_2 contents of the clayey bauxite of the Alsó-Nyirád and Dült-nyíres sectors. The borehole averages are at 2.8–2.9% in the western group of lenses of the Ódörög sector.

The *bauxitic clay* has smaller TiO_2 contents by 0.3–0.5% than that of the clayey bauxite. The TiO_2 content is less variable. For this reason, the modes are more uniform.

The TiO_2 content is diminished in the *aluminous ferrite*. It is most frequently between 1.2% and 1.6%. I detected 1.5–2.0% TiO_2 only in the iron crust occurring at the bottom of the upper zone.

The TiO_2 content of the *upper zone* is mainly between 2.3% and 2.9%. I have to stress that the TiO_2 is the least mobile of the five main chemical components of the bauxite. This is the reason of its restricted variability in the upper zone.

Table 11. Main statistical parameters of the TiO_2 content of the clayey bauxite in the Izamajor sector

Name and number of the lenses	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)
Izamajor			
Edgár	1.0	3.0	2.4–2.5
I	1.6	2.1	2.0–2.1
II	1.7	5.5	2.1–2.2
III	1.4	3.4	1.8–1.9
IV	1.5	2.5	2.0–2.1
V	1.8	2.8	1.9–2.0
VI	1.7	2.8	2.1–2.2
VII	1.7	3.6	1.9–2.0
VIII	1.5	3.0	1.6–1.7
IX	1.8	2.3	1.9–2.0
X	1.5	1.9	1.8–1.9
XI	1.6	3.7	2.0–2.1
XII	1.0	2.9	2.5–2.6
XIII	1.0	2.6	2.3–2.4
XIV	1.2	3.0	1.5–1.6
XV	1.1	3.6	1.9–2.0
XVI	1.0	2.3	1.8–1.9
XII	3.3	3.3	1.8–1.9
XVIII	1.8	3.6	2.6–2.7

Ignition loss

The ignition loss of the bauxite contains together with the +H₂O small amounts of CO₂ and SO₃. Unfortunately, these components were not determined together with the ignition loss analyses of the monograph area. However, it is favourable that in the typical red bauxite the amount of these two components is insignificant. The analytical error of the traditional wet chemical analyses for the ignition loss is $\pm 0.3\%$.

The weighted average for the bauxite of the entire monograph area is 12.7%. This is only slightly higher than that of the Halimba bauxite, being 12.5%. On the other hand, the Malom-völgy bauxite contains 21.5% and the Szóc bauxite 19.9% ignition loss.

The smallest average of the sectors is in the Dült-nyíres one, being 12.4%. It is 12.6% in the Izamajor sector, 12.7% in the Nyirád Basin one and 13.0% in the Alsó-Nyirád one. Much higher average values were detected in the Ódörög sector: 13.3% in the western group of lenses and 16.7% in the eastern one. These high values represent a genetic problem, to be discussed in the genetic chapter.

I have obtained the following general mineralogical experience for the geochemistry of the Hungarian bauxites: bauxite is overwhelmingly *boehmitic* if the +H₂O content is less than 14%. It has a mixed *boehmitic-gibbsitic* composition if the + H₂O content is between 14.0% and 20.0%. Finally, it is overwhelmingly *gibbsitic* if the + H₂O content is higher than 20.0%. When applying these experiences, the majority of the bauxite in the monograph area is of boehmitic composition. Mixed boehmitic-gibbsitic bauxite occurs only in the eastern group of lenses of the Ódörög sector. No overwhelmingly gibbsitic bauxite was detected so far in the monograph area.

The average ignition loss content of the lenses is presented in Table 12, together with the other main statistical parameters of the ignition loss. There are only two lenses in the Izamajor sector containing more ignition loss than 14% (14.2 and 14.7%). There are two lenses in the Alsó-Nyirád and three in the Dült-nyíres sectors with averages higher than 14%. In the Ódörög sector four lenses have averages from 14.5 to 17.5%.

The averages of the lenses are not uniform within one sector. The difference between the smallest and the largest average is 2.5% in the Izamajor sector, 2.6% in the Alsó-Nyirád one and 3.7% in the Dült-nyíres one.

The *skewness of the distribution* is generally +1–4% in most lenses (Table 12). I corrected the weighted averages by Tukey's maximum likelihood estimator if the skewness was more than ± 1.0 .

The *standard error of the mean* is less than $\pm 0.4\%$ in most lenses. For this reason I consider the averages as reliable ones.

I calculated the *mode of distribution* for all lenses (Table 12). The mode is situated at 12–13% in 35 of the 50 evaluated lenses, indicating boehmitic bauxite. The highest mode detected is 14–15% in the Izamajor sector, and it is 15–16%

Table 12. Main statistical parameters of the ignition loss content of the bauxite

Name and number of the lenses	Average (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)	Skewness	Standard deviation
Izamajor						
Edgár	12.8	12.4	16.8	12–13	2.01	0.1
I	12.4	11.1	14.0	12–13	0.40	0.1
II	12.2	11.5	14.2	12–13	1.64	0.1
III	12.3	12.0	16.0	12–13	1.78	1.0
IV	12.6	12.5	15.5	12–13	2.51	0.1
V	12.4	11.6	17.3	12–13	1.66	0.3
VI	12.5	12.3	13.0	12–13	0.83	0.1
VII	12.5	12.2	16.4	12–13	4.05	0.1
VIII	12.8	12.0	13.7	12–13	-0.39	0.1
IX	12.9	12.2	15.7	13–14	2.25	0.1
X	12.4	12.1	12.7	12–13	-0.68	0.1
XI	12.6	12.3	12.7	12–13	-1.09	0.1
XII	12.8	12.2	13.1	12–13	-0.58	0.1
XIII	12.4	12.0	20.8	12–13	4.15	0.2
XIV	14.2	12.9	18.7	12–13	2.16	1.2
XV	14.7	11.1	26.8	14–15	1.68	2.5
XVI	12.2	11.0	22.5	12–13	4.13	0.1
XII	13.1	11.7	22.8	12–13	1.66	0.3
XVIII	12.8	11.8	15.3	12–13	1.28	1.3

Table 12. Continuation

Name and number of the lenses	Average (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)	Skewness	Standard deviation
Alsó-Nyirád Forest						
Ferenc dél	13.2	13.0	13.6	13–14	0.89	0.2
Táncsics II	12.8	12.1	15.0	12–13	2.36	0.6
THDNy	12.3	12.1	14.0	12–13	1.50	0.7
I	13.2	11.9	19.6	13–14	2.68	1.4
II	13.0	12.5	14.6	13–14	1.28	0.5
III	12.7	12.3	16.3	12–13	1.33	1.0
IV	12.4	12.0	15.5	12–13	1.58	1.0
V	12.1	11.2	17.0	12–13	2.41	1.2
VI	14.5	12.8	22.6	15–16	2.05	2.4
VII	12.9	12.5	13.5	13–14	–	–
VIII	12.2	11.6	17.8	12–13	4.19	0.7
IX	12.9	11.5	26.6	12–13	0.18	2.3
X	12.7	11.3	22.0	12–13	4.13	2.0
XI	14.0	12.5	15.8	14–15	0.45	1.1
XII	12.9	–	–	–	–	–
XIV	12.5	11.9	15.4	12–13	1.78	1.0
XV	14.7	14.0	16.9	14–15	1.73	1.7
XVI	13.8	10.3	23.1	13–14	1.45	3.0
XVII	12.6	12.5	12.7	12–13	–	–
XVIII	13.3	12.6	13.7	13–14	–	–
XIX	13.4	11.9	20.5	11–12	2.13	3.0
XX	12.9					–
Dült-nyíres						
III	12.8	12.0	22.6	12–13	1.61	2.6
IV	11.5	11.9	25.6	12–13	3.74	3.3
V	14.9	13.6	21.9	15–16	2.62	2.8
VI	12.9	11.4	18.8	12–13	3.10	1.5
X/a	12.0	11.9	12.3	12–13	0.84	0.1
X/b	12.2	11.7	28.2	11–12	7.30	1.3
XI	12.0	11.3	21.0	12–13	2.71	2.3
XII	15.2	13.0	16.8	–	–	–
XIII	12.6	12.3	13.0	–	–	–
XIV	14.1	12.8	15.6	15–16	0.89	1.4
XV	12.3	11.5	20.0	12–13	2.36	1.1
XXIX	12.2	11.4	13.0	12–13	1.50	0.7
Ódörögdpusztá						
Western lense group						
I	12.5	12.0	13.7	12–13	2.20	0.38
II	13.5	12.2	19.0	14–15	1.87	1.92
III	14.5	14.2	14.9	14–15	–	–
V	12.7	12.7	–	–	–	–
VI	12.6	12.1	15.4	12–13	1.18	0.87
Eastern lense group						
IV	17.0	15.2	19.0	18–19	0.12	1.43
VIII	15.6	14.5	17.3	15–16	1.15	1.44
IzaXX	17.6	16.7	24.5	16–17	1.14	2.98

in the Alsó-Nyirád and Dült-nyíres sectors. In the Ódörögdpusztá sector the western group of lenses has the mode most frequently at 12–13% and it is at 14–15% in the eastern group (Table 12).

The variability of the distribution is characterized by the *standard deviation* (Table 12). It is lowest in the Izamajor sector, being less than $\pm 0.4\%$. It is $\pm 0.6\%$ in the Alsó-Nyirád and $\pm 0.7\%$ in the Dült-nyíres sectors. The Nyirád Basin sector has a higher variability, expressed by $\pm 1.8\%$ standard deviation. As a conclusion, the variability of the ignition loss

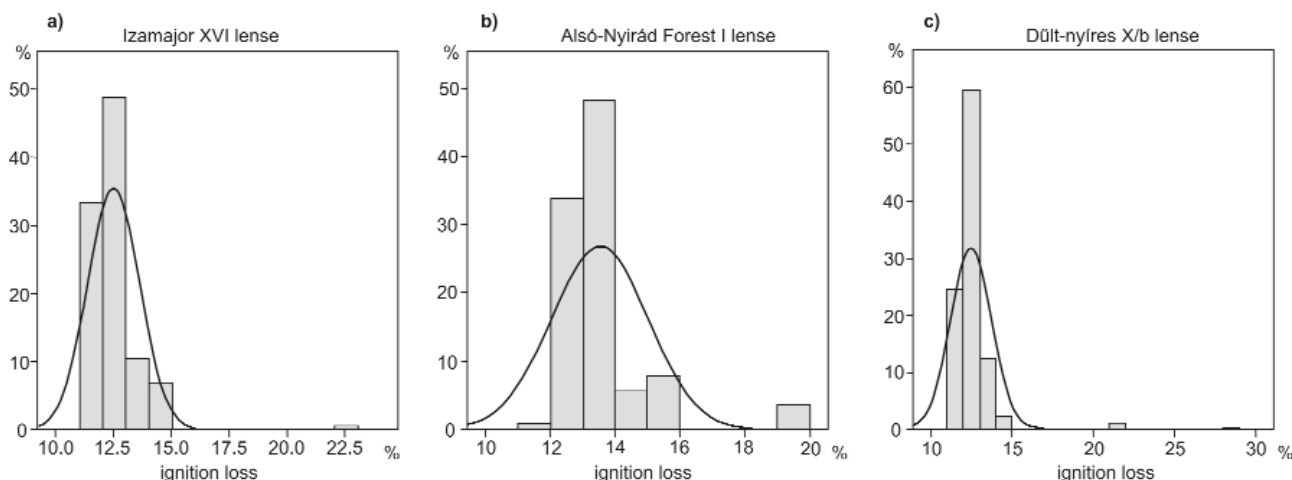


Figure 30. Frequency histograms of the ignition loss contents of three typical bauxite lenses

30. ábra. Három jellegzetes lense izzítási veszteségének gyakorisági hisztogramja

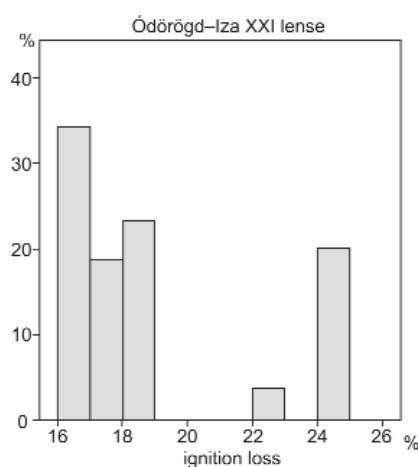


Figure 31. Frequency histograms of the ignition loss contents of the Iza XXI bauxite lense

31. ábra. Az Iza XXI. bauxitlense izzítási veszteségének gyakorisági hisztogramja

slightly increases in north-eastern direction. Finally, in the Ódörögd sector — in the south — the standard deviation varies from ± 1.1 to 2.2% , as a consequence of the redeposition of the bauxite.

I investigated the ignition loss content on the *level of the boreholes* too. I indicated the minimum and maximum values in the Table 12. The smallest borehole averages are at $10.3\text{--}12.0\%$. On the other hand, the largest averages reach in several boreholes $20\text{--}28\%$. They are presumably products of epigenetic gibbsitisation of the bauxite.

I constructed *frequency histograms* for the study of the distribution. The histograms are similar in most cases, particularly in those of the Deáki Hill area (Figure 30). The histograms are most reliable where the lenses were prospected by a larger number of boreholes. The modes of the distribution appear very clearly on the histograms at $12\text{--}13\%$. Very few percentages of ignition loss appear in several boreholes at more than 20% ignition loss content. It is significant that these intervals are not directly connected with the main part of the distribution. The only exception is the No. XXI lense in the Ódörögd sector, where two modes can be distinguished: one at $16\text{--}19\%$ and one with more than 20% (Figure 31).

I constructed *box-plots* for a better understanding of the distribution (Figure 32). The SPSS computer program indicated “outliers” for the samples, where the ignition loss values were at a box-distance of $1.5\text{--}3.0$ from the upper limit of the given distribution. If the distance was more than 3.0 , the values were considered as “extreme” ones. Most of the above outlined high ignition loss values

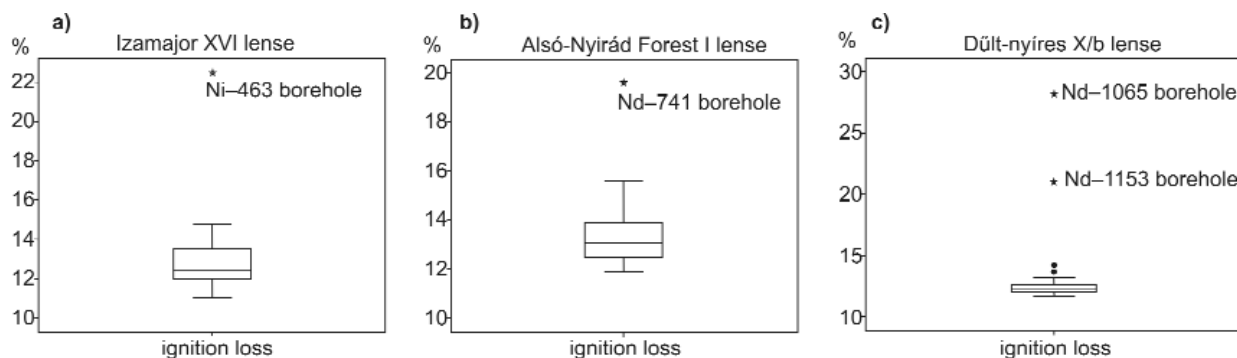


Figure 32. Typical box-plots of the ignition loss content of the bauxite with extremes in the boreholes, number Ni-463, Nd-711, Nd-1065, Nd-1153

32. ábra. A bauxit izzítási veszteségének jellegzetes box-plotjai. A Ni-463, Nd-711, Nd-1065, Nd-1153 jelű fúrásokban kiűtő értéket jelez a box-plot

are situated in the “extreme” distance, as indicated on Figure 32. This type of distribution confirms my opinion that these high ignition loss contents are products of diagenetic and epigenetic gibbsitisation of originally boehmitic bauxite.

Additionally, I performed *bivariate correlation calculations* between the ignition loss content and the thickness of the bauxite. I found no significant correlation between the two variables.

I continued the statistical evaluation at *the level of the sampling intervals* for the study of the scaling effect. The variability of the ignition loss content is highest at this level of study. The high ignition loss values discussed above are limited generally to few sampling intervals, located in the upper part of the bauxite layer. This confirms my opinion about the secondary origin of these values.

The ignition loss content of the *clayey bauxite* is slightly higher than that of the bauxite. The increased kaolinite content is the reason for this increase. As an example the main statistics of the clayey bauxite in the Izamajor sector are presented in the Table 13. The most frequently occurring mode is situated at 12–13%, but the percentage of the 13–14% interval is increased considerably. The highest modes encountered in the clayey bauxite are at 15–16% and 16–17%. They occur mainly on the top of the clayey bauxite layer. They are the products — in my opinion — of secondary gibbsitisation. The clayey bauxite has the same ignition loss content in the three sectors of the Deáki Hill area.

The ignition loss content of the *bauxitic clay* is further increased by 1–2% because of the higher kaolinite content of this lithologic type. The highest values are between 15% and 18%. At some places there is no sharp contact between the bauxitic clay and the underlying dolomite, as the bauxitic clay contains more and more dolomite debris and small dolomite grains. The ignition loss content increases at these intervals to 18–30%, due to the dolomite content. The *aluminous ferrite* contains generally 11–13% ignition loss. The highest values occurring in the aluminous ferrite are 13–15%.

The ignition loss content of the *upper zone* is highly variable. It varies from 11% to 24%. The highest values are products of epigenetic gibbsitisation. I observed even pure gibbsite nests in some places.

Table 13. Main statistical parameters of the ignition loss content of the clayey bauxite in the Izamajor sector

Name and number of the lenses	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)
Izamajor			
Edgár	13.0	18.4	16–17
I	11.4	14.2	11–12
II	11.9	13.5	12–13
III	12.5	21.4	15–16
IV	12.9	15.2	13–14
V	12.3	19.0	12–13
VI	12.0	15.7	13–14
VII	11.5	17.9	12–13
VIII	11.4	17.0	12–13
IX	11.4	20.2	13–14
X	12.2	18.0	12–13
XI	12.2	12.8	12–13
XII	11.9	13.6	13–14
XIII	12.1	17.9	12–13
XIV	12.5	15.6	14–15
XV	11.9	21.7	15–16
XVI	11.7	21.8	13–14
XVII	12.0	21.2	13–14
XVIII	12.1	21.2	12–13

Accessory chemical components of the bauxite sequence

Unfortunately, no systematic chemical analyses were carried out on the accessory components of the bauxite sequence. The analyses were restricted mainly to the bauxite layer and the sampling was not representative. For this reason I could not execute full scale statistical evaluation. Most of the chemical data were included in the prospecting reports. Additionally, I had the opportunity to order corresponding chemical analyses of the samples I collected in the mines — as outlined in the foregoing chapters. The data of the main and accessory components are presented in Table 3.

Further chemical analyses were carried out by the research institute called “Fémipari Kutató Intézet” for the preparation of a “bauxite cataster”. The Bakony Bauxite Mining Company prepared a report in 1999 on the results of supplementary exploration on the old, partly excavated lenses of the Deáki Hill. The report contains chemical analyses of the main and accessory components of the bauxite. These are very useful additional data, but they refer only to the remaining part of the bauxite and not to the original entire bauxite lenses.

The Bakony Bauxite Mining Company prepares each end of the year an official report on the existing bauxite resources. The report contains averages of the main chemical components and of the CaO and MgO contents. The corresponding data of the newest report, referring to the 1/1/2011 situation is presented later in Table 20.

CaO content

The analytical error of the traditional wet chemical analyses is $\pm 0.2\%$. The majority of the analyses were made on the bauxite, with particular attention to the resource estimation. The bauxite of the monograph area is characterized by rel-

atively low CaO contents. The upper zone contains the highest CaO values, up to 3.0%. On the other hand, the red bauxite contains generally 0.1–0.3% CaO.

The supplementary exploration of the Edgár lense resulted the average CaO content of 0.63% and a maximum of 2.8%. The mode of the distribution is between 0.2–0.5%. The average is 0.32% in the Izamajor XIII lense with a maximum value of 0.90%. The Alsó-Nyirád II lense contains in the average 0.30% CaO. A surprisingly high average was detected in the Alsó-Nyirád IV lense with 1.90%. Low averages occur in the Dült-nyíres sector. The CaO content varies from 0.2 to 3.5% in the lenses of the Ódörögd sector. The Bakony Bauxite Mining Company calculated in its 1999 exploration report the averages of the remaining bauxite in the old mines of the Deáki Hill area as follows: Edgár lense 0.63%, Ferenc 0.93%, Gábor 0.11%, Károly 0.23%, Sándor 0.19%, Tánácsics I 0.23%.

Only very few chemical analyses were made from the clayey bauxite (Table 3). There is no significant difference between the CaO content of the bauxite and that of the clayey bauxite. This is valid to the bauxitic clay as well.

The majority of the CaO content occurs in the form of *calcite*. I observed in the galleries of the mines veins and small nests of calcite, mainly in the upper part of the lenses. A smaller part of the CaO content occurs in the *dolomite mineral* in the lowest parts of the bauxite sequence.

MgO content

The analytical error of the traditional wet chemical analyses is $\pm 0.2\%$. Most MgO determinations were made together with the CaO one. Several reports contain only the sum of the CaO and MgO contents. The average of 16 bauxite lenses in the Deáki Hill area is — according to the Aluterv Research Institute 0.85% CaO+MgO. I do not agree with this type of evaluation, as the two components have different geochemical and technological properties.

The distribution of MgO is more uniform in the bauxite sequence as that of the CaO content (Table 3). The supplementary exploration of the Edgár lense determined 0.14% average and maximum 1.38% MgO content. The average is 0.18% in the Izamajor XIII lense, with only 0.20% maximum value. Similar averages were determined in the lenses of the Alsó-Nyirád and Dült-nyíres sectors.

The MgO contents of the clayey bauxite and the bauxitic clay do not differ significantly from that of the bauxite. The Bakony Bauxite Mining Company determined the averages of the remaining bauxite in the old mined lenses in its 1999 report, as follows: Edgár 0.14%, Ferenc 0.24%, Gábor 0.02%, Károly 0.09%, Sándor 0.08%, Tánácsics I, 0.10%.

The entire MgO content of the bauxite sequence is in the form of the *dolomite mineral*. This mineral was not formed in the bauxite, it is of detritic origin.

P₂O₅ content

The analytical error of the traditional wet chemical analyses is $\pm 0.1\%$. The bauxite of the lenses in the Izamajor sector contain generally 0.05–0.25% P₂O₅. It reaches 0.80% in some parts of the upper zone. The bauxite of the Tánácsics II lense contains 0.01–0.26% P₂O₅. Similar values were found in the other lenses of the Alsó-Nyirád, Dült-nyíres and Ódörögd sectors. No samples were taken from the clayey bauxite and bauxitic clay at the exploration works. Few chemical analyses were executed from my sampling in the mines. Their results correspond to those of the bauxite. According to all available data, the distribution of the P₂O₅ content is more uniform than those of the CaO and MgO contents.

Sulphur content

The analytical error of the wet chemical analyses is $\pm 0.2\%$. The sulphur is present in the bauxite as S and SO₃. The S content is 0.2–0.6% in the upper zone of the lenses. It is between 0.05 and 0.2% in the red bauxite, and 0.3–0.5% in the clayey bauxite. The SO₃ content is even smaller.

The exploration report of the Bakony Bauxite Mining Co (JANKOVICS et al. 1999) declared that the bauxite included into the resource estimations contains less than 0.6% S.

The grey, pyrite and marcasite bearing bauxite contain much sulphur in the form of S. Its content varies from 2% to 20%. The sulphide S changes into sulphate at the places where epigenetic oxidation took place. This process occurred mainly in the upper zone.

Manganese content

The analytical error of the wet analyses is $\pm 0.1\%$. MnO₂. The distribution of this component is very uniform in the bauxite sequence. Its content varies from 0.05% to 0.10% in the upper zone of the Izamajor sector. It is 0.02–0.20% in

the red bauxite and 0.06–0.08% in the clayey bauxite and bauxitic clay (Table 3). Similar values were obtained in the lenses of the Alsó-Nyírád and Dűlt-nyíres sectors. 40 determinations were carried out in the Dűlt-nyíres XV lense detecting MnO_2 in 0.02% to 0.23% amount. In the Ódörögd sector the MnO_2 averages of 0.08% to 0.13% were determined.

Organic C content

The organic C content has been determined only in few lenses. No significant difference was found between the lenses in this respect. The Bakony Bauxite Mining Co carried out systematic determinations for its exploration report (JANKOVICS et al. 1999). The following averages were determined in the old mined lenses: Edgár 0.07%, Ferenc 0.12%, Gábor 0.06%, Károly 0.05%, Sándor 0.06%, and Tánicsics I 0.07%.

The interrelations between the chemical components

In the foregoing chapters we investigated the main and accessory chemical components separately. In this chapter their interrelations will be studied by bivariate and multivariate statistical methods and by fuzzy membership functions. The evaluations are concentrated on the bauxite, being the most important in both scientific and economic respects. Additionally the other lithologic types have been also evaluated.

The distinction of the lithologic types has been confirmed by the box-plots presented in the foregoing chapters. The differences and the transitions of their chemical composition can be evaluated best by *fuzzy membership functions*. This type of evaluation has been applied already in the monographs of the Malom-völgy and Szóc bauxite. The “core” of the membership functions is in our case the weighted average of the given lithologic type. The analytical error is measured on both sides of the average. The “support” of the membership function extends from the minimum borehole average to the maximum one.

I present as an example the membership functions of the Izamajor XVI lense, where the bauxite has been prospected by 50 boreholes (Figure 33). The lithologic types are isolated from one another best concerning their SiO_2 content. This is obvious, as the distinction between the bauxite, clayey bauxite and bauxitic clay occurred on the base of the SiO_2 content. The difference between the cores of the bauxite and the clayey bauxite is 10.5%. The difference between the clayey bauxite and the bauxitic clay is even larger: 11.3%.

As a next follow the differences regarding the Al_2O_3 contents. They are significant, but an overlapping of the composition also occurs. The Fe_2O_3 contents are most different between the clayey bauxite and the bauxitic clay. The supports of these two lithologic types are considerably elongated in the direction of the low iron contents. Regarding the TiO_2 content there is only a very slight difference between the bauxite and the clayey bauxite. The bauxitic clay has also only 3.0% difference from the clayey bauxite.

The differences of the ignition loss contents are genetically most interesting. The core of the bauxite is characterized by the smallest ignition loss content. The clayey bauxite and the bauxitic clay have higher ignition loss averages, as a result of their larger kaolinite content. The maximum

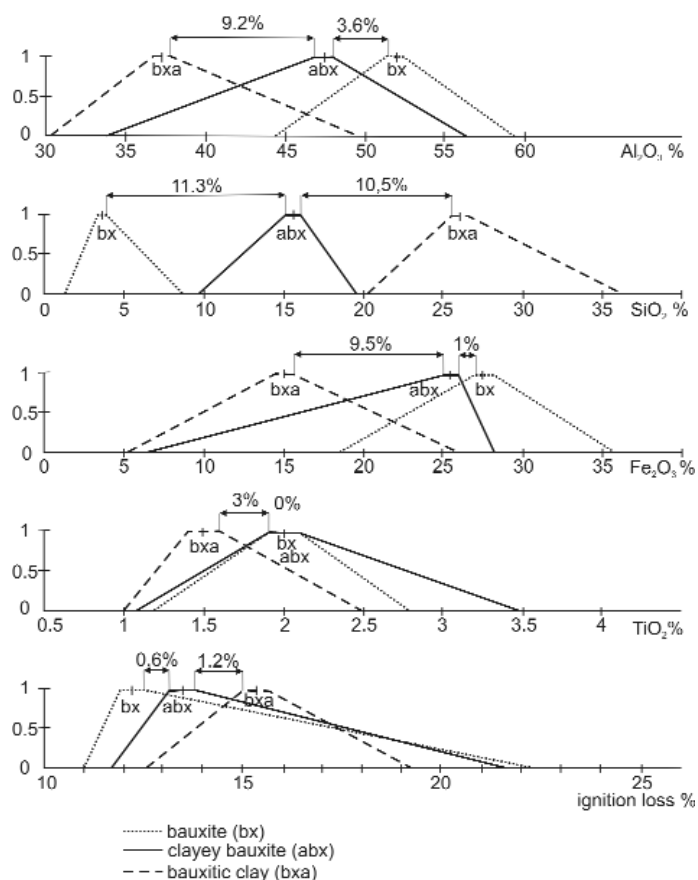


Figure 33. Fuzzy mebership functions of the main chemical components in the lense of Izamajor XVI

33. ábra. Az Izamajor XVI. lencse fő kémiai komponenseinek tagságfüggvényei

values of the support are important regarding the genetic interpretation of the ignition losses. They reach in this lense 22.0–22.5%. These data confirm my opinion that diagenetic and epigenetic gibbsitisation occurred at the top of these lenses.

The fuzzy membership functions of the bauxite lenses in the Deáki Hill area are similar to those discussed above. The membership functions of the Al_2O_3 content of the Szőc deposit are also similar ones. On the other hand, the iron content of the Szőc bauxite is more uniform than the Nyirád one. The TiO_2 content of the Nyirád bauxite is overlapping between the bauxite, clayey bauxite and bauxitic clay. Thus the fuzzy membership functions promote the comparison of different bauxite deposits.

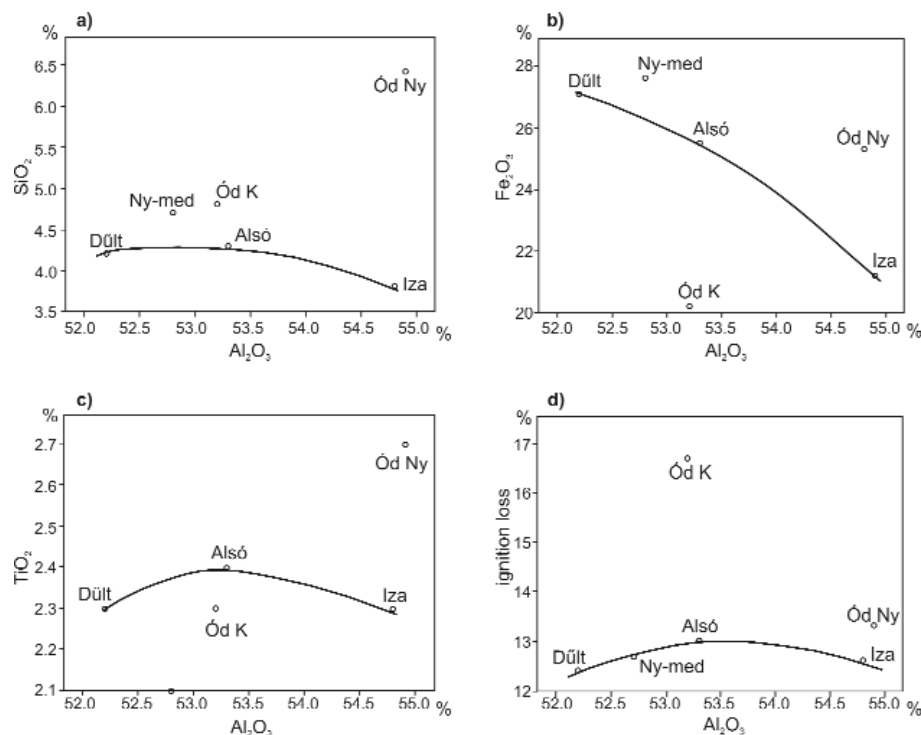
The variability of the main components has been evaluated separately in the foregoing chapters. However, the standard deviation is not suitable for the comparison of the components. I had to calculate the *relative dispersion* of the components, by dividing the standard deviations by the corresponding averages. I calculated the relative dispersions for all lenses, where the number of productive boreholes was more than three. Altogether 50 lenses have been evaluated this way. In a next step I calculated the weighted averages of the relative dispersions for all sectors. The results are presented in Table 14.

Table 14. Weighted averages of the relative standard deviation of the bauxite composition in the sectors of the deposit

Name of the area	Al_2O_3 %	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %	Ignition loss %	No. of the lenses
Nyirád Basin	9.5	21.5	21.0	33.3	14.0	1
Dült-nyíres	6.8	46.1	16.5	13.6	13.2	10
Alsó-Nyirád Forest	7.7	36.6	20.2	15.3	11.1	14
Izamajor	3.6	33.6	9.9	14.2	7.3	19
Ódorögd W	2.9	26.4	10.5	6.3	8.0	3
Ódorögd E	11.3	35.3	34.7	15.1	11.5	3

consequence of the partial redeposition of this bauxite. The relative dispersion of the Al_2O_3 content in the western group of lenses is surprisingly low ($\pm 2.9\%$). On the other hand, in the eastern group it is as high as $\pm 11.3\%$. The reason for this significant difference is presumably the different degree of the redeposition and the different amount of the secondary geochemical alterations. The other main components of the eastern group are also characterized by high relative dispersion. At the northern edge of the monograph area — in the Nyirád Basin sector — the prospecting data were insufficient for a reliable evaluation.

The relative dispersions of the Al_2O_3 content are smallest in the three sectors of the Deáki Hill area. The ignition loss values are slightly larger, followed by the TiO_2 and the Fe_2O_3 values. The relative dispersions of the SiO_2 content are the highest. The relative dispersion of the main components is different in the Ódorögd sector, at the south end of the deposit area, as a



I found additionally, that the relative dispersion of the main components increases upward in the bauxite sequence.

I performed *bivariate correlation calculations* at the level of the sectors, of the lenses and of the boreholes. I have chosen the Al_2O_3 component as a base of correlation, being the most important in both scientific and technical respects. The correlation is typically non linear at all levels of study.

Examples of the results at the *level of the sectors* are presented on Figure 34. The corre-

Figure 34. Correlation diagrams between the main chemical components of the bauxite on the level of lense-averages.

34. ábra. A bauxit lencseátlagainak korrelációs diagramjai a fő kémiai komponensekre

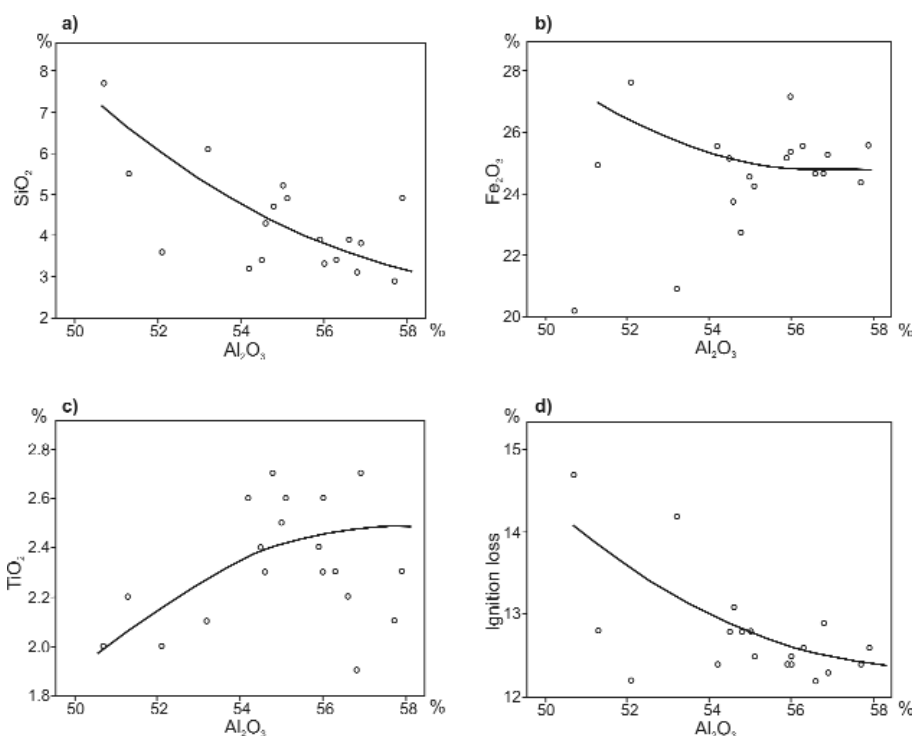


Figure 35. Correlation diagrams between the main chemical components of the bauxite on the level of borehole-averages in the Izamajor sector

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

lation is significant in the three sectors of the Deáki Hill area. The iron content strongly decreases with the increasing Al_2O_3 content. The SiO_2 content decreases only slightly at the same conditions. The TiO_2 and ignition loss contents are very similar in this respect. The two sectors at the northern and southern edges of the monograph area are very different respecting their correlation with the Al_2O_3 content. Their SiO_2 content is higher than in the Deáki Hill area. The difference can be explained in the Ódörögd sector by the local redeposition of the bauxite. The bauxite of the Nyirád Basin sector is characterized by particularly high Fe_2O_3 content (27.6%). The TiO_2 content is situated below the correlation curve for the bauxite of the Ódörögd sector. Finally, the ignition loss content is relatively uniform in all lenses, except those of the Ódörögd sector, characterized by higher ignition loss content (16.6%). I suppose a more general gibbsitisation in these bauxites as compared with all other lenses. As a conclusion, there are clear correlations between the main components at the level of the sectors.

The degree and type of the correlations are even more variable at the *level of the lense-averages*. As an example the scatter plot of the 19 lenses of the Izamajor sector are presented on the Figure 35. The correlation between the Al_2O_3 and the SiO_2 content is clearly non-linear. For this reason, Pearson's linear correlation coefficient is only a first approximation, in this case -0.61 . The correlation is looser between the Al_2O_3 and the Fe_2O_3 content. The Al_2O_3 is slightly decreasing with the increase of the Fe_2O_3 content. Pearson's linear correlation coefficient is only -0.36 . The TiO_2 content slightly increases with the increase of the Al_2O_3 content, but some lense-averages strongly deviate from this general correlation trend. The linear correlation coefficient is $+0.25$. Finally, the ignition loss clearly decreases with the increase of the Al_2O_3 content. This correlation is also non-linear. Pearson's correlation coefficient is -0.57 . The correlations are very similar in the two other sectors of the Deáki Hill area.

The correlations are even more variable at the level of the *borehole averages*. The type of the correlation is different in several lenses. As an example the data of the Izamajor XVI lense are presented on Figure 36. Here the bauxite was dissected by 38 boreholes. The SiO_2 content clearly decreases with the increase of the Al_2O_3 content. But the deviations of some boreholes are quite large. The correlation is non-linear. The correlation coefficient is only -0.21 . The correlation between the Al_2O_3 and the Fe_2O_3 is the closest among the main chemical components. The iron content strongly diminishes with the increase of the Al_2O_3 content. This correlation is also non-linear. The correlation coefficient is -0.62 . The correlation is loosest with the TiO_2 . Most borehole averages form a "cloud" in the scatter-plot. The corresponding correlation coefficient is only $+0.06$. On the other hand, a clear non-linear correlation can be observed between the Al_2O_3 and the ignition loss. There are some boreholes on the scatter plot characterized by very high ignition loss values. As an example, the Ni-463 borehole has an average of 22.5% ignition loss. This is an "outlier", produced by epigenetic local gibbsitisation of the bauxite.

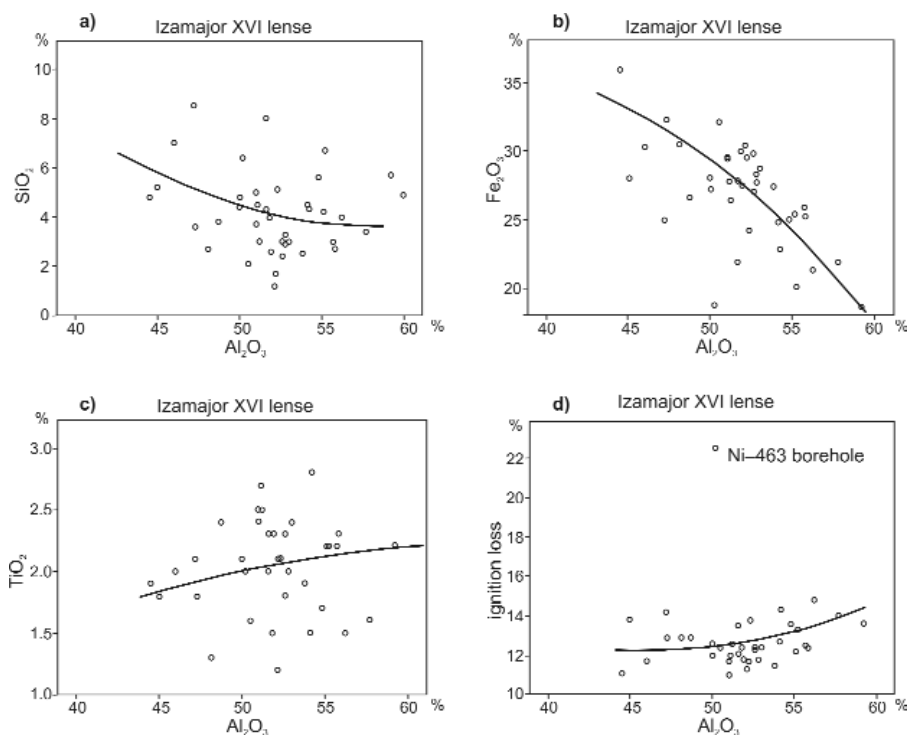


Figure 36. Correlation diagrams between the main chemical components of the bauxite on the level of borehole-averages in the XVI lense of Izamajor

36. ábra. A bauxit fő kémiai komponenseinek korrelációs diagramjai a fúrásátlagok szintjén az Izamajor XVI. lencsében

My conclusion is that the scaling effect is significant in the correlations of these bauxites. The degree of correlation is relatively low, as a consequence of the detrital origin of these bauxites.

I have the experience that the *cluster analysis* was very useful in understanding the origin of the Szóc and Malomvölgy bauxites. I have chosen from the methods offered by the SPSS program the hierarchical-agglomerative cluster analysis method. The differences of the composition of the bauxite have been expressed by “squared Euclidean distances”. The results have been presented in the form of *dendrograms*. This multivariate method offers a very complete comparison of the different bauxite lenses and sectors.

I started with the comparison of the sectors. The corresponding averages are presented in Table 15. The dendrogram calculated from the squared Euclidean distances is presented on Figure 37. The dendrogram shows that the multivariate composition of the bauxite in the Deáki Hill area is very uniform. The difference is relatively largest with the Izamajor

Table 15. Average chemical composition of the bauxite in the sectors

Name of the area	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Ignition loss %
Nyírád Basin	52.8	4.7	27.6	2.1	12.7
Dült-nyíres	52.2	4.2	27.1	2.3	12.4
Alsó-Nyírád Forest	53.3	4.3	25.5	2.4	13.0
Izamajor	54.8	3.8	25.3	2.3	12.6
Ódörög W	53.2	4.8	20.2	2.3	16.7
Ódörög E	54.9	6.4	21.2	2.7	13.3

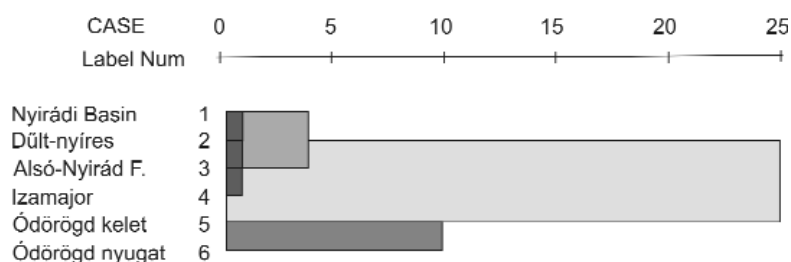


Figure 37. Dendrogram of the averages of the main chemical components in the lenses of Deáki Hill area

37. ábra. A fő kémiai komponensek lencséitátlagainak dendrogramja a szorosan vett bauxitra a Deáki-hegy területén

sector. A larger difference was detected with the Ódörögd sector. The reason for it is presumably the redeposition of these bauxites after the erosion of the Eocene cover. Local resilification and gibbsitisation occurred at this time in the bauxite.

As a next step I evaluated by the cluster analysis the lense-averages too. The dendrograms are presented on the Figures 38, 39 and 40. The differences of the multivariate compositions are significant. I detected large regional groups — based on the cluster analysis — at

Figure 38. Dendrogram of the averages of the main chemical components in the lenses of the Izamajor sector

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

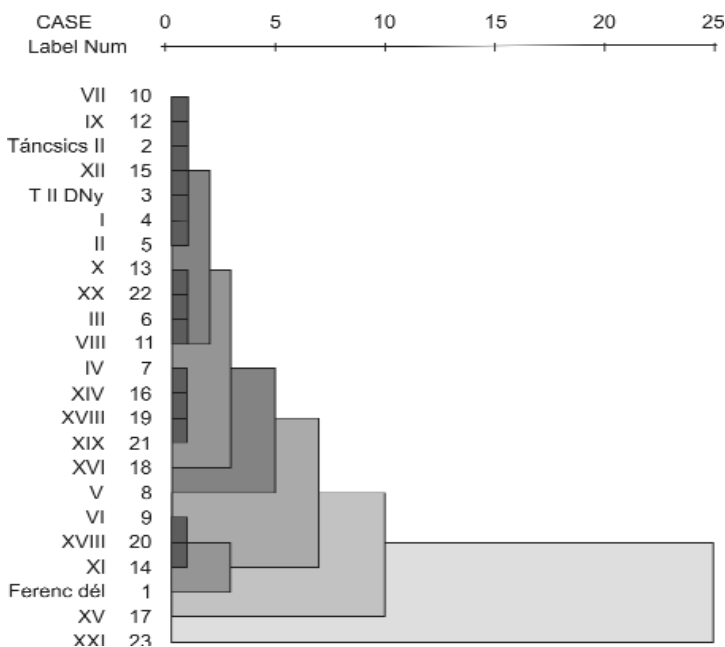
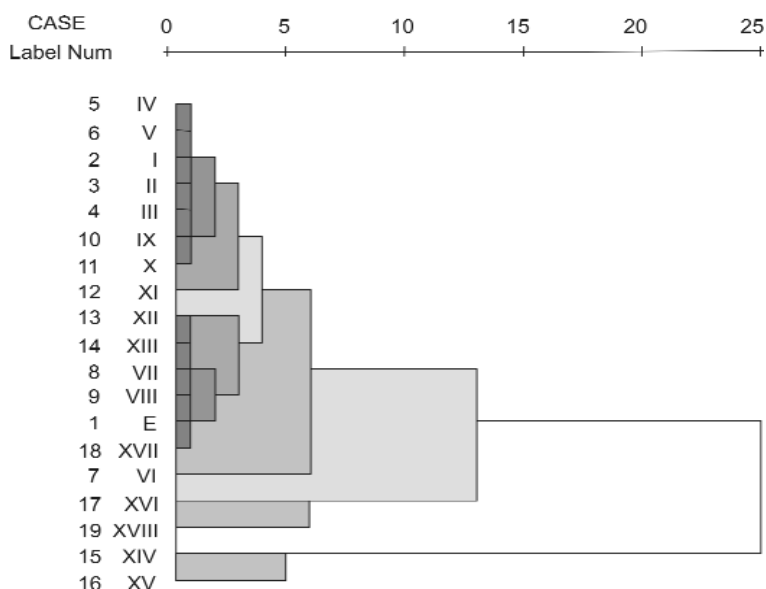


Figure 39. Dendrogram of the averages of the main chemical components in the lenses of the Alsó-Nyírád Forest sector

39. ábra. A fő kémiai komponensek lencseátlagainak dendrogramja a szorosan vett bauxitra az Alsó-Nyírádi-erdő részterületen

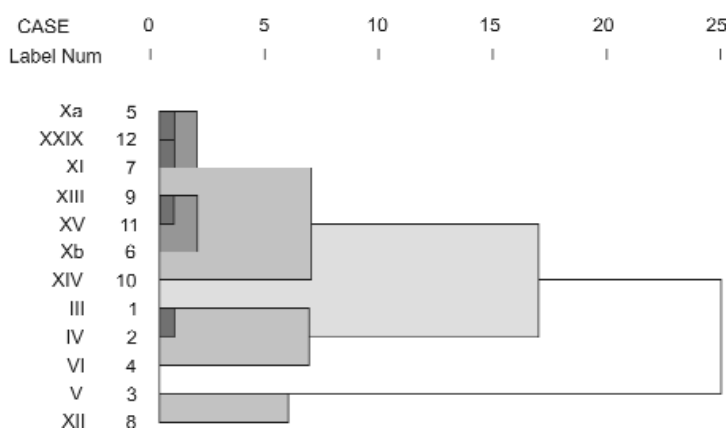


Figure 40. Dendrogram of the averages of the main chemical components in the lenses of the Dült-nyíres sector

40. ábra. A fő kémiai komponensek lencseátlagainak dendrogramja a szorosan vett bauxitra a Dült-nyíres részterületen

Table 16. Dissimilarity matrix of the average composition of the lenses

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.000	6.750	12.950	12.270	14.300	28.170	45.100	75.560	14.470	3.430	37.990	3.880
2	6.750	0.000	2.940	5.020	1.710	7.760	21.410	40.190	33.740	0.880	14.160	1.850
3	12.950	2.940	0.000	1.680	2.050	5.140	10.410	26.750	36.040	3.460	7.260	2.890
4	12.270	5.020	1.680	0.000	4.450	8.400	11.350	30.410	26.880	4.340	11.020	3.310
5	14.300	1.710	2.050	4.450	0.000	2.550	12.880	26.580	44.210	3.990	6.750	4.560
6	28.170	7.760	5.140	8.400	2.550	0.000	6.510	13.710	62.940	12.300	1.760	12.910
7	45.100	21.410	10.410	11.350	12.880	6.510	0.000	5.120	70.010	24.870	2.490	23.260
8	75.560	40.190	26.750	30.410	26.580	13.710	5.210	0.000	112.310	47.330	6.870	46.220
9	14.470	33.740	36.040	26.880	44.210	62.940	70.010	112.310	0.000	24.540	72.060	22.370
10	3.430	0.880	3.460	4.340	3.990	12.300	24.870	47.330	24.540	0.000	18.720	0.350
11	37.990	14.160	7.260	11.020	6.750	1.760	2.490	6.870	72.060	18.720	0.000	18.370
12	3.880	1.850	2.890	3.310	4.560	12.910	23.260	46.220	22.370	0.350	18.370	0.000
13	22.500	6.350	4.750	5.670	3.900	2.970	9.000	20.460	50.070	9.630	5.990	10.780
14	28.250	49.740	50.660	39.240	62.270	80.940	83.770	128.850	5.540	39.320	89.220	37.550
15	8.040	1.610	5.350	10.290	4.140	11.250	27.580	46.220	40.550	2.550	17.530	3.700
16	33.790	15.960	5.940	5.860	9.870	6.980	1.350	11.490	53.100	17.400	3.960	15.430
17	71.910	69.960	50.660	39.000	64.670	67.740	44.350	69.230	49.900	62.740	61.240	54.910
18	28.220	20.350	11.090	5.210	17.480	19.270	11.680	30.940	30.050	18.190	18.350	15.360
19	25.270	9.940	3.780	3.600	6.190	4.860	4.050	15.970	46.580	11.640	4.540	11.150
20	10.000	22.730	24.970	18.710	32.480	47.510	55.020	91.860	4.930	15.990	55.410	15.440
21	25.500	9.230	3.810	3.410	4.120	2.950	3.840	14.980	47.890	11.350	3.550	10.400
22	17.190	7.480	7.040	6.220	8.090	11.100	17.250	34.290	37.000	8.220	14.720	9.470
23	107.650	151.240	160.900	137.640	166.150	199.840	211.670	274.190	57.980	133.820	217.480	129.150

the Szőc and Malom-völgy deposits. The multivariate composition of the lenses in the present monograph area is much more variable than in the two above mentioned deposits. Only small regional groups could be distinguished. The stronger syngenetic and diagenetic geochemical alterations are presumably the reasons for these differences. Detailed presentation of the cluster analysis results on the level of the lenses is shown in Table 16.

