



György Bárdossy

**The Szóc
bauxite deposit**

**A szőci
bauxit-előfordulás**

2010, Budapest, Hungary



Occasional Papers of the Geological Institute of Hungary,
volume 211

The Szőc bauxite deposit

A szőci bauxit-előfordulás

Written by — Írta
György BÁRDOSSY

Budapest, 2010

© Copyright Geological Institute of Hungary (Magyar Állami Földtani Intézet), 2007

All rights reserved! Minden jog fenntartva!

Serial editor — Sorozatszerkesztő

GYULA MAROS

Technical editor — Műszaki szerkesztő

OLGA PIROS, DEZSŐ SIMONYI

DTP

DEZSŐ SIMONYI

Cover design — Borítóterv

DEZSŐ SIMONYI

Published by the Geological Institute of Hungary — Kiadja a Magyar Állami Földtani Intézet

Responsible editor — Felelős kiadó

LÁSZLÓ KORDOS

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 978-963-671-260-0

Contents — Tartalom

The Ssóc bauxite deposit

Introduction	5
The history of the discovery and of the prospecting of the deposit	5
Stratigraphic position	6
Geomorphologic, depositional and hydrogeologic features of the deposit	8
Tectonic features	11
Lithology of the lenses	12
Texture and structure of the lithologic types	17
The chemical composition of the bauxitic sequence	23
The main chemical components of the bauxite	23
Al ₂ O ₃ content	24
SiO ₂ content	32
Fe ₂ O ₃ content	35
TiO ₂ content	38
Ignition loss	39
The composition of the epigenetic upper zone	41
The accessory component	42
CaO content	42
MgO content	42
P ₂ O ₅ content	43
The sulphur content	43
MnO ₂ content	43
C _{org} content	44
The interrelation between the chemical components	44
The trace elements of the bauxite sequence	52
The mineral composition of the bauxite sequence	54
The origin of the Szóc deposit	56
Review of the exploration and their reporting	57
Methodological experiences of the bauxite exploration	66
Experiences of the estimation of resources	67
Possibilities of further explorations	71
Summary and conclusions	74
Acknowledgements	74

A szóci bauxit-előfordulása

Bevezetés	75
Az előfordulás megismerésének története	75
Rétegtani helyzet	76
Geomorfológiai, teleptani és hidrogeológiai tulajdonságok	77
Tektonikai viszonyok	80

A lencsék közzétani felépítése	80
A bauxitfajták szövete és szerkezete	83
Abauxitösszlet fő és járulékos kémiai komponensei	86
Az elsődleges bauxitszint fő kémiai komponensei	86
Al ₂ O ₃ -tartalom	87
SiO ₂ -tartalom	91
Fe ₂ O ₃ -tartalom	92
TiO ₂ -tartalom	93
Izzítási veszteség	93
A másodlagos bauxitszint fő kémiai komponensei	94
Az elsődleges bauxitszint járulékos komponensei	95
CaO-tartalom	95
MgO-tartalom	95
P ₂ O ₅ -tartalom	96
Kéntartalom	96
Mangántartalom	96
Szervesszén (C _{org}) tartalom	97
A fő és járulékos komponensek összefüggései	97
A bauxitösszlet nyomelemei	101
A bauxit ásványos összetétele	104
A bauxit-előfordulás genetikai értékelése	105
A bauxitkutatás és a zárójelentések ismertetése	105
A kutatások módszertani értékelése	110
A készletszámítások módszertani tapasztalatai	111
További kutatások kilátásai	113
Összefoglalás	115
Köszönetnyilvánítás	116
References — Irodalom	117
Enclosure — Melléklet	119

The Szóc bauxite deposit

Introduction

There are three bauxite deposits in the south-western part of the Bakony Mountains: Halimba, Malom-völgy and Szóc (Figure 1). All the three are karst-type deposits. The Halimba one is the largest. I published in 2007 a monography on the Halimba deposit, and another one in 2009 on the Malom-völgy deposit. The present monography finishes the evaluation of the above mentioned three deposits.

The Szóc deposit has a personal importance for me, as in 1951 this was the topic of my diploma at the Eötvös Lóránd University, Budapest. For this reason the monography has been written in memory of my professor of geology, the late Elemér Vadász. Since that time I visited repeatedly the deposit, the exploration works and the subsequent mining activities. In 2001 I published an article on the Szóc deposit, but the limited extent of the paper did not allow a detailed presentation of my evaluations (BÁRDOSY 2001). This is the reason why I try to present a detailed evaluation of the entire deposit in this monography.

History of the discovery and of the prospecting of the deposit

The bauxite prospecting started in 1919 in the Halimba-Szóc region, to the south of the Halimba village and it led to the discovery of bauxite in the Malom-völgy. Encouraged by this success the geologists Vadász E., Kormos T. and Taeger H. performed a geologic mapping of the entire region in 1:5 000 scale, extending also over the Szóc area. They found several outcrops of bauxite in the area. Following these results the Aluminium Ore Mining and Industry Ltd. purchased prospecting and mining claims for bauxite in the area. In 1926 the Swiss Aluminium Industrie AG. (AIAG) also purchased claims in the western part of the Szóc area. The company started exploration works in 1938 by surface drilling and pitting, directed by the renowned Swiss geologist G. de Weisse. More than 200 boreholes were drilled in the area resulting in the discovery of the lenses Szár-hegy I, II, III, Félix I, Félix II and Dorottya. Unfortunately, the documentig of the results was very simple. Instead of the description of the rock samples only the names “Miocene”, “Eocene”, “bauxite” and “dolomite” were indicated. The locations of the boreholes were indicated only on a 1:5000 map without reporting of the coordi-

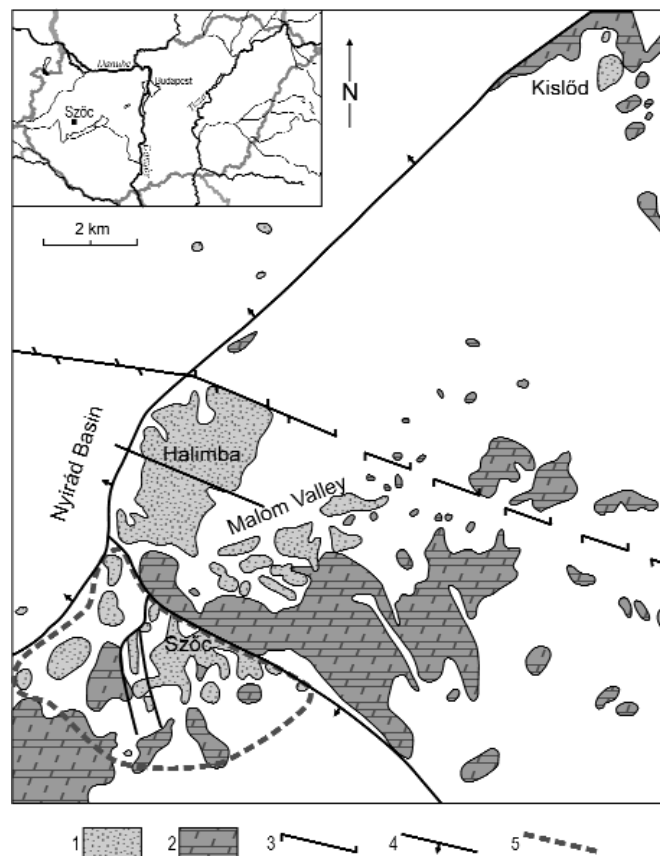


Figure 1. Geologic environment of the Szóc bauxite deposit

1 – bauxite sequence on the surface and buried, 2 – Late Triassic carbonate sediments on the surface, 3 – main tectonic lines, 4 – contours of the Szóc bauxite deposit

1. ábra. A szóciban bauxit-előfordulás földtani környezete

1 – bauxitösszlet a felszínen és a felszín alatt, 2 – felső triász korú karbonátos képződmények a felszínen, 3 – fő törésvonalak, 4 – a szóciban bauxit-előfordulás körvonala

nates. In most cases only the SiO_2 content of the bauxite was determined, completed by some Al_2O_3 determinations. The exploration continued until 1944. In 1942 a small open pit mining was started in the Félix I area, followed by the start of underground mining operations on the Szár-hegy I lense in 1944. The production continued in 1945.

The exploration started in 1940 on the claims of the Aluminium Ore Mining and Industry Ltd. on the Határvölgy and Dorottya lenses. Unfortunately, the documentation of these works was lost. In 1943 a large-scale exploration was started over the entire Halimba–Szőc area, directed by E. Vadász and the mining engineer E. Alliquander. In the Szőc area mainly the Határvölgy lense has been explored. The drilling was carried out by Craelius-type drilling machines in the form of core drilling. The documentation of the drilling results was reliable and detailed. The sampling intervals in the bauxite were mainly 0.5 metre long. All samples have been analysed for the five main chemical components: Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 and ignition loss, completed at selected places by analyses of the CaO and MgO contents. The coordinates of each borehole were determined by appropriate geodesic measurements. The front reached the area in the spring of 1945 and it passed without damaging the exploration. Thus the drilling was soon continued.

According to the peace treaty the Hungarian–Soviet Bauxite–Aluminium Share Company (Maszobal) was formed in 1946 taking over the exploration claims of the Aluminium Ore Mining and Industry Ltd. A documentation of all the exploration results since 1943 was reported by E. Alliquander, E. Vadász and by the Soviet geologist A. Ljubimov (ALLIQUANDER et al. 1949). The report was completed by a 1:5000 scale geologic map of the area indicating all the boreholes. In 1950 an exploration company was founded by Maszobal, named “Bauxitkutaó Expedíció”. In the same year, K. Barnabás, chief geologist of the company performed a geological mapping of the entire region at 1:25 000 scale. The map covered also the western part of the Szőc area. In 1951 E. Vadász published a book (in Hungarian), entitled “Bauxite Geology” (VADÁSZ 1951). In this book he shortly mentioned the Szőc deposit too.

The AIAG mines have been nationalised and a state owned company was founded to continue the bauxite mining under the name “Bakony Bauxite Share Company”. AIAG took all its documentation to Switzerland. G de Weisse published a monography in 1948 on the bauxite deposits of Central Europe, but the Szőc deposit was not mentioned in this work (WEISSE 1948). Only at the end of the monography, on a map of the bauxite deposits of Hungary, was indicated the Szőc deposit, without any comment. In 1951 K. Barnabás, chief geologist, evaluated the remaining data of the AIAG explorations and carried out a resource estimation. The exploration claims of AIAG were taken in the same year by Maszobal. Thus the entire territory of the Szőc deposit came under uniform direction of exploration.

K. Barnabás performed in 1957 a detailed evaluation on the bauxite perspectives of the Nyírad–Halimba region, including the Szőc deposit. He constructed also a geologic profile across the deposit.

The first report on the exploration results and resource estimation was produced by Gy. Bárdossy in 1953 on the Szár-hegy I, Dorottya and Határvölgy lenses (BÁRDOSSY 1953). The exploration continued in the eastern part of the deposit and resulted in the discovery of four bauxite lenses (Nyíres-kút I, II, III, IV). Detailed exploration was carried out in the western part of the Határvölgy deposit and new lenses were discovered in the Félix I and II area.

All these explorations were evaluated in the form of reports and resource estimations: Félix II lense southern part in 1955. Nyíres-kút lenses in 1957 and 1958. the Félix I lenses in 1961. 1962 and 1972 and the Nyíres-kút IV lense in 1972. The explorations in the western part of the deposit (Róka-harasz, Vargatanya) were not evaluated in the form of reports, as no bauxite of economic value was found. Károly F. prepared in 2009 an overview on the exploration in the Halimba–Szőc region in the last 100 years.

In 1985 the Hungarian Geophysical Institute (ELGI) and the University of Vienna carried out joint airborne geophysical measurements in the Szőc area, followed by surface geophysical measurements in selected areas. The Geoprospect Ltd, the legal successor of the former Bauxite Exploration Company performed detailed drilling on the Szár-hegy I and Dorottya lenses from 1993 to 1995. A final report and resource estimation was made in 1995. followed by new open pit mining operations (Geoprospect 1995). No further exploration works were carried out on the territory of the Szőc deposit till 2009. when new exploration started in the eastern part of the deposit with the aim of obtaining more detailed data on the remaining resources and finding new lenses. All these activities and results will be discussed in the last chapters.

Stratigraphic position

The footwall of the bauxite lenses is the Upper Triassic (Norian) Dolomite Formation. The dolomite is on the surface on the north-eastern side of the main tectonic line, bordering the Szőc deposit (Figure 2). Dolomite outcrops occur also to the south and southwest of the deposit. The dolomite is of light grey to light yellow colour, hard and massive. No fossils were found in it in the area of the deposit. Its total thickness is not known. Cavities and fissures occur in its upper part filled by red bauxitic clay. The dolomite surface is karstified below the bauxite lenses. The top part of the dolomite is weathered, fissured and partly pulverous.

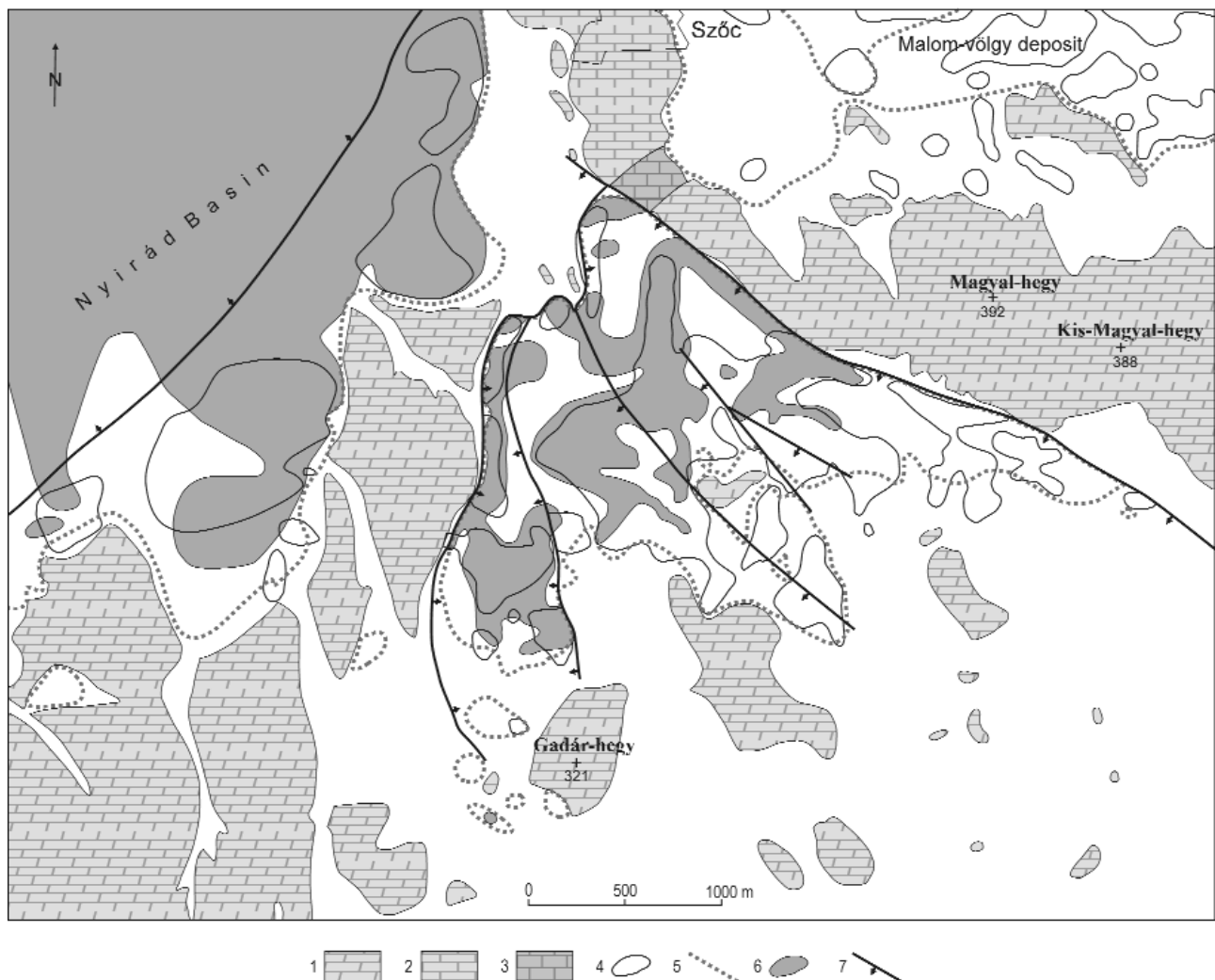


Figure 2. Distribution of the middle Eocene lignitic clay in the Szőc area

1 – Upper Triassic (Norian) Dolomite Formation on the surface, 2 – Upper Triassic (Norian-Rhaetian) Dachstein Limestone Formation on the surface, 3 – Upper Triassic (Rhaetian) Kössen Limestone and Marl Formation on the surface, 4 – contours of the bauxite and bauxitic clay lenses, 5 – boundary of the Eocene cover, 6 – distribution of the middle Eocene pyrite bearing lignitic clay, 7 – main tectonic lines

2. ábra. A középső eocén korú szürke szenes és pirites agyag elterjedése

1 – felső-triász (nori) Földolomit Formáció a felszínen, 2 – felső-triász (nori-rhaeti) Dachsteini Mészko Formáció a felszínen, 3 – felső-triász (rhaeti) Kösseni Mészko és Márga Formáció a felszínen, 4 – bauxit és bauxitos agyag lencsék körvonala, 5 – az eocén fedőrétegek elterjedésének határa, 6 – a középső-eocén szürke szenes és pirites agyag elterjedése, 7 – fő tektonikai vonalak

To the north of the deposit area, on the northern side of the main tectonic line Upper Triassic (Norian–Rhaetian) Dachstein Limestone Formation is on the surface, close to Szőc village. The limestone is white, very hard and massive, with cochoidal fracture. To the south of it a smaller outcrop of the Upper Triassic (Rhaetian) Kössen Limestone and Marl Formation was found (Figure 2). The formation is well stratified, and of yellowish colour. It contains fossils (*Avicula*, *Myophoria*, *Plicatula*).

These two formations were not met in the footwall of the bauxite lenses. On the other hand, they occupy large areas in the footwall of the Halimba deposit (Figure 1)

The immediate cover of the bauxite lenses is the Darvastó Formation of Middle Eocene age. The bauxite sequence is covered first by yellow and brown clay of 0.5 to 3.0 metre thickness. It is well stratified and contains bauxite debris and pebbles in its lower part. It is covered by dark grey to black lignitic clay of 0.1 to 12 metres thickness. It contains thin lignite layers and pyrite and marcasite grains. At some places fossils of molluscs occur in its upper part together with Foraminifera fossils (*Rotalia* sp., *Anomalina* sp., *Cristellaria* sp.). In our opinion, the lower part of these layers is marshy, followed by lagunar conditions, as a part of the slow Middle Eocene transgression. The Eocene sea reached the area from the north-west.

I evaluated in each borehole the presence or absence of the black lignitic clay. The extent of this formation is represented on Figure 2. It forms a continuous layer in the north-western part of the deposit. It covers in the central part mainly the bauxite lenses and is absent between them. It is likely, that between the lenses flat dolomite hills occurred and the marshes

did not extend over them. The extent of lignitic clay gradually diminishes in eastern direction and it is absent in the eastern part of the deposit. Thus the map indicates a slight dip of the palaeosurface in north-west direction over the entire deposit.

The lignitic clay is covered by a continuous layer of the Szőc Limestone Formation of Middle Eocene age. As mentioned above, the Eocene transgression came from the north-west. The upper part of the formation has been eroded, thus we do not know its original entire thickness. The remaining thickness is largest in the north-western part of the deposit, where it reaches 100 to 130 metres.

The lower part of the formation contains many Foraminifera of the *Miliolina* sp. The limestone contains in the southern part of the deposit dolomite pebbles of 1–4 centimetres size. At some places the pebbles are so frequent that the limestone changes into a conglomerate. The presence of the dolomite pebbles indicates a near shoreline with a strongly rolling sea. The miliolinitic limestone passes upward into a limestone characterized by *Alveolina* sp. A nummulitic limestone is on the top. The entire formation is rich in fossils, among others *Lithothamnium*, *Pecten* sp., *Ostrea* and debris of Echinoidae. At some places thin red clay intercalations occur and green glauconite grains can be observed.

The Formation ends to the south by a sharp erosion boundary. The contours of this boundary are indicated on Figure 2. The bauxite lenses mostly do not extend over this boundary to the south.

No Oligocene formations were observed over the territory of the Szőc deposit. In the Miocene a new transgression started, characterized by abrasional conglomerate, consisting of quartz, limestone and dolomite pebbles. Rarely small bauxite grains were also observed. The formation does not contain fossils. Its thickness is less than 10 metres.

Pliocene clay and sand layers are found in the southern part of the deposit and further to the south. Intercalations of red clay occur in the lower part of the sequence, containing small bauxite debris. The thickness of the Pliocene sequence is generally less than 20 metres, but at the eastern edge of the deposit, and to the south of it suddenly reaches 40–70 metres thickness.

To the south of the deposit a large volcanic activity formed the hill of Agár-tető. It consists of basaltic lava, tuffs and tuffites. They are of late Pliocene age and are called *Tapolca Basalt Formation*. Some exploration boreholes dissected the basalt to the south and southeast of the deposit. A thickness of 10 to 80 metres was detected in them.

Pleistocene fluvial sediments occur on the bottom of most valleys. They consist of sand with dolomite, limestone, quartz and basalt debris and some rare bauxite debris. Their thickness is less than 7 metres. Loess is the youngest member of the Pleistocene sequence, with a thickness of 2–5 metres. It covers large parts of the deposit.

Geomorphologic, depositional and hydrogeologic features of the deposit

The morphology of the deposit is more variable than that of the Malom-völgy deposit: Steep hills alternate with relatively deep valleys. The north-eastern main tectonic line forms a morphologic step (Photograph 1). Three hills form a morphologic line on its north-eastern side: the Magyal-hegy (392 m), the Kis-Magyal (388 m) and the Átíbor Hill (390 m), consisting of Upper Triassic dolomite. This is the morphologic border separating the Szőc and the Malom-völgy deposits (Figure 2). Looking to the south from these hills one can see the variable morphology of the deposit, with the Szár-hegy in the left of the picture and the basalt hill of the Agártető in the background (Photograph 2). The southern morphologic border of the deposit is formed by the Gadár-hegy (321 m), the Péntes-kő (348 m) and the Agártető (513 m). Within the deposit the Szár-hegy is the highest (340 m). Deep valleys are separating it from the eastern and north-eastern parts of the deposit. Smaller erosional valleys are dissecting the western and northern parts of the deposit.

The *depositional features* of the Szőc deposit are very similar to those of the Malom-völgy deposit. A large lense of



1.1 km² area occupies the central part of the deposit. Its parts received different names during the explorations: Határvölgy, Félix II, Dorottya and Szár-hegy. When evaluating the entire deposit I divided this lense into 10 “sections”, based on significant depositional differences, as indicated on Figure 3. Further 19 lenses have been discovered in the eastern and western parts of the

Photograph 1. Morphological step of the main fault of Szőc, the Middle Eocene in the front of the picture and the Upper Triassic on the top of the hill (in the background) (05/2010)

1. kép. A szőci ÉK-i nagy törésvonal morfológiai lépcsője előtérben a középső-eocén háttérben a dombon a felső-triász (2010. V.)

Photograph 2. Panoramic view of the Szőc occurrence from the Szőlő Hill

At the middle in the background the Félix II open pit, At the left side the Szár-hegy (1/09/1967)

2. kép. A szőci előfordulás látképe a szőlő-hegy-ről

Hátul középen a Félix II. külfejtés, balra hátul a Szár-hegy (1967. IX. 1.)



deposit. Their names and numbers are indicated and listed of Figure 3.

In the western part of the deposit four lenses occur along a south/north oriented tectonic line, called Róka-haraszt II, III, IV and Félix I/3. Strong tectonic compression over-thrusted them

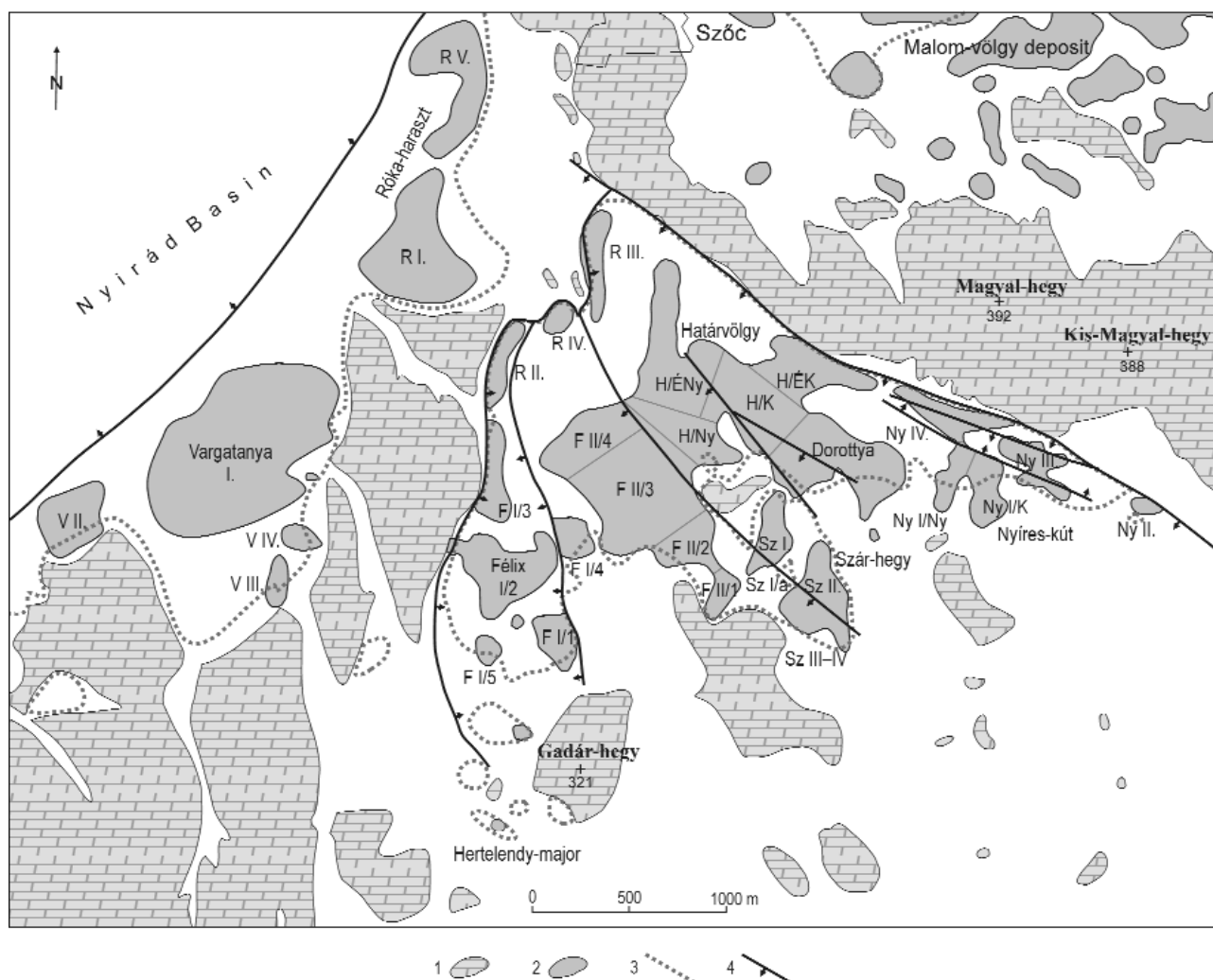


Figure 3. Distribution of the bauxite, clayey bauxite and bauxitic clay lenses in the Szőc deposit

1 – Upper Triassic carbonate rocks on the surface, 2 – contours of the lenses, 3 – boundary of the Eocene cover, 4 – main tectonic lines, Names and location of the bauxite lenses and sections: R I: Róka-haraszt I, R II: Róka-haraszt II, R III: Róka-haraszt III, R IV: Róka-haraszt IV, R V: Róka-haraszt V, V I: Vargatanya I, V II: Vargatanya II, V III, V IV: Vargatanya IV, F I/1: Félix I/1, F I/2: Félix I/2, F I/3: Félix I/3, F I/4: Félix I/4, F I/5: Félix I/5, F II/1: Félix II/1, F II/2: Félix II/2, F II/3: Félix II/3, F II/4: Félix II/4, Sz I: Szár-hegy I, Sz I/a: Szár-hegy I/a, Sz II: Szár-hegy II, Sz III-IV: Szár-hegy III-IV, H k: Határvölgy middle, H Ny: Határvölgy west, H ÉNy: Határvölgy northwest, H ÉK: Határvölgy north-east, D I-II: Dorottya I-II, Ny I/Ny: Nyíres-kút I/ west, Ny I/K: Nyíres-kút I/east, Ny II: Nyíres-kút II, Ny III: Nyíres-kút III, Ny IV: Nyíres-kút IV

3. ábra. A szőci előfordulás bauxit, agyagos bauxit és bauxitos agyag telepei

1 – felső-triász karbonátos rétegek a felszínen, 2 – a lencsék körvonalai, 3 – az eocén fedőrétegek elterjedésének határa, 4 – fő tektonikai vonalak. A lencsék és részterületek elnevezésének rövidítései a fenti felsorolásban láthatók

along the tectonic line. All the other bauxite bodies are of lenticular form except a small sink-hole type body in the southern edge of the deposit, called Hertelendy-major (Figure 3).

The entire deposit has a triangular form, with its apex in the east. The triangle has a length of 5 km and a width of 3.5 km in the west. A main tectonic line forms its western border, separating it from the Nyírád Basin. Another tectonic line — mentioned above — forms its north-eastern border. The erosional line of the Eocene cover is considered as the southern border of the deposit.

In the following the entire material of the lenses is called *bauxite sequence*. It consists of different lithologic units to be discussed in chapter No. 6. The following main depositional features can be distinguished:

1. The lenses of the deposit are situated at 100–300 metres distance from each other. To the west of the main tectonic line, at Róka-haraszti a barren zone of 500–900 metres width occurs with Upper Triassic dolomite on the surface (Figure 3). To the west of it, protected by Eocene cover further six bauxite lenses occur, situated at 100–500 metres distance from each other. I presume that initially bauxite lenses were present also in the barren zone, but they have been eroded together with their Eocene cover.

2. I calculated the *extent* of each lense and section, as listed in Table 1. Largest is — as mentioned above — the central lense having an extent of 1.1 km². This is followed by three lenses situated along the western end of the deposit: Vargatanya I 51 ha, Róka-haraszti I 20 ha, and Róka-haraszti V 16 ha. Most other lenses are of 4–11 ha extent. Smallest is the sinkhole-type ore body of Hertelendy-major with only 0.5 ha extent (Figure 3).

Table 1. Thickness and area of the lenses in hectares

No.	Name of lenses	Average thickness of bauxite (m)	Maximum thickness of bauxite (m)	Average thickness of bauxite sequence (m)	Maximum thickness of bauxite sequence (m)	Area of the bauxite sequence ha
1	Nyíres-kút IV	6.3	10.2	9.7	26.0	6.2
2	Szár-hegy III IV	5.9	11.0	10.8	19.0	7.0
3	Nyíres-kút II	5.8	7.5	8.6	13.0	0.9
4	Szár-hegy I/dél	5.4	8.2	11.3	18.3	0.4
5	Nyíres-kút I/nyugat	5.3	8.1	6.5	10.6	2.5
6	Dorottya I II	4.1	10.7	7.3	17.9	11.2
7	Határvölgy közép	4.0	8.5	12.0	20.0	11.7
8	Szár-hegy I	4.0	10.0	10.9	21.0	6.0
9	Nyíres-kút I/kelet	4.0	7.5	6.9	13.9	4.2
10	Hertelendy-major	4.0	4.0	7.0	7.0	0.5
11	Félix I/1	3.4	6.1	6.0	11.5	4.0
12	Félix II/2	3.3	8.0	8.9	15.7	5.5
13	Nyíres-kút III	3.3	4.8	10.8	17.3	3.4
14	Vargatanya IV	3.0	6.0	4.5	10.2	2.5
15	Félix I/4	2.8	4.4	8.5	14.5	4.0
16	Félix I/5	3.0	6.0	4.9	12.0	0.6
17	Szár-hegy II	2.2	5.0	4.1	7.7	5.0
18	Határvölgy ÉK	2.1	6.9	8.2	23.7	10.0
19	Félix I/2.	1.9	2.9	4.3	10.9	13.3
20	Félix II/1	1.8	4.2	3.7	4.8	2.6
21	Róka-haraszti I	1.0	1.9	2.8	6.9	19.8
22	Róka-haraszti IV			36.4*	74.2*	1.8
23	Róka-haraszti II	1.0		29.0*	75.0*	4.0
24	Róka-haraszti III	-	-	12.0*	31.6*	6.5
25	Félix II/3	-	-	10.9	15.3	25.5
26	Félix I/3	-	-	8.7*	15.4*	4.0
27	Határvölgy ÉNy	-	-	8.1	13.4	15.1
28	Határvölgy Ny	-	-	7.8	16.3	10.7
29	Félix II/4	-	-	6.6	9.5	18.2
30	Vargatanya I			5.6	12.4	50.7
31	Vargatanya II			5.2	12.5	11.8
32	Róka-haraszti V			4.6	16.5	18.0
33	Vargatanya III	-	-	4.3	6.5	1.7

* consequence of tectonic over-thrusting

3. The *contours of the lenses* are very irregular, sinuous. The most regular, elliptical contours were found in the western part of the deposit: Vargatanya I, II, III, IV and Róka-haraszti I lenses. An important feature of the location of the lenses is that several ones are situated along the downfaulted side of the main tectonic lines. This configuration is most characteristic along the north-eastern main tectonic line. The Határvölgy NE section and the lenses Nyíres-kút IV and II lenses occur along this line (Figure 3). The downfaulting started presumably before the arrival of the bauxitic material and this position protected later the bauxite from erosion. On the other hand, as mentioned before, the lenses situated along the south/north directed tectonic line in the western part of the deposit, were deformed by compressional forces and were pushed against the tectonic zone (Róka-haraszti II, III, IV and Félix I/3).

4. The *thickness* of the lenses is one of the most important depositional features. For this reason I indicated on the Table 1. both the maximum and the average thickness of the entire bauxite sequence. Let us to evaluate first the *maximum thickness*. It reaches 75 metres in the lenses Róka-haraszti II and IV. This was not their original thickness, being the result of the tectonic compression and thrusting. The maximum thickness varies in all other lenses between 10 to 20 metres. It reached only in the Nyíres-kút IV lense 26.0 metres and in the Határvölgy NE lense 23.7 metres. Both are in the vicinity of the main north-eastern “protecting” tectonic line (Figure 3).

The *average thickness* of the bauxite sequence is much less. The largest average was found in the central part of the Határvölgy lense with 12.0 metres. In the other lenses it varies generally between 5 and 10 metres. The lenses situated in the western part of the deposit are even thinner with 4–6 metres average thickness. The *relative variance* of the thickness is between 50 and 86%. It is smaller only in the Félix II lenses (25–27%).

5. The *maximum and the average thickness of the bauxite* has been also calculated for each lense (Table 1). In all lenses it is smaller than the thickness of the entire bauxite sequence. The largest average bauxite thickness was found in the Nyíres-kút IV lense with 6.3 metres. In the other lenses it varies from 1.0 to 3.4 metres. The largest maximum thickness was found in the Szár-hegy III–IV lense with 11.0 metres. In most lenses it is between 5 and 10 metres. This is slightly less than in the neighbouring Malom-völgy deposit, where the maximum bauxite thickness was 14.0 metres and the average one 6.8 metres.

6. The *surface of the bauxite lenses* is flat or slightly undulated. On the other hand the surface of the footwall is medium karstified with eminences and depressions of some metres amplitude. Thus the thickness of the entire bauxite sequence is mainly influenced by the footwall surface.

7. The *age and lithology of the bauxite cover* is one of the most important depositional features. The exploration and mining results clearly demonstrated that the bauxite lenses are limited to the area of the Eocene cover. The bauxite extends only at some places beyond this boundary by 100–200 metres, e.g. at the Félix II/1 and Nyíres-kút I lenses. Resilification and local redeposition of the bauxite occurred at these places with deterioration of the bauxite grade. The Bauxite Exploration Company carried out prospecting to the south of the Eocene boundary to a distance of maximum 1500 to 2000 metres. 190 boreholes have been drilled. In most places Upper Triassic dolomite was found below the Pleistocene and Pliocene layers, occurring on the surface. Red kaolinitic clay was found at the bottom of the Pliocene layers in some boreholes. Finally, in some rare cases red bauxitic clay was found. Even they seem to be redeposited as they contain quartz sand grains and some quartz pebbles. In my opinion, there is very little hope to find bauxite in this area. In the south-western edge of the deposit spots of the Eocene cover were detected by the boreholes. Here, a small bauxite sinkhole was found by a borehole, called Hertelendy-major bauxite body (Figure 3).

All the bauxite lenses of the Szóc deposit are situated 70 to 100 metres above the main karst water level. Thus the mining of the bauxite occurred without any water inrush problem.

Tectonic features

The positions of the three bauxite deposits of the region — Halimba, Malom-völgy and Szóc — are determined by large scale tectonic lines, illustrated on Figure 1. Horizontal displacement was detected along the northern edge of the Halimba deposit. The Szóc deposit is separated from the Nyírad Basin by a large SW/NW directed tectonic line. Its north-eastern boundary is determined by another large tectonic line.

Within the area of the deposit a north/south directed tectonic line separates the eastern and the western parts of the deposit (Figure 3). A strong compressional upthrust was detected by the exploration boreholes along this tectonic line, with repeating of parts of the bauxite sequence and of the covering layers. Four bauxite lenses were affected by these tectonic movements (Róka-haraszti II, III, IV and Félix I/3). Upper Triassic dolomite forms flat hills to the west of this tectonic line. Six further main tectonic lines were detected within the area of the deposit. They are indicated also on Figure 3. They are generally accompanied by low geomorphologic steps. The tectonic movements started presumably before the arrival of the bauxitic material and they continued up to the Miocene.

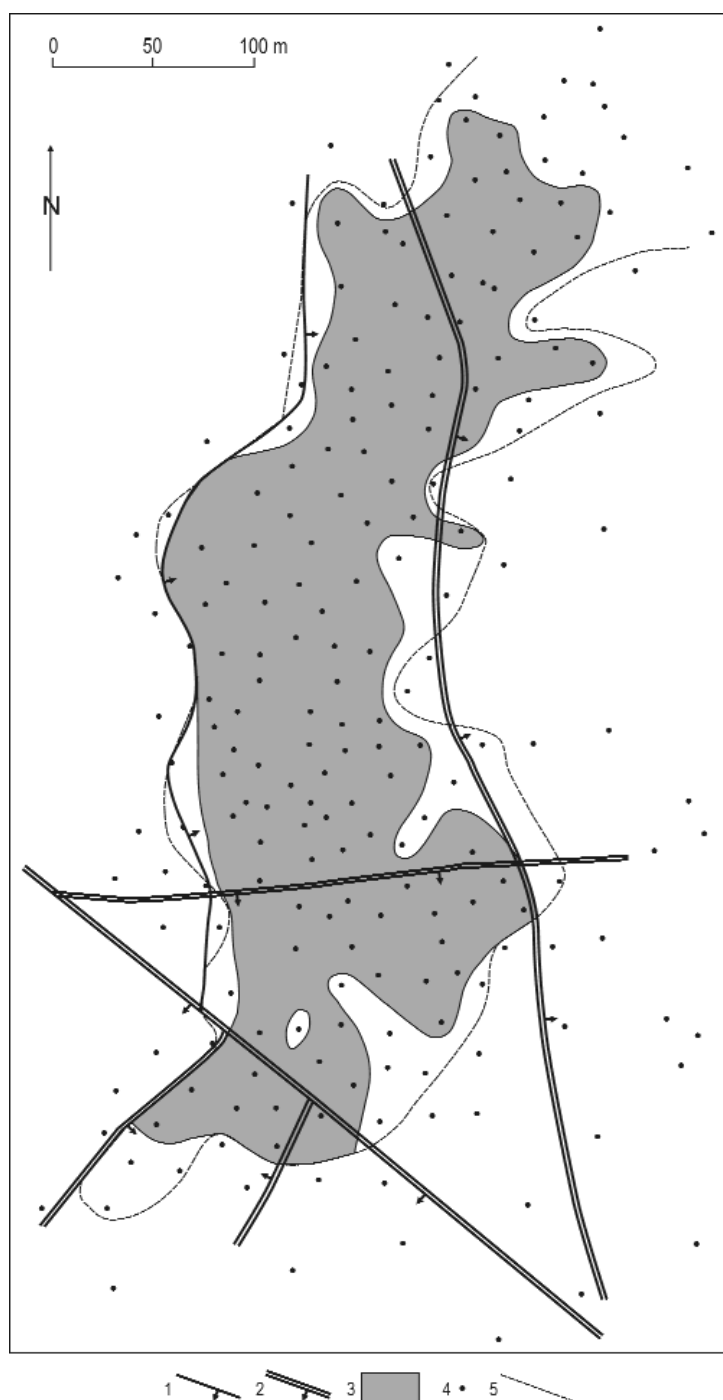


Figure 4. Main tectonic lines observed in the Szár-hegy I. bauxite lens
1 – preforming fault line, 2 – fault line dissecting the bauxite and the Eocene cover,
3 – area of the bauxite lens, 4 – exploration bore holes, 5 – contour of the bauxite lens

4. ábra. A Szár-hegy I. lencsén észlelt fő tektonikai vonalak

1 – preformáló jellegű törésvonal, 2 – a bauxitot és az eocén fedőt is elveto törésvonal,
3. a bauxitlencse elterjedése, 4 – felszíni kutató fúrások, a bauxitlencse körvonala

sitional units of the Szóc deposit. The highest rate of bauxite was detected in two small lenses at the southern (Hertelendy-major) and the eastern edge of the Szóc deposit (Nyíres-kút II), with 57 and 55%. This is followed by the Szár-hegy, Dorottya and Nyíres-kút lenses with 38–50% rate of bauxite, as represented on Figure 5. In these lenses there are boreholes where bauxite is the only lithologic type of the bauxite sequence, e.g. two boreholes in the Szár-hegy II

The mining operations revealed a number of smaller faults of 5 to 20 metres amplitude. A pre-forming fault line, being the western boundary of the bauxite body was detected in the open pit of the Szár-hegy I lens (Figure 4). The surface of the lenses is either horizontal or dipping to the north-east by 5–10 degrees. No folding was observed in the area of the deposit.

Lithology of the lenses

The same lithologic types occur in the lenses of the Szóc deposit as in the Malom-völgy one. They are as follows:

1. Bauxite (*sensu stricto*)
 $\text{Al}_2\text{O}_3 > 42\%$, $\text{SiO}_2 < 9.9\%$, $\text{S} < 0.6\%$,
2. Clayey bauxite
 $\text{Al}_2\text{O}_3 > 40\%$, SiO_2 10–19.9%
3. Bauxitic clay
 $\text{SiO}_2 > 20\%$
4. Red kaolinitic clay
 $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ modulus < 0.84 .
It does not contain “bauxite minerals”
(gibbsite, boehmite, diaspore)
5. Grey, pyrite and marcasite bearing clayey bauxite and bauxitic clay
 $\text{S} > 0.6\%$
6. Aluminous ferrite
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{Al}_2\text{O}_3$
7. Dolomite debris (diameter smaller than 10 cm)
8. Altered epigenetic bauxite, clayey bauxite, bauxitic clay (called “upper zone”) with strongly variable composition and colour.