The above discussed methods contributed significantly — in my opinion — to the understanding of the geochemistry of the main chemical components.

Trace elements of the bauxite sequence

Trace element analyses were executed mainly for the exploration reports. Further analyses were carried out by the research institutes “Fémipari Kutató Intézet” and “Aluterv-FKI”. I collected all these data for an overall geochemical evaluation. Unfortunately, the sampling was random in the past and so it does not fulfill the criteria of a representative sampling. Almost all analyses were carried out by spectral analysis and the analytical error was not communicated.

Table 17. Trace element content of the bauxite in the Dült-nyíres XV lense

Component	Average (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Mode (%)
BeO	0.0021	0.0010	0.0040	0.0020–0.0030
Cr ₂ O ₃	0.0990	0.0400	0.1530	0.100–0.110
CuO	0.0050	0.0016	0.0131	0.0040–0.0050
Ga ₂ O ₃	0.0066	0.0031	0.0102	0.0070–0.0080
MoO ₃	0.0035	0.0010	0.0066	0.0030–0.0040
Ni ₂ O ₃	0.0253	0.0135	0.0500	0.0200–0.0210
PbO	0.0106	0.0050	0.0226	0.0110–0.0120
SrO	0.0014	0.0010	0.0033	0.0015–0.0020
V ₂ O ₅	0.1990	0.1040	0.4000	0.190–0.200
ZrO ₂	0.1000	0.0590	0.2300	0.090–0.100

The largest number of analyses performed on a lense occurred on the Dült-nyíres XV lense (40 samples). The results of the statistical evaluation I carried out on this lense are presented on Table 17. I calculated the modes too, as they express the most frequent values of the given trace element.

I calculated from the available analyses the averages of the Dült-nyíres, Izamajor and Ódörögdt sectors. The results are presented on Table 18, ordered in descending sequence of the trace elements, separately for all the three sectors. The order of succession is surprisingly similar. The Dült-nyíres sector has the highest values for most trace elements. The vanadium is the most frequent trace element, not only in the three sectors of the monograph, but for

in the Alsó-nyirád sector analysis of the bauxite in five lenses

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
37.990	3.880	22.500	28.250	8.040	33.790	71.910	28.220	25.730	10.000	25.500	17.190	107.650
14.160	1.850	6.350	49.740	1.610	15.960	69.960	20.350	9.940	22.730	9.230	7.480	151.240
7.260	2.890	4.750	50.660	5.350	5.940	50.660	11.090	3.780	24.970	3.810	7.040	160.900
11.020	3.310	5.670	39.240	10.290	5.860	39.000	5.210	3.600	18.710	3.410	6.220	137.640
6.750	4.560	3.900	62.270	4.140	9.870	64.670	17.480	6.190	32.480	4.120	8.090	166.150
1.760	12.910	2.970	80.940	11.250	6.980	67.740	19.270	4.860	47.510	2.950	11.100	199.840
2.490	23.260	9.000	83.770	27.580	1.350	44.350	11.680	4.050	55.020	3.840	17.250	211.670
6.870	46.220	20.460	128.850	46.220	11.490	69.230	30.940	15.970	91.860	14.980	34.290	274.190
72.060	22.370	50.070	5.540	40.550	53.100	49.900	30.050	46.580	4.930	47.890	37.000	57.980
18.720	0.350	9.630	39.320	2.550	17.400	62.740	18.190	11.640	15.990	11.350	8.220	133.820
0.000	18.370	5.990	89.220	17.530	3.960	61.240	18.350	4.540	55.410	3.550	14.720	217.480
18.370	0.000	10.780	37.550	3.700	15.430	54.910	15.360	11.150	15.440	10.400	9.470	129.150
5.990	10.780	0.000	60.750	11.640	7.790	65.310	14.620	2.430	32.900	4.300	3.690	185.050
89.220	37.550	60.750	0.000	58.630	65.760	59.780	38.030	56.160	5.590	63.910	42.040	71.180
17.530	3.700	11.640	58.630	0.000	21.670	82.830	29.780	15.670	28.380	15.220	12.710	165.890
3.960	15.430	7.790	65.760	21.670	0.000	35.620	6.230	2.080	40.830	2.350	12.740	184.660
61.240	54.910	65.310	59.780	82.830	35.620	0.000	18.950	46.340	58.030	42.990	64.260	121.900
18.350	15.360	14.620	38.030	29.780	6.230	18.950	0.000	7.150	24.320	7.760	14.050	132.710
4.540	11.150	2.430	56.160	15.670	2.080	46.340	7.150	0.000	31.510	2.310	4.800	178.620
55.410	15.440	32.900	5.590	28.380	40.830	58.030	24.320	31.510	0.000	37.520	19.790	91.270
3.550	10.400	4.300	63.910	15.220	2.350	42.990	7.760	2.310	37.520	0.000	10.130	168.230
14.720	9.470	3.690	42.040	12.710	12.740	64.260	14.050	4.800	19.790	10.130	0.000	162.340
217.480	129.150	185.050	71.180	165.890	184.660	121.900	132.710	178.620	91.270	168.230	162.340	0.000

the other bauxite deposits of Hungary as well. It is generally followed by chromium, zirconium and strontium. On the other hand, germanium, beryllium and tin occur in the smallest concentrations.

The Szóc bauxite deposit is in the closest vicinity to the present monograph area (see Figure 1) and I evaluated its trace element content in a similar way as the

present one (BÁRDOSSY 2010). A comparison of the two deposits is presented on Table 19, for the modes calculated for the common trace elements. The similarity of the results is significant. Even closer correspondence was detected between the trace elements of the Szóc and Malom-völgy deposits. I presume that these two deposits originated from the lateritic weathering of very similar rocks. The bauxite of the Nyirád-east deposit has also a similar trace element composition, but the differences are slightly larger, indicating a different initial rock.

Table 18. Order of magnitude of the trace elements in three sectors

Izamazor		Dült-nyíres		Ódörögdpuszt	
component	average (%)	component	average (%)	component	average (%)
		V ₂ O ₅	0.148	V ₂ O ₅	0.160
V ₂ O ₅	0.110	Cr ₂ O ₃	0.077	ZrO ₂	0.087
		ZrO ₂	0.077	Cr ₂ O ₃	0.080
Cr ₂ O ₃	0.064	SrO	0.069		
ZrO ₂	0.054	B ₂ O ₃	0.0350	Ni ₂ O ₃	0.0370
		Ni ₂ O ₃	0.0296		
Ni ₂ O ₃	0.0148				
Li ₂ O	0.0133	Nb ₂ O ₅	0.0210		
MoO ₃	0.0105				
Nb ₂ O ₅	0.0100	Co ₂ O ₃	0.0119		
Ga ₂ O ₃	0.0090	Ga ₂ O ₃	0.0092		
		PbO	0.0089	PbO	0.0090
PbO	0.0077				
		Li ₂ O	0.0073		
BeO	0.0056			Ga ₂ O ₃	0.0060
CuO	0.0050	CuO	0.0058		
		MoO ₃	0.0040	CuO	0.0040
				MoO ₃	0.0031
Co ₂ O ₃	0.0026	BeO	0.0018		
		SnO ₂	0.0012	SnO ₂	0.0017
SnO ₂	0.0050			BeO	0.0015
GeO ₂	0.00024				

Table 19. Comparison of the trace element contents of the Nyirád and Szóc bauxite

Component	Nyirád	Szóc
V ₂ O ₅	0.110 0.148	0.113 0.170
Cr ₂ O ₃	0.064–0.077	0.032–0.042
ZrO ₂	0.054–0.077	0.045–0.055
SrO	0.060–0.070	0.020–0.030
Ni ₂ O ₃	0.015–0.030	0.005–0.008
Ga ₂ O ₃	0.005–0.009	0.006–0.007
PbO	0.008–0.009	0.0012–0.0092

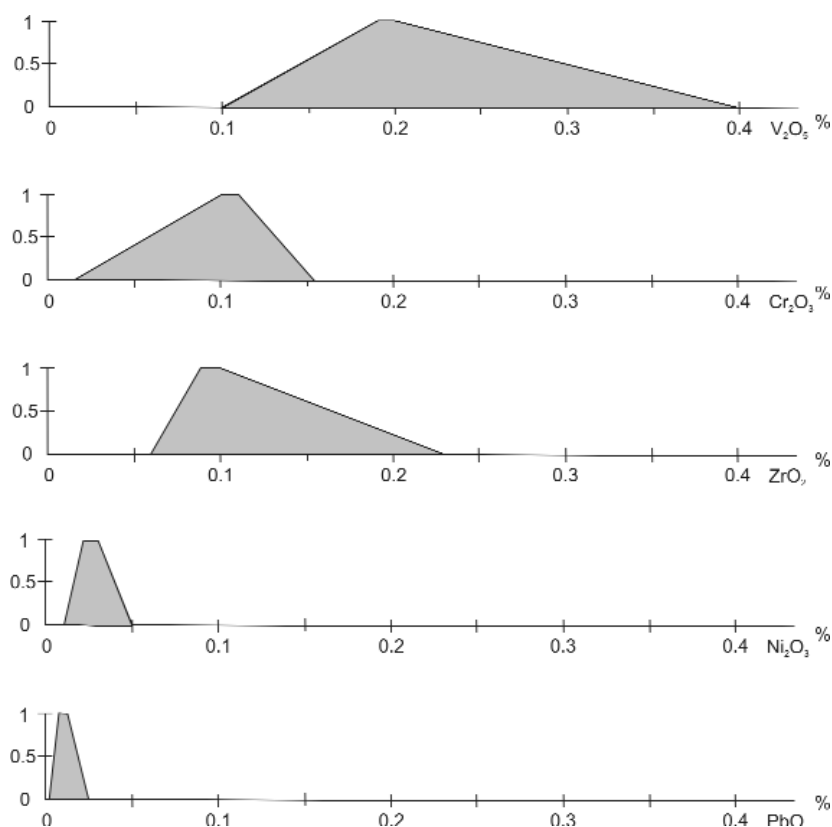


Figure 41. Fuzzy membership functions of selected trace elements in the bauxite of the Dült-nyíres XV lense

41. ábra. A Dült-nyíres XV. lencse bauxitjának nyomelem tagsággfüggvényei

The fuzzy membership functions of the trace elements furnished very useful information in the monographs of the Szőc and Malom-völgy deposits. For the present monograph I constructed fuzzy membership functions for the Dült-nyíres XV lense, being best documented for the trace elements. The results are presented on Figure 41. The “core” of the membership functions corresponds to the mode of the distribution. The minimum and maximum borehole averages are used for the determination of the “support”. The large concentration of the vanadium is well expressed by the membership function. The very high maximum value is also significant. The membership function of the chromium has an opposite form, as it is asymmetric in the direction of the small concentrations. The zirconium is characterized by a very high maximum value. All the other trace elements are present in smaller concentrations. For a comparison I constructed the membership functions of the nickel and lead. They are significantly different from the above presented trace elements, having a much smaller concentration.

Trace element determinations occurred in some selected boreholes for the study of their vertical distribution. In most boreholes the concentration does not change significantly in vertical direction. In other cases irregular changes have been registered. A slight increase of the vanadium, chromium and beryllium with the depth was detected only in the Nd-1473 borehole of the Dült-nyíres sector.

The trace elements detected in the area of the monograph can be ordered according to their origin as follows, after the classification of SZÁDECZKY-KARDOSS (1955):

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

This indicates that the Nyirád-east bauxite originated from the lateritic weathering of several rock-types. The role of the lithophil and pegmatophil elements being the largest, I presume the majority of sedimentary and pegmatitic initial rocks.

The mineral compositions of the bauxite sequence

Mineralogical studies were made mainly for the exploration reports. The first measurements were made by DTA methods and by Debye-Sherrer X-ray measurements. Later they were completed by thermogravimetric (“derivatograph”) and X-ray diffractometric measurements. Their analytical error depends on the mineral to be studied. The analytical error of the most up-to-date “mineralogical phase analyses” is — according to my personal experiences between 1 and 3% for the bauxite minerals and 2–5% for the clay minerals. Most mineralogical measurements were restricted to the bauxite. Only very few measurements were carried out on the clayey bauxite and the bauxitic clay. The measurements do not correspond to a real representative sampling, as their amount was too small. For this reason I evaluated additionally the chemical analyses as well.

As already outlined in the former chapters — I consider these bauxites as overwhelmingly boehmitic, if the ignition loss is less than 14%. They are of mixed boehmitic-gibbsitic composition if the ignition loss is between 14% and 20%. Finally, the bauxite is considered gibbsitic, if the ignition loss is higher than 20%. Based on all these data, the bauxite of the Deáki Hill area is overwhelmingly of boehmitic composition. Gibbsite occurs mainly in the upper zone or in the upper part of the red bauxite layer.

I found in the galleries of the mines pure gibbsite nests in the upper zone, of some cm diameter. In my opinion, most of the gibbsite was formed by diagenetic and epigenetic processes.

As already outlined in the foregoing chapters, the Ódörög sector is characterized by higher ignition loss content (average 16.7%). The Ódörög II lense contains according to derivatographic measurements in the average 12% gibbsite (PÉTER et al. 1988). In other lenses only 1% to 5% gibbsite was detected. I presume that here in the south gibbsite arrived together with boehmite, as the bauxite was transported from the south-west. This is a similarity with the bauxite of the Szóc deposit, where the bauxite arrived from the south-east. Further diagenetic and epigenetic gibbsitisation of these bauxites occurred after the redeposition of these bauxite lenses, but no overwhelmingly gibbsitic bauxites were produced.

The SiO_2 content of the bauxitic rocks is in the form of *kaolinite*. There is less than 20% kaolinite in the bauxite, but it is present in all investigated bauxite samples. The clayey bauxite contains 20–40% kaolinite and the bauxitic clay more than 40%. X-ray diffractometer studies detected small amounts of *chamosite* in some lenses of the Nyirád Basin sector. Micro-mineralogical (microscopic) studies detected very small *quartz* grains in the amount of less than 0.01%.

The major iron mineral is *haematite*, accompanied by less *goethite*, containing some mol. percents of AlOOH in the form of isomorphous substitution. The right name is *alumo-goethite*. These original iron minerals have been reduced to *pyrite* and *marcasite* in the grey bauxite. Part of them remained unchanged; another part has been oxidized by epigenetic processes. The dissolved iron migrated downward and precipitated in the form of high-iron nests and the “iron crust”, discussed in the foregoing chapters. The sulphate migrated too and formed *alunite nests* in the upper zone.

The TiO_2 is present mainly in the form of *anatase*, subordinately in the form of *rutile*. They are both of submicroscopic size. *Calcite* occurs mainly in the upper zone, filling fractures and forming small nests. The *dolomite mineral* occurs in the bottom part of the bauxite sequence as small grains. It is derived from the intense weathering of the dolomite footwall.

Evaluation of the origin of the bauxite deposit

The origin of the Hungarian bauxite deposits has been studied by several authors (VADÁSZ 1951). The studies of MINDSZENTY et al. (1994, 2001) are closest to my own genetic ideas. In the following I discuss only the origin of the bauxite in the present monograph area and that of the Szóc and Malom-völgy deposits.

The initial material of the bauxite was transported (allochthonous) in all the three deposits. It arrived in the Szóc and Malom-völgy deposit areas from the south-east. This assumption has been confirmed by various aspects of my study. Even the main transport paths could be delineated from the results of the cluster analysis. Furthermore, a clear south-east–north-west directed regional trend has been detected for the bauxite composition: the best, high-grade bauxite being restricted to the south-eastern edge of these two deposits and passing north-westward into clayey bauxite and finally into bauxitic clay. The bauxite grade distribution is more complicated in the present monograph area. The reason for it is — in my opinion — the presence of the highly permeable dolomite footwall. This allowed further syngenetic and diagenetic bauxitisation of the original bauxitic material. This assumption is confirmed by the gradual vertical changes of the bauxite grade in the bauxite of most boreholes. The bauxite grade is best in most cases at the top of the bauxite layer.

The Late-Cretaceous transgression did not reach this area — in my opinion — similarly to the Szóc and Malom-völgy deposit areas. Some kilometres to the north-west of Nyirád village, at the Lengyelmajor manor the presence of the Late Cretaceous sediments was detected by boreholes. An important bauxite deposit was found here, having the same stratigraphic position and depositional features as the Halimba deposit in the north-east (see Figure 1).

The palaeomorphology was slightly undulating at the time of the arrival of the original bauxitic material and it was slightly inclined in north-east direction, being confirmed by the distribution and thickness of the lignitic clay layer at the bottom of the Middle Eocene sequence. Very low dolomite hills were separated by low valleys. The bauxitic material accumulated in the depressions and valleys of the palaeosurface. The bauxitic material arrived presumably from the south-west. This idea is based on the grade distribution and on the sedimentologic features of the bauxite sequence. The area of bauxite accumulation was bordered on its south-eastern and north-western side by more elevated dolomite hills. This geomorphologic arrangement remained until our days.

The sedimentation of the Eocene sequence had a crucial role in the preservation of the bauxite lenses, as it protected them from later erosion. The bauxite lenses of the Ódörög sector have a special position in this respect. Most of the Eocene cover has been eroded, but six lenses remained nevertheless. Their material suffered more or less local redepo-

sition, accompanied by contamination and resilification (see Table 15). In the same time partial gibbsitisation occurred in the lenses situated to the east of the Ódorögd manor. As discussed in the foregoing chapters, the bauxite is here of mixed boehmitic-gibbsitic composition.

Evaluation of the bauxite exploration and of the exploration reports

I discuss the exploration results and the reports in time-order, because the methods of the exploration and of resource estimation changed considerably during the last decades. The drilling of boreholes was completed by geophysical measurements, executed by the Roland Eötvös Geophysical Institute, Budapest. Geophysical mapping was carried out mainly by geoelectric and geomagnetic methods. The measurements were useful, as they contributed to the detection of new bauxite lenses.

Very few remained from the documents of the exploration carried out before the Second World War. The Edgár lense, situated at the western edge of the Izamajor sector was explored between 1934 and 1940. It has been excavated partly by open pit and partly by underground mining methods in the years 1943–1944. No data were preserved about the resource estimations and the bauxite production. An estimated 50 000 tons of bauxite were produced altogether. The explorations of the Maszobal Bauxite Exploration Company executed in the Izamajor sector in 1951–1954 did not extend to the Edgár lense, abandoned at this time.

The Sándor, Károly and Gábor lenses, situated at the western edge of the Alsó-Nyirád sector were explored by the Hungarian Bauxite Mining Company. Altogether 366 000 tons of bauxite were produced from them in the years 1941–1944. No detailed production data were preserved. Small scale mining continued from 1945 to 1947.

Systematic bauxite exploration started in 1951 by the Maszobal Bauxite Exploration Company in the Izamajor sector. As a geologist of the company I prepared an exploration report (BÁRDOSY 1954). First a topographic map was prepared at 1:2000 scales, serving as a base for a bauxite-geologic map of the same scale. The size of the explored area was 132 ha and 212 boreholes have been drilled. Ten bauxite lenses were discovered. They were prospected by 50×50 m. regular drilling grids. The drilling grid was completed to 25×25 m, in the lenses of more complicated grade and distribution. The drilling was carried out by core-drilling method, using Craelius type drilling engines. The bauxite was dissected by at least 76 mm core diameter. The average core recovery from the bauxite was 87%. This was a quite high technical level at that time. The bauxite was sampled at 0.5 m intervals. The five main chemical components have been analyzed in all samples. The reliability of the chemical analyses was checked by independent chemical laboratories. I had to carry out the resource estimation according to the corresponding rules of Maszobal: The following grade groups were distinguished:

— Bayer grade ore: Al_2O_3 more than 45%, minimum thickness 1.0 m.

Subgroups:

— silica modulus more than 10,

— silica modulus 7–10,

— Pyrogenic ore: Al_2O_3 <40%, minimum thickness 1.0 m, silica modulus 2.6–7.0.

The average bulk-density, applied for the resource estimation was 2.18 kg/m^3 , corresponding to a natural “mining wet” state of the bauxite.

I calculated the resources by the method of *vertical, parallel sections* (Figure 42). The results have been checked by the polygon and triangular methods. The reliability of the resources was expressed by A_2 , B and C_1 categories (Figure 43). The criteria of the categories were also centrally determined by the Maszobal direction. The

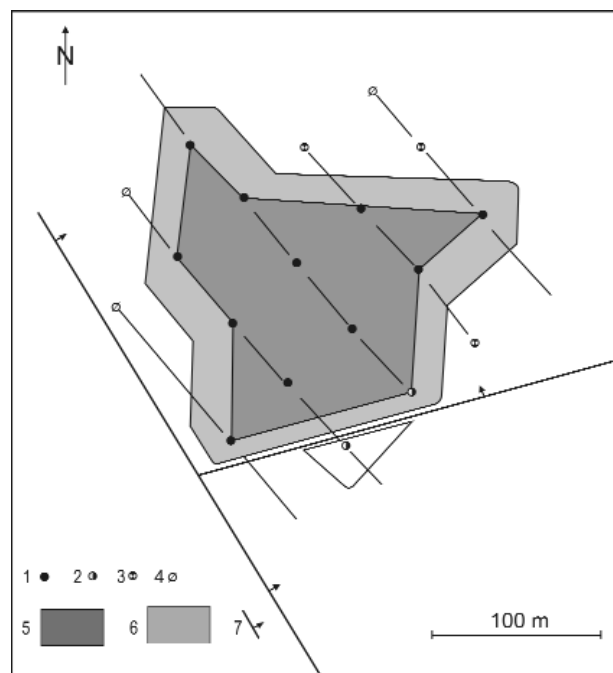


Figure 42. Resource estimation map of the Izamajor IX lense. Method of vertical, parallel profiles

1 – borehole dissecting bauxite, 2 – borehole dissecting clayey bauxite, 3 – borehole dissecting bauxitic clay, 4 – barren borehole 5. central zone, 6 – external zone, 7 – fault line

42. ábra. Az Izamajor IX. lencse készletszámítási térképe a függőleges, párhuzamos szelvények módszerével

1 – produktív fúrás, 2 fúrás agyagos bauxittal, 3 fúrás bauxitos agyaggal, 4 meddő fúrás, 5 –belső övezet, 6 –külső (szegély) övezet, 7 –törésvonal

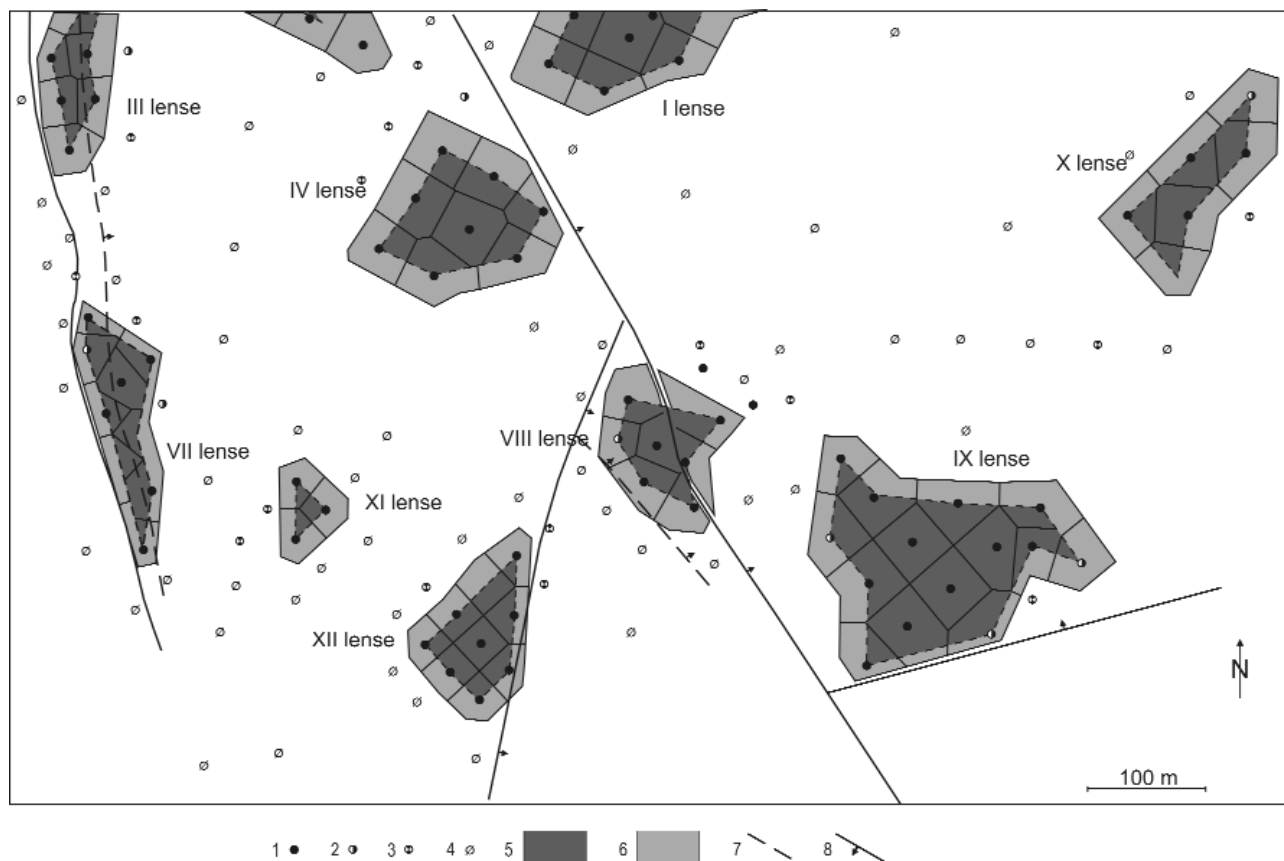


Figure 43. Resource estimation map of the bauxite lenses in the Izamajor sector. Polygon method.

1 – borehole dissecting bauxite, 2 – borehole dissecting clayey bauxite, 3 –borehole dissecting bauxitic clay, 4 – barren borehole, 5 – internal zone, 6 – external zone 7 – presumed tectonic line, 8 – demonstrated tectonic line

43. ábra. Az izamajori bauxitlencsék készletsszámítási térképei sokszög módszerrel

1 – produktív fúrás, 2 – fúrás agyagos bauxittal, 3 – fúrás bauxitos agyaggal, 4 – meddő fúrás, 5 – belső övezet, 6 – külső (szegély) övezet, 7 – feltételezett vető, 8 – kimutatott vető

A₂ and B categories were restricted to the resources surrounded from all sides by productive borehole results. The C₁ category corresponded to the “external” resources, bordered on the inner side by productive boreholes and on the outer side by non-economic bauxite or barren boreholes. The grade of the resources was determined by weighted averaging, based on the thickness of the bauxite and the tonnage of the separate blocks. The following “geologic resources” have been determined (with dry bulk density):

Bayer ore,	silica modulus >10	1 429 000 tons
	silica modulus 7–10	144 000 tons
Pyrogenic ore,	silica modulus 2.6–7	583 000 tons

The geologic resources of the lenses are as follows, in descending order:

I lense	361 000 tons
III lense	228 000 tons
II lense	225 000 tons
IX lense	224 000 tons
IV lense	190 000 tons
VI lense	104 000 tons
V lense	85 000 tons
X lense	66 000 tons
VII lense	49 000 tons
VIII lense	40 000 tons

The grade of the bauxite is as follows:

Category	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Silica modulus
Bayer ore Md >10	56.3%	3.5%	24.5%	16.1
Md 7–10	55.8%	6.8%	22.1%	8.2
Sum of Bayer ore	56.2%	3.8%	24.7%	14.8
Pyrogenic ore Md 2.6–7	51.3%	13.3%	19.7%	3.9

The above listed average composition is better than the average of the Hungarian bauxites. The mining excavation of the bauxite started already in 1953 on the I, II, III and IV lenses. On the other lenses additional exploration was necessary. They were executed first on the lense No. VII. I prepared an exploration report in December 1955 about this lense (BÁRDOSY 1955a). 18 boreholes were drilled and the drilling grid was tightened by them to 30–40 m distances. The lense contours were determined by surrounding barren boreholes. The final length of the lense was determined by 270 m. The width varies from 30 to 80 m. The resource estimation was carried out by the polygon method (Figure 43). The resources are as follows:

Category	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
Bayer ore Md >10	96 000	56.0%	3.4%	24.6%	16.5
Bayer ore Md 7–10	39 000	54.5%	6.9%	23.4%	7.9
Pyrogenic ore 4–7	77 000	51.1%	9.9%	23.8%	5.2
Pyrogenic ore 2.6–7	13 000	47.5%	15.1%	21.9%	3.1

The above listed bauxite resources correspond to a significant increase of the resources. The best bauxite occurs on the top of the lense, below the upper zone. The thickness of the overburden varies from 5 to 25 m, thus the resources of the entire lense could be excavated by the open pit method.

As a next step the lense named Tánácsics II has been explored. The exploration methods were the same as those outlined above. I prepared the exploration report (BÁRDOSY 1955b). The resource estimation was carried out by the method of vertical, parallel profiles (Figures 44 and 45). The calculations were checked by the polygon and arithmetic-mean methods. The following geologic resources have been determined:

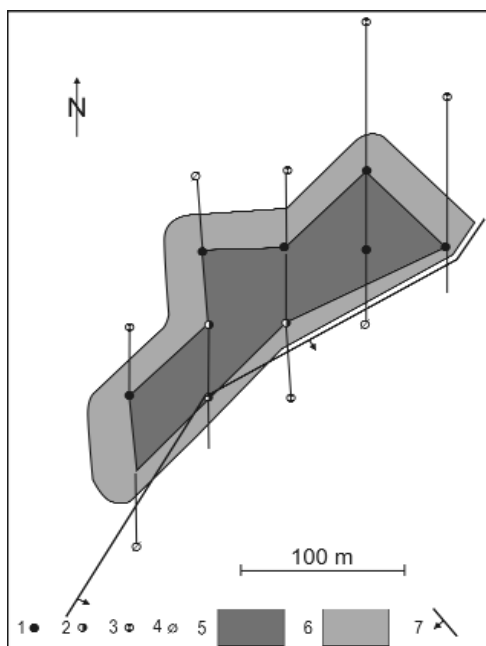


Figure 44. Resource estimation map of the Tánácsics II lense. Method of vertical, parallel profiles

1 – borehole dissecting bauxite, 2 – borehole dissecting clayey bauxite, 3 – borehole dissecting bauxitic clay, 4 – barren borehole, 5 – internal zone, 6 – external zone, 7 – tectonic line

44. ábra. A Tánácsics II. bauxitlencse készletszámítási térképe a függőleges, párhuzamos szelvények módszerével
1 – produktív fúrás, 2 – fúrás agyagos bauxittal, 3 – fúrás bauxitos agyaggal, 4 meddő fúrás, 5 – belső övezet, 6 – külső (szegély) övezet, 7 – törésvonal

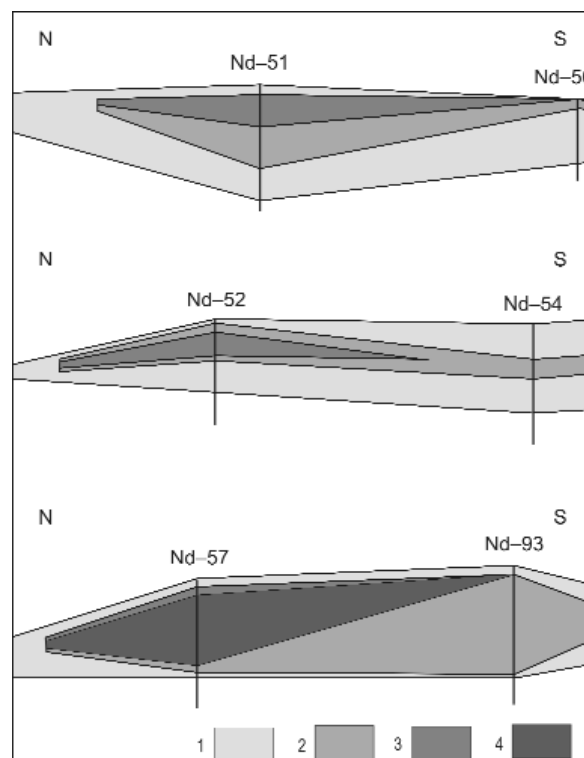


Figure 45. Resource estimation profiles of the Tánácsics II lense

1 – bauxitic clay, 2 – clayey bauxite, 3 – bauxite (silica modulus 7–10), 4 – bauxite (silica modulus ≥10)

45. ábra. A Tánácsics II. bauxitlencse készletszámítási szelvényei
1 – bauxitos agyag (modulus <2,6), 2 – agyagos bauxit (modulus 2,6–7,0), 3 – bauxit (modulus 7–10), 4 – bauxit (modulus ≥10)

Category	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
Md >10	126 000	56.8%	3.5%	23.4%	16.4
Md 7–10	57 400	54.5%	6.2%	24.3%	8.8
Md 2.6–7	150 200	50.2%	13.8%	21.0%	3.6

I prepared the exploration reports of the V and VI lenses in June 1956 (BÁRDOSSY 1956). Eleven boreholes have been executed with the aim to determine more precise contours of the lenses. The resources have been calculated by the polygon method and checked by the arithmetic mean method (Figure 46). The geologic resources are as follows:

Lense No. V

Category	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
Md >10	78 000	55.9%	3.4%	25.6%	16.4
Md 7–10	—				
Md 4–7	11 000	50.3%	12.7%	22.2%	4.0
Md 2.6–4	11 000	49.6%	14.9%	20.3%	3.3

Lense No. VI.

Category	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
Md >10	75 000	56.0%	2.7%	26.2%	20.7
Md 7–10	5 000	55.1%	6.8%	22.5%	8.1
Md 4–7	35 000	53.0%	12.0%	18.5%	4.4

Additional exploration was carried out also on the VIII–XII lenses. An exploration report was prepared by Vörös I. (1956), 42 boreholes were executed on these lenses. They confirmed the findings of the earlier prospecting works. As a main result, the contours of the lenses could be determined more precisely. The resource estimation was carried out by the polygon method and checked by the arithmetic mean method. The geologic resources are as follows:

Lense VIII.

Category	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
Md >10	57 000	55.0%	4.1%	25.0%	13.4
Md 7–10	5 000	55.4%	4.9%	23.5%	9.4
Md 4–7	54 000	52.4%	10.0%	22.9%	5.2

Lense IX.

Md >10	153 000	56.7%	3.8%	24.9%	14.9
Md 7–10	30 000	55.8%	6.4%	22.0%	8.7
Md 4–7	29 000	53.7%	10.2%	19.7%	5.3
Md 2.6–4	29 000	48.2%	14.1%	22.5%	3.5

Lense X.

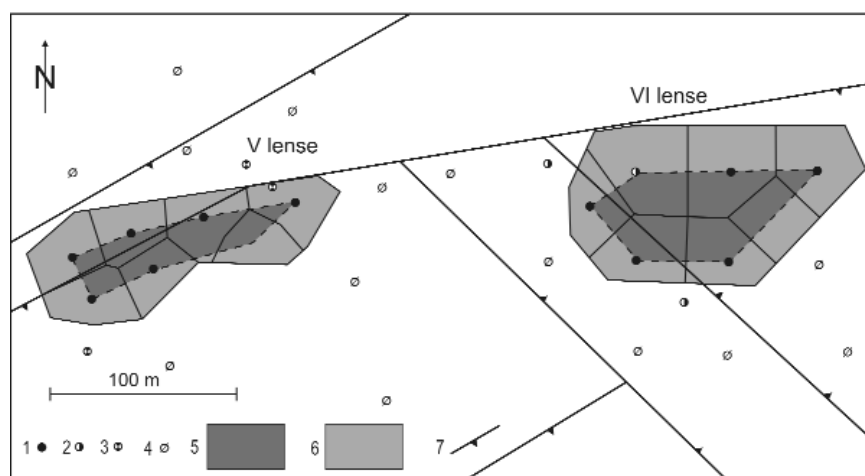
Md >10	55 000	58.0%	2.7%	24.4%	21.5
Md 7–10	6 000	55.4%	6.5%	23.4%	8.5
Md 4–7	24 000	51.1%	12.0%	20.3%	4.2
Md 2.6–4	30 000	50.2%	14.4%	20.4%	3.5

Figure 46. Resource estimation map of the Izamajor V and VI lenses

1 – borehole dissecting bauxite, 2 – borehole dissecting clayey bauxite, 3 – borehole dissecting bauxitic clay, 4 – barren borehole, 5 – internal zone, 6 – external zone, 7 – tectonic line

46. ábra. Az Izamajor V. és VI. bauxitlencsék készletszámítási térképei sokszög módszerrel

1 – produktív fúrás, 2 – fúrás agyagos bauxittal, 3 – fúrás bauxitos agyaggal, 4 – meddő fúrás, 5 – belső övezet, 6 – külső (szegély) övezet, 7 – törésvonal



Lense XI.					
Md >10	20 000	54.7%	3.5%	26.3%	15.6
Md 7–10	—				
Md 4–7	7 000	52.0%	9.2%	23.2%	5.6
Md 2.6–4	4 000	47.2%	15.4%	23.0%	3.1
Lense XII.					
Md >10	108 000	54.1%	3.4%	26.5%	15.9
Md 7–10	2 000	54.6%	7.2%	22.0%	7.6
Md 4–7	—				
Md 2.6–7	—				

A slight increase of the resources occurred in the lenses IX, X and a slight decrease in the lenses VIII, XI. The resources of the lense XII are new. After these additional explorations the area of the 1954 exploration report was considered as completed.

The exploration continued from 1956 to 1960 on the newly discovered lense No. XIII. 41 boreholes were executed in a regular 50×50 m grid. The results of the exploration were presented in the report prepared by KÁROLY, JENEI (1960). This lense is also entirely covered by Eocene layers. The depositional and tectonic features are the same as those detected in the Izamajor lenses, prospected in the foregoing years. The resource estimation was carried out by the polygon method (Figure 47). The dry bulk density of 1.96 tons/m³ was applied to the calculation. The minimum ore thickness was 1.5 m. The resource estimation has been checked by the arithmetic mean method. The geologic resources are as follows.

Category	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
Md >10	128 000	55.2%	3.1%	25.5%	17.8
Md 7–10	19 000	51.0%	6.3%	23.7%	8.1
Md 4–7	54 000	51.3%	10.0%	21.7%	5.1
Md 2.6–4	28 000	48.7%	16.5%	19.4%	3.0

The exploration was extended after finishing these works in northern and north-eastern directions. A first exploration report was prepared by SZABÓ (1961) on the Alsó-Nyirád II and III lenses. The resource estimation was performed by the method of “geologic blocks”. The geologic resources are as follows:

Alsó-Nyirád lense II

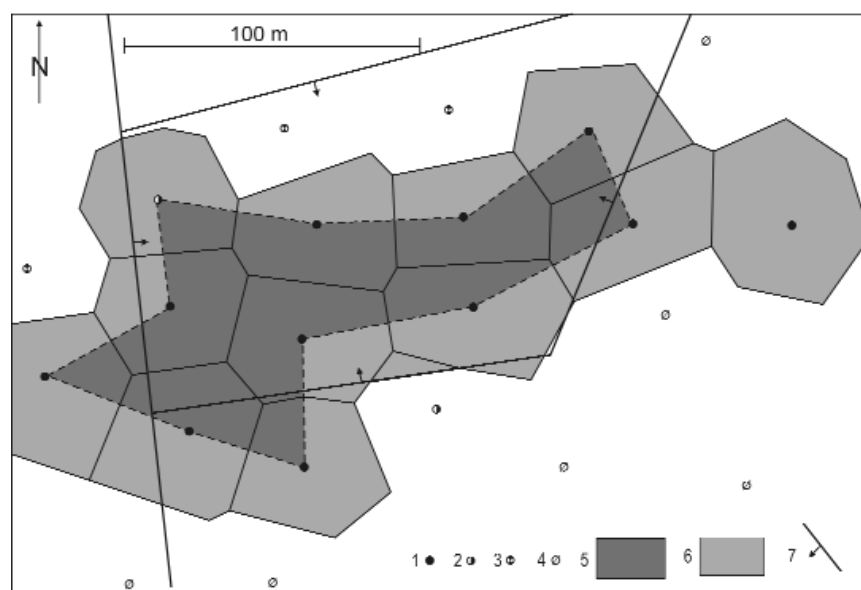
Category	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
Md >10	62 000	54.4%	3.1%	26.1%	17.5
Md 7–10	6 500	50.6%	6.6%	24.5%	7.7

Figure 47. Resource estimation map of the Izamajor XIII lense. Polygon method

1 – borehole dissecting bauxite, 2 – borehole dissecting clayey bauxite, 3 – borehole dissecting bauxitic clay, 4 – barren borehole, 5 – internal zone, 6 – external zone, 7 – tectonic line

47. ábra. Az Izamajor XIII. lense készletszámítási térképe sokszög módszerrel

1 – produktív fúrás, 2 – fúrás agyagos bauxittal, 3 – fúrás bauxitos agyaggal, 4 – meddő fúrás, 5 – belső övezet, 6 – külső (szegély) övezet, 7 – törésvonal



Md 4–7	20 400	48.5%	9.6%	23.9%	5.1
Md 2.6–7	9 200	42.9%	14.5%	23.1%	3.0
Alsó-Nyirád lense III					
Md >10	305 200	53.5%	2.7%	26.7%	19.8
Md 7–10	45 700	52.7%	6.5%	22.4%	8.1
Md 4–7	107 500	50.9%	10.1%	21.1%	5.0
Md 2.6–7	81 300	47.1%	15.0%	21.4%	3.1

An additional exploration report was prepared in 1964 on the lenses occurring in a mining group called “Iza 2 concentration” (SZABÓ, ERDÉLYI 1964). This report was completed by another report, prepared by ERDÉLYI (1964).

Further exploration was carried out to the south of the Ferenc lense, called “Ferenc south”, and to the south-west of the lense Tánácsics II. The resources were determined by the polygon method (Figure 48). The geologic resources are as follows:

Ferenc dél					
Category	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
Md >10	21 800	56.1%	4.1%	21.8%	13.7
Tánácsics II-DNy					
Md 7–10	128 100	51.8%	6.6%	23.4%	7.9

A further exploration report was prepared by KOMLÓSSY (1968) on the lenses III, IV, V and VI of the Dült-nyíres sector. The resource estimation was executed by the isopach method. The exploration detected high-grade, but in the same time much sulphur containing bauxite. This bauxite was excluded from the resource estimation. The remaining geologic resources are as follows:



Figure 48. Resource estimation map of the Tánácsics II-DNy lense. Polygon method.

1 – borehole dissecting bauxite, 2 – borehole dissecting clayey bauxite, 3. borehole dissecting bauxitic clay, 4 – barren borehole, 5 – internal zone, 6 – external zone, 7 – partly excavated bauxite lenses, 8 – contours of the lenses, 9 – demonstrated tectonic line, 10 – presumed tectonic line

48. ábra. A Tánácsics II. bauxitlense délnyugati részének készletsszámítási térképe sokszög módszerrel
1 – produktív fúrás, 2 – fúrás agyagos bauxittal, 3 – fúrás bauxitos agyaggal, 4 – meddő fúrás, 5 – belső övezet, 6 – külső (szegély) övezet, 7 – részben kitermelt „rég” lencsék, 8 – a bauxitlense körvonala, 9 – vető, 10 – feltételezett feltolódás

Lense	Category	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Modulus
III	Md 7–10	151 300	53.7%	7.7%	7.0
IV and V	Md 4–7	206 900	52.5%	10.1%	5.2
VI	Md >10	100 300	53.1%	5.0%	10.6

A separate report was prepared on the Alsó-Nyirád IV lense by R. SZABÓ (1970). The resource estimation was carried out by the method of geological-blocks. The geological resources are as follows:

Category	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
Md >10	106 300	54.2%	2.5%	26.0%	21.7
Md 7–10	28 000	51.9%	6.4%	27.0%	8.1
Md 4–7	101 100	48.8%	9.4%	26.2%	5.2
Md 2.6–4	43 400	46.1%	14.1%	24.2%	3.3

A further exploration report was prepared in 1978 by Komlóssy Gy., Egerszegi F. and Hőriszt Gy. (KOMLÓSSY et al. 1977), containing 13 lenses of the Alsó-Nyirád and Dült-nyíres sectors. For the research institute Aluterv-FKI The lenses were selected for a new “mining concentration”. The resource estimation was carried out by the isopach method and checked by the method of arithmetic means. The minimum ore thickness was 1.8 m. The geological resources are as follows:

Lense	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Modulus	CaO + MgO
Dült-nyíres X/a	219 500	51.8%	4.6%	11.3	0.84%
Dült-nyíres X/b	437 800	50.4%	5.8%	8.7	1.11%
Dült-nyíres XI	191 000	50.9%	6.0%	8.5	0.65%
Dült-nyíres XII.	6 400	50.9%	9.1%	5.6	1.08%
Dült-nyíres XIII.	29 200	52.0%	5.1%	10.2	0.62%
Dült-nyíres XXIX	39 700	51.3%	7.6%	6.8	0.70%
Alsó-Nyirád V.	132 400	50.5%	6.1%	8.3	1.05%
Alsó-Nyirád VII	66 000	54.2%	5.2%	10.4	0.48%
Alsó-Nyirád XII	6 700	54.5%	4.5%	10.0	0.60%
Alsó-Nyirád XIII	800	50.5%	9.2%	5.4	1.11%
Alsó-Nyirád XIV	121 600	50.6%	5.6%	7.7	0.61%
Alsó-Nyirád XVIII	16 800	52.7%	8.9%	5.9	1.07%
Alsó-Nyirád XIX	77 200	51.0%	6.5%	7.8	2.55%

A separate exploration report was prepared by KOMLÓSSY (1980) also for the research institute Aluterv-FKI on the Dült-nyíres XV lense. The following geologic resources were determined by the isopach method:

Category	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Modulus	CaO+MgO
Md 7–10	478 000	50.6%	5.6%	9.0	1.05%

The research institute officially applied the so called “bauxite-standard value” for the grade categorisation, a suitable value, but being calculated only from a complicated formula. For this reason the Bakony Bauxite Mining Company did not apply this categorisation and returned to the silica modulus, being used up to our days.