The lithologic types listed above constitute independent rock-units. They can be distinguished by the chemical analyses and by the lithologic descriptions of the cores and the samples taken in the mines. I calculated their relative frequencies, expressed in percentages, for each lens and section. They are presented in diminishing order of the bauxite in Table 2. A spatial trend can be observed for most of them.

Bauxite is present in only 22 of the 33 depo-

Table 2. Relative frequency of the lithologic types in the bauxite sequence

No.	Name of lenses	Bauxite	Clayey bauxite	Bauxitic clay	Red kaolinitic clay	Aluminous ferrite	Bauxite and clayey bauxite in the "upper" zone	Grey bauxite and clayey bauxite	Dark grey lignitic clay	Dolomite debris
1	Hertelendy-major	57	15	21	–	–	7	–	–	–
2	Nyíres-kút II	55	35	7	–	–	3	–	–	–
3	Szár-hegy I	50	30	15	–	–	5	–	–	–
4	Nyíres-kút IV	49	20	27	–	3	1	–	–	–
5	Szár-hegy III–IV	48	28	16	–	2	6	–	–	–
6	Félix II/1	44	31	19	–	–	6	–	–	–
7	Szár-hegy II	42	23	18	–	–	17	–	–	–
8	Dorottya I–II	40	34	23	–	2	1	–	–	–
9	Nyíres-kút II/nyugat	39	24	35	–	–	2	–	–	–
10	Nyíres-kút III	38	29	28	–	–	5	–	–	–
11	Szár-hegy I/dél	35	19	39	–	–	7	–	–	–
12	Nyíres-kút I/kelet	31	27	40	–	–	2	–	–	–
13	Félix I/1	28	30	32	–	–	4	6	–	–
14	Határvölgy közép	26	33	39	–	1	1	–	–	–
15	Vargatanya IV	12	28	57	–	–	3	–	–	–
16	Félix II/2	16	32	41	–	–	11	–	–	–
17	Félix I/4	15	29	53	–	–	3	–	–	–
18	Félix I/5	14	22	54	–	–	10	–	–	–
19	Határvölgy ÉK	7	28	57	–	–	6	–	–	2
20	Róka-haraszti I	6	22	55	–	1	7	9	–	–
21	Félix I/2	4	20	63	–	–	6	7	–	–
22	Róka-haraszti II	1	21	62	1	–	–	9	2	4
23	Félix II/3	–	43	51	–	–	6	–	–	–
24	Vargatanya III	–	30	63	–	–	7	–	–	–
25	Vargatanya I	–	27	64	1	–	2	6	–	–
26	Vargatanya II	–	24	68	–	–	6	2	–	–
27	Határvölgy ÉNy	–	19	74	–	–	–	7	–	–
28	Róka-haraszti IV	–	15	72	–	–	2	3	–	7
29	Határvölgy Ny	–	14	85	–	–	–	1	–	–
30	Félix II/4	–	7	90	–	–	–	3	–	–
31	Félix I/3	–	6	82	–	–	1	9	2	–
32	Róka-haraszti III	–	5	76	2	–	1	7	6	3
33	Róka-haraszti V	–	1	80	–	–	1	18	–	–

lense, five at the eastern edge of the Dorottya lense, and ten in the four Nyíres-kút lenses. In my opinion, this is an important indicator for the bauxite-productivity of the given area.

The rate of bauxite quickly diminishes in western and north-western direction to 4–26%. No bauxite was detected in the western part of the large central lense and further to the west in the Róka-haraszti and Vargatanya lenses. Only three small spots of bauxite were found in the lenses Róka-haraszti I and IV and Vargatanya IV (Figure 5).

The *clayey bauxite* is present in all the lenses and sections of the Szőc deposit (Table 2). The variation is smaller than in the bauxite with minimum 1% and maximum 43%. The rate of the clayey bauxite first increases from the eastern and south-eastern edge of the deposit in north-west direction. It reaches the highest rates in the central part of the deposit and diminishes again in north-western direction, reaching only 1–5% rate at the north-western edge of the deposit. This trend can be explained by the separation of the lithologic types during the accumulation of the bauxite sequence.

The *bauxitic clay* is also present in all the lenses and sections of the deposit. Its rate varies from 7% to 90% (Table 2). The rate is smallest in the eastern and south-eastern part of the deposit (7–28%) and it gradually increases in north-western direction. In the north-western part of the deposit the rate reaches 57 to 90%. This trend can be explained by the separation of the bauxitic clay mud during the accumulation of the bauxite sequence.

The *red kaolinitic clay* occurs more rarely than in the neighbouring Malom-völgy deposit. It was detected only in the north-western part of the deposit in three lenses (Róka-haraszti II, III, Vargatanya I) with a rate of 1 to 2%.

The *grey pyrite and marcasite bearing clayey bauxite and bauxitic clay* was detected in 13 lenses and sections of the deposit, in 1–3 metres thickness, on the top of the bauxite sequence, below the black lignitic clay of the middle Eocene

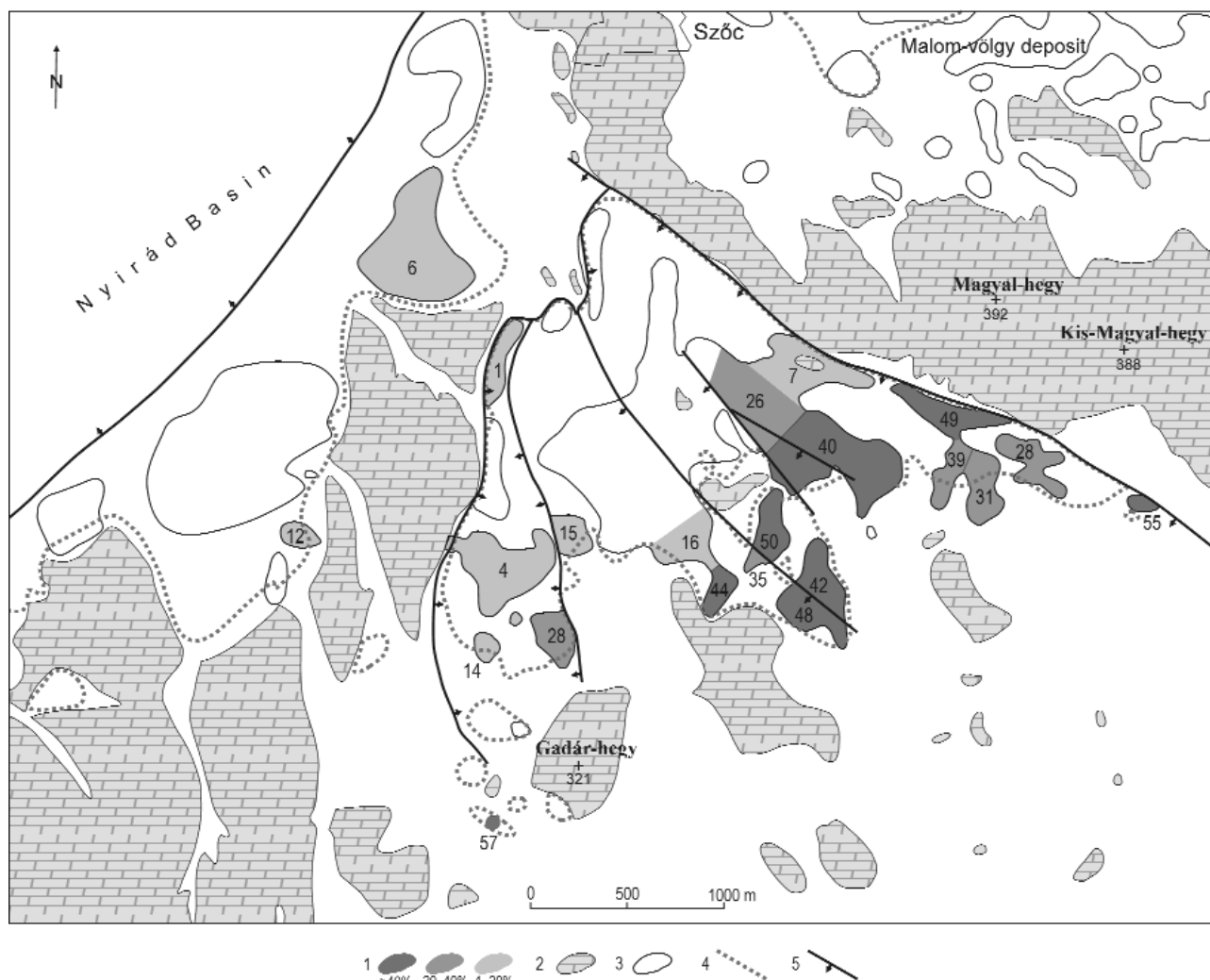


Figure 5. Rate of the bauxite in the bauxite sequence (in %)

1 – Percentage of bauxite, 2 – Upper Triassic carbonate rocks on the surface, 2 – contours of the lenses, 3 – boundary of the Eocene cover, 4 – main tectonic lines

5. ábra. A szorosan vett bauxit részaránya a bauxit összletben (%)

1 – a bauxit részaránya (%), 2 – felső-triász rétegek a felszínen, 3 – a lencsék körvonalai, 4 – az eocén fedőrétegek elterjedésének határa, 4 – fő tektonikai vonalak

cover. This lithologic type occurs mainly in the north-western part of the deposit, with a rate of 1 to 18%. The highest rate was found in the Róka-haraszti V lense (Figure 2).

The *aluminous ferrite* was detected only in five lenses and sections of the deposit, with a rate of 1–3%. It is partly a product of the oxidation of the grey pyritic bauxite, forming epigenetic, dark red iron crusts on the bottom of the “upper zone”. The other part is presumably of detritic origin, derived from the original lateritic profiles. These small debris occur exclusively in the eastern and south-eastern part of the deposit (Nyíres-kút I, IV, and eastern part of the Dorottya lense).

Dolomite debris occur mainly as thin intercalations within the bauxite sequence in the north-eastern section of the Határvölgy lense, with a rate of 2%. The dolomite debris detected in the Róka-haraszti II and IV lenses are in my opinion products of the upthrust along the tectonic line, discussed in the tectonic chapter. The thick layer of dolomite breccia and conglomerate, occurring in the southern part of the Halimba bauxite is not present in the Szóc deposit.

The “upper zone”, consisting of altered epigenetic bauxite, clayey bauxite and bauxitic clay is present in 29 of the 33 depositional units of the deposit. The zone is in most cases half to three metres thick and is characterised by highly variable composition and colour. Its rate within the entire bauxite sequence varies from one to 17%. The highest rate was detected in the Szár-hegy II lense. In the central part of the Határvölgy lense, in the underground mine I observed a place where grey, pyritic bauxite remained in the lower part of the “upper zone”, to be discussed in the next chapter (Figure 12).

In the tectonically compressed bauxite lenses, mentioned above, dolomite debris and black lignitic clay was also found within the bauxite sequence, being clearly the result of the upthrust. They are indicated in Table 2, but genetically they are not parts of the bauxite sequence.

The lithologic types, discussed above show a surprisingly regular vertical sequence, except the compressed lenses along the upthrust. The sequence is as follows:

0.5–3.0 m epigenetic, yellow, violet and mottled bauxite, clayey bauxite and bauxitic clay („upper zone”)

0.1–0.2 m dark red iron crust (aluminous ferrite)

1.0–4.0 m brickred bauxite with vertical yellow spots

1.0–5.0 m red bauxite and clayey bauxite

2.0–6.0 m brick-red to violet bauxitic clay

These lithologic units have, according to my calculations, the following overall percentage and tonnage:

epigenetic “upper zone”

5% 2 million tons

grey pyrite bearing bauxite, clayey bauxite

2% 1 million ton

brickred bauxite with yellow spots

17% 5 million tons

red clayey bauxite

24% 9 million tons

brickred bauxitic clay

52% 19 million tons

together

100% 36 million tons

I presented the spatial distribution of the above lithologic types on *geologic profiles*. These are special “paleogeographic profiles” representing the original position of the lenses before later tectonic events. At this time, before the start of the Middle Eocene transgression, the surface was presumably relatively flat, with only shallow valleys and low dolomite hills. The arriving bauxite was sedimented mainly in the valleys. The direction of the fluvial transport was presumably from the southeast to the north-west. The surface was slightly inclined in this direction. When constructing the profiles I started from this palaeosurface, measuring downward the successive lithologic units (Figures 6 and 7).

The surface of the Upper Triassic footwall was medium karstified. The position of the lithologic units is upward more and more independent from the footwall surface. The profiles show that the given lithologic unit has cut into the underlying unit. The profiles oriented in the direction of the transport show a gradual trend: The bauxite occurs mainly in the south-eastern part of the profile. Its thickness diminishes and it disappears in north-western direction. The same is valid for the clayey bauxite. The vertical sequence of the lithological units corresponds completely to the above listed order. Black lignitic clay appears in the immediate cover of the lense in the north-western part of the profiles.

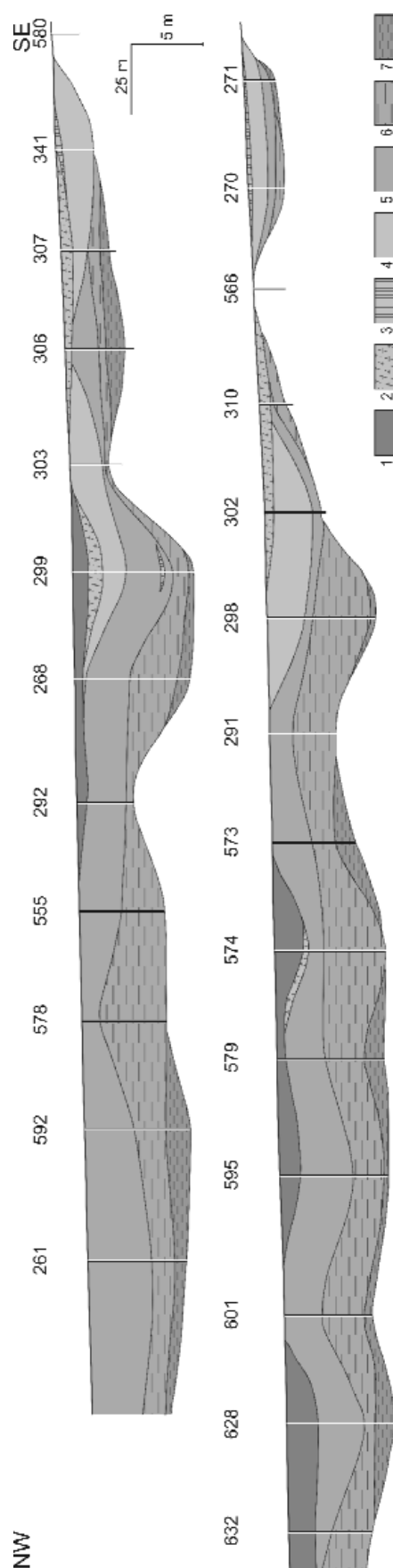


Figure 6. Paleogeographic sections across the Félix II lense

1 – pyrite bearing lignitic clay cover, 2 – grey, pyrite bearing clayey bauxite, 3 – partly resilitified „upper zone”, 4 – bauxite, 5 – clayey bauxite, 6 – bauxitic clay, 7 – red kaolinitic clay

6. ábra. Ősföldrajzi szelvények a Félix II. lencsén át

1 – szürke szenes, pirites agyag (közvetlen fedő), 2 – szürke pirites agyagos bauxit, 3 – epigenetikus részben reszilitálódott „felső övezet”, 4 – szorosan vett bauxit, 5 – agyagos bauxit, 6 – bauxitos agyag, 7 – vörös kaolinites agyag

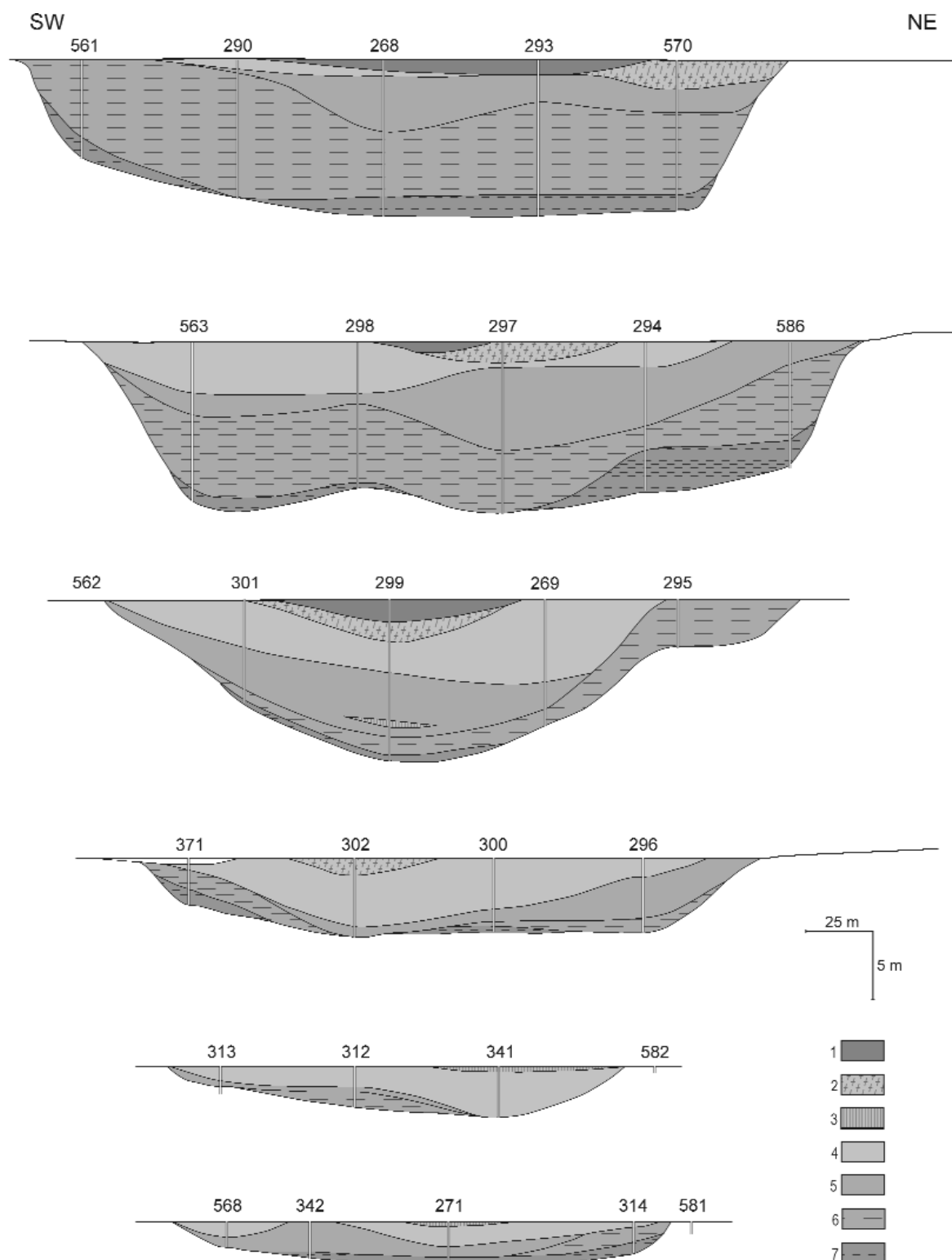


Figure 7. Palaeogeographic cross- sections across the Félix II lense

1 – pyrite bearing lignitic clay cover, 2 – grey, pyrite bearing clayey bauxite, 3 – partly resilificated “upper zone” 4 – bauxite, 5 – clayey bauxite, 6 – bauxitic clay, 7 – red kaolinitic clay

7. ábra. Ősföldrajzi keresztmetszvény a Félix II. lencsén át

1 – szürke szenes, pirites agyag (közvetlen fedő), 2 – szürke pirites, agyagos bauxit, 3 – epigenetikusan részben reszilifikálódott „felső övezet”, 4 – szorosan vett bauxit, 5 – agyagos bauxit, 6 – bauxitos agyag, 7 – vörös kaolinos agyag

Texture and structure of the lithologic types

I visited regularly from 1950 to our days the open pits and the underground mines of the Szőc deposit. I described the bauxite profiles, made photographs and sketches. I collected a large number of samples from the different lithologic

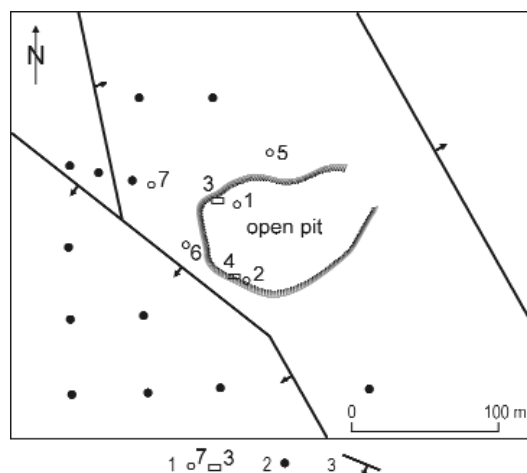


Figure 8. Sampling points in the open pit of the Szár-hegy II lense

1 – number of sampling point, 2 – bore holes, 3 – main tectonic lines

8. ábra. Mintavételi helyek a Szár-hegy II. lencse külfejtésében

1 – mintavételi hely sorszáma, 2 – felszíni gépi fúrások, 3 – fő tektonikai vonalak

types. These samples are preserved in the Mineralogic Department of the Science Muzeum (1083 Budapest, Ludovika tér 6). The following description of the texture and structure of the lithologic types is based on the study of these samples and on my local observations.

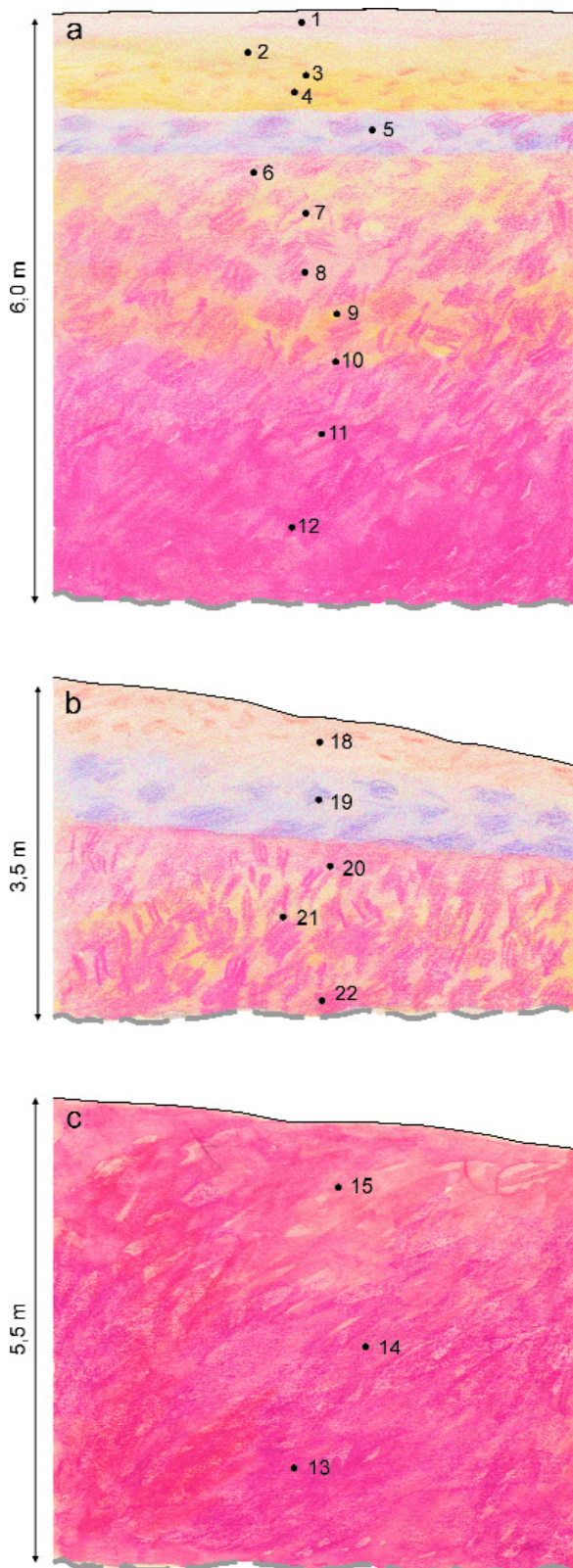
The colour, texture, structure and the composition of the epigenetic “upper zone” of the lenses is highly variable. I had the first occasion to study the Szőc bauxite in an open pit in the early fifties at the Szár-hegy II lense. I have chosen six sampling points, indicated on Figure 8. The upper zone could be sampled on the first and fourth sampling points. The profiles and the locations of the samples are illustrated on the Figures 9/a and 9/b. Chemical analyses

Figure 9. Lithologic profiles of the bauxite sequence at the sampling points No. 1, 2 and 4 in the Szár-hegy II lense (chemical analyses of the samples are listed in table 3)

1 – light violet violet bauxite, 2 – pink bauxite, 3 – mottled bauxite, 4 – mottled bauxite, 5 – violet, mottled bauxite, 6–10 – red bauxite with yellow spots and vertical stripes, 11–12 – red bauxite, 13 – red clayey bauxite, 14–15 – red bauxite, 18 – mottled pink clayey bauxite, 19 – violet, motledd clayey bauxite, 20–22 – brickred bauxite with yellow spots

9. ábra. Bauxitszelvények a Szár-hegy II. külfejtés 1., 2. és 4. mintavételi pontjain (a minták vegyelemzése a 3. táblázatban láthatók)

1 – világoslila bauxit, 2 – rózsaszínű bauxit, 3 – tarka bauxit, 4 – sárgás tarka bauxit, 5 – lila tarka bauxit, 6–10 – téglavörös bauxit sárga foltokkal és függőleges erekkel, 11–12 – rozsdavörös bauxit, 13 – rozsdavörös, agyagos bauxit, 14–15 – rozsdavörös bauxit, 18 – rózsaszínű foltos agyagos bauxit, 19 – lila foltos agyagos bauxit, 20–22 – téglavörös bauxit sárga foltokkal és erekkel



were performed on all samples, the results being presented in Table 3. The samples No. 1–5 are taken from the upper zone. The first sample is of light pink colour, the samples No. 2, 3, 4 are yellow and ochre coloured and the sample No. 5 is of violet colour. Leaching of the iron occurred in the upper four samples. The dissolved iron migrated downward and precipitated in the violet bauxite, where the Fe_2O_3 content reached 27.6%. Goethite is the main iron mineral in the yellow bauxites and hematite in the violet ones. All the samples are dense, hard and have a cochooidal fracture. Their texture is aphanitic, with few disseminated pizoids and “roundgrains”, typical for the bauxites of the Bakony Mts.

Table 3. Chemical analyses of the samples taken from the open pit Szár-hegy II (%)

No. of sampling profile	No. of the samples	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	Ignition loss	CaO	MgO	MnO	V_2O_5	P_2O_5	SO_3	Γ
1	1	60.7	6.0	2.0	2.6	28.3	0.08	0.01	0.09	0.03	0.05	0.19	0.10
1	2	59.2	4.6	3.2	4.5	27.2	0.02	0.01	0.09	0.06	0.10	0.22	0.08
1	3	50.4	3.3	18.0	2.8	25.5	traces	traces	0.02	0.10	0.17	0.34	0.05
1	4	50.0	5.0	13.4	2.9	28.3	0.02	0.01	0.02	0.10	0.08	0.80	0.10
1	5	38.3	6.4	27.6	2.8	22.4	0.39	0.01	0.02	0.14	0.11	0.21	0.12
1	6	49.9	1.5	18.6	2.8	26.8	0.05	0.01	0.02	0.12	0.11	0.27	0.09
1	7	49.1	1.6	20.0	2.9	26.2	0.01	0.01	0.02	0.10	0.08	0.39	0.07
1	8	51.6	1.6	20.0	2.8	23.3	traces	traces	0.02	0.11	0.15	0.40	0.05
1	9	50.0	1.0	22.0	2.8	23.9	0.03	0.01	0.02	0.11	0.05	0.30	0.06
1	10	49.6	0.7	22.2	2.8	24.2	0.01	0.01	0.18	0.13	0.04	0.20	0.11
1	11	54.8	1.1	17.0	2.6	24.5	traces	traces	0.05	0.10	0.16	0.28	0.05
1	12	46.2	1.0	24.4	2.2	25.7	0.10	0.02	0.09	0.13	0.08	0.60	0.10
4	18	42.9	12.0	18.4	2.1	23.0	1.44	0.02	0.03	0.09	0.01	0.05	0.10
4	19	36.3	14.6	24.8	2.2	20.7	1.34	0.01	0.02	0.11	0.07	0.05	0.05
4	20	46.8	4.9	18.0	2.6	27.1	0.35	0.01	0.01	0.12	0.09	0.05	0.10
4	21	55.5	4.0	13.2	2.7	24.3	0.28	traces	traces	0.08	0.18	0.44	0.10
4	22	46.0	4.0	20.0	2.7	25.4	1.33	0.01	0.18	0.10	0.11	0.34	0.10
2	15	46.6	1.8	22.4	2.1	25.5	1.28	0.02	0.18	0.11	0.06	0.05	0.08
2	14	48.3	1.8	20.8	2.1	26.7	0.10	0.02	0.09	0.11	0.03	0.05	0.10
2	13	45.0	11.8	19.6	2.0	21.9	0.10	0.02	0.02	0.12	0.02	0.05	0.09

The upper zone has similar colours and compositions at the sampling point No.4. The two samples taken from the upper zone (No.18.19) are clearly resilificated, as demonstrated by the chemical analyses of the Table 3.

In both profiles there is a sharp lithologic boundary between the upper zone and the underlying brick-red bauxite with vertical yellow spots and veins. This is high grade bauxite with very low SiO_2 content, as indicated in Table 3. The samples No. 6–10 and 20–22 belong to this lithologic type. All samples have aphanitic texture, with few pizoids and roundgrains of 1 to 3 mm diameter.

This type of bauxite passes downward gradually into red to dark red bauxite. The samples 11 and 12 of the first profile and the entire second profile represent this type of bauxite (Figure 9/c). The bauxite is again of aphanitic texture with earthy fracture and even less pizoids and roundgrains.

The samples of the other profiles indicated on Figure 8 had a similar composition and texture. The lower part of the bauxite sequence passing into clayey bauxite and bauxitic clay was not opened in this open pit mine.

Underground mining operations were started to the north of the open pit. I observed the same profiles as described above in the galleries of this mine. The upper zone had mainly 2–3 metres thickness and the bauxite was of yellow and brownish yellow colour. Vertical fissures, filled by *calcite* occurred at several places. A dark red iron crust occurs at the bottom of the upper zone in 1–4 cm thickness. The crust was not continuous laterally. It was underlain by brick red bauxite with yellow spots and veins similar to that observed in the open pit. Unfortunately, no chemical analyses were prepared from these samples.

Table 4. Chemical analyses of the samples taken from the Szár-hegy III mine (%)

Number of the samples	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	Ignition loss	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3
94	44.2	21.2	10.5	3.15	20.8	0.26	0.07	0.04	0.47
95	36.0	24.4	17.2	3.00	18.4	0.23	0.08	0.05	0.14
96	36.7	8.2	31.6	2.20	19.9	0.18	0.05	0.04	0.40

Another underground mine was opened to the southwest of the above mentioned open pit, in the Szár-hegy III lense. I prepared a sampling profile in the south-eastern part of this mine. Chemical analyses of this profile are presented in the Table 4. The lithology of the profile was very similar to those described from the open pit. The two samples from the top of the profile are resilificated products of the upper zone (samples 94 and 95). They are underlain by an iron crust, containing 31.6% Fe_2O_3 . At other places a real aluminous ferrite was formed containing more Fe_2O_3 than Al_2O_3 . High grade bauxite of very low SiO_2 content occurs below the iron crust.

In the early fifties I had the chance to visit the old underground mine in the Szár-hegy I lense. On Figure 10 a sampling profile is presented taken from the lower part of the bauxite sequence. The Upper Triassic dolomite is seen on the bottom of the profile. It is overlain by violet and pink bauxitic clay (sample 53), passing upward gradually into red bauxitic clay (sample 54). The chemical analyses of the samples are shown in Table 5. The bauxitic clay has an aphanitic texture and is relatively soft. The surface of the dolomite is very uneven. The top of the dolomite is strongly weathered and fissured, partly pulverised.

In the nineties I regularly visited the new open pit mine opened on the Szár-hegy I lense. The bauxite profiles are similar to those described above, with the difference that the bauxite contains at several places bauxite pebbles of 1–20 cm diameter. The pebbles consist of densely pizolitic bauxite with roundgrains of 1–3 mm diameter. Iron rich collomorphous bauxite debris were observed in some of the bauxite pebbles, together with aluminous ferrite debris. They are very similar to the iron rich top part of laterite profiles, called “cuiresse”. In my opinion they are derived from ancient laterite profiles. The bauxite pebbles are most frequent in the southern part of the Szár-hegy I lense.

When studying the neighbouring Dorottya open pit I found only very few bauxite pebbles with less than 4 cm diameter. Their composition was similar to those described above from the Szár-hegy I lense.

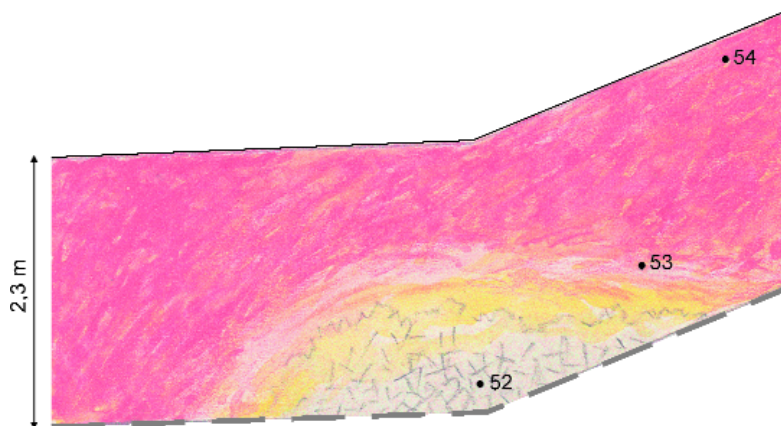


Figure 10. Lithologic profile in the underground mine of the Szár-hegy I lense (chemical analyses of the samples are listed in table 5)

52 – light grey weathered Upper Triassic dolomite, 53 – light red bauxitic clay, 54 – red bauxitic clay

10. ábra. Bauxitszelvény a Szár-hegy I mélyművelés északi végében (a minták vegyelemzése az 5. táblázatban található)

52 – világos szürke murvás dolomit szálban, 53 – világospiros bauxitos agyag, 54 – rozsdavörös bauxitos agyag

Table 5. Chemical analyses of the samples taken from the Szár-hegy I mine (%)

No. of the samples	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	Ignition loss	CaO	MgO	MnO_2	V_2O_5	P_2O_5	SO_3
54	39.3	22.2	18.4	1.70	17.9	0.02	traces	0.09	0.10	0.11	0.30
53	38.1	32.0	11.6	1.50	15.9	0.42	0.02	0.02	0.06	0.31	0.08

In the neighbouring Határvölgy underground mine I had occasion to study the main inclined shaft from its beginning. I constructed several profiles at the face of the shaft. Eight of them are shown on Figure 11. At the 29th metre the Middle Eocene brown clay cover can be seen, immediately on the top of the bauxite sequence. It was underlain by the orange coloured upper zone, consisting mainly of clayey bauxite. The inclined shaft opened gradually deeper parts of the bauxite sequence. Thus the upper zone disappeared after the 40th metre. On the bottom of it the iron crust was situated in a not continuous layer of 1–3 cm thickness. Below the crust mottled bauxite occurred with red spots on an ochre to orange base. It was about one metre thick and it passed downward gradually into red bauxite with yellow spots and vertical veins. These two lithologic types had an aphanitic texture, with few small pizoids and bauxite roundgrains. Both consist of low silica, high grade bauxite.

The production of the mine started in the upper part of the bauxite. I prepared several sampling profiles in the drifts. Most of them corresponded to the profiles discussed above. I observed in the north-western part of the mine a

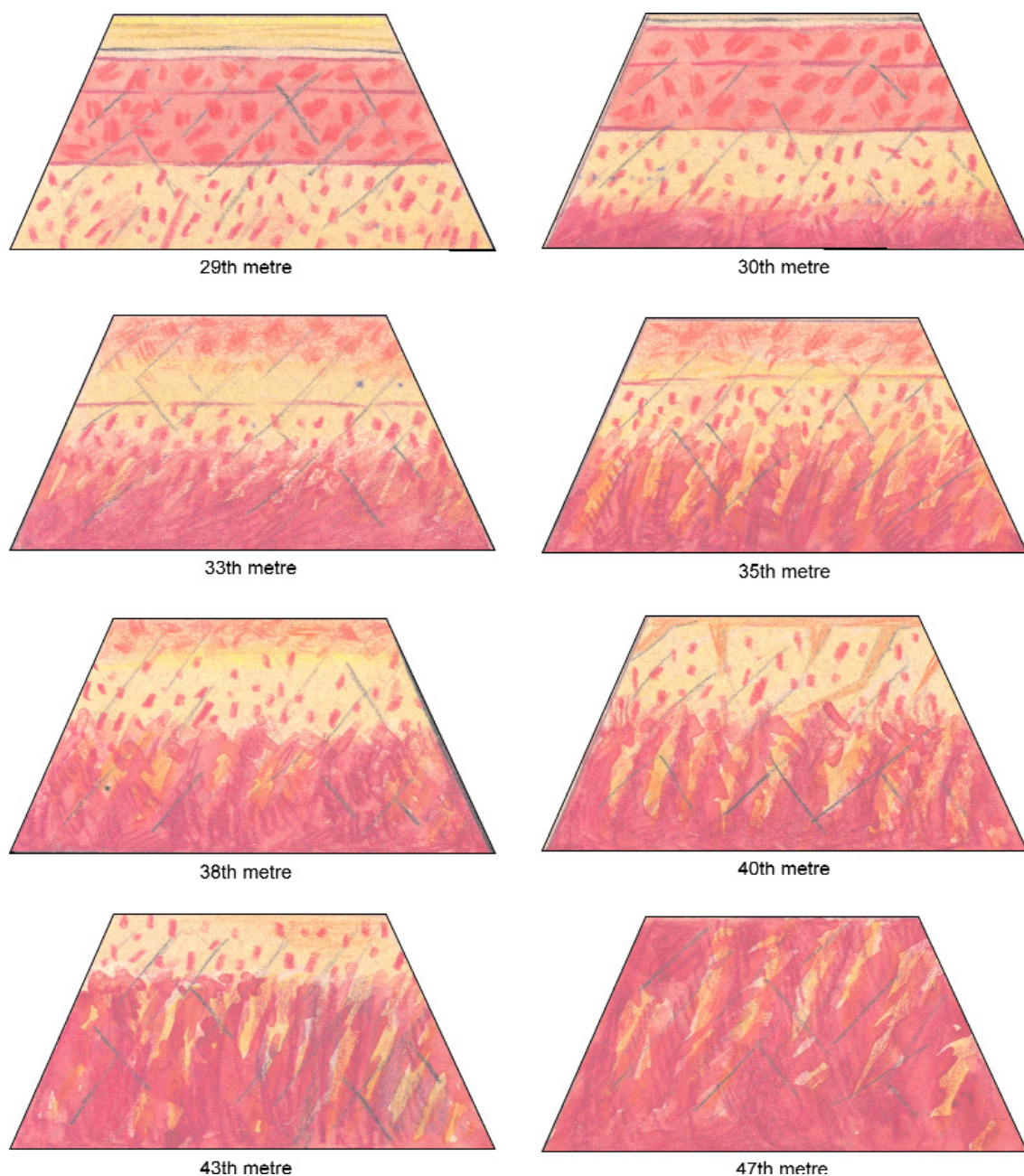


Figure 11. Lithologic profiles in the inclined shaft és the Határvölgy underground mine

On the top orange coloured clayay bauxite, on its bottom dark red iron rich crust. Below it brickred bauxite with yellow spots and subvertical veins

11. ábra. A határvölgyi bánya lejtőszaknájának mélyítése során felvett bauxitszelvények

Felül a felső övezet narancs színű tarka agyagos bauxitja, alján sötétvörös vaskéreggel. Ez alatt téglavörös bauxit sárga foltokkal és közel függőleges erekkel

special type of profile, presented on Figure 12 (on the right is the face of the drift, to the left its side). The results of the chemical analyses are shown on Table 6. Well stratified black lignitic clay of Middle Eocene age occurs on the top of the profiles. A thin layer of pink coloured, low iron bauxite follows below it (sample No. 35). It is underlain by ochre to light brown bauxite (samples No. 36, 37 and 44). Grey pyrite rich bauxite occurs on the left side of the drift in the lower part of the upper zone. The 41, 42 and 43th samples taken from this bauxite have a very high SO_3 content (34.4 to 35.8%). The grey bauxite could be observed in a length of 5 to 6 metres. It has an aphanitic texture with pyrite grains of different size (max. 1–2 cm). In the lower part of the grey bauxite I found green tabular crystals of *melanterite*, 0.5 to 1.0 cm thick. It was formed presumably by the slow epigenetic oxidation of the pyritic bauxite. An iron

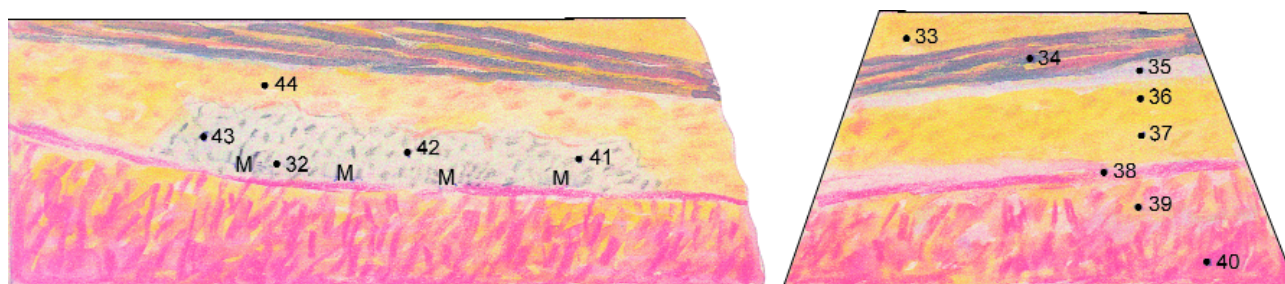


Figure 12. Lithologic profile of the upper part of the bauxite body below black pyrite bearing, lignitic clay in the Határvölgy underground mine (the chemical analyses of the samples are presented in the table No. 6)

33 – ochre coloured layered clay (Eocene cover), 34 – black, pyrite bearing lignitic clay (Eocene cover), 35 – light violet bauxite, 36 – brownish yellow high iron bauxite, 37 – ochre coloured bauxite, 38 – dark red iron rich crust (aluminous ferrite), 39–40 – brick red bauxite with yellow spots and vertical veins, 41–43 – grey pyrite rich bauxite, 44 – ochre coloured bauxite, 45 – tabular melanterite precipitations

12. ábra. Bauxitszelvény a határvölgyi mélyművelésben (a minták vegyelemzése a 6. táblázatban láthatók)

33 – okkerszínű, jól rétegzett k. eocén agyag, 34 – fekete pirites szénés agyag, rétegzett, 35 – világos lila bauxit, 36 – barnássárga vasdús bauxit, 37 – okkerszínű bauxit, 38 – sötétvörös vaskéreg (aluminiumdús ferrit), 39–40 – téglavörös bauxit sárga foltokkal és függőleges erekkel, 41–43 – szürke, erősen pirites bauxit, 44 – okkersárga bauxit, 45 – másodlagos táblás melanterit kiválások

Table 6. Chemical analyses of the samples taken from the Határvölgy mine

No. of sampling profile	No. of the samples	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ignition loss	CaO	MgO	MnO ₂	V ₂ O ₅	P ₂ O ₅	SO ₃
9/A	35	56.5	6.3	3.6	4.0	28.9	0.10	0.02	0.02	0.04	0.39	0.24
9/A	36	35.9	6.1	32.2	3.0	22.1	0.13	0.02	0.01	0.08	0.42	0.52
9/A	37	49.5	8.2	12.0	4.2	22.3	3.52	0.03	0.01	0.14	0.07	0.37
9/A	38	23.2	3.6	54.8	2.6	18.3	0.13	0.02	0.01	0.14	0.15	0.40
9/A	39	53.2	3.9	17.2	3.2	22.3	0.02	0.01	0.01	0.14	0.02	0.33
9/A	40	50.0	4.9	22.0	2.8	19.2	0.02	0.01	0.18	0.12	0.03	0.39
9/B	44	42.5	4.9	22.6	3.2	27.4	0.02	0.01	0.01	0.10	0.05	3.84
9/B	41	33.4	4.4	26.4	2.8	29.7	0.02	0.01	0.02	0.10	0.02	34.80
9/B	42	37.6	3.0	25.8	2.7	30.6	0.02	0.01	0.01	0.10	0.02	34.40
9/B	43	40.6	6.2	20.0	2.9	30.1	0.02	0.01	0.03	0.07	0.08	35.80
24	78	39.8	5.7	28.6	3.5	22.1	0.02	0.01	0.01	0.14	0.03	0.48
24	77	44.4	2.0	28.2	2.3	22.8	0.04	0.01	0.01	0.17	0.04	0.22
24	76	45.7	1.3	26.2	2.4	24.2	0.03	0.01	0.01	0.13	0.02	0.51
24	75	65.7	2.0	2.2	3.1	26.7	0.02	0.01	0.01	0.10	0.02	0.20
22	69	39.8	29.8	14.8	1.8	13.5	0.03	0.03	0.21	0.06	0.04	0.13
22	68	38.7	35.9	9.4	1.6	13.7	0.18	0.10	0.09	0.12	0.05	0.20
22	67	29.4	33.4	10.8	1.6	17.9	3.81	2.90	0.01	0.09	0.07	0.24
22	66	44.0	37.1	14.2	1.3	13.0	0.03	0.03	0.01	0.10	0.05	0.52
22	65	32.4	39.1	12.4	1.7	14.1	0.03	0.03	0.02	0.12	0.05	0.17
22	64	27.7	35.9	22.0	1.85	12.3	0.02	0.05	0.01	0.12	0.10	0.09
22	62	32.4	39.1	12.0	1.50	14.3	0.28	0.01	0.18	0.10	0.06	0.18

crust of 1–3 cm thickness is situated below the different lithologic types of the upper zone. The sample taken from the crust (No. 38) is a real aluminous ferrite with 54.8% Fe₂O₃ content. The lower part of the profiles consists of red bauxite with yellow spots and vertical veins (samples No. 39 and 40), very similar to those described from the inclined shaft.