Detailed drilling exploration started in 1987 to the west of the Ódörögd manor. Six new bauxite lenses have been discovered. The first exploration report was prepared on the lense Ódörögd II, by PÉTER et al. (1988). The lense has been explored by a regular drilling grid of 25×25 m distances. The resource estimation was prepared by the method of geological blocks. The grade of the bauxite was very variable as a consequence of the local redeposition of the bauxite. The minimum ore thickness for the resource calculation was 1.0 m. The exact contours of the lense were determined thoroughly taking into account the effects of redeposition.

Category	Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Modulus	CaO	MgO	Sum of S
Md 4–7	88 500 t	50.7%	9.7%	5.2	0.47%	0.11%	0.06%

The exploration of the lense Ódörögd I was finished in 1989 and an exploration report was prepared by SZABÓ, FELVINCZI (1989). This lense was also explored by a regular 25×25 m drilling grid, because of the redeposition of the bauxite. The resource estimation occurred in the same way as in the case of the lense II. The geologic resources are as follows:

Tonnage	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Modulus	CaO	MgO	Sum of S
90 200 t	51.0%	11.8%	4.3	0.24%	0.06%	0.05%

Unfortunately, this low grade is not suitable for alumina production in the Hungarian alumina plants. I carried out personally additional resource calculations and found that 27 000 tons from the above total resource reach the grade of $Md > 10$, thus being suitable for the alumina production in Hungary.

The exploration continued and the report of the lense VI was prepared by LUDASNÉ et al. (1991). The resource estimation was executed by the method of geological blocks. The geological resources are as follows:

Tonnage	Al_2O_3	SiO_2	Modulus	CaO	MgO	Sum of S
36 400 t	54.4%	7.2%	7.6	0.18%	0.07%	0.05%

Three further lenses were discovered to the east of the Ódörögdt manor. No exploration reports have been prepared, but the geological resources were calculated by the method of geological blocks. They are as follows:

Lense	Tonnage	Al_2O_3	SiO_2	Modulus	CaO	MgO
Ódörögdt IV	64 600 t	50.2%	5.1%	9.8	0.48%	0.12%
Ódörögdt VIII	8 700	50.2%	5.2%	9.7	0.40%	0.14%
Iza XXI	45 400	56.9%	6.8%	8.4	1.18%	0.18%

The Geoprospect Ltd carried out supplementary exploration on the Károly lense, partially excavated in ther past. They presented an exploration report prepared by BÖRÖCZKY et al. (1994). 42 boreholes were drilled on the lense, but bauxite of economic grade was found only in 7 of them (Figure 49). The following remaining geologic resources have been calculated:

Tonnage	Al_2O_3	SiO_2	Modulus
19 100	56.5%	7.6%	7.4

The bauxite is covered by 5–10 m of redisposed detritic material — as illustrated on Figure 50. The report considered the exploration as finished, but in my opinion, further boreholes are needed to clarify the extent of the economic bauxite layer.

Further detailed exploration was carried out in 1994–1995 by Geoprospect Ltd and in 1998 the Bakony Bauxite Mining Co on the “old” lenses of the Deáki Hill area, being excavated partially by open pit and by underground mining during the Second World War. The following lenses have been explored: Edgár, Arnold, Károly, Sándor, Gábor, Ferenc, Tácsics I. The exploration was executed in 25×25 m regular drilling grids. The grid was tightened to 15×15 m at the most complicated places. An exploration report was prepared by JANKOVICS (1999). The resource estimation was carried out by the method of geologic blocks and by the isopach method. The polygon method was used on the Tácsics I lense. The geologic resources are as follows:

Lense	Tonnage	Al_2O_3	SiO_2	Modulus	CaO	MgO
Edgár	58 400	54.7%	4.8%	11.4	0.63%	0.14%
Károly	19 100	56.5%	7.6%	7.4	0.23%	0.09%
Sándor	99 400	56.0%	5.7%	9.8	0.19%	0.08%
Gábor	7 100	56.0%	6.7%	8.4	0.11%	0.02%
Ferenc	17 000	54.4%	4.8%	11.3	0.93%	0.24%
Tácsics I	151 500	54.3%	5.6%	9.7	0.23%	0.10%

The contours of the lenses and the boreholes are indicated on the Figures 51, 52 and 53. A geological profile is presented from the Károly lense (Figure 50). The authors of the report assumed a high degree of uncertainty regarding the

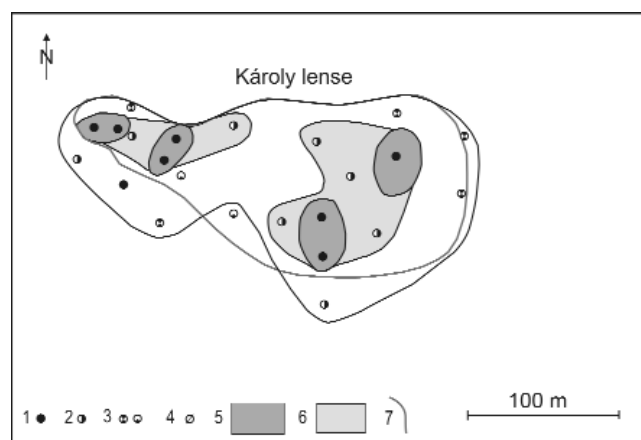


Figure 49. Map showing the results of the supplementary exploration on the Károly lense

1 – borehole dissecting bauxite, 2 – borehole dissecting clayey bauxite, 3 – borehole dissecting bauxitic clay, 4 – barren borehole, 5 – extent of the bauxite, 6 – extent of the clayey bauxite, 7 – contours of the ancient open pit mine

49. ábra. A részben kitermelt Károly lense pótkutatásának eredményei

1 – produktív fúrás, 2 – fúrás agyagos bauxittal, 3 – fúrás bauxitos agyaggal, 4 meddő fúrás, 5 – a bauxit elterjedése, 6 – az agyagos bauxit kiterjedése, 7 – a régi külfejtés körvonala

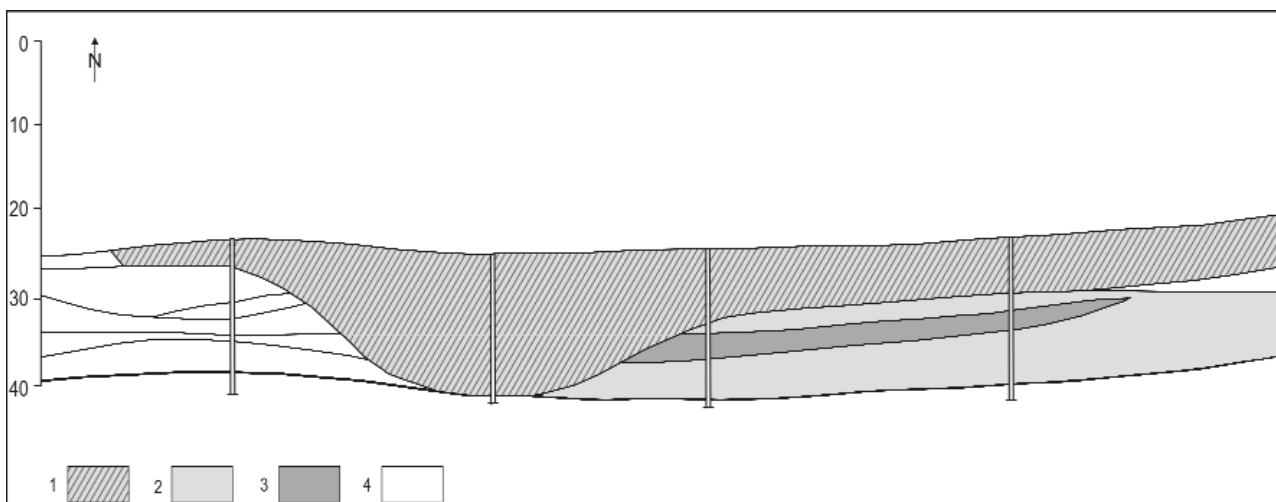


Figure 50. Geologic profile across the ancient open pit mine of the Károly lense

1 – refilling material of the open pit, 2 – clayey bauxite and bauxitic clay, 3 – bauxite, 4 – Late Triassic dolomite footwall

50. ábra. Földtani szelvény a Károly lencse régi külfejtésén át

1 – a külfejtés visszatöltése, 2 – agyagos bauxit és bauxitos agyag, 3 – bauxit, 4 – késő-triász korú Fődolomit fekü

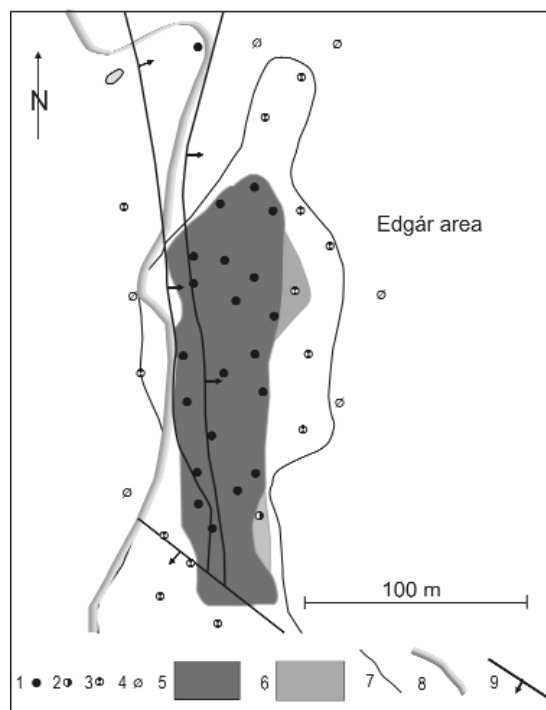


Figure 51. Map showing the results of supplementary exploration on the partly excavated Edgár lense

1 – borehole dissecting bauxite, 2 – borehole dissecting clayey bauxite, 3 – borehole dissecting bauxitic clay, 4 – barren borehole, 5 – extent of bauxite, 6 – extent of clayey bauxite, 7 – contours of the bauxite sequence, 8 – contours of the Eocene cover, 9 – tectonic line

51. ábra. A részben kitermelt Edgár lencsén végzett pótkutatások eredményei

1 – produktív fúrás, 2 – fúrás agyagos bauxittal, 3 – fúrás bauxitos agyaggal, 4 – meddő fúrás, 5 – a bauxit elterjedése, 6 – az agyagos bauxit kiterjedése, 7 – a bauxitösszlet körvonala, 8 – az eocén korú fedőréteg körvonala, 9 – törésvonal

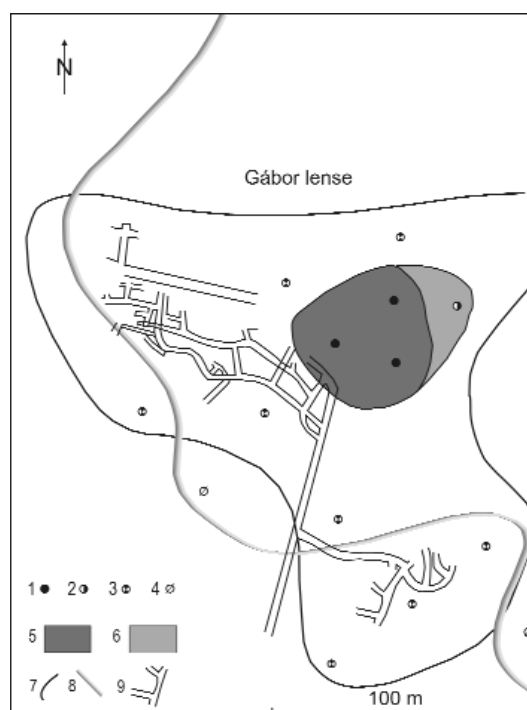


Figure 52. Map showing the results of supplementary exploration on the partly excavated Gábor lense

1 – borehole dissecting bauxite, 2 – borehole dissecting clayey bauxite, 3 – borehole dissecting bauxitic clay, 4 – barren borehole, 5 – extent of bauxite, 6 – extent of clayey bauxite, 7 – contours of the bauxite sequence, 8 – contours of the Eocene cover, 9 – ancient underground mining operations

52. ábra. A részben kitermelt Gábor lencse pótkutatásának eredményei

1 – produktív fúrás, 2 – fúrás agyagos bauxittal, 3 – fúrás bauxitos agyaggal, 4 – meddő fúrás, 5 – a bauxit elterjedése, 6 – az agyagos bauxit kiterjedése, 7 – a bauxitösszlet körvonala, 8 – az eocén korú fedőréteg körvonala, 9 – régi föld alatti bányaműveletek

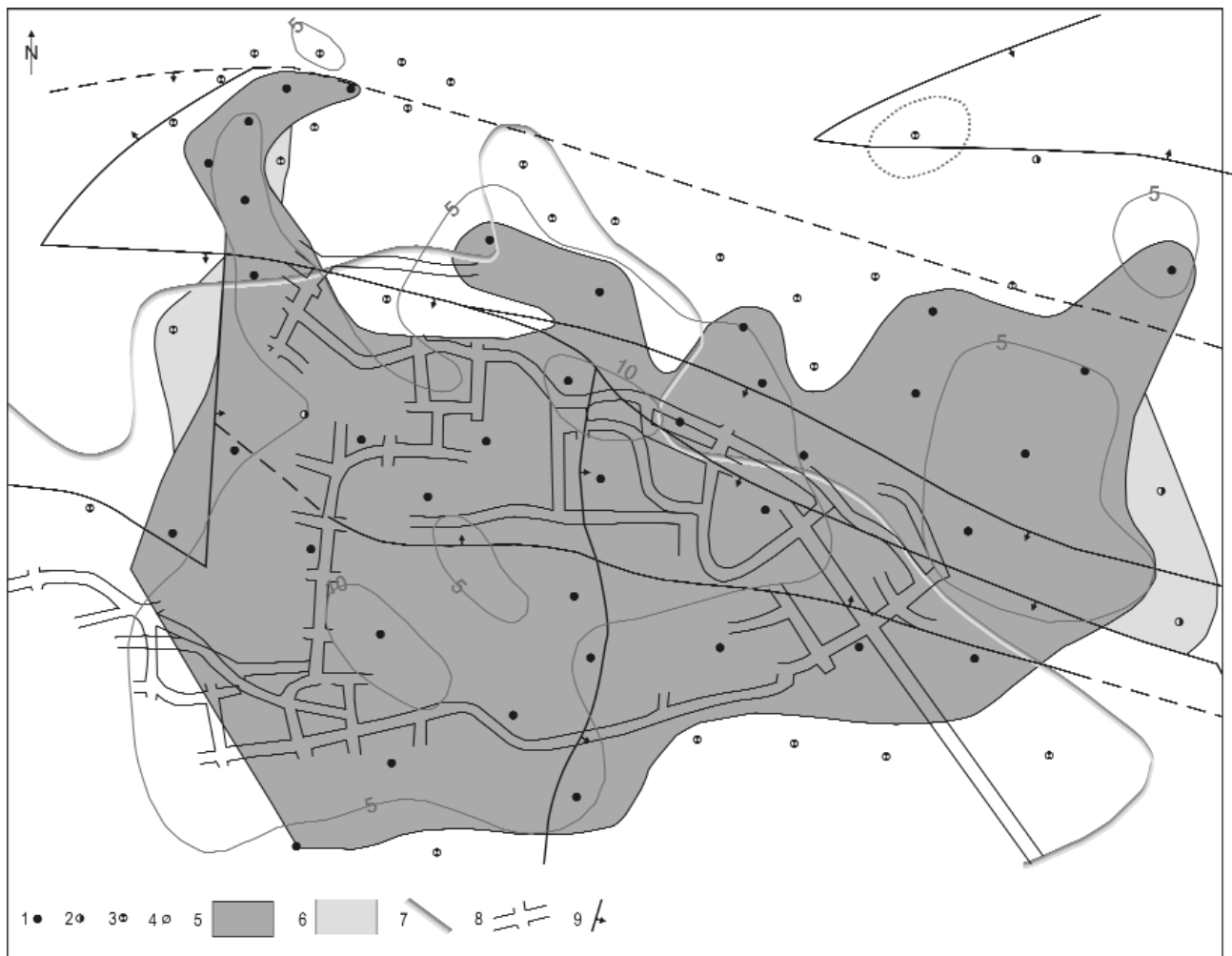


Figure 53. Map showing the results of supplementary exploration on the partly excavated Sándor lense

1 – borehole dissecting bauxite, 2 – borehole dissecting clayey bauxite, 3 – borehole dissecting bauxitic clay, 4 – barren borehole, 5 – extent of bauxite, 6 – extent of clayey bauxite, 7 – contours of the Eocene cover, 8 – ancient underground mining operations, 9 – tectonic line

53. ábra. A részben kitermelt Sándor bauxitlencsén végzett pótkutatások eredményei

1 – produktív fúrás, 2 – fúrás agyagos bauxittal, 3 – fúrás bauxitos agyaggal, 4 – meddő fúrás, 5 – a bauxit elterjedése, 6 – az agyagos bauxit kiterjedése, 7 – az eocén korú fedőréteg körvonala, 8 – régi föld alatti bányaműveletek, 9 – törésvonal

tonnage and grade of the bauxite, because of the former mining excavations. The thickness of the overburden varies from 10 m to 40 m.

The Sándor lense was completely excavated by open pit mining between 2006 and 2008, Additional “mining exploration” was carried out clarifying the detailed position of the ore. As a result 232 400 tons of bauxite was produced with the following grade: Al_2O_3 52.5%, SiO_2 6.8%. This is significantly more than the calculated “recoverable” reserve of the lense. The Táncsics I lense was also completely excavated between 2008 and 2010, 202 300 tons of bauxite were produced with the following average grade: Al_2O_3 49.4%, SiO_2 6.0%. This is also significantly more than the originally calculated recoverable reserve of the lense.

No further exploration reports were prepared from the present monograph area. But the mining company publishes every year an official report on the existing geologic and recoverable resources. The grade and tonnage values are completed or modified if new data are obtained.

I present the official resource data on Table 20, Only those resources have been included where the modulus is higher than 4.0, The list of the resources starts with the “old”, partially excavated lenses, followed by the lenses of the Izamajor, Alsó-Nyirád Forest, Dült-nyíres, Nyirád Basin and Ódörög sectors.

At present removal of the overburden and bauxite production started at the Ferenc and Ferenc-south lenses. The opening of the Gábor lense will occur in the near future. The excavation of the Károly and Arnold lenses is planned for later time, followed by the Táncsics II lense.

Table 20. Tonnage and grade of the existing geologic bauxite resources (1/1/2011 state)

Name and number of the lenses	Geological resources Kilo tons	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Silica modulus	CaO %	MgO %
Károly	19.1	56.6	7.6	7.5	0.20	0.10
Ferenc	17.0	54.4	4.8	11.3	0.93	0.24
Ferenc dél	11.5	56.2	3.5	16.1	0.90	0.16
Gábor	7.1	56.0	6.7	8.4	0.11	0.02
TáncsII	129.6	50.4	9.6	5.2	0.10	0.10
TáncsII SW	134.4	50.9	9.3	5.5	0.12	0.08
Izamajor						
XIV	45.2	51.1	11.7	4.4	0.60	0.40
XV	69.8	53.4	12.0	4.4	0.60	0.40
XVI	10.4	52.4	6.9	7.6	0.64	0.42
XVIII	9.6	49.6	10.5	4.7	0.59	0.39
XIX	22.9	47.6	11.7	4.1	0.20	0.10
XX	70.6	54.6	4.4	12.4	0.20	0.10
XXI	45.4	56.9	6.8	8.4	1.20	0.20
Alsó-Nyírád Forest						
IV	81.7	50.1	9.1	5.5	1.30	0.90
V	18.7	52.0	9.1	5.7	1.00	0.40
VI	17.4	50.1	7.5	6.7	0.72	0.41
VIII	381.2	52.0	5.4	9.6	0.60	0.40
XII	6.7	54.6	4.5	12.1	0.50	0.10
XIV	21.2	49.4	9.0	5.5	0.80	0.10
XV	43.0	51.3	8.2	6.3	0.60	0.10
XVI	802.1	50.3	11.3	4.4	0.80	0.10
XVIII	16.8	50.5	8.8	5.8	0.90	0.10
XIX	17.4	48.0	11.4	4.2	1.10	0.40
XXI	40.4	47.4	11.6	4.1	0.90	0.20
Dült-nyíres						
X/a	219.5	51.8	4.6	11.2	0.70	0.10
X/b	40.8	51.0	6.5	7.8	0.70	0.10
XI	12.5	46.1	10.8	4.3	0.57	0.18
XII	6.4	50.8	9.1	5.6	0.90	0.20
XIII	2.2	49.5	6.4	7.7	0.71	0.14
XIV	105.2	48.8	11.0	4.5	0.90	0.20
XV	478.0	50.6	5.6	9.0	0.90	0.20
XXIX	24.9	51.5	6.7	7.7	0.70	0.10
Nyírád Basin						
I	316.3	50.3	6.9	7.3	0.90	0.20
IV	106.7	49.9	10.0	5.0	0.70	0.20
XI	13.3	50.6	8.5	6.0	0.42	0.08
Ódörögdpusztá						
III	12.5	52.4	8.4	6.3	0.30	0.10
IV	64.6	50.2	5.1	9.9	0.50	0.10
V	2.7	57.1	8.0	7.1	0.09	0.06
VI	57.7	50.4	12.5	4.0	0.40	0.20
VIII	8.7	50.2	5.2	9.6	0.20	0.10

Evaluation of the exploration methods

At the Nyírád bauxite deposit most of the surface is covered by Neogene and Quaternary sediments. The discovery of the bauxite lenses by boreholes is therefore highly depending on chance. For this reason *surface geophysical mapping* was applied since the early fifties. The Bauxite Exploration Expedition had a geophysical department, carrying out mainly geoelectric measurements, to detect the localization of the lenses. The measurements had varying success. They were

most successful if the surface mapping was combined with a few reconnaissance boreholes. The geoelectric measurements were extrapolated around these boreholes and were connected with each-other.

The Roland Eötvös State Geophysical Institute (ELGI) started in 1982 successful geophysical measurements in the western part of the Ódörög sector. Mainly VLF and natural potential-measurements were applied. The results revealed the depressions of the Triassic Main Dolomite surface, filled in most cases by bauxite. The surface mapping has been completed in 1989 by airborne geophysical measurements in the southern edge of the Nyirád deposit area, characterized by shallow overburden. Further bauxite lenses were detected by this method.

The exploration by *drilling* was executed from the beginning by regular drilling grids. It was generally started with 50×50 m grid distances, completed at the most complicated locations to 25×25 m grid. These distances corresponded to the *ranges of influence* of the bauxite thickness, determined by *variograms*. Let me mention, that a close cooperation was established with Professor G. Matheron (École des Mines Paris) founding scientist of geostatistics. I had the chance to visit personally the department of Professor Matheron at Fontainebleau and get acquainted with their experiences.

At the southern edge of the Nyirád deposit, where the bauxite suffered local redeposition, the drilling grid was completed to 15×15 m distances. This was a necessary step because of the high variability of the bauxite grade and thickness.

The technical execution of the drilling was up-to date from the beginning. This was demonstrated by the high core recovery from the bauxite. The geological documentation of the boreholes was executed also on the necessary level.

The “barren” areas between the lenses were explored by only few boreholes. A basic problem of all exploration works for bauxite or other mineral resources is when should be finished the detailed exploration? The “under-exploration” increases the risks of the mining investments. On the other hand, the “over-exploration” leads to superfluous expenditures. For a long time the decision was based only on the “expert’s opinion”, being not a satisfactory solution. I started in 2007 to apply the methods of the *Bayes-statistics* for the bauxite exploration on the Halimba deposit. I could determine the optimum level of exploration by applying the Bayes-Laplace equation for the main exploration parameters.

I suggest applying this method if further detailed exploration will be started in the area of the present monograph.

Possibilities of further explorations

The area of possible further explorations is limited by the outcrops of the Triassic Main Dolomite Formation occurring at the western, southern and south-eastern edges of the monograph area. On the other hand, further explorations are restricted in northern and north-eastern directions by increasing thickness of the overburden, surpassing 200 metres (Figure 4). The bauxite lenses continue to the west in the area of Nagytárkánypuszta and Darvastó. Several lenses are already excavated.

Within the area of the present monograph most sectors are explored sufficiently. There is only one stripe between the Izamajor and Ódörög sectors where the exploration remained incomplete. Most hopeful is the area starting to the east of the Ódörög manor, because here the erosion of the Eocene cover was not complete. Small bauxite indications of even economic grade bauxite occur in this area. One of them is the borehole No-602 detecting high-grade bauxite with 21.9 silica modulus.

The lenses of the Deáki Hill area have been explored — in my opinion sufficiently (JANKOVICS et al. 1999, TÓTH 1999). However the so called “barren” strips between the lenses are not completely explored. Small, but high-grade bauxite lenses may occur there. Surface geophysical mapping should precede the drilling of new boreholes. Mainly the western, shallow area is suitable for this exploration. An important negative feature is the erosion of the Eocene cover. First those places should be selected, where the protecting Eocene layers were not eroded.

Before starting any exploration works in the monograph area I suggest to apply the method of *weights of evidence* elaborated by AGTERBERG, BONHAM-CARTER 2005, WANG, CHENG 2003. According to my experiences, this method is highly suitable to find the most productive places for the future exploration. I applied with success this method at the Szőc bauxite deposit (BÁRDOSSY 2010).

Experiences in the estimation of the resources

As outlined in the foregoing chapter, several methods of resource estimation have been applied in the Nyirád deposit area. According to my experiences, a reliable *geologic model* is fundamental for all kinds of resource estimation. The geologic model applied in this area was confirmed by the later mining operations.

The first resource estimations were executed by the *polygon* and *triangular methods*, being the official methods at the Maszobal Co. I introduced for the lenses of the Izamajor sector the method of the *vertical, parallel sections*. This method corresponds well to the deposit model, as confirmed by the mining. Unfortunately, the method did not find general application, as it requires relatively more calculations, as the above mentioned methods. The method of *geological blocks* was

introduced in the next years. Later the *isopach method* was broadly applied, as it offered an apparent higher precision. The main problem of this method is the reliable contouring of the ore bodies, as the bauxite thickness cannot be determined exactly in the external zones. The method allows relatively large differences for the optimistic or pessimistic construction of the iso-thickness lines of the bauxite.

All the above listed methods are deterministic in geo-mathematical respect, because they offer one single result for the tonnage and the grade of the bauxite. The uncertainties of the calculations cannot be determined by these methods. Instead they are expressed by “categories of reliability” (in the case of bauxite A_2 , B, C_1 and C_2). It must be stressed that these categories are not calculation results. They express only the expert’s opinion.

The theory of regionalized variables, called “*geostatistics*”, elaborated by Professor Matheron in France represented an important step ahead. The variograms and the kriging methods offered more precise resource calculations, and the “kriging standard deviations” were good approximations of the uncertainties. The weak point of the method is that it carries out the calculations by solving linear equations. However, according to all my experiences, the parameters of resource calculations are of non-linear character. The geostatistical resource estimation method has not been applied in the Nyirád area. The reason for it is that the method requires a computer based geostatistical program package and additionally relatively high mathematical knowledge.

I started in the nineties with Professor J. Fodor — an outstanding mathematician — systematical research on the uncertainties of geological calculations, including the resource estimations. We applied the *possibility theory* elaborated by Professor L. Zadeh, in particular the *fuzzy arithmetic* for the resource estimations. We published with R. Szabó I and Varga G. (BÁRDOSY et al. 2003) case studies applying the above method on different bauxite deposits of Hungary. The entire method of uncertainty and risk analysis was published in our book in English (BÁRDOSY, FODOR 2004). I applied the method in the Szóc monography for the bauxite lense Nyireskút IV (BÁRDOSY 2010). The most important achievement of this method is the reliable determination of the uncertainties of the calculation results. The resources of the inner and external parts of the lenses are determined separately and the related uncertainties as well. The calculations start with the construction of *fuzzy membership functions* expressing the amount of uncertainty for all the resource parameters. The results of the calculations refer to the “geological resources”. The additional calculations for the recoverable resources and economic reserves include several technical and economic parameters. For this reason mining engineers and economist must be included into these final works.

The above outlined fuzzy resource estimation was not applied so far in the Nyirád deposit area. It is our intention to apply it in the future if new exploration will be started.

Summary

The present monograph represents the continuation of the three monographs, prepared for the Halimba, Malom-völgy and Szóc deposit areas. The remaining parts of the large Nyirád deposit must be evaluated in three separate monographs: Lengyelmajor, Nagytárkánypuszta, Darvastó, Csabpuszta. This is the task of the future years.

The main goal of my monographs was the detailed description and evaluation of the deposit areas in both scientific and practical respects. A particular attention was given to the application of the most up-to-date mathematical methods. This is the reason, why the full text was translated into English too. On the other hand, I did not discuss the problems of mining technology and water protection, as they represent a different field of knowledge. As I mentioned already, the regional depression of the karst-water level has been prohibited by the government for reasons of environmental protection. This problem should be resolved by the introduction of new mining technologies.

I want to stress, that in my opinion, there is a reasonable hope to find new resources in the present monograph area. One goal of my monograph was to present a scientific base for any future exploration.

Acknowledgements

As in the case of the former three monographs, I received full help from the geologists and mining engineers of the Hungarian Aluminium Company (MAL). I am personally indebted to Mr. István Kis, strategic director of the mining company. I received all necessary help from the geologists of the company: Mr. B. Jankovics, P. Rausch and G. Varga. They helped me in collecting the basic data of the monograph. I received further valuable help from the Hungarian Mining and Geological Authority (MBFH), in particular from their Department of Documentation. I am particularly indebted to Ms. Olga Piros and Regina Balázs for their thorough editorial work on the monograph.

Finally, I am very thankful to the Hungarian Academy of Sciences for sponsoring the publishing of the monograph.

A nyirádi bauxit-előfordulás keleti része

Bevezetés

A Délnyugati-Bakony bauxit-előfordulásai közül az elmúlt években a halimbai, a malom-völgyi és a szőci előfordulást monográfiák formájában feldolgoztam. Ezekből délnyugatra fekszik a nagy nyirádi bauxitterület, amelyet három előfordulásra lehet felosztani: Nyirád-kelet (Deáki-hegy), Nagytárkánypusztá–Csabpuszta és Lengyelmajor előfordulásra (1. ábra). Tervezem ezeket is feldolgozni. Értékelésemet a deáki-hegyi előfordulással kezdem, mert ez esik legközelebb a már feldolgozott három előforduláshoz. Monografikus feldolgozásomban az előző monográfiákkal megegyező tárgyi sorrendet követem, ami megkönnyíti az előfordulások tulajdonságainak összehasonlítását.

Az előfordulás megismerésének története

A korábbi nyirádi bauxitkutatásokról Barnabás Kálmán tanulmánya (BARNABÁS 1966) és Vízzy Béla „Bauxitkutatás Magyarországon” (VÍZZY 1999) című kötete, a bauxitbányászatról pedig a sokszerzős „Bauxitbányászat a Bakonyban” (GÁDORI, SZEPESHEGYI 1987) című kötet nyújt részletes tájékoztatást. A következőkben ezeknek a Nyirád Deáki-hegyre vonatkozó részeit ismertetem. A kezdetet az egész térségre a Tapolcai Bánya Rt. megalakulása jelentette 1921-ben. A 11 alapító tag között két osztrák is volt: Suess Ferenc Eduárd, a bécsi egyetem geológus professzora és Otto Eidlitz bécsi bankár. Az előkészítő földtani kutatások elsősorban a halimbai Malom-völgy területére összpontosultak. Ezekről malom-völgyi monográfiámban részletesen beszámoltam (BÁRDOSY 2009). Az áttekintő földtani felmérés Nyirád térségére is kiterjedt.

1924-ben az Alumíniumérc Bánya és Ipar Rt. (Aluérc) szerezte meg a részvénytársaság részvényeinek többségét és Nyirád térségében több zártkutatómáint létesített. 1926–1928-ban Izamajor térségében és a Deáki-hegyen kezdtek kutatásokat. A kutatások az előfordulás déli részén az Arnold és Edgár lencsék feltárásához vezettek. Feltehetően szakmai hiányszakosságok miatt a kutatások a Deáki-hegyen eredménytelenek voltak és ezért az Aluérc itteni zártkutatómáint feladta. Ezek nagy részét szinte azonnal a Magyar Bauxitbánya Rt. vásárolta meg. Az Edgár és Arnold lencsék területén 1934 és 1940 között a Keleti Áruforgalmi Kft. végzett kutatásokat, amiket aztán a Transdanubia Rt. folytatott. A Magyar Bauxitbánya Rt. kutatásai a Károly, Sándor és Gábor lencsék kimutatásához vezettek. Ezeket a sikeres kutatásokat Telegdi Roth Károly professzor és Ajtai Zoltán bányamérnök irányította. Ezek eredményeit Ajtai Zoltán foglalta össze (AJTAI 1941). A Magyar Bauxitbánya Rt. 1937-ben kiterjesztette zártkutatómáint a nyirádi előfordulás keleti területére. 1938–1939-ben kiterjesztéseket nyitottak az Arnold és Károly lencséken, a Sándor és Gábor lencséken pedig mélyműveléseket.

A második világháború éveit az alumíniumipar számára konjunktúrát jelentettek. A fúrásos kutatások nagy erővel folytatódtak és a Gyula, Ferenc, és Táncsics I. lencsék feltárását eredményezték. A Magyar Bauxitbánya Rt. a Deáki-hegy északi és északkeleti részén mutatott ki újabb bauxitlencsét Schréter Zoltán geológus földtani irányítása mellett (SCHRÉTER 1944, 1945). 1942-ben a Ferenc lencsén új mélyművelést nyitottak (2. ábra). A nyirádi előfordulás területén a Transdanubia Rt. is kutatott, Korányi Sándor vállalkozó vezetésével. 1943-ban az Edgár lencsén nyitottak kiterjesztést. 1944-ben a Táncsics II. lencsén folytatódtak a kutatások. A háborús események során sajnos a kutatási dokumentáció legnagyobb része megsemmisült vagy elkallódott.

A svájci AIAG cég számára dolgozó J-G. de Weisse geológus a közép-európai bauxitokról szóló monográfiájában a nyirádi deáki-hegyi bauxitról is rövid, de szakszerű leírást közölt (WEISSE 1948). Leírta a bauxit rétegtani helyzetét, lencsés települését, a töréses tektonikát, a bauxit szövetét és kémiai összetételét. Felismerte, hogy a bauxit megmaradásának fő feltétele az eocén védőtakaró volt.

1948–1949-ben a Magyar Bauxitbánya Rt. további fúrásokat végzett a Táncsics I. és II. lencse, valamint a Dűlt-nyíres területén. Ezek a kutatások sajnos megfelelő földtani ellenőrzés nélkül folytak és eredményeik pontatlanoknak bizonyultak.

A háború uráni békeszerződés értelmében 1950-ben megalakult a Magyar–Szovjet Bauxit-Alumínium Rt. (Maszobal)(ALLIQUANDER et al. 1949, LJUBIMOV 1948). A rendszeres és korszerű bauxitkutatás az 1950-ben megszer-
vezett Maszobal Bauxitkutató Expedícióval indult meg (BARNABÁS 1952), a nyirádi előforduláson 1951-ben, Izamajor
térsgében. E kutatások eredményeiről 1952-ben Bárdossy Gy. készített időszakos jelentést, majd 1954-ben kutatási
zárójelentést és készletszámítást (BARNABÁS, BÁRDOSSY 1952, BÁRDOSSY 1954). A jelentés az újonnan kimutatott I–X.
számú lencsék kutatási eredményeit értékelte és a részben kitermelt Edgár lencse területére nem terjedt ki. A lencsék
sorszámozása kimutatásuk sorrendjében történt. A zárójelentés nyomán 1953 márciusában megkezdődött az izamajori
lencsék mélyműveléses bányászati feltárása. 1952-ben a fúrások az Alsó-Nyirádi-erdő és a Dült-nyíres területére is
áttértek. Erről az Izamajor II. és III. koncentrációnak elnevezett területről újabb kutatási zárójelentések készü-
ltek.

Az 1954-ben megszűnt Maszobal szerepét a MAT (Magyar Alumíniumipari Tröszt), majd 1991-től a Hungalu Rt. vette
át. A Bauxitkutató Vállalat jogutódja a Geoprospect Kft. lett. 1994-ben a Hungalu Rt. privatizációja nyomán a bányászati
feltárásokat a Bakonyi Bauxitbánya Kft. vette át. A Geoprospekt Kft. 1995-ben beolvadt a Bakonyi Bauxitbánya Kft.-be
(BÖRÖCZKY, VARGA 1999). Kutatási eredményeikről további zárójelentéseket készítettek, melyekről a későbbiekben
ugyancsak beszámolok.

Rétegtani helyzet

A Dunántúli-középhegység rétegtani felépítéséről számos összeállítás készült (VADÁSZ 1946). A TARI, HORVÁTH
(2010) által készített legújabb értékelést a 3. ábrán mutatjuk be. Az ábra a jurától az eocén végéig terjedő intervallumban
feltünteteti a térségben kimutatott mindhárom bauxitszintet. A jelen monográfia bauxitlepei a legfelső — ypresi —
emeletbe tartoznak a szőci és a malom-völgyi előfordulás bauxitlepeivel együtt. A már feldolgozott halimbai
előfordulás bauxitja ezzel szemben a senon coniaci emeletében jött létre.

A nyirádi monográfia területének rétegtani felépítését több mint 4000 fúrás rétegsora alapján kellő részletességgel
ismerjük. Legidősebb képződmény a felső-triász, nori *Fődolomit Formáció*, amely az előfordulástól délre és délkeletre
széles sávban a felszínen van. Az előfordulást nyugat és északnyugat felé egy keskenyebb dolomitsáv határolja a felszínen
(4. ábra). A fiatalabb fedőképződmények és a bauxitlencsék alatt is a Fődolomit a közvetlen fekvő. A Fődolomit többnyire
világosszürke és szürkésfehér színű, kemény, cukorszövetű, rétegzetlen, tömeges megjelenésű. Vastagsága több száz
méter. Ősmeradványokat nem találtunk benne. Az előfordulás déli szélén levő Ódörögdpusztá térségében KUTASSY
(1935) a Fődolomitban elvétele a következő ősmaradványokat találta:

Megalodus carinthiacus
Zygopleura arpadis
Zygopleura hybrida
Worthenia contabulata

A bauxit közvetlen fekvésében a Fődolomit legfelső 0,5–3,0 méteres része többnyire erősen mállott, porlódó és murvás
megjelenésű. Helyenként vékony, áthalmazott dolomittörmelék borítja a szálaban álló Fődolomit Formációt.

Az előfordulás területén a felső-triász, rhaeti Dachsteini Mészke Formáció és az ugyancsak rhaeti korú Kösseni
Mészke és Márga Formáció nem ismeretes, továbbá jura és kréta korú képződményeket sem ismerünk. A felső-kréta
senon képződmények az előfordulástól északra, a lengyelmajori előfordulásra jelennek meg és nagy kiterjedésű összletet
alkotnak a halimbai nagy bauxitleptől Csabrendekig.

Az előfordulásra a bauxitlencsék közvetlen fedőjét *középső-eocén* épzödmények alkotják. Az eocén képzödmények
az előfordulás délnyugati szélén, a Fődolomit kibúvások mentén húzódó sávban felszíni kibúvásokban is megjelennek.
Ettől keletre fiatalabb, neogén képzödmények fedik őket. Teljes, eredeti vastagságukat a későbbi erózió miatt nem
ismerjük. Jelenlegi legnagyobb vastagságuk az előfordulás területén 90 méter. Dél és délkelet felé az eocén rétegek
lepusztulási felszíne lejt, vastagsága csökken és végül az összlet az erózió áldozatául esett. Ezt a teleptani szempontból
rendkívül fontos határt a 4. ábrán tüntettem fel. Az eocén összlet eredetileg délen az Ódörögdpusztá és a Csillamajor
térsgéig terjedt. Ezt bizonyítják az Ódörög IV. és Izamajor XXI. lencsék térségében fúrásokkal kimutatott eocén korú,
1–48 méter vastag, lepusztulástól megkímélt maradványok. Ugyanakkor az Ódörögdpusztától nyugatra talált hat lencse
területén a fúrások nem harántoltak eocén képzödményeket (5. ábra).

Az eocén képzödmények kifejlődése nagymértékben hasonlít a halimbai és szőci előfordulások eocén
képzödményeihez, továbbá nyugat felé a nyagyatárkánypusztai terület eocénjéhez. Feltételezhető, hogy az egész területet
összefüggő eocén összlet borította.

A bauxitlepek közvetlen fedője a középső-eocén *Darvastói Formáció*. Alsó része 0,5–3,0 méter vastag okkersárga
és barna rétegzett agyagból áll. Ősmaradványokat nem találtunk benne. Alul helyenként áthalmazott bauxitkavicsokat

tartalmaz. A formáció a Deáki-hegy dolomitkibúvásainak keleti oldalán, több helyen hiányzik. Az eocén itteni kiterjedésének határát a 4. ábrán tüntettem fel.

Felette 0,5–11,0 méter vastag sötétszürke, fekete, jól rétegzett pirites-markazitos agyag következik néhány centiméteres szénzinórokkal. A fúrások szerint elsősorban a dolomit és bauxitfelszín lapos mélyedéseit tölti ki, mintegy elsimítja őket. felső részén néhol meszes Mollusca héjtöredékeket tartalmaz. Az agyag kiiszapolt anyagában Foraminiferákat (*Biloculina*, *Triloculina*, *Quinqueloculina*) találtunk. A szenes agyag a monográfiában tárgyalt terület északi részén a legelterjedtebb és a legvastagabb. A formáció az északnyugat felől előrenyomuló középső-eocén transzgresszió lassú megindulását jelzi. A Darvastói Formációra üledékfolytonossággal a középső-eocén *Szőci Mészke Formáció* következik. Ez ősmaradványai alapján egy alsó miliolinás és egy felső alveolinás-nummulinás szintre osztható. A fúrásokban az alsó szint 2–10 méter vastag.

A miliolinás mészke szint világos barnássárga színű, kemény, tömött, egyenetlen, helyenként kagylós törésű. Fél méter vastagságig terjedő márgás közbetelepülések is előfordulnak benne, főleg az alsó részén. Ritkábban vékony szenes agyag közbetelepülések is találhatók szintén az alsó részén. A leggyakoribb Foraminiferák a *Miliolina* sp., *Triloculina* sp. és a *Quinqueloculina* sp. A Miliolinák helyenként kőzetalkotó mennyiségűek. Gyakoriak a rossz megtartású kagyló- és csigamaradványok. A szint sekélytengeri, partközeli kifejlődésű. A miliolinás mészke elvéve 2–4 centiméteres gyengén koptatott dolomitkavicsokat tartalmaz. Ezek valószínűleg a közeli, parti hullámverés hatására kerültek a kőzetbe.

A miliolinás mészkeszint felfelé fokozatos átmenettel alveolinás-nummulinás mészkebe megy át. A kőzetanyag ugyanaz, csak az ősmaradvány-összetétele változik meg. Az Alveolinák és Nummulinák mellett Lithothamniumok és Echinoidea váztöredékek is megjelennek. Ez is sekélytengeri, partközeli kifejlődést jelez. Az erózió miatt teljes vastagságát nem ismerjük. A megmaradt rész a medence tengelyében maximum 25–40 méter vastag. A fúrások tanúsága szerint a középső eocén összlet felszínén több helyen lapos eróziós völgyek alakultak ki. Nyirád község magasságában a nummulinás mészke felett a felső-eocén alsó részébe sorolt *orthophragminás mészke* következik. A Deáki-hegy és Izamajor térségében ez a szint teljesen lepusztult.

Az eocén után az egész Délnyugati-Bakonyban kiemelkedés és lepusztulás következett. Az előfordulás területén a kiemelkedés következtében oligocén és alsó-miocén képződmények nem találhatók. A középső-miocén kezdetén kavics, homokos kavics és kavicsos homok rétegei ülepedtek le. (Pusztamiskei Formáció). A kavics maximális szemnagysága 10 cm, anyaguk uralkodóan kvarc. Ősmaradványokat nem találtunk bennük. Vastagságuk igen váltakozó, 3–15 méter. A képződmény a fúrások szerint az előfordulás ÉK–DNY-i tengelyében a legvastagabb. Részben fluviális, részben litorális kifejlődésűnek látszik. Helyenként 0,5–2,0 méter vastag lithothamniumos mészke-közbetelepüléseket tartalmaz.

A kavicsösszlet felett „lajtmészke”-nek” nevezett *lithothamniumos mészke* következik, az utólagos lepusztulástól függően 5–30 méter vastagságban (Rákosi Mészke Formáció). Fehér, laza, likacsos, ikrás szövetű kőzet. Helyenként centiméternél kisebb kvarckavicsok találhatók benne. A lithothamniumok mellett Foraminiferákat, kagylókat és csigákat tartalmaz. Az összlet alján tömegesen *Heterostegina costata* található benne. Partközeli, sekélytengeri képződmény. Nyirádtól északnyugatra, északra és északkeletre vastagsága a 100 métert is eléri.

A Deáki-hegy északi részén a lithothamniumos mészke *hidrobiás mészke* következik, helyenként tömegesen *Hydrobia ventrosa* kőbelekkel. A képződmény BARNABÁS (1957) szerint szarmata korú. Vastagsága a lepusztulástól függően 5–70 méter. Az izamajori Ni–41 jelű fúrásban az összlet középső részén 1 méter vastag fűzőld *bentonitréteget* harántoltak. A hidrobiás mészke Nyirádtól északra a Kígyós-patak mentén, a felszínen is elterjedt és több kisebb kőfajtát tárta fel. Helyenként agyagos és márgás közbetelepüléseket tartalmaz. Ősmaradványai alapján édesvízi képződménynek tekintjük. A miocén üledékképződést újabb, 1–2 méter vastag kavicsréteg lerakódása zárta.

Területünkön a *pliocén* kavics, meszes konglomerátum, homok- és agyagrétegekből áll. A Deáki-hegyen és attól északra nagy területen található. Vastagsága többnyire 1–10 méter, legnagyobb észlelt vastagsága 48 méter az Ódörögdpusztától nyugatra eső területen. Ősmaradványokat nem találtunk benne.

Ódörögdpusztától 4 kilométerre délkeletre bazaltláva tört fel. Ennek a lepusztulástól megkímélt maradványa a mai Haláp-hegy. Vulkanológiai vizsgálatok szerint a vulkáni kitörés a késő-pannoniaiban történt és a képződményt *Tapolcai Bazalt Formáció*-nak nevezik. A nyirádi előfordulás területére ez a vulkáni tevékenység nem terjedt ki.

A *negyedkört* agyag, homok, valamint mészke és dolomit anyagú lejtőtörmelék képviseli. Az előfordulás déli szélétől (Újdörögdpusztá) egészen Nyirádig általánosan elterjedt. A fúrásokban észlelt vastagsága 1–13 méter.

Az előfordulás geomorfológiai és teleptani jellemzői

Az előfordulás a Délnyugati-Bakonynak a Kisalfölddel érintkező részére esik, ahol a dombvidék fokozatosan lapos hátságokba és síkságba megy át. Ódörögdpusztától kezdve északkelet felé egy lapos medence húzódik. Ezt délkelet felé viszonylag meredek dolomitdombok szegélyezik 280–320 méter csúcsmagassággal. Legmagasabb a Csipek-hegy (311

m), a Kis-Bakony-hegy és a Cseket-hegy (315 m). (4. ábra). A medence felszíne északnyugat felé enyhén emelkedik, Izamajor térségében 210–240 méter, a Dült-nyíres térségében 230–260 méter tengerszint feletti magasságú és enyhén délkelet felé lejt. A medence tengelyében a Viszlói-patak vezeti le a csapadékvizet délnyugati irányba a Balaton felé. Izamajortól észak és északkelet felé nagy kiterjedésű erdőszeg található, amelyet Alsó-Nyirádi-erdőnek neveznek. Tovább északkelet felé haladva a Nyirádi-medencének nevezett nagy kiterjedésű lapály következik.

Földtani felépítés szempontjából a kutatási terület északkelet felé nyitott lapos medencének tekinthető, melynek aljzata felső-triász Fődolomit és amelyet neogén képződmények töltene ki. A bauxit számos kisebb-nagyobb lencse formájában fordul elő a medence bázisán. A monográfia tárgyát képező terület délnyugat–északkelet irányban elnyúlt. Hossza ebben az irányban 6,5–7,0 km, szélessége rá merőlegesen 2,5–3,0 km és északkelet felé kissé szélesedik (4. ábra).