I have taken a set of samples in the central part of the mine. The chemical analyses of four samples are listed in Table 6. The samples represent high grade, low silica bauxite. of red colour, with yellow spots and veins (samples 76, 77 and 78). The sample No. 75 was taken from a yellow spot, surrounded by red bauxite. Due to deferrification it has very low iron, and very high alumina content (65.7%).

Another profile was sampled in the western part of the mine in the lowest part of the bauxite sequence, as illustrated on Figure 13. The chemical analyses of the samples are shown on Table 6. The top of the Upper Triassic dolomite can be seen at the bottom of the profiles. The dolomite is strongly weathered, fractured and pulverized on its top. The samples directly overlying the dolomite do not contain bauxite minerals; they are kaolinitic clays (samples 62, 64 and 65).

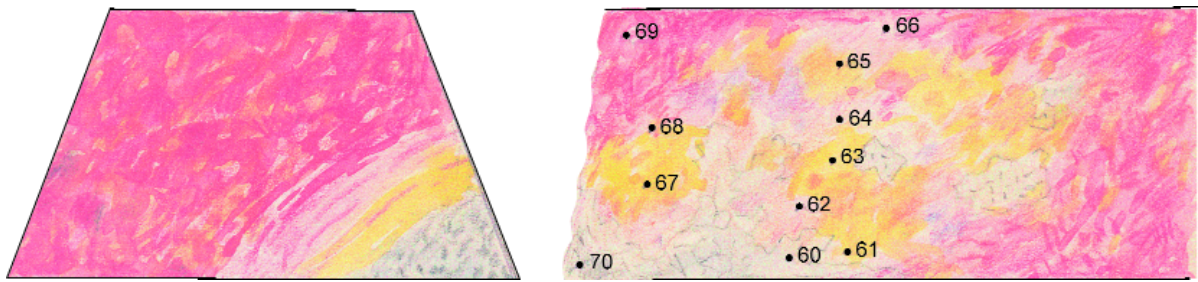


Figure 13. Lithological profile in the central part of the Határvölgy mine (the chemical analyses of the samples are presented in table No. 6)

60 – strongly watered and fractured dolomite (Upper Triassic), 61 – yellow bauxitic clay, 62 – orange coloured kaolinitic clay, 63–64 – mottled, orange kaolinitic clay, 65–66 – light red and violet bauxitic clay, 67 – pink bauxitic clay, 68 – mottled bauxitic clay, 69 – light red bauxitic clay, 70 – weathered dolomite

13. ábra. Bauxitszelvény a határvölgyi mélyművelés középső részén (a minták vegyelemzése a 6. táblázatban láthatók)

60 – erősen murvásodott, repedezett földolomit, 61 – okkersárga bauxitos agyag, 62 – narancsszínű kaolinos agyag, 63–64 – tarka, narancsszínű kaolinos agyag, 65–66 – világos vörös és lila bauxitos agyag, 67 – rózsaszínű bauxitos agyag, 68 – tarka bauxitos agyag, 69 – világosvörös bauxitos agyag, 70 – erősen murvásodott dolomit

They pass upward into bauxitic clay of violet and light red colour (samples 66, 68 and 69). The bauxitic clay is soft and has an aphanitic texture, without any pizoids or roundgrains. Locally small dolomite debris occurs in it.

I carried out sampling and described profiles also in the Nyíres-kút, Félix I and II lenses. The profiles were very similar to those described above. Unfortunately, no chemical analyses could be performed on these samples. In the underground mine of the Nyíres-kút II lense, situated on the eastern edge of the Szóc deposit (see Figure 3) I observed several bauxite pebbles of 2–30 cm diameter in the red bauxite with yellow spots and veins. The pebbles are harder than the surrounding aphanitic bauxite. They are closely packed by pizoids and roundgrains of dark-red colour and 1–2 mm diameter.

I observed similar bauxite pebbles also in the lenses Nyíres-kút I and III, located to the west of the Nyírekút II lense, but they occurred more rarely. In the Nyíres-kút IV lense, located further to the west I did not find any bauxite pebbles in the open pit mine. I constructed a larger scale profile across this lense, presented on Figure 14. The lense is in direct contact with the main fault line, representing the north-eastern boundary of the Szóc deposit — as seen on the right side of the profile.

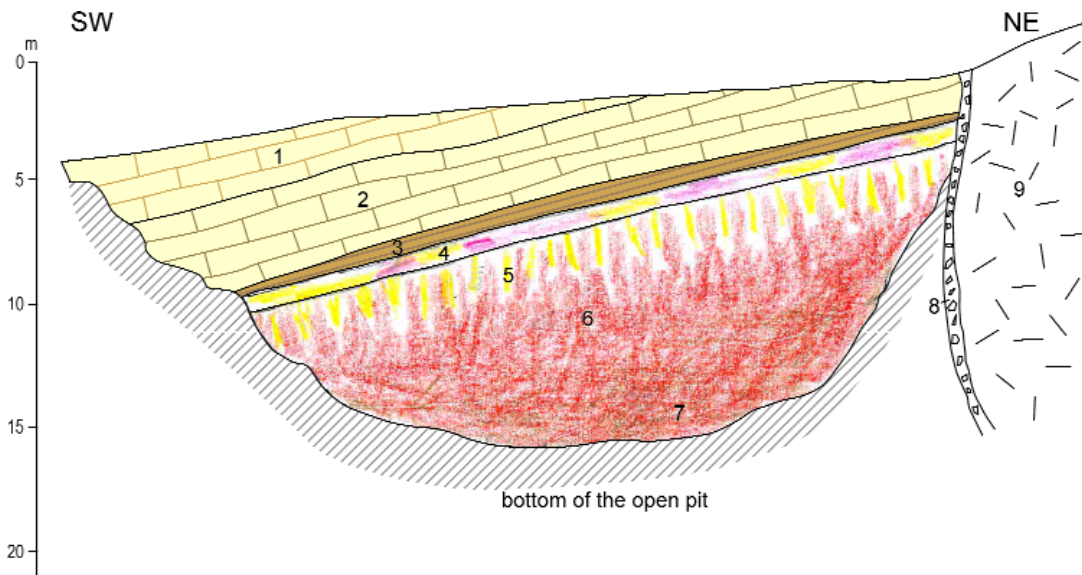


Figure 14. Lithologic profile in the Nyíres-kút IV open pit mine

1 – Middle Eocene Nummulitic limestone, 2 – Middle Eocene Miliolinitic limestone, 3 – ochre coloured, stratified clay, 4 – violet, pink and yellow bauxite and clayey bauxite, 5 – bricked bauxite with vertical yellow stripes, 6 – brickred bauxite, 7 – reddish-brown clayey bauxite, 8 – filling of the tectonic zone by rock debris, 9 – light grey dolomite, Upper Triassic

14. ábra. Bauxitszelvény a Nyíres-kút IV. külfejtésén át

1 – fakósárga nummulinás mészkő, középső-eocén, 2 – fakósárga miliolinás mészkő, középső-eocén, 3 – okkersárga, jól rétegzett agyag, 4 – lila, rózsaszínű és okkersárga bauxit, agyagos bauxit, 5 – téglavörös sárgaeres bauxit, 6 – téglavörös bauxit, 7 – rozsdavörös agyagos bauxit, 8 – szögletes mészkő és dolomit darabokból álló vetőkitöltés, 9 – felső-triász Földolomit

The bauxite lense and its Middle Eocene cover are dipping under 18–20 degrees in south-western direction. The upper zone of the lense is about one metre thick and has various colours: yellow, violet, pink and it consists mainly of clayey bauxite. I did not observe an iron crust on the bottom of this upper zone. The underlying red bauxite with yellow spots and veins is 2–3 metres thick. It has an aphanitic texture and a high grade composition. This lithologic type passes downward gradually into red bauxite and clayey bauxite. The lower part of the lense, consisting of bauxitic clay was not opened by the open pit mine.

The bauxite body called Félix II is a part of the large central lense (see Figure 3). An open pit mine was opened in the south-western part of the lense, called Félix II/1 mine. I prepared several sampling profiles in this open pit. The profiles are very similar to those described in the Határvölgy mine. The upper zone is 1 to 2 metres thick, of yellow and light violet colour. The underlying red bauxite is of aphanitic texture, with very few pizoids and bauxite roundgrains. I found no bauxite pebbles in this bauxite. The bottom of the bauxite sequence consists of light red and violet bauxitic clay.

The upper zone is 3–4 metres thick in the open pit mine, opened in the western part of the Félix II lense. The lithologic types are similar, but I observed hard bauxite pebbles of 2–25 cm diameter in the red bauxite. The pebbles are densely packed by bauxite roundgrains of 1–3 mm diameter. The pebbles are situated in form of a layer across the open pit. The Eocene cover has been eroded from the south-western edge of the lense. The bauxite has been redeposited here and consists of bauxite debris embedded in clayey bauxite.

The central part of the Félix II lense has been opened by underground mining. I call this part of the lense Félix II/3 (Figure 3). The immediate cover is at some places middle Eocene dark grey lignitic clay containing pyrite grains. According to my observations it is underlain by grey pyrite bearing bauxite and clayey bauxite, belonging to the upper zone. Red bauxite with yellow spots occurs below it, passing downward into red clayey bauxite. I found no bauxite pebbles in this bauxite. The lower part of the lense consists, as in the other lenses, of red to violet bauxitic clay.

The lenses of the Félix I group are situated to the west of the Félix II lense (Figure 3). The lense number 1 has been excavated by underground mining and the 4 one by an open pit. The lenses number 2, 3 and 5 have not been opened. I observed and sampled in the Félix I/1 mine several profiles. On the face of a drift I observed the profile presented in the Figure 15. Here again black lignitic pyritic clay of middle Eocene age is the immediate cover directly underlain by grey bauxite rich in pyrite and marcasite. It is 0.5 to 1.0 metre thick. I observed in the upper part of the grey bauxite dark grey subvertical remains of roots. They gradually disappear downward. There is no iron crust on the bottom of the grey bauxite. The well known red bauxite with yellow veins follows below it, passing downward into darker red bauxite. This bauxite is aphanitic, with disseminated small pizoids and bauxite roundgrains. I found no bauxite pebbles in these profiles.

The Félix I/4 open pit consisted mainly of red bauxite. The Eocene cover was eroded from its southern part. The secondary redeposition of the bauxite is clearly visible here. It has no vertical structure and it consists mainly of bauxite debris of some cm size.

The lenses of the Róka-haraszt and Vargatanya area were not opened by mining operations because of the low grade of the bauxite. It can be seen on the cores of the core-drilling that the bauxitic material is mainly of red colour with aphanitic texture. A more detailed lithologic study was not possible.

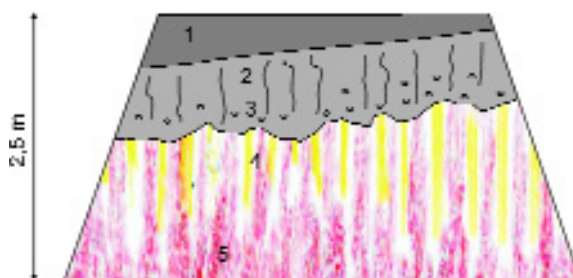


Figure 15. Lithologic profile in the Félix I/1 (underground mine)

1 – black, pyrite bearing lignitic clay, 2–3 – grey pyrite rich bauxite, 4 – brickred bauxite with vertical yellow stripes, 5 – red bauxite

15. ábra. Bauxitszelvény a Félix I/1 mélyművelésben (vájvég)

1 – szürkésfekete, pirites szenes agyag, 2–3 – világosszürke, erősen pirites bauxit, 4 – téglavörös, sárgaeres bauxit, 5 – rozsdavörös bauxit

The chemical composition of the bauxite sequence

The main chemical components of the bauxite

During the exploration samples were taken from the bauxite sequence at 0.5 and 1.0 intervals of the boreholes. The samples have been analysed for the following components: Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 and ignition loss. From the bauxite additionally the CaO , MgO , total sulphur in S, P_2O_5 and MnO_2 were also determined. After 1994 only the bauxite was analysed for the above listed components, in the case of clayey bauxite and bauxitic clay only the Al_2O_3 and the SiO_2 contents have been determined by neutron activation method.

The analyses were listed in the exploration reports. When writing the monography the data were fixed in a computerized data base. It contains at present more the 17 000 analyses of five to ten components.

The chemical analyses were first evaluated by statistical methods in my monography “Geochemical study of the Hungarian bauxite” (BÁRDOSSY 1961). The number of the analyses increased significantly since that time allowing a detailed geochemical and geomathematical evaluation. In the present monography I evaluated separately all the lithological types of the bauxite sequence. In a first step the weighted averages of each lithologic type has been calculated in each borehole. Geochemical maps were constructed for each lense in 1:5000 and 1: 2000 scale.

In a second step weighted averages were calculated for each component for all the lenses and sections of the deposit. Finally weighted averages were calculated for the entire Szőc deposit separately for every lithological type. The strong *scaling factor* found in the two deposits Halimba and Malom-völgy (see the BÁRDOSSY 2007, 2009) justified the application of this type of evaluation in the case of the Szőc deposit.

I carried out all geomathematical evaluations by the SPSS computer program. Uni-, bi- and multivariate methods, geostatistics and fuzzy arithmetic were applied. Special attention was given to the *geochemical outliers*. Some of them resulted from typing and calculating errors and they could be eliminated by repeated checking of the results. However, a smaller part of them represented real features, produced by special geochemical processes. These outliers have been thoroughly taken into account.

In the following the geochemical evaluation is presented in order of the chemical components. All evaluations refer to the original composition of the lenses before the start of the mining excavation. The weighted average composition of the bauxite is presented on Table 7 for all the main chemical components.

Table 7. Weighted averages of the bauxite in the lenses of the Szőc deposit

No.	Name of lenses	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Ignition loss	Silica modulus	Average thickness	No. of productive boreholes
1	Róka-haraszti I	43.4	7.5	19.6	2.1	24.7	5.8	1.0	6
2	Vargatanya IV	50.8	7.8	18.8	2.0	18.9	6.5	3.0	1
3	Hertelendy-major	49.0	3.1	18.6	2.1	24.9	15.8	4.0	1
4	Félix I/1	52.0	5.5	27.7	2.2	12.4	9.5	3.4	12
5	Félix I/2	48.2	8.4	24.8	2.3	15.5	5.7	1.9	4
6	Félix I/4	52.1	4.7	26.2	2.2	13.7	11.1	2.8	11
7	Félix I/5	51.5	8.7	22.8	2.0	13.1	5.9	1.0	1
8	Félix II/1	50.8	6.2	20.0	1.8	21.0	8.2	1.8	8
9	Félix II/2	50.5	4.9	20.9	1.8	21.3	10.3	3.3	13
10	Szár-hegy I	48.1	3.7	21.0	2.3	22.0	13.0	4.0	120
11	Szár-hegy I/dél	54.4*	2.7*	23.0	2.5	15.1	20.1	5.4	7
12	Szár-hegy II	48.6	5.7	19.9	2.3	21.8	8.5	2.2	11
13	Szár-hegy III-IV	47.6	3.8	23.2	2.0	23.5	12.5	5.9	16
14	Dorottya I-II	46.9*	4.0*	22.7*	2.0	24.3	11.1	4.1	22
15	Határvölgy közép	47.7*	4.8	22.7	2.1	22.5	10.0	4.0	26
16	Határvölgy ÉK	46.5	4.7	21.7	2.1	24.2	9.9	2.1	13
17	Nyíres-kút I/K	48.7	5.7	23.0	1.9	20.3	8.5	4.0	14
18	Nyíres-kút I/Ny	48.5	5.4	26.6	1.9	17.5	9.0	5.3	7
19	Nyíres-kút II	53.5	6.6	24.1	2.1	13.7	8.1	5.8	7
20	Nyíres-kút III	47.5	6.4	23.4	1.8	19.9	7.4	3.3	19
21	Nyíres-kút IV	46.4	3.9	23.8	2.1	22.9	11.9	6.3	35

* Tukey's maximum likelihood estimators

Al₂O₃ content

First the *bauxite* is evaluated. Its weighted average for the entire Szőc deposit is 48.7%. This value is higher than that of the Malom-völgy deposit (48.0%), but much less than that of the Halimba deposit (54.3%). The reason for the smaller Al₂O₃ content is the mainly gibbsitic mineral composition of the Szőc and Malom-völgy bauxite.

The main statistic parameters of the lenses and sections are listed on Table 8. The *analytical error* of the Al₂O₃ is ±0.5% for the wet chemical analyses. The *standard error of the mean* was also calculated. It is well known that

this value increases with the variability of the Al_2O_3 content and that it decreases with the growing number of the chemical analyses. The standard error of the mean varies in the Szőc deposit from 0.2 to 1.4%. It is highest in the small lenses.

I evaluated the *distribution* of Al_2O_3 of all lenses and sections. It is well known that the average is unbiased only if the distribution is symmetrical. This can be quantified by the skewness — also presented on Table 8. I considered the distribution as symmetrical when the skewness was less than ± 1.0 . The skewness is smaller than one in the

Table 8. Statistical parameters of the Al_2O_3 content of the bauxite

No.	Name of lenses	Weighted average %	Minimum %	Maximum %	Mode %	Trimmed mean %	Median %	Standard deviation	Relative dispersion	Kurtosis	Skewness
1	Róka-haraszti I	43.4	40.0	47.7	44–45	–	–	1.8	4.3	–	–
2	Vargatanya IV	51.3	48.5	56.6	49–50	–	–	2.8	5.5	–	–
3	Hertelendy-major	49.0	45.9	53.8	48–50	–	–	2.8	5.7	–	–
4	Félix I/1	52.0	47.2	57.0	54–55	51.9	51.4	2.9	5.6	+0.84	–0.03
5	Félix I/2	48.2	45.3	51.9	46–47	–	–	3.1	6.5	–	–
6	Félix I/4	52.1	45.6	57.0	54–55	52.2	52.8	3.1	6.0	+3.23	–0.90
7	Félix I/5	51.5	51.5	51.5	51.5	–	–	–	–	–	–
8	Félix II/1	50.8	45.5	56.3	49–50	50.8	49.5	2.8	5.6	+3.02	–0.76
9	Félix II/2	50.5	45.4	55.0	49–50	50.2	50.1	1.9	3.8	+6.92	–0.47
10	Szár-hegy I	48.1	40.8	59.2	47–48	48.0	47.2	3.9	8.1	+0.76	+0.64
11	Szár-hegy I/dél	54.4 *	44.8	57.0	54–56	54.0	54.2	3.0	5.5	+2.91	–1.62
12	Szár-hegy II	48.6	42.2	55.8	52–53	48.4	47.6	4.2	8.6	–1.12	+0.11
13	Szár-hegy III–IV	47.6	44.3	49.0	48–49	47.7	48.0	1.2	2.4	+1.13	+0.91
14	Dorottya I–II	47.2*	44.3	54.3	47–48	47.0	47.1	2.0	4.2	+2.89	+1.38
15	Határvölgy közép	47.9*	44.1	55.7	47–48	47.7	47.7	2.2	4.6	+4.40	+1.80
16	Határvölgy ÉK	46.5	41.8	53.3	46–48	46.5	46.2	1.9	4.1	+5.82	+0.95
17	Nyíres-kút I/kelet	48.7	44.1	52.8	48–50	48.7	48.9	2.5	5.0	–1.00	+0.02
18	Nyíres-kút I/nyugat	48.5	44.7	52.8	50–51	48.4	48.0	2.8	5.8	–1.43	–0.01
19	Nyíres-kút II	53.5	51.4	56.1	53–54	53.5	53.2	1.4	2.6	+0.21	+0.84
20	Nyíres-kút III	47.5	45.8	50.1	47–48	47.4	47.3	1.3	2.7	–0.29	–0.63
21	Nyíres-kút IV	46.4*	40.8	52.2	46–47	46.4	46.4	2.4	5.3	+0.51	–1.17

* Tukey's maximum likelihood estimators

majority of the lenses and sections. For the lenses, where it was higher I calculated “maximum likelihood estimators” to eliminate the bias. I found that from the estimators offered by the SPSS program the Tukey's-estimator is the most suitable for the Hungarian karst bauxite deposits. I applied this estimator in four lenses, as indicated on the Table 8. The values are positive in two lenses and negative in the other two ones. The corrections varied from 0.2 to 0.7%.

The differences of the weighted averages of the lenses are larger in the Szőc deposit than in the Maom-völgy one. At Szőc the largest difference is 11.0% and at Malom-völgy only 4.9%. The highest average Al_2O_3 was detected in the Szár-hegy I/south lense (54.4%) and in the Nyíres-kút II lense (53.5%), as indicated on Figure 16. The reason for it is the higher boehmite content of these bauxites. On the level of the entire deposit one can observe a slight decrease of the average Al_2O_3 content from the southeast to north-west direction (Figure 16).

The uncertainty of the averages can be determined best by the *confidence interval*. I calculated it for the 95% level of confidence and I found that its length varies for the Al_2O_3 averages from 0.8 to 2.0%. In my opinion, this degree of uncertainty is acceptable for our geochemical evaluations.

The 5% *trimmed mean* has been also calculated (Table 8). It is suitable to eliminate the effect of outliers. In the lenses of the Szőc deposit the trimmed mean only slightly differs from the average, the largest difference being only 0.3%. This indicates the absence of real outliers. Similar results were obtained when calculating the *median*. Here again the deviations from the mean are negligible except a 1.3% difference in the Félix II/1 lense.

The *mode* of the distribution is an important characteristic of the distribution. It has been calculated for all lenses in the form of the shortest interval (Table 8). One single mode is characteristic for all lenses and it is in most cases higher than the average. The *standard deviation* is in good accordance with the above discussed parameters, as it is generally small, that is ± 1 –3%. It reaches $\pm 4.2\%$ only in the Szár-hegy II lense. The *relative dispersion* is also very small, its values being situated between 2.6 and 8.6%. This is smaller than that of the Malom-völgy deposit, where it reached 13%.

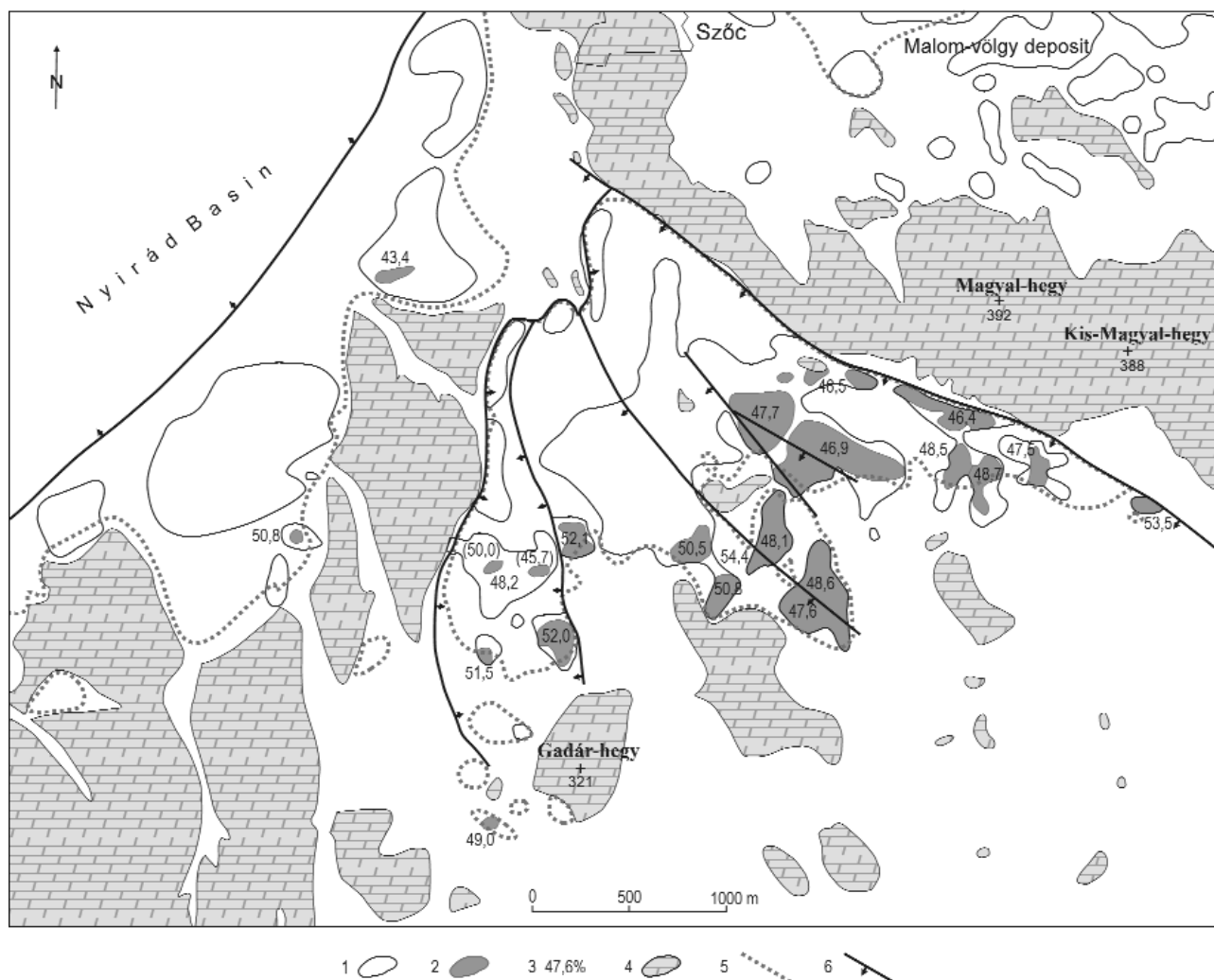


Figure 16. Average Al_2O_3 content of the bauxite in the lenses and sections

1 – contours of the lenses, 2 – extent of bauxite in the lenses and sections, 3 – average Al_2O_3 content, 4 – Upper Triassic carbonate rocks on the surface, 5 – boundary of the Eocene cover, 6 – main tectonic lines

16. ábra. A szorosan vett bauxit átlagos Al_2O_3 -tartalma

1 – a lencsék körvonala, 2 – a szorosan vett bauxit elterjedése, 3 – átlagos Al_2O_3 -tartalom, 4 – felső-triász karbonátos kőzetek a felszínen, 5 – az eocén fedőrétegek elterjedésének határa, 6 – fő törésvonalak

The *curtosis* of the distribution also stresses the low deviations, as its values indicate a peakedness higher than in the normal distribution (Table 8).

All the above discussed parameters referred to the scale of entire lenses or sections. Additionally I calculated the statistics also for the scale of the individual boreholes. In geochemical respect most interesting are the smallest and the highest borehole averages of the bauxite. I indicated them for every lense in the Table 8. All the minimum values are higher than 40%. The maximum values are surprisingly high; in some lenses they reach 55–59%. They are low silica, boehmitic bauxites.

I constructed frequency histograms on the level of the sampling intervals. Most of them have only one mode and they are close to symmetric. For comparison the corresponding normal function has been also indicated on the histograms. The histograms of four larger lenses are presented on Figure 17. The histogram of the Nyíres-kút IV lense has the most regular shape. As a complement I constructed also box-plots on the scale of the sampling intervals. Two of them are shown on Figure 18. The box-plot of the Nyíres-kút IV lense has a very regular form, on the other hand, that of the Szár-hegy III–IV lense indicates the presence of relative low minimum values.

Additionally, I constructed *scatter plots* for the relationship of the Al_2O_3 content of the bauxite with its thickness separately for all boreholes. In the Halimba deposit I detected positive correlation between these two variables. On the other hand, no correlation was found in the Malom-völgy deposit. Three of the scatter plots calculated for the lenses of the Szóc deposit are presented on Figure 19. The relationship between the variables is very loose. First the Al_2O_3 content

Figure 17. Histograms of the Al_2O_3 content of the bauxite
17. ábra. A bauxit Al_2O_3 -tartalmának gyakorisági hisztogramjai

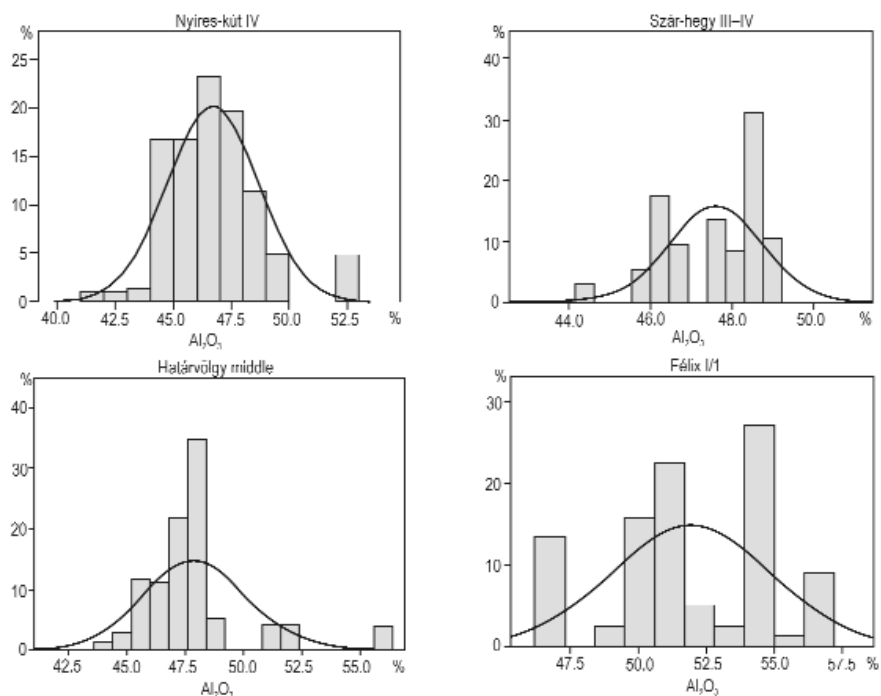


Figure 18. Boxs plots of the Al_2O_3 content of the bauxite
18. ábra. A bauxit Al_2O_3 -tartalmának „box-plotjai”

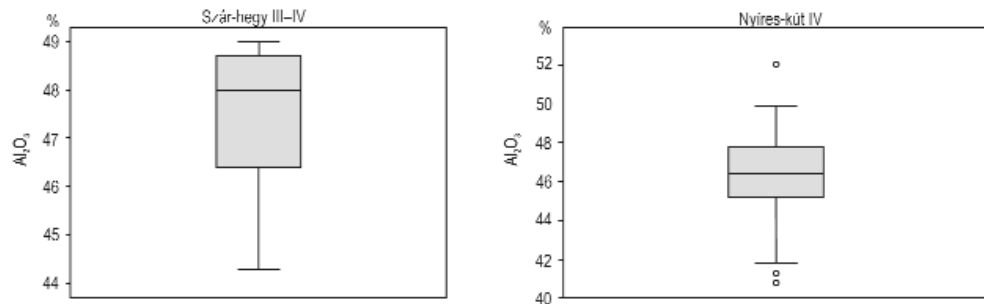
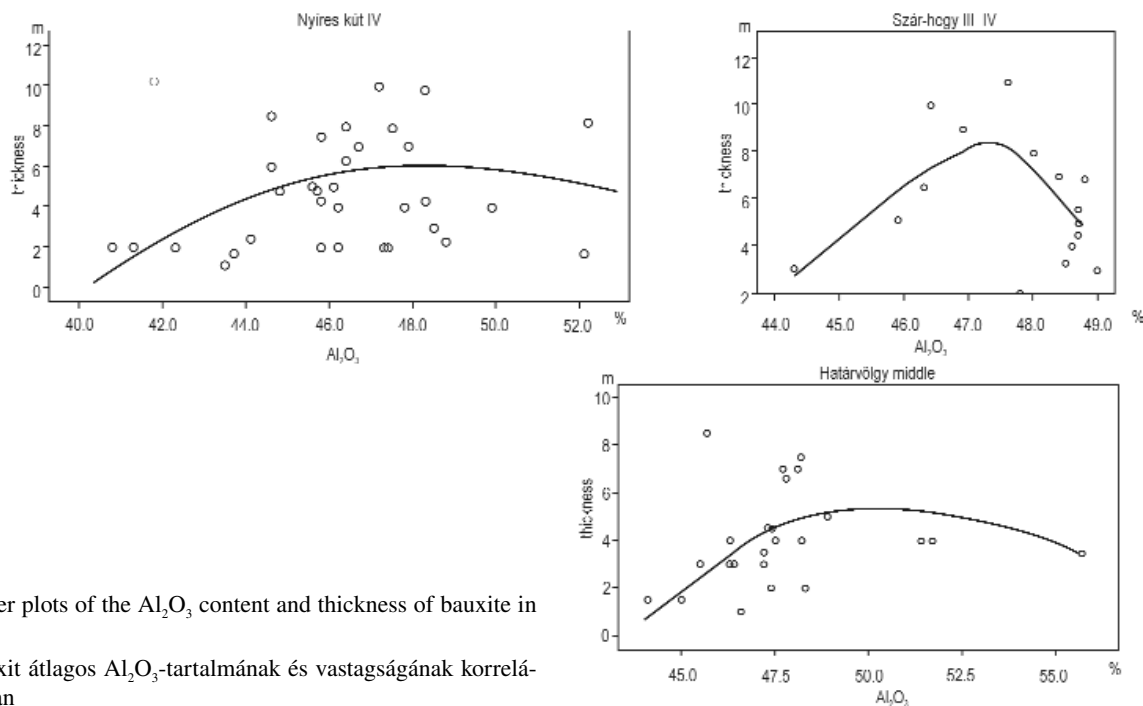


Figure 19. Scatter plots of the Al_2O_3 content and thickness of bauxite in the bore holes
19. ábra. A bauxit átlagos Al_2O_3 -tartalmának és vastagságának korrelációja a fúrásokban



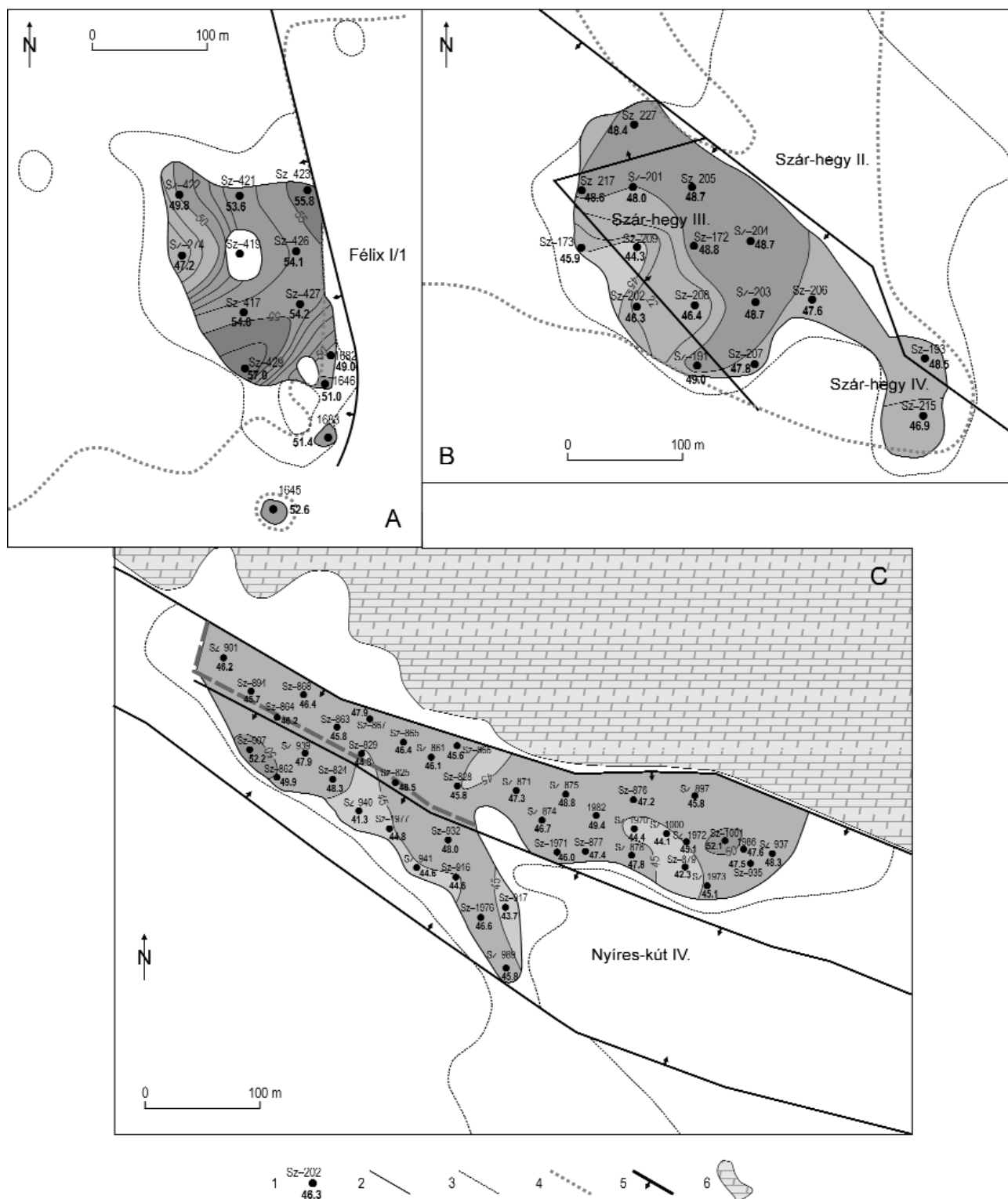


Figure 20. Isoline maps of the Al_2O_3 content of bauxite in the boreholes of selected lenses

1 – average Al_2O_3 content, 2 – contour of the bauxite, 3 – contour of the entire bauxite sequence, 4 – boundary of the Eocene cover, 5 – main tectonic lines, 6 – Upper Triassic on the surface. A – Félix I/1 lense, B – Szár-hegy III-IV lense, C – Nyíres-kút IV lense

20. ábra. A bauxit Al_2O_3 tartalmának izovonalas térképei három kiválasztott lencsében

1 – átlagos Al_2O_3 -tartalom az adott fúrásban, 2 – a szorosan vett bauxit körvonala, 3 – a teljes bauxitösszlet körvonala, 4 – az eocén fedőrétegek elterjedése, 5 – fő törésvonalak, 6 – felső-triász Földolomit a felszínen. A – Félix I/1 lencse, B – Szár-hegy III-IV. lencse, C – Nyíres-kút IV. lencse

slightly increases with the thickness, but later the trend changes and turns into decrease. I did not find so far an explanation for this trend.

Finally, I constructed isoline maps of the Al_2O_3 content of the bauxite for all lenses of the deposit. Corresponding maps of the Félix I/1, Szár-hegy III–IV and Nyíres-kút IV lenses are presented on Figures 20/A, B and C. The spatial distribution of the Al_2O_3 content is not random, but a trend can be observed in all the lenses with different regularity. In the Félix I/1 lense the Al_2O_3 content of the bauxite is highest in the north-eastern and southern part of the lense and it is smallest in the central and north-western part of it. The distribution is even more regular in the Szár-hegy III–IV lense, the north-eastern part of the lense having a higher, the south-western one a smaller Al_2O_3 content. The Al_2O_3 content is fairly even in the Nyíres-kút IV lense, with most values varying from 45 to 50% Al_2O_3 . There are only two boreholes (Sz-907 and Sz-1001) having an alumina content higher than 50%. The reason for it is the gibbsitic mineral composition of this bauxite.

In a further step I calculated the average Al_2O_3 content of the clayey bauxite (Table 9). The clayey bauxite is present in all lenses and sections and within them it has a larger extent. This is shown on Figure 21. It can be seen on the figure that the clayey bauxite does not extend beyond the erosion-boundary of the Eocene cover, except the southern edge of the Nyíres-kút I/east lense. The average Al_2O_3 content of the clayey bauxite slightly diminishes in north-western direction. The boehmite containing clayey bauxites have a little higher Al_2O_3 content. The weighted average Al_2O_3 content of the clayey bauxite for the entire deposit is 44.0%. Highest is the average of the Nyíres-kút II lense (50.9%), and smallest in the western section of the Határvölgy lense (39.1%).