A kutatások során az előfordulást öt nagyobb részterületre osztották, délről észak felé haladva az Ódorögd-pusztá, Izamajor, Alsó-Nyirádi-erdő, Dült-nyíres és Nyirádi-medence részterületekre. Ezek határait a 4. ábrán feltüntettem. Ezekben a bauxitlencsét a kimutatás sorrendjében római számokkal jelölték. Összesen 80 bauxitlencsét mutattak ki, beleszámítva ide a korábban kimutatott, neveket jelölt nyolc lencsét.

Monográfiámban külön értékeltem a készletek zömét adó izamajori, alsó-nyirádi-erdei és dült-nyíresi részterületeket *Deáki-hegy* néven. Ez északkelet felé éles elhatárolódás nélkül a Nyirádi-medencének nevezett lencsecsoportba megy át és egészen Nyirád község széléig terjed. Külön déli szegélyövezetként tekintem az Ódorögdpusztától nyugatra és keletre elhelyezkedő két lencsecsoportot. Ezeket a szomszédos izamajori részterülettől néhány száz méter széles meddő területsáv választja el. Végül az Alsó-Nyirád XVI. számú lencsét is külön értékeltem a többi szomszédos lencsétől eltérő méretei és összetétele miatt. Ez a lencse mind teleptani, mind geokémiai tekintetben átmenetet képez a Deáki-hegy és a Nyirádi-medence lencséi között. A Deáki-hegy nyugati szélén a dolomit felszíni kibúvásai közelében legkorábban talált és nagyrészt kitermelt lencsék eredeti kutatási adatai sajnos nem maradtak fenn. Ezért a kilencvenes években pótkutatást végeztek e lencséken, amelyek eredményeit feldolgoztam.

A *fedőrétegek vastagsága* délnyugaton, a dolomit kibúvások mentén a legkisebb, többnyire nem éri el a 10 métert. Az Ódorögdpusztától nyugatra levő öt lencse 0,3–38 méter vastag miocén és pliocén korú fedőréteg alatt helyezkedik el. E lencsék anyaga az eocén fedő lepusztulása után — valószínűleg a miocénben — áthalmazódott. Az Ódorögd VI. számú lencsében a bauxit agyagos-homokos közbetelepüléseket is tartalmaz. Az Ódorögdpusztától keletre talált három bauxitlencse déli oldalán 25–40 méter a fedő vastagsága, majd egy DNY–ÉK irányú törésvonal mentén 50–77 méterre nő. A Deáki-hegy három részterületén a fedő vastagsága kelet felé haladva fokozatosan nő 140 méterre. Az Alsó-Nyirádi-erdő XVI. lencsén pedig 100–180 méter vastag a fedő. Végül a Nyirádi-medence bauxit részterületének keleti részén 180–230 méter, északi részén pedig 200–274 méterre nő a fedő vastagsága.

A következőkben *bauxitösszletnek* nevezem a lencsék teljes kőzetanyagát. Az egyes bauxitos kőzetfajtákat a kőzettani fejezetben ismertetem. A főbb teleptani mutatókat az 1. táblázatban mutatom be minden egyes lencsére, külön a teljes bauxitösszletre és külön a szorosan vett bauxitra. Figyelmet érdemel továbbá a hálózatosan elhelyezett fúrások száma az egyes lencséken. Meglepően nagy a különbség az összletet harántolt fúrások száma és a szorosan vett bauxitot is harántolt fúrások száma között. Például az Alsó-Nyirádi-erdő XV. számú lencsét 15 fúrással kutatták meg, de közülük csak háromban találtak szorosan vett bauxitot. A legtöbb lencsénél ennél jobb az arány (1. táblázat).

A *szorosan vett bauxit lencsénkénti vastagsága* rendkívül változékony. Széleskörű összehasonlítás érdekében kiszámítottam az egyes lencsék átlagait, majd ezekből súlyozva a részterület átlagokat, végül az összes deáki-hegyi lencse átlagos bauxit vastagságát. Ez 3,8 méter, több az ugyancsak lencsés településű szőci és malom-völgyi előfordulások lencse átlagainál, amely 3,3 m és 3,1 m.

A szőci és a malom-völgyi előforduláson a bauxit átlagos vastagsága a délkeleti oldalon a legnagyobb és északnyugat felé haladva fokozatosan csökken. A Deáki-hegy területén délről észak és északkelet felé haladva ugyancsak csökken a lencsék súlyozott átlagos bauxitvastagsága: az izamajori részterületen 4,9 m, az Alsó-Nyirádi-erdőn 3,8 m, a Dült-nyíresen 3,5 m és a Nyirádi-medencében 3,2 m, Ódorögdpusztától keletre pedig 3,3 méter.

A részterületeken belül is érdemi eltéréseket észleltem a lencseátlagok között. Így az izamajori részterület délnyugati szélén levő III. és VII. lencsék átlagos bauxitvastagsága a legnagyobb (10,2 m és 9,3 m). Kelet felé haladva egyre kisebb és minimumát a XIV., XV. és XVIII. lencsében éri el (1,6 m, 1,4 m és 2,7 m). Az Alsó-Nyirádi-erdőben legnagyobb VIII. lencsében 6,9 m és legkisebb XVII. és XVIII. lencsékben 1,2 m. A dült-nyíresi részterületen egyedül a tektonikusan lezökken X/a lencsében ér el 10,5 m-t. A többi lencsében pedig 1,5 és 4,5 méter között mozog. Az ódorögdpusztai lencséken 2,7–5,6 méter között mozog.

Az egyes lencsékben észlelt *legnagyobb bauxitvastagságokat* szintén feltüntettem az 1. táblázatban. Ezek is lényegesen nagyobbak a szőci és a malom-völgyi előforduláson észlelteknél. Az izamajori részterületen az III. lencse maximális bauxitvastagsága a legnagyobb 22,5 m (Ni–43 jelű fúrásban). Ez egyben az egész előforduláson eddig észlelt legnagyobb bauxitvastagság. Az Alsó-Nyirádi-erdő részterületén a VIII. lencsében 13,8 m (Nd–641), a dült-nyíresi részterületen pedig a X/a lencsében 14,6 m (Nd–3089 fúrás) a legnagyobb bauxitvastagság. Meglepően nagy az

1. táblázat. A bauxitlencsék fő teleptani paraméterei

A lencse neve, sorszáma	A bauxitot harántolt fúrások száma	A bauxitösszletet harántolt fúrások száma	A bauxit átlagvastagsága (m)	A bauxitösszlet átlagvastagsága (m)	A bauxit maximális vastagsága (m)	A bauxitösszlet kiterjedése (m)	A bauxit alapterülete (ha)
Izamazor							
Edgár	42	27	4,0	15,0	9,5	260×80	0,70
I.	20	14	5,3	17,5	15,9	380×160	3,46
II.	13	9	5,4	16,9	13,5	220×150	2,29
III.	12	9	10,2	24,0	22,5	250×70	1,63
IV.	13	10	4,4	14,8	10,1	220×150	2,27
V.	10	6	7,3	17,1	12,6	200×70	0,80
VI.	9	5	6,7	17,7	16,7	250×80	1,09
VII.	11	9	9,3	24,9	21,3	300×60	1,04
VIII.	12	8	4,7	21,1	8,5	180×130	1,22
IX.	19	13	4,2	15,9	14,0	200×170	3,12
X.	8	4	3,9	11,0	7,4	190×110	1,46
XI.	5	3	4,8	10,0	9,4	110×70	0,36
XII.	13	9	5,8	12,7	11,0	190×110	1,46
XIII.	22	12	3,8	15,7	11,6	400×150	2,30
XIV.	9	3	1,6	4,7	2,9	330×70	1,11
XV.	14	5	1,4	7,7	2,4	300×140	1,76
XVI.	59	38	6,3	14,2	12,2	530×320	9,60
XVII.	37	26	3,1	12,4	6,8	570×200	5,18
XVIII.	16	7	2,7	9,6	5,9	350×100	2,26
Alsó-Nyirádi-erdő							
Ferenc dél	3	8	3,5	7,2	5,6	200×150	0,61
Táncsics II	9	20	4,5	18,1	12,5	400×140	2,40
THDNY	7	14	3,7	23,0	9,0	350×150	1,77
I.	40	69	3,5	18,0	9,9	700×250	9,80
II.	7	15	3,4	10,0	6,8	330×150	1,63
III.	16	32	5,2	17,8	11,1	550×350	3,68
IV.	16	37	4,0	11,7	10,7	550×300	3,51
V.	13	17	2,9	9,0	9,0	350×200	1,91
VI.	7	19	2,2	8,0	5,2	480×100	0,67
VII.	2	8	7,8	12,7	9,0	180×100	0,68
VIII.	31	41	6,9	15,0	13,8	700×160	6,95
IX.	14	27	3,5	11,1	7,0	500×150	3,40
X.	5	11	3,8	8,4	7,2	300×130	1,29
XI.	5	9	2,0	6,7	4,8	230×140	1,19
XII.	1	2	5,3	6,3	5,9	100×40	0,13
XIII.	0	5	0,0	2,2	0,0	150×80	0,00
XIV.	13	26	2,9	10,0	7,0	500×100	2,10
XV.	3	15	2,0	3,2	2,4	350×300	0,35
XVII.	2	6	1,2	3,7	1,4	180×80	0,02
XVIII.	2	8	1,2	2,7	1,5	170×140	0,51
XXIX.	7	9	2,5	10,9	9,1	240×80	1,16
XXI.	2	6	1,2	4,2	1,4	250×100	0,25
Dült-nyíres							
III.	34	22	2,6	10,7	5,9	350×150	2,63
IV.	19	8	3,0	11,6	5,5	350×150	1,11
V.	24	5	1,5	9,5	5,0	400×250	2,56
VI.	27	12	2,9	9,8	5,3	350×150	1,89
X/a	13	7	10,5	20,1	14,6	150×140	1,11
X/b	45	26	3,9	14,6	11,8	530×150	4,61
XI.	30	15	2,9	12,5	10,0	500×150	2,39
XII.	6	2	1,8	8,9	2,0	280×60	0,21
XIII.	11	3	3,5	7,7	5,5	280×120	0,50
XIV.	12	4	1,9	8,2	3,5	270×130	1,30
XV.	63	24	4,5	16,8	13,3	940×520	4,67
XXVII.	5	0	0,0	7,5	0,0	200×150	0,00
XXIX.	10	4	2,8	7,1	4,6	220×100	0,89

1. táblázat. folytatás

A lencse neve, sorszáma	A bauxitot harántolt fúrások száma	A bauxitösszletet harántolt fúrások száma	A bauxit átlagvastagsága (m)	A bauxitösszlet átlagvastagsága (m)	A bauxit maximális vastagsága (m)	A bauxitösszlet kiterjedése (m)	A bauxit alapterülete (ha)
Nyírádi-medence							
I.	19	8	5,0	6,0	11,0	400×300	1,86
II.	7	1	5,1	5,1	5,1	700×250	0,20
III.	8	0	0,0	0,0	0,0	550×150	0,00
IV.	5	2	2,3	10,6	2,7	400×150	0,53
V.	5	2	1,6	10,1	2,0	150×200	0,55
VI.	1	0	0,0	0,0	0,0	100×50	0,0
VIII.	1	0	0,0	0,0	0,0	50×50	0,0
IX.	1	0	0,0	0,0	0,0	100×50	0,0
X.	1	0	0,0	0,0	0,0	100×100	0,0
XI.	4	1	1,9	1,9	1,9	400×150	0,45
AlXVI.	98	35	1,9	5,6	6,6	850×450	7,80
Ódörögdpuszt							
Nyugati lencsecsoport							
I.	33	5	4,8	7,6	10,0	270×110	0,50
II.	17	6	5,0	6,4	7,8	250×60	0,70
III.	32	2	5,6	11,4	9,8	360×110	0,20
V.	18	1	4,2	8,7	4,2	180×60	0,10
VI.	27	11	5,5	20,3	18,0	250×80	1,10
Keleti lencsecsoport							
IV.	12	8	3,7	4,3	6,8	100×70	3,80
VIII.	4	3	2,7	5,7	4,0	80×60	0,70
IzaXXI.	15	8	3,4	4,3	6,2	270×70	2,20

Ódörögdpuszt VI. számú lencse maximális bauxitvastagsága: 18,0 méter.

A *bauxitösszlet átlagos és maximális vastagsága* többnyire néhány méterrel több a szorosan vett bauxiténál. Feltűnően nagy maximális összletvastagságokat észleltem az Ódörögdpuszt I., III., V. és VI. számú lencsékben: 23,8–28,8 métert.

A *lencsék körvonala* igen különböző: ritkábban ovális, vagy egy irányban elnyúlt, többnyire szabálytalan alakú. Egyes nagyobb lencsék amőbaszerűen szétágazó körvonallúak, ilyen például az Alsó-Nyírad I. számú lencse. A Dült-nyíres területén kimutatott lencsék a leginkább szétágazó alakúak. Jó példa erre a Dült-nyíres X/b számú lencse (5. ábra). A bauxitösszlet legnagyobb hosszát és rá merőleges szélességét lencsénként az 1. táblázatban tüntettem fel. Leghosszabb a Dült-nyíres XV. lencse (940 m) és az Alsó-Nyírádi-erdő XVI. lencse (850 m). A lencsék többnyire 300–400 m hosszúak és 50–200 m szélesek.

A szorosan vett bauxit *területét* ugyancsak feltüntettem lencsénként az 1. táblázatban. A Deáki-hegyen az Alsó-Nyírad I. és az IzaXXI. lencséké a legnagyobb 9,8 és 9,6 hektárral. A többi lencse 0,3–4 hektár alapterületű. A lencsék bauxitösszletének a nulla vonalig terjedő területe a monográfia területének keleti és északkeleti oldalán többnyire nagyobb, mint a nyugati oldalon. Legnagyobb az Alsó-Nyírad XVI. lencsén 36 hektárral.

A bauxitlencsék csak néhány helyen — elsősorban Ódörögdpuszt térségében — terjednek túl az eocén fedőrétegek lepusztulási határán. Ezt a fontos körvonalat a 4. ábrán tüntettem fel. A bauxitlencsék elterjedésének nyugati határát képező késő-triász korú Fődolomit kibúvási feltehetően kissé magasabb térszint képeztek a bauxit felhalmozódása idején. Ettől keletre 100–300 méter széles sávban az eocén fedőrétegek lepusztultak. A Sándor lencsétől délkeletre és magáról a Táncsics II. lencséről még e vonalon túl is lepusztult az eocén fedő. A Táncsics II. lencse anyagának felső része a bányászati megfigyelések szerint a miocénben helyi áthalmazást szenvedett. Az áthalmazott bauxitban helyenként apró kvarchomok szemcséket lehetett megfigyelni.

Az eocén összlet lepusztulási határa az izamajori lencsék déli szélén keletre tart a majd északkeleti irányban folytatódik egészen a nagy északkeleti törésvonal eléréséig, amit északkelet felé követ (4. ábra). Véleményem szerint ez a határ az eocént követő kiemelkedés és lepusztulás egykori alakulását követi. A rétegtani fejezetben már említettem, hogy az eocén összlet lepusztulástól megkímélt maradványait az Ódörögdpusztától keletre a fúrások több helyen kimutatták (5. ábra).

Az előforduláson belül a Deáki-hegy térségében a lencsék többnyire 150–300 méterre vannak egymástól. Helyenként bauxitos agyagból álló vékony nyakakon keresztül közvetlenül összefüggenek egymással. Az izamajori részterület

középső részén a XV., XIV. és XVIII. lencsék délnyugat-északkelet irányban elnyúlt sávot alkotnak. Ez a sor ÉÉK felé az Alsó-Nyirádi-erdő részterületén is folytatódik az ottani VIII. lencsével (4. ábra). Valószínűnek tartom, hogy ez az elrendeződés egykori lapos völgynek felel meg, ahol a bauxitos hordalék felhalmozódott.

A *bauxitlencsék felszíne* sima, vagy enyhén hullámos. Az izamajori területen a legtöbb lencse felszíne 1–10 fokkal délkelet felé dől. A részterület nyugati szélén a dőlés 20–25 fokot is elér, pl. az Izamajor III. lencsében. Az Alsó-Nyirádi-erdő és a Dült-nyíres területén viszont a legtöbb lencse felszíne kelet-északkelet és északkelet felé dől 1–6 fok alatt.

Károly Gyula és Jenei Miklós (KÁROLY, JENEI 1960) feltételezték, hogy eredetileg az egész előfordulás területét összefüggően bauxit fedte és nagy része csak később pusztult le. E feltevést nem tartom valószínűnek, mert ilyen nagy tömegű bauxit lepusztulásának a fedőrétegekben nyoma maradt volna. Elsősorban az Izamajor és Ódörögdpusztta közötti területen történhetett érdemi bauxit-lepusztulás az eocén védőréteg lepusztulása után.

Hidrogeológiai helyzet

A területen nagy kiterjedésű, összefüggő, főleg a Fődolomit-összletet kitöltő karsztvízrendszer található. A Fődolomit-összlet erősen repedezett és töredezett, legfelső részén pedig mállott. Előfordulásunk térségében az eredeti karsztvízszint +175–178 méter tengerszint feletti magasságban helyezkedett el. A Fődolomit az előfordulás területén rendkívül jó vízvezető, ami a legtöbb lencsében lehetetlenné tette a passzív vízvédelmet. A korábbi regionális vízszintsüllyesztés folyamán a karsztvízszintet az előfordulás területén lényegesen lesüllyesztették, ami jelentős mennyiségű bauxit-kitermelést tett lehetővé. A vízmelés megszüntetése óta az eredeti karsztvízszint újra helyreállt. A fennálló rendelkezések szerint a továbbiakban a bauxit kitermeléséhez regionális vízszint-süllyesztést nem szabad alkalmazni. E bonyolult műszaki és környezetvédelmi problémakör túlmegy e monográfia határán.

Tektonikai viszonyok

A nyirádi, szőci és halimbai bauxit-előfordulások nagytektonikai helyzetét kezdetben a Lóczy-féle (LÓCZY 1918) merev „köztes tömeg koncepció” szerint ítélték meg. MÉSZÁROS (1983) mutatott rá először több kilométeres „jobbos” vízszintes eltolódások jelenlétére ezen a területen. Korukat a szarmata emelten belül tételezte fel. Ezeket az ÉNy–DK irányú eltolódásokat a halimbai és a malom-völgyi előfordulás területén fúrások alapján észleltük és az érintett monográfiák térképein feltüntettem őket. A szőci előforduláson a Szőlőhegy mentén egy további vízszintes eltolódást tételezek fel (BÁRDOSY 2010).

HORVÁTH, DOMBRÁDI (2010) szeizmikus szelvények és a lemeztektónikai koncepció alapján új nagytektonikai modellt alakítottak ki a Bakony és a Balaton területére. Ebben további vízszintes eltolódásokat és takarós szerkezeteket tételeztek fel. Megállapításait az általam feldolgozott bauxit-előfordulások területére elfogadhatónak tartom. A mostani nyirádi monográfia területén nagyobb vízszintes eltolódásokat nem észleltem. Kisebb — néhány száz méteres — vízszintes eltolódásokat azonban a fúrások és a bányászati feltárások alapján, több lencsén valószínűsíteni lehet.

Az előfordulás területét a halimbai és szőci előfordulásokhoz hasonlóan túlnyomóan tértágulós töréses tektonikai szerkezet jellemzi. Legfontosabb az a nagy törésvonal, amely az előfordulást délkelet felé határolja és északkelet felé haladva a halimbai előfordulástól nyugatra egészen a kislődi előfordulásig terjed. (1. ábra). Ez a törésvonal a felszínen határozott morfológiai lépcsőt alkot, tőle keletre a geomorfológiai részben említett Fődolomit dombok helyezkednek el (Cseket-hegy, Kis-Bakony, Csiplek-hegy). A törésvonal mentén a Fődolomit több lépcsőben 100–200 métert zökkent le.

Az előfordulás déli részén az izamajori területet egy nagyobb ÉNy–DK irányú törésvonal szeli át, amely mentén a keleti oldal zökkent le. Az előfordulás egész területén az északkelet–délnyugat és kisebb számban az északnyugat–délkelet irányú töréses elmozdulások a leggyakoribbak. Ilyen a Táncsics II. és Táncsics II–DNy lencsék délkeleti oldalán húzódó jelentős törésvonal. Itt a keleti oldal zökkent le 50–55 métert. Az Ódörögdpusztától nyugatra kimutatott lencsecsoport tektonikailag nyugodt, törések nem tagolják. Ezzel szemben a keleti lencsecsoportot két közel párhuzamos lépcsős vető tagolja KÉK–NyDNy irányban (5. ábra).

E fő törésvonalakon kívül a bauxitbányászat számos kisebb törésvonalat mutatott ki 5–20 méter elvetési magassággal és többnyire 70–90 fok dőléssel. Ezek közül néhány már a bauxit lerakódása előtt kialakult, tehát preformáló jellegű. Nagyobbik részük azonban a bauxitot és az eocén fedőt is elvette. E két vetőtípus egymás közelében is előfordul. Ez látható azon a földtani szelvényen, amelyet az izamajori III. lencsén át szerkesztettem fúrási és bányabeli adatok alapján (7. ábra; BÁRDOSY 1956). Ez a preformáló törésvonal dél felé tovább terjed és a VII. lencse nyugati határát alkotja. Az izamajori V. lencse északi szélén is kimutattak a kiegészítő kutatások egy preformáló vetőt. Ez alkotja itt a bauxittest északi elvégződését. A Dült-nyíres X/a lencsét három oldalról is preformáló vetők határolják (6. ábra). Ez magyarázza a

lencse szokatlanul nagy bauxitvastagságát és hirtelen elvégződését a törésvonalak mentén. A Dült-nyíres XV. lencsén is feltételezik néhány preformáló vető jelenlétét amelyek mentén a bauxit vastagsága hirtelen megnőtt.

Említést érdemel, hogy a monográfia területét nyugatról határoló Fődolomit kibúvások mentén az 1940-es években kitermelt lencséken végzett pótkutatások (JANKOVICS et al. 1999) egy ÉK–DNy irányú lépcsős vetőrendszerrel mutattak ki, amely a keleti oldalán zökken le.

BARNABÁS (1957) hegységszerkezeti és geofizikai adatok alapján a térségben ausztriai, szubhercinai, larámi, pireneusi és stájer tektonikus mozgásokat tételezett fel. Ezekkel magyarázhatók a rétegtani fejezetben ismertetett kiemelkedések és a töréses tektonikai elmozdulások. Megállapításaival én is egyetérték. Az újabb bányabeli megfigyelések és tektonikai értékelések szerint a pireneusi és a stájer tektonikai fázis során jött létre a legtöbb törés az előfordulás területén. KOMLÓSSY (1980) földtani szelvényei szerint a legtöbb törés felfelé az eocén összlet lepusztulási határáig terjed, tehát annál idősebb.

A szőci előforduláson észlelt kompressziós jellegű feltolódást a Nyirád izamajori részterületen nem észleltem (BÁRDOSY 1954). Az Aluterv–FKI Iza III elnevezésű jelentésében (KOMLÓSSY et al. 1977) a Dült-nyíres X/a számú lencsén kompressziós jellegű feltolódást tételezett fel. Ennek igazolása még további kutatásokat igényelne. A Bakonyi Bauxitbánya Kft. 1999-ben készített jelentésében az Edgár lencse nyugati oldalán észlelt két párhuzamos törést poszteocén pikkelyeződéses feltolódásnak tételezték fel (JANKOVICS et al. 1999). Ez a feltevés azonban nem bizonyított.

A lencsék kőzettani felépítése

A szőci és a malom-völgyi előforduláshoz hasonlóan előfordulásunkon a következő bauxitos kőzetfajtákat lehet megkülönböztetni:

- | | |
|--|---|
| 1. Szorosan vett bauxit | $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 42\%$, $\text{SiO}_2 \leq 9,9\%$, $\text{S} \leq 0,6\%$, |
| 2. Agyagos bauxit | $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 40\%$, SiO_2 10,0–19,9%, |
| 3. Bauxitos agyag | $\text{SiO}_2 \geq 20\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{–SiO}_2$ modulus $\geq 0,84$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 28\%$, |
| 4. Kaolinos vörös agyag | $\text{Al}_2\text{O}_3\text{–SiO}_2$ modulus $\leq 0,84$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \leq 20\%$, |
| 5. Szürke, pirites, markazitos bauxit, | |
| agyagos bauxit és bauxitos agyag | $\text{S} \geq 0,6\%$, |
| 6. Alumíniumdús ferit | $\text{Fe}_2\text{O}_3 \geq \text{Al}_2\text{O}_3$, |
| 7. Dolomittörmelék közbetelepülések, | |
| 8. Másodlagosan elváltozott bauxit („felső övezet”), igen változékony összetétellel. | |

A felsorolt kőzetfajták a lencsékben önálló kőzettani egységeket alkotnak. Minden fúrásban azonosítottam a fenti kőzetfajták jelenlétét és meghatároztam hosszukat. Ennek alapján kiszámítottam lencsénkénti átlagos gyakoriságukat (2. táblázat). Ezután a részterületekre és a monográfia teljes területére is kiszámítottam a fenti kőzetfajták súlyozott százalékos arányát.

Szorosan vett bauxit a Deáki-hegy lencsési közül csupán kettőben hiányzik. Ezzel szemben a szőci előfordulás 26 lencséje közül hétben nincs bauxit. Ezt érdemi genetikai különbségnek tartom. A szorosan vett bauxit súlyozott százalékos aránya a monográfia egész területére 42%. Ezen belül az izamajori részterületen a legnagyobb: 54%. Északkelet felé haladva fokozatosan csökken: az Alsó-Nyirádi-erdő részterületén 47%, majd a Dült-nyíresben 41%. A Nyirádi-medence területén az átlag csak 18%, az Alsó-Nyirádi-erdő XVI. lencsében pedig csak 12%. Az előfordulás déli elvégződését képező nyolc ódörögdpusztai lencsében is csak 28% a szorosan vett bauxit átlagos aránya, ami a lencsék részleges áthalmozottságának tudható be.

A részterületeken belül az egyes lencsék átlagai tág határok között ingadoznak. Az izamajori részterületen 22–68% között, az Alsó-Nyirádi-erdőben a XIII. lencsében egyáltalán nincs bauxit, a legkisebb arány pedig 18%, a legnagyobb 72%. A monográfia területén ez a bauxit legnagyobb százalékos aránya, amely a VIII. lencsére érvényes. A Dült-nyíresben a XXVIII. lencsében nincs bauxit, a többiben pedig 15–66% között változik. Ódörögdpusztai térségében 3 és 57% között mozognak a lencseátlagok. A keleti lencsecsoportban 44%, a nyugatiban pedig csak 12% a bauxit aránya (2. táblázat).

A lencsék peremi részei majdnem mindenütt bauxitos agyagból állnak, ritkábban agyagos bauxit kíséretében. A lencsék középső részén többnyire egyetlen összefüggő ércetestet alkot a szorosan vett bauxit. Néhány lencsében két ércestre különül, az Alsó-Nyirádi-erdő I. lencsében négy, XVI. lencsében pedig nyolc ércetestet lehetett megkülönböztetni. (8. ábra). Ódörögdpusztától keletre a kis Iza XXI. lencsében is négy különálló bauxittestet tártak fel a fúrások. Figyelemre méltó az is, hogy néhány fúrás teljes egészében bauxitból áll.

A malom-völgyi és a szőci előforduláson szabályosnak mondható területi trendet észleltem: A bauxit aránya az előfordulások délkeleti szélén a legnagyobb és északnyugat felé haladva fokozatosan csökken, majd teljesen kimarad,

2. táblázat. A kőzetfajták százalékos aránya a bauxitösszetben

A lencse neve, sorszama	Bauxit	Agyagos bauxit	Bauxitos agyag	Alumíniumdús ferit	Dolomitörmelek	Felső övezet
Izamaajor						
Edgár	52	12	28	1	0	7
I.	62	18	14	0	0	6
II.	59	7	24	0	0	10
III.	66	17	13	1	0	3
IV.	56	21	20	0	0	3
V.	51	19	23	0	0	7
VI.	50	30	15	0	0	5
VII.	59	30	7	1	0	3
VIII.	43	23	28	0	0	6
IX.	60	19	19	0	0	2
X.	41	36	17	0	0	6
XI.	64	8	18	0	0	10
XII.	69	5	16	1	0	9
XIII.	50	24	21	1	0	4
XIV.	25	46	23	0	0	6
XV.	22	32	45	0	0	1
XVI.	68	13	10	1	0	8
XII.	48	23	27	1	0	1
XVIII.	43	43	13	0	0	1
Alsó-Nyirádi-erdő						
Ferenc dél	42	6	51	0	0	1
Táncsics II	27	26	45	0	0	2
TIIDNy	36	17	43	1	0	3
I.	35	27	35	1	0	2
II.	55	23	21	0	0	1
III.	55	23	18	1	0	3
IV.	55	26	17	0	0	2
V.	62	16	17	0	0	5
VI.	34	17	41	0	0	5
VII.	60	13	17	0	6	4
VIII.	72	17	9	0	0	2
IX.	67	22	8	1	0	2
X.	50	23	23	0	0	4
XI.	41	32	25	0	0	2
XII.	48	0	52	0	0	0
XIII.	0	21	70	0	0	9
XIV.	50	20	21	0	1	8
XV.	30	23	40	0	0	7
XVII.	32	0	66	0	0	2
XVIII.	23	60	12	4	0	1
XIX.	56	34	9	0	0	1
XXI.	18	29	52	0	0	1
Dült-nyíres						
III.	46	19	30	1	0	4
IV.	39	19	38	0	0	4
V.	15	45	36	0	0	4
VI.	44	14	36	2	0	4
X/a	66	21	11	0	0	2
X/b	61	18	15	5	0	1
XI.	47	11	31	5	2	4
XII.	37	26	37	0	0	0
XIII.	33	16	49	1	0	1
XIV.	13	40	40	0	0	7
XV.	37	10	46	1	0	6
XXVII.	0	70	17	8	0	5
XXIX.	36	24	37	0	0	0

2. táblázat. folytatás

A lencse neve, sorszáma	Bauxit	Agyagos bauxit	Bauxitos agyag	Kvarc	Alumíniumdús ferrit	Dolomittörmelék	Felső övezet
Nyirádi-medence							
I.	35	25	21	0	10	0	9
II.	16	28	46	7	0	0	3
III.	0	5	56	31	0	0	8
IV.	9	16	72	0	0	0	3
V.	6	39	52	0	0	0	3
VI.	0	23	58	0	0	0	19
VIII.	0	35	0	0	40	0	25
IX.	0	8	0	55	0	0	37
X.	0	21	38	0	0	0	41
XI.	25	12	44	0	0	0	19
AlXVI.	12	19	57	0	9	0	3
Ódörögdpusztá							
Nyugati lencsecsoport							
I.	10	28	46	16	0	0	0
II.	27	36	28	9	0	0	0
III.	3	13	73	11	0	0	0
V.	3	12	80	5	0	0	0
VI.	17	24	54	0	0	0	0
Keleti lencsecsoport							
IV.	57	17	20	0	0	0	6
VIII.	34	26	34	0	0	0	6
IzaXXI.	42	24	31	0	0	3	0

átadva helyét az agyagos bauxitnak és bauxitos agyagnak. Ez a szabályos elrendeződés különbözik monográfiánk területén észleltektől. Magyarázatot abban látom, hogy itt a bauxitos üledék felhalmozódása után folytatódott a bauxitosodás és a kovásva tartalom csökkenése. Ennek feltételeitől függően kis távolságon belül is érdemi különbségek alakulhattak ki. A részterületek fent ismertetett átlagai ugyanakkor egy hatásában gyengébb területi trend jelenlétére is utalnak.

Az *agyagos bauxit* átlagos aránya a monográfia teljes területére 21%. Az egyes részterületek átlagai a következők: Izamajor 21%, Alsó-Nyirádi-erdő 23%, Dült-nyíres 20% Nyirádi-medence 21%, Ódörögdpusztá 22%. A lencsék átlagai ugyancsak igen tág határok között ingadoznak. Izamajorban 5–46%, az Alsó-Nyirádi-erdőben két lencséből hiányzik az agyagos bauxit (XII. és XVII.). A legnagyobb arány pedig 60% (XVIII. lencse). Végül a Dült-nyíresben 10–45% között ingadozik.(2. táblázat).

Bauxitos agyagot minden egyes lencsében találunk. Átlagos aránya monográfiában tárgyalt egész területre 30%. A Deáki-hegyen az egyes részterületek súlyozott átlagára határozott trend rajzolódott ki: Izamajor 19%, Alsó-Nyirádi-erdő 26%, Dült-nyíres 33%. Észak felé a trend folytatódik, mert a Nyirádi-medence lencséi átlagosan 48% bauxitos agyagot tartalmaznak. Az előfordulás déli szélét képező ódörögdpusztai lencsék többé-kevésbé áthalmozott anyaga átlagosan 42% bauxitos agyagot tartalmaz. Ezen belül az V. lencsében 80% a bauxitos agyag aránya.

A *kaolinos vörös agyag* a Deáki-hegy lencséiben csak elvétve fordul elő néhány mintavételi intervallumban, főként a lencsék alján. Ugyanakkor a Nyirádi-medence három lencséjében 7–55% az aránya. Az Ódörögdpusztá nyugati lencsecsoportjának mindegyike tartalmaz kaolinos vörös agyagot 5–16% mennyiségben.(2. táblázat)

A diagenetikusan és epigenetikusan többé-kevésbé átalakult *felső övezet*. a legtöbb lencsében kimutatható volt, de átlagos százalékos aránya csak 4%. Izamajorban 5%, az Alsó-Nyirádi-erdőben 3% a Dült-nyíresben pedig 4%. Ez az arány jóval kisebb a szőci és a malom-völgyi előforduláson észlelteknél. A felső övezet összetételében a bauxitos agyag és agyagos bauxit van túlsúlyban, a szorosan vett bauxit szerepe alárendelt.

A felső övezet helyenként *szürke pirites-markazitos* összetételű, a szőci és a malom-völgyi bauxithoz hasonlóan. Vastagsága többnyire 0,2–3,0 m. A Deáki-hegy északi és északeleti részén a bauxitlencsékét összefüggő szürke pirites és szenes agyag fedi. Ez alatt a felső övezet teljes egészében szürke, pirites-markazitos bauxitos agyagból és agyagos bauxitból áll. A Dült-nyíres XV. lencsében néhány helyen a bauxitösszetétel középső részén is található szürke pirites-markazitos bauxit és agyagos bauxit. Felette többnyire agyagos bauxit és bauxitos agyag helyezkedik el. KOMLÓSSY (1980) szerint lehetséges, hogy az infraecén denudáció során a bauxit helyi áthalmozódása és redukciója következett be ezeken a helyeken. JANKOVICS et al. (1999) megfigyelései szerint a Gábor és Tancsics I. telepben a bauxitösszetétel legfelső része helyenként szintén szürke pirites-markazitos kifejlődésű.

Rendkívül fontos genetikai jelző kőzetfajta az *alumíniumdús ferrit*. Elterjedése a szőci és a malom-völgyi előfordulásánál gyakoribb, de mennyiségi aránya többnyire csak 1–2%. A Deáki-hegyen egyedül a Dült-nyíres XVIII. lencsében érte el a 8%-ot. A Nyirádi-medence VIII. lencséjében az alumíniumdús ferrit aránya 40%. Ennek keletkezési körülményei még tisztázatlanok. Ugyanakkor az ódorögdpusztai lencsékben eddig sehol sem találtam alumíniumdús ferritet. A szőci és a malom-völgyi előfordulásokhoz hasonlóan az alumíniumdús ferritet részben az egykori lateritszelvények lepusztított finomtörmelékanyagának tartom, részben epigenetikus vas mobilizáció terméke lehet (2. táblázat).

Dolomittörmelék közbetelepülések az itteni lencsékben ritkák. Az izamajori részterületen egyáltalában nem fordulnak elő, az Alsó-Nyirádi-erdő lencséiből is csak háromban. Vastagságuk 0,5–3 méter, arányuk a lencsékben 0,5–6%, legtöbb az Alsó-Nyirádi-erdő VII. lencsében. Ez a dolomittörmelék nyilvánvalóan a bauxit-felhalmozódás idején került a lencsékbe, feltehetően délnyugat felől.

Az előzőekben ismertetett kőzetfajták a *mélység szerint* viszonylag szabályos sorrendben helyezkednek el. Ez a sorrend nagymértékben hasonlít a szőci és a malom-völgyi előforduláson észlelt sorrendhez. Ez látható a 9. ábrán. Kivételt képez az ódorögdpusztai részterület, ahol minden lencsében más és más a bauxitos kőzetfajták vertikális sorrendje. Ezen felül több fúrásban egymás felett két-háromszor ismétlődött bauxit, agyagos bauxit és bauxitos agyag. Ez nyilvánvalóan helyi áthalmazódás következménye.

A dúlt-nyíresi területen számos fúrásban az összlet alján a bauxitos agyagban egyre több dolomitliszt és finom dolomittörmelék található. Az összlet ezért éles határ nélkül megy át a mállott dolomitba. Ezt a jelenséget különösen intenzív másodlagos geokémiai folyamatokkal magyarázom.

A kőzetfajták relatív gyakorisága és a lencsék mérete alapján kiszámítottam súlyozott százalékos gyakoriságukat a monográfia egész területére:

— felső övezet	4%,
— szürke pirites bauxit, agyagos bauxit	2%,
— téglavörös sárgaeres bauxit	30%,
— rozsdavörös bauxit	20%,
— rozsdavörös agyagos bauxit	20%,
— rózsaszínű, sárga bauxitos agyag	24%.

A szelvények és bányabeli megfigyeléseim alapján látszik, hogy a fekü Fődolomit felszíne részben közepesen karsztosodott, részben eróziós jellegű. Lapos töbrök és kiemelkedések sűrűn váltakoznak rajta. Azt is meg lehetett figyelni, hogy az adott bauxitos kőzetfajta sok helyen belevágódott az alatta levő idősebb bauxitos kőzetbe. Ez azt jelzi, hogy az eredeti bauxitos anyag behordása és felhalmozódása nem volt folyamatos.

A bauxitos kőzetfajták szövete és szerkezete

1952-től napjainkig rendszeresen felkerestem a külfejtéseket és a mélyműveléseket, leírtam a vájvégeket, szelvényeket szerkesztettem és fényképeket készítettem. Számos bauxitmintát is gyűjtöttem, amelyek most a Természettudományi Múzeum Ásványtárában vannak elhelyezve (1083 Budapest, Ludovika tér 6). A bauxitos kőzetfajták szövetét és szerkezetét a zárójelentések és a fent említett személyes megfigyeléseim alapján ismertetem. A mintákról készült vegyelemzések a 3. táblázatban láthatók. Általános tapasztalataim a következők:

Az epigenetikusán átalakult *felső övezet* anyaga rendkívül változatos színű: sárgásfehér, okkersárga, sárgásbarna, halványlila és tarka. Vastagsága 1–3 méter. Reszilizáció következtében többnyire agyagos bauxitból és bauxitos agyagból áll. Anyaga többnyire kemény és éles, szögletes darabokra esik szét, helyenként puhább, földesen széteső. Afanitos szövetű, elvéve apró pizoidokkal és keményebb bauxit-gömbszemcsékkel. Az övezet felső részén néhány helyen 4–8 cm átmérőjű fehér fészkeket találtam, melyek anyaga a vegyelemzések szerint erősen szulfátos és vasban igen szegény. Ugyanakkor az övezet alsó részén 5–15 cm átmérőjű sötét rozsdavörös fészkeket figyeltem meg.

A csak helyi elterjedésű szürke pirites-markazitos bauxit, gyagos bauxit és bauxitos agyag kemény, tömött, szögletes törésű, afanitos szövetű, elvéve 1–3 mm-es pizoidokkal. Ezek az alapanyagnál sötétebbek és kissé keményebbek. Közeppontjukat gyakran piritkristály foglalja el. A pirites bauxitot számos helyen 0,1–1,0 mm átmérőjű, közel függőleges csövecskék járók át, amelyek mentén a bauxit 1–5 mm szélességben barnás színezetű. A szürke bauxit vastagsága csak ritkán haladja meg az 1 métert. Az előfordulás északi és keleti részén elterjedtebb, mint a többi területeken. Egyes helyeken 0,5–1,0 cm átmérőjű közel függőleges sötétszürke, kemény gyökérszerű képleteket figyeltem meg. Ezek lefelé fokozatosan kimaradnak. A felső övezet legalján, több helyen 1–5 cm vastag, sötétvörös „vaskéreg” található, amely nagyrészt alumíniumdús ferritből áll.

A bauxitösszlet fő tömegét adó téglavörös, sárgaeres és rozsdavörös bauxit is többnyire kemény és afanitos szövetű. Alárendeltebben lazább, földes megjelenésű. Elvéve tartalmaz 1–3 mm-es pizoidokat és gömbszemcséket. Az utóbbiak

3. táblázat. A Nyírad izamajori lencséből vett minták vegyelemzése

A mintavételi hely sorszáma	A minta száma	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Izzítási veszteség	CaO	MgO	P ₂ O ₅	SO ₃	S	MnO ₂
1	1	20,7	44,0	25,1	1,0	13,8	0,81	nyom.	0,95	5,90	22,30	0,10
1	2	32,0	33,6	20,6	1,0	11,8	0,55	nyom.	0,90	0,52	0,80	0,09
1	3	35,9	30,1	8,6	1,0	23,6	0,28	nyom.	0,80	9,50	0,60	0,10
1	4	29,3	28,2	23,6	4,4	13,5	0,14	nyom.	0,60	0,04	0,20	0,09
1	5	11,3	24,3	48,8	4,4	10,4	0,20	nyom.	0,14	0,04	0,20	0,08
1	6	35,6	32,4	11,6	4,4	15,1	0,27	nyom.	0,18	0,20	0,50	0,08
1	7	51,8	3,7	23,6	4,4	16,1	0,08	nyom.	0,09	0,10	0,03	0,06
1	8	55,3	5,6	16,8	4,4	16,5	0,20	nyom.	0,06	0,14	0,22	0,06
1	10	55,2	3,8	23,4	4,6	15,2	0,10	nyom.	0,80	0,10	0,22	0,08
2	11	41,9	33,3	4,4	1,8	18,0	0,22	0,06	0,10	0,50	0,80	0,06
2	12	31,9	36,5	15,4	1,8	13,9	0,28	0,10	0,14	0,20	0,40	0,06
2	13	38,9	39,6	4,4	1,8	16,0	0,80	0,10	0,12	0,25	0,40	0,06
2	14	46,1	31,9	4,4	1,9	14,2	0,25	0,09	0,12	0,20	0,40	0,08
2	15	46,8	21,0	16,1	2,1	13,5	0,28	0,09	0,10	0,10	0,20	0,06
2	16	48,2	11,2	24,4	2,8	11,5	0,19	0,05	0,08	0,10	0,20	0,06
2	17	58,4	4,6	22,6	2,0	11,9	0,19	0,08	0,09	0,10	0,20	0,08
2	18	51,5	11,5	22,2	2,0	12,2	0,20	0,08	0,10	0,20	0,20	0,06
3	19	36,9	44,0	3,1	1,8	12,9	0,30	0,10	0,12	0,05	0,36	0,06
3	20	31,8	31,0	23,4	2,2	12,9	0,28	0,09	0,12	0,26	0,30	0,08
3	21	59,1	4,2	17,8	2,0	16,4	0,14	0,08	0,14	0,24	0,40	0,04
3	22	33,3	38,9	10,4	1,8	14,5	0,50	0,10	0,16	0,10	0,05	0,08
3	23	20,6	31,1	11,0	1,8	20,5	12,9	2,50	0,14	0,40	0,40	0,06
4	24	53,0	1,7	31,4	2,2	18,3	0,05	0,01	0,12	0,04	0,05	0,04
5	25	57,0	2,7	24,0	2,2	13,6	0,17	0,08	0,10	0,10	0,20	0,04
6	26	53,7	1,6	27,0	2,2	15,1	0,11	0,02	0,08	0,10	0,05	0,04
6	26/a	47,4	29,0	3,9	1,8	17,8	0,20	0,08	0,12	0,82	0,22	0,04
7	27	55,9	1,3	26,2	2,0	14,3	0,11	0,02	0,08	0,10	0,08	0,02
8	28	58,5	1,4	24,8	2,0	12,9	0,11	0,02	0,10	0,10	0,05	0,02
9	29	30,0	48,3	5,1	1,6	14,1	0,39	0,08	0,16	0,16	0,67	–
9	30	35,9	38,8	3,0	1,6	14,0	0,83	0,06	0,19	0,45	1,00	–
10	31	62,8	0,70	4,2	1,0	0,7	0,23	0,06	0,09	32,50	0,02	
12	34	44,2	22,6	11,2	2,0	15,8	0,29	0,13	0,15	1,30	–	–
12	35	46,8	19,2	14,2	2,1	17,2	0,39	0,16	0,15	1,20	–	–
12	36	39,8	24,0	5,6	1,8	26,7	0,50	0,14	0,07	9,70	–	–
15	39	65,6	2,0	5,6	3,0	21,5	0,36	0,15	0,10	3,80	–	–
17	41	28,4	28,5	31,0	1,6	10,2	0,29	0,21	0,08	2,20	–	–
17	42/a	31,0	28,7	16,9	1,7	20,4	0,37	0,29	0,08	21,40	–	–
17	42/b	35,0	38,2	11,4	1,9	12,3	0,32	0,36	0,06	1,70	–	–
17	43	36,1	39,1	10,6	1,8	12,0	0,38	0,22	0,05	2,10	–	–
21	49	42,0	27,2	0,6	0,7	29,0	0,24	0,02	0,10	15,20	0,02	0,02
22	50	40,3	0,8	1,1	0,5	13,4	0,14	0,03	0,10	35,60	0,02	0,02
23	51	44,6	1,3	1,4	1,0	13,4	0,16	0,03	0,10	31,60	0,02	0,02
23	52	41,3	1,8	0,9	0,5	13,2	0,12	0,02	0,12	33,20	0,02	0,02
23	52/a	46,9	2,8	37,4	3,0	9,9	–	–	–	–	–	–
24	53	37,4	38,6	8,7	0,3	18,9	0,14	0,02	0,11	1,80	0,20	0,20
25	54	78,3	12,7	2,1	2,2	15,0	0,30	0,22	0,06	2,90		
26	55	51,4	17,2	4,8	2,3	22,0	0,30	0,15	0,15	4,80	–	–
26	56	69,4	3,0	3,2	4,6	18,0	0,27	0,15	0,11	1,90	–	–

az alapanyagnál keményebbek és sötétebb vörös színűek. Egyes helyeken 2–5 cm átmérőjű, fehér, kemény alunitfészkeket találtam e szint felső részén. A bauxit lefelé fokozatosan megy át rozsdavörös agyagos bauxitba, másutt éles a határ. Ez a bauxitnál kevesebb pizoidot és gömbszemcsét tartalmaz, afanitos szövetű.

A bauxitösszlet alját képező bauxitos agyag a fentieknél puhább, világosabb színű, zsíros fényű és tapintású, afanitos szövetű. Egyes helyeken a bauxitos agyag egészen kivilágosodik, halványsárga és világos rózsaszínű. Pizoidokat csak elvétve tartalmaz. A bauxitos agyag legalsó részén mállott dolomitdarabkákat és finom dolomitlisztet is tartalmaz. Ezek a helyeken nincs éles határ a mállott dolomit és a bauxitösszlet között.

1953-ban és 1954-ben az új izamajori mélyművelésekben több vágatszelvényből mintasorozatot vettem, amelyből vegyelemzések készültek. Ezek eredményeit a 3. táblázatban foglaltam össze. A mintavételi pontok helye a 10. ábrán látható. A III. lencse északi részén vett első mintasorozat a bauxittest felső részét tárta fel (11. ábra). Legfelső mintája (1. minta) sötétszürke szenes pirites agyag. Jól jelzi ezt a nagy elemi kén tartalom. Alatta sárgásbarna és tarka bauxitos agyag következik (2., 3., 4. és 9. minta) a harmadik és kilencedik mintában megnövekedett szulfáttartalommal és lecsökkent vastartalommal. A felső övezet középső részén 5–20 centiméteres, sötétvörös fészkek figyelhetők meg, melyekben a ferrivas jelentősen feldúsult. Az innen vett 5. minta alumíniumdús ferrit 48,8% Fe_2O_3 -tartalommal. 2–3 mm átmérőjű pizoidok és bauxit-gömbszemcsék is megfigyelhetők benne. Ez alatt újra rózsaszínű és sárgásbarna bauxitos agyag következik (6. minta) erősen lecsökkent vastartalommal. A felső övezet legalján található néhány centiméteres vaskéregből nem vettem mintát. Alatta a bauxittest fő tömegét adó téglavörös bauxit következik közel függőleges sárga erekkel. Innen származik a 7., 8. és 10. minta. Közepes keménységűek és viszonylag kevés pizoidot és gömbszemcsét tartalmaznak.