The average Al_2O_3 content of the *bauxitic clay* is presented in the Table 10. The bauxitic clay extends over the largest area within the lenses, as shown on Figure 22. This is most expressed in the western part of the deposit — the four

Table 9. Weighted averages of the clayey bauxite in the lenses of the Szőc deposit

No.	Name of lenses	Al_2O_3 %	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %	Ignition loss %	Silica modulus	Average thickness m	Number of productive boreholes
1	Róka-harasztt I	44.5	16.2	17.0	1.8	19.2	2.7	2.1	10
2	Róka-harasztt II	43.9	18.0	19.8	1.8	14.8	2.4	22.3	7
3	Róka-harasztt III	45.5	16.6	20.1	1.8	14.2	2.7	4.6	3
4	Róka-harasztt IV	42.5	16.9	19.5	1.7	17.0	2.5	12.3	2
5	Róka-harasztt V	40.7	19.3	–	–	–	2.1	1.0	1
6	Vargatanya I	41.5	15.8	20.4	1.5	19.8	2.6	3.6	13
7	Vargatanya II	41.8	17.5	19.6	2.1	16.7	2.4	3.0	8
8	Vargatanya III	40.4	14.0	18.6	2.2	20.4	2.9	3.8	3
9	Vargatanya IV	45.6	15.1	22.0	2.2	15.5	3.0	2.4	2
10	Hertelendy-major	42.6	12.8	17.9	1.7	21.4	3.3	0.7	1
11	Félix I/1	46.5	15.3	21.3	1.9	13.6	3.0	2.8	16
12	Félix I/2	45.6	15.6	20.6	1.9	15.3	2.9	2.6	14
13	Félix I/3	43.2	15.2	20.2	1.7	17.9	2.8	2.0	4
14	Félix I/4	44.0	15.7	21.8	1.9	15.8	2.8	3.0	23
15	Félix I/5	41.6	15.6	23.6	2.1	13.2	2.7	2.2	4
16	Félix II/1	47.5	16.4	15.8	1.6	18.3	2.9	1.2	6
17	Félix II/2	44.5	15.6	19.1	1.7	18.4	2.8	3.7	35
18	Félix II/3	42.7	16.3	21.0	1.8	17.2	2.6	4.3	45
19	Félix II/4	42.7	18.3	16.6	1.9	19.1	2.3	2.2	3
20	Szár-hegy I	41.0	15.2	19.2	2.0	20.8	2.7	3.0	105
21	Szár-hegy I/dél	43.8	15.8	20.1	2.2	18.5	2.8	2.6	8
22	Szár-hegy II	44.3	13.2	14.2	2.4	22.6	3.3	1.9	7
23	Szár-hegy III–IV	43.3	15.8	19.0	1.8	20.2	2.7	3.8	13
24	Dorottya I–II	42.0	16.2	20.1	1.6	18.9	2.6	3.8	22
25	Határvölgy közép	43.7	14.7	20.3	1.7	19.6	3.0	4.3	32
26	Határvölgy ÉK	40.1	16.1	19.2	1.7	19.9	2.6	4.1	26
27	Határvölgy nyugat	39.1	18.1	20.8	1.8	19.0	2.2	2.1	6
28	Határvölgy ÉNy	40.9	17.8	19.6	1.7	18.5	2.3	2.6	11
29	Nyíres-kút I/kelet	43.3	14.2	21.2	1.8	19.2	3.0	2.7	21
30	Nyíres-kút I/nyugat	47.0	14.4	21.4	1.9	15.1	3.3	2.7	6
31	Nyíres-kút II	50.9	12.0	22.5	1.9	12.7	4.2	4.6	6
32	Nyíres-kút III	44.5	15.6	19.5	1.8	17.6	2.8	1.5	24
33	Nyíres-kút IV	41.6	14.6	20.8	1.7	20.1	2.8	3.1	32

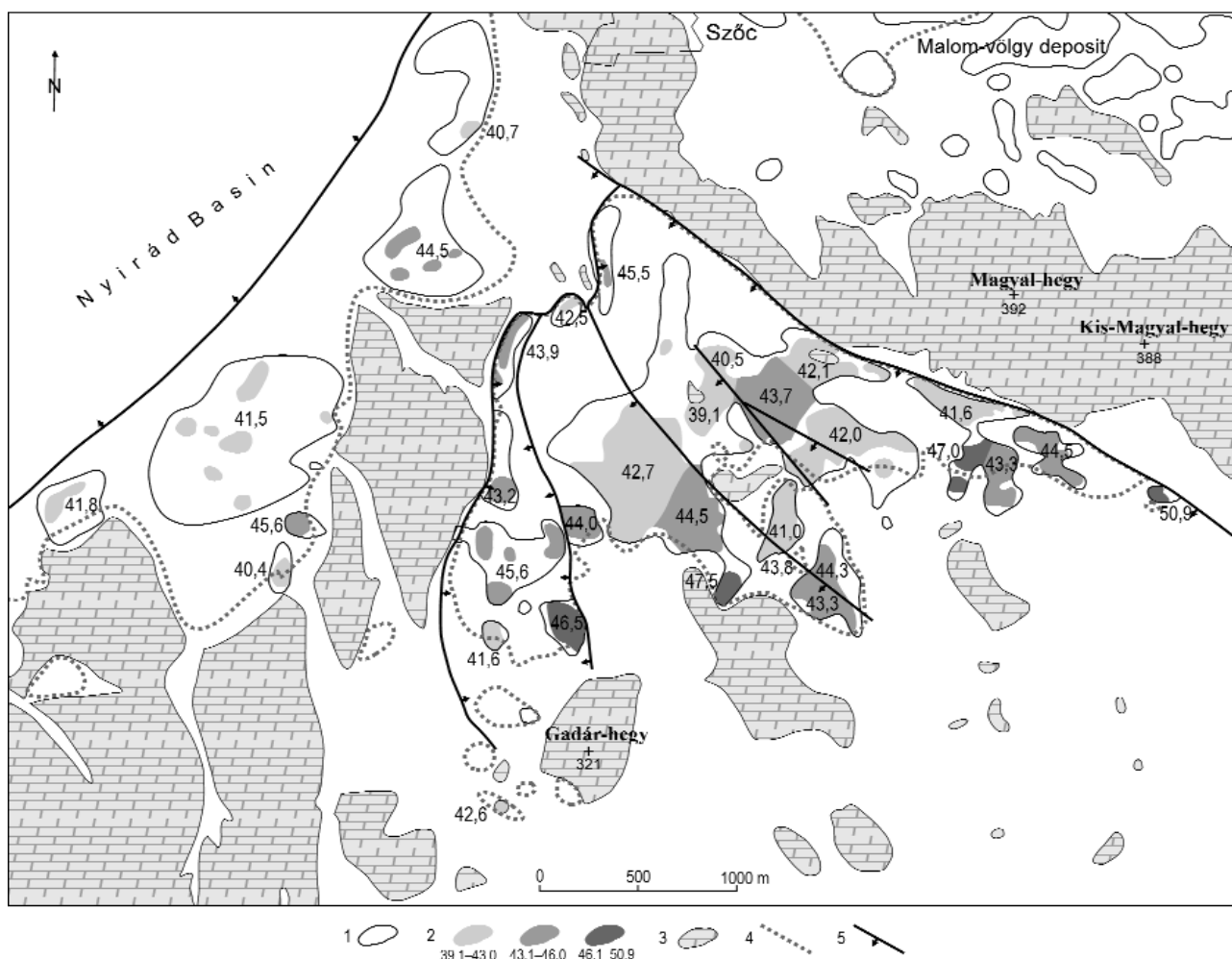


Figure 21. Average Al_2O_3 content of the clayey bauxite in the lenses and sections

1 – contours of the lenses, 2 – extent of clayey bauxite in the lenses and sections, 3 – average Al_2O_3 content, 4 – Upper Triassic carbonate rocks on the surface, 5 – boundary of the Eocene cover, 6 – main tectonic lines

21. ábra. Az agyagos bauxit átlagos Al_2O_3 -tartalma

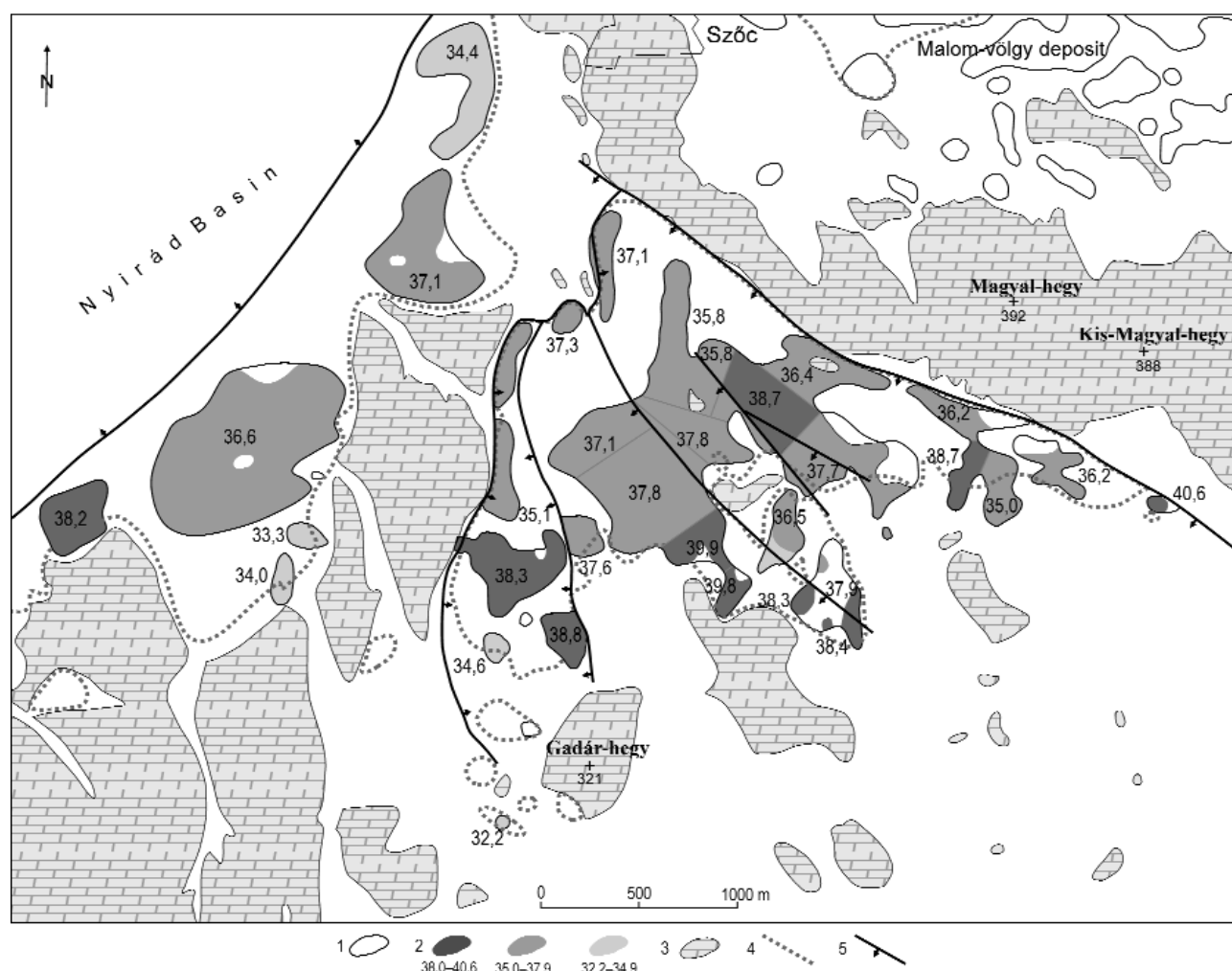
1 – a lencsék körvonala, 2 – az agyagos bauxit elterjedése és átlagos Al_2O_3 -tartalma, 3 – felső-triász karbonátos kőzetek a felszínen, 4 – az eocén fedőrétegek elterjedésének határa, 5 – fő törésvonalak

Table 10. Weighted averages of the bauxitic clay in the lenses of the Szóc deposit

No.	Name of lenses	Al_2O_3 %	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %	Ignition loss %	Silica modulus	Average thickness m	Number of productive boreholes
1	Róka-haraszti I	37.1	28.7	15.0	1.6	16.3	1.3	2.0	28
2	Róka-haraszti II	37.7	27.6	17.7	1.4	14.4	1.4	18.2	15
3	Róka-haraszti III	37.1	25.9	15.5	1.4	13.7	1.2	9.1	20
4	Róka-haraszti IV	37.3	26.6	18.2	1.3	14.5	1.4	27.3	4
5	Róka-haraszti V	34.4	31.6	14.2	1.4	14.3	1.1	3.8	17
6	Vargatanya I	36.6	29.1	14.7	1.3	16.4	1.3	4.5	32
7	Vargatanya II	38.2	28.4	14.9	1.5	14.8	1.3	4.5	8
8	Vargatanya III	34.0	27.8	–	–	–	1.2	1.4	6
9	Vargatanya IV	33.3	29.2	–	–	–	1.1	3.9	4
10	Hertelendy-major	32.2	25.0	–	–	–	1.3	1.3	1
11	Félix I/1	38.8	26.6	17.4	1.7	12.9	1.4	2.1	24
12	Félix I/2	38.3	27.4	16.6	1.6	14.8	1.4	2.6	30
13.	Félix I/3	35.1	31.2	16.8	1.4	14.0	1.1	7.1	14
14	Félix I/4	37.6	26.3	19.0	1.5	14.6	1.4	4.8	25
15	Félix I/5	34.6	26.9	–	–	–	1.3	3.0	8
16	Félix II/1	39.8	27.9	14.0	1.4	16.2	1.4	1.5	6
17	Félix II/2	39.9	26.4	15.9	1.4	16.0	1.5	8.2	14

Table 10. Continue

No.	Name of lenses	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Ignition loss %	Silica modulus	Average thickness m	Number of productive boreholes
18	Félix II/3	37.8	26.6	17.5	1.5	15.4	1.4	6.6	52
19	Félix II/4	37.1	26.8	17.0	1.6	16.1	1.4	6.0	14
20	Szár-hegy I.	36.5	25.2	—	—	—	1.4	3.0	98
21	Szár-hegy I/dél	38.8	25.2	—	—	—	1.5	4.1	10
22	Szár-hegy II	37.9	24.2	14.2	1.6	17.2	1.6	1.3	8
23	Szár-hegy III-IV	38.4	28.3	15.3	1.4	16.1	1.4	2.6	14
24	Dorottya I-II	37.7	26.7	17.5	1.4	16.5	1.4	2.8	24
25	Határvölgy közép	38.7	26.4	17.3	1.4	15.9	1.5	5.2	33
26	Határvölgy ÉK	36.4	29.0	16.1	1.5	15.7	1.3	6.1	39
27	Határvölgy nyugat	37.8	27.5	16.9	1.5	15.7	1.4	7.0	16
28	Határvölgy ÉNy	35.8	29.5	16.4	1.4	15.3	1.2	6.2	24
29	Nyíres-kút I/kelet	35.0	32.6	16.1	1.5	14.6	1.1	3.4	22
30	Nyíres-kút I/nyugat	38.7	28.8	16.7	1.4	14.3	1.3	2.0	12
31	Nyíres-kút II	40.6	27.9	16.1	1.4	12.8	1.5	1.9	4
32	Nyíres-kút III	36.2	27.6	16.3	1.4	17.2	1.3	1.5	24
33	Nyíres-kút IV	36.2	27.3	17.5	1.5	16.1	1.3	5.1	27

Figure 22. Average Al₂O₃ content of the bauxitic clay in the lenses and sections

1 – contours of the lenses, 2 – extent of bauxitic clay in the lenses and sections, 3 – average Al₂O₃ content, 4 – Upper Triassic carbonate rocks on the surface, 5 – boundary of the Eocene cover, 6 – main tectonic lines

22. ábra. A bauxitos agyag átlagos Al₂O₃-tartalma

1 – a lencsék körvonala, 2 – a bauxitos agyag elterjedése és átlagos Al₂O₃ tartalma, 4 – felső-triász karbonátos kőzetek a felszínen, 5 – az eocén fedőrétegek elterjedésének határa, 6 – fő törésvonalak

Vargatanya lenses and Róka-haraszti I and V lenses. As the bauxite and the clayey bauxite, it does not extend beyond the erosion-boundary of the Eocene cover. We can conclude that the post-Eocene erosion was very intense and it destroyed the entire bauxite sequence after the erosion of the Eocene cover. The weighted average of the Al_2O_3 content of the bauxitic clay is 37.3% for the entire Szőc deposit. Highest is the average in the Nyíres-kút II lense (40.6%) and smallest in the Hertelendy-major lense (32.2%). It can be seen on the Figure 22 that the average Al_2O_3 content of the lenses slightly decreases in north-western direction. This can be considered as a general trend for the entire bauxite sequence.

The Al_2O_3 content of the *aluminous ferrite* is highly variable. The small detrital debris presumably coming from a lateritic iron crust contain 18–38% Al_2O_3 with an average of 30.9%. The epigenetic iron crusts on the bottom of the upper zone contain even less alumina: 15–20%.

The Al_2O_3 content of the *upper zone* is also highly variable with a minimum of 38% and a maximum of 61%. The Al_2O_3 content varies both vertically and laterally over very short distance.

SiO₂ content

The statistical parameters of the SiO_2 content of the bauxite are presented on Table 11. The analytical error of the wet chemical analyses is $\pm 0.3\%$. The standard error of the mean varies from 0.1 to 0.7%. A further source of error is the asymmetric distribution of the SiO_2 in some lenses. This is quantitatively expressed by the value of skewness. The highest skewness was found in the Szár-hegy I/south lense (+3.14). As in the case of alumina, I applied here again Tukey's maximum likelihood estimator for correcting the bias. The correction diminished the average value from 2.9% to 2.7%, that is the difference is smaller than the analytical error. Thus the effect of the skewness is negligible for the SiO_2 distributions.

The weighted average of the SiO_2 content for the entire Szőc deposit is 5.1%. This is higher than that of the Halimba deposit (4.2%), but it is smaller than that of the Malom-völgy deposit (5.8%). The weighted averages for the lenses and sections are listed in Table 11. The difference between the largest and smallest average is 6.0%. The spatial distribution of the average values is shown on Figure 23. The lenses of Szár-hegy, Dorottya and Nyíres-kút IV are characterized by the smallest averages (2.7–5.7%). The average SiO_2 content slightly increases in north-western direction. The two small bauxite bodies in the Vargatanya IV and Róka-haraszti I lenses have the highest averages (7.8 and 7.5%).

The average *silica modulus* ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) values of the lenses are listed in Table 7. They vary from 5.8 to 20.1% that is the bauxite is suitable for alumina production. The average silica modulus of the entire deposit is 9.5.

The *trimmed mean* and the *median* are close to the weighted average (Table 11), indicating a relative symmetry of the distribution. The *standard deviation* of the distribution varies from 0.7 to 2.5%. On the other hand, the *relative disper-*

Table 11. Statistical parameters of the SiO_2 content of the bauxite

No.	Name of lenses	Weighted average %	Minimum %	Maximum %	Mode	Trimmed mean %	Median	Standard deviation	Relative dispersion	Kurtosis	Skewness
1	Róka-haraszti I	7.5	5.5	9.5	6–7	–	–	1.1	14.8	–	–
2	Vargatanya IV	7.8	6.2	9.9	6–7			1.5	19.2		
3	Hertelendy-major	3.1	1.3	6.6	3–4			1.7	54.8		
4	Félix I/1	5.6	3.0	9.2	3–4	5.5	6.1	1.8	31.9	0.98	1.14
5	Félix I/2	8.4	7.4	9.8	8–9	–	–	0.7	8.6	–	–
6	Félix I/4	4.7	1.8	9.6	3–4	4.6	3.8	2.7	54.6	+2.35	+0.86
7	Félix I/5	8.7	8.7	8.7	8–9						
8	Félix II/1	6.2	3.6	9.0	7–8	6.2	7.5	2.1	33.6	1.73	0.30
9	Félix II/2	4.9	2.8	9.6	3–4	4.8	4.0	1.9	42.5	+4.29	+1.38
10	Szár-hegy I	3.7	0.5	9.7	1–2	3.6	2.9	2.5	68.5	–0.81	+0.68
11	Szár-hegy I/dél	2.7*	1.0	9.1	2–3	2.7	2.6	1.7	68.2	+10.40	+3.14
12	Szár-hegy II	5.7	2.0	9.8	3–4	5.6	6.0	2.7	48.6	1.46	+0.01
13	Szár-hegy III–IV	3.8	1.7	8.3	3–4	3.7	3.6	1.5	38.4	+1.13	+0.91
14	Dorottya I–II	4.1	1.9	9.0	2–3	4.1	3.6	1.7	42.0	–0.88	+0.49
15	Matárvölgy közép	4.8	1.6	9.6	3–4	4.7	4.0	2.0	41.8	–0.72	+0.51
16	Matárvölgy ÉK	4.7	3.1	10.0	5–6	4.5	4.8	2.0	42.6	+3.60	+1.74
17	Nyíres-kút I/kelet	5.7	3.5	9.1	5–6	5.6	6.1	1.6	28.8	0.25	+0.51
18	Nyíres-kút I/nyugat	5.4	2.9	9.1	5–6	5.4	5.4	2.1	38.0	1.42	+0.39
19	Nyíres-kút II	6.6	4.8	8.7	6–7	6.6	6.8	1.2	18.1	0.79	+0.01
20	Nyíres-kút III	6.4	3.0	9.7	6–7	6.3	6.5	1.6	25.0	–0.32	+0.24
21	Nyíres-kút IV	3.9	1.8	8.5	3–4	3.8	3.3	1.6	40.0	+0.51	+1.17

* Tukey's maximum likelihood estimators

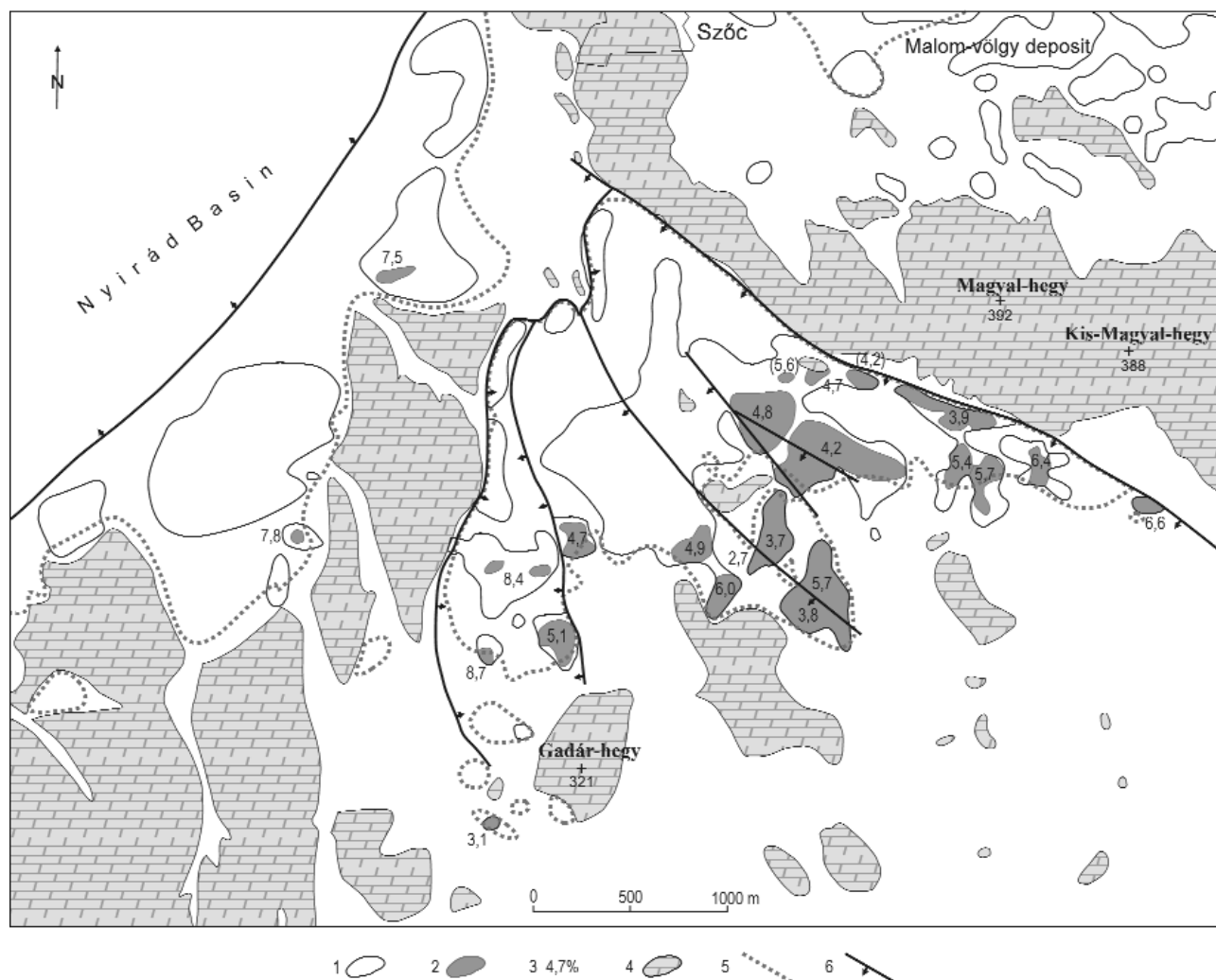


Figure 23. Average SiO₂ content of the bauxite in the lenses and sections

1 – contours of the lenses, 2 – extent of bauxite in the lenses and sections, 3 – average SiO₂ content, 4 – Upper Triassic carbonate rocks on the surface, 5 – boundary of the Eocene cover, 6 – main tectonic lines

23. ábra. A szorosan vett bauxit átlagos SiO₂ tartalma

1 – a lencsék körvonala, 2 – a bauxit elterjedése, 3 – átlagos SiO₂-tartalom, 4 – felső-triász karbonátos kőzetek a felszínen, 5 – az eocén fedőrétegek elterjedésének határa, 6 – fő törésvonalak

sion is high: it varies from 9 to 68%. According to my experiences, the relative dispersion decreases with the rising average SiO₂ content. The *curtosis* is positive in most lenses indicating a close and peaked distribution.

I calculated the SiO₂ content also for the scaling level of the *borehole averages*. These values are more variable than those of the lense averages. The smallest borehole average of the bauxite was found in the Szár-hegy I lense (1.0%). The largest values are close to the geochemical boundary of the bauxite (10.0%). I presented on the Figure 24 the histograms of the same lenses as discussed at the Al₂O₃ content. For comparison the curve of the normal distribution is also indicated on the histograms. The distributions are close to symmetric except that of the Nyíres-kút IV lense, characterized by left oriented asymmetry.

I extended the statistical calculations to the level of the *sampling intervals*. The smallest value was found in an interval of the Szár-hegy I lense (0.5%). One of the samples taken in the old Szár-hegy II open pit had a 0.7% SiO₂ content (Table 3). The intervals of the *mode* are also indicated on the Table 11. These intervals are in most cases slightly smaller than the weighted averages.

The *vertical distribution* of the SiO₂ content is very similar in most of lenses. It is 4–8% in the bauxite samples of the upper zone. It is smallest in the red bauxite with yellow veins (1–4%) and it increases gradually downward to 5–10%.

I constructed isoline maps of the SiO₂ content for the same lenses as for the Al₂O₃ content. They are presented on the

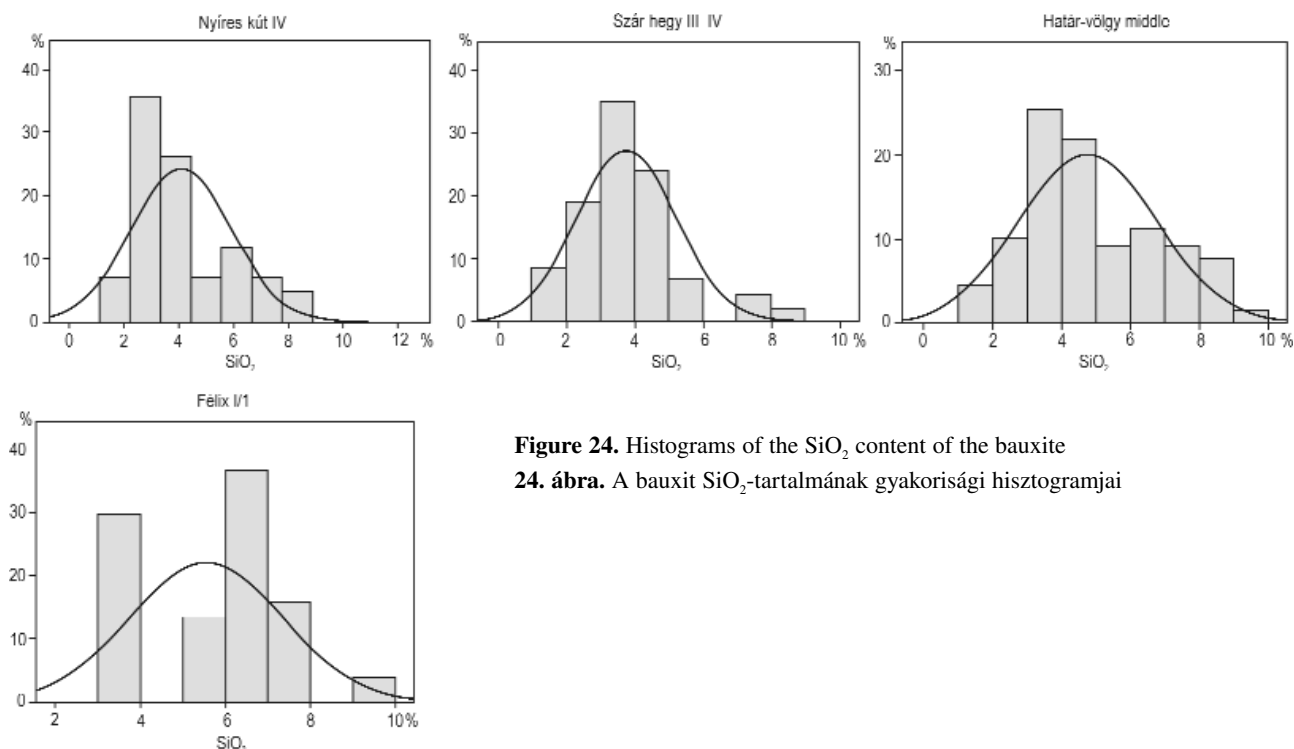


Figure 24. Histograms of the SiO_2 content of the bauxite
24. ábra. A bauxit SiO_2 -tartalmának gyakorisági hisztogramjai

Figures 25/A, B, and C. A clear trend can be observed in all cases: the SiO_2 content of the bauxite is smallest in the central parts of the lenses and it increases gradually towards the rims. This trend is most regular in the Szár-hegy III–IV lense. In the Nyíres-kút IV lense stripes with slightly higher SiO_2 content occur between the low silica bauxite. In my opinion this distribution is due to the separation of bauxite types during the accumulation of the deposit.

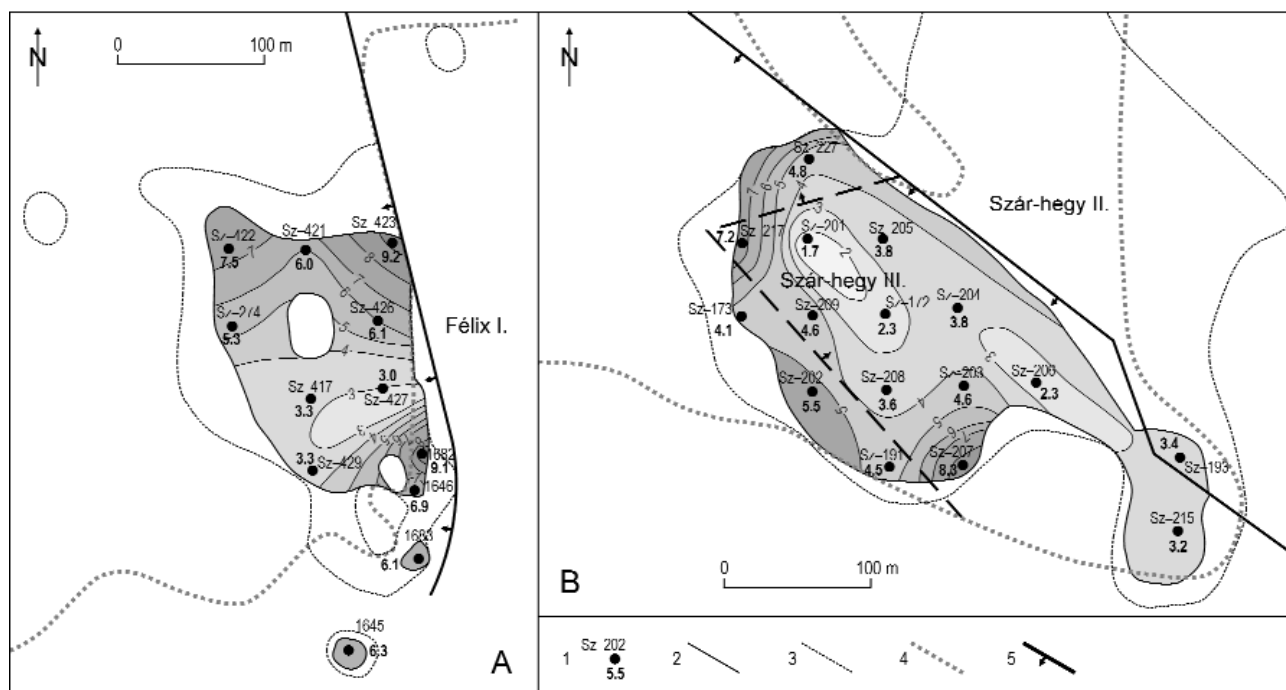
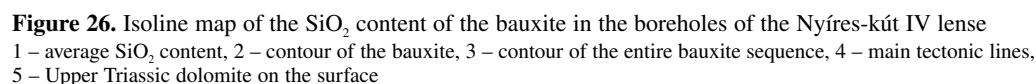


Figure 25. Isoline maps of the SiO_2 content of the bauxite in the boreholes of selected lenses
 1 – average SiO_2 content, 2 – contour of the bauxite, 3 – contour of the entire bauxite sequence, 4 – boundary of the Eocene cover, 5 – main tectonic lines. A – Félix I/1 lense, B – Szár-hegy III–IV lense

25. ábra. A bauxit SiO_2 -tartalmának izovonalas térképei két kiválasztott bauxitlencsében
 1 – átlagos SiO_2 -tartalom az adott fúrásban, 2 – a szorosan vett bauxit körvonala, 3 – a teljes bauxit összlet körvonala, 4 – az eocén fedőrétegek elterjedése, 5 – fő törésvonalak. A – Félix I/1 lencse, B – Szár-hegy III–IV. lencse



1 – átlagos SiO_2 -tartalom az adott fűrásban, 2 – a szorosan vett bauxit körvonala, 3 – a teljes bauxit összlet körvonala, 4 – fő SiO_2 -tartalom, 5 – felső-triász dolomit a felszínen

The weighted averages of the *bauxitic clay* are listed on Table 10. The average for the entire deposit is 28.5%, this being 12.2% higher than that of the clayey bauxite. The average silica modulus is 1.3. The smallest average was detected in the Szár-hegy II lense (24.2%) and the largest one in the Nyíres-kút I/east lense (32.6%). No spatial trend was found in the distribution of SiO₂ in the bauxitic clay.

 Fe_2O_3 content

The averages of the bauxite are indicated in the Table 7. For the entire Szőc deposit the weighted average is 23.4%. This is 0.3% higher than that of the Malom-völgy deposit. The spatial distribution of the lense averages is more irregular than that of the Al_2O_3 and the SiO_2 content, as shown on Figure 27. The lowest averages occur in the central part of the deposit (20.0–23.2%). In the eastern part of the deposit the averages vary from 23.0 to 26.6%. In the western part of the deposit similar averages occur (22.8–27.7%). On the other hand, smaller values are characteristic for the small bauxite bodies in the south-western and western edge of the deposit (18.6–19.6%).

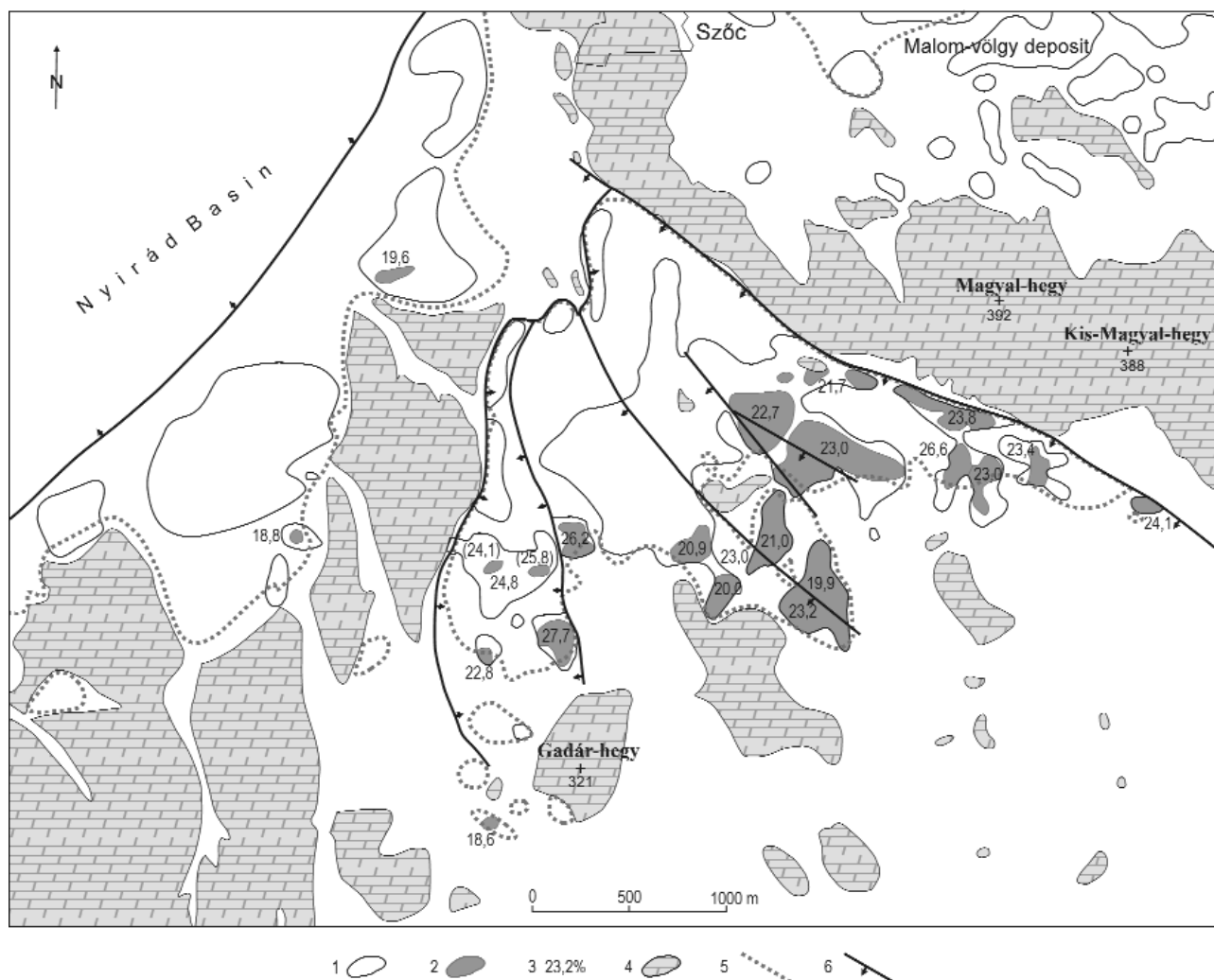


Figure 27. Average Fe_2O_3 content of the bauxite in the lenses and sections

1 – contours of the lenses, 2 – extent of bauxite in the lenses and sections, 3 – average Fe_2O_3 content, 4 – Upper Triassic carbonate rocks on the surface, 5 – boundary of the Eocene cover, 6 – main tectonic lines

27. ábra. A szorosan vett bauxit átlagos Fe_2O_3 -tartalma

1 – a lencsék körvonala, 2 – a szorosan vett bauxit elterjedése, 3 – átlagos Fe_2O_3 -tartalom, 4 – felső triász korú karbonátos kőzetek a felszínen, 5 – az eocén fedőrétegek elterjedésének határa, 6 – fő törésvonalak

I calculated also the *confidence intervals* for the 95% level of confidence. The length of the interval is in most lenses 1.0–2.5%. This is almost identical with those of the Malom-völgy deposit. The *trimmed means* (5%) and the *median* were also calculated. They are situated close to the average, the difference being less than $\pm 3\%$. Thus the role of outliers can be neglected.

The dispersion of the Fe_2O_3 content is expressed by the *standard deviation*. It varies from 1 to 3.0%, being very similar to those of the Malom-völgy deposit. The *relative dispersion* is between 10 and 20% in most lenses.

As for the Al_2O_3 and SiO_2 contents the main statistics were calculated also for the level of the borehole averages. The variability of the data is a little higher than for the averages of the lenses. The calculations have been repeated also for the level of the sampling intervals in the boreholes. The smallest Fe_2O_3 is 2.0%, occurring in the upper zone. The light violet and pink bauxites have the smallest Fe_2O_3 content. On the other hand, the highest Fe_2O_3 contents were found in several intervals of the red bauxite, reaching 31.6%.

Histograms were constructed for all lenses. Three of them are shown on Figure 28. The distribution of the Fe_2O_3 content is very close in the Nyíres-kút IV lense, with a mode between 24 and 25%. The distribution of the other two lenses (Határvölgy-central, Szár-hegy III–IV) is less uniform. The vertical distribution of the Fe_2O_3 content is less regular than those of the Al_2O_3 and SiO_2 contents. Low iron bauxite occurs in the upper zone with sampling intervals of 3 to 10%. The red bauxite with yellow veins contains mainly 20–23% Fe_2O_3 . The underlying darker red bauxite contains 22–25%.

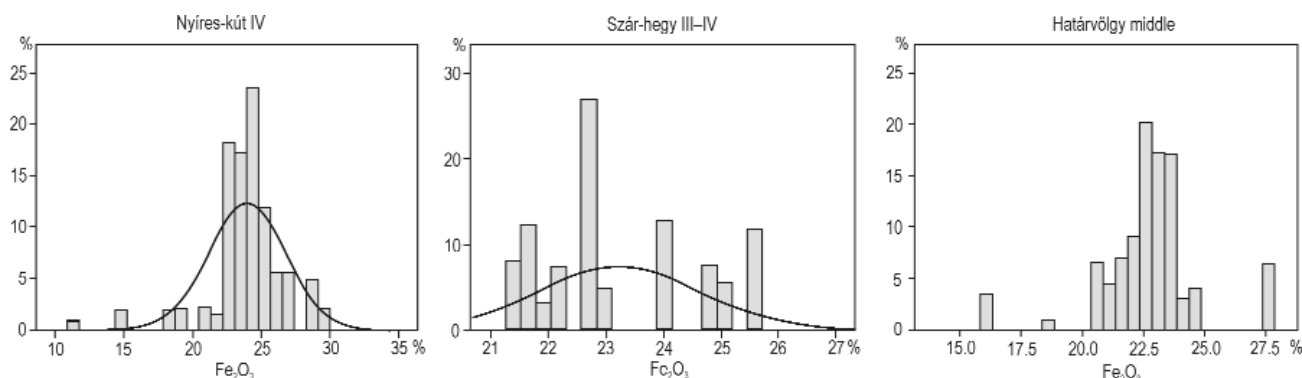


Figure 28. Histograms of the Fe_2O_3 content of the bauxite

28. ábra. A bauxit Fe_2O_3 -tartalmának gyakorisági hisztogramjai

I constructed *isoline maps* also for the Fe_2O_3 content of the bauxite. The same lenses are presented on the Figure 29/A, B and C as for the Al_2O_3 and SiO_2 contents. The spatial distribution is more irregular in all lenses than for the other two components. This can be explained by the higher mobility of the iron.

Aluminous ferrite was found only in six lenses, containing 31–56% Fe_2O_3 . It is most frequent in the south-eastern part of the deposit. It consists of small debris of lateritic iron crusts. The epigenetic iron crust on the bottom of the upper zone consists also mainly of aluminous ferrite.

The weighted averages of the *clayey bauxite* are presented in Table 9. The Fe_2O_3 average is highest in the Félix I/5 lense (23.6%) and smallest in the Szár-hegy II lense (14.2%). In this lense traces of epigenetic iron-leaching could be observed. For the entire deposit the weighted average is 20.0%, being 3.4% less than that of the bauxite. The distribution of the Fe_2O_3 is fairly uniform in the clayey bauxite. This is expressed by the low relative dispersion (5.6%).