A második mintasorozat a bauxittest alsó részét mutatja be a III. lencse nyugati széléről (12. ábra). Legalul a felső-triász Fődolomit kiemelkedései látszanak. Felette világossárga, rózsaszínű bauxitos agyag következik, helyenként világos téglavörös foltokkal. Innen vettem a 11., 12., 13. és 14. mintát. A bauxitos agyag közepes keménységű, kagylós törésű és afanitos szövetű. Feltűnő e minták erősen lecsökkent vastartalma. A felette következő bauxitos agyag világos téglavörös színű, lecsökkent SiO_2 -tartalommal (15. minta). Ebben a mintában már megnőtt a pizoidok mennyisége. Viszonylag éles határral agyagos bauxit, majd szorosan vett bauxit következik felette. (16., 17. és 18. minta). Közepesen kemény, közepes mennyiségű, 2–4 mm-es gömbhéjas felépítésű pizoiddal.

A harmadik mintasorozatot a III. lencse északi végéből vettem, ahol a bauxittest vastagsága erősen lecsökkent (13. ábra). Ugyanabban a vágatszelvényben az eocén fedő és a triász korú fekvő is megjelent. Az erősen mállott porlódó Fődolomit felett csak 20–40 cm vastag okkersárga és halványlila bauxitos agyag következik (22. és 23. minta). Ennek anyaga puha, zsíros tapintású, afanitos szövetű, pizoidokat nem tartalmaz. Feltűnő e minták lecsökkent vastartalma. Felettük viszonylag éles határral téglavörös sárgaeres bauxit következik (21. minta). Közepes keménységű és sok 2–3 mm-es pizoidot és gömbszemcsét tartalmaz. Ezek az alapanyagnál kissé keményebbek és sötétebb színűek. Figyelemre méltó e bauxitszint kiemelkedően nagy Al_2O_3 - és kis SiO_2 -tartalma. Vastagsága az adott vágatszelvényben csak 0,5–2,0 méter volt. A bauxitszint felett a már leírt „felső övezet” következett 0,5–1,0 méter vastagságban. Világos téglavörös és rózsaszínű, közepesen pizoidos, az első szelvényben leírt sötétvörös fészkekkel. Elemzés az előbbiből készült (20. minta). Legfelül jól rétegzett okkersárga és barna kaolinos agyag jelent meg, helyenként bauxitos agyaggal (19. minta) és erősen lecsökkent vastartalommal. Ettől északra a már kitermelt Edgár lencse következett.

A negyedik mintavételi pont a III. lencse nyugati részén helyezkedik el a második ponttól délre. Itt az egész vágatszelvény rozsdavörös jó minőségű bauxitból áll, a bauxittest középső részéből (14. ábra). A bauxit kemény, erősen pizoidos. A pizoidok 2–4 mm átmérőjűek és az alapanyagnál kissé sötétebbek. A vágat közepéről vett 24. minta összetétele az egész vágatszelvényre érvényes. Figyelmet érdemel a bauxit szokatlanul nagy vastartalma (3. táblázat).

Az ötödik mintavételi pont a III. lencse északi részén helyezkedik el, a harmadik ponttól délre. A vágatszelvény itt a középső övezet felső részét és a felső övezet alsó részét mutatja be (15. ábra). A bauxittest szövete és színe a 11. ábrán bemutatottal közel megegyezik. Egyetlen mintáról készült itt elemzés, a téglavörös sárgaeres bauxitból (25. minta). A bauxit gyengén pizoidos, közepes keménységű, igen jó minőségű nagy Al_2O_3 -és kis SiO_2 -tartalommal.

A hatodik vágatszelvény a közvetlen eocén fedőt, a felső övezetet és a középső övezet felső részét mutatja be (16. ábra). A szelvény a III. lencse középső részén helyezkedik el. A 26. minta a téglavörös sárgaeres bauxitból származik. Ez is igen jó minőségű bauxit, igen kis SiO_2 -tartalommal (1,6%). Ez a bauxit is gyengén pizoidos, és közepes keménységű. A 26/B minta a felső övezet középső részéből származik. Narancssárga színű bauxitos agyag, változó mennyiségű pizoiddal és feltűnően lecsökkent vastartalommal. A szelvényen jól látható a bauxittest egészen sima felszíne. A 26/A minta az eocén fedő legalsó világosszürke rétegét képviseli. Felette jól rétegzett, sötétszürke szenes, pirites-markazitos agyag következik.

A hetedik és nyolcadik vágatszelvény a II. lencse középső részéből származik (17. és 18. ábra). Mindkét vágatszelvény a bauxittest középső részén levő rozsdavörös bauxitot tárta fel. Szövete teljesen megegyezik a III. lencsében leírtakkal. A két vegyelemzés (27. és 28. minta) igen jó minőségű bauxitot jelez nagy Al_2O_3 - és kis SiO_2 -tartalommal. Figyelemre méltó a bauxit igen kis CaO- és MgO-tartalma.

A kilencedik vágatszelvény a bauxittest alsó részét mutatja be a fekvő Fődolomittal (19. ábra) és a III. lencse északi részéről származik. A szelvény felső része rozsdavörös agyagos bauxit, amely kivilágosodik, és bauxitos agyagba megy

át. Innen vettem a 29. és 30. mintát. Rózsaszín és halványsárga színűek, afanitos szövetűek, pizoidokat nem tartalmaznak, puhák, zsíros tapintásúak. A vegyelemzések szerint csak néhány százalék Fe_2O_3 -at tartalmaznak.

A tizedik vágatszelvényt a III. lencse középső részén vettem fel és a téglavörös sárgaeres bauxitot mutatja be (20. ábra). E bauxit szövete az előzőekben leírtakkal megegyezik. Két méterrel a felső övezet határa alatt e bauxitban 2–5 cm átmérőjű kemény, fehér, kagylós törésű fészkeket találtam. Az egyik fészkek összetételét a 31. minta vegyelemzése mutatja. Ez valamint röntgenfelvétel alapján e fészkek anyaga *alunit*, amely pirit és markazit oxidáció során jött létre.

Az előfordulás többi, bányászatiilag feltárt részein a fent leírt bauxitszelvényeket és szerkezeti felépítést figyeltem meg. Kivételt képeznek ez alól az Ódörögdpusztai térségében megkutatott bauxitlencsék, amelyek nagy része a miocén folyamán áthalmazódott. Az áthalmazást jelzik a gyakori, szögletes, több cm nagyságú bauxitdarabok és az elvétve előforduló apró kvarcsemcsék. (PÉTER et al. 1988).

A bauxitösszlet fő és járulékos kémiai komponensei

A bauxitösszlet fő kémiai komponensei

A Maszobal-t megelőző korai kutatásokról vegyelemzési adatok sajnos nem maradtak fenn. A kilencvenes években a Geoprospekt Kft. fúrásos kutatásokat végzett a Károly, Sándor, Gábor, Ferenc, Táncsics I. és Edgár korábban részben kitermelt lencséken. Ezek megbízható eredményeket szolgáltatottak, de természetesen csak a termelésből kimaradt anyagra vonatkoztak. Ezekből a lencsék eredeti, teljes geokémiai felépítése nem rekonstruálható. Ezért az Edgár lencse kivételével ezeket a geokémiai értékelésből kihagytam. Az utóbbin az egész lencsére kiterjedő kutatási adatokat is találtam. Az összes többi, 1950 óta megkutatott lencsén alapos és részletes geokémiai értékelésre került sor.

A bauxitösszletből a fúrások során 0,5 és 1,0 méterenként vettek mintát és azokat Al_2O_3 -, SiO_2 -, Fe_2O_3 -, TiO_2 -tartalomra és izzítási veszteségre elemezték meg. A szorosan vett bauxitból kisebb számban CaO , MgO , P_2O_5 , MnO_2 és kénelemzések készültek, az utóbbiak részben elemi S, részben SO_3 formában. A vegyelemzési adatokat számítógépes adatbázisban rögzítettem. A feldolgozott területnek 1800 (a bauxitösszletet harántolt) fúrásából összesen több mint 40 000, öt komponenses vegyelemzést dolgoztam fel.

„A magyar bauxit geokémiai vizsgálata” című monográfiámban (BÁRDOSY 1961) a bauxit öt fő kémiai komponensét értékeltem az ország összes ismert bauxit-előfordulásán. A nyirádi előforduláson négy részterületet különböztettem meg Izamajor, Táncsics II., Deáki-hegy és Darvastó néven. Az egész bauxitösszletet együtt értékeltem. Azóta mostani monográfiám területén számos új fúrást mélyítettek. Az előző monográfiától eltérően most mindegyik bauxitos kőzetfajta geokémiai felépítését külön értékeltem.

A megelőző három monográfiában azt tapasztaltam, hogy az ún. *mérettartomány hatásnak* (*scaling effect*) igen nagy a szerepe (A mérettartomány hatás azt jelenti, hogy az adott értékelés térbeli kiterjedésétől és az alapadatok méretétől függően más és más eredmények születnek). A mérettartomány hatás az adott képződmény belső összetettségét fejezi ki. Ezért az SPSS program segítségével a monográfia teljes területére, a részterületekre, mindenegyes lencsére, külön a lencsék fúrásaira és végül a mintavételi intervallumokra is kiszámítottam a szorosan vett bauxit, az agyagos bauxit és a bauxitos agyag fő statisztikai mutatóit.

A következőkben komponensenként és bauxitos kőzetfajtánként mutatom be a kiértékelés eredményeit, majd a komponensek közötti geokémiai kapcsolatokat vizsgálom a lencsék egészére, tehát a kitermelés előtti eredeti állapotra vonatkozóan.

Al_2O_3 -tartalom

A bauxit Al_2O_3 -tartalmának fő paramétereit részterületenként és lencsénként a 4. táblázatban mutatom be. A vastagság, alapterület és térfogat adatai a szilícium, vas, titán és izzítási veszteségre változatlanul érvényesek, ezért nem ismétlem meg őket. Az Al_2O_3 -meghatározás *analitikai hibája* hagyományos nedves kémiai elemzés esetében $\pm 0,5\%$.

A Deáki-hegy területére a szorosan vett bauxit súlyozott átlaga 53,4%. Ez alig valamivel kisebb a halimbai bauxitra számított 54,3%-nál. Mindkét előforduláson a bauxit monohidrátos összetételével magyarázható e viszonylag nagy Al_2O_3 tartalom. Ugyanakkor a túlnyomóan trihidrátos felépítésű szőci előforduláson csak 48,7%, a malom-völgyin pedig 46,0% az Al_2O_3 -tartalom súlyozott átlaga.

A monográfia területén belül a részterületekre határozott területi trend rajzolódott ki. Legnagyobb az izamajori részterület átlaga (54,8%). Az észak felé csatlakozó Alsó-Nyirádi-erdő részterületén 53,3%, és tovább észak felé haladva a Dült-nyíresen 52,2%. A szélső Nyirádi-medence részterületen pedig csak 52,0%. Ez a területi trend minden bizonnyal a bauxit-felhalmozódás fő irányával függ össze. Ezen belül a nyirádi előforduláson az in situ bauxitosodásnak is érdemi

4. táblázat. A bauxit Al_2O_3 -tartalmának fő statisztikai paraméterei

A lencse neve, sorszáma	Átlag %	Minimum %	Maximum %	Modusz %	Modulus	A bauxit vastagsága (m)	A bauxit területe (ha)	Térfogat (m ³)	Ferdesség	Szórás
Izamazor										
Edgár	54,8	48,7	58,2	55-56	11,7	4,7	0,70	33 000	-1,35	1,71
I.	55,9	52,7	59,5	54-55	14,3	6,0	3,46	208 000	0,43	1,87
II.	56,6	53,8	58,8	57-58	14,5	6,2	2,29	142 000	0,03	1,06
III.	56,0	53,9	56,6	56-57	15,6	11,6	1,63	189 000	-1,47	0,76
IV.	56,3	53,7	63,6	57-58	16,6	6,2	2,27	141 000	1,45	2,21
V.	56,0	52,0	57,6	56-57	17,0	8,6	0,80	69 000	-1,00	2,09
VI.	56,0	54,6	56,7	56-57	28,0	7,4	1,09	81 000	0,48	0,91
VII.	55,1	52,7	58,4	55-56	11,2	12,8	1,04	133 000	-0,06	1,49
VIII.	55,0	53,2	58,6	53-54	10,6	7,3	1,22	89 000	1,01	1,71
IX.	56,8	47,0	59,9	56-58	18,3	5,2	3,12	162 000	-2,21	1,93
X.	57,7	55,4	58,9	58-59	19,9	4,8	1,46	70 000	0,59	1,28
XI.	57,9	55,8	59,0	59-60	11,8	4,5	0,36	16 000	-0,72	1,52
XII.	54,5	52,4	55,0	54-55	16,0	5,8	1,06	61 000	1,39	0,84
XIII.	54,2	47,4	58,6	53-54	16,9	4,2	2,30	97 000	-0,82	2,06
XIV.	53,2	44,5	56,1	56-57	8,7	2,2	1,11	24 000	1,92	5,20
XV.	50,7	49,2	52,9	49-50	6,6	2,2	1,76	39 000	0,65	1,62
XVI.	52,1	44,5	59,2	52-53	14,5	5,0	9,60	480 000	0,56	2,83
XVII.	54,6	46,4	70,4	52-53	12,7	4,5	5,18	233 000	0,78	5,01
XVIII.	51,3	45,8	55,8	51-52	9,3	2,7	2,26	61 000	0,45	2,74
Alsó-Nyirádi-erdő										
Ferenc dől	56,3	54,8	58,1	57-58	15,2	3,5	0,61	20 000	0,36	1,28
Táncsics II	55,4	50,5	65,0	54-55	15,0	4,5	2,40	108 000	2,46	2,41
THIDNy	53,8	51,5	56,4	54-55	13,8	3,7	1,77	65 000	0,17	1,47
I.	53,5	48,8	61,0	55-56	11,6	6,5	9,80	637 000	0,36	2,44
II.	54,5	50,0	55,4	54-55	15,8	2,8	1,63	46 000	-1,60	1,73
III.	53,7	48,6	70,2	55-56	16,8	4,8	3,68	177 000	1,59	2,66
IV.	51,4	43,9	63,8	52-53	11,1	3,2	3,51	112 000	-0,41	3,93
V.	50,7	44,6	61,0	50-51	11,5	3,6	1,91	69 000	1,50	2,60
VI.	55,0	41,6	64,9	64-65	10,0	2,4	0,67	16 000	0,33	8,52
VII.	55,3	55,1	55,5	55-56	14,9	4,3	0,68	29 000		
VIII.	52,6	49,2	64,6	52-53	13,8	7,2	6,99	503 000	1,83	2,14
IX.	54,8	40,0	60,7	52-53	18,3	2,7	3,40	92 000	1,44	3,63
X.	54,3	52,4	57,4	52-53	10,4	3,5	1,29	45 000	0,63	2,37
XI.	55,2	48,5	60,5	56-57	7,2	4,4	1,19	52 000	0,47	3,94
XII.	55,8	55,8	55,8	55-56	19,9	6,1	0,13	8000		
XIII.	51,7	45,5	58,6	53-54	11,0	2,9	2,10	61 000	0,26	3,55
XIV.	48,2	46,5	63,7	63-64	10,6	2,0	0,35	7000	1,48	9,13
XV.	53,0	50,6	53,7	53-54	10,1	1,2	0,02	1000		
XVII.	55,6	47,4	61,1	61-62	8,7	1,4	0,51	7000		
XVIII.	52,7	47,9	54,0	54-55	12,5	3,4	1,16	39 000	-1,20	1,69
XIX.	54,9	54,9	54,9	54-55	9,2	2,4	0,02	1000		
XXI.	55,1	53,0	57,2	56-57	12,2	1,2	0,25	3000	-	-
Dült-nyíres										
III.	55,3	49,1	58,9	54-55	11,1	2,6	2,63	68 000	0,47	2,28
IV.	55,3	46,5	61,4	59-60	9,1	3,0	1,11	33 000	-0,67	3,53
V.	54,1	41,3	67,5	52-53	7,1	1,5	2,56	28 000	1,01	6,61
VI.	53,2	46,0	60,4	50-51	11,3	2,9	1,89	55 000	0,25	3,43
X/a	52,6	50,0	55,4	51-52	15,9	10,5	1,11	117 000	0,21	1,96
X/b	51,3	42,8	59,0	52-53	11,4	3,9	4,61	180 000	0,22	2,36
XI.	51,8	43,3	68,3	49-50	18,0	2,9	2,39	69 000	1,78	5,92
XII.	49,8	43,7	54,3	54-55	5,8	1,6	0,21	4000		
XIII.	51,9	49,3	52,9	52-53	15,3	3,5	0,50	18 000	-	-
XIV.	50,8	44,2	59,9	49-50	7,9	1,9	1,30	25 000	1,78	4,31
XV.	50,9	43,7	59,9	51-52	11,8	4,5	4,67	210 000	0,47	2,53
XXIX.	53,1	44,8	55,7	54-55	21,6	2,8	0,83	23 000	2,31	3,19

4. táblázat. folytatás

A lencse neve, sorszáma	Átlag %	Minimum %	Maximum %	Modusz %	Modulus	A bauxit vastagsága (m)	A bauxit területe (ha)	Ferdeség	Szórás
Nyirádi-medence									
I.	52,8	47,7	63,2	47-48	11,2	5,0	1,86	0,97	5,0
II.	49,1	-	-	-	10,4	5,1	0,20	-	-
III.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,0
IV.	53,4	52,3	54,8	52-53	10,3	2,3	0,59	-	-
V.	53,1	50,0	57,9	50-51	6,0	1,6	0,55	-	-
VI.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
VIII.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
IX.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
X.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00
XI.	51,4				6,8	1,9	0,45		
Ódörögdpuszt									
Nyugati lencsecsoport									
I.	55,4	52,4	57,5	55-56	12,9	4,8	0,50	-0,98	1,1
II.	56,0	49,5	57,8	57-58	9,5	5,0	0,30	1,56	2,4
III.	52,9	52,3	53,5	53-54	8,3	5,6	0,20		
V.	57,1				7,3	4,2	0,10		
VI.	54,0	49,7	56,1	53-54	9,8	5,5	1,10	0,80	1,3
Keleti lencsecsoport									
IV.	50,5	49,5	65,1	50-51	12,9	9,7	3,80	2,00	3,4
VIII.	49,7	48,6	65,0	50-51	9,7	2,7	0,70	1,61	8,9
IzaXXI.	59,3	48,7	69,4	62-63	10,8	3,4	2,20	-0,78	5,5

szerepe volt, amit a lencsék szintjén végzett átlagolás szemléltet (4. táblázat). A déli, ódörögdpusztai részterületen a nyugati lencsecsoport súlyozott átlaga 54,9%, a keleti lencsecsoporté pedig 53,2%. Ezek az átlagok feltűnően nagyok, ha a bauxit helyi áthalmozását figyelembe vesszük.

A deáki-hegyi bauxit jó minőségét jelzi, hogy az itteni, szorosan vett bauxitot is tartalmazó 53 lencse közül csak kettőben kisebb az átlagos Al_2O_3 50%-nál. (Alsó-Nyirádi-erdő XV.: 48,2%, és Dült-nyíres XII.: 49,8%). Ugyanakkor egyetlen lencse átlaga sem haladja meg a 60%-ot.

A lencsék súlyozott átlagai részterületenként eltérő mértékben különböznek egymástól: Izamajorban ez 7,0%, az Alsó-Nyirádi-erdőben 8,1% a Dült-nyíresben pedig 5,5%. A Nyirádi-medencében csak 4,0% a különbség. Az Ódörögdpusztán észlelt 9,6% különbség szerintem a helyi áthalmozódás következménye.

A számított átlagérték hibaforrása lehet az *eloszlás jellege*. Az átlag akkor torzításmentes, ha az eloszlás szimmetrikus. Ezt a tulajdonságot a *statistikai ferdeséggel* (skewness) lehet mennyiségileg értékelni. Torzításmentesnek tekintem az átlagokat, ha a ferdeség $\pm 1,0$ -nál kisebb. A lencsék bauxitjának átlagos ferdeségét feltüntettem a 4. táblázatban. Ott ahol az átlagos ferdeség 1,0-t meghaladta ún. robusztus becslést alkalmaztam. Az SPSS programban szereplő *robusztus becslők* (maximum likelihood estimators) közül az előző monográfiákban a Tukey-féle becslő vált be legjobban, így itt is ezt alkalmaztam. A Deáki-hegy 53 lencséje közül 17-ben fordult elő $\pm 1,0$ -t meghaladó ferdeség, tehát nem elhanyagolható jelenség. Közülük 10 negatív és 7 pozitív előjelű. Az ódörögdpusztai lencsék közül csak háromban haladta meg a ferdeség az egységnyi értéket. Azokban a lencsékben, ahol három, vagy ennél is kevesebb fúrás harántolt szorosan vett bauxitot nem volt lehetőség a ferdeségi mutató kiszámítására.

A legtöbb lencsében az *átlagszámítás standard hibája* $\pm 0,4\%$ -nál kisebb, csupán néhány lencsében haladja ezt meg. Ennek oka az itteni fúrások kis számában van.

A súlyozott átlagok mellett hasznos geokémiai információt nyújt a *módusz*, az az összetételi intervallum, amely a legtöbb elemzést foglalja magába. Minden móduszt a *gyakorisági hisztogram* segítségével határoztam meg. Kiderült, hogy minden lencsében egy-maximumos az Al_2O_3 -eloszlása és a lencsék móduszai még a súlyozott átlagoknál is egységesebbek (4. táblázat). 56–57% a leggyakoribb módusz az izamajori részterületen. Az Alsó-Nyirádi-erdőben 54–56% a leggyakoribb. A Dült-nyíresben 52–55% között van a leggyakoribb módusz. Ez az eloszlás összhangban van a részterületátlagok fentiekben ismertetett sorrendjével. Az ódörögdpusztai lencsékben a bauxit áthalmozódása miatt a móduszok a fentieknél tágabb határok

között mozognak. A keleti lencsecsoport IV. és VIII. lencsében csak 50–51%. Ugyanitt a XXI. lencsében 62–63%. Mindez az itteni bauxit sajátos, összetett keletkezési és áthalmazási folyamatainak lehet a következménye.

Az eloszlás lencsénkénti *változékonyságát* fejezi ki a *szórás* (standard deviation, 4. táblázat). Ez a legtöbb lencsében mérsékelte, ± 1 –4% között mozog. Csupán négy lencse változékonysága nagyobb ennél: ± 5 –9%. Ennek okát az átlagosnál erőteljesebb helyi szin- és diagenetikus geokémiai hatásokban látom. Különösen nagy változékonyság jellemzi az Ódörögdpusztai keleti lencsecsoport bauxitlencséit. Az átlagos szórás itt $\pm 3,4$ –5,5%, de a VIII. lencsében 8,9%-ot ér el.

A lencséken belül az egyes fúrások szintjén még tágabb határok között mozog a bauxit átlagos Al_2O_3 -tartalma. Az átlagok legkisebb és legnagyobb értékét szintén feltüntettem a 4. táblázatban a „minimum” és „maximum” oszlopokban. Az Al_2O_3 átlaga számos fúrásban meghaladta a 60%-ot, sőt az izamajori XVII. lencse Ni-446 fúrásában 70,4% volt. Ez a rendkívüli dúsulás feltehetően a kiinduló bauxit felhalmozódása után történt és a vastartalom jelentős kioldásával járt együtt. A legkisebb fúrási átlagok számos lencsében 40 és 50% között vannak.

A részterületek egy-egy jellegzetes lencséjének *gyakorisági hisztogramjait* a 21. ábrán tüntetem fel, azokra a lencsékre, ahol kellő számú produktív fúrás állt rendelkezésre. A hisztogramokon az eloszlásnak megfelelő Gauss-görbét is feltüntettem összehasonlítás céljából. Legszabályosabb az izamajori XVI. lencse hisztogramja. Figyelmet érdemel az izamajori XVII. lencse hisztogramjának kisebb kiemelkedése 65–71% között. Ezt a feldúsulást a bauxitosodás szingenetikus folytatódásának tartom. Hasonló jelenség figyelhető meg a dült-nyíresi XI. lencse hisztogramján is. Az Ódörögdpusztai XXI. lencsében két-maximumos eloszlást észleltem a 60–65% Al_2O_3 -tartalom túlsúlyával (22. ábra). Ez is az itteni bauxit összetett keletkezési folyamatainak következménye.

Még teljesebb képet kapunk az eloszlás jellegéről az ún. *box-plotok* segítségével. A 23. ábrán a három deáki-hegyi részterület egy-egy nagyobb lencséjének box-plotja látható. Kiűtő értéket csak az Alsó-Nyirádi-erdő I. lencséjének box-plotja jelez az Nd-738 fúrás bauxitjára vonatkozóan. A legtöbb lencse bauxitja ennél egységesebb felépítésű.

Kétváltozós korrelációs számításokat is végeztem a fúrások bauxitvastagsága és a bauxit átlagos Al_2O_3 -tartalma között. A három részterület egészére vonatkozó három korrelációs diagram látható a 24. ábrán. A korrelációs kapcsolat rendkívül laza és nem lineáris jellegű. A növekvő bauxit vastagsággal csak az izamajori részterületen nő érdemlegesen az Al_2O_3 -tartalom. A másik két részterületen a növekedés minimális. A mérettartomány hatás felderítésére lencsénként is megvizsgáltam a korrelációs kapcsolatot. Ezt mutatom be a 25. ábrán. A fúrások szintjén is rendkívül laza a korrelációs kapcsolat a vastagsággal. Enyhe növekedés azonban kirajzolódik.

A statisztikus értékelést a *vegyelemzési intervallumok szintjén* is elvégeztem és még nagyobb változékonyságot tapasztaltam. Így az Alsó-Nyirádi-erdő III. lencsében az Nd-382 fúrásban 0,6 m-es intervallumban a bauxit 70,2% Al_2O_3 -at tartalmazott. A

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

A lencse neve, sorszáma	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)
Izamajor			
Edgár	35,1	54,8	47 48
I.	41,1	59,4	51–52
II.	50,5	52,6	51–52
III.	40,6	59,8	47 48
IV.	37,2	57,4	56 57
V.	42,0	51,8	50 51
VI.	44,7	57,4	51–52
VII.	43,6	55,1	50–51
VIII.	43,8	63,8	52 53
IX.	43,7	63,0	51 52
X.	45,6	59,1	49–51
XI.	49,6	52,6	50–51
XII.	43,2	52,3	52–53
XIII.	44,4	57,7	48 49
XIV.	40,0	54,1	48 49
XV.	31,4	51,3	41 42
XVI.	33,7	56,6	47–48
XII.	36,8	60,4	46 47
XVIII.	43,8	65,2	48 49
Alsó-Nyirádi-erdő			
Férenc déli	45,1	47,2	46–47
Táncsics II	40,5	50,2	46 47
TTDNY	40,5	50,2	45 46
I.	34,2	53,7	47 48
II.	40,0	47,0	45–46
III.	43,3	58,1	47–48
IV.	43,6	52,4	44 45
V.	44,1	52,8	48 49
VI.	32,8	50,0	41 42
VII.	46,2	47,5	46–47
VIII.	40,0	53,3	45–46
IX.	30,3	54,2	48 49
X.	46,5	53,1	48 49
XI.	45,1	49,7	45–46
XIV.	40,3	51,8	47–48
XVIII.	45,9	54,7	50 51
XIX.	32,1	49,0	47 48
XXI.	37,0	46,5	44 45
Dült-nyíres			
III.	44,4	54,3	49 50
IV.	43,9	55,6	53 54
V.	41,9	61,2	46–47
VI.	33,1	53,0	44–45
X/a	41,5	48,3	44–45
X/b	36,2	57,4	46 47
XI.	35,4	53,3	49 50
XII.	42,6	48,1	47 48
XIII.	44,8	52,3	51–52
XIV.	34,7	49,9	42 43
XV.	39,3	63,8	49 50
XXIX.	39,3	51,5	44 45
Ódörögdpusztai			
Nyugati lencsecsoport			
I.	42,0	52,6	49 50
II.	41,9	49,5	47 48
III.	42,1	51,0	45–46
V.	44,1	50,3	48–49
VI.	40,0	52,5	47 48
Keleti lencsecsoport			
IV.	41,3	51,8	43–44
VIII.	43,1	45,1	43–44
IzaXXI.	35,8	57,5	50–51

minta Fe_2O_3 -tartalma itt 5,7% volt. A Dült-nyíres XI. lencse Nd-3073 fúrásában, a bauxitban egy 0,7 méteres intervallum 70,9% Al_2O_3 -at tartalmazott. Ezen felül számos fúrás bauxitjában észleltem mintavételi intervallumokat 60–69%-os Al_2O_3 -tartalommal. Mindezek a bauxitminták 10%-nál kevesebb Fe_2O_3 -at tartalmaztak. Tehát az alumínium feldúsulásával intenzív vastalanodás járhatott együtt. A szőci és a malom-völgyi trihidrátos bauxitban ekkora feldúsulás nem fordult elő. A halimbai monohidrátos bauxitban viszont még a nyirádi bauxitot is meghaladó módon 71,7% volt a legnagyobb észlelt Al_2O_3 -tartalom.

Az *agyagos bauxit* átlagos Al_2O_3 -tartalma a szorosan vett bauxitnál többnyire 4–7%-al kevesebb. A fúrási átlagok igen tág határok között mozognak. Az izamajori részterületen a legnagyobb átlagok négy lencsében meghaladták a 60%-ot (5. táblázat). Az Alsó-Nyirádi-erdőben csak 58%-ig terjedt a legnagyobb fúrási átlag. A Dült-nyíresben két lencsében haladta meg a 60%-ot. Ugyanakkor a legkisebb átlagok 31–40% között mozognak. A szorosan vett bauxitához hasonlóan a lencsék móduszait is kiszámítottam (5. táblázat). Az izamajori részterületen 50–51% a leggyakoribb módusz, az Alsó-Nyirádi-erdőben 47–48%, a dúlt-nyíresi részterületen 49–50%, az Ódörögdpusztán pedig 46–47%. Tehát nincs érdemi különbség a részterületek között. Véleményem szerint a szín- és diagenetikus bauxitosodás, ha kisebb mértékben is az agyagos bauxitra is kiterjedt.

A *bauxitos agyag* Al_2O_3 -tartalma többnyire 3–5%-al kisebb az agyagos bauxiténál és az agyagos bauxiténál is egységesebb. A részterületek között nincs érdemi különbség. A móduszokat mindegyik lencsére kiszámítottam, 37–38% Al_2O_3 a leggyakoribb. A legnagyobb módusz 41–42%.

Az *alumíniumdús ferritben* lecsökken az Al_2O_3 -tartalom, többnyire 25–35% közé. Egyes vasban erősen dús mintákban csak 17–22% Al_2O_3 -at mutattak ki az elemzések. E tekintetben a Deáki-hegy részterületei között nincs érdemi különbség. A Nyirádi-medence lencséiben gyakoribb alumíniumdús ferrit 25–34% Al_2O_3 -at tartalmaz.

A *felső övezetben* az Al_2O_3 -tartalom szélsőségesen ingadozik 30 és 60% között az epigenetikus rezsilifikáció következtében. Az Al_2O_3 -tartalom oldalirányban és vertikálisan is igen rövid távolságon belül megváltozhat.

SiO_2 -tartalom

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

A Deáki-hegy területére a szorosan vett bauxitra számított súlyozott átlag 4,1%. Ez kisebb mindhárom, korábban monografikusan értékelt előfordulásánál: Halimba 4,2%, Szőc 5,1%, Malom-völgy 5,8%. A Deáki-hegy három részterülete között minimális a különbség: Izamajor 3,8%, Dült-nyíres 4,2% és Alsó-Nyirádi-erdő 4,3%. Mindenesetre, ha csak minimálisan is az izamajori átlag a legjobb, hasonlóan az Al_2O_3 -átlagokhoz. A medence fácieshez átmeneti helyzetű Alsó-Nyirád XVI. lencsében 5,8% a SiO_2 súlyozott átlaga. A Nyirádi-medence öt, bauxitot is tartalmazó lencséjében 6,2%. Tehát a SiO_2 -tartalom egyértelműen növekszik északkelet és északi irányba haladva. Az ódörögdpusztai két lencsecsoport átlaga érdemben különbözik egymástól: a nyugatiban 6,4%, a keletiben pedig csak 4,8%. Ennek okait a bauxitgenetikai fejezetben értékelem.

Az *átlagszámítások standard hibáját* az összes lencsére kiszámítottam. Ez a legtöbb lencsében $\pm 0,1$ –0,4%. Csupán néhány lencsében éri el a 6–8%-ot. Ennek oka az itteni fúrások kis számában van.

A lencsék SiO_2 tartalmának fő statisztikai mutatóit a 6. táblázat tartalmazza. Az egyes lencseátlagok között szignifikáns különbségek vannak. Ez véleményem szerint a helyi szín- és diagenetikus bauxitosodás hatására jött létre.

A SiO_2 -tartalomra is kiszámítottam a lencsenkénti átlagos *ferdeséget* (6. táblázat). A Deáki-hegy 53 lencséje közül 19-ben haladta meg a ferdeség a $\pm 1,0\%$ -ot. Ezeknél a lencséknél a Tukey-féle robusztus becslőt használtam torzításmentes eredmény elérése céljából. A legtöbb ferdeség a kis SiO_2 -tartalom irányába mutat. A fúrások kis száma miatt hét lencsére nem lehetett ferdeséget számítani.

Már az Al_2O_3 értékelésénél tapasztalhattuk, hogy a *módusz* hasznos többletinformációt nyújt az eloszlás jellegéről. A gyakorisági hisztogramok segítségével határoztam meg a móduszt (6. táblázat). Kiderült, hogy az Al_2O_3 -hoz hasonlóan a SiO_2 -eloszlás is mindenütt egy-móduszos. A Deáki-hegy mindhárom részterületén 3–4% SiO_2 a leggyakoribb módusz. E mellett néhány lencsében 2–3% a módusz, ami valóban igen jó minőséget jelez. A peremi helyzetű Nyirádi-medencei lencséikben a módusz valamivel nagyobb: 4–5%. Még magasabb a módusz az előfordulás déli szélén az ódörögdpusztai lencséikben. Többnyire 5–6%, de a VI. lencsében 8–9% a helyi áthalmozódás és rezsilifikáció következtében.

A lencséken belül a fúrások szintjén még tágabb határok között mozog az átlagos SiO_2 -tartalom. Ezeket is feltüntettem a 6. táblázatban a „minimum” és „maximum” oszlopokban. A legnagyobb és a legkisebb átlag között a három deáki-hegyi részterületen legfeljebb 8,2% a különbség. Feltűnően kicsinyek a minimális átlagok: Izamajor és a Dült-nyíresben 1,2%, az Alsó-Nyirádi-erdőben pedig 1,5%. Ezek rendkívül erős kovasavtartalom csökkenésnek felelnek meg.

Az Al_2O_3 - és SiO_2 -átlagok ismeretében a lencsék átlagos *modulusait* is kiszámítottam (6. táblázat). Figyelemre méltó, hogy csak 7 lencse átlagos modulusa kisebb 10-nél (5,8–9,9). A monográfia területén a legnagyobb modulus 28,0 az izamajori VI. lencsében.

6. táblázat. A bauxit SiO₂-tartalmának fő statisztikai paraméterei

A lencse neve, sorszáma	Átlag (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)	Modulus	Ferdeség	Szórás
Izamazor							
Edgár	4,7	2,4	8,6	4 5	11,7	0,70	1,7
I.	3,9	2,0	6,5	4-5	14,3	0,62	1,2
II.	3,9	2,4	7,6	3-4	14,5	1,00	1,6
III.	3,3	2,6	5,3	3-4	15,6	1,27	0,8
IV.	3,4	1,9	8,6	2-3	16,6	1,10	0,1
V.	3,3	2,4	4,8	3-4	17,0	0,51	0,8
VI.	2,0	1,7	6,8	1-2	28,0	1,23	1,6
VII.	4,9	2,7	9,4	4-7	11,2	0,09	1,6
VIII.	5,2	3,4	8,2	3 4	10,6	0,71	2,0
IX.	3,1	2,6	7,5	3 4	18,3	1,12	1,5
X.	2,9	2,1	6,5	2-3	19,9	1,54	1,4
XI.	4,9	3,9	5,3	5-6	11,8	-1,20	0,6
XII.	3,4	2,7	7,2	3-4	16,0	2,39	0,8
XIII.	3,2	2,9	6,9	3-4	16,9	1,26	1,1
XIV.	6,1	6,0	6,3	6-7	8,7	1,00	0,1
XV.	7,7	6,6	8,3	8-9	6,6	-0,59	0,8
XVI.	3,6	1,2	8,5	2 5	14,5	0,71	1,4
XII.	4,3	1,5	9,5	5 6	12,7	0,65	2,0
XVIII.	5,5	3,9	8,9	4 5	9,3	0,61	1,5
Alsó-Nyirádi-erdő							
Ferenc dél	3,7	3,2	4,4	3-4	15,2	-0,36	0,6
Táncsics II	3,6	2,0	8,5	2-3	15,0	0,69	1,8
TIIDNy	3,9	1,5	8,3	3-4	13,8	0,73	1,8
I.	4,6	1,7	9,9	4-5	11,6	0,60	1,6
II.	3,4	2,5	4,7	3-4	15,8	0,28	0,7
III.	3,7	2,6	7,1	3 4	16,8	1,87	1,2
IV.	4,7	2,3	9,1	6 7	11,1	0,24	1,9
V.	4,4	2,4	9,9	3 4	11,5	1,37	1,6
VI.	5,5	4,2	8,8	4-5	10,0	1,01	1,4
VII.	3,7	3,2	4,4	3-4	14,9	-	-
VIII.	3,8	1,8	7,6	3-4	13,8	1,08	1,0
IX.	3,6	2,2	9,0	3-4	18,3	1,76	1,7
X.	5,2	4,5	8,1	C	10,4	1,55	1,2
XI.	7,7	6,9	9,3	6 7	7,2	0,98	1,0
XII.	2,8	2,8	2,8	2 3	19,9		
XIV.	4,7	2,2	9,7	4 5	11,0	0,38	1,8
XV.	5,5	4,3	7,6	4 5	10,6	1,64	1,8
XVII.	5,3	2,9	8,6	2-3	10,1	-	-
XVIII.	6,4	4,4	9,3	4 5	8,7	-	-
XIX.	4,2	2,4	9,8	2-3	12,5	1,63	2,4
XXI.	6,0	6,0	6,0	6-7	9,2	-	-
Dült-nyíres							
III.	5,0	1,4	7,7	4 5	11,1	0,81	1,60
IV.	6,1	2,3	9,4	9 10	9,1	0,08	2,78
V.	7,7	1,7	8,7	8 9	7,1	2,47	2,13
VI.	4,7	1,2	9,5	4 5	11,3	0,40	2,38
X/a	3,3	2,8	5,2	3-4	15,9	1,30	0,57
X/b	4,5	1,9	9,4	3-4	11,4	0,89	2,02
XI.	2,8	2,3	10,3	2-3	18,0	1,35	2,34
XII.	8,6	8,1	9,3	8-9	5,8	-	-
XIII.	3,4	3,0	5,3	3-4	15,7	-	-
XV.	3,9	2,9	9,7	3 4	11,8	1,59	1,60
XXIX.	3,7	2,4	9,1	2 3	21,6	2,05	2,17

6. táblázat. folytatás

A lencse neve, sorszáma	Átlag (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)	Modulus	Ferdeség	Szórás
Nyirádi-medence							
I.	4,7	3,2	6,5	4-5	11,2	0,08	1,08
II.	4,7	-	-	-	10,4	0,00	-
III.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,00	-
IV.	5,2	4,0	6,0	6-7	10,3	0,00	-
V.	8,8	8,8	8,9	8-9	6,0	0,00	-
VI.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,00	-
VIII.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,00	-
IX.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,00	-
X.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,00	-
XI.	7,6	-	-	-	6,8	0,00	-
Ódörögdpuszt							
Nyugati lencsecsoport							
I.	4,3	4,1	9,0	4-5	12,9	1,95	1,70
II.	5,9	3,5	8,6	5-6	9,5	0,33	1,34
III.	6,4	5,9	6,8	6-7	8,3	-	-
V.	7,8				7,3		
VI.	7,5	5,7	9,0	8-9	9,8	0,17	1,28
Keleti lencsecsoport							
IV.	3,9	1,9	7,5	5-6	12,9	0,41	1,61
VIII.	5,1	3,4	7,2	3-4	9,7	0,89	1,93
IzaXX.	5,5	3,9	8,0	5-6	10,8	0,76	1,48

Az eloszlás változékonyságát kifejező *szórás* a dült-nyíresi részterületen szignifikánsan nagyobb, mint az izamajorin és alsó-nyirádi-erdein. Az utóbbiakban csupán három lencsében érte el az átlag a $\pm 2,0\%$ -ot, sőt több lencsében $\pm 1,0\%$ -nál is kisebb. Ezzel szemben a kilenc dült-nyíresi szórásátlagból hat nagyobb $\pm 2,0\%$ -nál, a legnagyobb $\pm 2,78\%$. Ne feledjük, hogy háromnál kevesebb fúrás esetén a szórás nem volt számítható. Az ódörögdpusztai lencsékben is $\pm 1,9\%$ -nál kisebb a szórás.

A 26. ábrán néhány jellegzetes lencse *gyakorisági hisztogramját* mutatom be a megfelelő normál görbe feltüntetésével. Elsősorban azokat a lencsét választottam, ahol a szorosan vett bauxitot viszonylag sok fúrás harántolta. A hisztogramok jellege igen sokféle. Néhány lencsében az eloszlás szimmetrikus és igen közel áll a megfelelő normál görbéhez. Jó példája ennek az Alsó-Nyirádi-erdő I. lencse (26. ábra, a). A legtöbb lencsén aszimmetrikus az eloszlás a kis SiO_2 -tartalomnál levő módusszal. Számos lencsében szakadás van a kis és a közepes SiO_2 -tartalom között. (26. ábra, b). Néhány lencsében közel azonos gyakoriságú részre oszlik a kis és a közepes SiO_2 -tartalom (26. ábra, c): Ennek okát a kovasav tartalom csökkenésének szín- és diagenetikus folytatódásában látom.

A *mintavételi intervallumok szintjén* még nagyobb a változékonyság. A Deáki-hegy mindhárom részterületén néhány fúrásban 0,6–0,9% volt a legkisebb SiO_2 -tartalmú elemzett intervallum.

A SiO_2 -tartalom *vertikális eloszlása* a legtöbb lencsében igen hasonló. Legkisebb a téglavörös sárgaeres bauxitban (1–4%), majd lefelé fokozatosan növekszik a rozsdavörös bauxitban 4–10%-ra. Ez alatt agyagos bauxit és bauxitos agyag következik. Egyedül az ódörögdpusztai lencsék vertikális SiO_2 -eloszlása tér el ettől. Itt többször is ismétlődhet egymás felett a kis és a nagyobb SiO_2 -tartalmú bauxit.

Az *agyagos bauxit* SiO_2 -tartalmának megismerése céljából kiszámítottam a Deáki-hegy lencséire a móduszokat, valamint a legkisebb és legnagyobb lencseátlagokat. A leggyakoribb módusz 15–16% SiO_2 , de kisebb számban az agyagos bauxit teljes értelmezési tartományára jutottak móduszok. Ugyanez vonatkozik a lencseátlagokra. Területi trendet az agyagos bauxitra nem észleltem.

A *bauxitos agyag* SiO_2 tartalmának értékelésére ugyanezeket a számításokat végeztem el. A Deáki-hegy lencséin a bauxitos agyag leggyakoribb módusza 28–29%, de kisebb számban 25–26%-tól 36–37%-ig terjednek a lencsék móduszai. A legkisebb fúrási átlag 20,0% SiO_2 , a legnagyobb pedig 43,7%. Mindkettőt az Alsó-Nyirádi-erdő I. lencséjében észleltem. Területi trendet sem az átlagokban, sem a móduszokban nem találtam. A bauxitos kőzetfajták közül a bauxitos agyag SiO_2 -összetétele a legegységesebb.

Az *alumíniumdús ferrit* SiO_2 -tartalma széles határok között mozog. Az elemzett minták között a legkisebb érték 3%, a legnagyobb pedig 15% SiO_2 volt. Területi trendet itt sem észleltem.

A felső övezetben a SiO₂-tartalom rendkívül széles határok között mozog, 1–2%-tól egészen 35%-ig terjed. Általában jóval több SiO₂-t tartalmaz, mint a szorosan vett bauxit. Területi trendet nem észleltem. A SiO₂ tartalom vertikálisan és oldalirányban igen rövid távolságon belül érdemben megváltozhat.

Fe₂O₃-tartalom

Az Fe₂O₃-tartalom meghatározásának analitikai hibája a hagyományos nedves elemzéssel ±0,5%.

A Deáki-hegy területére a szorosan vett bauxit súlyozott átlaga 26,0% Ez több a korábban értékelt három előfordulás átlagánál: Halimba 24,8%, Szóc 23,4% és Malom-völgy 23,1%. A mostani monográfia területén belül határozott trend rajzolódott ki: délről északra haladva nő az Fe₂O₃-tartalom: Izamajor 25,2%, Alsó-Nyirádi-erdő 25,5% és Dült-nyíres 27,1%. A peremi helyzetű Nyirádi-medence lencséinek átlaga 25,5%, továbbá az Alsó-Nyirád XVI. lencséé 23,9%. Az előfordulás déli peremén az Ódörögdpusztán viszont csak 20,7% a bauxit Fe₂O₃-tartalma.

A részterületeken belül a lencsék átlagai is eltérőek. Az izamajori részterületen a legkisebb és legnagyobb lencseátlag eltérése 7,4%, az alsó-nyirádi-erdei és dült-nyíresi lencséké pedig 9,7%. Véleményem szerint ezek a különbségek is a szingenetikus helyi bauxitosodásra vezethetők vissza. Egyetlen lencse átlaga sem éri el a 30%-ot (7. táblázat).

A fenti átlagértékek hibaforrása lehet az *eloszlás jellege*. Ennek aszimmetriáját az alumínium és szilíciumhoz hasonlóan a *ferdeségi mutatóval* lehet a legjobban kifejezni. Ezért a 7. táblázatban ezeket is feltüntettem. A Deáki-hegy összes 1,0-et meghaladó ferdesége negatív előjelű, azaz az eloszlás a nagyobb Fe₂O₃-értékek felé hajlik. Ennek torzító hatását az Al₂O₃-hoz és SiO₂-höz hasonlóan a Tukey-féle robusztus átlaggal helyesbítettem. Azokban a lencsékben ahol három, vagy ennél is kevesebb fúrás harántolt bauxitot nem volt lehetőség a ferdeségi mutató kiszámítására.

Az *átlagszámítás standard hibája* a legtöbb lencsében ±0,5%-nál kisebb. Csupán néhány lencsében ért el 2–5%-ot. Ennek oka az itteni fúrások kis számában van.

A *móduszokat* az Fe₂O₃-ra is kiszámítottam (7. táblázat). Az izamajori részterületen a móduszok eléggé egységesek, 25–26% a leggyakoribb módusz. Az Alsó-Nyirádi-erdő területén ezzel szemben nincs kitüntetett gyakoriságú módusz, 9–10% és 30–31% Fe₂O₃-tartalom között mindenféle érték előfordul. Véleményem szerint ez az eloszlás csak a bauxit felhalmozódása utáni helyi vaskioldás és vaskicsapódás révén jöhetett létre. A Dült-nyíresben is 21–22% és 29–30% között fordulnak elő móduszok, melyek kialakulása hasonló módon magyarázható. Az Ódörögdpusztá térségében a bauxitmóduszok tág határok között ingadoznak: a legkisebbek 20–21%, a legnagyobbak 25–26% közt vannak.