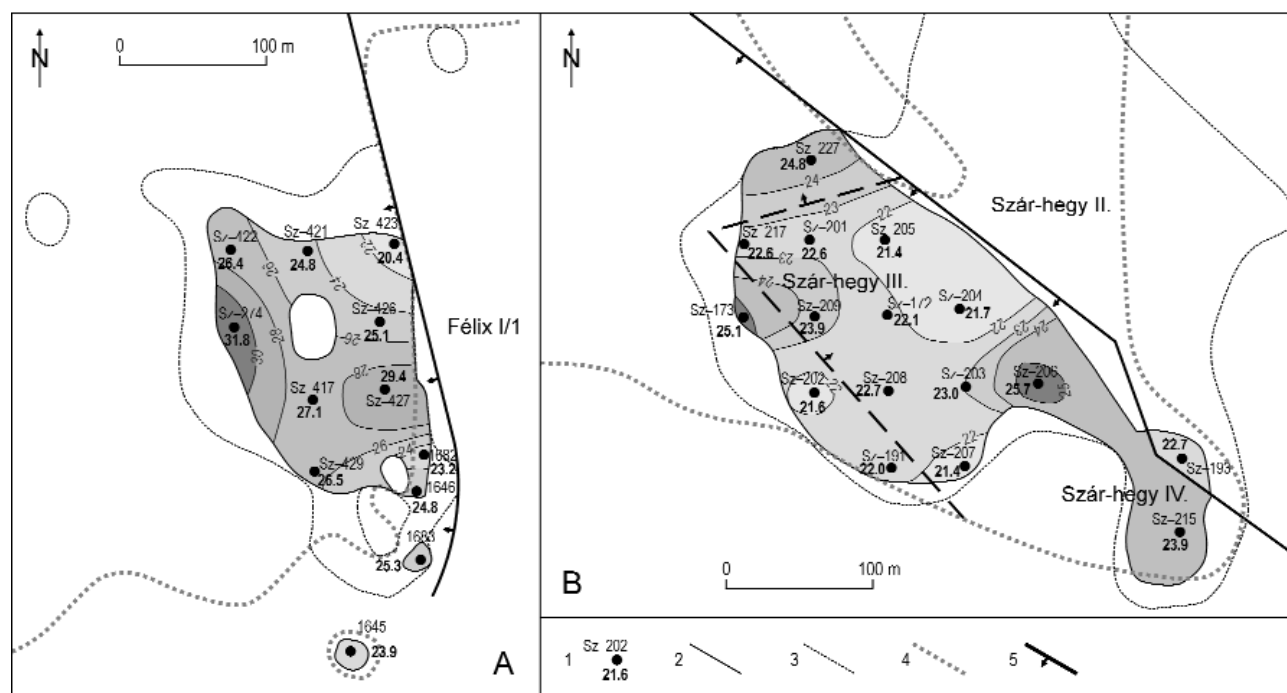


Figure 29. Isoline maps of the Fe_2O_3 content of bauxite in the boreholes of selected lenses

1 – average Fe_2O_3 content, 2 – contour of the bauxite, 3 – contour of the entire bauxite sequence, 4 – boundary of the Eocene cover, 5 – main tectonic lines. A – Félix I/1 lense, B – Szár-hegy III-IV lense

29. ábra. A bauxit Fe_2O_3 -tartalmának izovonalas térképe két kiválasztott lencsében

1 – átlagos Fe_2O_3 -tartalom az adott fúrásban, 2 – a szorosan vett bauxit körvonala, 3 – a teljes bauxit összlet körvonala, 4 – az eocén fedőrétegek elterjedése, 5 – fő törésvonalak. A. Félix I/1 lencse, B – Szár-hegy III-IV. lencse

The weighted averages of the *bauxitic clay* are presented on the Table 10. Because of financial reasons no Fe_2O_3 analyses were made in five lenses. The distribution of the iron is rather uniform in the bauxitic clay, varying from 14 to 19%. I found no trend in the spatial distribution of the Fe_2O_3 content. The weighted average for the entire deposit is 16.9%, being 3.1% less than that of the clayey bauxite. The relative dispersion is only 7.2% in the bauxitic clay.

TiO₂ content

The analytical error of the TiO_2 determinations with the wet method is 0.2%. The standard error of the mean is 0.01–0.09%. A further source of error is the asymmetry of the distribution. As for the foregoing components, it can be determined by the value of skewness. It is in most lenses less than 1.0 thus the correction by Tukey's maximum likelihood estimator was not necessary.

The average TiO_2 content for the *bauxite* of the entire Szőc deposit is 2.0%, this being exactly the same as in the Malom-völgy deposit. The weighted averages of the lenses are presented on Table 7. There is only a small difference between the lowest and the highest values: from 1.8 to 2.5%. The spatial distribution of the averages is shown on Figure 30. It is highest in the Szár-hegy and Félix I lenses, slightly diminishing in the eastern part of the deposit. The overall distribution is quite uniform. This is expressed by the small relative dispersion of the lenses (6.5%).

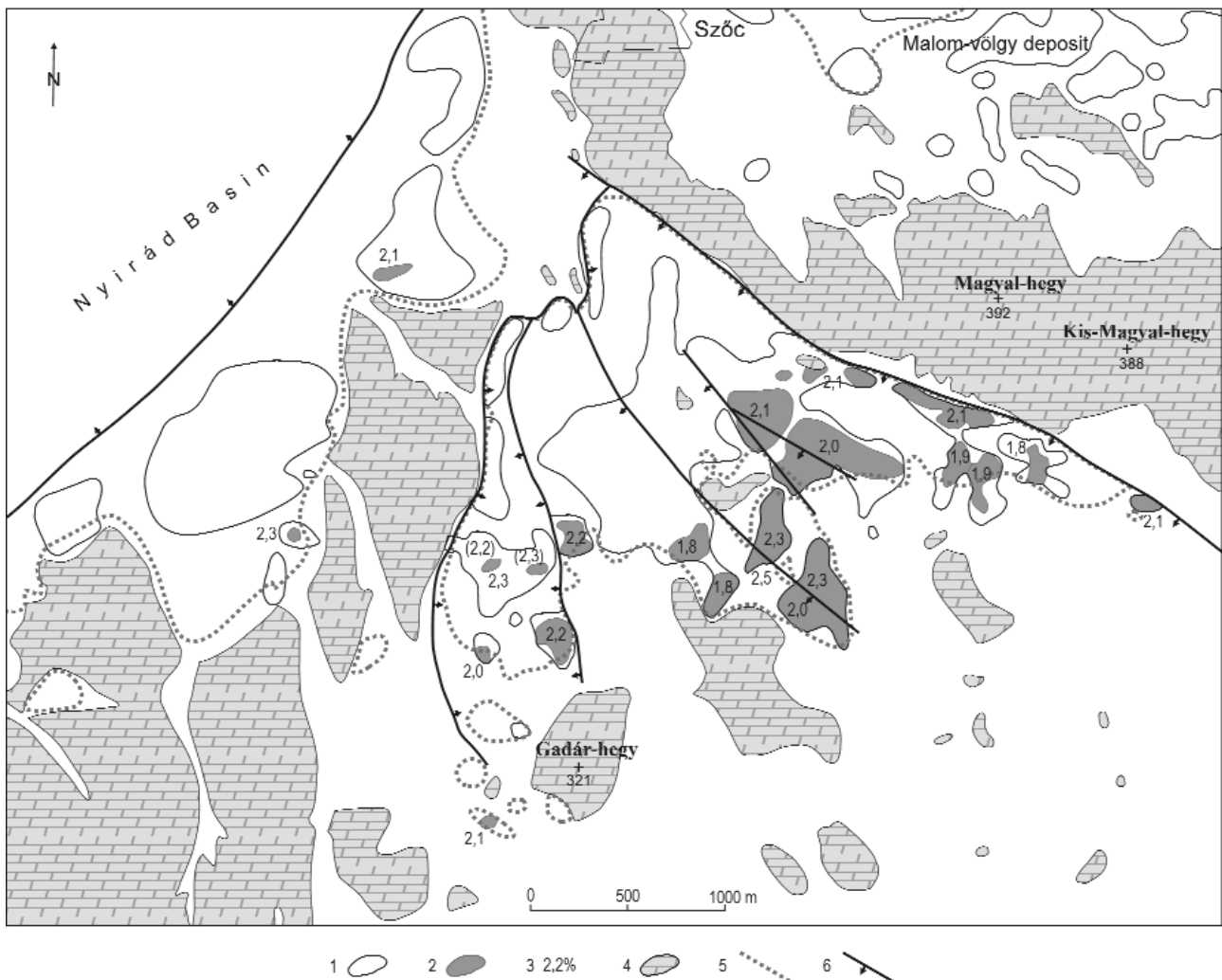


Figure 30. Average TiO_2 of the bauxite in the lenses and sections

1 – contours of the lenses, 2 – extent of the bauxite in the lenses and sections, 3 – average TiO_2 content, 4 – Upper Triassic carbonate rocks on the surface, 5 – boundary of the Eocene cover, 6 – main tectonic lines

30. ábra. A szorosan vett bauxit átlagos TiO_2 -tartalma

1 – a lencsék körvonala, 2 – a bauxit elterjedése, 3 – átlagos TiO_2 -tartalom, 4 – felső-triász karbonátos kőzetek a felszínen, 5 – az eocén fedőrétegek elterjedésének határa, 6 – fő törésvonalak

I calculated the main statistics also for the level of the borehole averages. The differences are only slightly larger than for the lense averages. The smallest and largest TiO_2 contents of the separate sampling intervals are 1.4 and 4.0%. The very high TiO_2 outliers found in the Malom-völgy deposit (6.0–6.3%) do not occur in the Szőc bauxite.

I constructed *histograms* for the TiO_2 distribution of the bauxite. Three of them are presented on Figure 31. The Nyíres-kút and Határvölgy lenses have one frequency maximum, generally between 2.1 and 2.2%. More rarely, as in the

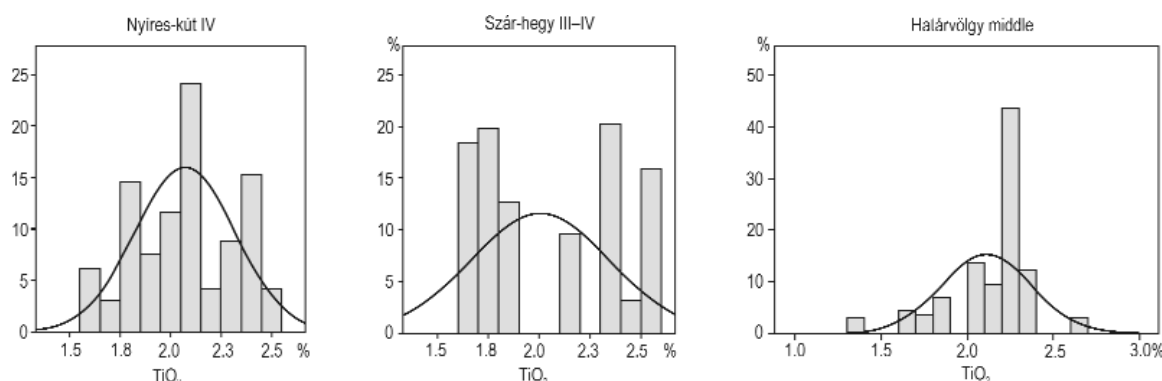


Figure 31. Histograms of the TiO_2 content of the bauxite

31. ábra. A bauxit TiO_2 -tartalmának hisztogramjai

Szár-hegy III–IV lense, two modes can be distinguished, the first at 1.7–1.8% and the second at 2.3–2.4%. The kurtosis of the distribution is in most lenses positive, indicating a well peaked distribution. I constructed no isoline maps of the TiO_2 content because of its low variability.

The weighted averages of the *clayey bauxite* are shown on Table 9. They vary from 1.5 to 2.4%, being highest in the Szár-hegy II lense. The average for the entire deposit is 1.8%, exactly the same as in the Malom-völgy deposit.

The weighted averages of the *bauxitic clay* are shown in Table 10. The averages of the lenses vary from 1.3 to 1.6%. The average for the entire deposit is 1.5%, again the same as in the Malom-völgy deposit.

The TiO_2 content of the *aluminous ferrite* varies in most samples from 1.3 to 1.9%. Higher TiO_2 content was found only in one sample in the Nyíres-kút IV lense (2.6%) in the epigenetic iron crust at the bottom of the upper zone.

Ignition loss

The ignition loss of the analyses includes the CO_2 and the SO_3 contents of the bauxite together with the + H_2O content. In most samples, except the grey bauxite, their rate is insignificant. I recalculated the ignition loss values to + H_2O where CO_2 and SO_3 determinations were made. The analytical error of the ignition loss determinations is $\pm 0.3\%$. The standard error of the mean is 0.2–0.7%. The distribution of the ignition loss values is symmetrical in most lenses, thus there was no need to apply Tukey's maximum likelihood estimator.

The weighted averages of the *bauxite* are presented on Table 7. The averages of the lenses vary from 12.4 to 24.9%. The reason for this significant difference is the mineral composition of these bauxites, being gibbsitic, mixed gibbsitic–boehmitic and boehmitic. The average for the entire deposit is 19.9%, 1.6% smaller than that of the Malom-völgy deposit. According to my calculations these bauxites are predominantly gibbsitic if the ignition loss is more than 20%, they are mixed gibbsitic–boehmitic if it varies from 14 to 20% and they are predominantly boehmitic if it is less than 14%. Taking into account these values the bauxite is predominantly gibbsitic in 12 lenses and sections, it is mixed gibbsitic–boehmitic in 5 lenses and it is predominantly boehmitic in 4 lenses.

The spatial distribution of the weighted averages is shown on Figure 32. Four lenses of the Félix I group are predominantly boehmitic. On the other hand, the lenses in the central part of the deposit are predominantly gibbsitic (Szár-hegy, Dorottya, Határvölgy). In the eastern part of the deposit (Nyíres-kút lenses) all the three types are present. Finally, the three small bauxite bodies at the southern and western edge of the deposit are entirely of gibbsitic composition (Hertelendy-major, Vargatanya IV, Róka-haraszti I). In my opinion, this distribution was formed by the accumulation of the bauxite, to be discussed in the mineralogical chapter.

The *standard deviation* of the ignition loss values is 1.0–3.5%. The relative dispersion is 19.8%, expressing the large differences in the mineral composition.

As for the other chemical components, I calculated the statistics of the ignition loss also for the level of the borehole averages. They are more variable than the level of lense averages. Even larger are the variances for the level of the sampling intervals in the boreholes.

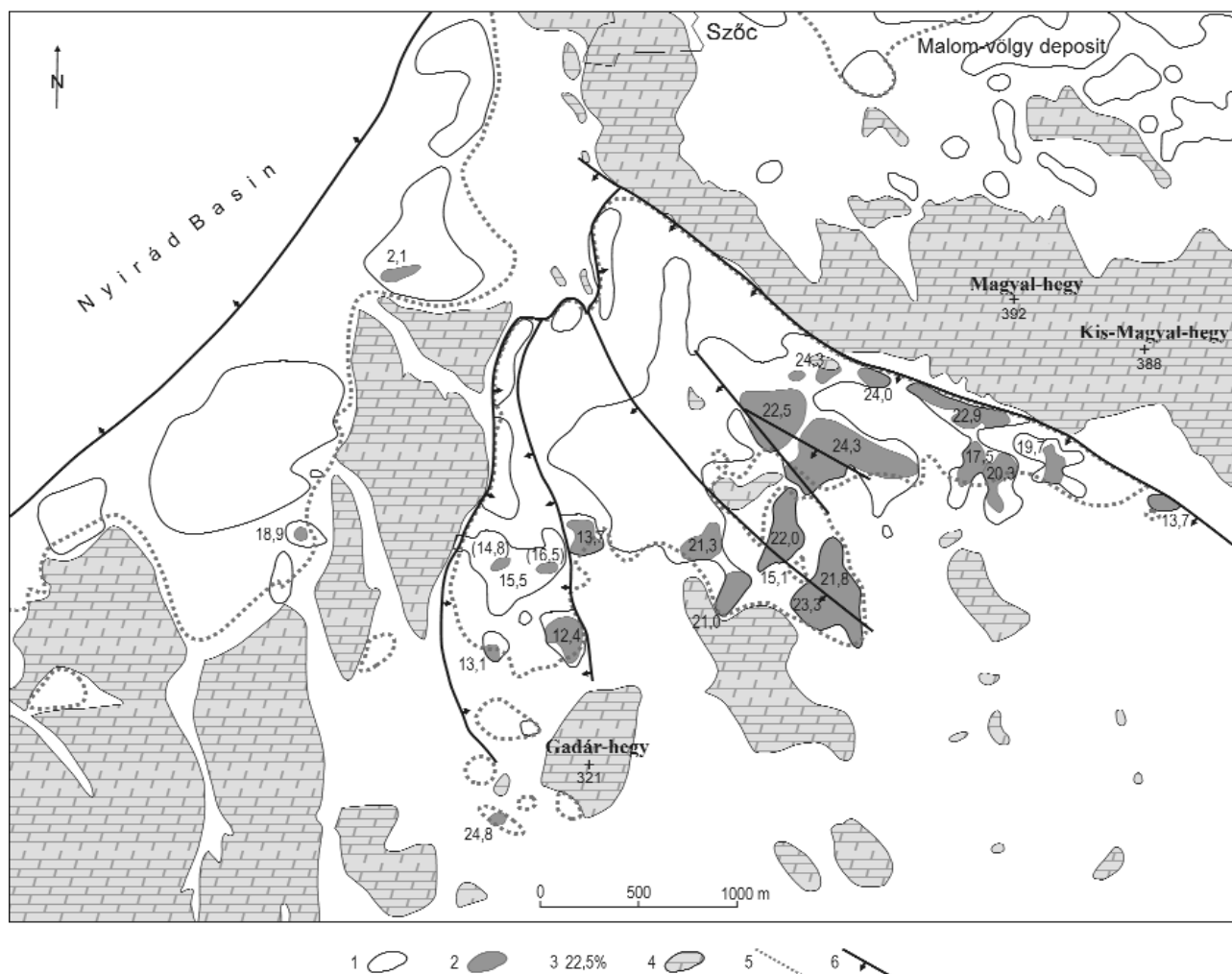


Figure 32. Average $+H_2O$ content of the bauxite in the lenses and sections

1 – contours of the lenses, 2 – extent of the bauxite in the lenses and sections, 3 – average $+H_2O$ content, 4 – Upper Triassic carbonate rocks on the surface, 5 – boundary of the Eocene cover, 6 – main tectonic lines

32. ábra. A szorosan vett bauxi átlagos $+H_2O$ -tartalma

1 – a lencsék körvonala, 2 – a bauxit elterjedése, 3 – átlagos $+H_2O$ -tartalom, 4 – felső-triász karbonátos kőzetek a felszínen, 5 – az eocén fedőrétegek elterjedésének határa, 6 – fő törésvonalak

The distribution of the ignition loss content has been also calculated and *histograms* have been constructed. Three of them are presented on Figure 33. An example of slightly asymmetric gibbsitic bauxite is the Szár-hegy III–IV lense. The Nyíres-kút IV lense has a more symmetric distribution, but it contains also a small amount of mixed gibbsitic–boehmitic bauxite. Finally, the histogram of the Félix I/I lense is the best example of boehmitic bauxite.

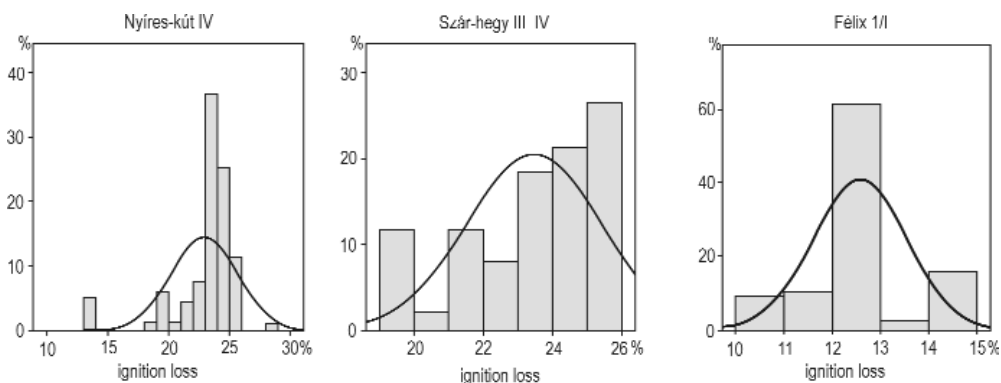


Figure 33. Histograms of the $+H_2O$ content of the bauxite

33. ábra. A bauxit $+H_2O$ -tartalmának gyakorisági histogramjai

I constructed also *isoline maps* for the distribution of the ignition loss. There are two lenses in the Szóc deposit, where the entire lense, in all boreholes consists of boehmitic bauxite (Félix I/1 and Nyíres-kút II). The isoline map of the Félix I/1 lense is presented on Figure 34/A. On the other hand, the Szár-hegy III–IV lense consists of gibbsitic bauxite in all its boreholes (Figure 34/B). In most other lenses of gibbsitic composition mixed or boehmitic bauxite was detected in some boreholes along the rim of the bauxite body, e.g. the southern edge of the Szár-hegy I lense, and the eastern edge of the Dorottya lense.

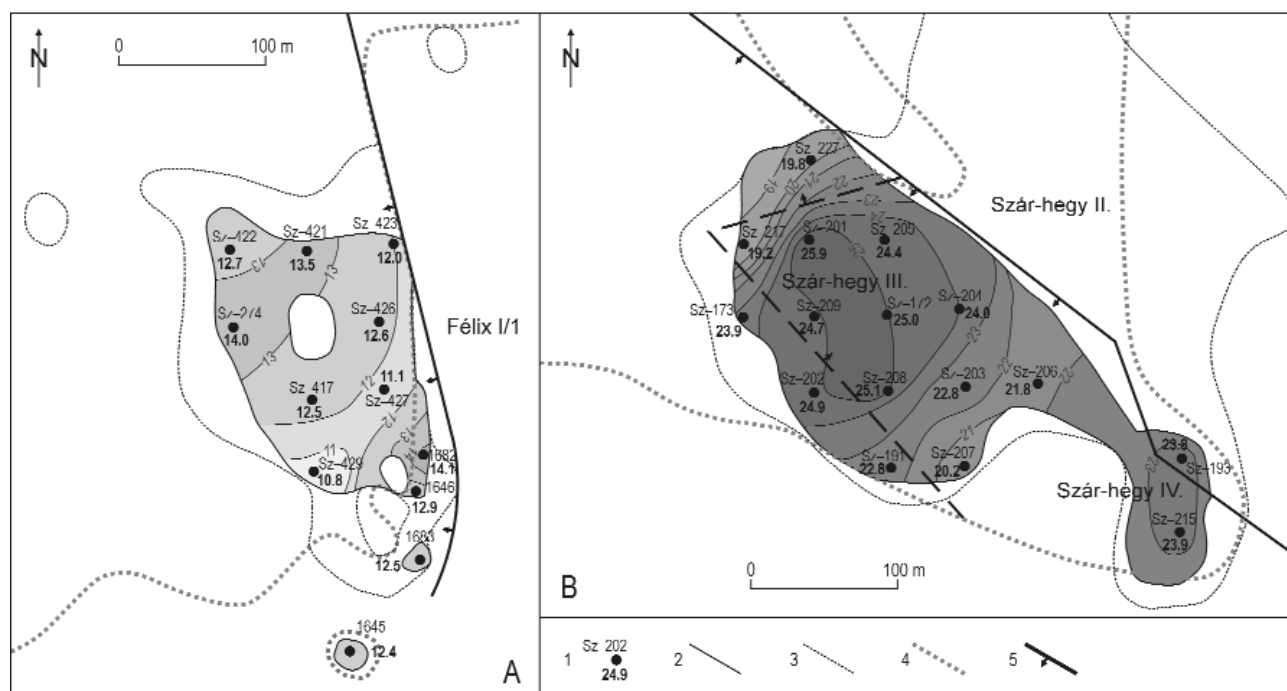


Figure 34. Isoline maps of the +H₂O content of bauxite in the boreholes of selected lenses

1 – average +H₂O content, 2 – contour of the bauxite, 3 – contour of the entire bauxite sequence, 4 – boundary of the Eocene cover, 5 – main tectonic lines. A – Félix I/1 lense, B – Szár-hegy III–IV lense

34. ábra. A bauxit +H₂O-tartalmának izovonalas térképei két kiválasztott bauxitlencsében

1 – a bauxit átlagos +H₂O-tartalma az adott fúrásban, 2 – a szorosan vett bauxit körvonala, 3 – a teljes bauxit összlet körvonala, 4 – az eocén fedőrétegek elterjedése, 5 – fő törésvonalak. A – Félix I/1 lencse, B – Szár-hegy III–IV. lencse

The weighted averages of the *clayey bauxite* are listed in Table 9. They vary from 13.6 to 22.6%. Their ignition loss content is more uniform than that of the bauxite. The spatial distribution of the ignition loss is similar to that of the bauxite. The average for the entire deposit is 17.5%, being 2.4% lower than that of the bauxite. The lower ignition loss content does not signify a more boehmitic composition, but is the consequence of higher kaolinite content.

The weighted averages of the *bauxitic clay* are listed in Table 10. Unfortunately, for financial reasons the ignition loss content was not determined in five lenses. In the remaining lenses the ignition loss content varies from 12.9 to 17.2%. The average for the entire deposit is 15.3%. Here again the higher kaolinite content is the reason for the lower ignition loss average.

The ignition loss content of the *aluminous ferrite* is highly variable. It varies from 12 to 22%. It changes laterally over very short intervals. For this reason I did not calculate statistics for this lithologic type.

The composition of the epigenetic upper zone

It is necessary to discuss separately the composition of the epigenetic upper zone because it's very high variability. The chemical composition may change in all directions within the range of some tens of centimetres. Bauxite may alternate with clayey bauxite and bauxitic clay. Because of deferrification the lithologic types are of light colours: light yellow, yellow, light violet, pink, mottled and rarely grey. The upper zone has been sampled regularly in all boreholes. Results of the statistical evaluation of the chemical analyses are presented on Table 12 for the Félix I, Határvölgy–Dorottya and Szár-hegy lenses. The averages of the main chemical components are similar in all the three groups of lenses. The most frequent type is the clayey bauxite and bauxitic clay. The standard deviations are higher than

Table 12. Statistical parameters of the chemical composition of the “upper zone”

Sampling area	Components	Weighted averages %	Standard deviation %	Minimum %	Maximum %	Entire interval %	Interquartil interval %	Skewness	Number of analyses
Félix I	Al ₂ O ₃	38.7	7.0	28.6	51.8	23.2	12.6	+0.48	40
	SiO ₂	21.4	9.3	6.1	38.4	32.3	16.9	+0.03	40
	Fe ₂ O ₃	16.5	5.9	2.6	32.5	29.9	6.9	+0.37	40
	TiO ₂	1.9	0.7	0.1	3.2	3.1	1.2	+0.21	40
	Ign. loss	20.3	4.2	12.9	34.8	21.9	5.2	+0.67	40
Határvölgy	Al ₂ O ₃	39.0	5.6	25.8	47.4	21.6	8.4	-0.78	59
	SiO ₂	15.6	7.5	3.8	37.2	33.4	8.5	+1.09	59
	Fe ₂ O ₃	16.6	4.0	8.9	26.9	18.0	5.0	-0.25	59
	TiO ₂	1.7	0.3	1.0	2.7	1.7	0.5	+0.43	59
	Ign. loss	21.5	4.5	16.3	32.4	16.1	7.4	-0.42	59
Szár-hegy III	Al ₂ O ₃	38.4	4.5	31.3	49.6	18.3	5.5	+0.69	34
	SiO ₂	26.7	9.6	5.5	44.6	39.1	15.3	-0.05	34
	Fe ₂ O ₃	15.7	6.5	4.0	29.7	25.7	8.5	+0.21	34
	TiO ₂	2.0	0.6	0.5	3.0	2.5	0.9	-0.25	34
	Ign. loss	17.2	5.2	9.7	45.6	35.9	5.3	+2.82	34

those of the red bauxite, and the intervals of the lowest and highest analytical values are rather long, e.g. for the SiO₂ content from 4 to 44%. The Fe₂O₃ content is also highly variable, ranging from 3 to 32%. The largest TiO₂ content of the entire deposit was found in the upper zone of the Szár-hegy I lense with 4.5%. The skewness of the chemical components is in most cases lower than ± 1.0 . Thus the distribution is fairly symmetrical. The only exception is the skewness of the ignition loss in the Szár-hegy III–IV lense (+2.82).

In my opinion, the upper zone consisted originally of grey pyrite containing bauxite. After the rise of the area rain water, rich in oxygen seeped downward through the zone and it oxidized the pyrite and marcasite grains. Sulphuric acid formed from their sulphur content. It dissolved a large part of the original iron content that migrated downward. At the bottom of the zone the iron precipitated and formed the iron rich crust, discussed in the foregoing chapters. Additionally, local resulfidation also occurred in the upper zone increasing the clayey bauxite and bauxitic clay content of the zone.

The accessory components

The accessory components have been analysed only in selected intervals, thus the overall sampling results are not representative. A systematic sampling and analysing of the accessory components started only in 2009. Detailed statistics could be computed therefore only in the newly explored lenses.

CaO content

The analytical error of the wet CaO determinations is $\pm 0.2\%$. Taking into account all analysed bauxite samples the average of the CaO content is 0.3%. Reliable statistics could be calculated only on the Szár-hegy I, Nyíres-kút IV and Határvölgy-north-east bauxite. The weighted average of the Szár-hegy I lense is 0.6%. The median is 0.3% and the mode 0.2%. The smallest CaO content of the bauxite was 0.01% and the largest 5.8%. This high variability is expressed by the relative dispersion of 130.3%. In the open pit of the Nyíres-kút IV lense 0.19% was the average CaO content. In the newly explored deeper part of the lense an average of 0.32% was determined, based on systematic analyses of all bauxite samples. The smallest value was 0.07% and the largest 2.51%. In the Határvölgy-north-east section 0.54% is the average, with a minimum of 0.19%.

Averages for the Szár-hegy III–IV lense are 0.3% and Határvölgy central section 0.13%. In the Dorottya lense the CaO content varies from 0.25 to 0.27%.

The CaO content of the clayey bauxite has been analysed only in three lenses: Nyíres-kút IV, (0.25–0.50%), Félix II (0.50%) and the Vargatanya I (0.32–0.65%).

According to my investigations, the CaO content is mainly in the form of secondary calcite. Small dolomite debris are also present consisting of the dolomite mineral containing also CaO.

MgO content

In the Szőc deposit the same samples have been analysed for the MgO content as for the CaO. The analytical error for the wet determination is $\pm 0.2\%$. The average for all the analysed samples is 0.06%. The distribution of the MgO content is more uniform as for the CaO content.

As in the case of the CaO content, reliable statistics could be calculated only for the Szár-hegy I, Határvölgy-north-east and Nyíres-kút IV lenses. The weighted average for the Szár-hegy I lense is 0.10%, the median and the mode have the same value. “Traces” are the smallest values and 0.6% is the largest MgO content. The relative dispersion is only 70%. In the open pit of the Nyíres-kút IV lense the average was 0.05%, the highest value being 0.14%. In the newly explored deeper part of the lense the average is 0.25%, based also on the systematic analyses of all bauxite samples. The smallest value was 0.01% and the largest one 0.32%. In the Határvölgy-north-east section the average is 0.24% with a minimum of 0.08% and a maximum of 0.27%.

The averages for the Szár-hegy III–IV lense are 0.2% and for the Határvölgy central and southern sections 0.08% and in the Dorottya lense 0.10% (0.05–0.12%).

The MgO content of the clayey bauxite has been analysed only in three lenses: Nyíres-kút IV (0.20–0.65%), Félix II (0.02–0.30%) and Vargatanya I (0.03%).

The entire MgO content is present in the dolomite mineral, occurring as very small detritic grains.

P₂O₅ content

Only few selected bauxite samples have been analysed for their P₂O₅ content. The analytical error of the wet chemical analyses for the P₂O₅ is $\pm 0.1\%$. The average for the entire Szőc deposit is 0.08%, less than the half of the Malomvögy average.

In the Szár-hegy I lense 0.16% was the average, with a minimum of 0.06% and a maximum of 0.46%. In the Nyíres-kút IV open pit mine 0.06% was the average, the smallest value being 0.01% and the largest 0.14%. In the deeper part of the lense the average is slightly higher: 0.16%, with a minimum of 0.02% and a maximum of 0.34%.

In the bauxite samples that I collected from the Szár-hegy II open pit mine the P₂O₅ content varied only from 0.04 to 0.05%. The variation was larger in the Határvölgy mine ranging from 0.02 to 0.42%. In the Félix I and II lenses 0.09 to 0.14% P₂O₅ was detected, and in the Dorottya lense 0.05–0.12%. The P₂O₅ content of the clayey bauxite was determined only in the Vargatanya I lense: 0.11–0.17%.

The sulphur content

The analytical error of the wet S determinations is $\pm 0.2\%$. In the following I evaluate the sulphur content separately for the oxidized red and for the reduced grey bauxite because of essential geochemical differences.

The average S content of the *red bauxite* is 0.07% for the entire Szőc deposit. Unfortunately, mainly some selected samples have been analysed. Best studied is the Szár-hegy I lense, where the average was also 0.07%, with a minimum of 0.02% and a maximum of 0.25%. In the Szár-hegy II open pit the S content varies from 0.08 to 0.42%. Similar values were obtained also in the Határvölgy underground mine. In the Dorottya lense the minimum was 0.06 and the maximum 0.27%. In the lenses of the Nyíres-kút area the S content varies from 0.03 to 0.24%. The sulphur content is slightly higher in the red bauxite of the Félix I and Félix II lenses: 0.30–0.48%. The red clayey bauxite was analysed for S only in the Vargatanya I lense with a minimum of 0.10 and a maximum of 0.12%.

The S content is significantly higher in the *grey bauxite*, where pyrite and marcasite are the predominant iron minerals. A good example for the position of the grey bauxite is my sampling profile from the Határvölgy mine (Figure 12). The SO₃ content of the three analysed samples varied from 34.4 to 35.8%. The highest rate of the grey bauxite was detected in the Félix I/1 underground mine, where the SO₃ content is more than 30%. Its position within the lense is shown on Figure 15.

No chemical analyses were made from the grey clayey bauxite and from the bauxitic clay.

MnO₂ content

Very few chemical analyses were made on this accessory component. The analytical error of the wet determinations was $\pm 0.1\%$. Systematic analyses of all bauxite intervals were carried out only from the boreholes of the new explorations, starting in 2009. The average for the entire Szőc deposit is 0.1%, but the uncertainty of this result is rather high. The average MnO₂ content is 0.12% in the Szár-hegy I lense, with the lowest value being 0.10 and the highest 0.14%. The MnO₂ content varies from 0.05 to 0.15% in the Dorottya lense. Most new analyses are available from the Nyíres-kút IV lense, the average being 0.31% from the open pit mine, with a minimum of 0.10 and a maximum of 0.60%. In the densely sampled lower lying part of the lense the average is 0.19%, the lowest value being 0.02% and the highest 0.60%. In the newly explored Határvölgy-north-east lense the average is 0.18%, with a minimum of 0.09 and a maximum of 0.30%. The clayey bauxite has been analysed only in the Vargatanya I lense, where the MnO₂ varies from 0.02 to 0.05%.

The organic carbon content of the bauxite has been analysed only in very few bauxite samples, most of them in the Szár-hegy I lense, where its average was 0.02%. The other analyses vary from 0.01 to 0.05%.

The interrelations between the chemical components

In the foregoing chapter we investigated the main and accessory chemical components separately. In the following we study their interrelations by two and multivariate statistical methods and by fuzzy membership functions.

The main question is whether the lithologic types of significantly different chemical composition were separated during the accumulation of the bauxite sequence or there was originally a uniform sequence that was separated into chemically different units after the accumulation of the sequence in the Szóc area. In the first case a sharp chemical difference should be expected at the border of two subsequent units. On the other hand, in the second case a slow, gradual chemical change should lead from one unit to the other. The lithologic features as observed on borehole cores and in the mines are in favour of the first presumption. More exact results can be obtained when calculating the differences of composition between the subsequent analysed samples in the boreholes. An example of these calculations is presented on the Figure 35 for the SiO_2 content in the borehole Sz-1456. The differences of the SiO_2 content between the neighbouring samples are shown on the

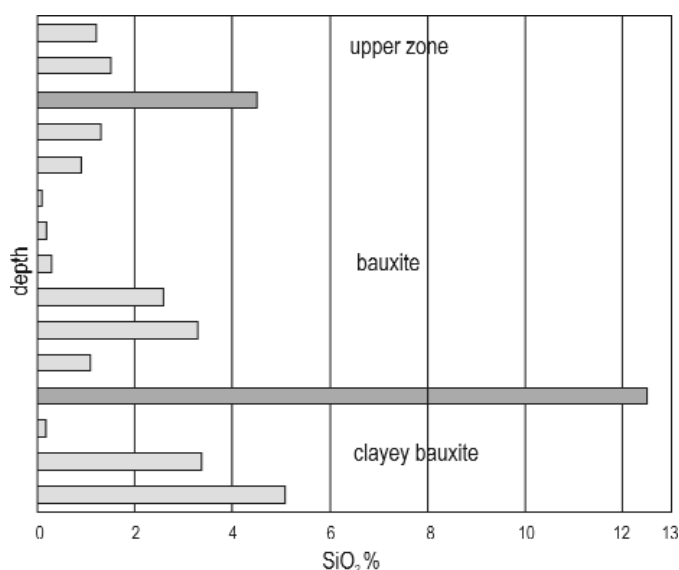


Figure 35. Differences in the SiO_2 content between the neighbouring sampling intervals in the borehole No. Sz-1456

35. ábra. Az egymás alatt következő mintavételi intervallumok SiO_2 -tartalmának különbségei az Sz-1456 számú fúrásban

lenses and lithologic units. The centre of the “core” of the membership functions is the weighted average of the given chemical component. The length of the core is determined by the analytical error and by the confidence interval, calculated for 95% level of confidence. The “support” of the membership function extends from the smallest concentration of the given component to its largest one. The membership functions express very clearly the degree of separation or the overlapping of the chemical components in the different lithologic units of the bauxite sequence.

As an example the membership functions of the bauxite, clayey bauxite and bauxitic clay of the Nyíres-kút IV lense are presented on Figure 36. There is a complete separation for the SiO_2 content quantified by the differences of the core-values. Overlapping of the composition is characteristic for the other four main chemical components. It is least in the case of Al_2O_3 with 3.4% difference between the corresponding cores. In the Malom-völgy deposit the differences were much smaller. The membership functions of the ignition loss content are even more overlapping. The very long interval of the support in the bauxite is a consequence of the presence of gibbsitic, gibbsite-boehmitic and boehmitic bauxite. Finally, very strong overlapping can be seen for the Fe_2O_3 and the TiO_2 contents. In both cases the bauxite has the highest values, diminishing gradually in the clayey bauxite and the bauxitic clay. These informations are present in the traditional statistics, but the differences are much better expressed by the membership functions.

diagram. The differences are small within the entire interval of the bauxite, but at the lower and upper border of it they become very large. In other words, significant changes of the SiO_2 content occur along the border of the lithologic types, clayey bauxite occurring below, and the upper zone above the bauxite. In my opinion, this is a proof in favour of the first presumption that I will apply in the following calculations.

As discussed in the foregoing chapter, that significant differences exist between the averages and other statistics of the lithologic units in the bauxite sequence. Additionally, I calculated box-plots for the chemical composition of the different lithologic units and their differences are also significant. As a further complement, I carried out the “student probe” (t-probe) between subsequent lithological units. The large t-values obtained indicate that the lithologic units are mathematically different also in this respect.

Another method to express differences and transitions of the chemical composition is offered by the fuzzy *membership functions*. I applied them already in the Halimba and Malom-völgy monographies. According to my experiences, it is most useful to construct the membership functions separately for all

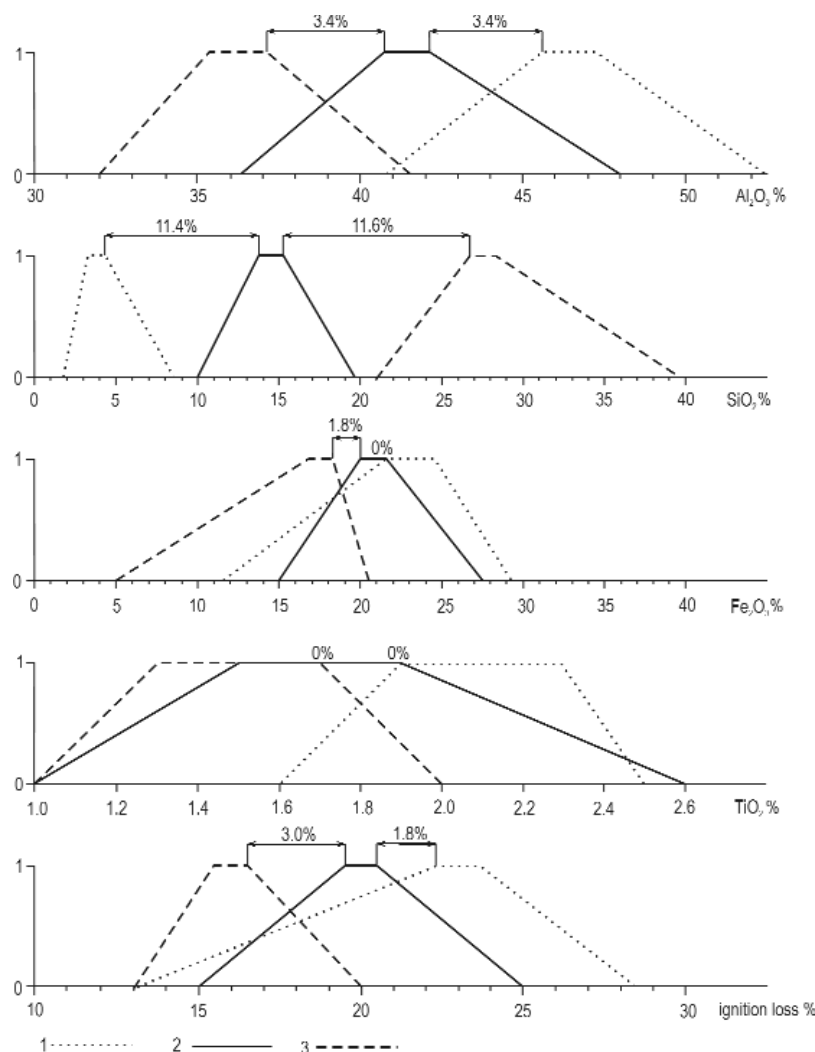


Figure 36. Fuzzy membership functions of the main chemical components of the bauxite, clayey bauxite and bauxitic clay in the Nyíres-kút IV lense

36. ábra. A bauxit, agyagos bauxit és bauxitos agyag fő kémiai komponenseinek fuzzy tagsággfüggvényei a Nyíres-kút IV. lencsében

The next feature to compare is the *variability* of the chemical components. The averages being different, the *relative dispersion* is most suitable for the comparison. I calculated the amount of the relative dispersion for every lense and section. The values obtained for the bauxite are presented on Table 13. They are smallest for the Al_2O_3 content, varying from 4 to 9% and the average being 5%. The average for the Fe_2O_3 content is 10%, but the values of the lenses are more different (4–15%). The TiO_2 and the ignition loss have the same relative dispersion: 11%, with again large differences between the lenses. For the ignition loss the varying mineral composition of the bauxite is a good explanation for this variability (5–18%). The relative dispersion of the SiO_2 content is by far the highest in the Szőc bauxite. Its average is 38%, varying from 18 to 68%. These differences are presumably related to the local geochemical conditions of the bauxite accumulation.