A lencsék átlagos *szórása* is igen különböző. Az izamajori lencséké a legkisebb és legegységesebb. A részterület 19 lencséje közül 14-ben ±3,0-nál kisebb a szórás. Az Alsó-Nyirádi-erdő legtöbb lencséjén ennél nagyobb az átlagos szórás,

7. táblázat. A bauxit Fe₂O₃-tartalmának fő statisztikai paraméterei

A lencse neve, sorszáma	Átlag (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)	Ferdeség	Szórás
Izamajor						
Edgár	22,7	18,0	25,8	23 24	0,32	2,0
I.	25,2	22,9	27,0	26–27	-0,68	1,1
II.	24,6	21,0	28,3	26–27	-0,48	2,1
III.	25,2	22,5	27,0	24–25	0,14	0,9
IV.	25,5	16,2	27,2	25–26	-2,29	2,5
V.	25,1	24,0	28,2	25–26	1,07	1,3
VI.	27,1	22,5	27,3	27–28	-1,34	1,6
VII.	24,2	19,8	27,0	23 25	0,19	1,8
VIII.	24,5	21,2	26,9	26 27	0,35	1,9
IX.	24,6	14,0	28,0	24 25	2,04	2,9
X.	24,3	23,4	25,4	24–25	0,78	0,7
XI.	25,5	24,1	25,8	25–26	-2,31	0,6
XII.	26,1	22,0	27,4	25–27	-1,50	1,0
XIII.	25,5	16,0	27,9	27–28	-1,15	3,8
XIV.	20,9	16,8	23,7	21–22	-1,38	2,6
XV.	20,2	11,5	26,8	22–23	-1,02	5,3
XVI.	27,6	18,6	35,9	27 28	0,24	3,2
XII.	23,7	3,4	32,6	25 26	1,10	6,2
XVIII.	24,9	18,7	28,9	26 27	0,82	3,7

7. táblázat. folytatás

A lencse neve, sorszáma	Átlag (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)	Ferdeség	Szórás
Alsó-Nyírádi-erdő						
Ferenc dél	22,4	19,5	22,6	22 23	1,92	0,9
Táncsics II	24,8	12,4	27,4	27 28	2,62	3,1
THDNy	24,8	18,1	28,5	25-26	-1,04	3,1
I.	24,3	9,0	29,0	25 26	2,01	3,1
II.	25,7	20,9	28,6	25-26	-0,73	1,9
III.	27,0	5,7	29,3	27 28	2,56	3,4
IV.	26,8	11,2	29,8	26-27	-2,01	3,4
V.	28,9	13,6	32,9	30 31	2,00	3,5
VI.	19,6	5,6	28,4	9-10	0,38	9,0
VII.	23,9	21,4	25,8	21 22		
VIII.	27,2	9,9	29,7	26-29	-3,72	2,5
IX.	23,6	8,1	30,8	24 25	0,58	4,4
X.	26,4	7,2	26,8	26-27	-2,87	4,3
XI.	19,2	10,8	25,5	19 20	0,57	5,1
XII.	24,7	-	-	-	-	-
XIV.	25,7	14,9	32,4	24 25	0,99	4,9
XV.	21,5	13,0	31,5	20 21	0,70	9,3
XVII.	25,8	24,6	26,6	26-27	-	-
XVIII.	21,0	18,3	25,1	18 19		
XIX.	25,9	19,9	28,5	27-28	-1,31	2,8
XX.	25,3					
Dült-nyíres						
III.	23,5	11,5	26,8	24 25	1,48	3,3
IV.	21,9	15,2	26,0	21-22	-0,81	2,7
V.	19,8	6,8	29,8	21 22	1,30	6,8
VI.	25,0	11,7	30,7	25-26	-1,56	4,3
X/a	28,8	25,4	31,0	29 30	0,41	1,7
X/b	27,0	12,8	32,3	27-28	-0,88	3,7
XI.	28,8	4,5	38,0	28 30	1,81	9,0
XII.	19,6	14,5	26,5	-	-	-
XIII.	28,0	26,4	28,8			
XIV.	25,4	18,4	35,0	26-27	0,31	4,1
XV.	29,3	10,8	32,5	29-30	-2,39	3,8
XXIX.	28,0	25,9	30,2	29 30	0,04	2,0
Nyírádi-medence						
I.	27,6	13,3	32,2	26 27	1,28	5,80
II.	30,7	-	-	-	0,00	-
III.	0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
IV.	24,2	25,4	25,4	25-26	-	-
V.	19,8	22,7	22,7	22 23		
VI.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,00
VIII.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,00
IX.	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0,00
X.	0,0	0,0	0,0	0	-	-
XI.	25,1					
Ödörögdpuszta						
Nyugati lencsecsoport						
I.	23,8	15,5	24,5	23-24	-2,94	2,40
II.	20,5	15,5	23,5	23 24	0,71	3,30
III.	21,1	20,9	21,2	21-22	-	-
V.	19,4					
VI.	21,4	19,2	23,0	20-21	-0,20	1,10
Keleti lencsecsoport						
IV.	24,4	7,8	29,4	24-25	-1,61	5,30
VIII.	24,5	12,0	25,6	25 26	1,56	7,30
IzaXX.	11,6	3,3	21,0	20-21	0,38	6,10

a legnagyobb érték $\pm 9,3\%$. Hasonló a helyzet a Dült-nyíres lencséiben is (7. táblázat). Ez is az erőteljesebb szin- és diagenetikus geokémiai átalakulásokat jelzi. Különösen nagy szórásokat észleltem az ódörögdpusztai keleti lencsecsoportban $\pm 5,3$ és $7,3\%$ között. Ennek okát a bauxit helyi áthalmazódásában látom.

A lencséken belül a *fúrások szintjén* még tágabb határok között váltakozik a bauxit Fe_2O_3 -tartalma, melynek legkisebb és legnagyobb átlagait a „minimum” és „maximum” oszlopokban szintén feltüntettem a 7. táblázatban. A legkisebb fúrásátlagok több fúrásban 10%-nál is kisebbek. A legkisebb 4,5% a dült-nyíresi XI. lencse Nd-3073 fúrásában. Ugyanakkor a Dült-nyíres hét fúrásában 30%-ot meghaladó a „maximum”, legtöbb az Nd-1128 számú fúrásban: 30,8%. Az izamajori bauxit jóval egységesebb Fe_2O_3 -tartalmú, de egy fúrásban csak 3,4% az átlagos Fe_2O_3 -tartalmat találtam. (Ni-446 számú fúrásban). Az Ódörögdpusztai keleti lencsecsoportjában a XXI. lencséiben is 3,3% az egyik fúrás Fe_2O_3 -tartalma.

Mindazon lencséről, ahol a fúrások száma ezt lehetővé tette *gyakorisági hisztogramokat* is szerkesztettem. Az Al_2O_3 és SiO_2 -höz hasonlóan a hisztogramokon az eloszlásnak megfelelő Gauss-görbét is feltüntettem. (27. ábra). Kevés a közel szimmetrikus eloszlású bauxit. Ilyen az Izamajor XVI. lencse bauxitja (27. ábra, a). Jóval gyakoribb az erős aszimmetria a nagy vastartalom irányába. Jó példája ennek az Alsó-Nyirádi-erdő III. és a Dült-nyíres XV. lencse (27. ábra, b és c). Mindkét lencséiben ugyanakkor kevés vasszegény bauxit is előfordul. A szélsőségesen eltérő összetételű bauxit példája a dült-nyíresi XI. lencse, ahol a vasban dús módusz (28–30% Fe_2O_3) mellett vasszegény és vasdús bauxit is előfordul (27. ábra, d). A hisztogramok a nyirádi bauxit vastartalmának rendkívül sokrétű, szélsőséges eloszlását jelzik.

Kétváltozós korrelációs számításokat végeztem a bauxit vastagsága és átlagos Fe_2O_3 -tartalma között. A lencsék többségében nincs korrelációs kapcsolat a két változó között. Kivétel ez alól a Dült-nyíres X/a lencse, ahol egyértelműen nő a bauxit vastartalma a vastagsággal (28. ábra).

A mérettartomány hatás megismerése céljából a statisztikus kiértékelést a *vegyelemzési intervallumok* szintjére is kiterjesztettem. Azt tapasztaltam, hogy a vastartalom változékonysága ezen a szinten a legnagyobb. Számos fúrásban a bauxit legnagyobb Fe_2O_3 -tartalma a 32–37%-ot is eléri, mintegy átmenetet képezve az alumíniumdús ferritbe. Ugyanakkor vasszegény bauxit is előfordul kis mennyiségben 3–8% Fe_2O_3 -tartalommal. Véleményem szerint mindezek az extrém eloszlások dia- és epigenetikus geokémiai folyamatok termékei.

A vastartalom *vertikális eloszlása* az alumínium és szilíciuménál szabálytalanabb. A lencsék középső részén a legnagyobb a vastartalom és lefelé fokozatosan csökken.

Az *agyagos bauxit* Fe_2O_3 -tartalmának megismerése céljából kiszámítottam a legkisebb és a legnagyobb lencseátlagokat, valamint az agyagos bauxit móduszait. Közülük az izamajori eredményeket mutatom be (8. táblázat). A legkisebb átlagok itt is 10%-nál kisebbek. A legnagyobb átlagok többsége 22 és 29% között van, csak kettő haladja meg a 30%-ot. A móduszok gyakorisága jellegzetesen egy-maximumos. A leggyakoribb módusz 22–23% Fe_2O_3 -tartalomnál van. Ez a szorosan vett bauxit leggyakoribb móduszánál 3%-al kisebb.

8. táblázat. Az izamajori agyagos bauxit Fe_2O_3 -tartalmának fő statisztikai paraméterei

A lencse neve, sorszáma	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)
Izamajor			
Üdgar	7,0	28,6	18–19
I.	6,5	29,5	21–22
II.	17,5	22,2	17–18
III.	2,6	28,7	19–20
IV.	12,5	27,6	21–22
V.	20,1	22,8	22–23
VI.	15,0	22,4	20–21
VII.	16,7	24,6	22–23
VIII.	7,6	23,7	22–23
IX.	7,2	28,8	19–20
X.	9,0	22,0	20–21
XI.	19,7	23,1	22–23
XII.	19,0	30,1	21–22
XIII.	9,5	23,6	23–24
XIV.	10,9	21,7	14–15
XV.	12,3	25,6	23–24
XVI.	6,6	28,2	25–26
XII.	9,1	31,9	22–23
XVIII.	9,1	26,5	26–27

A *bauxitos agyag* minimum-maximum átlagait és móduszait szintén kiszámítottam. Közülük összehasonlítás céljából az izamajori eredményeket mutatom be (9. táblázat). A legkisebb minimum 1,3%, a legnagyobb maximum pedig 28,7%, mindkettő a II. lencséiben van. Még jobban észlelhető ez a móduszok gyakorisági eloszlásában. Itt 11–12% Fe_2O_3 a leggyakoribb módusz. Ez pedig az agyagos bauxiténál 11%-al kevesebb. A vastartalom lecsökkenése különösen a bauxitlencsék legalján levő bauxitos agyagra jellemző, ami valószínűleg másodlagos vaskioldás következménye.

Az *alumíniumdús ferritben* jelentősen megnő az Fe_2O_3 -tartalom. Az izamajori és alsó-nyirádi-erdei lencséikben csak elvétve fordul elő, a Dült-nyíres lencséiben viszont gyakori 1–8% mennyiségben. Fe_2O_3 -tartalma lencsenként igen eltérő. Többnyire 33–42%. A Dült-nyíres III. lencséiben átlagosan 46,1%, a XI. lencséiben pedig 52–55%. A XI/b lencse Nd-3065 számú fúrásában 7,4 méter vastagságot ér el, 49% átlagos Fe_2O_3 -tartalommal. Ezen belül egy elemzési intervallumban 67%. A Nyirádi-medence I. lencséjében három fúrásban

9. táblázat. Az izamajori bauxitos agyag Fe_2O_3 -tartalmának fő statisztikai paraméterei

A lencse neve, sorszáma	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)
Izamajor			
Edgár	5,8	16,4	11 12
I.	3,4	26,4	11 12
II.	1,3	28,7	5 6
III.	4,2	22,3	11-12
IV.	4,2	20,6	6-7
V.	8,5	16,6	13-14
VI.	12,8	18,6	13-14
VII.	10,5	22,8	12 13
VIII.	4,8	17,7	16 17
IX.	4,0	19,1	14 15
X.	7,0	16,1	12 13
XI.	6,1	16,6	8 9
XII.	8,0	22,7	22-23
XIII.	3,0	27,6	12-13
XIV.	11,6	16,4	14-15
XV.	9,2	23,1	11-12
XVI.	5,4	26,0	11 12
XII.	9,5	28,0	20 21
XVIII.	6,3	19,7	10 11

2,1%. Az ódörögdpusztai területen a keleti lencsecsoport átlaga 2,2%, a nyugatié pedig a feltűnően magas 2,7%. Ennek magyarázatával a genetikai fejezetben foglalkozom.

A *ferdeség* a lencsék többségében $\pm 1,0$ -nál kisebb, előjele közel azonos arányban pozitív és negatív (10. táblázat). A legnagyobb ferdeséget az izamajori XIV. lencsében észleltem: +2,46. Ott ahol a ferdeség az egységet meghaladta a korábbi komponensekhez hasonlóan a Tukey-féle robusztus becslőt alkalmaztam a torzítás kiküszöbölésére.

Az átlagszámítás standard hibája a legtöbb lencsében $\pm 0,1$ -nél kisebb, csak néhány lencsében ért el 0,3%-ot.

van alumíniumdús ferrit 41,7%, 46,0% és 45,6% Fe_2O_3 -tartalommal. Ugyanitt a III. lencsében 1,6 méter alumíniumdús ferritet harántoltak 37,2% Al_2O_3 -tartalommal. A bauxitösszletnek ez a része véleményem szerint részben epigenetikus vas mobilizáció hatására jött létre, kisebb részben az egykori lateritszelvények vaskérgének lepusztulásából származik. Utóbbiak az előfordulás déli részén gyakoribbak.

A *felső övezet* Fe_2O_3 -tartalma epigenetikus geokémiai folyamatok hatására rövid távolságokon belül is szélsőségesen változik 2% és 35% között. Alsó részén helyenként néhány centiméter vastag vasdús kéreg figyelhető meg, amit a korábbi fejezetekben ismertettem.

TiO₂-tartalom

A TiO_2 -meghatározás analitikai hibája nedves kémiai elemzés esetén $\pm 0,2\%$.

A Deáki-hegy területére a szorosan vett bauxit súlyozott átlaga 2,3%. Ez alig kevesebb a halimbai előfordulás bauxitjának átlagánál: 2,4%. Ugyanakkor több a malom-völgyi és szöci bauxit 2,0%-os átlagánál. A deáki-hegyi részterületek átlaga közel azonos: Izamajor és Dült-nyíres 2,3%, Alsó-Nyirádi-erdő 2,4%.

A Nyirádi-medence lencséinek átlaga valamivel kisebb:

10. táblázat. A bauxit TiO_2 -tartalmának fő statisztikai paraméterei

A lencse neve, sorszáma	Átlag (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)	Ferdeség	Szórás
Izamajor						
Edgár	2,7	2,1	3,4	2,7 2,8	0,79	0,2
I.	2,4	1,9	3,0	2,2-2,3	0,56	0,3
II.	2,2	1,9	2,7	2,2-2,3	0,18	0,2
III.	2,7	2,3	3,3	2,8-2,9	0,20	0,3
IV.	2,2	1,7	2,9	2,2-2,3	-0,01	0,3
V.	2,3	2,0	2,5	2,4-2,5	-0,56	0,2
VI.	2,6	2,5	2,8	2,5-2,6	0,02	0,2
VII.	2,6	2,1	3,2	2,4 2,5	0,85	0,3
VIII.	2,5	2,2	3,1	2,4 2,5	1,14	0,2
IX.	1,9	1,3	2,9	1,7 1,8	0,62	0,4
X.	2,1	2,0	2,4	2,0-2,1	0,70	0,2
XI.	2,3	2,0	2,8	2,3-2,4	0,96	0,2
XII.	2,4	2,0	2,7	2,4-2,5	-0,70	0,2
XIII.	2,6	1,9	3,6	3,0-3,1	0,30	0,4
XIV.	2,1	1,2	2,5	2,0-2,1	2,46	0,2
XV.	2,0	1,2	2,3	2,2-2,3	-1,58	0,5
XVI.	2,0	1,2	2,8	2,2 2,3	0,39	0,4
XII.	2,3	1,6	3,1	2,2 2,3	0,26	0,4
XVIII.	2,2	1,7	3,1	2,0 2,1	0,88	0,4

10. táblázat. folytatás

A lencse neve, sorszáma	Átlag (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)	Ferdeség	Szórás
Alsó-Nyírádi-erdő						
I. erenc dél	2,6	2,0	2,9	2,4-2,5	-0,06	0,3
Táncsics II	2,5	1,4	2,8	2,7-2,8	-2,09	0,3
THDNY	2,3	1,7	2,6	2,2-2,3	-0,31	0,2
I.	2,5	1,3	3,4	2,2-2,3	-0,45	0,4
II.	2,4	1,1	2,8	2,1-2,2	0,39	0,3
III.	2,6	2,1	4,1	2,5-2,6	1,26	0,4
IV.	2,3	1,7	3,1	2,0-2,1	0,49	0,4
V.	2,1	1,9	2,8	2,2 2,3	0,94	0,2
VI.	2,7	1,7	3,5	3,4 3,5	0,27	0,7
VII.	2,3	2,2	2,3	2,2 2,3		
VIII.	2,1	1,8	3,0	2,2-2,3	0,67	0,2
IX.	2,3	1,3	3,5	2,5-2,6	0,18	0,3
X.	2,6	2,0	3,1	2,4-2,5	0,15	0,4
XI.	2,2	1,9	2,4	2,3-2,4	-0,08	0,2
XII.	2,1	—	—	—	—	—
XIII.	2,6	2,0	3,6	2,9-3,0	0,30	—
XIV.	2,1	1,6	2,6	2,1 2,2	0,42	0,3
XV.	2,6	1,9	3,0	2,9 3,0	1,68	0,6
XVI.	2,6	1,7	4,4	2,5 2,6	1,33	0,6
XVII.	2,0	1,4	2,3	2,2 2,3		
XVIII.	2,1	2,1	2,1	2,1-2,2	—	—
XIX.	2,6	1,9	2,8	2,7-2,8	-1,69	0,3
XX.	1,4	—	—	—	—	—
XXI.	2,8	2,6	2,9	2,8-2,9	—	—
Dült-nyíres						
III.	2,6	1,8	4,0	2,9 3,0	0,13	0,4
IV.	2,4	2,2	2,7	2,4 2,5	0,58	0,1
V.	2,5	0,9	3,4	2,5 2,6	1,26	0,6
VI.	2,3	1,3	2,7	2,4 2,5	1,24	0,4
X/a	2,3	2,0	2,5	2,2-2,3	-0,34	0,2
X/b	2,1	1,6	2,8	1,9-2,0	0,77	0,2
XI.	2,1	1,7	3,0	1,8-1,9	1,40	0,3
XII.	2,5	1,9	3,0	—	—	—
XIII.	2,5	1,9	3,0	—	—	—
XIV.	2,5	2,4	3,3	2,4 2,5	1,90	0,3
XV.	2,4	1,2	3,3	2,2 2,3	0,20	0,3
XXIX.	2,2	1,6	2,5	2,4 2,5	0,93	0,4
Nyírádi-medence						
I.	2,1	1,0	3,2	2,1-2,2	-0,49	0,70
II.	1,6	—	—	—	—	—
III.	0,0	0,0	0,0	0	0,00	
IV.	2,4	2,3	2,5	2,3-2,4	—	—
V.	2,4	2,2	2,8	2,2-2,3	—	—
VI.	0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
VIII.	0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
IX.	0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
X.	0,0	0,0	0,0	0	0,00	0,00
XI.	2,0	—	—	—	—	—
Ödörögdpusztá						
Nyugati lencsecsoport						
I.	2,8	2,7	2,9	2,8-2,9	0,22	0,05
II.	3,0	2,3	3,2	3,0 3,1	1,64	0,26
III.	2,9	2,9	2,9	2,8 2,9		
V.	1,9					
VI.	2,3	1,9	2,7	2,2 2,3	0,28	0,19
Keleti lencsecsoport						
IV.	2,2	1,8	2,6	2,5-2,6	0,20	0,29
VIII.	2,4	2,1	2,5	2,4-2,5	-1,29	0,21
IzaXX.	2,4	2,1	4,0	2,1-2,2	1,76	0,56

Az eloszlás módusát itt is mindenegybes lencsére kiszámítottam, ahol legalább 3 fúrás állt rendelkezésre. Az Izamajor és az Alsó-Nyirádi-erdő lencséiben a leggyakoribb módusz 2,2–2,3%, a Dült-nyíresben pedig 2,4–2,5%. Figyelemre méltó hogy két lencsében a módusz meghaladta a legnagyobb lencseátlagot: Izamajor XIII. lencsében 3,0–3,1% és az Alsó-Nyirádi-erdő VI. lencsében 3,4–3,5%. (10. táblázat). A Nyirádi-medencében 2,3–2,4% a leggyakoribb módusz. Feltűnően magasak a móduszok Ódörögdpusztá nyugati lencsecsoportjában, ahol 2,8–3,1% a leggyakoribb érték. A keleti lencsecsoportban 2,5–2,6% a leggyakoribb módusz.

Az eloszlás lencsenkénti változékonyságát a *szórással* jellemeztem (10. táblázat). A legtöbb szórás $\pm 0,4\%$ -nál kisebb. Ez a TiO_2 -eloszlás kis változékonyságát jelzi.

A többi komponenshez hasonlóan a *fúrások szintjén* is kiszámítottam az átlagos TiO_2 -tartalmat, valamint a legkisebb és a legnagyobb átlagokat. Ezeket a 10. táblázat „minimum” és „maximum” oszlopaiban tüntettem fel. A legnagyobb TiO_2 -átlag 4,4% volt az Alsó-Nyirádi-erdő XVI. lencséjében. Ugyanakkor a legkisebb átlag csak 0,9% (Dült-nyíres V. lencsében).

A lencsék *gyakorisági hisztogramjait* szintén kiszámítottam, ahol ehhez kellő számú fúrás állt rendelkezésre. Az egységnél kisebb ferdeségnek megfelelően a legtöbb hisztogram közel szimmetrikus és közel áll a megfelelő Gauss-görbéhez. Jó példa erre az izamajori Edgár lencse hisztogramja (29. ábra, a). Jóval kevesebb a kis TiO_2 -tartalom felé aszimmetrikus eloszlás. Ennek példája látható a Dült-nyíres X/b lencse hisztogramján (29. ábra, b). Végül néhány lencsén gyenge aszimmetriát tapasztaltam a nagy TiO_2 -tartalom irányába. Ennek példája az izamajori XVI. lencse (29. ábra, c).

Az előzőekben tárgyalt komponensekhez hasonlóan a TiO_2 -tartalom és a fúrások bauxitvastagsága között *kétváltozós korrelációs számítás*t végeztem. A két változó között nem találtam érdemleges korrelációs kapcsolatot.

A statisztikus értékelést a *vegyelemzési intervallumok szintjén* is elvégeztem a mérettartomány hatás vizsgálatára. A TiO_2 -tartalom változékonysága ezen a szinten a legnagyobb. 1,3%-nál kisebb TiO_2 -értékeket nem találtam a bauxitban, felfelé viszont jóval nagyobb a változékonyság. Számos fúrásban találtam 4,0-tól 4,6%-ig terjedő elemzési intervallumokat. Egyedül az Alsó-Nyirádi-erdő XVI. számú lencsében találtam egy 0,4 méteres elemzési intervallumot 5,6% TiO_2 -tartalommal. Figyelemre méltó szabályszerűség az, hogy a TiO_2 -tartalom a bauxit tetején a legnagyobb és lefelé fokozatosan csökken a 2,0–2,3% szintre.

Az *agyagos bauxit* TiO_2 -tartalma a szorosan vett bauxitnál 0,3–0,6%-al kisebb. A fúrási átlagok itt is tág határok között mozognak. Az izamajori részterület adatait a 11. táblázatban mutatom be. A legnagyobb fúrási átlagok 3,5–3,6%-ig terjednek. Egyedül a III. lencsében észleltem egy 5,5%-ot elérő elemzési intervallumot. A lencsék móduszai is tág határok között mozognak 1,5 és 2,7% között. A leggyakoribb módusz 1,8–2,0%. Ez 0,3%-al kisebb a szorosan vett bauxit leggyakoribb móduszánál. Az Alsó-Nyirádi-erdő és a Dült-nyíres lencséinek agyagos bauxitja gyakorlatilag ugyanilyen TiO_2 -eloszlást mutat. Az ódörögdpusztai nyugati lencsecsoportban feltűnően magas fúrási átlagokat észleltem az I., II. és VI. lencséikben 2,8 és 2,9% TiO_2 -tartalommal.

11. táblázat. Az izamajori agyagos bauxit TiO_2 -tartalmának fő statisztikai paraméterei

A lencse neve, sorszáma	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)
Izamajor			
Edgár	1,0	3,0	2,4 2,5
I.	1,6	2,1	2,0 2,1
II.	1,7	5,5	2,1 2,2
III.	1,4	3,4	1,8–1,9
IV.	1,5	2,5	2,0–2,1
V.	1,8	2,8	1,9–2,0
VI.	1,7	2,8	2,1–2,2
VII.	1,7	3,6	1,9 2,0
VIII.	1,5	3,0	1,6 1,7
IX.	1,8	2,3	1,9 2,0
X.	1,5	1,9	1,8 1,9
XI.	1,6	3,7	2,0 2,1
XII.	1,0	2,9	2,5–2,6
XIII.	1,0	2,6	2,3–2,4
XIV.	1,2	3,0	1,5–1,6
XV.	1,1	3,6	1,9–2,0
XVI.	1,0	2,3	1,8 1,9
XII.	3,3	3,3	1,8 1,9
XVIII.	1,8	3,6	2,6 2,7

A *bauxitos agyag* TiO_2 -tartalma a legtöbb lencsében 0,3–0,5%-al kisebb az agyagos bauxiténál. Az összetétel kevésbé változékonny. Ennek megfelelően a móduszok is szűkebb határok között mozognak. Kiütő értékeket nem észleltem.

Az *alumíniumdús ferritben* a TiO_2 -tartalom is lecsökken, többnyire 1,2–1,6%-ra. A felső övezet alsó határán levő epigenetikus vaskéregben többnyire 1,5–2,0% TiO_2 -t észleltem.

A *felső övezetben* az erőteljes epigenetikus geo-kémiai átrendeződés ellenére a TiO_2 -tartalom viszonylag változatlan maradt, illetőleg kissé feldúsult 2,3–2,9%-ra. Ez annak köszönhető, hogy a bauxit öt fő kémiai komponense közül a titán a legkevésbé mobilis.

Izzítási veszteség

A bauxitminták sorozatelemzései során az izzítási veszteséget határozzák meg, ami a kémiai kötött víz mellett a CO_2 -t és az SO_3 -at is tartalmazza. Sajnos túl kevés meghatározásuk történt ahhoz, hogy a $+\text{H}_2\text{O}$ tartalmat külön értékelhetem volna. Az izzítási veszteség értékelése így is hasznos, mert a normális vörös bauxitban a fenti két komponens mennyisége jelentéktelen. A hagyományos

nedves kémiai elemzéssel az izzítási veszteség analitikai hibája $\pm 0,3\%$.

A Deáki-hegy területére a szorosan vett bauxit súlyozott átlaga 12,7%. Ez alig valamivel nagyobb a halimbai bauxit 12,5% átlagánál. Ugyanakkor a túlnyomóan trihidrátos felépítésű malom-völgyi bauxitban 21,5%, a szőci bauxitban pedig 19,9% a súlyozott átlag.

A monográfia területén belül legkisebb a Dült-nyíres bauxitjának átlaga: 12,4%. Valamivel nagyobb az izamajori bauxité: 12,6%, az alsó-nyirádi-erdei bauxité pedig 13,0%. Az északkeleti peremet alkotó nyirádi-medencei bauxitban a helyi súlyozott átlag: 12,7%. Végül Ódörögdpusztá nyugati lencsecsoportjában 13,3%, a keletiben pedig 16,7% a bauxit izzítási vesztesége. Az utóbbi szokatlanul magas érték külön genetikai értékelést igényel, amelyre a bauxitgenetikai fejzetben kerül sor.

A Délnyugati-Bakony bauxitjának rendszeres ásványtani vizsgálata alapján arra a tapasztalatra jutottam, hogy a bauxit uralkodóan boehmites felépítésű, ha az izzítási veszteség 14%-nál kevesebb. Vegyes boehmit-gibbsites felépítésű a bauxit, ha az izzítási veszteség 14–20%. Uralkodóan gibbsites a bauxit 20%-nál nagyobb izzítási veszteség mellett. Ezt a felosztást alapul véve monográfiaink területén a lencsék túlnyomó többsége uralkodóan boehmites felépítésű. Vegyes boehmites-gibbsites bauxit elsősorban Ódörögdpusztá keleti lencsecsoportjában fordul elő, a többi részterületen pedig 1–3 lencsében. Uralkodóan gibbsites felépítésű bauxit monográfiaink területén nem ismeretes.

A 12. táblázatban a lencsék átlagos izzítási veszteségét

12. táblázat. A bauxit izzítási veszteségének fő statisztikai paraméterei

A lencse neve, sorszáma	Átlag (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)	Ferdeség	Szórás
Izamajor						
Edgár	12,8	12,4	16,8	12-13	2,01	0,1
I.	12,4	11,1	14,0	12-13	0,40	0,1
II.	12,2	11,5	14,2	12-13	1,64	0,1
III.	12,3	12,0	16,0	12-13	1,78	1,0
IV.	12,6	12,5	15,5	12-13	2,51	0,1
V.	12,4	11,6	17,3	12-13	1,66	0,3
VI.	12,5	12,3	13,0	12-13	0,83	0,1
VII.	12,5	12,2	16,4	12-13	4,05	0,1
VIII.	12,8	12,0	13,7	12-13	-0,39	0,1
IX.	12,9	12,2	15,7	13-14	2,25	0,1
X.	12,4	12,1	12,7	12-13	0,68	0,1
XI.	12,6	12,3	12,7	12-13	1,09	0,1
XII.	12,8	12,2	13,1	12-13	-0,58	0,1
XIII.	12,1	12,0	20,8	12-13	4,15	0,2
XIV.	14,2	12,9	18,7	12-13	2,16	1,2
XV.	14,7	11,1	26,8	14-15	1,68	2,5
XVI.	12,2	11,0	22,5	12-13	4,13	0,1
XVII.	13,1	11,7	22,8	12-13	1,66	0,3
XVIII.	12,8	11,8	15,3	12-13	1,28	1,3
Alsó-Nyirádi-erdő						
Ferenc dél	13,2	13,0	13,6	13-14	0,89	0,2
Iánosies II	12,8	12,1	15,0	12-13	2,36	0,6
TIIDNy	12,3	12,1	14,0	12-13	1,50	0,7
I.	13,2	11,9	19,6	13-14	2,68	1,4
II.	13,0	12,5	14,6	13-14	-1,28	0,5
III.	12,7	12,3	16,3	12-13	1,33	1,0
IV.	12,4	12,0	15,5	12-13	1,58	1,0
V.	12,1	11,2	17,0	12-13	2,41	1,2
VI.	14,5	12,8	22,6	15-16	2,05	2,4
VII.	12,9	12,5	13,5	13-14	-	-
VIII.	12,2	11,6	17,8	12-13	4,19	0,7
IX.	12,9	11,5	26,6	12-13	0,18	2,3
X.	12,7	11,3	22,0	12-13	4,13	2,0
XI.	14,0	12,5	15,8	14-15	0,45	1,1
XII.	12,9	-	-	-	-	-
XIV.	12,5	11,9	15,4	12-13	1,78	1,0
XV.	14,7	14,0	16,9	14-15	1,73	1,7
XVI.	13,8	10,3	23,1	13-14	1,45	3,0
XVII.	12,6	12,5	12,7	12-13		
XVIII.	13,3	12,6	13,7	13-14		
XIX.	13,4	11,9	20,5	11-12	2,13	3,0
XX.	12,9	-	-	-	-	-
Dült-nyíres						
III.	12,8	12,0	22,6	12-13	1,61	2,6
IV.	11,5	11,9	25,6	12-13	3,74	3,3
V.	14,9	13,6	21,9	15-16	2,62	2,8
VI.	12,9	11,4	18,8	12-13	3,10	1,5
X/a	12,0	11,9	12,3	12-13	0,84	0,1
X/b	12,2	11,7	28,2	11-12	7,30	1,3
XI.	12,0	11,3	21,0	12-13	2,71	2,3
XII.	15,2	13,0	16,8	-	-	-
XIII.	12,6	12,3	13,0	-	-	-
XIV.	14,1	12,8	15,6	15-16	0,89	1,4
XV.	12,3	11,5	20,0	12-13	2,36	1,1
XXIX.	12,2	11,4	13,0	12-13	1,50	0,7
Ódörögdpusztá						
Nyugati lencsecsoport						
I.	12,5	12,0	13,7	12-13	2,20	0,38
II.	13,5	12,2	19,0	14-15	1,87	1,92
III.	14,5	14,2	14,9	14-15		
V.	12,7	12,7				
VI.	12,6	12,1	15,4	12-13	1,18	0,87
Keleti lencsecsoport						
IV.	17,0	15,2	19,0	18-19	0,12	1,43
VIII.	15,6	14,5	17,3	15-16	1,15	1,44
IzaXX.	17,6	16,7	24,5	16-17	1,14	2,98

mutatom be a főbb statisztikai mutatókkal együtt. Az izamajori részterületen csupán két lencse átlaga haladja meg valamivel a 14%-os határt (14,2, 14,7%). Az Alsó-Nyirádi-erdőben ugyancsak két lencse átlaga haladja meg a határt (14,5 és 14,7%). A Dült-nyíresben három ilyen lencse van némileg magasabb izzítási veszteséggel (14,1, 14,9 és 15,2%). A Nyirádi-medence lencséiben kivétel nélkül 14%-nál kisebb az átlagos izzítási veszteség. Végül Ódörögdpusztai térségében a III., IV., VIII. és XXI. lencsék átlaga 14,5–17,5%.

A lencsék súlyozott átlagai részterületenként eltérő mértékben különböznek egymástól. Legkisebb a különbség Izamajorban (2,5%). Az Alsó-Nyirádi-erdőben 2,6% és a Dült-nyíresben 3,7%.

A lencseátlagok túlnyomó része erősen aszimmetrikus eloszlású a nagyobb izzítási veszteség irányába. A *számított ferdeségek* többnyire +1–4 között vannak (12. táblázat). A súlyozott átlagokat ennek megfelelően a Tukey-féle robusztus becslővel (maximum likelihood estimator) korrigáltam.

Az *átlagszámítás standard hibája* a legtöbb lencsében $\pm 0,4\%$ -nál kisebb, csak néhány fúrásban éri el az $1,0\%$ -ot. A számítások eredményei ezért megbízhatóknak tekinthetők.

A többi fő komponenshez hasonlóan az *eloszlás módusát* minden lencsére kiszámítottam (12. táblázat). Az 50 értékelhető lencse közül 35-ben 12–13% a módusz. Ez a tisztán boehmites felépítés túlsúlyát jelzi. Az izamajori részterületen 14–15% a legnagyobb módusz és csak egyetlen lencsében fordul elő. Az Alsó-Nyirádi-erdő és Dült-nyíres részterületen 15–16% a legnagyobb módusz és összesen három lencsében észleltem. Az ódörögdpusztai nyugati lencsecsoportban is 12–13% a leggyakoribb módusz, amit kis különbséggel 14–15% követ. Jelentősen eltérnek a fentiekől a keleti lencsecsoport három lencséjének móduszai (12. táblázat), amelyek szerint itt a vegyes boehmites-gibbsites bauxit a leggyakoribb. Ez érdemi ásványtani különbségnek felel meg, amit a genetikai fejezetben értékelek.

Az eloszlás változékonyságát a jelen esetben is a *szórással* értékeltem (12. táblázat). Izamajor térségében a szórás átlagosan $\pm 0,4\%$, az Alsó-Nyirádi-erdő lencséiben $\pm 0,6\%$ és a Dült-nyíresben $\pm 0,7\%$. Az izzítási veszteség eloszlásának változékonysága tehát délről észak felé haladva növekszik. Összhangban ezzel a Nyirádi-medencében $\pm 1,8\%$ a szórás. Ennek okát a korábbiakban már említett erőteljesebb szín- és diagenetikus geokémiai hatásokban látom. Az ódörögdpusztai lencsékben is $\pm 1,1$ – $2,2\%$ között van a szórás, a peremi helyzetnek és az áthalmozódásnak megfelelően.

A lencséken belül az *egyes fúrások szintjén* is vizsgáltam az izzítási veszteséget. A korábbiakhoz hasonlóan az egyes fúrások legkisebb és legnagyobb átlagait lencsenként a 12. táblázatban tüntettem fel a „minimum” és „maximum” oszlopokban. Az átlagok a lencseátlagoknál kissé tágabb határok között mozognak. A legkisebb fúrási átlagok 10,3–12,0% között mozognak. A legnagyobbak meglepően nagyok, több fúrásban 20–28%-ot érnek el, ezek gyakorisága azonban igen kicsiny. Epigenetikus gibbsitesedéssel magyarázhatók.

Gyakorisági hisztogramokat szerkesztettem az eloszlás jellegzetességeinek jobb megismerése céljából. Az eloszlás jellege a Deáki-hegy mindhárom részterületén igen hasonló. Mindegyik részterületről egy-egy hisztogramot mutatok be (30. ábra) olyan lencséről, ahol a bauxitot viszonylag sok fúrás harántolta. Jól látszik az egységes eloszlás 12–13% közötti maximummal. Ugyanakkor a legtöbb lencsében igen kis gyakorisággal 20%-ot meghaladó izzítási veszteség jelenik meg. Ezek a gibbsites bauxitot jelző intervallumok nincsenek közvetlen kapcsolatban a gyakorisági eloszlás fő tömegével. Érdemben eltér ettől az Ódörögdpusztai keleti lencséinek eloszlása. Ezt szemlélteti a XXI. lencse gyakorisági hisztogramja (31. ábra), amelyben jól elkülönül egy 20%-nál nagyobb és egy 16–19%-os izzítási veszteségű szakasz.

A fenti értékelés kiegészítésére *box-plotokat* szerkesztettem (32. ábra). Az SPSS számítógépes program „kiütő értékeknek” (outliers) tekinti azokat az elemzéseket, amelyek a „box” szélétől 1,5–3,0 box-távolságra vannak. Extrém értékek (extremes) pedig azok, amelyeknél a távolság 3,0-nál nagyobb. A legtöbb nagy izzítási veszteség az extrém értékek távolságában helyezkedik el, és csupán kisebb részük a kiütő érték (32. ábra). Mindezek alapján bizonyítottnak tűnik számomra, hogy ezek a gibbsites bauxitok a normál boehmites bauxit dia- és epigenetikus gibbsitesedése révén jöttek létre.

Kétváltozós korrelációs számításokat is végeztem a bauxit átlagos izzítási vesztesége és vastagsága között. Nem találtam érdemi korrelációt e két változó között.

A statisztikai értékelést a *vegyelemzési intervallumok szintjén* is elvégeztem a mérettartomány hatás megismerése céljából. Az izzítási veszteség változékonysága ezen a szinten a legnagyobb. Az előzőekben ismertetett, gibbsites bauxitot jelző, nagy izzítási veszteségek egy fúráson belül többnyire csak egy-két mintavételi intervallumon jelennek meg és a szorosan vett bauxit legfelső részén helyezkednek el. Ez is megerősíti másodlagos eredetüket.

Az *agyagos bauxit* átlagos izzítási vesztesége a szorosan vett bauxiténál néhány százalékkal nagyobb a megnövekedett kaolinittartalom miatt. Példaként az izamajori részterület agyagos bauxitjának izzítási veszteségét mutatom be (13. táblázat). Továbbra is 12–13% izzítási veszteség a leggyakoribb módusz, de jelentősen megnőtt a 13–14%-os módusz gyakorisága. E mellett néhány lencsében 14–15, 15–16 és 16–17%-os módusz is előfordul. Ott ahol agyagos bauxit van a lencse legfelső részén, a felső övezet alatt 20%-ot meghaladó maximum értékek is előfordulnak. Ezeket a bauxitban észleltékhez hasonlóan másodlagos gibbsitesedés termékének tekintem. Az Alsó-Nyirádi-erdőben és a Dült-nyíresben a fentiekkel megegyező az agyagos bauxit izzítási vesztesége.

13. táblázat. Az izamajori agyagos bauxit izzítási vesztesége

A lencse neve, sorszám	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)
Izamajor			
Edgár	13,0	18,4	16 17
I.	11,4	14,2	11 12
II.	11,9	13,5	12 13
III.	12,5	21,4	15–16
IV.	12,9	15,2	13–14
V.	12,3	19,0	12–13
VI.	12,0	15,7	13–14
VII.	11,5	17,9	12 13
VIII.	11,4	17,0	12 13
IX.	11,4	20,2	13 14
X.	12,2	18,0	12 13
XI.	12,2	12,8	12 13
XII.	11,9	13,6	13–14
XIII.	12,1	17,9	12–13
XIV.	12,5	15,6	14–15
XV.	11,9	21,7	15–16
XVI.	11,7	21,8	13 14
XII.	12,0	21,2	13 14
XVIII.	12,1	21,2	12 13

szorosan vett bauxitból. A mintavétel nem tekinthető reprezentatívnak, ezért a fő komponensekhez hasonló részletes kiértékelésre nem kerülhetett sor. A járulékos komponensekre vonatkozó adatok túlnyomó része a Bauxitkutató Vállalat kutatási zárójelentéseiben található. Az izamajori zárójelentés készítésekor lehetőségem nyílt a bányabeli mintavételi helyekről nemcsak a főelemek, de a járulékos elemek meghatározására is. A kapott eredmények a 3. táblázatban láthatók. Ezen felül a Fémipari Kutató Intézet „bauxitkataszterében” több vegyelemzést találtam a járulékos komponensekre vonatkozóan. A Bakonyi Bauxitbánya Kft. 1999-ben jelentést készített a Deáki-hegy régi bányaműveléseinek területén végzett pótkutatásainak eredményeiről. Ezek a bauxit fő- és járulékos komponenseire is kiterjedtek. Az így nyert adatok természetesen csak a termelésből visszamaradt bauxit összetételére vonatkoznak, de így is igen értékes geokémiai információkat tartalmaznak. Ezért a következőkben ezeket az adatokat is közlöm.

A Bakonyi Bauxitbánya Kft. éves hivatalos készletmérlegeiben szerepel többek között a földtani készlet átlagos CaO és MgO tartalma. Ennek adatait lásd később a 20. táblázatban.

CaO-tartalom

A hagyományos nedves elemzések analitikai hibája $\pm 0,2\%$. Az elemzések túlnyomó része a szorosan vett bauxitra korlátozódott és azon belül is a készletszámításba bevont bauxitra. Az itteni bauxitot viszonylag csekély CaO-tartalom jellemzi. A felső övezet 0,1–4,0% CaO-t tartalmaz. A középső övezet rozsdavörös bauxitjában többnyire 0,2–0,3% CaO található. (3. táblázat).

Az Edgár lencse pótkutatása során a bauxit CaO-tartalmát részletesebben értékelték: átlag 0,63%, a minimum 0,10%, a maximum 2,8%, a módusz 0,1–0,5%. Az izamajori XIII. lencsében 0,32% az átlag, 0,08–0,90% szélső értékekkel. Az Alsó-Nyirádi-erdő II. lencsében átlagosan 0,30%, a III. lencsében 0,33%, IV. lencsében pedig 60 vegyelemzés alapján átlagosan 1,9% CaO-t tartalmaz a bauxit. Végül a Dült-nyíres XV. lencsében a földtani készlet átlagos CaO-tartalma 0,87%. Az Ódorögdpuszta lencséiben 0,2 és 3,5% között váltakozik a bauxit CaO tartalma, az átlag mindenütt 1%-nál kevesebb.

A Bakonyi Bauxitbánya Kft. pótkutatási jelentése (JANKOVICS et al. 1999) a visszamaradt bauxit átlagos CaO tartalmáról lencsenként a következőket tartalmazza: Edgár 0,63%, Ferenc 0,93%, Gábor 0,11%, Károly 0,23%, Sándor 0,19%, Tácsics I. 0,23%

Az agyagos bauxitból csak néhány CaO elemzés készült (3. táblázat). Ezek szerint nincs érdemi különbség a bauxit és az agyagos bauxit CaO-tartalma között és ugyanez vonatkozik a bauxitos agyagra is.

Véleményem szerint a nyirádi bauxitban a CaO túlnyomó része másodlagos *kalcitkiválás* formájában van jelen. A bányavágatokban a bauxitösszlet felső részén kalciterek és helyenként kisebb kalcitfészkeket figyeltem meg. A CaO kisebb része a *dolomitásványban* van jelen, főként az összlet legalsó részén.

A *bauxitos agyag* izzítási vesztesége a megnövekedett kaolinittartalom miatt az agyagos bauxiténál 1–2%-al nagyobb. A maximális értékek többnyire 15–18%-nál vannak. A kőzettani fejezetben említettem, hogy több fúrásban nincs éles határ a bauxitos agyag és a mállott dolomit között, mert a bauxitos agyag egyre több dolomit-lisztet tartalmaz. Ezekben a mélységközökben 19–30%-ra is megnő az izzítási veszteség, de ennek gibbsitesedéshez semmi köze sincsen: a dolomit ásvány CO₂-ja növeli meg az izzítási veszteséget.

Az *alumíniumdús ferritben* az izzítási veszteség is többnyire lecsökken 11–13%-ra. Néhány mintában azonban 13–15% izzítási veszteséget is kimutattak az elemzések.

A *felső övezetben* rövid távolságon belül is szélsőségesen váltakozik az izzítási veszteség mennyisége 11 és 24% között. Helyi gibbsitesedés itt is kimutatható, sőt egyes helyeken néhány centiméteres tiszta gibbsit-fészkeket találtam.

A bauxitösszlet járulékos komponensei

A bauxitösszlet járulékos komponenseiről sajnos nem készültek rendszeres vegyelemzések, csak egyes kiválasztott intervallumokat elemeztek meg, elsősorban a

MgO-tartalom

Az MgO meghatározás analitikai hibája $\pm 0,2\%$. A legtöbb MgO-elemzés a kalcittal együtt, ugyanabból a mintából történt, sőt több zárójelentésben csak a CaO és MgO együttes mennyiségét adták meg. Így az Aluterv-FKI 1977-es zárójelentésében kiértékelt 16 bauxitlencse földtani vagyónának átlagos CaO+MgO-tartalma szerintük 0,85%. Az értékelésnek ezt az összevont módját helytelennek tartom a két komponens eltérő geokémiai tulajdonságai és eltérő timföldgyártási viselkedése miatt.

Megfigyeléseim szerint a magnézium eloszlása a kalciumnál jóval egyenletesebb. (3. táblázat). Az Edgár lencsében a pótkutatás során 0,14% átlagot határoztak meg, 0,03% minimummal és 1,38% maximummal. Az izamajori XIII. lencsében az átlag 0,18% 0,06–0,20% szélső értékekkel. Az Alsó-Nyirádi-erdő II. lencsében az átlag 0,18%, a III. lencsében 0,13% és a IV. lencsében 0,15%. Végül a Dült-nyíres XV. lencsében 0,18% az átlag. Az Ódörögdpusztá nyugati lencséiben 0,11–0,15% az átlagos MgO-tartalom. Az agyagos bauxit és a bauxitos agyag MgO-tartalma alig különbözik a szorosan vett bauxitétól.

A Bakonyi Bauxitbánya Kft. Fent említett jelentése (JANKOVICS et al. 1999) a termelésből visszamaradt bauxitról lencsénként a következő átlagokat tartalmazza: Edgár 0,14%, Ferenc 0,24%, Gábor 0,02%, Károly 0,09%, Sándor 0,08%, Táncsics I. 0,10%

Vizsgálataim szerint a magnézium a nyirádi bauxitban teljes egészében *dolomitásvány* formájában van jelen. Ez az ásvány nem a bauxitban képződött, hanem behordott, finomtörmelékeny eredetű.

P₂O₅-tartalom

A P₂O₅ nedves elemzések analitikai hibája $\pm 0,1\%$. A nyirádi bauxitban a foszfor igen egyenletesen oszlik el. Az izamajori lencsék többnyire csak 0,05–0,25% P₂O₅-öt tartalmaznak. Ugyanakkor a felső övezet felső részében néhány mintában 0,8%-ig nőtt a P₂O₅-tartalom. A Táncsics II. lencse bauxitjában 0,01–0,26% P₂O₅-öt mutattak ki. A Deáki-hegy többi lencséjében 0,11–0,29% P₂O₅ található. Az agyagos bauxitból és bauxitos agyagból csak bányabeli mintavételelem kapcsán készültek foszforelemzések. P₂O₅-tartalmuk nem különbözik érdemben a szorosan vett bauxitétól.

A Bakonyi Bauxitbánya Kft. már említett jelentése (JANKOVICS et al. 1999) a visszamaradt bauxit foszfortartalmáról nem közölt adatokat.

Kéntartalom

A nyirádi bauxitban a kén túlnyomóan elemi kén, alárendeltebben szulfát formájában van jelen. A nedves elemzések analitikai hibája $\pm 0,2\%$. Az S formában megadott teljes kéntartalom a lencsék felső övezetében 0,2–0,6%, a középső övezetben 0,05–0,2%, az alsó agyagos bauxitban pedig 0,3–0,5%. Az SO₃ mennyisége ennél is kevesebb (lásd 3. táblázat).

A Bakonyi Bauxitbánya Kft. korábban említett jelentése csak azt közli, hogy a készletszámításba vett bauxit 0,6%-nál kevesebb ként tartalmaz (JANKOVICS et al. 1999).

A szürke pirites, markazitos bauxitban nagymértékben megnő a kéntartalom. Az S-tartalom 5–20% között váltakozik. Epigenetikus oxidáció révén a szulfidkén nagy része szulfátba megy át. Ez a jelenség főként a bauxitösszetétel felső övezetében figyelhető meg.

Mangántartalom

A nedves elemzések analitikai hibája $\pm 0,1\%$. A mangán eloszlása is igen egyenletes a nyirádi bauxitban. Az MnO₂ mennyisége az izamajori lencsék felső övezetében 0,05–0,10%, a középső övezet bauxitjában 0,02–0,20% és az alsó agyagos bauxitban és bauxitos agyagban 0,06–0,08% (3. táblázat).

A Dült-nyíres XV. lencse bauxitjából 40 mangánmeghatározás történt, amelyek szerint az MnO₂-tartalom 0,02–0,23% között mozog. A Deáki-hegy többi lencséjéről kisebb számban szintén készültek MnO₂-meghatározások, amelyek 0,02 és 0,25% közötti eredményt hoztak. Az ódörögdpusztai áthalmozott bauxitban 0,08–0,13% átlagokat határoztak meg.

A szerves szén (C_{org}) tartalom

A szerves széntartalmat sajnos csak kevés lencsében határozták meg. A Bakonyi Bauxitbánya Kft. a részben kitermelt lencsék pótkutatása során rendszeresen meghatározta a bauxit szerves széntartalmát (JANKOVICS et al. 1999). A következő átlagokat határozták meg: Edgár 0,07%, Ferenc 0,12%, Gábor 0,06%, Károly 0,05%, Sándor 0,06%, Táncsics I. 0,07%. Nincs tehát érdemi különbség a vizsgált lencsék szerves széntartalma között.

A fő és járulékos komponensek összefüggései

A következőkben az eddig külön-külön értékelt komponensek összefüggéseit vizsgálom. A kiértékelést elsősorban a szorosan vett bauxitra végeztem el, tekintettel arra, hogy mind tudományos, mind gazdasági tekintetben ez a legfontosabb bauxitos kőzetfajta. Kiegészítésül egyedi példaként a többi kőzetfajta is értékeltem.

A kőzetfajták megkülönböztetését a korábbi fejezetekben bemutatott *box-plot* ábrázolások is megerősítik. A kémiai összetétel különbségeit és átmeneteit legjobban *fuzzy tagságfüggvények* segítségével jeleníthetjük meg. Ezt az értékelést a malom-völgyi és a szöci előforduláson már sikerrel alkalmaztam. A tagságfüggvények „magjának” súlypontja a lencsénként súlyozott átlag. Ehhez mértem fel kétoldalt az elemzés analitikai hibáját. A tagságfüggvény „tartója” a fúrásátlagok legkisebb értékétől (minimum) a legnagyobbig (maximum) terjed.

Példaként az izamajori XVI. lencse fő komponenseinek tagságfüggvényeit mutatom be, ahol a bauxitösszletet 59 fúrás harántolta (33. ábra). Tekintettel arra, hogy a bauxitösszlet kőzettani osztályozása elsősorban a SiO_2 -tartalom alapján történt, érthető hogy a bauxit, agyagos bauxit és bauxitos agyag tagságfüggvényei e komponens tekintetében térnek el legjobban egymástól. A bauxit és az agyagos bauxit magja közt 10,5% a különbség, az agyagos bauxit és bauxitos agyag között pedig 11,3%.

Ezt követi az Al_2O_3 a magok közt jelentős különbséggel, de a tartók átfedésével. Az Fe_2O_3 -tartalom magja az agyagos bauxit és a bauxitos agyag között különbözik a legjobban. E két bauxitfajta tartója a kis vastartalom felé jelentősen megnyúlik. A TiO_2 tekintetében nincs különbség a bauxit és az agyagos bauxit között és a bauxitos agyag is csak 3,0%-al kisebb náluk.

Genetikai szempontból az izzítási veszteség tagságfüggvényei mondanak a legtöbbet. A bauxit magja a legkisebb. Az agyagos bauxit és a bauxitos agyag egyre nagyobb izzítási veszteségű maggal rendelkeznek a megnövekedett kaolinittartalom miatt. Rendkívül fontosak mindhárom kőzetfajta kiugróan magas tartó-maximumait, amelyek 22,0 és 22,5%-ot is elérnek. Ez is megerősíti a korábbiakban leírt véleményemet, hogy itt dia- és epigenetikus gibbsitesedésről van szó, elsősorban az összlet felső övezetében.

A fent leírtakhoz hasonlóak a Deáki-hegy többi bauxitlencséinek fuzzy tagság-függvényei. Említést érdemel, hogy a szomszédos szöci előforduláson felvett fuzzy tagságfüggvények közül az Al_2O_3 és a SiO_2 a nyirádihoz igen hasonlóak. A tagságfüggvény alapján a szöci bauxit vastartalma az itt bemutatottnál jóval egységesebb. Ugyanez vonatkozik az izzítási veszteségre is. Ugyanakkor a TiO_2 -tartalom fuzzy tagságfüggvénye igen jelentős átfedést mutat a három kőzetfajta között. A fuzzy tagságfüggvények tehát érdemben elősegítik bauxit-előfordulások kémiai felépítésének összehasonlítását.

A fő komponensek *változékonyságát* az előző fejezetben már értékeltem a *szórások* segítségével. A szórás alapján azonban a komponensek változékonysága nem hasonlítható össze. Ehhez a szórást az adott átlaggal normálni kell. Így kapjuk meg a %-ban kifejezett *relatív szórást*. A szorosan vett bauxit minden lencséjére kiszámítottam az öt fő komponens relatív szórását, ahol a produktív fúrások száma legalább három volt. Így 50 lencse került kiértékelésre. Ezután a lencsénkénti relatív szórásokat a részterületekre átlagoltam. Ennek eredményeit mutatom be a 14. táblázatban.

A bauxit zömét kitevő három Deáki-hegyi részterületen az Al_2O_3 relatív szórása a legkisebb. Ezt követi az izzítási veszteség, a TiO_2 és az Fe_2O_3 . Messze a SiO_2 -tartalom relatív szórása a legnagyobb. Az előfordulás déli szélét alkotó, Ódörögdpusztá térségében található, részben és egészen áthalmazott bauxit relatív szórása eltér a fentiekétől. Meglepően kicsiny a nyugati lencsecsoport Al_2O_3 relatív szórása ($\pm 2,9\%$). Ugyanakkor a keleti lencse csoporté az összes részterület közül a legnagyobb ($\pm 11,3\%$). E markáns különbségre nem találtam megnyugtató magyarázatot. Feltehetően az áthalmazás és a másodlagos kémiai hatások vezettek ehhez az eredményhez. A keleti lencse csoport többi négy komponensét viszonylag nagy relatív szórás jellemzi. Az előfordulás északi szélén egyetlen lencsét lehetett kiértékelni, ezért a kapott eredmények csak közelítő értékűeknek tekinthetők. A fenti eredményeken felül azt találtam, hogy a legtöbb lencsében felfelé haladva nő a fő kémiai komponensek relatív változékonysága.

A következő lépésben *kétváltozós korrelációs számítás* végeztem egyes részterületek, lencsék és fúrások szorosan vett bauxitjára. Geokémiai tekintetben az Al_2O_3 a legfontosabb komponens, ezért minden számítás ehhez viszonyítva végeztem. A részterületenként és a lencseátlagokra végzett számítás mindegyik komponens-párra nem lineáris és igen laza korrelációs kapcsolatot mutat.

A részterületek átlagára végzett korrelációs számítás ered-

14. táblázat. A részterületek bauxitjának relatív szórása (%)

A részterület neve	Al_2O_3 %	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %	Izzítási veszteség %	A lencsék száma
Nyirádi-medence	9,5	21,5	21,0	33,3	14,0	1
Dült-nyíres	6,8	46,1	16,5	13,6	13,2	10
Alsó-Nyirádi-erdő	7,7	36,6	20,2	15,3	11,1	14
Izamajor	3,6	33,6	9,9	14,2	7,3	19
Ódörög Ny	2,9	26,4	10,5	6,3	8,0	3
Ódörög K	11,3	35,3	34,7	15,1	11,5	3

ményeit a 34. ábrán mutatom be. A bauxit zömét adó deáki-hegyi három részterület szoros korrelációs kapcsolata egyértelmű. A növekvő Al_2O_3 -tartalommal erősen csökken az átlagos Fe_2O_3 - és gyengébben az átlagos SiO_2 -tartalom. A TiO_2 és az izzítási veszteség tekintetében nincs érdemi különbség a három részterület között. Az előfordulás északi és déli peremi részei viszont érdemben különböznek a fentiekől. A SiO_2 -tartalom átlagai a deáki-hegyinél jóval nagyobbak. Feltűnő módon különböznek egymástól az ódörögdi részterület nyugati és keleti lencségei. Különösen a nyugati három lencse SiO_2 -átlaga nagyobb a többi részterületnél (6,4%). Ezt a jelenséget az itteni bauxit helyi áthalmazódásával magyarázom. Az ódörögdpusztai nyugati lencsecsoport bauxitja a deáki-hegyi görbénél több, a keleti lencsecsoport kevesebb Fe_2O_3 -at tartalmaz. Erre a szokatlan különbségre eddig nem találtam magyarázatot. A Nyirádi-medence bauxitját is feltűnően nagy Fe_2O_3 -tartalom jellemzi (átlag 27,6%). A TiO_2 -tartalom az ódörögdpusztai nyugati lencsecsoportban több, a keletiben és a Nyirádi-medencében kevesebb a korrelációs görbénél. Végül az izzítási veszteség tekintetében az összes lencse viszonylag egységes az ódörögdi keleti lencsecsoport kivételével, ahol az átlag 16,6%-ra nőtt. Itt egy érdemi gibbsitesedést tételezek fel az eocén lepusztulásával és a helyi áthalmazódással kapcsolatosan. Összefoglalva a részterületátlagok szintjén egyértelmű korrelációs kapcsolatok jelentkeztek.

A lencseátlagok szintjén sokkal változatosabb a kapcsolatok jellege és mértéke. Példaként az izamajori részterület 19 lencséjének „scatter-plotjait” mutatom be (35. ábra). Bár az egyes lencsék eléggé szórnak egyértelmű nem lineáris korrelációs kapcsolat ismerhető fel. Lineáris kapcsolatra egyszerűsítve $-0,61$ Pearson-féle korrelációs együttható adódott ki. Az Fe_2O_3 tekintetében a kapcsolat jóval lazább. A növekvő Al_2O_3 -tartalommal enyhén csökken az Fe_2O_3 -tartalom. Linearitással számolva a korrelációs együttható $-0,36$. A TiO_2 -tartalom enyhén növekszik az alumíniummal, de az egyes lencseátlagok szórása igen nagy. A lineáris korrelációs együttható $+0,25$. Végül az izzítási veszteség is egyértelműen csökken a növekvő alumíniummal, de itt sem lineárisan. A lineáris korrelációs együttható itt $-0,57$. A másik két Deáki-hegyi részterület lencséire a fentiekkel közel azonos eredményeket kaptam.

A fűrásátlagok szintjén jóval változatosabbak a korrelációs kapcsolatok. Itt ismételtelen egymással ellentétes előjelű korrelációt észleltem több lencsén. Példaként az izamajori XVI. lencsét mutatom be, ahol 38 fűrás harántolt szorosan vett bauxitot (36. ábra). A SiO_2 -tartalom itt is egyértelműen csökken a növekvő alumíniummal, de az egyes fűrások szórása igen nagy. A kapcsolat itt sem lineáris. A linearitással számolt korrelációs együttható itt csak $-0,21$. A fő komponensek közül az Fe_2O_3 korrelációja a legszorosabb: a növekvő alumíniummal az Fe_2O_3 -tartalom erősen csökken, de ez a kapcsolat sem lineáris. A korrelációs együttható $-0,62$. A TiO_2 tekintetében a leglazább a kapcsolat, az egyes fűrás átlagok szabálytalan „felhőt” alkotnak. Ennek megfelelően a korrelációs együttható is csak $+0,06$. Az izzítási veszteség esetében egyértelmű enyhe nem lineáris növekedés figyelhető meg. Ugyanakkor több lencsén is jelentkezett egy-két fűrás kiemelkedően nagy izzítási veszteséggel. A bemutatott lencsén az Ni-463 fűrás bauxitjának izzítási

16. táblázat. A vizsgált bauxitlencsék cluste-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0,000	6,750	12,950	12,270	14,300	28,170	45,100	75,560	14,470	3,430	37,990
2	6,750	0,000	2,940	5,020	1,710	7,760	21,410	40,190	33,740	0,880	14,160
3	12,950	2,940	0,000	1,680	2,050	5,140	10,410	26,750	36,040	3,460	7,260
4	12,270	5,020	1,680	0,000	4,450	8,400	11,350	30,410	26,880	4,340	11,020
5	14,300	1,710	2,050	4,450	0,000	2,550	12,880	26,580	44,210	3,990	6,750
6	28,170	7,760	5,140	8,400	2,550	0,000	6,510	13,710	62,940	12,300	1,760
7	45,100	21,410	10,410	11,350	12,880	6,510	0,000	5,120	70,010	24,870	2,490
8	75,560	40,190	26,750	30,410	26,580	13,710	5,210	0,000	112,310	47,330	6,870
9	14,470	33,740	36,040	26,880	44,210	62,940	70,010	112,310	0,000	24,540	72,060
10	3,430	0,880	3,460	4,340	3,990	12,300	24,870	47,330	24,540	0,000	18,720
11	37,990	14,160	7,260	11,020	6,750	1,760	2,490	6,870	72,060	18,720	0,000
12	3,880	1,850	2,890	3,310	4,560	12,910	23,260	46,220	22,370	0,350	18,370
13	22,500	6,350	4,750	5,670	3,900	2,970	9,000	20,460	50,070	9,630	5,990
14	28,250	49,740	50,660	39,240	62,270	80,940	83,770	128,850	5,540	39,320	89,220
15	8,040	1,610	5,350	10,290	4,140	11,250	27,580	46,220	40,550	2,550	17,530
16	33,790	15,960	5,940	5,860	9,870	6,980	1,350	11,490	53,100	17,400	3,960
17	71,910	69,960	50,660	39,000	64,670	67,740	44,350	69,230	49,900	62,740	61,240
18	28,220	20,350	11,090	5,210	17,480	19,270	11,680	30,940	30,050	18,190	18,350
19	25,270	9,940	3,780	3,600	6,190	4,860	4,050	15,970	46,580	11,640	4,540
20	10,000	22,730	24,970	18,710	32,480	47,510	55,020	91,860	4,930	15,990	55,410
21	25,500	9,230	3,810	3,410	4,120	2,950	3,840	14,980	47,890	11,350	3,550
22	17,190	7,480	7,040	6,220	8,090	11,100	17,250	34,290	37,000	8,220	14,720
23	107,650	151,240	160,900	137,640	166,150	199,840	211,670	274,190	57,980	133,820	217,480

vesztése volt 22,5%. Ez nyilvánvalóan kiűtő érték, ami véleményem szerint helyi epigenetikus gibbsitesedés következménye.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a vizsgálati mérettartomány hatás a korrelációs kapcsolatokban is erősen érvényesül. A korrelációs kapcsolat mindhárom szinten viszonylag laza, amit az itteni bauxit finomtörmelék felhalmozódásával magyarázok.

Az ún. *cluster elemzést* genetikai szempontból a szőci és a malom-völgyi előforduláson is igen sikeresnek találtam. Ezért a lehetséges módszerek közül itt is a hierarchikus-agglomeratív módszert alkalmaztam. A bauxit összetételének különbségeit itt is euklideszi távolságnégyzetekkel fejeztem ki. Az így kialakult clustereket *dendrogramok* formájában ábrázoltam. Ez a sokváltozós módszer a komponensenkénti összehasonlításnál jóval teljesebb és megalapozottabb képet nyújt.

Elsőnek a fő részterületek bauxit-összetételének különbségeit tekintjük át. Az ehhez alapul szolgáló összetétel átlagokat a 15. táblázat tartalmazza. Az ebből szerkesztett *dendrogram* a 37. ábrán látható. A Deáki-hegy részterületeinek bauxit-összetétele igen közel áll egymáshoz. Egyedül az izamajori részterület különbözik kis mértékben nagyobb Al₂O₃- és kisebb SiO₂-tartalma miatt. A két ödörögdpusztai lencsecsoport szignifikánsan eltér a fenti négy részterülettől, sőt még egymástól is. Ennek oka összetett: az eocén fedő részleges, ill. teljes lepusztulása, reszifikáció és gibbsitesedés.

Ezután az egyes részterületeket értékeltem a lencsék bauxitátlagai alapján. A kapott dendrogramok a 38., 39. és 40. ábrán láthatók. Az egyes lencsék sokváltozós összetétel-különbségei itt is szignifikánsak. A szőci és a malom-völgyi előfordulásokon ezen az alapon területileg jól elkülönülő csoportokat lehetett megkülönböztetni. Monográfiánk területén a sokváltozós összetétel-eloszlás változékonyabb és szabálytalanabb. Csak kisebb területi csoportokat lehet megkülönböztetni. Ennek okát abban látom, hogy itt a bauxit eredeti összetétele a leülepedés után helyi geokémiai hatásokra még sokat változott.

Az összetétel-különbségek részletesebb áttekintése céljából a 16. táblázatban az eltéréseket lencsénként mutatom be. Ez a táblázat a sokváltozós összetétel eltéréseit számszerűen mutatja be.

A fent ismertetett módszerek véleményem szerint kellő áttekintést adnak a fő kémiai komponensek összefüggéseiről.

15. táblázat. A részterületek bauxitjának súlyozott átlagos összetétele

A részterület neve	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Izzítási veszteség %
Nyirádi-medence	52,8	4,7	27,6	2,1	12,7
Dült-nyíres	52,2	4,2	27,1	2,3	12,4
Alsó-Nyirádi-erdő	53,3	4,3	25,5	2,4	13,0
Izamajor	54,8	3,8	25,3	2,3	12,6
Ödörögd Ny	53,2	4,8	20,2	2,3	16,7
Ödörögd K	54,9	6,4	21,2	2,7	13,3

reinek eltérései (euklidesi távolság négyzetek)

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
22,500	28,250	8,040	33,790	71,910	28,220	25,730	10,000	25,500	17,190	107,650
6,350	49,740	1,610	15,960	69,960	20,350	9,940	22,730	9,230	7,480	151,240
4,750	50,660	5,350	5,940	50,660	11,090	3,780	24,970	3,810	7,040	160,900
5,670	39,240	10,290	5,860	39,000	5,210	3,600	18,710	3,410	6,220	137,640
3,900	62,270	4,140	9,870	64,670	17,480	6,190	32,480	4,120	8,090	166,150
2,970	80,940	11,250	6,980	67,740	19,270	4,860	47,510	2,950	11,100	199,840
9,000	83,770	27,580	1,350	44,350	11,680	4,050	55,020	3,840	17,250	211,670
20,460	128,850	46,220	11,490	69,230	30,940	15,970	91,860	14,980	34,290	274,190
50,070	5,540	40,550	53,100	49,900	30,050	46,580	4,930	47,890	37,000	57,980
9,630	39,320	2,550	17,400	62,740	18,190	11,640	15,990	11,350	8,220	133,820
5,990	89,220	17,530	3,960	61,240	18,350	4,540	55,410	3,550	14,720	217,480
10,780	37,550	3,700	15,430	54,910	15,360	11,150	15,440	10,400	9,470	129,150
0,000	60,750	11,640	7,790	65,310	14,620	2,430	32,900	4,300	3,690	185,050
60,750	0,000	58,630	65,760	59,780	38,030	56,160	5,590	63,910	42,040	71,180
11,640	58,630	0,000	21,670	82,830	29,780	15,670	28,380	15,220	12,710	165,890
7,790	65,760	21,670	0,000	35,620	6,230	2,080	40,830	2,350	12,740	184,660
65,310	59,780	82,830	35,620	0,000	18,950	46,340	58,030	42,990	64,260	121,900
14,620	38,030	29,780	6,230	18,950	0,000	7,150	24,320	7,760	14,050	132,710
2,430	56,160	15,670	2,080	46,340	7,150	0,000	31,510	2,310	4,800	178,620
32,900	5,590	28,380	40,830	58,030	24,320	31,510	0,000	37,520	19,790	91,270
4,300	63,910	15,220	2,350	42,990	7,760	2,310	37,520	0,000	10,130	168,230
3,690	42,040	12,710	12,740	64,260	14,050	4,800	19,790	10,130	0,000	162,340
185,050	71,180	165,890	184,660	121,900	132,710	178,620	91,270	168,230	162,340	0,000

A bauxitösszet nyomelemei

A bauxitból a kutatási zárójelentések keretében készültek nyomelemzések. Ezeket rendszeresen összegyűjtöttem és elkészítettem geokémiai kiértékelésüket. Ezen kívül a Fémipari Kutató Intézet, majd pedig utóda az Aluterv-FKI készített a bauxitból nyomelemzéseket ún. „bauxitkatasztere” számára. Sajnos ezek a minták együttesen sem eredményeztek ún. reprezentatív mintavételt. Ezért geokémiai értékelésem csak közelítő jellegűnek tekinthető. A nyomelemek többségét színképelemzéssel határozták meg és az analitikai hiba nagyságát nem adták meg.

Az egy lencsén végzett legtöbb nyomelemzés — számszerűen 40 db — a Dült-nyíres XV. lencséjéről készült, ezért ezt értékeltem a legrészletesebben. Az alapvető statisztikai eredmények a 17. táblázatban láthatók. Korábbi monográfiáimtól eltérően az eloszlások módusait is kiszámítottam, mert ezek fejezik ki legjobban az egyes nyomelemek leggyakoribb mennyiségét. A számtani átlag ezzel szemben közismerten az eloszlás súlypontját fejezi ki.

Az elemzések összesítésével sikerült az izamajori, a dült-nyíresi és az ódörögdi részterületről nyomelemátlagokat számítani. A nyomelemek mennyiségi sorrendjébe szedett átlagokat a 18. táblázatban mutatom be, külön-külön a három részterületre. A három sorrend meglepően jó egyezést mutat. Összességében a dült-nyíresi részterület valamivel nagyobb

mennyiségben tartalmaz nyomelemeket, mint az izamajori. A többi magyarországi bauxit-előforduláshoz hasonlóan a *vanádium* a leggyakoribb nyomelem, amit a króm, cirkon és stroncium követ. A vizsgált nyomelemek közül legkisebb koncentrációban a germánium, az ón és a berillium szerepel.

A monográfiában vizsgált területhez a szőci bauxit előfordulás van legközelebb, északkeleti irányban (1. ábra), melynek nyomelem-összetételét a fentiekhez hasonló módon dolgoztam fel (BÁRDOSY 2010). A vegyelemzések nagyjából ugyanazokra a nyomelemekre terjedtek ki, sőt a nyomelemek mennyiségi sorrendje is igen hasonló. A nyomelemek koncentrációja a vanádium kivételével a nyirádi monográfia területén a nagyobb. Ezt mutatja be a 19. táblázat a móduszok segítségével. Figyelmet érdemel, hogy kiértékelésem szerint a szőci és a malom-völgyi előfordulások bauxitja még az előzőknél is nagyobb egyezést mutat. Ebből arra lehet következtetni, hogy ez a két bauxit nagyjából azonos kiinduló kőzetek laterites mállása során jött létre. A nyirádi bauxit hasonló, de több tekintetben kissé különböző kiinduló kőzetekből jöhetett létre.

Az előző monográfiákban hasznos információkat nyújtottak a nyomelemek *fuzzy tagság-függvényei*. A fentiekben ismertetett nem kielé-

17. táblázat. A Dült-nyíres XV. lencse bauxitjának nyomelemtartalma

A komponens jele	Átlag (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Módusz (%)
BeO	0,0021	0,0010	0,0040	0,0020–0,0030
Cr ₂ O ₃	0,0990	0,0400	0,1530	0,100–0,110
CuO	0,0050	0,0016	0,0131	0,0040–0,0050
Ga ₂ O ₃	0,0066	0,0031	0,0102	0,0070–0,0080
MoO ₃	0,0035	0,0010	0,0066	0,0030–0,0040
Ni ₂ O ₃	0,0253	0,0135	0,0500	0,0200–0,0210
PbO	0,0106	0,0050	0,0226	0,0110–0,0120
SrO	0,0014	0,0010	0,0033	0,0015–0,0020
V ₂ O ₅	0,1990	0,1040	0,4000	0,190–0,200
ZrO ₂	0,1000	0,0590	0,2300	0,090–0,100

18. táblázat. A nyomelemek átlagának sorrendje három részterületen

Izamajor		Dült-nyíres		Ódörögdpuszt	
komponens	átlag (%)	komponens	átlag (%)	komponens	átlag (%)
		V ₂ O ₅	0,148	V ₂ O ₅	0,160
V ₂ O ₅	0,110	Cr ₂ O ₃	0,077	ZrO ₂	0,087
		ZrO ₂	0,077	Cr ₂ O ₃	0,080
Cr ₂ O ₃	0,064	SrO	0,069		
ZrO ₂	0,054	B ₂ O ₃	0,0350	Ni ₂ O ₃	0,0370
		Ni ₂ O ₃	0,0296		
Ni ₂ O ₃	0,0148				
Li ₂ O	0,0133	Nb ₂ O ₅	0,0210		
MoO ₃	0,0105				
Nb ₂ O ₅	0,0100	Co ₂ O ₃	0,0119		
Ga ₂ O ₃	0,0090	Ga ₂ O ₃	0,0092		
		PbO	0,0089	PbO	0,0090
PbO	0,0077				
		Li ₂ O	0,0073		
BeO	0,0056			Ga ₂ O ₃	0,0060
CuO	0,0050	CuO	0,0058		
		MoO ₃	0,0040	CuO	0,0040
				MoO ₃	0,0031
Co ₂ O ₃	0,0026	BeO	0,0018		
		SnO ₂	0,0012	SnO ₂	0,0017
SnO ₂	0,0050			BeO	0,0015
GeO ₂	0,00024				

19. táblázat. A nyirádi és szőci monográfiák területén kimutatott nyomelemek koncentrációjának összehasonlítása

A komponens jele	Nyirád	Szőc
V ₂ O ₅	0,110–0,148	0,113–0,170
Cr ₂ O ₃	0,064–0,077	0,032–0,042
ZrO ₂	0,054–0,077	0,045–0,055
SrO	0,060–0,070	0,020–0,030
Ni ₂ O ₃	0,015–0,030	0,005–0,008
Ga ₂ O ₃	0,005–0,009	0,006–0,007
PbO	0,008–0,009	0,0012–0,0092

gító elemzési anyag miatt sajnos csak a Dült-nyíres XV. lencséről tudtam fuzzy tagsággfüggvényeket szerkeszteni. Ezek láthatók a 41. ábrán. A tagsággfüggvények „magja” az eloszlás módusza, „tartójának” két végpontja pedig a minimum és maximum érték. Jól látszik, hogy mennyire meghaladja a vanádium összetétele az összes többi kimutatott nyomelemét. Figyelemre méltó továbbá a feltűnően nagy maximális érték. A soron következő króm eloszlása a vanádiuméval ellentétben, a kis koncentráció irányába aszimmetrikus. A cirkon koncentrációja a módusz alapján valamivel kisebb a króménál, de a tartó maximális értéke messze meghaladja a krómet. Ez az a három nyomelem, amely a többi szignifikánsan meghaladó mennyiségben van jelen a dült-nyíresi bauxitban. Összehasonlításképpen a nikkel és az ólom tagsággfüggvényeit is megszerkesztettem. Mindkettő a 0,05%-nál kisebb koncentráció-tartományban helyezkedik el, hasonlóan a többi értékelte nyomelemhez.

Csak néhány fúrásban készült több nyomelem meghatározás. Ezek szerint a fúrások többségében a nyomelemek koncentrációja a mélységgel alig változik, vagy teljesen szabálytalanul ingadozik. Egyedül a dült-nyíresi Nd-1473 számú fúrásban észleltem a vanádium, a króm és a berillium koncentrációjának enyhe növekedését a mélységgel. Ebből az egyetlen példából persze nem lehet általános következtetést levonni.

A nyirádi monográfia területén kimutatott nyomelemek geokémiai tekintetben a következő genetikai csoportokba tartoznak (SZÁDECZKY-KARDOSS 1955):

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

Mindez azt jelzi, hogy a nyirádi bauxit genetikailag sokféle kőzet laterites mállásából származhatott. A koncentrációk alapján a pegmatofil és a litofil geokémiai csoportok szerepe lehetett a legnagyobb. Mindez igen hasonló a szőci bauxitban tapasztaltakhoz.

A bauxitösszetétel ásványos összetétele

Ásványtani vizsgálatok elsősorban a kutatási zárójelentésekhez készültek összevont bauxitmintákon. A korábbi évtizedekben elsősorban DTA vizsgálatok és Debye–Sherrer röntgenfelvételek készültek. Ezeket fokozatosan derivatográfus felvételek és röntgendiffraktogramok váltották fel. Ezek analitikai hibája nagymértékben a vizsgált ásványtól függ. Az általam végzett „kvantitatív fázisanalízisek” analitikai hibája a bauxit-ásványokra $\pm 1\text{--}3\%$, az agyagásványokra $2\text{--}5\%$. Az agyagos bauxitból és bauxitos agyagból csak néhány vizsgálatra került sor. A vizsgálatok együttesen nem alkotnak ún. reprezentatív mintát, ezért részletes statisztikai feldolgozásra nem volt lehetőségem.

Az ásványtani vizsgálatok kiegészítésére a bauxit vegyelemzéseit használtam fel, elsősorban az izzítási veszteséget, ill. a H_2O -t. Tapasztalataim szerint 14%-nál kisebb izzítási veszteség esetén a bauxit uralkodóan boehmites összetételű. 14–20% között boehmites-gibbsites az összetétel. Végül 20%-nál nagyobb izzítási veszteség esetében uralkodóan gibbsites összetételű a bauxit. Mindezek alapján a Deáki-hegy három részterületének szorosan vett bauxitja uralkodóan *boehmites* felépítésű. Főként a bauxitösszetétel felső övezetében szabálytalan eloszlásban *gibbsit* is előfordul a bauxit alapanyagában. E mellett a bányavágatokban a felső övezetben több helyen néhány centiméteres laza hófehér gibbsitfészkeket figyeltem meg. Véleményem szerint ez a gibbsit túlnyomóan epigenetikus folyamatok eredményeként jött létre.

Az előfordulás déli szélét képező ódörögdpusztai keleti lencsecsoportban átlagosan 16,7% az izzítási veszteség, sőt a XXI. lencsében 20%-ot meghaladó mennyiség is előfordul (12. táblázat). Derivatográfus vizsgálatok eredményei szerint az Ódörögdpusztai II. lencse bauxitja átlagosan 12% gibbsitet tartalmaz, ami megerősíti fenti megállapításomat. Délnyugat felől történt beszállítás feltételezve lehetségesnek tartom, hogy itt a boehmit mellett gibbsit is felhalmozódott a szőci bauxithoz hasonlóan. Az eocén fedő lepusztulása nyomán helyi áthalmozódás további dia- és epigenetikus gibbsitesedést tett lehetővé. Mint ismeretes, a szőci előforduláson a tisztán gibbsites összetételű lencsék mellett néhány tisztán boehmites összetételű lencse is előfordul. Jelen monográfiánk területén ilyen változó összetételű lencsék szintjén nem ismeretes.

A SiO_2 -tartalom túlnyomóan *kaolinit* formájában van jelen. A szorosan vett bauxitban 20%-nál kevesebb a kaolinit, de teljesen kaolinitmentes bauxitot nem találtam. Az agyagos bauxit 20–40% kaolinitet tartalmaz, a bauxitos agyagban pedig 40%-nál is több van. A Nyirádi-medence kis lencséiben röntgendiffraktométeres vizsgálattal a kaolinit mellett kevesebb *chamosit* is találtam. Mikromineralógiai vizsgálatok szerint a bauxitban néhány század százaléknyi *kvarc* is előfordul igen apró szemcsék formájában.

Az uralkodó vasásvány a *hematit*, kevesebb *goethit* kíséretében. Az utóbbi néhány mol.% AlOOH -t tartalmaz izomorf helyettesítés formájában. Ilyenkor *alumogoethit* a pontos elnevezés. A szürke bauxitban a vas *pirit* és *markazit*

redukálódott. Mikroszkópos méretűektől több mm nagyságú szemcsék is előfordulnak. Epigenetikus oxidáció hatására a pirit és markazit egy része oxidálódott és oldott alakban lefelé szivárgott. Az oldatokból több helyen centiméteres méretű *alunitfészkek* váltak ki, melyeket a bányavágatokban több helyen megfigyeltem. A titán a többi magyarországi bauxit-hoz hasonlóan főként *anatáz*, alárendeltebben *rutil* formájában van jelen, többnyire szubmikroszkópos szemcsék formájában. Főként az összlet felső részén *kalcitfészkeket* és repedés-kitöltéseket figyeltem meg. A fekvő közelében a mállott dolomitból származó apró *dolomitásvány*-szemcsék fordulnak elő.

A bauxit-előfordulás genetikai értékelése

A magyarországi bauxit-előfordulások fejlődéstörténetét számosan értékelték (VADÁSZ 1951). Genetikai elképzeléseim MINDSZENTY Andrea tanulmányaihoz állnak legközelebb (MINDSZENTY et. al. 1994, 2001). A következőkben csak nyírádi monográfia, valamint a szőci és malom-völgyi előfordulások területére vonatkozó elképzeléseimet ismertetem, felhasználva korábbi három monográfiám tapasztalatait.

A szőci és a malom-völgyi előforduláson véleményem szerint délkelet felől történt a bauxitösszlet behordása időszakos folyóvízi szállítással. A cluster-elemzés alapján a fő beszállítási útvonalakat is ki lehetett jelölni. Egyértelmű DK–ÉNy irányú trendet lehetett felismerni a legjobb minőségű bauxittól az agyagos bauxiton át a bauxitos agyagig. A nyírádi monográfia területén a minőségeloszlás sokkal összetettebb és bonyolultabb. Ennek magyarázatát abban látom, hogy a rendkívül jó vízvezető fekvő Fődolomit miatt a lerakódott bauxitösszlet helyenként tovább bauxitosodott. Ezt jelzi a számos fúrásban észlelt függőleges irányú minőség változás, a legjobb minőségű szorosan vett bauxittal legfelül, a felső övezet alatt.

Véleményem szerint a szőci és malom-völgyi előfordulásokhoz hasonlóan a felső-kréta transzgresszió nem terjedt ki a nyírádi monográfia területére. Az előfordulástól észak-nyugatra, Lengyelmajor térségéig terjedtek a felső-kréta üledékek, amelyekben a halimbaival azonos rétegtani helyzetben jelentős bauxitlepek is előfordulnak (1. ábra).

A bauxitösszlet felhalmozódása idején a paleotérszín itt enyhén hullámos lehetett és északkelet felé enyhén lejtett. Ezért nagy rétegszerű telep helyett kisebb-nagyobb bauxitlencsék rakódtak le, melyeket lapos dolomithátak választottak el egymástól. A korábbi fejezetekben ismertetett minőségeloszlás alapján a bauxitösszlet behordását délnyugat felől tételezem fel. Ezt a térszínt délkelet és északnyugat felől kissé kiemeltebb dolomittérszín határolta. Ez a morfológia nagy vonalakban máig fennmaradt. A paleotérszín lejtését az északkelet felé vastagabbá váló eocén korú szenes agyagrétegek is jelzik

A felhalmozódott bauxit fennmaradása szempontjából nagy jelentősége volt az eocén rétegek lerakódásának, amelyek megvédték a bauxitot a későbbi — főleg miocén — lepusztulástól. E tekintetben problémát jelent az Ódörögdpusztától keletre és nyugatra talált három-három bauxitlencse. Az eocén védőréteg nagy részének lepusztulása után is maradt itt bauxit, bár a helyi áthalmozódás enyhe rezilifikációval járt (15. táblázat). Egyúttal az Ódörögdpusztától keletre levő lencsékben korlátozott mértékben gibbsitesedés is lezajlott. A bauxit itt vegyes gibbsites-boehmites összetételű.

Máig nem tisztázott a nyírádi és a szőci-malom-völgyi bauxit alapvető ásványtani különbségének az oka: a nyírádi bauxit boehmites, és a mások két előfordulás uralkodóan gibbsites felépítése. A paleotérszín kiemeltsége, a fekvő Fődolomit vízvezető képességének eltérése, a talajvízszint helyzete és a redoxpotenciál alakulása lehettek azok a fő tényezők, amelyek az ásványos összetételt megszabták

A bauxitkutatás és a zárójelentések értékelése

A kutatások eredményeit és a zárójelentéseket időrendi sorrendben ismertetem, mert a több évtizeden át folyó kutatások során a kutatási módszerek és számítási eljárások sokat változtak. A fúrásos kutatáson felül az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet a nyírádi előforduláson is végzett felszíni geofizikai méréseket, főként fajlagos ellenállás és természetes gamma módszerekkel. Ezek a mérések elősegítették a lencsék kimutatását.

A háború előtti kutatások eredményeiről nagyon kevés adat látott napvilágot. Az előfordulás délnyugati részén levő *Edgár lencsét* a Keleti Áruforgalmi Rt. 1934 és 1940 között kutatta meg. A lencsét a Transdanubia Rt. nyitotta meg 1943 és 1944-ben, előbb külfejtéssel, majd a keleti, levetett oldalon mélyműveléssel. A készletekről sajnos nem maradtak fenn adatok. Utólagos becslés szerint a lencséből kb. 50 000 tonna bauxitot termeltek ki. A Bauxitkutató Expedíció Izamajor térségében 1951 és 1954 között végzett kutatásai a felhagyott Edgár lencsére nem terjedtek ki.

Az előfordulás nyugati szélén levő *Sándor lencsét* a Magyar Bauxitbánya Rt. kutatta meg és 1940-ben külfejtéssel megkezdte a kitermelését, majd a mélyebben fekvő részeken mélyművelésbe kezdtek. A Magyar Bauxitbánya Rt. által felkutatott Károly, Sándor és Gábor lencsékből a vállalat 1941 és 1944 között összesen 366 000 tonna bauxitot termelt ki. A termelés lencsenkénti megoszlásáról sajnos nem maradtak fenn adatok. A kitermelés 1945-ben a front közeledtével megszakadt és csak 1947-ben indították újra. A bányákat 1954-ben felhagyták.

A Maszobal Bauxitkutató Expedíciója által *Izamajor* térségében 1951-ben elkezdődött kutatások eredményeiről 1954-ben Bárdossy György készített kutatási zárójelentést „Ennek területéről 1:2000 méretarányú topográfiai térkép készült, melynek alapján felszíni földtani térképet készítettem. A megkutatott terület 132 hektár, amelyen 212 fúrás mélyült. A felderítő fúrásokkal kimutatott tíz lencse területén 50×50 méteres szabályos hálózatban részletes fúrásokat mélyítettek. A bonyolultabb felépítésű V. és VIII. lencséken a hálózatot 25×25 méterre sűrítettük. A fúrások Craelius-rendszerű magfúrással készültek és a bauxitot legalább 76 mm-es átmérővel harántolták. A fúrások átlagos magkihozatala 87% volt. A bauxitból 0,5 méterenként történt mintavétel. A sorozatelemzések ellenőrzésére külső és belső ellenőrző elemzések készültek. Ezek megerősítették az eredeti elemzések eredményeit.

A bauxitkészletek kiszámításához a Maszobal alábbi központi előírásait használtuk:

Bayer érc: átlagos Al_2O_3 több mint 45%, minimális vastagság 1,0 méter;

— első alcsoport: kovamodulus több mint 10,

— második alcsoport: kovamodulus 7–10;

Pirogén érc: átlagos Al_2O_3 több mint 40%, kovamodulus 2,6–7, minimális vastagság 1,0 méter.

A bauxit átlagos bányanedves térfogatsűrűségét a készletszámítás számára a Maszobal izamajori bányájában 2,16 kg/m^3 -ben határozták meg.

A bauxitkészleteket a *függőleges párhuzamos szelvények módszerével* határoztuk meg (42. ábra). Az eredményeket sokszög és háromszög módszerrel ellenőriztük. A készleteket az akkori hivatalos osztályozásnak megfelelően A_2 , B és C_1 ismeretességi kategóriákba soroltuk. (43. ábra). Az első két kategóriába a készleteknek produktív fúrásokkal lehatárolt része került, a C_1 kategóriába pedig a külső szegélyövezet készleteit soroltuk. A készletek lehatárolása a legközelebbi improduktív fúrások féltávolságában történt. A készletszámítási tömbök területét planiméter segítségével határoztuk meg. A készletek átlagos minőségének meghatározásához a vastagsággal, majd a tömbkészlettel súlyozott átlagszámítást alkalmaztuk.

Az összesített földtani vagyon a következő (légszáraz térfogatsűrűséggel számolva):

Bayer érc	modulus > 10	1 429 000 tonna
	modulus 7–10	144 000 tonna
Bayer érc összesen		1 573 000 tonna
Pirogén érc	modulus 2,6–7	583 000 tonna

Bányanedves térfogatsúllyal számolva a Bayer érc mennyisége 1 733 000 tonna.

Az egyes lencsék Bayer érc készlete csökkenő sorrendben a következő:

I. lencse	361 000 tonna
III. lencse	228 000 tonna
II. lencse	225 000 tonna
IX. lencse	224 000 tonna
IV. lencse	190 000 tonna
VI. lencse	104 000 tonna
V. lencse	85 000 tonna
X. lencse	66 000 tonna
VII. lencse	49 000 tonna
VIII. lencse	40 000 tonna

A bauxitfajták átlagos minősége a következő:

		Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	Modulus
Bayer érc	Md > 10	56,3%	3,5%	24,9%	16,1
	Md 7–10	55,8%	6,8%	22,1%	8,2
Bayer érc összesen		56,2%	3,8%	24,7%	14,8
Pirogén érc	Md 2,6–7	51,3%	13,3%	19,7%	3,9

Ez az összetétel a magyarországi átlagosnál jobb. A bauxit kitermelése a zárójelentés elkészítése előtt, már 1953-ban megindult az I–IV. lencséken. Az V–X. lencséken a bányászat megindításához kiegészítő fúrásokra volt szükség. Ezek leghamarabb a VII. lencsén készültek el és kiértékelésükről ugyancsak Bárdossy György készített jelentést (BÁRDOSSY 1955a). A kutatások során 18 fúrást mélyítettek. Ezekkel a fúrási hálózatot átlagosan 30–40 méterre sűrítették és a lencsét minden irányban lehatárolták. A lencse hossza ezek szerint észak–déli irányban 270 méter, rá merőlegesen 30–80 méter. A lencse teljes egészében a fő karsztvízszint (+176,0 méter) felett helyezkedett el. A készletszámítást sokszög módszerrel végeztük (43. ábra). Az alábbi eredmények születtek:

Kategória	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus	
BayEr-érc	Md >10	96 000 t.	56.0%	3.4%	24.6%	16.5

Bayer-érc	Md 7–10	39 000 t.	54,5%	6,9%	23,4%	7,9
Pirogén érc	Md 4–7	77 000t.	51,1%	9,9%	23,8%	5,2
Pirogén érc	Md 2,6–7	13 000t.	47,5%	15,1%	21,9%	3,1

Ez az eredmény jelentős készletnövekedésnek felel meg annak ellenére, hogy a minimális ércvastagságot 1,0 méterről 2,0-ra emelték. A legjobb minőségű bauxit a telep felső részén van, lefelé agyagos bauxit és bauxitos agyag következik. A fedőrétegek vastagsága 5–25 méter, ezért a teljes készletet külfejtéssel lehetett kitermelni.

BÁRDOSY (1955b) készített zárójelentést a Táncsics II. lencse megkutatásáról. A készletszámítás a függőleges párhuzamos szelvények módszerével készült (44. és 45. ábra). Ellenőrzésre a sokszög és a számtani középátlagos módszert alkalmazta. A kimutatott földtani készlet a következő:

Kategória	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
Md >10	126 600 t	56,8%	3,5%	23,4%	16,4
Md 7–10	57 400 t	54,5%	6,2%	24,3%	8,8
Md 2,6–7	150 200 t	50,2%	13,8%	21,0%	3,6

Az V. és VI. lencse kiegészítő kutatásáról ugyancsak BÁRDOSY (1956) készített jelentést. Ennek során az V. lencsén 2, a VI. lencsén 9 fúrás mélyítették a készletek pontosítására és lehatárolására. A lencsék készletét sokszög módszerrel újra kiszámítottuk (46. ábra). Az V. lencse készletei a következők:

Kategória		Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
I. oszt.	Md >10	78 000 t	55,9%	3,4%	25,6%	16,4
II. oszt.	Md 7–10	—	—	—	—	—
III. oszt	Md 4–7	11 000 t	50,3%	12,7%	22,2%	4,0
IV. oszt.	Md 2,6–4	11 000 t	49,6%	14,9%	20,3%	3,3

A VI. lencse készletei a következők:

Kategória	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
I. oszt.	75 000 t	56,0%	2,7%	26,2%	20,7
II. oszt.	5 000 t	55,1%	6,8%	22,5%	8,1
III. oszt.	35 000 t	53,0%	12,0%	18,5%	4,4

A kiegészítő kutatás csekély készletcsökkenéssel járt, ugyanakkor megnövelte a készletek pontosságát.

A VIII–XII. lencséken is kiegészítő kutatást végeztek, amelyek eredményeiről Vörös István 1956 novemberében készített kutatási jelentést (VÖRÖS I. 1956). A XII. lencse az 1954-es zárójelentésben még nem szerepelt. Összesen tehát 42 kiegészítő fúrás készült. Ezek a rétegtani felépítés és a település módját illetően érdemi változásokat nem hoztak, csak néhány újabb vető kimutatására került sor. A lencsék készleteit sokszög módszerrel határozták meg. Ezek a következők:

VIII. lencse

Kategória	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
I. oszt.	57 000 t	55,0%	4,1%	25,0%	13,4
II. oszt.	5 000 t	55,4%	5,9%	23,5%	9,4
III. oszt.	54 000 t	52,4%	10,0%	22,9%	5,2
IV. oszt.	—	—	—	—	—

IX. lencse

I. oszt.	193 000 t	56,7%	3,8%	24,9%	14,9
II. oszt.	30 000 t	55,8%	6,4%	22,0%	8,7
III. oszt.	29 000 t	53,7%	10,2%	19,7%	5,3
IV. oszt.	29 000 t	49,2%	14,1%	22,5%	3,5

X. lencse

I. oszt.	55 000 t	58,0%	2,7%	24,4%	21,5
II. oszt.	6 000 t	55,4%	6,5%	23,4%	8,5
III. oszt.	24 000 t	51,1%	12,0%	20,3%	4,2
IV. oszt.	30 000 t	50,2%	14,4%	20,4%	3,5

XI. lencse

I. oszt.	20 000 t	54,7%	3,5%	26,3%	15,6
II. oszt.	—	—	—	—	—
III. oszt.	7 000 t	52,0%	9,2%	23,2%	5,6
IV. oszt.	4 000 t	47,2%	15,4%	23,0%	3,1

XII. lencse

I.oszt	108 000 t	54,1%	3,4%	26,5%	15,9
II.oszt	2 000 t	54,6%	7,2%	22,0%	7,6
III. és IV.oszt	—	—	—	—	—

Az 1954-es zárójelentés készleteivel összehasonlítva a IX. és X. lencsén készletcsökkenés, a VIII. és XI. lencsén készletnövekedés következett be, a XII. lencse készlete pedig teljesen új. E kiegészítő kutatások után a zárójelentés teljese területét megkutatottnak tekintették.