We described in the foregoing chapters that in all lenses the bauxitic clay is overlain by clayey bauxite, followed upward by the bauxite. This corresponds according to my calculation to an increasing variability upward.

The small amount of the chemical analyses allowed only for the CaO and MgO contents to calculate their relative dispersion. It is 130% for the CaO and 70% for the MgO content in the Szár-hegy I lense. The variability of the MnO_2 content is smaller and that of the P_2O_5 content is the smallest in the Szőc bauxite. On the other hand, the variability of the sulphur content is relatively high.

In the next step the *bivariate correlation* between the main components will be discussed, starting with the correlation of the main lithologic types on the level of the averages of the entire Szőc deposit:

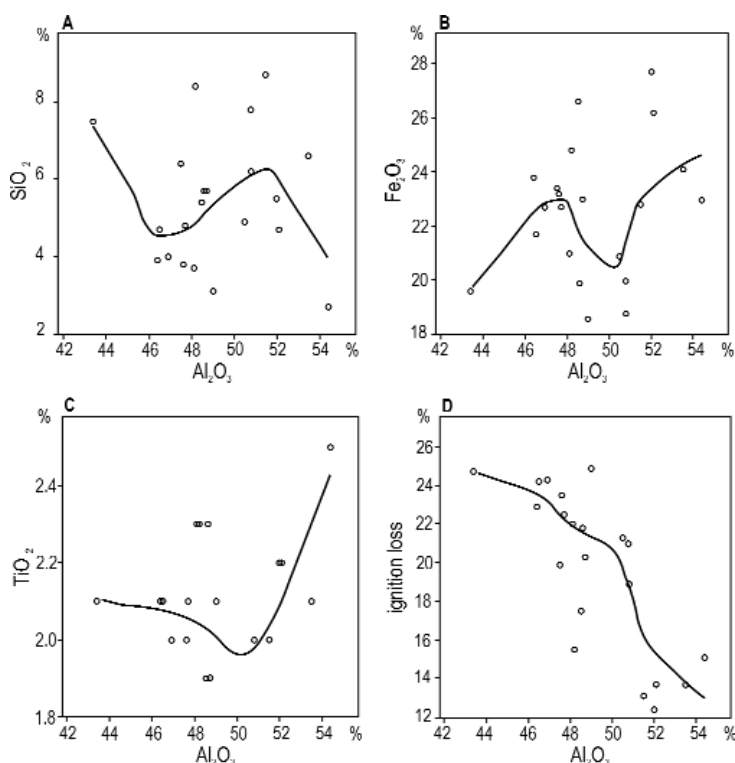
Table 13. Relative dispersion of the composition of bauxite

No.	Name of lenses	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Ignition loss %
1	Félix I/I	6	32	10	13	9
2	Határvölgy közép	5	42	9	12	11
3	Határvölgy/ÉK	4	42	14	8	7
4	Dorottya I-II	4	42	14	10	5
5	Szár-hegy I	8	68	15	13	18
6	Szár-hegy I/dél	6	62	4	5	13
7	Szár-hegy II	9	49	13	14	16
8	Szár-hegy III-IV	2	38	6	17	8
9	Nyíres-kút II	3	18	9	11	13
10	Nyíres-kút III	3	25	4	8	8
11	Nyíres-kút IV	5	40	12	12	12

	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	ign. loss
bauxite	48.7%	5.1%	23.4%	2.0%	19.9%
clayey bauxite	44.0	16.3	20.0	1.8	17.5
bauxitic clay	37.3	28.5	16.9	1.5	15.3

There is a joint increase of the Fe₂O₃, TiO₂ and ignition loss with the Al₂O₃ content from the bauxitic clay to the bauxite, compensated by a strong decrease of the SiO₂ content. This is the general framework of the correlation of the main chemical components in the three main lithologic types of the bauxite sequence.

In the next step the correlation *on the level of lense averages* will be studied separately for the three main lithologic types (bauxite, clayey bauxite and bauxitic clay). The correlation is non-linear for the bauxite between the Al₂O₃ and the SiO₂ contents, as shown on Figure 37/A. A decrease of the SiO₂ averages is followed by an increase and finished by another decrease. The averages of the bauxite are very scattered. For this reason the overall Pearson's correlation coefficient is very low (−0.07). For the clayey bauxite the correlation coefficient is higher (−0.41) and it is highest for the bauxitic clay (−0.67), because of the rising kaolinite content

**Figure 37.** Correlation diagrams between the main chemical components of the bauxite on the level of lense-averages.

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

The correlation between the Al₂O₃ and the Fe₂O₃ contents of the bauxite is also non-linear (Figure 37/B). Here an increase is followed by a decrease and finished by another increase. Pearson's correlation coefficient is very low for the bauxite (+0.26). The coefficient is +0.34 in the clayey bauxite and +0.18 in the bauxitic clay.

The correlation between the Al₂O₃ and the TiO₂ contents is also non linear in the bauxite. As shown on Figure 37/C, it first decreases, followed by a strong increase. The correlation coefficient is only +0.20. The averages for the lenses are again very scattered. The correlation coefficient is +0.21 in the clayey bauxite and +0.10 in the bauxitic clay.

The correlation between the Al₂O₃ and the ignition loss of the bauxite is the closest and almost linear, as presented on Figure 37/D. There is an overall decrease of the ignition loss with the increasing Al₂O₃ content. Pearson's correlation is here the highest (−0.77). The reason for this closer correlation is the changing mineral composition of the bauxite from gibbsitic to boehmitic type. In the clayey bauxite the correlation coefficient is −0.67 and in diminishes to −0.04 in the bauxitic clay. The reason for it is the strongly rising kaolinite content of these lithologic types.

I calculated the same bivariate correlation coefficients for *the level of borehole averages*, separately for the lenses and the three main lithologic types, with the aim to study the effect of the scaling factor. As an example the correlation diagrams of the lenses Szár-hegy III–IV and Nyíres-kút IV are presented for the bauxite. The $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ correlation is non-linear in both lenses (Figures 38/A and 39/A). The SiO_2 first decreases with the rising Al_2O_3 content and then it increase again. The correlation coefficient is very low: only -0.07 in the Szár-hegy III–IV lense and $+0.15$ in the Nyíres-kút IV lense.

The $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ correlation is slightly higher in both lenses and less non-linear. The Fe_2O_3 content decreases with

Figure 38. Correlation diagrams between the main chemical components of the bauxite on the level of bore-hole averages in the lense Szár-hegy III–IV

38. ábra. A bauxit fő kémiai komponenseinek korrelációs diagramjai a fúrásátlagok szintjén a Szár-hegy III–IV. lencsében

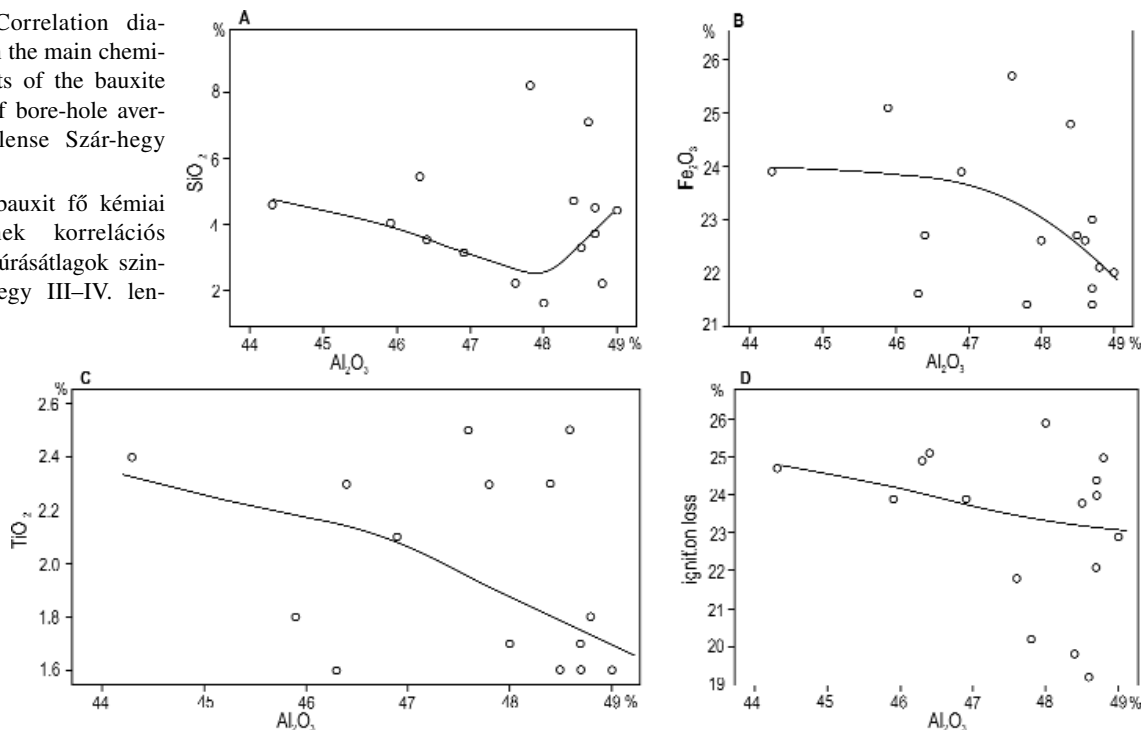
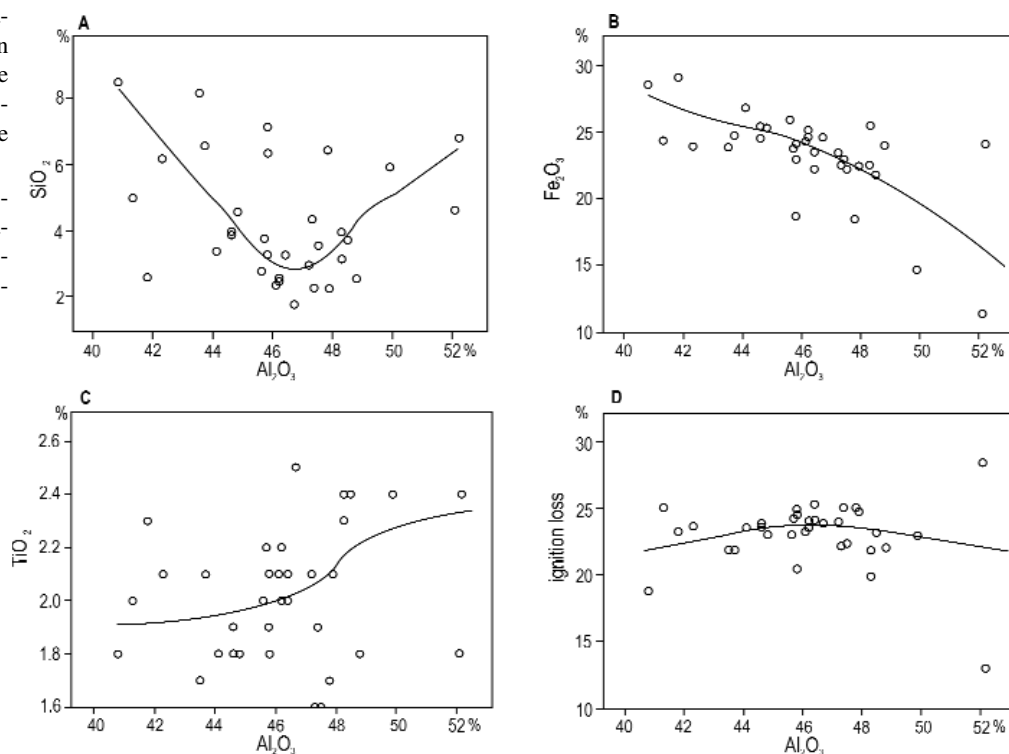


Figure 39. Correlation diagrams between the main chemical components of the bauxite on the level of bore-hole averages in the lense Nyíres-kút IV

39. ábra. A bauxit fő kémiai komponenseinek korrelációs diagramjai a fúrásátlagok szintjén a Nyíres-kút IV. lencsében



rising Al_2O_3 content in both lenses (Figures 38/B and 39/B). The correlation coefficient is -0.27 in the Szár-hegy III–IV lense and -0.56 in the Nyíres-kút IV lense.

The $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ correlation shows a surprising difference in the two lenses. The TiO_2 content decreases with the rising Al_2O_3 content in the Szár-hegy III–IV lense (Figure 38/C). On the other hand, it increases in the Nyíres-kút IV lense (Figure 39/C). The correlation coefficient is -0.28 in the first case and $+0.24$ in the second one. This is a very loose correlation, expressed also by the scattered lense averages.

The Al_2O_3 /ignition loss correlation is negative in both lenses and only slightly non-linear (Figures 38/D and 39/D). The correlation coefficient is -0.33 for the Szár-hegy III–IV lense and -0.44 for the Nyíres-kút IV lense.

In conclusion, the bivariate correlation between the main chemical components is very low and it is generally non-linear. The reason for it is, in my opinion, the detritic, fluvial accumulation of the bauxite sequence in the Szóc area.

In the following the results of the *multivariate statistical study* are presented. Only the five main components were taken into account, as the sampling of the accessory components is in my opinion non representative.

According to theoretical considerations, the *factor analysis* can be applied only if the *Kayser–Meyer–Olkin index* (KMO) is larger the 0.6. The index expresses the relation of the bivariate correlation coefficients to the sum of the partial correlation coefficients:

$$\text{KMO} = \frac{\sum r_{ij}^2}{(\sum r_{ij}^2 + \sum a_{ij}^2)}$$

where r_{ij} is the Pearson' correlation coefficient between the variables i and j
 a_{ij} is the partial correlation coefficient between the variables i and j

I calculated the KMO index for all bauxite lenses of the Szóc deposit. The indexes vary from 0.12 to 0.38, being significantly smaller than the required minimum KMO index. For this reason I did not apply the factor analysis.

The *principal component analysis* does not have such strict requirements, thus I could apply it at the Szóc deposit. The results are presented on Table 14. Five lenses have been evaluated. Almost the entire variability of the system has been explained by two principal components in the lenses Félix I/1 and Félix I/4. In the other three lenses three principal components were needed to explain the variability of the bauxite. The “eigenvalues” are highest in the above mentioned two lenses and their percentage of the total variance is also higher. The final conclusion of the calculations is, that the variability of the bauxite within a group of lenses is similar, but there are significant differences between the main groups of lenses.

15. táblázat. Dissimilarity

Name of lenses	Róka-haraszti I	Vargatanya IV	Hertelendy-major	Félix I/1	Félix I/2	Félix I/4	Félix I/5	Félix II/1	Félix II/2
Róka-haraszti I	0.000	89.140	51.760	294.870	135.570	248.100	211.860	70.390	70.510
Vargatanya IV	89.140	0.000	61.380	128.230	54.770	93.140	50.940	8.450	18.710
Hertelendy-major	51.760	61.380	0.000	253.830	155.570	195.380	194.500	30.110	23.830
Félix I/1	294.870	128.230	253.830	0.000	40.880	4.590	35.030	135.340	128.220
Félix I/2	135.570	54.770	155.570	40.880	0.000	34.110	20.830	65.140	66.640
Félix I/4	248.100	93.140	195.380	4.590	34.110	0.000	28.320	95.830	88.610
Félix I/5	211.860	50.940	194.500	35.030	20.830	28.320	0.000	77.030	86.330
Félix II/1	70.390	8.450	30.110	135.340	65.140	95.830	77.030	0.000	2.680
Félix II/2	70.510	18.710	23.830	128.220	66.640	88.610	86.330	2.680	0.000
Szár-hegy I	45.820	38.640	15.380	155.510	78.790	112.940	119.100	15.790	7.590
Szár-hegy I/dél	247.920	71.300	144.880	43.070	74.370	21.580	48.700	69.510	63.390
Szár-hegy II	38.820	18.960	18.260	160.810	71.150	118.560	101.600	5.990	5.750
Szár-hegy III–IV	45.740	66.760	25.580	165.750	88.170	126.140	147.540	32.530	19.790
Dorottya I II	34.280	74.020	22.400	194.910	102.990	152.180	168.700	38.270	26.050
Hátárvölgy közép	40.230	46.790	27.150	146.000	66.660	109.070	118.030	21.200	12.620
Hátárvölgy ÉK	22.110	64.610	18.910	206.140	101.920	161.870	165.430	33.960	25.180
Nyíres-kút I/K	62.290	28.430	47.410	95.520	33.980	66.450	68.730	14.160	9.300
Nyíres-kút I/Ny	131.300	73.860	124.340	39.570	16.490	28.140	53.700	61.750	51.190
Nyíres-kút II	244.070	63.870	188.190	18.120	35.100	9.990	10.470	77.640	79.980
Nyíres-kút III	55.590	35.050	61.270	95.960	26.060	70.490	67.930	23.700	19.460
Nyíres-kút IV	42.840	75.580	38.440	159.390	79.290	123.540	146.100	42.790	28.870

Table 14. Principal component analysis of the bauxite in five lenses

Name of lense	Principal components	Eigenvalues	Percent of total variance	Cum. % of total variance
Félix I/1	1	3.06	61.2	61.2
Félix I/1	2	1.41	28.2	89.3
Félix I/4	1	3.80	76.0	76.0
Félix I/4	2	0.82	16.4	92.5
Félix II/1	1	2.26	45.2	45.2
Félix II/1	2	1.46	29.1	74.3
Félix II/1	3	1.14	22.8	97.1
Félix II/2	1	2.04	40.9	40.9
Félix II/2	2	1.38	27.6	68.5
Félix II/2	3	1.24	24.8	93.2
Szár-hegy III	1	2.18	43.6	43.6
Szár-hegy III	2	1.43	28.5	72.1
Szár-hegy III	3	1.01	20.1	92.3

I applied *cluster analysis* for the averages of the bauxite of the lenses. I have chosen the hierarchical agglomerative cluster method, as I applied it already in the Halimba and Malom-völgy deposits. The results are illustrated in the form of a *dendrogram* (Figure 40). The squared Euclidean distances were calculated between all lenses and are presented in the form of a “dissimilarity matrix” (Table 15). The Euclidean distances are smaller for the clayey bauxite and for the bauxitic clay, but it is enough to discuss the results for the bauxite.

On the dendrogram two main groups can be distinguished, the larger one contains the predominantly gibbsitic bauxite lenses, the smaller one the boehmitic and mixed gibbsitic–boehmitic bauxite. Thus the dendrogram expresses mainly mineralogical differences.

The dissimilarity matrix contains very large differences for the squared Euclidean distances. The smallest one is only 1.4 between the Dorottya and the Szár-hegy III–IV lenses. The largest one is 294.9 between the Róka-haraszti I and the Félix I/1 lenses. Based on the dendrogram and the dissimilarity matrix I constructed a map of the most similar groups of lenses (Figure 41). The largest group includes the Határvölgy, Dorottya and Nyíres-kút IV lenses. To

matrix of the bauxite

Szár-hegy I	Szár-hegy I/dél	Szár-hegy II	Szár-hegy III–IV	Dorottya I–II	Határvölgy közép	Határvölgy ÉK	Nyíres-kút I/K	Nyíres-kút I/Ny	Nyíres-kút II	Nyíres-kút III	Nyíres-kút IV
45.820	247.920	38.820	45.740	34.280	40.230	22.110	62.290	131.300	244.070	55.590	42.840
38.640	71.300	18.960	66.760	74.020	46.790	64.610	28.430	73.860	63.870	35.050	75.580
15.380	144.880	18.260	25.580	22.400	27.150	18.910	47.410	124.340	188.190	61.270	38.440
155.510	43.070	160.810	165.750	194.910	146.000	206.140	95.520	39.570	18.120	95.960	159.390
78.790	74.370	71.150	88.170	102.990	66.660	101.920	33.980	16.490	35.100	26.060	79.290
112.940	21.580	118.560	126.140	152.180	109.070	161.870	66.450	28.140	9.990	70.490	123.540
119.10	48.700	101.600	147.540	168.700	118.030	165.430	68.730	53.700	10.470	67.930	146.100
15.790	69.510	5.990	32.530	38.270	21.200	33.960	14.160	61.750	77.640	23.700	42.790
7.950	63.390	5.750	19.790	26.050	12.620	25.180	9.300	51.190	79.980	19.460	28.870
0.000	92.340	5.500	7.440	9.800	4.550	8.930	11.410	54.820	116.110	18.070	11.620
92.340	0.000	97.180	118.300	142.920	104.310	151.070	68.890	61.180	19.350	84.990	127.080
5.500	97.180	0.000	18.480	19.960	9.990	14.450	12.030	63.640	108.110	17.810	24.540
7.440	118.300	18.480	0.000	1.420	2.270	4.770	15.110	50.940	139.510	19.810	2.180
9.800	142.920	19.960	1.420	0.000	4.530	1.670	22.230	65.980	164.650	26.010	3.440
4.550	104.310	9.990	2.270	4.530	0.000	5.340	6.780	41.250	116.280	9.940	3.870
8.930	151.070	14.450	4.770	1.670	5.340	0.000	22.780	73.430	168.620	25.360	6.750
11.410	68.890	12.030	15.110	22.230	6.780	22.780	0.000	20.930	68.660	2.260	15.970
54.820	61.180	63.640	50.940	65.980	41.250	73.430	20.930	0.000	47.170	18.010	43.700
116.110	19.350	108.110	139.510	164.650	116.280	168.620	68.660	47.170	0.000	75.060	142.430
18.070	84.990	17.810	19.810	26.010	9.940	25.360	2.260	18.010	75.060	0.000	16.710
11.620	127.080	24.540	2.180	3.440	3.870	6.750	15.970	43.700	142.430	16.710	0.000

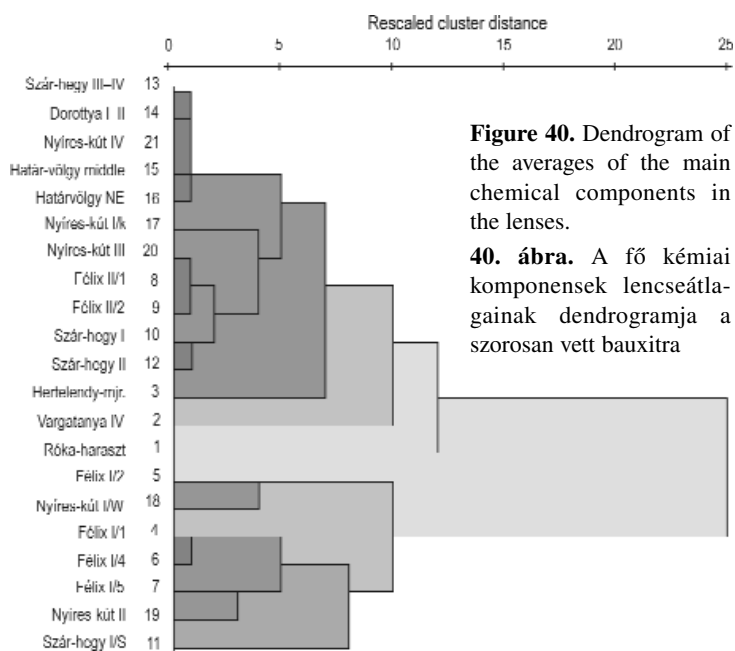


Figure 40. Dendrogram of the averages of the main chemical components in the lenses.

40. ábra. A fő kémiai komponensek lencseátlagának dendrogramja a szorosan vett bauxitra

the east of them a small group can be distinguished, containing the Nyíres-kút I and III lenses. The small Nyíres-kút II lense, situated at the eastern edge of the Szóc deposit is significantly different from the neighbouring Nyíres-kút I and III group.

In the central part of the deposit the Szár-hegy I, II, and III-IV lenses form a close group. It is surprising that the small Szár-hegy I/south lense, situated on the western side of a large fault line has a very different composition from the neighbouring Szár-hegy I lense, as expressed by the squared Euclidean distance of 92.3 units. It is more similar to the Félix II/1 and 2 lenses. For this reason I distinguished them as a separate cluster. The four Félix I lenses form a cluster significantly differing from the neighbouring clusters (Figure 41). Within the cluster the squared Euclidean distances are relatively small.

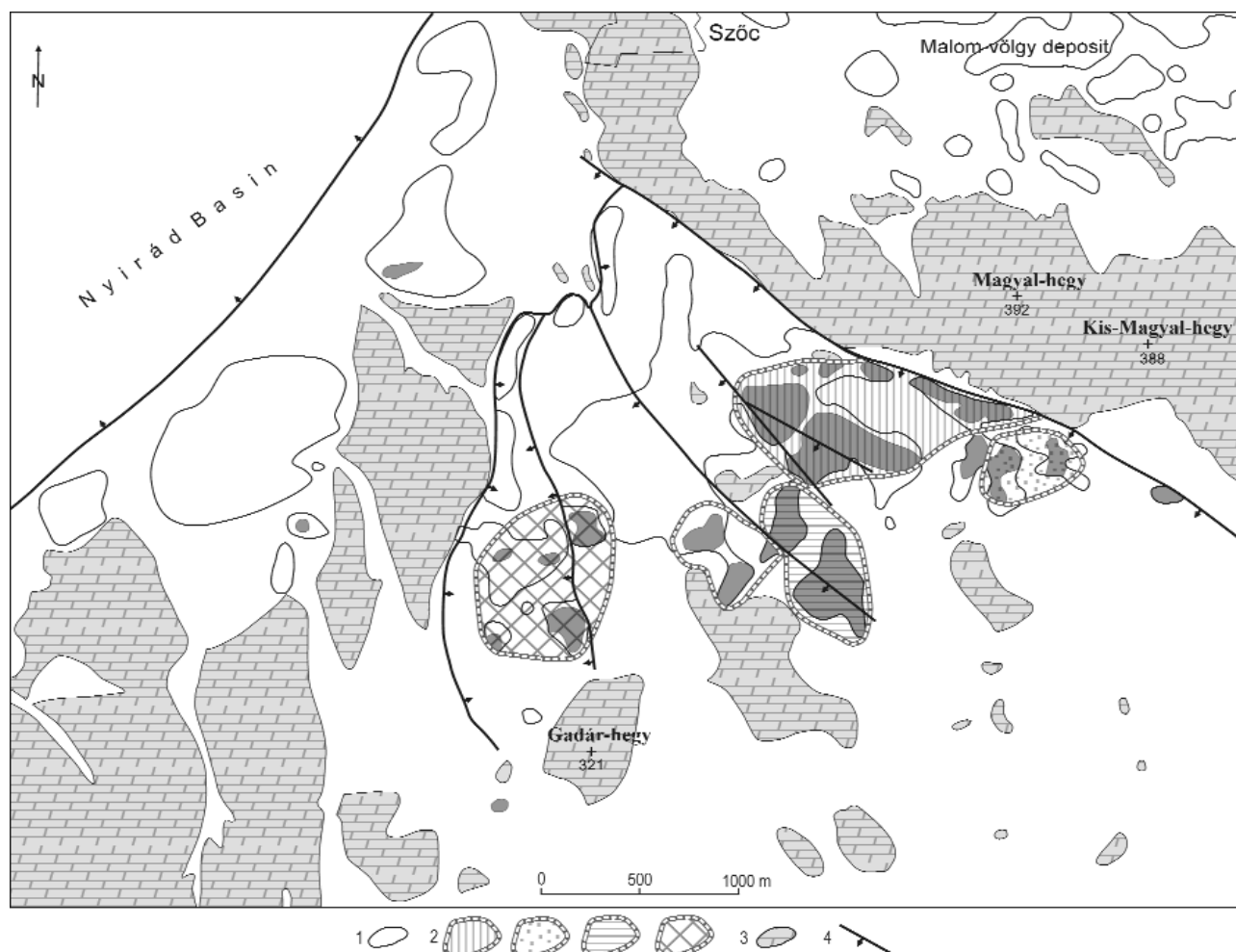


Figure 41. Clusters for the main chemical components of bauxite

1 contours of the lenses, 2 – contours of the clusters, 3 – Upper Triassic carbonate rocks on the surface, 4 – main tectonic lines

41. ábra. A fő kémiai komponensek lencseátlagának clusterjei a szorosan vett bauxitra

1 – a lencsék körvonalai, 2 – a clusterek körvonalai, 3 – felső-triász karbonátos kőzetek a felszínen, 4 – fő törésvonalak

The composition of the three, very small bauxite lenses at the southern and western edge of the deposit is differing from all the other clusters. The Hertelendy-major bauxite, situated in the south-western edge of the deposit differs by 253.8 units from the nearest Félix I/1 bauxite. The compositions of the Vargatanya IV and Róka-haraszti I small lenses are also very different of the majority of the lenses, as indicated on Table 15. over 200 units for the nearest Félix I group of deposits.

The main result of the cluster analysis is that it revealed groups (clusters) of similar composition. Presumably, they are related to the accumulation of the bauxite sequence in the Szőc area. These assumptions will be discussed in the chapter of bauxite origin.

We applied the well known method of *discriminant analysis* for the multivariate study of bauxite on the level of borehole averages. In the first step we carried out an "all groups scatter plot" diagram on the level of entire lenses (BÁRDOSY, Ó. KOVÁCS 1995). The averages of the Félix I/1, Nyíres-kút II and IV and Határvölgy lenses were plotted according two perpendicular discriminant axes (Figure 42). For each lense the contours of the discriminant scores and their centroids have been indicated on the figure. The Félix I/1 and Nyíres-kút II lenses having a boehmitic composition are significantly separated from the two other lenses of gibbsitic composition. There is no overlapping between the discriminant scores of the four lenses.

In the next step followed the analysis on the borehole level. For this evaluation the neighbouring Nyíres-kút I and IV and the Dorottya lenses have been chosen having a similar gibbsitic composition. The results of the discriminant analysis are shown on Figure 43. The areas where the group classification corresponded to the highest discriminant scores were indicated by contours. The total correspondence for the three lenses was 79%, a very high value. The correspondence for the lenses separately is as follows: Dorottya 90%, Nyíres-kút I 79%, Nyíres-kút IV 72%. There are only few bore-hole scores falling within the contours of another lense, thus the overlapping is insignificant. This means that even the lenses of similar mineralogical composition have a well defined, different composition. In my opinion, this is again related to the circumstances of the bauxite accumulation in the Szőc area.

The above discussed multivariate methods furnished important information on the geochemistry of the bauxite and on the ways of its accumulation.

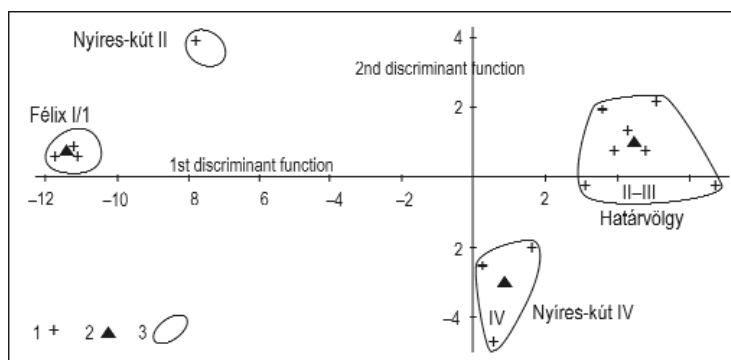


Figure 42. Discriminant analysis of the Szőc bauxite lenses

1 – discriminant scores of the lense- and section averages of the bauxite, 2 – group centroids, 3 – contours of the groups (after BÁRDOSY, Ó. KOVÁCS 1995)

42. ábra. A bauxitlencsék és részterületek lencseátlagainak diszkriminancia elemzése a bauxitra

1 – a lencsék diszkriminancia együtthatói, 2 – csoport centroidok, 3 – a csoportok körvonalai (BÁRDOSY, Ó. KOVÁCS 1995 nyomán)

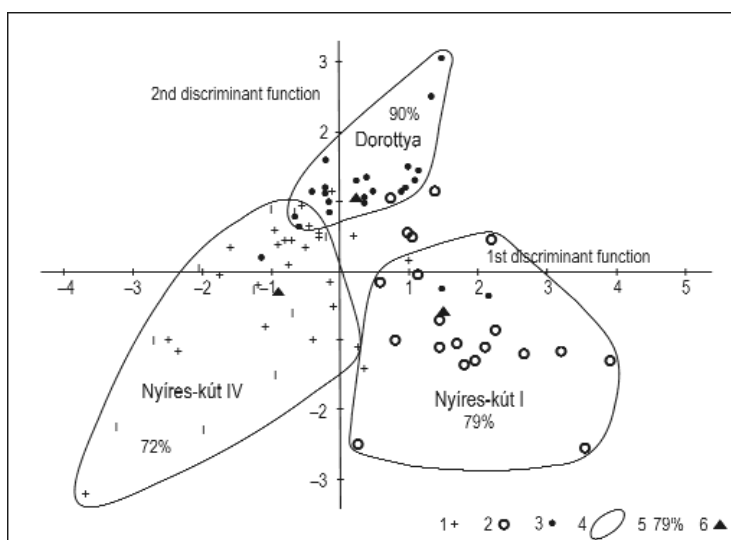


Figure 43. Discriminant analysis of bore hole averages in three bauxite lenses of the Szőc deposit

1 – discriminant scores of the bore holes of the Nyíres-kút IV lense, 2 – discriminant scores of the Nyíres-kút I lense, 3 – discriminant scores of the Dorottya I–II lense, 4 – areas where the group classification corresponds to the highest scores of the given lense, 5 – percentage of the total correspondence in the given lense, 6 – group centroids (after BÁRDOSY, Ó. KOVÁCS 1995)

43. ábra. Három bauxitlencse fúrásainak diszkriminancia elemzése a bauxitra

1 – a Nyíres-kút IV. lencse fúrásainak diszkriminancia együtthatói, 2 – ua. a Nyíres-kút I. lencsére, 3 – ua. a Dorottya I–II. lencsére, 4 – a legnagyobb megfelelés kiterjedésének körvonala az egyes lencsékre, 5 – a legnagyobb megfelelés százaléka az adott lencsére, 6 – csoport centroidok (BÁRDOSY, Ó. KOVÁCS 1995 nyomán)

The trace elements of the bauxite sequence

I systematically collected since 1951 all trace element data of the Szőc deposit. Most data were found in the exploration reports of the lenses. I had the possibility for trace element analyses in my 1953 exploration report for the sampling profiles in the existing mines. These results are presented on the Tables 3, 4, 5. and 6. In the later exploration reports only composite samples of the bauxite were analysed for the trace elements. Additionally, the Aluterv research institute carried out trace element analyses on some selected bauxite samples. Unfortunately, all these results do not represent a “representative sampling”. For this reason, this evaluation is only of approximate value. In the boreholes of the exploration, started in 2009 all sampled intervals of the bauxite have been analysed for V_2O_5 and for ZnO. These new data extend to the Nyíres-kút IV lense and the Határvölgy-north-east section.

Most trace element analyses were available from the Szár-hegy, Határvölgy and Dorottya lenses. Their statistical evaluation is presented on Table 16. The difference between the minimum and maximum values is not significant. Accordingly, the standard deviations are also small. Both positive and negative values of the skewness occur. Largest is that of the Ni_2O_3 content with -4.42 .

I evaluated the data of the Nyíres-kút IV lense, because its future economic importance. I evaluated separately the already excavated open pit and the still available downfaulted part of the lense. The results are presented on Table 17. The trace element content of the two parts of the lense is very similar. For the existing resources the MoO_3 , PbO , SnO_2 and ZnO contents were additionally analysed.

Table 16. Trace elements of the bauxite in the Szár-hegy, Dorottya and Határvölgy lenses

Component	Average %	Minimum %	Maximum %	Stand.dev. %	Skewness	Analyses
B_2O_3	0.022	0.009	0.041	0.006	-0.50	21
BaO	0.0026	0.0002	0.0070	0.001	+1.49	21
BeO	0.0032	0.0004	0.0166	0.003	-0.19	36
Co_2O_3	0.0014	0.0010	0.0068	0.001	+1.95	21
Cr_2O_3	0.031	0.020	0.040	0.013	-0.11	25
CuO	0.0027	0.0002	0.0058	0.007	+3.04	21
F	0.101	0.050	0.180	0.028	+0.31	55
Ga_2O_3	0.0047	0.0020	0.0099	0.002	+0.90	37
Li_2O	0.0072	0.0002	0.0150	0.005	+1.32	21
MoO_3	0.0067	0.0001	0.0165	0.006	+0.18	34
Nb_2O_5	0.009	0.001	0.020	0.005	-	21
Ni_2O_3	0.0055	0.0009	0.0764	0.002	-4.42	33
PbO	0.0012	0.0004	0.0085	0.004	+0.82	21
SnO_2	0.0005	0.0002	0.0009	0.0002	+1.52	21
SrO	0.023	0.007	0.039	0.009	+0.24	21
V_2O_5	0.113	0.030	0.170	0.039	-0.91	96
ZrO_2	0.053	0.003	0.030	0.017	-0.77	36

Table 17. Trace elements of the bauxite in the Nyíres-kút IV lense

Component	Open pit			Underground part of resource		
	Minimum %	Maximum %	Average %	Minimum %	Maximum %	Average %
BeO	0.0003	0.0005	0.0004	0.0003	0.0032	0.0009
Cr_2O_3	0.013	0.014	0.024	0.018	0.138	0.043
Cuo	0.0010	0.0090	0.0025	0.0017	0.1220	0.0046
Ga_2O_3	0.0040	0.0110	0.0063	0.0026	0.0122	0.0057
MoO_3	-	-	-	0.0010	0.0052	0.0022
Ni_2O_3	0.0032	0.0100	0.0053	0.0048	0.0500	0.0160
PbO	-	-	-	0.0025	0.0190	0.0078
SnO_2	-	-	-	0.0008	0.0019	0.0011
V_2O_5	0.054	0.192	0.123	0.110	0.400	0.202
ZrO_2	0.020	0.052	0.034	0.027	0.127	0.069
ZnO	-	-	-	0.019	0.028	0.022

As for the Malom-völgy deposit, I compared the quantity of the trace elements in Table 18. I listed the trace elements in descending order, separately for four lenses (Unfortunately, the new ZnO determinations were not extended to these lenses). The order of the trace elements is very similar in the four lenses, for some elements even the averages are identical. The V_2O_5 content is highest in all lenses, followed by zirconium and chromium. The SnO_2 occurs in smallest concentration. The gallium, occurring in many bauxite deposits, has a medium position in this order. This order is very similar to that of the Malom-völgy deposit, indicating similar parent rocks for both deposits.

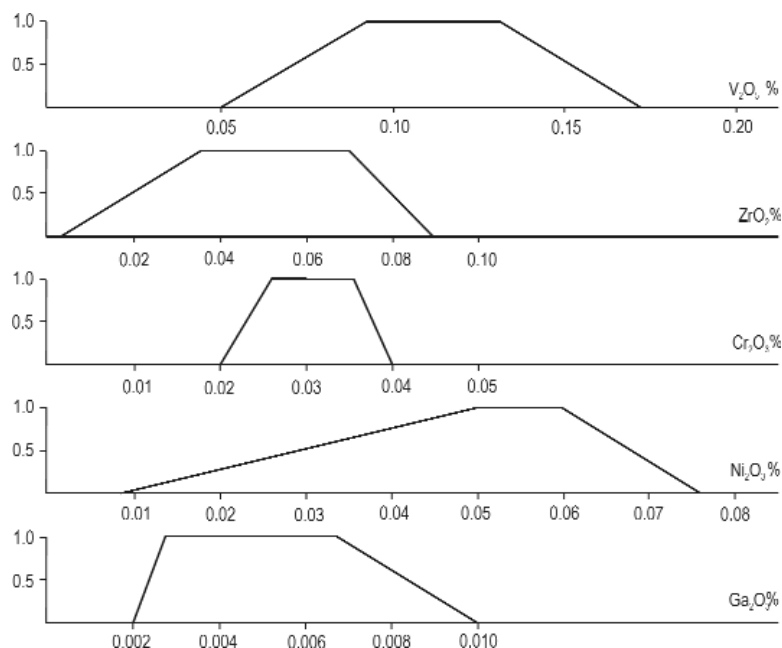
Table 18. Descending order of trace element averages of bauxite in four lenses

Szár-hegy		Határvölgy		Nyíres-kút IV		Félix II	
element	average %	element	average %	element	average %	element	average %
V_2O_5	0.113	V_2O_5	0.162	V_2O_5	0.140	V_2O_5	0.170
F	0.101						
ZrO_2	0.053	ZrO_2	0.052	ZrO_2	0.055	ZrO_2	0.045
Cr_2O_3	0.032	Cr_2O_3	0.033	Cr_2O_3	0.040	Cr_2O_3	0.042
SrO	0.023						
B_2O_3	0.022	ZnO	0.022	Li_2O	0.020		
				B_2O_3	0.012		
Nb_2O_5	0.009			BeO	0.009	Ni_2O_3	0.009
		PbO	0.0078			Ga_2O_3	0.0083
Ni_2O_3	0.0075						
Li_2O	0.0072						
MoO_3	0.0067						
		Ga_2O_3	0.0060	Ga_2O_3	0.0065		
Ga_2O_3	0.0047			Ni_2O_3	0.0050		
		CuO	0.0036	CuO	0.0040		
BeO	0.0032					CuO	0.0034
CuO	0.0027			PbO	0.0032		
BaO	0.0026	MoO_3	0.0022	MoO_3	0.0022		
Co_2O_3	0.0014			Co_2O_3	0.0015		
PbO	0.0012	SnO	0.0011	BeO	0.0010		
		BeO	0.0006			BeO	0.0007
SnO_2	0.0005			SnO_2	0.0005		

The fuzzy membership functions give an even better understanding of the frequency distribution of the trace elements. Five characteristic membership functions are presented on Figure 44 referring to all analytical results of the Szár-hegy, Határvölgy and Dorottya lenses. The centre of the “core” is the average and on both sides of it the standard deviation. The “support” extends from the smallest analytical value to the largest one. The distribution of the trace elements is closer than at the Malom-völgy deposit, except the nickel that has a large left oriented asymmetry, as shown on the figure.

Figure 44. Fuzzy membership functions of selected trace elements in the bauxite of the Határvölgy, Dorottya and Szár-hegy lenses

44. ábra. A bauxit nyomelemeinek tagság függvényei a Határvölgy, Dorottya és Szár-hegy lencsékben



I evaluated also the vertical distribution of the trace elements. Unfortunately, very few analysed profiles are available. One of them is shown on Table 3, with samples I collected in the open pit of the lense Szár-hegy II. The V_2O_5 content is smaller in the upper zone as in the underlying red bauxite. In my opinion, this is the effect of epigenetic leaching. On the other hand, the F content is quite uniform in vertical direction. The V_2O_5 analyses of the new exploration boreholes at the Nyíres-kút IV lense show a uniform distribution in vertical direction. On the other hand, the ZnO content slightly increases downward in almost all boreholes.

The trace elements of the Szőc deposit belong to the following groups of Szádeczky-Kardoss's classification (SZÁDECZKY-KARDOSS 1955):

- to the siderophil elements: Co and Ni
- to the sulpho-calcophil 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

In conclusion, several rock types participated among the parent rocks of the Szőc bauxite. It looks alike that the pegmatophil elements are most represented in the Szőc, Malom-völgy and Halimba bauxites.

The mineral composition of the bauxite sequence

Mainly DTA and thermogravimetric (derivatographic) mineral analyses were carried out on composite samples of the bauxite. They have been listed in the exploration reports. The analytical error of these determinations is $\pm 1-3\%$. Additionally, a few X-ray diffractometer measurements were also made. I investigated the samples I collected in the mines by the quantitative X-ray phase analysis method developed by BÁRDOSSY et al. (1980). Most analyses were made on bauxite samples, additionally some clayey bauxite and bauxitic clay samples were also investigated. Unfortunately, their number is not sufficient for a representative sampling. For this reason I did not make detailed statistical evaluations of them.

Gibbsite and *boehmite* are the two main alumina minerals of the Szőc bauxite. An approximate evaluation of the gibbsite and boehmite content can be made from the $+H_2O$ content, justified by the X-ray diffractometer measurements. According to these measurements 12 of the bauxite lenses of the Szőc deposit are predominantly gibbsitic, 5 are gibbsitic-boehmitic and 4 are predominantly boehmitic. Thus the bauxite of the Szőc deposit is more boehmitic than that of the Malom-völgy deposit.