1956 és 1960 között a kutatások az 1952-ben kimutatott XIII. lencsén folytatódtak és a lencse 50×50 méteres hálózatban történt megkutatásához vezettek. A lencsén összesen 41 fúrás mélyült. A lencse megkutatottsága teljesnek tekinthető. A kutatások eredményeiről 1960-ban Károly Gyula és Jenei Margit készítettek zárójelentést (KÁROLY, JENEI 1960). A lencse egészét eocén védőrétegek borítják. A rétegtani és tektonikai felépítést a többi izamajori bauxitlencsével közel megegyezőnek találták. A készletszámítást sokszög módszerrel végezték, melyhez 1,96 tonna/m³ száraz térfogatsúlyt használtak (47. ábra). A minimális készletvastagságot központi utasításra 1,5 méternél vették fel. Ellenőrző készletszámítást a számtani középátlagos módszerrel végeztek. A lencse földtani készletei a következők:

Kategória	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
I. oszt.	128 000 t	55,2%	3,1%	25,5%	17,8
II. oszt.	19 000 t	51,0%	6,3%	23,7%	8,1
III. oszt.	54 000 t	51,3%	10,0%	21,7%	5,1
IV. oszt.	28 000 t	48,7%	16,5%	19,4%	3,0

A kutatások ezután kelet és észak felé terjedtek tovább. Ezek első eredményeiről SZABÓ E. készített zárójelentést 1961-ben, melyben az Alsó-Nyirádi-erdő II. és III. számú bauxitlencséjét értékelte földtani tömb módszerrel (SZABÓ 1961). A földtani készletek a következők:

II. lencse

Kategória	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
I. oszt.	62 100 t	54,4%	3,1%	26,1%	17,5
II. oszt.	6 500 t	50,6%	6,6%	24,5%	7,7
III. oszt.	20 400 t	48,5%	9,6%	23,9%	5,1
IV. oszt.	9 200 t	42,9%	14,5%	23,1%	3,0

III. lencse

I. oszt.	305 200 t	53,5%	2,7%	26,7%	19,8
II. oszt.	45 700 t	52,7%	6,5%	22,4%	8,1
III. oszt.	107 500 t	50,9%	10,1%	21,1%	5,0
IV. oszt.	81 300 t	47,1%	15,0%	21,4%	3,1

1964-ben Szabó E. és Erdélyi T. készített zárójelentést az Iza II. bányászati koncentráció első részéről (SZABÓ, ERDÉLYI 1964), majd ugyanebben az évben Erdélyi T. a koncentráció második részéről (ERDÉLYI 1964).

1965-ben Vörös Z. készített zárójelentést a Ferenc lencse déli részén, valamint a Táncsics II. lencse délnyugati meghosszabbításán végzett kutatások eredményeiről (VÖRÖS Z. 1965). A sokszög módszerrel végzett készletszámítás a földtani készletre a következő eredményeket szolgáltatatta (48. ábra):

Ferenc dél

Kategória	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
I. oszt.	21 800 t	56,1%	4,1%	21,8%	13,7

Táncsics II. délnyugat

I. oszt	128 100 t	51,9%	6,6%	23,4%	7,9
---------	-----------	-------	------	-------	-----

1968-ban Komlóssy Gy. készített zárójelentést a dült-nyíresi III., IV., V. és VI. számú lencséről. A készletszámítás vastagságvonalas módszerrel készült (KOMLÓSSY 1968). Számos fúrásban egyébként jó minőségű, de a megengedettnél nagyobb kéntartalmú bauxitot találtak. Ezeket Komlóssy „kénés bauxit” néven külön vette számításba. A nem kénés földtani készletek a következők:

Lencse	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
III. lencse	151 300 t	53,7%	7,7%		7,0
IV. és V. lencse	206 900 t	52,5%	10,1%		5,2
VI. lencse	100 300 t	53,1%	5,0%		10,6

1970-ben R. Szabó I. az Alsó-Nyirádi-erdő IV. számú lencséről készített zárójelentést (R. SZABÓ 1970) A készletszámítás földtani tömbmódszerrel készült és a következő eredményeket hozta:

Kategória	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
I. oszt	106 300 t	54,2%	2,5%	26,0%	21,7
II. oszt	28 000 t	51,9%	6,4%	27,0%	8,1
III. oszt.	101 100 t	48,8%	9,4%	26,2%	5,2
IV. oszt.	43 400 t	46,1%	14,1%	24,2%	3,3

1977-ben az Aluterv–FKI keretében Komlóssy Gy., Egerszegi F és Höriszt Gy. készített zárójelentést az Iza III. koncentrációnak elnevezett terület bauxitlencséről (KOMLÓSSY et al. 1977). A készletszámítást izovonalas módszerrel végezték 1,8 méter minimális bauxitvastagságot véve alapul. A számítást számtani középátlós módszerrel ellenőrizték. A kimutatott földtani vagyon a következő:

Lencse	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Modulus	CaO+MgO
Dült-nyíres X/a	219 500 t	51,8%	4,6%	11,3	0,84%
Dült-nyíres X/b	437 800 t	50,4%	5,8%	8,7	1,11%
Dült-nyíres XI.	191 000 t	50,9%	6,0%	8,5	0,65%
Dült-nyíres XII.	6 400 t	50,9%	9,1%	5,6	1,08%
Dült-nyíres XIII.	29 200 t	52,0%	5,1%	10,2	0,62%
Dült-nyíres XXIX.	39 700 t	51,3%	7,6%	6,8	0,70%
Alsó-Nyírádi-erdő V.	132 400 t	50,5%	6,1%	8,3	1,05%
Alsó-Nyírádi-erdő VII.	66 000 t	54,2%	5,2%	10,4	0,48%
Alsó-Nyírádi-erdő XII.	6 700 t	54,5%	4,5%	10,0	0,60%
Alsó-Nyírádi-erdő XIII.	800 t	50,5%	9,2%	5,4	1,11%
Alsó-Nyírádi-erdő XIV.	121 600 t	50,6%	6,6%	7,7	0,61%
Alsó-Nyírádi-erdő XVIII.	16 800 t	52,7%	8,9%	5,9	1,07%
Alsó-Nyírádi-erdő XIX.	77 200 t	51,0%	6,5%	7,8	2,55%

Ugyancsak az Aluterv–FKI keretében készített Komlóssy Gy. 1980-ban zárójelentést a Dült-nyíres XV. lencséről (KOMLÓSSY 1980). A vastagságvonalas módszerrel végzett készletszámítás a következő földtani vagyont mutatta ki:

Lencse	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Modulus	CaO+MgO
Dült-nyíres XV.	478 000 t	50,6%	5,6%	9,0	1,05%

Mindkét Aluterv–FKI jelentés ún bauxit-egyenértékkel számolt és a fentiekben ismertetett négy készletminőség-kategóriát nem különböztette meg. A későbbi készletértékelésekben a Bakonyi Bauxitbánya Kft. újra az ún. kova-modulushoz tért vissza.

1987–1988-ban részletes fúrásos kutatás folyt az Ódörögdpusztától nyugatra eső területen. Hat bauxitlencsét mutattak ki és kutattak meg. Elsőnek a II. lencséről készült zárójelentés 1988-ban Péter Z., Szabó E., Felvinczi I., Horváth I. és Fábán J. szerkesztésében (PÉTER et al. 1988). A kutatást 25×25 méteres hálózatban végezték. A készletszámítást földtani tömbmódszerrel végezték és vastagságvonalas módszerrel ellenőrizték. A kimutatott földtani vagyon a következő:

Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Modulus	CaO	MgO	összes S
88 500 t	50,7%	9,7%	5,2	0,47%	0,11%	0,06%

A fúrások szerint a bauxit minősége rendkívül változékony, ami feltehetően az áthalmazódás következménye. A minimális számításba vett bauxitvastagság 1,0 méter volt. A készleteket minden oldalról megbízhatóan lehatárolták, ami a bauxit áthalmazottsága miatt különösen fontos volt.

1989-ben készült el az Ódörögdpusztá I. lencse kutatási zárójelentése Szabó E. és Felvinczi I. szerkesztésében (SZABÓ, FELVINCZI 1989). Ezt a lencsét is 25×25 méteres hálózatban kutatták meg. A készletszámítás a fentiekkel azonos módszerekkel történt. A kimutatott földtani vagyon a következő:

Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Modulus	CaO	MgO	összes S
90 200 t	51,0%	11,8%	4,3	0,24	0,06	0,05

A gyenge minőség miatt a kimutatott készlet hazai timföldgyárban gazdaságosan nem dolgozható fel. Személyes számításaim szerint a fenti készletből 27 000 tonna éri el a gazdaságos feldolgozhatóság határát.

1991-ben készült el a VI. lencse zárójelentése Ludas F.-né, Felvinczi I., Horváth I. és Kardos L.-né szerkesztésében. A készletszámítás itt is földtani tömbmódszerrel történt (LUDASNÉ et al. 1991). A lencse földtani vagyona a következő:

Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Modulus	CaO	MgO	összes S
36 400 t	54,4%	7,2%	7,6	0,18%	0,07%	0,05%

Az Ódörögdpusztától keletre kimutatott három lencséről nem készült kutatási zárójelentés, de a földtani készleteiket kiszámították. Ezek a következők:

Lencse	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Modulus	CaO	MgO
Ódörög IV.	64 600 t	50,2%	5,1%	9,8	0,48%	0,12%
Ódörög VIII.	8 700 t	50,2%	5,2%	9,7	0,40%	0,14%
Iza XXI	45 400 t	56,9%	6,8%	8,4	1,18%	0,18%

Mindhárom lencse megkutatása 25×25 méteres szabályos hálózatban történt és mindhárom lencse lehatárolása is teljes.

A Geoprospect Kft. 1994-ben a Károly lencse pótkutatásának eredményeiről készített kutatási zárójelentést Böröczky T. és munkatársai szerkesztésében (BÖRÖCZKY et al. 1994). A visszatöltött külfejtés területén 42 fúrást mélyítették, melyek közül 7 talált szorosan vett bauxitot 4 kisebb érctestben (49. ábra). A földtani készlet ezek alapján 19 100 t 56,5% Al₂O₃ és 7,6% SiO₂ tartalommal, modulus 7,4. A készletet 5–10 méter vastagon a külfejtés visszatöltése borítja. Ez látható a 50. ábra földtani szelvényén. A jelentés szerzői a lencse pótkutatását a külfejtés területén befejezettnek tekintették, de a külfejtéstől nyugatra és délre további fúrásos kutatást javasoltak.

A Geoprospect Kft. 1994–1995-ben, majd a Bakonyi Bauxitbánya Kft 1998-ban pótkutatást végzett a Deáki-hegynék az 1940-es években részben külfejtéssel, részben mélyműveléssel nagyrészt kitermelt bauxitlencsén (Edgár, Arnold, Károly, Sándor, Gábor, Ferenc, Táncsics I.). A pótkutatást nagyrészt 25×25 méteres hálózatban végezték, amit helyenként 15×15 méteresre sűrítettek. A kutatások eredményeiről a Bakonyi Bauxitbánya Kft. készített zárójelentést Jankovics Bálint és munkatársai szerkesztésében, 1999-ben (JANKOVICS et al. 1999). A készlet-számítást földtani tömb- és vastagságvonalas módszerrel, a Táncsics I. lencsén pedig sokszög módszerrel végezték. A következő visszamaradt földtani készletet mutatták ki:

Lencse	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Modulus	CaO	MgO
Edgár	58 400 t	54,7%	4,8%	11,4	0,63%	0,14%
Károly	19 100 t	56,5%	7,6%	7,4	0,23%	0,09%
Sándor	99 400 t	56,0%	5,7%	9,8	0,19%	0,08%
Gábor	7 100 t	56,0%	6,7%	8,4	0,11%	0,02%
Ferenc	17000 t	54,4%	4,8%	11,3	0,93%	0,24%
Táncsics I.	151 500 t	54,3%	5,6%	9,7	0,23%	0,10%

A pótkutató fúrások helye, valamint a bauxit körvonalai az 51., 52. és 53. ábrán láthatók. A Károly lencséről készült földtani szelvényt az 50. ábrán mutatom be.

A jelentés szerzői szerint a készletek mennyisége és minősége jelentős bizonytalansággal terhelt. A fedőrétegek és a visszatöltés együttes vastagsága 10–40 m. Ezért a fenti készleteket külfejtéssel lehet kitermelni. 2006 és 2008 között a Sándor lencse külfejtéses kitermelésére került sor. A kitermelés során igen alapos termelési kutatást is végeztek, amelynek eredményként 232 400 t bauxitot termeltek ki átlagban 52,5% Al₂O₃ és 6,8% SiO₂-tartalommal. Ez lényegesen több mint a lencse eredetileg kiszámított 89 600 t kitermelhető készlete. 2008 és 2010 között a Táncsics I lencsét is kitermelték: 202 300 t 49,4% Al₂O₃ és 6,0% SiO₂ átlagos minőséggel. Ez is sokkal több, mint az eredetileg számított kitermelhető készlet (133 900 t), de ugyanakkor az átlagos minőség némileg romlott.

1999 óta nem készültek a monográfia területéről újabb kutatási zárójelentések, de a vállalat a készletek mennyiségét és minőségét évente hivatalos jelentés formájában felülvizsgálja, és ha kell, módosítja.

A 20. táblázat a jelenleg hivatalosan nyilvántartott földtani készletek közül azokat tartalmazza, amelyek átlagos modulusa 4,0-nél nagyobb. A felsorolásban elsőnek a részben kitermelt régi bányák lencséi szerepelnek. Ezt követi Izamajor, az Alsó-Nyirádi-erdő, Dült-nyíres, a Nyirádi-medence és végül Ódörögdpusztá térsége.

A régi bányüzemek közül jelenleg a Ferenc és a Ferenc-dél lencse letakarítása és kitermelése folyik. A közeli jövőben várható a Gábor lencse újrainyitása. A Károly és Arnold lencsék újrainyitását középtávon, a Táncsics II. lencsét pedig hosszú távon tervezik.

A kutatások módszertani értékelése

A nyirádi előfordulás nagyobb részén neogén és negyedkori képződmények vannak a felszínen. A viszonylag kis kiterjedésű bauxitlencsék kimutatása felderítő fúrásokkal ezért nagymértékben a véletlentől függ. Ezért már az ötvenes évek elején felvetődött *geofizikai módszerek* alkalmazására a lencsék helyének közelítő kimutatására. A Bauxitkutató Expedíció geofizikai csoportja a területen geoelektromos méréseket kezdett. Ezek változó sikerrel jártak. Az a tapasztalat alakult ki, hogy a függőleges elektromos szondázás módszere akkor hatásos, ha a területen néhány felderítő fúrás már lemélyítették. E fúrópontokon végzett mérések adataiból kiindulva a fúrások közötti területen végzett mérések eredményei sokkal eredményesebben értékelhetők. Ezen a módon reális lehetőség van a felszín alatt rejtett bauxitlencsék

20. táblázat. Az egyes lencsék hivatalosan nyilvántartott készletei (2011. 01. 01. állapot)

A lencse neve, sorszáma	Készlet ktonna	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Modulus	CaO %	MgO %
Károly	19,1	56,6	7,6	7,5	0,20	0,10
Ferenc	17,0	54,4	4,8	11,3	0,93	0,24
Ferenc dél	11,5	56,2	3,5	16,1	0,90	0,16
Gábor	7,1	56,0	6,7	8,4	0,11	0,02
Táncsics II	129,6	50,4	9,6	5,2	0,10	0,10
TáncsII DNy	134,4	50,9	9,3	5,5	0,12	0,08
Izamaajor						
XIV.	45,2	51,1	11,7	4,4	0,60	0,40
XV.	69,8	53,4	12,0	4,4	0,60	0,40
XVI.	10,4	52,4	6,9	7,6	0,64	0,42
XVIII.	9,6	49,6	10,5	4,7	0,59	0,39
XIX.	22,9	47,6	11,7	4,1	0,20	0,10
XX.	70,6	54,6	4,4	12,4	0,20	0,10
XXI.	45,4	56,9	6,8	8,4	1,20	0,20
Alsó-Nyirádi-erdő						
IV.	81,7	50,1	9,1	5,5	1,30	0,90
V.	18,7	52,0	9,1	5,7	1,00	0,40
VI.	17,4	50,1	7,5	6,7	0,72	0,41
VIII.	381,2	52,0	5,4	9,6	0,60	0,40
XII.	6,7	54,6	4,5	12,1	0,50	0,10
XIV.	21,2	49,4	9,0	5,5	0,80	0,10
XV.	43,0	51,3	8,2	6,3	0,60	0,10
XVI.	802,1	50,3	11,3	4,4	0,80	0,10
XVIII.	16,8	50,5	8,8	5,8	0,90	0,10
XIX.	17,4	48,0	11,4	4,2	1,10	0,40
XXI.	40,4	47,4	11,6	4,1	0,90	0,20
Dült-nyíres						
X/a	219,5	51,8	4,6	11,2	0,70	0,10
X/b	40,8	51,0	6,5	7,8	0,70	0,10
XI.	12,5	46,1	10,8	4,3	0,57	0,18
XII.	6,4	50,8	9,1	5,6	0,90	0,20
XIII.	2,2	49,5	6,4	7,7	0,71	0,14
XIV.	105,2	48,8	11,0	4,5	0,90	0,20
XV.	478,0	50,6	5,6	9,0	0,90	0,20
XXIX.	24,9	51,5	6,7	7,7	0,70	0,10
Nyirádi-medence						
I.	316,3	50,3	6,9	7,3	0,90	0,20
IV.	106,7	49,9	10,0	5,0	0,70	0,20
XI.	13,3	50,6	8,5	6,0	0,42	0,08
Ódörögdpusztá						
III.	12,5	52,4	8,4	6,3	0,30	0,10
IV.	64,6	50,2	5,1	9,9	0,50	0,10
V.	2,7	57,1	8,0	7,1	0,09	0,06
VI.	57,7	50,4	12,5	4,0	0,40	0,20
VIII.	8,7	50,2	5,2	9,6	0,20	0,10

kimutatására. Az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) 1982–1983-ban eredményes felszíni geofizikai méréseket végzett az Ódörögdpusztától nyugatra lévő területen geoelektromos (VLF, potenciálmérés) és elektromágneses módszerekkel. A mérések alapján ki lehetett mutatni a fekvő felszínének mélyedéseit, melyekben bauxit felhalmozódását lehetett feltételezni. 1989-ban az ELGI légi geofizikai méréseket végzett az előfordulás déli, sekély részein, a fedett bauxitlencsék kimutatására.

A fúrásos kutatások kezdettől fogva 50×50 méteres szabályos hálózatban történtek, melyet a bonyolultabb helyeken 25×25 méterre sűrítettek. Ez a hálózat megfelelt a bauxit hatástávolságának, amit variogramok segítségével lehetett kiszámítani. Az előfordulás déli részén, ahonnan az eocén fedő nagyrészt lepusztult a hálózatot még ennél is tovább sűrítették a nagyfokú változékonyság miatt 15×15 méterre. Ezek a hálózatok beváltak a bányászati kitermelés során. A kiütő értékek kiszűrésével és a távolságok megfelelő megválasztásával sikerült jó minőségű izotróp és iránymenti *variogramokat* szerkeszteni. Itt említem meg, hogy a hetvenes- nyolcvanas években szoros szakmai együttműködést sikerült kialakítanom G. Matheron professzorral és az általa vezetett geostatistika tanszékkel (Fontainebleau). Az általa kidolgozott geostatistikai módszeregyüttést sikerült a hazai bauxitkutatásban meghonosítani.

A fúrások technikai kivitelezése megfelelő. Elsősorban a bauxitból nyert magas magkihozatal elérése a fontos. A rétegsorok földtani leírása is megfelelő színvonalon történt.

A lencsék közötti térségek a lencsénél sokkal ritkábban lettek megkutatva. A kutatások itteni kilátásairól a következő fejezetben szólok. Minden nyersanyagkutatás egyik alapvető kérdése az, hogy meddig kell az előfordulás kutatását folytatni? Az ún. alulkutatás megnöveli a bányászati beruházás bizonytalanságát és kockázatait. Ugyanakkor a „túlkutatás” felesleges többletköltséggel jár. Az optimum kijelölésére a hagyományos statisztikai módszerek nem alkalmasak. A halimbai monográfiámban (BÁRDOSY 2007) az ún. Bayes-statisztika módszerét próbáltam ki, sikerrel. A Bayes–Laplace képlet segítségével a legfontosabb kutatási paraméterek optimumát meg lehet határozni sőt fontossági sorrendjük is meghatározható. Amennyiben a monográfia területén — reményeim szerint — további fúrásos kutatásokra kerül sor a Bayes-statisztika alkalmazását javaslom.

További kutatások kilátásai

A további kutatások lehetőségeit erősen korlátozza az a körülmény, hogy a monográfia területét nyugat, dél és délkelet felé a triász korú Földolomit Formáció felszíni kibúvásai határolják. Északkelet felé a 200 métert meghaladó fedővastagság szab határt a további kutatásnak (4. ábra). Északnyugat felé a nagytárkány-pusztai és darvastói megkutatott és részben kitermelt bauxitlencsék következnek. A monográfia területén belül egyedül az izamajori és ódörögdpusztai lencsék között maradt egy területsáv, amelynek megkutatottsága nem tekinthető teljesnek. Elsősorban az Ódörögdpusztától keletre kimutatott lencsék és az izamajori terület lencséi között látok reményt kisebb bauxitlencsék kimutatására, mert itt remény van az eocén védőrétegek helyi jelenlétére. E területsáv perspektíváit növeli az No–602 fúrásban talált igen jó minőségű bauxit (modulus 21,9).

A Deáki-hegy lencséi véleményem szerint kellő részletességgel lettek megkutatva. A lencsék közötti meddőnek tekintett területeken látok reményt kisebb bauxitlencsék kimutatására. Ezek megtalálását helytelen lenne a vak szerencsére bízni. A sekélyebb nyugati területeken felszíni geofizikai mérések szolgálhatnak támpontul a fúrások kijelölésére. Az 1940-es években kitermelt lencsék között a Bakonyi Bauxitbánya Kft. pótkutatásai az 1990-es években több bauxitindikációt, valamint gyengébb minőségű bauxitot találtak (JANKOVICS et al. 1999, TÓTH 1999). Lényeges kizáró körülmény itt is az eocén védőrétegek lepusztulása a dolomit kibúvások közelében.

Az esetleges kutatások megkezdése előtt a geofizikai eredményeken túlmenően szükségesnek tartom az ún. *súlyozott bizonyítékok* (*weights of evidence*) módszer alkalmazását a meglevő adatok értékelésére. (AGTERBERG, BONHAM-CARTER 2005, WANG, CHENG 2003). E módszer segítségével számszerűsíthető a kiválasztott terület várható produktivitása. A módszert a szőci monográfia területén eredményesen alkalmaztam (BÁRDOSY 2010).

A monográfia területére konkrét kutatási tervet, csak a fenti mérések és értékelések elkészülte után lehet készíteni.

A készletszámítások módszertani tapasztalatai

Az elmúlt évtizedek során számos készletszámítási módszert alkalmaztak a hazai bauxitkutatásban. Nyomatékosan kell hangsúlyozni, hogy bármely módszer sikeres alkalmazásának alapfeltétele a természeti valóságot híven leképező *teleptani modell*. Monográfiánk területére ez a feltétel teljesült, ezt igazolják a bányászat tapasztalatai.

A legkorábbi készletszámítások központi utasításra *sokszög módszerrel* készültek. Személyes kezdeményezésemre az izamajori zárójelentésnél a *párhuzamos függőleges szelvények módszerét* alkalmaztuk. Tapasztalataim szerint ez a

módszer jobban leképezte a természeti valóságot, mint a sokszög módszer. A későbbiekben mégsem nyert alkalmazást kissé nagyobb munkaigénye miatt. Egyre több alkalmazást talált viszont az ún. *földtani tömbök módszere*, amely jobban megközelítette a teleptani modellt, mint az eléggé merev sokszög módszer. Az utóbbi években a *vastagságvonalas módszert* alkalmazzák egyre gyakrabban, amely munkaigényes de pontosnak tűnik. A probléma itt a lehatároló peremi övezetek helyes megjelenítése. A módszer viszonylag tág lehetőséget ad a peremi övezetek optimista, ill. pesszimista megítélésére. Mindezeket a módszereket ismerteknek tételezem fel, és ezért nem ismertetem őket.

Ezek a hagyományos módszerek determinisztikus jellegűek, mert a készlet mennyiségére és minőségére egyetlen eredményt közölnek. A bizonytalanságot központi előírásoknak megfelelően *ismeretességi kategóriákkal* (A, B, C₁ és C₂) kategóriákkal fejezik ki. A baj csak az, hogy mindez nem matematikai számítás, hanem ún. szakértői vélemény eredményeként jön létre.

Az 1970-es években Franciaországban kialakított *geostatistikai módszeregyüttes* nagy előrelépést jelentett, mert az ún. krigelési módszerek a készletek szórásának közelítő számítását is lehetővé tették („krigelési szórás”). A módszer elvi gyengéje hogy lineáris egyenletrendszerek megoldásával éri el eredményeit, holott a földtudományi paraméterek viselkedése szinte kivétel nélkül nem lineáris jellegű. Geostatistikai módszereket a nyirádi előfordulás területén nem alkalmaztak, valószínűleg a módszer munkaigényessége és magasabb szintű matematikai ismeretek igénye miatt.

Az 1990-es évektől kezdve Fodor János matematikus professzorral a *bizonytalan halmazok elméletét* (fuzzy set theory) kezdtük bevezetni a földtudományi kutatásokba. A módszert készletszámításokra is alkalmaztuk, melynek módszertanát R. Szabó Istvánnal és Varga Gusztávval angol nyelven ismertettük (BÁRDOSSY et al. 2003). 2004-ben Fodor professzorral a módszert angol nyelven megjelent könyvünkben is bemutattuk (BÁRDOSSY, FODOR 2004). A módszert a szőci Szárhegy I. és a Nyírárskút IV. lencsén a gyakorlatban is alkalmaztam (BÁRDOSSY 2010), amelyhez részletes módszertani ismertetést is csatoltam. Ennek megismétlését itt feleslegesnek tartom. A módszer legfontosabb gyakorlati eredménye, hogy a készletszámítás eredményeinek bizonytalanságát is meghatározza, külön a produktív fúrásokkal körülvett „belső (megbízható) övezetre” és külön a „külső (lehetséges) övezetre”, ahol a külső határ megvonása bizonyos mértékig önkényes. Mindez a fuzzy tagságfüggvények segítségével történik. A készletszámítás eredményei a földtani vagyonra vonatkoznak, mert a termelési veszteség és a hígulás meghatározása a bányászati szakemberek hatáskörébe tartozik.

Monográfiánk területén ezt a készletszámítási eljárást eddig nem alkalmazták. Amennyiben reményeim szerint a kutatófúrások folytatódnak örömmel végeznék fuzzy készletszámítást az újonnan kimutatott lencséken.

Összefoglalás

A nyirádi előfordulás keleti részének monografikus feldolgozása a halimbai, malom-völgyi és szőci monográfiám szerves folytatását képezi. A nyirádi előfordulás fennmaradó három részének monografikus feldolgozása egy további igen nagy feladatot jelent. Monográfiáimban az előfordulások hozzáférhető adatainak teljességre törekvő feldolgozásán túl a legújabb matematikai módszerek felhasználásával a teleptani, tektonikai, közettani, geokémiai, ásványtani és genetikai kérdéseket a lehető legkorszerűbb módon igyekeztem értékelni. Ez indokolta a teljes szöveg angol nyelvre történt lefordítását. A hidrogeológiai helyzettel és annak bányászati kihatásaival csak igen röviden foglalkoztam, mert az külön szakterületet képez. Regionális vízszintsüllyesztés alkalmazását a jelen körülmények között én sem tartom kivitelezhetőnek. Ugyanakkor egyes lencsék lokális víz-szintsüllyesztéssel történő gyors kitermelésére reális lehetőséget látok.

Befejezésül hangsúlyozni kívánom, hogy a monográfia területén látok reményt eredményes további kutatásra. Monográfiámmal ennek szakmai megalapozásához kívántam hozzájárulni.

Köszönetnyilvánítás

Előző monográfiáimhoz hasonlóan munkámhoz a Bakonyi Bauxitbánya Kft. részéről minden lehetséges segítséget megkaptam. Megkülönböztetett köszönettel tartozom Kis István stratégiai igazgatónak, valamint Jankovics Bálint, Rausch Péter és Varga Gusztáv geológusoknak. Értékes segítséget kaptam munkámhoz a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (MBFH) földtani és geofizikai adattárától, ahol a kutatási zárójelentések nagyobb részét őrzik. Hálás köszönettel tartozom a Magyar Tudományos Akadémia Elnökségének a kötet megjelenésének támogatásáért. A kötet szerkesztésének bonyolult munkáját Piros Olga és Balázs Regina végezte. Nekik ezért külön köszönettel tartozom.

References — Irodalom

Nyomtatott dokumentumok

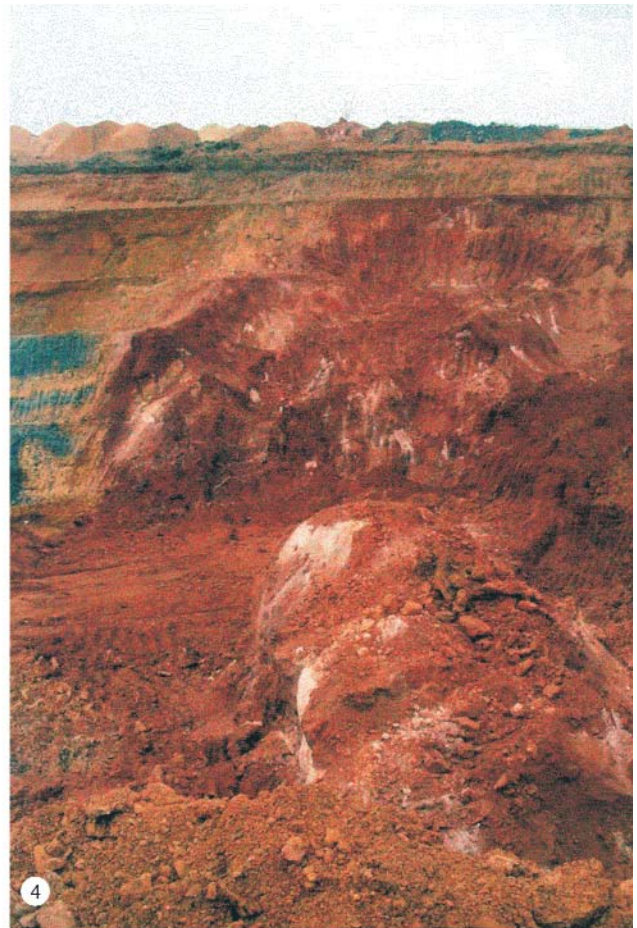
- AGTERBERG F. P., BONHAM-CARTER G. F. 2005: Measuring the performance of mineral-potential maps. — *Mineral Resources Research* 14 (1), pp. 1–17.
- AJTAI Z. 1941: A Magyar Bauxitbánya Rt. alumínium bányászata. — *Bányászati és Kohászati Lapok* 74.
- BARNABÁS K. 1957: A halimbai és nyirádi bauxitterület földtani kutatása. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 46 (3), pp. 409–431.
- BARNABÁS K. 1966: *A bauxit*. — *Ásványtelepeink földtana. Nyersanyag lelőhelyeink*. — Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 143–178.
- BÁRDOSY GY. 1957: A Szőc és Nyirád környéki bauxit (The Szőc and Nyirád bauxite occurrences). — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 46 (3). Pp. 433–452.
- BÁRDOSY GY. 1961: *A magyar bauxit geokémiai vizsgálata (Geochemical study of Hungarian bauxites)*. — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 233 p.
- BÁRDOSY, GY. 2007: *The Halimba bauxite deposit. A halimbai bauxit-előfordulás*. — Magyar Állami Földtani Intézet Alkalmi Kiadványa, Budapest 119 p.
- BÁRDOSY, GY. 2009: *The Halimba Malom-völgy bauxite deposit. A halimbai Malom-völgy bauxit előfordulása*. — Magyar Állami Földtani Intézet Alkalmi Kiadványa. Budapest 88 p.
- BÁRDOSY, GY. 2010: *The Szőc bauxite deposit. A szőci bauxit-előfordulás*. — Magyar Állami Földtani Intézet Alkalmi Kiadványa. Budapest 126 p.
- BÁRDOSY, GY., FODOR, J. 2004: *Evaluation of Uncertainties and Risks in Geology*. — Springer Heidelberg, London, New York 221 p.
- BÁRDOSY GY., R. SZABÓ I., VARGA G. 2003: A new method of resource estimation for bauxite and other solid mineral deposits. — *BHM Berg und Huttenmännische Monatshefte, Wien*, 148. Jg. pp. 57–64.
- BÖRÖCZKY T., VARGA G. 1999: A bauxitkutatás szervezeti átalakulása és a kutatás újabb eredményei. — *Bányászati és Kohászati Lapok. Bányászat* 132 (5), pp. 348–357.
- GÁDORI V., SZEPESHEGYI I. (szerk.) 1987: *Bauxitbányászat a Bakonyban*. — Tapolca, 265 p.
- HORVÁTH F., DOMBRÁDI E. 2010: A magyar tektonikai gondolkodás fejlődése a Balaton és környéke kutatásának tükrében. (Evolution of the Hungarian tectonics: an overview of a century of research on and around the Lake Balaton). — *Földtani Közlöny* 140 (4), pp. 335–354.
- KUTASSY E. 1935: Adatok a Déli és Északi-Bakony triász és krétakori lerakódásainak ismeretéhez. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1933–35 évekről. IV*.
- LÓCZY L. 1918: *Magyarország földtani szerkezete*. — Magyar Földrajzi Társaság Kiadványa, Budapest, pp. 5–43.
- MÉSZÁROS I. 1983: A bakonyi vízszintes eltolódások szerkezeti és gazdaságföldtani jelentősége. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évi Jelentése 1981 évről*. pp. 485–502.
- MINDSZENTY, A., KNAUER, J., MÁTÉFINÉ STEFFLER, M. 1994: Superimposed paleokarst phenomena in the Halimba Basin, South Bakony, Hungary. — *Proceedings of the International Association of Sedimentologists, Ischia*, pp. 285–286.
- MINDSZENTY A., CSOMA A., TÖRÖK A., HIPS K., HERTELENDI E. 2001: Flexura jellegű előtéri deformációhoz köthető karsztbauxit szintek a Dunántúli-középhegységben. (Rudistid limestones, bauxites, paleokarst and geodynamics. A case study of the Cretaceous of the Transdanubian Range.) — *Földtani Közlöny* 132 (1–2), pp. 107–152.
- SZÁDECKY-KARDOS E. 1955: *Geokémia (Geochemistry)*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 680 p.
- TARI G., HORVÁTH F. 2010: A Dunántúli-középhegység helyzete és eoalpi fejlődéstörténete a Keleti-Alpok takarós rendszerében: egy másfél évtizedes tektonikai modell időszerűsége. (Eoalpine evolution of the Transdanubian Range in the nappe system of the Eastern Alps. Revival of a 15 years old tectonic model). — *Földtani Közlöny* 140 (4), pp. 483–510.
- VADÁSZ E. 1946: A magyar bauxit-előfordulások földtani alkata (Geological constitution of the Hungarian bauxite occurrences) — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 36 (2), pp. 173–286.
- VADÁSZ E. 1951: *Bauxitföldtan*. — Akadémiai Kiadó, Budapest, 127 p.
- VIZY B. 1999: *Bauxitkutatás Magyarországon*. — Magyar Alumíniumipari Múzeum kiadványa, Székesfehérvár, 148 p.

- WANG, H., CEI, G., CHENG, Q. 2002: Data integration using weights of evidence model. Application in mapping mineral resource potentials. — *Proceeding Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications, Ottawa*, pp. 1–6.
- WEISSE, DE J-G. 1948: Les bauxites de l'Europe Centrale. (Province dinarique et Hongrie). — *Mémoires de la Société vaudoise des Sciences Naturelles. Lausanne* 9 (1), 162 p.

Kézíratos jelentések

- ALLIQUANDER, E., LJUBIMOV, I. A., VADÁSZ, E. 1949: A délnyugati Bakonyban Halimba, Padrag és Szóc bauxitterületen végzett geológiai kutatások adatai. (Data on the geologic exploration for bauxite in the Halimba, Padrag, Szóc region in the southwestern Bakony Mountains.) — *Maszobal Rt.* 334 p.
- BARNABÁS K. 1952: Jelentés az 1950. évben Magyarországon a Halimba, Nyirád, Sümeg körzetében végzett bauxitkutató munkálatokról. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- BARNABÁS K., BÁRDOSSY GY. 1952: Jelentés az 1951. évben Magyarországon a halimbai devecseri úti és Nyirád izamajori bauxitelőfordulásokon végzett kutató munkálatok és készletszámítások eredményeiről. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- BÁRDOSSY GY. 1954: Jelentés a Nyirád izamajori bauxitelőforduláson végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről I–III.kötet. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- BÁRDOSSY GY. 1955a: Jelentés a Nyirádi izamajori VII. sz. bauxitlencsén végzett kiegészítő kutatások eredményeiről. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- BÁRDOSSY GY. 1955b: Jelentés a Nyirád Táncsics II. bauxitlepezen végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Bakonyi Bauxitbánya Kft. adattára, Halimba.
- BÁRDOSSY GY. 1956: Jelentés a Nyirád izamajori V. és VI. sz. bauxitlencsén végzett kiegészítő kutatások eredményeiről. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- BÖRÖCZKY T. et al. 1994: Információs jelentés a nyirádi Károly telepen végzett kutatás és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Geoprospekt Kft. – Mal adattár, Halimba.
- ERDÉLYI T. 1964: Jelentés az Izamajor II. koncentráció második részének bauxitlencsén végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- JANKOVICS B. et al. 1999: Zárójelentés a Nyirád Deáki-hegy Kelet területen végzett bauxit pótkutatásról. — *Kézirat*, Bakonyi Bauxitbánya Kft. Földtani és Bauxitkutató Üzem, Halimba.
- KÁROLY GY., JENEI M. 1960: Jelentés a Nyirád izamajori XIII. sz.lencsén végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- KOMLÓSSY GY. 1968: Jelentés a Nyirád dült-nyíresi lencsecsoport II., III., IV., VI. és IX. sz. lencsén végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Bauxitkutató Vállalat Mal Adattár, Halimba.
- KOMLÓSSY GY. 1980: Jelentés a nyirádi Dült-nyíres XV. sz. lencse (Iza III) földtani kutatási és készletszámítási eredményeiről. — *Kézirat*, Aluterv-FKI – Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- KOMLÓSSY GY., EGRSZEGI F., HÓRISZT GY.1977: Jelentés a Nyirád Iza III. kutatási terület bauxitlencsén végzett kutató munkálatokról és a készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Aluterv-FKI – Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- LJUBIMOV I. A. 1948: A nyirádi bauxitelőfordulás Magyarországon. — *Kézirat*, Maszobal jelentés fordítása oroszról, Budapest.
- LUDAS F.-né., FELVINCZI I., HORVÁTH I., KARDOS L.-né 1991: Jelentés az Ódörög VI. számú bauxitlepezen végzett kutatás és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Bakonyi Bauxitbánya Kft. adattára, Halimba.
- PÉTER Z., SZABÓ E., FELVINCZI I., HORVÁTH I., FÁBIÁN J. 1988: Jelentés az Ódörög II. számú telepen végzett bauxitkutatás és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Bakonyi Bauxitbánya Kft. adattára, Halimba.
- R. SZABÓ I: 1970: Jelentés az Alsó-Nyirádi-erdő IV. számú lencsén végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- SCHRÉTER Z. 1944: Földtani szakvélemény és javaslat a Magyar Bauxitbánya Rt. 1944. évi üzemi évében végzendő kutató munkálatokra. — *Kézirat*, Budapest.
- SCHRÉTER Z. 1945: A Magyar Bauxitbánya Rt. bauxitkutató fúrásainak földtani adatai, különös tekintettel az átharántolt bauxitlepekekre. — *Kézirat*, Budapest.
- SZABÓ E. 1961: Jelentés a Nyirád Alsó-Nyirádi-erdő bauxit-előfordulás II. és III. számú lencsén végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- SZABÓ E. 1959: Jelentés a Nyirád dült-nyíresi bauxit-előfordulás I., II., III., IV., VII. sz. lencsén végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- SZABÓ E., ERDÉLYI T. 1964: Jelentés az Izamajor–II. koncentráció első részének bauxitlencsén végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- SZABÓ E., FELVINCZI I. 1989: Jelentés az Ódörög I. számú bauxitlepezen végzett kutatás és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Budapest.Bakonyi Bauxitbánya Kft. adattára, Halimba.
- TÓTH K. 1999: Zárójelentés a Nyirád Deáki-hegy Kelet területen végzett bauxit pótkutatásról. — *Kézirat*, Bakonyi Bauxitbánya Kft. – Mal Adattár, Halimba.
- VÖRÖS I. 1956: Jelentés a Nyirád izamajori VIII–XII. sz. bauxitlencséken végzett kiegészítő kutatások eredményeiről. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.
- VÖRÖS Z. 1965: Jelentés a nyirádi Táncsics II. DNY-i, valamint a Ferenc lencse D-i lencserész területén végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat*, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.

Enclosure — Melléklet



1. Nyírád-Izamajor III lencse. Western side of the open pit, with the fault surface in center. Upper Triassic dolomite at the other side of this fault (1956)

1. Nyírád-Izamajor III. lencse külfejtésének nyugati oldala, középen vetősíkkal. Ennek túloldalán felső-triász dolomit (1956).

2. Nyírád-Izamajor III lencse. Northern side of the open pit. The lower part is bauxite (darker) 1958.

2. Nyírád-Izamajor III. lencse külfejtésének északi oldala. Alul bauxit (sötétebb) 1958.

3. Nyírád-Izamajor VII lencse. The open pit view from south. Eocene cover beds at the right side (with light colour) 1958.

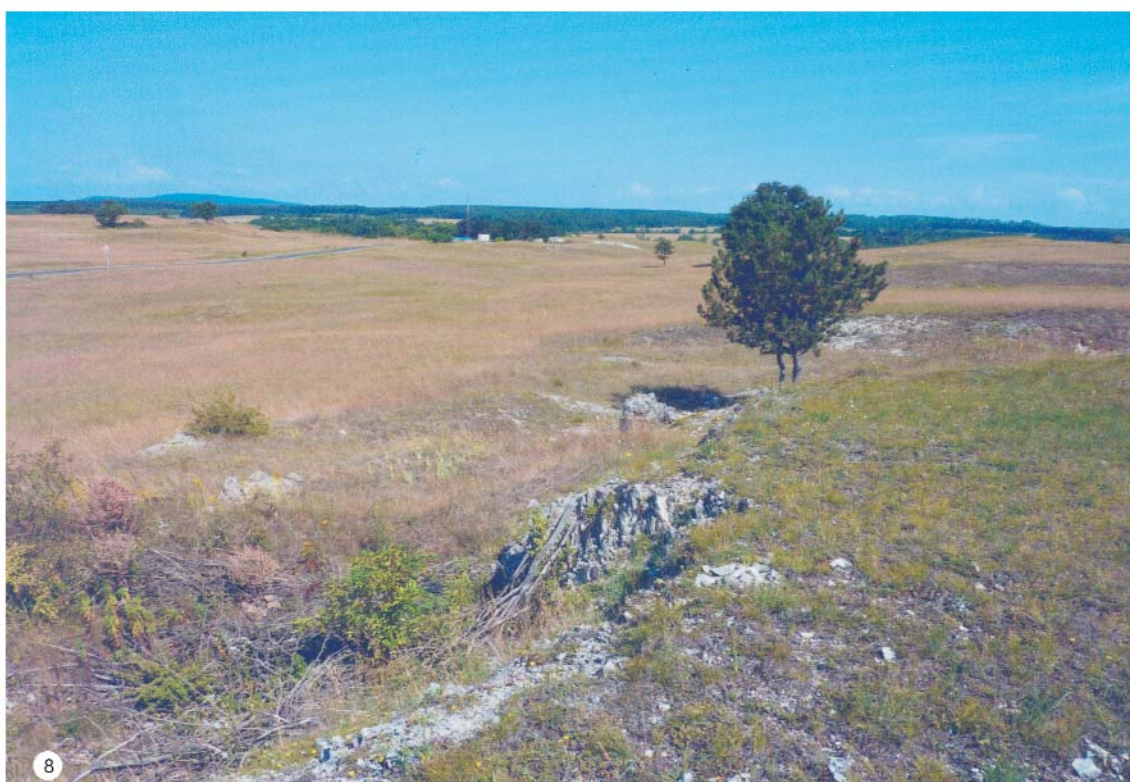
3. Nyírád-Izamajor VII. lencse külfejtése délről nézve. Jobbra világos színnel eocén fedőrétegek 1958.

4. The new open pit of the Sándor lencse with red bauxite (2006).

4. A Sándor lencse új külfejtése vörös bauxittal (2006).



5. The new open pit of the Sándor lense. Stripping of the grey, Middle Eocene clay (2006).
 5. A Sándor lencse új külfejtése. Szürke, középső-eocén szenes agyag letakarítása (2006).
 6. New open pit of the Táncsics I lense after the stripping (2010).
 6. Táncsics I. lencse új külfejtése a letakarítás után (2010).



7. Recultivation of the Táncsics I lense after the exploitation (2010).

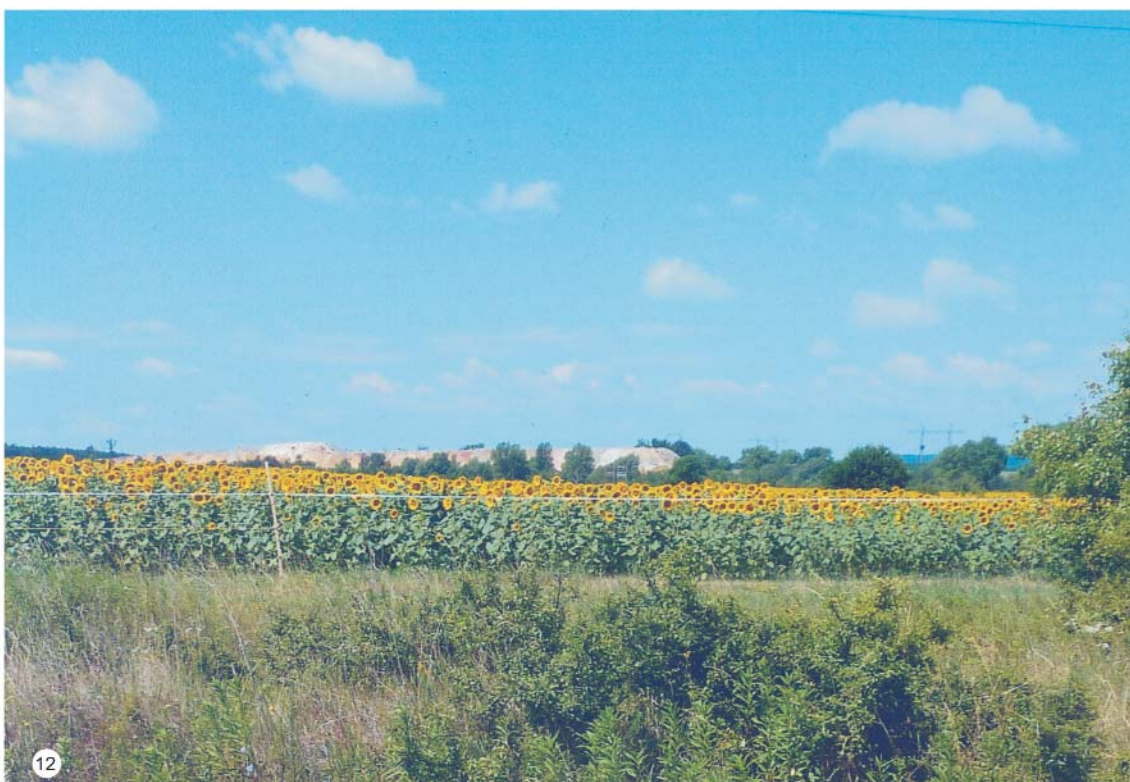
7. A Táncsics I. lencse külfejtésének visszatöltése a kitermelés után (2010).

8. The bauxite lenses of the Ódörög sector. View from south. In the forefront Upper Triassic dolomite. In the background in the forest the area of the Izamajor bauxite lenses (2011).

8. Az ódörögdi bauxitlencsék területe dél felől nézve. Előtérben felső-triász dolomitkibúvás. Háttérben az erdőben az izamajori bauxitlencsék területe (2011).



9. The western part of the Ódörög sector, in the forefront Upper Triassic dolomite outcrop (2011).
 9. Az ódörögdi bauxitlencsék területének nyugati része, előtérben felső-triász dolomit kibuvással (2011).
 10. The exploited and partly recultivated Ódörög II lense. View from south (2011).
 10. A kitermelt és részben visszatöltött Ódörög II. bauxitlencse dél felől nézve (2011).



11. Bauxite lenses of the Alsó-Nyirád sector. View from east. In the center at the background mine dump (August/2011).

11. Az alsó-nyirádi bauxitlencsék területe kelet felől nézve. Háttérben középen meddőhányó (2011. augusztus).

12. The area of the Dült-nyíres bauxite lenses. View from east. Mine dumps at the background (2011).

12. A dúlt-nyíresi bauxitlencsék területe kelet felől nézve. Háttérben meddőhányók (2011).



13. The new open pit of the Ferenc lense. View from east (August/2011).

13. A Ferenc lencse újonnan megnyitott külfejtése, kelet felől nézve (2011. augusztus).

14. The new open pit of the Ferenc lense. View from south (2011).

14. A Ferenc lencse újonnan megnyitott külfejtése délről nézve (2011).