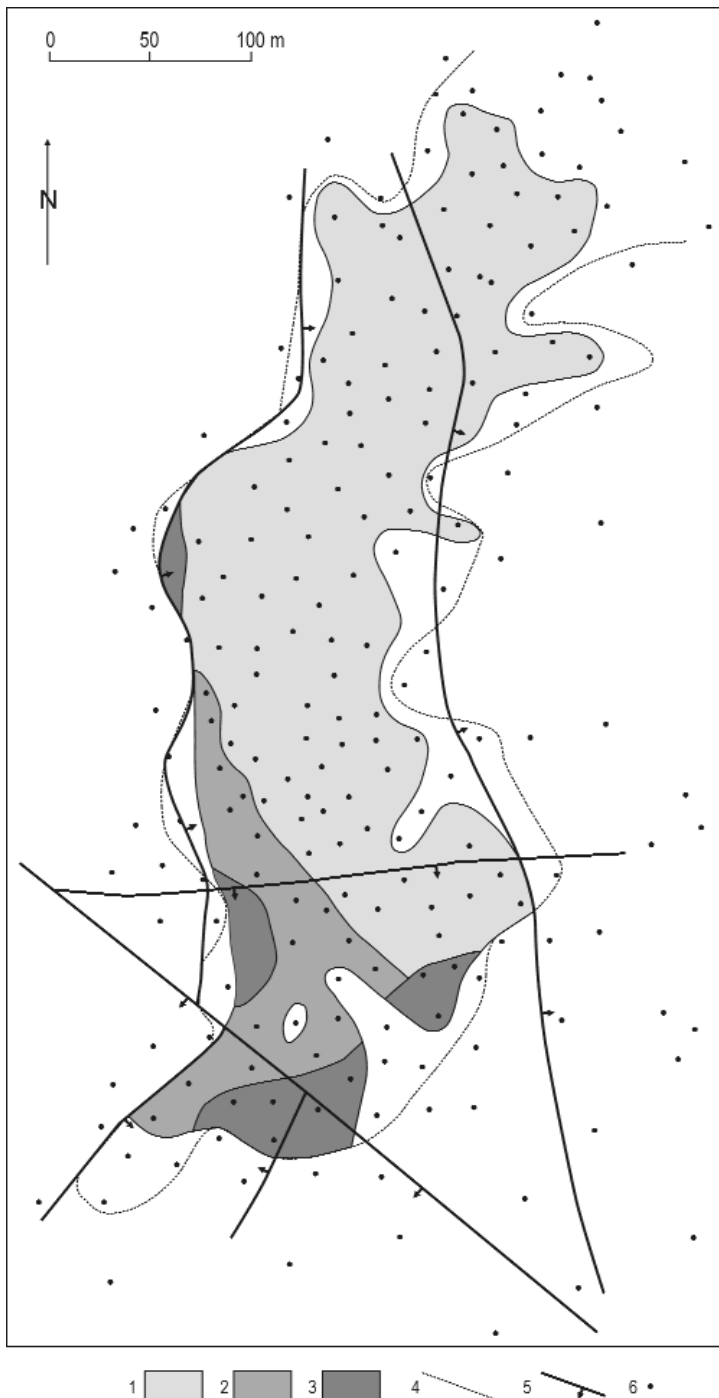


Figure 45. Distribution of gibbsite and boehmite in the bauxite of the Szár-hegy I lense

1 – gibbsitic bauxite, 2 – mixed gibbsitic-boehmitic bauxite, 3 – boehmitic bauxite, 4 – contour of the bauxite sequence, 5 – main tectonic lines, 6 – boreholes

45. ábra. Gibbsit és boehmit eloszlása a Szár-hegy I. lencse bauxitjában
1 – gibbsites bauxit, 2 – gibbsit boehmites bauxit, 3 – boehmites bauxit, 4 – a bauxit-
összlet körvonala, 5 – fő törésvonalak, 6 – fúrások

A more detailed evaluation can be made from the map showing the spatial distribution of the ignition loss of bauxite on the level of averages of the lenses, see Figure 32. The Nyíres-kút II lense, situated at the eastern edge of the deposit consists of boehmitic bauxite. To the west of it, the neighbouring Nyíres-kút I and III lenses have a mixed, gibbsitic-boehmitic composition. The central part of the deposit consists of predominantly gibbsitic bauxite (Nyíres-kút IV, Határvölgy, Dorottya, Szár-hegy and Félix II). To the west of them again predominantly boehmitic bauxite occurs (Félix I/1.4. and 5) and the Félix I/2 lense is gibbsitic-boehmitic. On the contrary, the small Hertelendy-major lense, situated on the southern edge of the deposit, is entirely gibbsitic, having the highest average ignition loss content (24.9%). Similarly, the small bauxite body at the western edge of the deposit, in the Róka-haraszti I lense consists also of gibbsitic bauxite. To the south of it, the bauxite of the Vargatanya IV lense consists of mixed gibbsitic-boehmitic bauxite. This spatial distribution can be explained by the accumulation of the bauxite sequence, to be discussed in the genetic chapter.

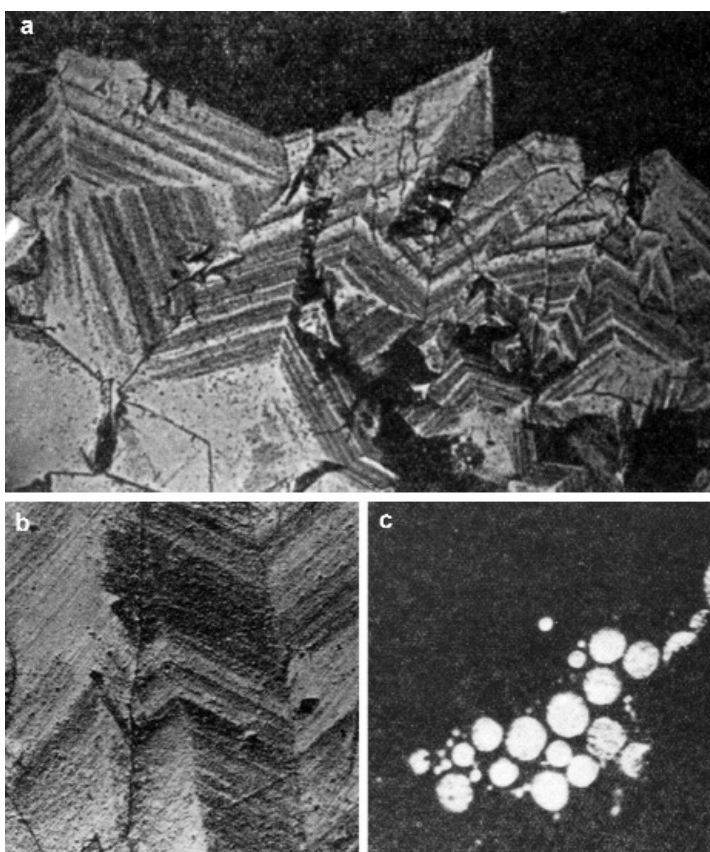
The above evaluation referred to the averages of the bauxite of the lenses. When studying the bauxite composition on the level of the boreholes I found that in several gibbsitic lenses boehmitic and gibbsitic-boehmitic bauxite may occur in some parts of the lenses, mainly on their edges. Thus in the southern part of the gibbsitic Szár-hegy I lense gibbsitic-boehmitic and boehmitic bauxite was detected, as shown on Figure 45. Similar occurrences of boehmitic bauxite were detected at the southern edge of the Határvölgy lense, at the eastern edge of the Dorottya lense and at the southwestern edge of the Félix II/1 lense.

I observed in a few places white, porous nests of secondary gibbsite in the upper zone of the bauxite sequence. Similar gibbsite nests were found also in the Malom-völgy deposit.

The entire SiO_2 content of the bauxite is in the form of *kaolinite*. Its amount is less than 20% in the bauxite, but it was detected in all investigated bauxite samples. The clayey bauxite contains 20–40%, the bauxitic clay more than 40% *kaolinite*. *Quartz* was detected only in the form of small grains by microscope study. Their amount is less than 0.1%.

The titanium content is mainly in the form of *anatase* accompanied by less *rutile*. The majority of the iron content is in the form of *haematite*, with smaller amounts of *alumogoethite* (1–10%). *Pyrite* and *marcasite* are the main iron minerals in the grey bauxite. We carried out with Gy. Pantó a study of the pyrite content of the grey bauxite by electron microprobe (BÁRDOSY, PANTÓ 1972). We detected perfect pyrite crystals having the size of some millimetres. Additionally, spherical “bacterio-pyrite” grains were found (Photograph 3), indicating that the bacteria had a role in the formation of pyrite in the grey bauxite. Later epigenetic processes led to the oxidation of the pyrite and marcasite. Secondary *alunite*, *gypsum* and *haematite* were formed by this process in the lower part of the upper zone.

The slow, epigenetic oxidation of the pyrite and marcasite led in some places to the formation of *melanterite* ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). I detected it in the Határvölgy underground mine. The sampling profile is presented on Figure 13. The mineral forms horizontally oriented tabular crystals of 1–2 cm thickness. They are of light green colour and 5–15 cm long. The mineral was not found in other lenses of the deposit. *Calcite* nests and fissure fillings occur in the upper zone of several lenses.



Photograph 3. The pyrite types in bauxites

a) Zoned pyrite crystal. Szóc. Reflected light 6 mm = 98 microns, b) Part of zoned pyrite crystal. Back-scattered electron picture. 6 mm = 37 microns, c) Framboidal pyrites. Szóc. Back-scattered electron picture. 6 mm = 19 microns

3. kép. Pirittípusok bauxitban

a) Zónás pirit kristály, Szóc. Visszavert fényben 6 mm = 98 mikron, b) Zónás pirit-kristály részlete. Visszavert elektronmikroszkópos kép. 6 mm = 37 mikron, c) Framboidális pirit. Szóc. Visszavert elektronmikroszkópos kép. 6 mm = 19 mikron

The origin of the Szőc deposit

The origin of the bauxite deposits in the Halimba–Szőc area has been discussed by several authors. My opinion was outlined in the Halimba monography (BÁRDOSY 2007). This opinion is very close to the genetic ideas of MINDSZENTY et al. (1994, 2001). Instead of repeating them I refer to these articles. In the following I discuss only the origin of the Szőc deposit

The main difference with the Halimba deposit is that, in my opinion, the Senonian transgression did not reach the area of the Malom-völgy and Szőc deposits, because of their higher geomorphologic position. No Senonian sediments can be found in the area of both deposits. The lenticular form of deposition, the mineralogical and chemical composition of the bauxite sequences are also different from the Halimba deposit.

The accumulation of the bauxite sequence occurred in an undulating area, with low Upper Triassic dolomite hills, separated by shallow valleys. The bauxite sequence accumulated in the valleys in the form of separated lenses. The palaeosurface was slightly inclined in north-western direction. This assumption is justified by the distribution of the marshy immediate cover of the lenses, as shown on Figure 2. The bauxite sequence was transported from the southeast, in accordance with the above outlined palaeomorphology. Both deposits are younger than the pre-Senonian Halimba deposit. In my opinion, their accumulation occurred during the Palaeocene and Lower Eocene.

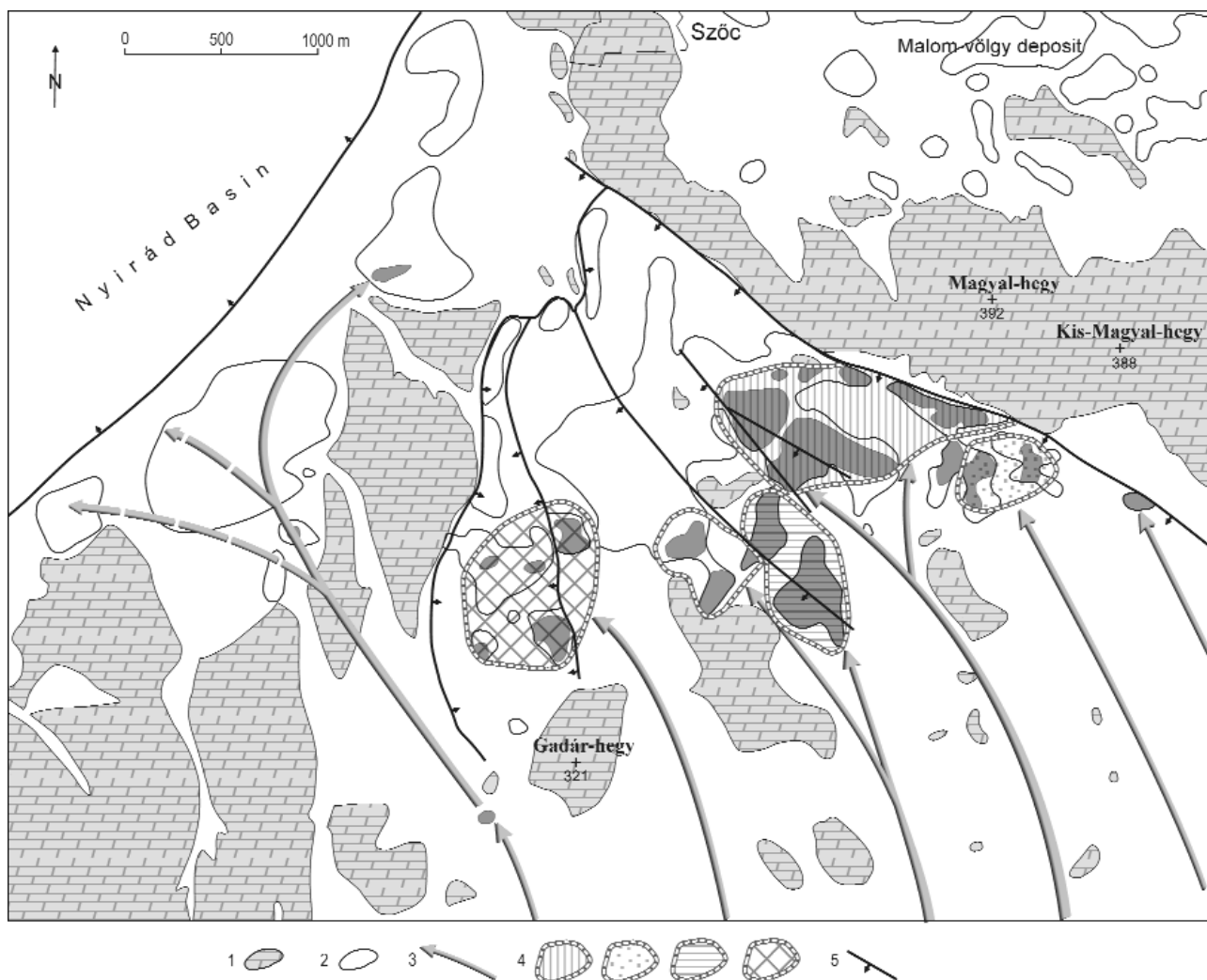


Figure 46. Reconstruction of the main transport routes of bauxite in the Szőc deposit

1 – Upper Triassic carbonate rocks on the surface, 2 – extent of the bauxite lenses, 3 – main transport routes, 4 – contours of the clusters of the main chemical components, 5 – main tectonic lines

46. ábra. A szőci bauxitlepek felhalmozódásának feltételezett fő útvonalai

1 – felső-triász korú karbonátos képződmények a felszínen, 2 – a bauxitlencsék kiterjedése, 3 – fő szállítási útvonalak, 4 – a fő kémiai komponensek clustereinek körvonalai, 5 – fő törésvonalak

The transport of the bauxitic material occurred by a stream of alternating intensity. The presence of bauxite pebbles in the bauxite, discussed in the foregoing chapters, indicates short periods of higher transport intensity. The bauxite pebbles being not very hard only a restricted length of transport can be assumed, in my opinion maximum 20–30 kilometres. Taking into account the results of the cluster analysis, I distinguished six main transport routes, as shown on Figure 46. Most of the bauxitic material has been transported on the two central routes, indicated by thicker lines.

First the relatively coarser grained bauxite sedimented in the southern and south-eastern part of the deposit. The clayey bauxite accumulated mainly more to the north-west. Finally, the bauxitic clay accumulated in the north-western part of the deposit. The larger kaolinite content of the clayey bauxite and bauxitic clay favoured this separation, forming a well transported mud.

The accumulation of the bauxite sequence was finished by the middle Eocene transgression, progressing from the north. The importance of this transgression is that the Eocene cover protected the bauxite lenses from later erosion. The erosion was stronger in the Szőc deposit than in the Malom-völgy one. As shown on the Figure 3. the bauxite lenses do not extend beyond the border of the Eocene cover. There are only some few places where the lenses extend further to the south by 100–200 metres. But at these places the bauxite has been partly redeposited and more or less resilificated. Further to the south all bauxite was either completely eroded or degraded to red kaolinitic clay. The erosion was particularly strong in the south-eastern part of the deposit. Thus in the southern part of the Nyíres-kút III lense the Eocene cover of 25–30 metres thickness was completely eroded over a distance of only 20 metres, forming a step slope, as detected by the boreholes. The bauxite lense was completely cut along this line.

A further genetic problem is the gibbsitic and locally boehmitic composition of the Szőc bauxite. In my opinion, these significant differences cannot be explained by syngenetic or diagenetic processes, occurring after the accumulation of the lenses. It is more probable that the differences were produced during the lateritisation of the parent rocks during the Mesozoic time. According to my personal experiences, boehmitic bauxite could be formed during lateritisation in relatively lower lying weathering profiles. Gibbsitic weathering products formed in the higher lying profiles, under more oxidising conditions. It is quite possible that the erosion of the lateritic profiles occurred separately in the different geomorphologic units and thus bauxitic material of different composition arrived in the Szőc area. I distinguished the six transport routes based on these assumptions.

In my opinion no essential chemical or mineralogical changes occurred in the bauxite after its accumulation and the sedimentation of the Eocene cover. Restricted local changes are not excluded.

Review of the explorations and their reporting

The exploration works and their reporting will be reviewed in this chapter in chronological order, because since their start the methods of exploration and resource estimation developed considerably.

The Swiss AIAG company started its exploration in the Szőc area in 1938 as outlined in the Chapter of Stratigraphic position. It opened in 1942 a small open pit in the western part of the area, called by them Félix I. It has been completed in 1944 by a small underground mine starting from the open pit. Their main exploration occurred on the Szár-hegy, with positive results. They started an underground mine from its northern edge, called Antal adit. The production of bauxite continued until the arrival of the Soviet troops, but soon after it continued. The AIAG did not publish any data about the exploration results, the resources and the amount of the production. The only information from these works were collected and published in an expert's report by BARNABÁS (1951). According to his calculations the resources in the AIAG prospecting and mining claims were as follows:

Szár-hegy I lense	356 000 tonns
Szár-hegy II and III lenses	214 000
Dorottya lense	145 000
Félix II lense	140 000
Sum	855 000

Unfortunately, the report has been lost, thus we do not know the method of resource estimation he applied. No data are available about the grade of the above resources. According to BARNABÁS, the average silica modulus ($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) of the above resources was 17.8. In the light of the newer exploration results this value is slightly over-estimated. I consider the above listed resource data only as first approximations.

The first systematic bauxite exploration executed by the Bauxite Exploration Company was carried out in the central part of the Szőc area, on the Határvölgy, Dorottya and Szár-hegy lenses in 1952 and 1953 by core drilling. 96 boreholes were drilled with an amount of 3441 metres length. The average bauxite recovery was 92%, a very high value at the technical level of that time. The boreholes were located in a rectangular, regular drilling grid with 50x50 metres distances.

In geologically complicated places it has been completed by additional boreholes to a 25×25 metres grid. The exploration report of these works was made by BÁRDOSSY (1953). The boreholes made in the period of 1943–1949 under the direction of E. Alliquander and E. Vadász have been taken also into account in the report. At some places in the Dorottya lense not justified differences from our new results were detected. At these places additional boreholes were produced for checking and for the determination of reliable results.

The exploration claims and mining establishments of AIAG came under the direction of Maszobal from 1952. Thus their area was also included into the report. Unfortunately, no exploration data were obtained from AIAG. The work started by the preparation of a topographic map of 1:2000 scale and a bauxite-geologic map of 1:5000 scale. A detailed geological and lithological description was made on the cores of each borehole and they were included into the documentation of the report. The bauxite was sampled at each 1.0 metre or 0.5 metre intervals and the samples were analysed for the five main chemical components. The reliability of the analyses was checked by controlling in another laboratory. The original analyses were justified by this control. The following official classification was applied for the bauxite ore:

- | | | | |
|------------------|--|----------------------------|--|
| 1. Bayer ore | average Al_2O_3 content | >45%, thickness >1.0 metre | |
| | $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ modulus | >10.0 | |
| | $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ modulus | 7–10 | |
| 2. Pyrogenic ore | average Al_2O_3 content | >40% | $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ modulus 2.6–7 |

The bulk density of the bauxite ore was determined in the Határvölgy and Szár-hegy mines by pits of 0.5 m³ volume. The average of the “mine-wet” bulk density was 2.09 kg/m³. I carried out the resource estimation by the well known “polygon” method in the Dorottya mine, as shown on Figure 47. The contours of the ore were constructed at the half distance of the closest unproductive boreholes. I applied the method of parallel sections in the Szár-hegy III lense, as presented on Figure 48. For each block the averages of two neighbouring sections were taken into account. The results have been checked by the method of arithmetic means. A good coincidence of the results was observed. The resources were classified into categories of reliability according the official prescriptions: A₂ and B categories for the inner part of the resources, surrounded at all sides by productive boreholes. C₁ category for the outer part, limited by the above mentioned constructed contours. The extent of the blocks was determined by the use of a planimeter. The calculated geologic resources are as follows:

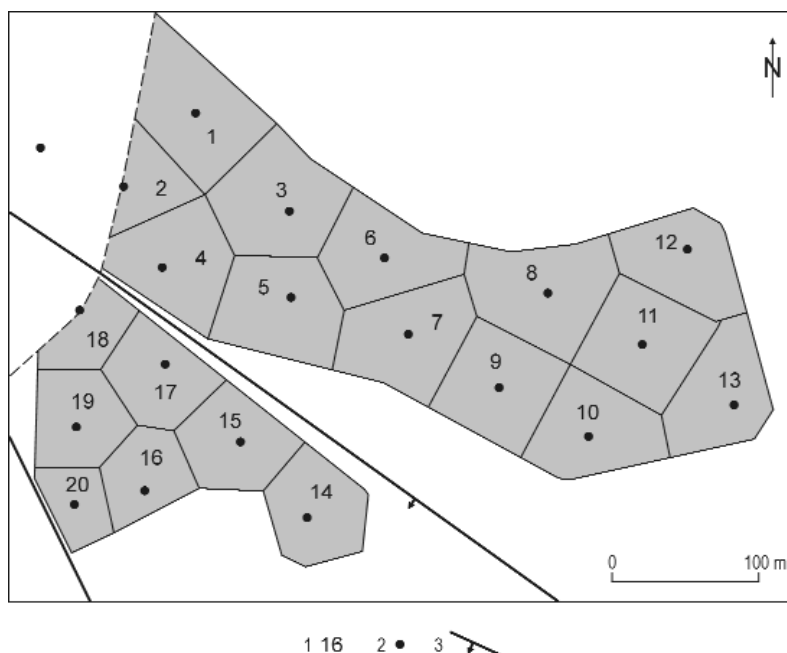


Figure 47. Resource estimation map of the bauxite in the Dorottya I-II lense (1953). Polygon method of resource estimation

1 – number of the polygons, 2 – exploration bore holes, 3 – main tectonic lines

47. ábra. A Dorottya I-II. telep készletszámítási térképe sokszög módszerrel (1953)

1 – a sok-szögek sorszáma, 2 – kutató fúrások, 3 – fő törésvonalak

Bayer ore	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$	modulus >10.0	835 000 tons
Bayer ore	„	modulus 7–10	157 000 tons
Pyrogenic ore			731 000 tons

The average $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ modulus of the Bayer ore was 14.4, a quite high grade. The average Al_2O_3 content was 47.7%, SiO_2 3.3% and the Fe_2O_3 content 22.5%.

The resources of the active Határvölgy underground mine and Szár-hegy II open pit were excluded from the resource estimation. The mining installations of the Határvölgy mine are shown on the Figure 49 and sampling of the Szár-hegy II open pit on the Figure 8. The bauxite production started in the Határvölgy mine in 1952 and finished in 1964. 1 020 000 tons of bauxite were produced with 214 000 tons of production losses.

Bauxite has been produced in the neighbouring Dorottya mine from 1953 to 1965 by open pit and underground methods. 564 000 tons of bauxite were produced with 67 600 tons of production losses. The Szár-hegy I lense was mined in the period of 1944–45 by the AIAG Company. No production data were published. The amount of production is estimated to about 200 000 tons. The underground production was continued by MASZOBAL until 1954. 116 200 tons of bauxite were produced with 24 000 tons of production losses. The Szár-hegy II open pit produced only in the 1953–54 years, altogether 97 700 tons of bauxite. The amount of production losses was not published, it is estimated to less than 10%. To the north of the open pit a small underground mine was opened, as shown on Figure 20/B. To the southwest, the Szár-hegy III–IV underground mine produced bauxite from 1953 to 1963. 517 200 tons were produced with 70 000 tons of mining losses.

After 1953 the exploration of bauxite was extended to the southwest of the explored area. Two lenses with recoverable bauxite have been found in the Félix II area, called Félix II/1 and Félix II/2 (Figure 50). The exploration was carried out in a rectangular 50×50 metre drilling grid. An exploration report was prepared by CSILLAG (1955). The resource

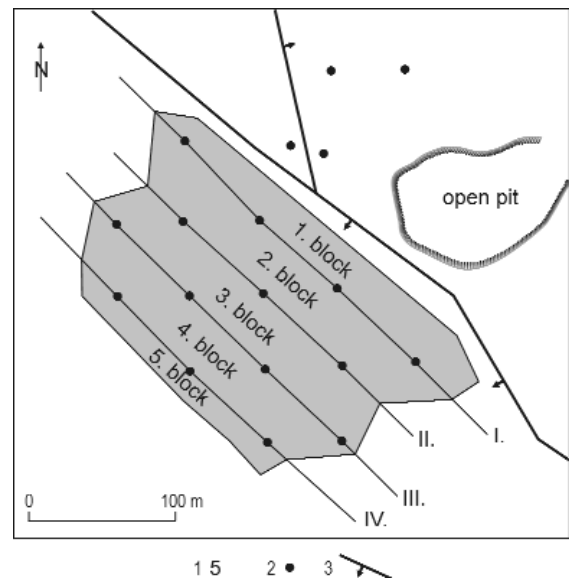


Figure 48. Resource estimation map of the bauxite in the Szár-hegy III–IV lense (1953). Method of parallel resource profiles

1 – number of the blocks between the profiles, 2 – exploration bore holes, 3 – main tectonic lines

48. ábra. A Szár-hegy III–IV. telep készletszámtási térképe a párhuzamos szelvények módszerével (1953)

1 – készletszámtási tömbök száma a szelvények között, 2 – kutató fúrások, 3 – fő törésvonalak

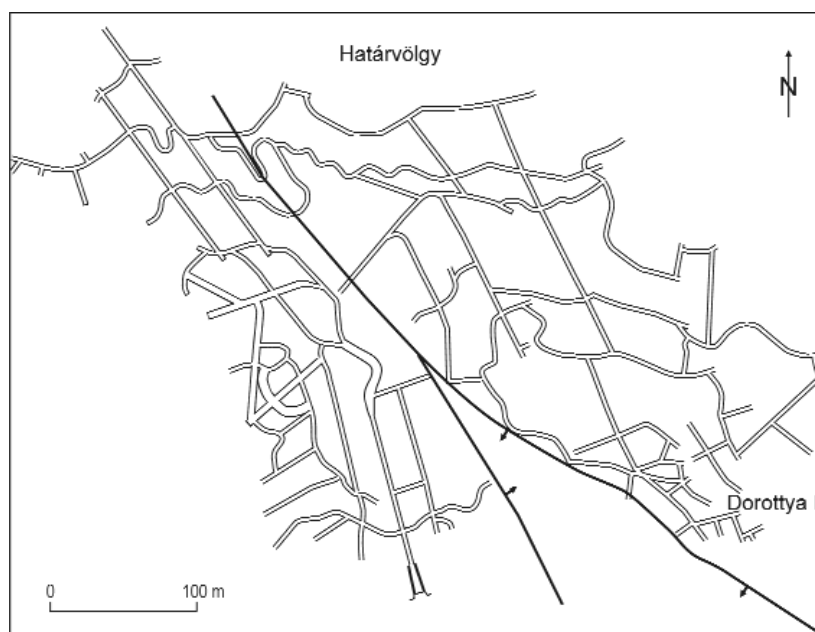


Figure 49. Map of the Határvölgy underground mine (1964)

49. ábra. A határvölgyi bánya földalatti létesítményeinek térképe (1964)

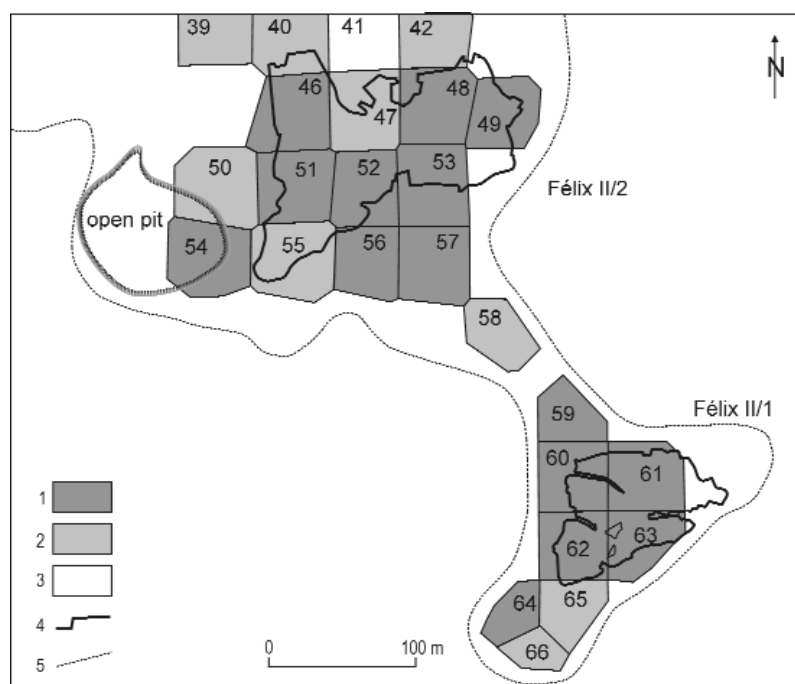


Figure 50. Resource estimation map of the Félix II/1 and Félix II/2 lenses. Polygon method (1961 and 1993)

1 – polygons with bauxite of >7 modulus grade, 2 – polygons with bauxite of 4–7 modulus grade, 3 – polygons with clayey bauxite of 2.6–4 modulus, 4 – contours of the excavated bauxite, 5 – contours of the entire bauxite sequence

50. ábra. Félix II/1 és Félix II/2 telepek készletszámítási térképe. Sokszög módszer (1961 és 1993)

1 – sokszögek >7 modulusú bauxittal, 2 – sokszögek 4–7 modulusú bauxittal, 3 – sokszögek 2,6–4 modulusú agyagos bauxittal, 4 – a ténylegesen kitermelt bauxit körvonala, 5 – a teljes bauxitösszlet körvonala

estimation was made by the polygon method under the same conditions as in the above discussed first exploration report. The classification and the categorisation of the resources were also the same.

	Resource	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	Modulus
modulus >7	124 600 t	50.8%	3.5%	21.8%	14.5
modulus 7–10	18 600 t	53.4%	6.7%	17.1%	8.0
modulus 2.6–7	410 700 t	45.8%	13.5%	19.5%	3.4

The exploration was extended also in eastern direction into the area called Nyíres-kút. Two bauxite lenses were discovered and called Nyíres-kút I and II. The first one was explored by a 50×50 metre drilling grid, the more irregular second one by a 25×25 metre grid. An exploration report was prepared in 1957 by K. Posgay. The map of the resource estimation is shown on Figure 51. Here again the polygon method was applied. The boundary of the Eocene cover is also indicated on the map. The grade of the bauxite diminished in this part of the lense as a result of secondary resiliification and local redeposition. The map of resource estimation of the Nyíres-kút II lense is presented on Figure 52. Here again the polygon methods was applied. The Eocene cover was eroded from most part of the lense. The bauxite was presumably protected from erosion by its position close to the preforming tectonic line at its northern edge, on its downfaulted side. The resources of the two lenses are as follows:

Nyíres-kút I lense

	Resource	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	Modulus
Modulus >7	161 000 t.	50.1%	4.8%	24.4%	10.4
Modulus 2.6–7	143 000 t	47.3%	12.2%	21.4%	3.9

Nyíres-kút II lense

Modulus >7	29 000 t	54.0%	5.8%	24.8%	9.3
Modulus 2.6–7	28 000 t	50.6%	12.6%	21.5%	4.1

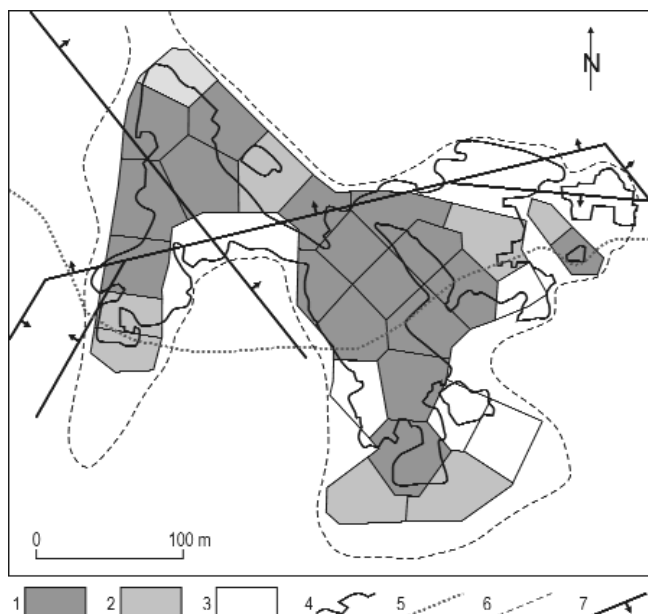


Figure 51. Resource estimation map of the Nyíres-kút I lense. Polygon method (1958 and 1993)

1 – polygons with bauxite of >7 modulus grade, 2 – polygons with bauxite of 4–7 modulus grade, 3 – polygons with clayey bauxite of 2.6–4 modulus grade, 4 – contours of the excavated bauxite, 5 – contours of the entire bauxite sequence, 6 – boundary of the Eocene cover, 7 – main tectonic lines

51. ábra. A Nyíres-kút I. telep készletszámtási térképe. Sokszög módszer (1958 és 1993)

1 – sokszögek >7 modulusú bauxittal, 2 – sokszögek 4–7 modulusú bauxittal, 3 – sokszögek 2,6–4 modulusú agyagos bauxittal, 4 – a ténylegesen kitermelt bauxit körvonala, 5 – a teljes bauxit összlet körvonala, 6 – az eocén fedőrétegek határa, 7 – fő törésvonalak

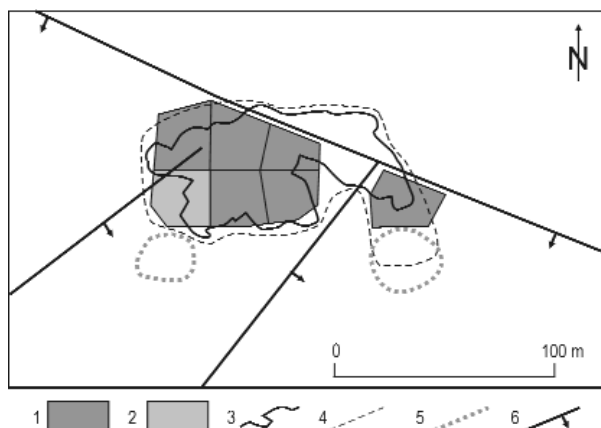


Figure 52. Resource estimation map of the Nyíres-kút II lense. Polygon method (1958 and 1993)

1 – polygons with bauxite of >7 modulus grade, 2 – polygons with bauxite of 4–7 modulus grade, 3 – contours of the excavated bauxite, 4 – contours of the entire bauxite sequence, 5 – boundary of the Eocene cover, 6 – main tectonic lines

52. ábra. A Nyíres-kút II. telep készletszámtási térképe. Sokszög módszer (1958 és 1993)

1 – sokszögek >7 modulusú bauxittal, 2 – sokszögek 4–7 modulusú bauxittal, 3 – a ténylegesen kitermelt bauxit körvonala, 4 – a teljes bauxit összlet körvonala, 5 – az eocén fedőrétegek határa, 6 – fő törésvonalak

The bauxite of the two lenses was excavated from 1962 to 1967 by underground mining. All together 160 700 tons were produced with a production loss of 28 900 tons.

A further lense was found in the vicinity, called Nyíres-kút III It has been explored by a 25×25 metre drilling grid because of the high variability of the ore grade. The resource estimation map is shown on Figure 53. Almost the entire lense is below Eocene cover as indicated on the map. An exploration report was prepared by SZANTNER, POSGAY (1958). The resource estimation was carried out by the polygon method and it was checked by the method of arithmetic means. The following resources were reported:

	Resource	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
Modulus >10	21 000 t	48.3%	4.1%	23.8%	11.9
Modulus 7–10	12 000 t	47.6%	5.8%	23.9%	8.1
Modulus 4–7	23 000 t	46.8%	9.3%	22.2%	5.1
Modulus 2.6–4	18 000 t	44.2%	14.0%	20.5%	3.2

The lense has been excavated in the years 1962–1963. Alltogether 50 000 tons of bauxite were produced by underground mining. The production loss was not reported.

After the exploration report of the Nyíres-kút III lense the explorations continued in the western part of the deposit, in the area of the Félix I and Félix II lenses. To the north of the already explored Félix II/1 lense the exploration continued in a 50×50 metre regular grid, until 1961. 141 boreholes were executed. An exploration report has been prepared by POSGAY (1962). The resources were calculated by the polygon method and they were checked by the method of “geologic blocks” (Figure 54). The results are as follows:

	Resource	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
Modulus >10	138 000 t	51.1%	3.0%	21.6%	17.0
Modulus 7–10	31 000 t	52.2%	6.8%	18.2%	7.7
Modulus 4–7	150 000 t	48.3%	9.8%	19.6%	4.9
Modulus 2.6–4	804 000 t	45.1%	14.6%	20.9%	3.1



Figure 53. Resource estimation map of the Nyíres-kút III lense. Polygon method (1958 and 1993)

1 – polygons with bauxite of >7 modulus bauxite, 2 – polygons with 4–7 modulus bauxite, 3 – polygons with clayey bauxite of 2.6–4 modulus grade, 4 – contours of the excavated bauxite, 5 – contours of the entire bauxite sequence, 6 – boundary of the Eocene cover, 7 – main tectonic lines

53. ábra. A Nyíres-kút III. telep készletszámítási térképe. Sokszög módszer (1958 és 1993)

1 – sokszögek >7 modulusú bauxittal, 2 – sokszögek 4–7 modulusú bauxittal, 3 – sokszögek 2,6–4 modulusú agyagos bauxittal, 4 – a ténylegesen kitermelt bauxit körvonala, 5 – a teljes bauxit összlet körvonala, 6 – az eocén fedőrétegek határa, 7 – fő törésvonalak

The grade of the ore deteriorated in north-western direction. The Al_2O_3 content was in the south 49–53% and it diminished to 44–46% in the northern part of the lense. The SiO_2 content was 6–12% in the south and 12–15% in the north. The resources were excavated in the period of 1963–1972, partly in open pits, partly by underground methods. All together 811 000 tons were produced with 110 000 tons of mining losses. The contours of the excavated areas are indicated on Figure 54.

In the same time the exploration was extended to the west. The lenses Félix I/1, 2. and 3 were explored by 50×50 metre regular grid. An exploration report was prepared by POSGAY (1961).

The resources of the Félix I/1 lense were calculated by the polygon method. 227 000 tons of geologic resources were determined with 51.1% average Al_2O_3 content and 8.8% average SiO_2 content. The resources were excavated by underground mining from 1964 to 1966. The resource estimation map is presented on Figure 55. All together 145 000 tons were produced with 30 500 tons of mining losses.

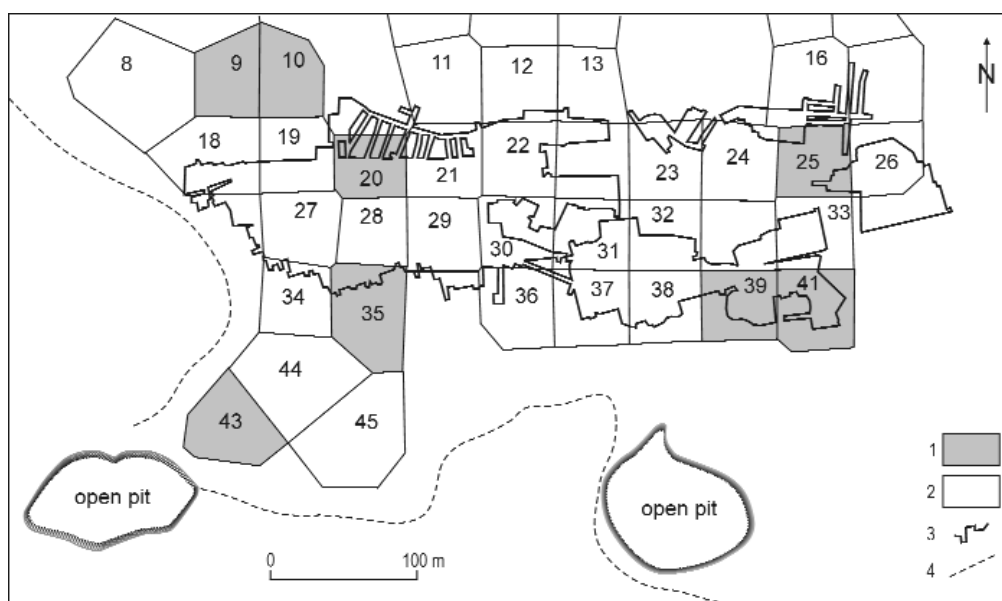


Figure 54. Resource estimation map of the Félix II/3 lense. Polygon method (1961 and 1993)

1 – polygons with bauxite of 4–7 modulus, 2 – polygons with clayey bauxite of 2.6–4 modulus, 3 – contours of the excavated bauxite, 4 – contours of the entire bauxite sequence

54. ábra. A Félix II/3 telep készletszámítási térképe. Sokszög módszer (1961 és 1993)

1 – sokszögek 4–7 modulusú bauxittal, 2 – sokszögek 2,6–4 modulusú agyagos bauxittal, 3 – a ténylegesen kitermelt bauxit körvonala, 4 – a teljes bauxit összlet körvonala

Figure 55. Resource estimation map of the Félix I/1 lense. Polygon method (1961 and 1993)

1 – polygons with bauxite of >7 modulus grade, 2 – polygons with bauxite of 4–7 modulus grade, 3 – polygons with clayey bauxite of 2.6–4 modulus grade, 4 – contours of the excavated bauxite, 5 – contours of the entire bauxite sequence, 6 – tectonic line

55. ábra. A Félix I/1 telep készletszámítási térképe. Sokszög módszer (1961 és 1993)

1 – sokszögek >7 modulusú bauxittal, 2 – sokszögek 4–7 modulusú bauxittal, 3 – sokszögek 2,6–4 modulusú agyagos bauxittal, 4 – a ténylegesen kitermelt bauxit körvonala, 5 – a teljes bauxit összlet körvonala, 6 – törésvonal

The lense of Félix I/2 was discovered to the north-west of the Félix I/1 lense. The bauxite sequence occupies a relatively large area, but the bauxite has only a very limited extent, accompanied by clayey bauxite (Figure 16). The resource estimation carried out by the polygon method determined 10 000 tons of bauxite (51.5% Al_2O_3 and 7.1% SiO_2) and 151 000 tons of clayey bauxite with an average 47.5% Al_2O_3 and 12.4% SiO_2 content. These resources were not excavated because of the low grade of the ore.

The Félix I/3 lense was found further to the north, along the compressional tectonic line, discussed in the tectonic chapter. The resource estimation determined only 28 000 tons of clayey bauxite with an average of 45.1% Al_2O_3 and 14.8% SiO_2 content. (Figure 16). The resources were not excavated because of the low grade of the ore.

A further lense was found to the north-east of the Félix I/2 lense, called Félix I/4 lense. The southern part of this lense was explored by a 25×25 metre drilling grid and the northern part by a 50×50 metre grid (Figure 56). 42 boreholes were executed. An exploration report was prepared by Tóth (1972). The method of geologic blocks was applied for the resource estimation and it was checked by the method of arithmetic means. 160 000 tons of geologic resources were calculated with averages of 48.6% Al_2O_3 , 9.9% SiO_2 , 23.6% Fe_2O_3 and a silica modulus of 4.9. All together 123 000 tons were excavated from the lense by open pit mining, with 10 000 tons mining losses in the period of 1979–1986.

The exploration was restarted in the same time in the eastern part of the deposit: in the Nyíres-kút area. A new lense has been discovered under the name Nyíres-kút IV (Figure 3). First the shallow part of the lense — suitable for open pit mining — was explored by an irregular grid of 25

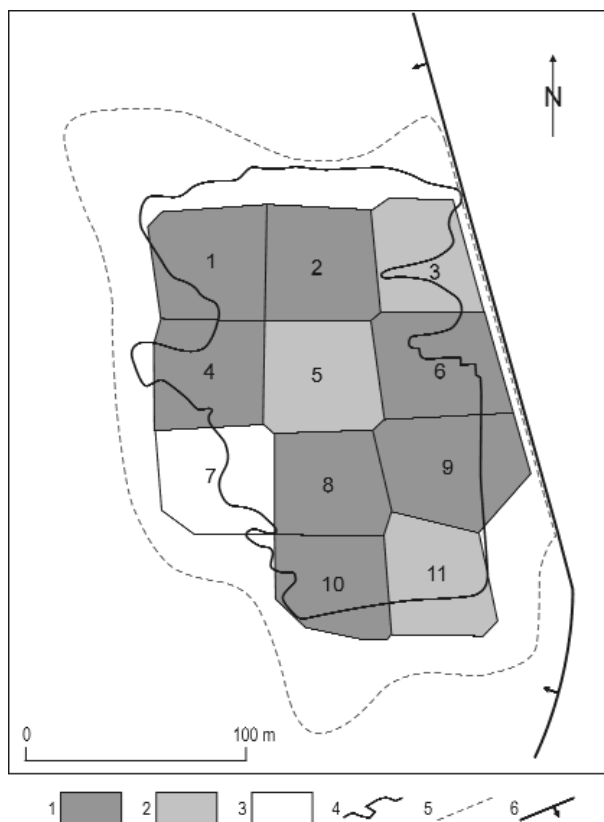


Figure 56. Resource estimation map of the Félix I/4 lense. Polygon method (1972)

1 – polygons with bauxite of >7 modulus grade, 2 – polygons with bauxite of 4–7 modulus grade, 3 – polygons with clayey bauxite of 2.6–4 modulus grade, 4 – contours of the entire bauxite sequence, 5 – boundary of the Eocene cover, 6 – main tectonic lines

56. ábra. A Félix I/4. telep készletszámítási térképe. Sokszög módszer (1972)

1 – sokszögek >7 modulusú bauxittal, 2 – sokszögek 4–7 modulusú bauxittal, 3 – sokszögek 2,6–4 modulusú agyagos bauxittal, 4 – a teljes bauxit összlet körvonala, 5 – az eocén fedőréteg határa, 6 – fő törésvonalak

to 50 metres distances (Figure 57). An exploration report was prepared by TÓTH (1972). The resources were evaluated by the method of geologic blocks and checked by the method of arithmetic means, resulting in 203 000 tons of geologic resources. The average Al_2O_3 content was 45.1%, the SiO_2 6.2%, the Fe_2O_3 23.1% and a silica modulus of 7.3. The resources were excavated in 1974 by open pit mining. 165 100 tons were produced. The amount of mining losses was not published.

The exploration continued on the deeper lying part of the lense. The results were evaluated in an exploration report prepared in 1981 by Z. PÉTER and Mrs. L. KARDOS. 77 boreholes were drilled. They achieved a 97.7% core discovery from the bauxite. The geologic resources were calculated by the method of geologic blocks and checked by the isopach method. 412 000 tons were determined with an average 46.5% Al_2O_3 , 6.3% SiO_2 and a silica modulus of 7.4. These resources were not excavated so far.

The exploration of the deposit did not continue for several years. I evaluated during this period all available exploration data and I regularly visited the acting mines. I came to the conclusion that there must be considerable resources in the

closed underground mine of the Szár-hegy I lense. Together with A. PATAKI, at that time chief geologist of the mining company, we suggested additional exploration of the lense by drilling. The Geoprospect Ltd, the legal successor of the former Bauxite Exploration Company, started the suggested exploration in 1993 and finished it in 1995. Topographic and bauxite-geologic maps of 1:500 and 1:1000 scale were also prepared. Geophysical measurements were carried out by the Terratest Ltd. 157 boreholes were drilled. The main tectonic lines detected by the exploration are shown on Figure 4. The western border of the lense is determined by a preforming tectonic line. A younger fault line dissects the lense in the south, downfaulting the bauxite by 40–50 metres. The dawnfaulted bauxite was also explored and it is evaluated separately under the name of Szár-hegy I-south. The geologic and tectonic situation of the bauxite is shown on a the north-south oriented geologic profile, prepared by B. JANKOVICS (Figure 58).

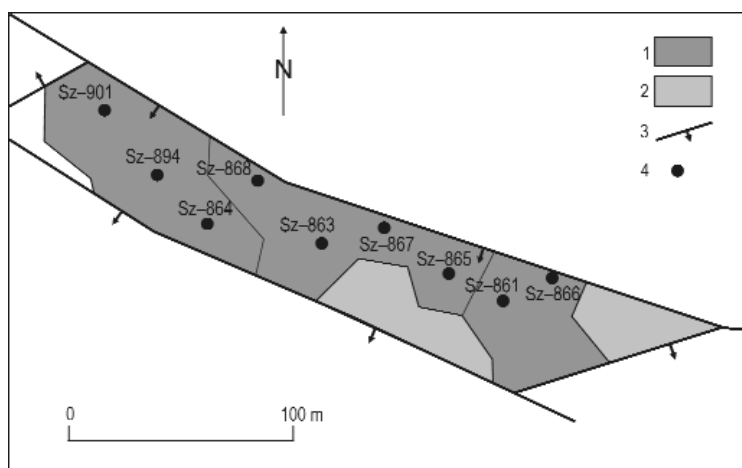


Figure 57. Resource estimation map of the Nyíres-kút IV/a lense. Method of geologic blocks (1974 and 1993)

1 – blocks with recoverable bauxite (modulus >7), 2 – bauxite (modulus 4–7), 3 – tectonic lines, 4 – boreholes

57. ábra. A Nyíres-kút IV/a telep készletszámítási térképe. Földtani tömb módszer (1974 és 1993)

1 – a kűlféjtéssel kitermelhető bauxit körvonala (modulus >7), 2 – bauxit (modulus 4–7), 3 – törésvonalak, 4 – fúrások

SW

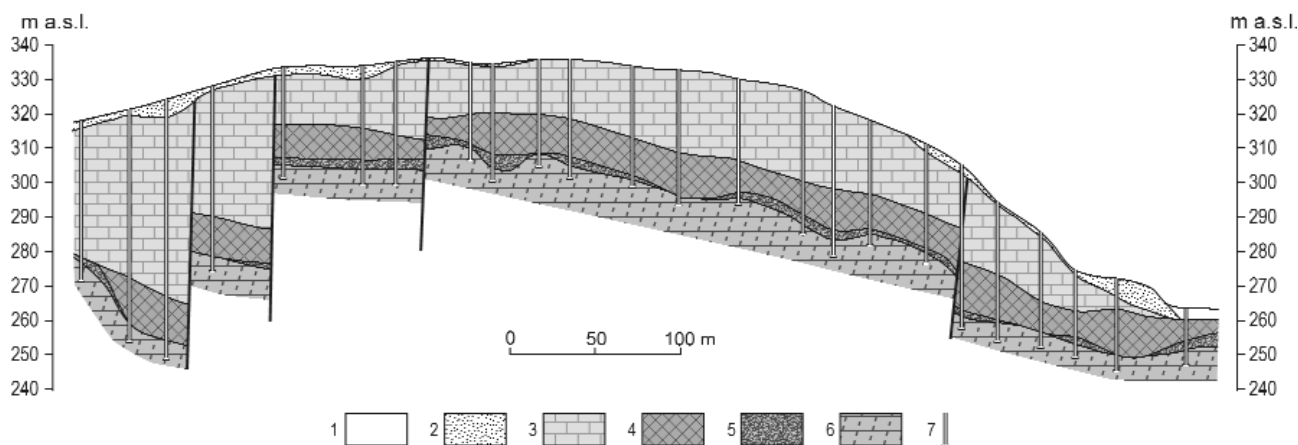


Figure 58. Geologic profile across the Szár-hegy I lense (compiled by B. JANKOVICS)

1 – backfilling, 2 – loess, clayey sand (Q), 3 – Middle Eocene Limestone, 4 – bauxite and clayey bauxite, 5 – dolomite debris embedded in clay (Pc–E₂), 6 – Main Dolomite Formation (T₃), 7 – exploration bore holes

58. ábra. A Szár-hegy I. lencse földtani szelvénye (szerkesztette JANKOVICS B.)

1 – feltöltés, 2 – lösz és agyagos homok (Q), 3 – középső-eocén mészkő, 4 – bauxit, agyagos bauxit, 5 – agyagos dolomittörmelék (Pc–E₂), 6 – Fődolomit Formáció (T₃), 7 – kutatófúrások

The Geoprospect Ltd. prepared the final report of the exploration results in 1995. The geologic resources were 281 000 tons with an average silica modulus of 10.6. 34 000 tons were determined in the downfaulted Szár-hegy I-south lense, with an average modulus of 16.7. The excavation of the Szár-hegy I lense started in 1995 by open pit mining and it was finished in 1998. 361 700 tons were produced with a mining loss of 54 300 tons, that is more than expected. No exploration report was prepared about the Szár-hegy I-south lense.

The Geoprospect Ltd. started additional exploration on the Szár-hegy II lense in 1993. 18 boreholes were drilled. The contours of the bauxite and its grade were determined with higher precision, but the amount of geologic resources did not increase. 15 000 tons of bauxite are reported with an average of 48.0% Al_2O_3 and 8.4% SiO_2 .

The Bakony Bauxite Mining Co. started in 1994 exploration drilling to the south of the Félix I/2 lense. A new small lense was discovered, called Félix I/5. Bauxite was found only in one borehole, surrounded by clayey bauxite in six boreholes. No exploration report was prepared because the small amount of ore.

The mining company started open pit mining on the ancient underground mine of the Dorottya lense after ending the mining on the Szár-hegy I lense. 40 000 tons of bauxite were produced in 1996 with 6800 tons of mining losses. The average grade of the production was 45.4% Al_2O_3 and 6.5% SiO_2 .

New systematic exploration was started in 2009 on the lenses Nyíres-kút IV and Határvölgy-north-east and it continues in 2010. The aim of this exploration is to determine more precise values of the bauxite resources. The results of these works will be discussed in the next chapters, as a special evaluation was carried out by the author of this monography.

Bauxite prospecting was carried out since the fifties in the western part of the Szőc deposit, in the Róka-haraszti and Vargatanya areas, covered by Eocene layers. No recoverable bauxite of economic value was found. For this reason no exploration reports were prepared. The results of these works are shortly summarized as follows:

The Róka-haraszti area can be divided into two geologically different parts. The first one contains three lenses situated along the compressional tectonic line, indicated on Figure 3 and called Róka-haraszti II, III and IV. They were explored by an irregular drilling grid of roughly 50x50 metre distances. They consist of bauxitic clay and clayey bauxite. Further to the west are situated the lenses Róka-haraszti I and V. These are relatively large and flat lenses, also consisting of bauxitic clay and clayey bauxite. In the Róka-haraszti I lense bauxite was found in two boreholes with an average 43.4% Al_2O_3 and 7.5% SiO_2 content. The upper zone of these lenses consists of grey bauxite with a high pyrite and marcasite content.

Four lenses were found by the exploration in the Vargatanya area, as shown on Figure 3. They consist also mainly of bauxitic clay with less clayey bauxite. The exploration was restarted in 1990 by the Bauxite Exploration Company. Drilling was performed in a 50x50 metre grid. Bauxite was found only in one borehole in the Vargatanya IV lense, surrounded by unproductive boreholes containing only bauxitic clay. The composition of the bauxite is 50.8% Al_2O_3 and 7.8% SiO_2 . No exploration reports were prepared on these two groups of lenses.

As a summary, the amount of bauxite production is listed below:

Félix I lenses	197 000 tons
Félix II lenses	1 144 000
Szár-hegy lenses	1 133 000
Határvölgy–Dorottya lenses	1 584 000
Nyíres-kút lenses	411 000
SUM	4 469 000 tons

The official “balance-report” of the mining company contains the remaining detected geologic resources, as presented on Table 19. It corresponds to the date of 1/01/2010. The location of these resources and of the excavated parts of the lenses is shown on Figure 59.

Table 19. Geological resources of the Szőc deposit at 1/01/2010 (Official report of the Hungaral Aluminium Ltd.)

Name of lenses	Geologic resources kt	Average Al_2O_3 content %	Average SiO_2 content %	Average silica modulus	Average CaO content %	Average MgO content %
Félix I/1	8.1	50.6	7.1	7.1	0.65	0.09
Félix I/2	24.0	51.6	10.1	5.1	0.59	0.08
Félix I/4	196.9	47.1	11.1	4.2	1.32	0.80
Félix II	306.6	43.6	14.2	3.1	0.45	0.30
Szár-hegy I/kelet	6.4	48.4	2.9	16.6	0.82	0.11
Szár-hegy I/dél	34.1	53.5	3.2	16.7	0.46	0.09
Szár-hegy II	15.1	48.0	8.4	5.7	1.47	0.11
Szár-hegy III-IV	70.8	46.4	2.5	18.6	0.27	0.18
Határvölgy közép	434.3	45.9	11.6	4.0	0.12	0.08
Határvölgy ÉK	98.5	45.9	6.4	7.2	0.54	0.08
Dorottya I	9.2	54.6	4.6	11.9	0.59	0.08
Dorottya II	11.8	48.1	5.9	8.1	0.59	0.08
Nyíres-kút IV/b	412.2	46.5	6.3	7.4	0.24	0.05
Sum of >7 mod.	651.2					
Sum of 4-7 mod.	670.3					
Sum of 2.6-4 mod.	306.6					
Sum	1 628.1					

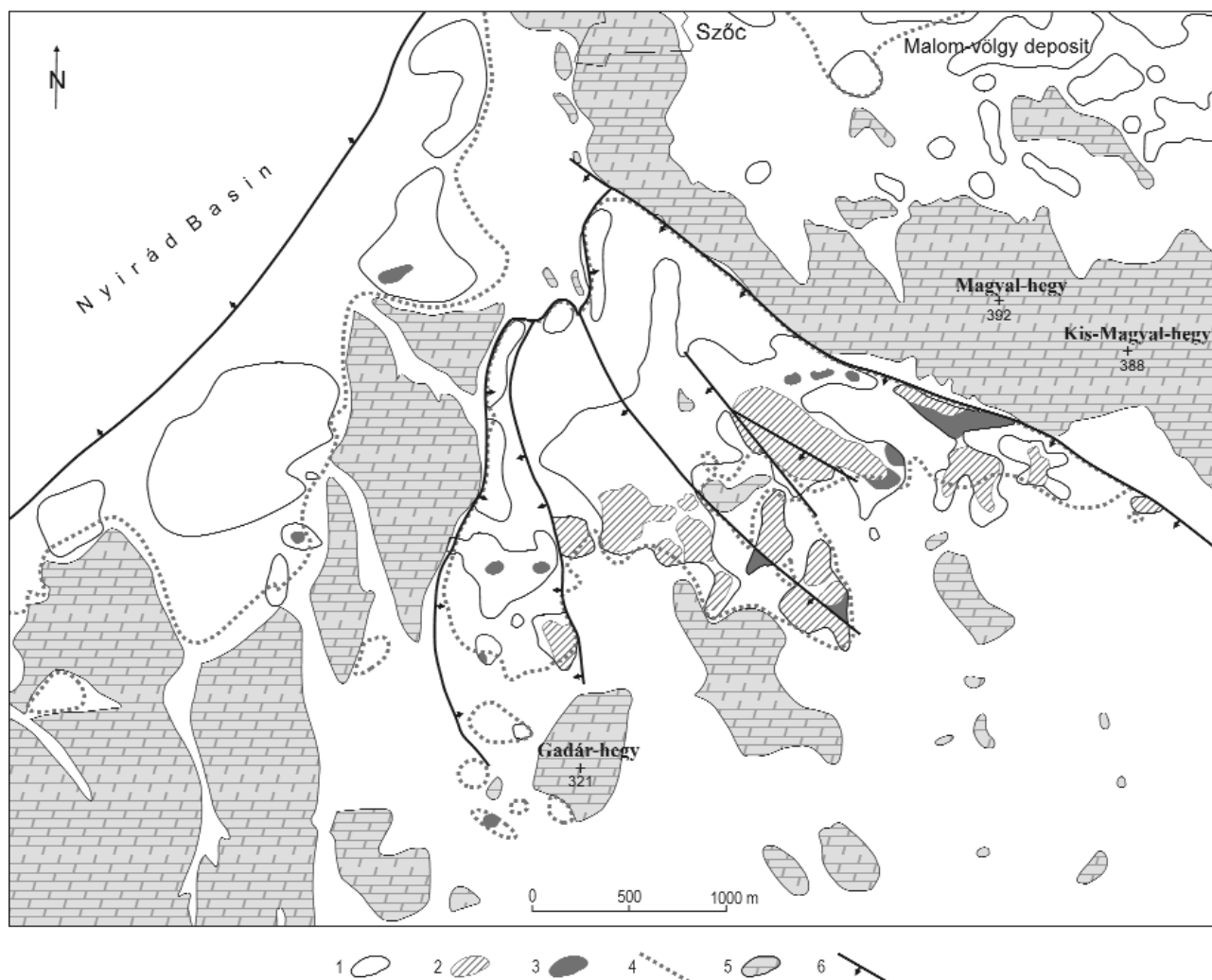


Figure 59. Map of the excavated bauxite and of the identified bauxite resources in the Szőc deposit

1 – contours of the entire bauxite sequence, 2 – area of the excavated bauxite and clayey bauxite (modulus >4), 3 – area of the identified, not excavated bauxite (modulus >7), 4 – boundary of the Eocene cover, 5 – Upper Triassic carbonate rocks on the surface, 6 – main tectonic lines

59. ábra. A szőci előforduláson kitermelt bauxit és agyagos bauxit, valamint a visszamaradt ismert vagyron

1 – a teljes bauxit összlet körvonala, 2 – a kitermelt bauxit és agyagos bauxit (modulus >4) kiterjedése, 3 – a visszamaradt kimutatott bauxit kiterjedése, 4 – az eocén fedőrétegek határa, 5 – felső-triász karbonátos kőzetek a felszínen, 6 – fő törésvonalak

Methodological experiences of the bauxite exploration

As outlined in the foregoing chapters, the exploration of the Szőc deposit was started in 1943 and it continues in our days. The methods of evaluation significantly developed during this time. In the following I present an overview of the exploration methods, with special attention to the uncertainties and risks.

It was a right geologic decision to concentrate the exploration in the area covered by Eocene layers. To the south of the erosional boundary of the Eocene cover the bauxite lenses were also eroded. No bauxite lenses of economic value were found in that area.

It is a fundamental question of all explorations how far can we interpolate between neighbouring boreholes? The local practical experiences indicated that in most cases a drilling grid of 50×50 metre distances allows reliable interpolation. In some places with higher depositional and grade variability a denser — 25×25 metre — grid has been applied, with fair results. These experiences were justified by the subsequent mining activities. However, it is a more precise solution to calculate the *distances of influence* by the well known methods of geostatistics. For these calculations I applied isotropic and directional *variograms*, separately for all lenses on the thickness of bauxite and on its grade. I applied mainly the traditional “matheronian” variogram methods, completed in more complicated cases by non-ergodic and inverse-

covariance function methods. According to the bibliographic references, at least 20–30 boreholes are required to obtain good experimental variograms. I obtained variograms of good quality also from 10–20 boreholes in the Szőc area by excluding outliers and by a thorough optimisation of the lag distances.

According to my experiences, the *spatial variability* (γ_h) is highest for the thickness, followed by the grade of the bauxite and lowest for the bauxitic clay. As an example: the distances of influence in the Félix II/1 and 2 lenses are 120–190 metres for the thickness of the bauxitic clay, 80–140 metres for the clayey bauxite and 70–100 metre for the bauxite. Furthermore, the distances of influence are shorter in the south-eastern part of this group of lenses and longest in the north-western part. This is clearly related to the direction of the accumulation of the bauxite sequence (Figure 46). The anisotropy of the directional variograms is also high, the distances of influence being longer in the direction of the accumulation (SE/NW), and shorter perpendicularly to it. The spatial variability (γ_h) is highest for the Fe_2O_3 content, being 60–90 metres for the bauxite, 80–120 metres for the SiO_2 and 90–120 metres for the Al_2O_3 contents. Finally, for most experimental variograms “spherical” modelling could be applied.

In conclusion, the distances of the drilling grids of the lenses were in most cases appropriate, being justified by the calculated distances of influence. These distances are longer than those determined in other bauxite deposits of Hungary. The areas between the explored lenses were prospected with only few boreholes, located at longer distances. Interpolation between these boreholes is not justified, as the distances of influence are shorter. Thus it is possible, that between the boreholes smaller lenses of bauxite occur, not detected so far.

Additionally, I calculated a summarising variogram for the thickness of the entire bauxite sequence for the entire deposit, presented on Figure 60. 5086 pairs of data were taken into account. The variogram has a very regular form, with a distance of influence of 200 metres. This value can be applied in prospecting the areas around the Szőc deposit.

A fundamental question of all exploration works is how long to continue them? Early stopping of the exploration results in “under-exploration”, characterized by high uncertainty and risks for mining investigations. On the other hand, “over-exploration” results in unneeded, superfluous exploration costs. The finding of the optimum is based generally on the opinion of an expert, a so called “competent person”. Unfortunately, the traditional statistical methods of the “frequentist” approach are not suitable to resolve this problem.

In the last years I systematically applied the Bayesian approach to this problem and I found that this method is suitable to find the right exploration optimum. My results were justified by the subsequent mining operations in the Halimba bauxite deposit (2007). I applied a double approach: First the prior and posterior probabilities of the main exploration parameters are calculated by the Bayes–Laplace equation, for several steps of the progressing exploration works. The diminishing differences between the prior and posterior probabilities indicate the optimum of the exploration, where it can be stopped. These calculations are completed by diagrams indicating the changes of the main variables (thickness, area, tonnage and grade). As long as these variables show significant changes as the exploration progresses, the works should not be stopped. The equalisation of the values indicates that an optimum has been achieved. It is important to establish an order of importance for the evaluated variables, as their optimum can be rather different. The two methods complete each other.

The majority of the bauxite lenses in the Szőc deposit were explored sufficiently. The remaining resources, as calculated by the mining company were presented in the Table 19. In the case if further explorations will be carried out, it would be advisable to apply the above discussed Bayesian approaches.

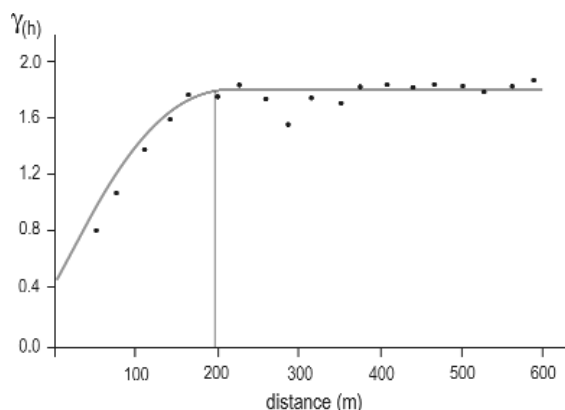


Figure 60. Variogram of the thickness of the entire bauxite sequence in the Szőc deposit (5086 calculated pairs of data)

60. ábra. A teljes bauxitösszlet vastagságának variogramja a szőci előfordulás egészére (5086 számításba vett adatpár)

Experiences of the estimation of resources

The fundamental requirement of any resource estimation is a reliable deposit model. The exploration works and the mining in the Szőc deposit gave rise to such a model, depicting in a realistic way the most important resource features.

In the first years mainly the *polygon method* was applied. A good example of it is the resource estimation map of the Dorottya lense, constructed in 1953 (Figure 47). In the same time I applied the *method of parallel vertical sections* on

the lenses Szár-hegy II and III (Figure 48). According to my experiences, the features of the lenses can be taken into account more precisely, than with the above mentioned method. It did not find further application because it requires more work and higher level preparation of the resource estimation. Instead the *method of geologic blocks* was applied more frequently. In a few cases the *isopach method* was also applied. The *method of arithmetic means* was the most frequently applied method for checking the estimation results.

All the above listed methods are generally well known, thus no detailed presentation is necessary. From the mathematical point of view they are all *deterministic approaches*. Their common characteristic is that they present only one single value for the tonnage and single values for the grade. Thus the related uncertainties are not taken into account. Instead *categories of reliability* (A, B, C₁ and C₂) are reported, based on “expert’s opinion”. Even the information obtained from the confidence intervals, offered by frequentist statistics was not utilized.

The *geostatistical methods* were not applied in Hungarian resource estimations, as these methods require a higher level of mathematical knowledge. There are also some theoretical objections against the geostatistical methods, such as the kriging is based on solving linear equation systems, however in reality most relations are of non-linear character. The rigid geometric forms of the kriging blocks e.g. squares, do not depict exactly the sinuous contours of most bauxite lenses. The most important problem is, that the “additivity axiom” of Kolmogorov’s probability theory comes not true in most geologic systems. The different lithologic types of bauxite are generally overlapping, as discussed in the foregoing chapters, thus they are not disjunctive systems. Finally, semiquantitative data, frequently occurring in bauxite exploration, cannot be taken into account in traditional statistics.

For the above outlined reasons we started in the nineties with professor J. Fodor to apply the *fuzzy set theory* in the Earth sciences, among others in bauxite resource estimation. A detailed discussion of the application of the method to bauxite resource estimation was published (BÁRDOSY et al. 2003) in English. The mathematical background of the theory and different fields of application were presented in detail in a book written by BÁRDOSY, FODOR (2004). The first practical application on a bauxite lense was also presented in this book, as shown on Figure 61 on the Szár-hegy I bauxite lense. Besides higher precision the most important advantage of the new method is its ability to determine the amount of uncertainty of grade and tonnage. The results are represented by *membership functions*. Examples of them will be presented in the next chapter. The degree of overlapping is also represented by these functions.

I carried out resource estimation by applying the fuzzy set theory in the monography of the Halimba deposit (BÁRDOSY 2007, see Figure 60 of the monography). The results of these calculations were justified by the subsequent mining excavations. In 2009 I carried out similar calculations for the Nyíres-kút IV lense. These calculations will be outlined in the following.

The first step is the determination of the contours of the bauxite lense. This is followed by the determination of the thickness and finally of the bulk density. The grade of the bauxite is evaluated by separate membership functions.

I distinguished reliable and possible resource areas. The reliable area is bordered from all sides by productive boreholes, thus it is the inner part of the lense. The possible area surrounds the reliable area, limited by the nearest unproductive boreholes. They are either barren boreholes, or boreholes containing bauxite in non sufficient thickness (in the case of bauxite 2.0 metres minimum value). In some places the lense is not surrounded entirely by unproductive boreholes. The area should be extrapolated at these places until the range of influence, determined by variography.

In the case of the lense Nyíres-kút IV the number of productive boreholes is sufficient to delineate the reliable and possible resources. The actual resource area is limited on the northern side by the bauxite excavated by open pit mining (Figure 62). For this reason, no possible resource area is distinguished in this direction. I distinguished a southern and an eastern reliable and possible area, based on the distribution of the boreholes.

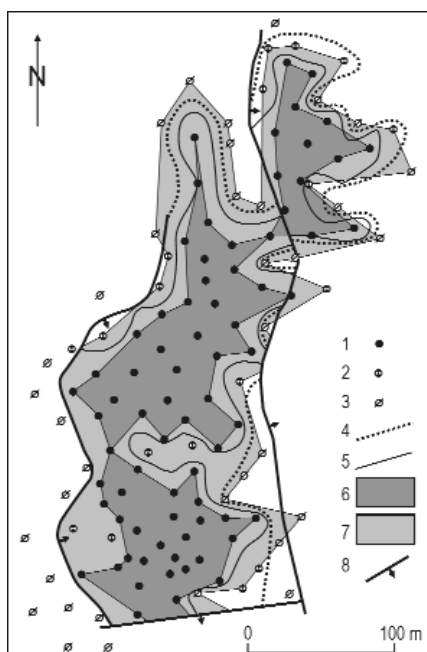


Figure 61. Resource estimation map of the Szár-hegy I lense. Method of fuzzy arithmetic

1 – productive boreholes, 2 – unproductive boreholes with clayey bauxite and bauxitic clay, 3 – barren boreholes, 4 – interpolated zero metre-bauxite thickness 5 – interpolated 2 metres bauxite thickness, 6 – area of reliable resources, 7 – area of possible resources, 8 – main tectonic lines

61. ábra. A Szár-hegy I. telep készletszámítási térképe a fuzzy aritmetika módszerével

1 – produktív fúrások, 2 – improduktív fúrások agyagos bauxittal és bauxitos agyaggal, 3 – meddő fúrások, 4 – a bauxit szerkesztett nulla vonala, 5 – a bauxit szerkesztett 2 méteres vastagságvonala, 6 – a megbízható készlet kiterjedése, 7 – a lehetséges készlet kiterjedése, 8 – fő törésvonalak

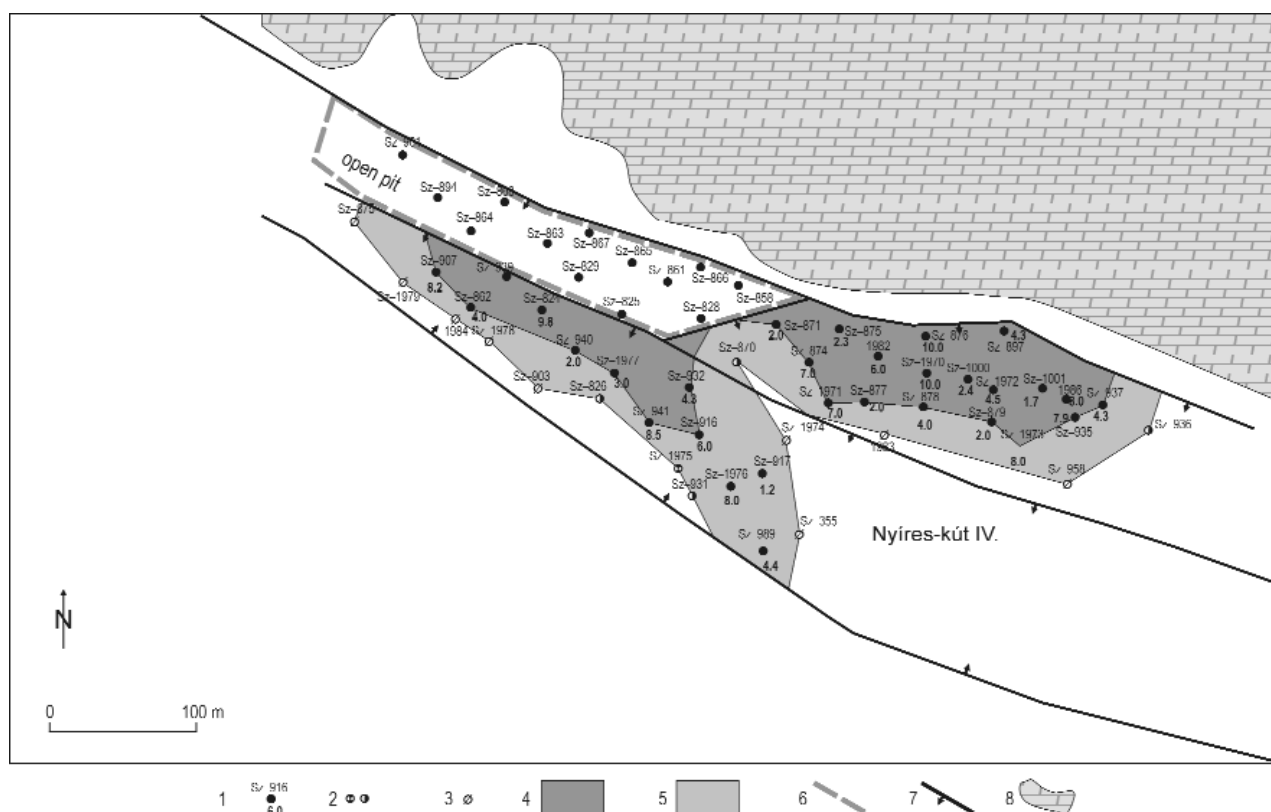


Figure 62. Resource estimation map of the Nyíres-kút IV/b lense. Method of fuzzy arithmetic

1 – productive bore holes with bauxite of >7 modulus grade, 2 – unproductive bore holes with bauxitic clay, 3 – barren bore holes, 4 – area of reliable resources, 5 – area of possible resources, 6 – area of excavated bauxite (open pit), 7 – main tectonic lines, 8 – Upper Triassic dolomite on the surface

62. ábra. A Nyíres-kút IV/b telep készletszámtási térképe fuzzy aritmetika módszerével

1 – produktív fúrások >7 modulusú bauxittal, 2 – fúrások bauxitos agyaggal, 3 – meddő fúrások, 4 – a megbízható készlet elterjedése, 5 – a lehetséges készlet elterjedése, 6 – a külfejtéssel kitermelt bauxit körvonala, 7 – fő törésvonalak, 8 – felső-triász dolomit a felszínen

The average bauxite thickness is determined separately for the reliable and possible resource areas. In the reliable area the arithmetic mean is computed taking into account the possible asymmetry of the thickness distribution. If the skewness is more than ± 1.0 Tukey's maximum likelihood estimator must be applied for a correction of the bias. In the case of the Nyíres-kút IV lense this correction was not necessary. For the possible resource area I calculated the arithmetic mean of the boreholes bordering the reliable area. In the case of asymmetric thickness distribution Tukey's maximum estimator is applied again. I took into account only the half of the average thickness because of the gradual thinning out of the thickness in the direction of the unproductive boreholes.

The bulk density of the bauxite is determined mainly by laboratory measurements of cores of selected boreholes. According to our experiences, the analytical error is in most cases less than $\pm 5\%$. The standard error of the mean can be diminished by increasing the number of determinations. The representativity of the sampling is also an important factor of the precision. Additionally, large scale measurements were performed in the mines of the deposit on 0.5 to 1.0 m³ volumes, as the precision of these measurements is much higher than that of the core samples.

After the determination of the main resource parameters the uncertainties are determined by the fuzzy membership functions. An average uncertainty can be calculated on the entire lense, but, according to my experiences, more precise values can be obtained when calculating separately the uncertainty of the reliable and of the possible resources.

A main source of error in the determination of the resource areas was the use of planimeters. Repeated measurements were carried out and averages were calculated to diminish the error. These errors were completely abolished by the use of the Auto-Cad computer program. For this reason the core of the fuzzy number of the area became a single point. The only remaining source of uncertainty is the contouring of the resource areas, as the bordering boreholes are connected by straight lines. The shorter the distance of the bordering boreholes the smaller is the related uncertainty. In the case of the Nyíres-kút IV lense the contours of the reliable and possible areas are shown on Figure 62. The uncertainties of the area determinations are expressed by the fuzzy numbers, shown of Figure 63.

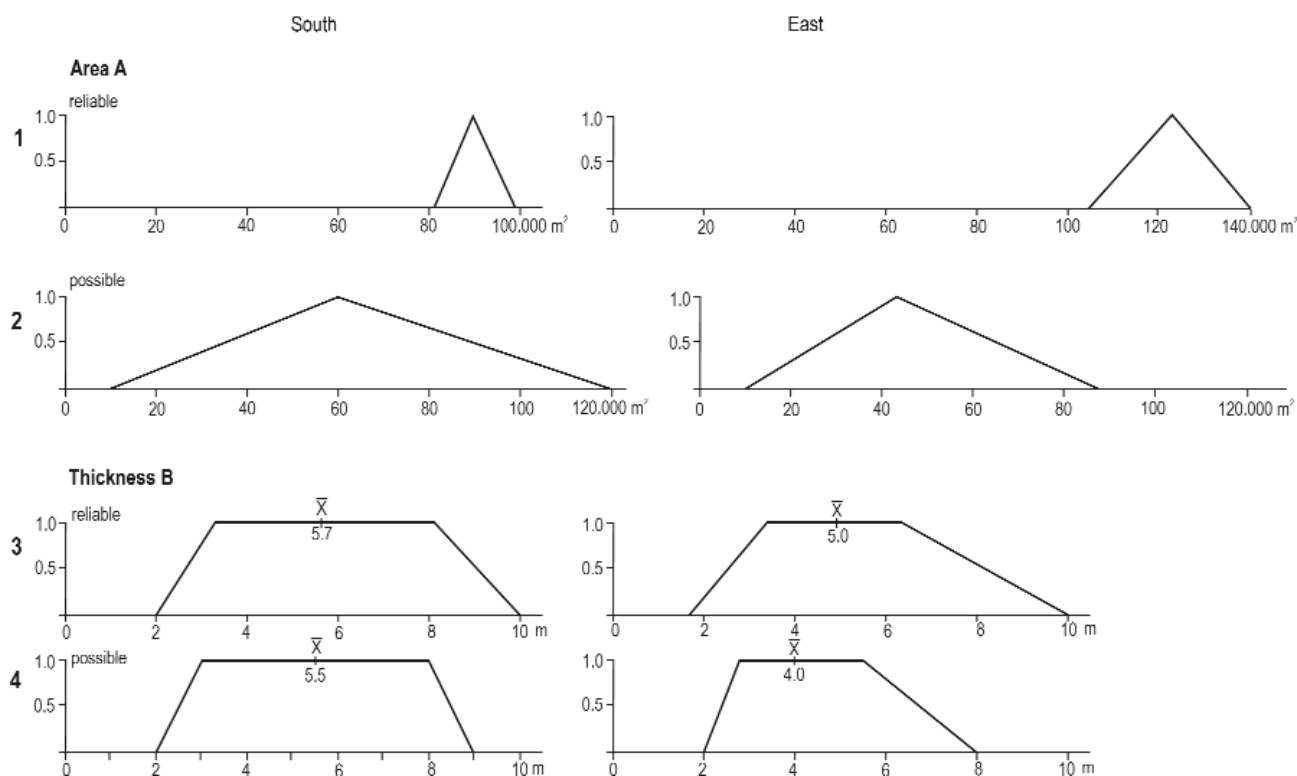


Figure 63.

A. Resource areas: 1 – membership functions of the extent of the reliable areas, 2 – membership functions of the extent of the possible areas. **B. Bauxite thicknesses:** 3 – membership functions of the bauxite thickness of the reliable areas, 4 – membership functions of the bauxite thickness of the possible areas

63. ábra.

A. A bauxit kiterjedése: 1 – a megbízható készlet kiterjedésének tagság függvényei, 2 – a lehetséges készlet kiterjedésének tagság függvényei. **B. A bauxit vastagsága:** 3 – a megbízható készlet vastagságának tagság függvényei, 4 – a lehetséges készlet vastagságának tagság függvényei

The uncertainty of the possible area may have two extreme values: The maximum area extends until the nearest unproductive boreholes. On the other hand, the minimum area extends only 1–2 metres beyond the bordering productive boreholes of the reliable area. These are extremes of low probability. In most cases the contours are somewhere in between the two extreme values. Mining experiences showed that the bauxite may extend in a few places close to the neighbouring unproductive boreholes. On the contrary, it may disappear at other places close to the bordering productive boreholes. In the Halimba underground mine precise contouring measurements were made, as shown on the Figure 60 of the BÁRDOSY (2007). At some places the bauxite extended even beyond the connecting line of the nearest unproductive boreholes. More rarely the contours of the unproductive area extended inside the connecting line of the bordering productive boreholes. It is simply impossible to predict the exact contours of the productive area by the data of the exploration boreholes. The fuzzy numbers express at least the minimum and the maximum of the productive areas. The fuzzy numbers of the Figure 63/A indicate a higher value of uncertainty in the southern area than in the eastern one. The reason for it can be seen on the Figure 62: the possible area being much larger in the southern part of the lense than in the eastern part.

The *average bauxite thickness* of the reliable area is taken as the central value of the core of the fuzzy number, as shown on Figure 63/B. The technical error of thickness determinations in the boreholes is only ± 10 cm, thus it is insignificant. The confidence interval, calculated at 95% level of confidence is measured on both sides of the central mean value. In the Nyíres-kút IV lense the core is shorter, that is the uncertainty is smaller in the eastern reliable area, as the number of boreholes is larger here. The minimum thickness value of the support is 2.0 metres, being the accepted cut-off for the thickness. The maximum of the support is given by the 95% trimmed thickness, with the aim to exclude possible outliers, as indicated on Figure 63/B.

The core of the thickness in the possible area is half of the average of the bordering inner productive boreholes. As in the reliable area, the corresponding confidence interval is measured on both sides of the mean. Here again 2.0 metres is the minimum value of the support, and the maximum is the largest thickness of the inner bordering productive boreholes.

The *bulk-density* is determined only by one value, because of its low variability in the Szőc bauxite: 2.18 t/m³. The core of the fuzzy number is the arithmetic mean, with on both sides the analytical error and the confidence interval.

The *tonnage of the resources* is determined by the fuzzy multiplication of the fuzzy numbers of the area, thickness and bulk-density. I calculated these values separately for the southern and eastern areas and for the reliable and possible resources. The uncertainties of the mean values are expressed by the fuzzy numbers, in the form of tons and they can be recalculated also in the form of percentages of the mean. The minimum value of the resources, as indicated on the lower edge of the support, informs us about the possible minimum tonnage in the case of the coincidence of the most unfavourable circumstances. On the other hand, the maximum of the support indicates the upper limit of our expectances. For the Nyíres-kút IV lense the following results were obtained:

		Uncertainty	
Southern area	reliable resources	112 000 t	−42% and +41%
	possible resources	79 000 t	−63% and +61%
Eastern area	reliable resources	134 000 t	−26% and +25%
	possible resources	40 000 t	−88% and +90%
Together	reliable resources	246 000 t	
	possible resources	119 000 t	
All together		365 000 t	

The indicated uncertainties are valid separately; it is unrealistic to calculate averages of them.

The *grade of the bauxite* was also calculated by fuzzy numbers. The weighted mean of the given component is in the centre of the core. In the case of asymmetry Tukey's maximum likelihood estimator must be applied to correct the bias. The analytical errors and the confidence intervals at 95% level of confidence are measured on both sides of the mean. The minimum of the support is taken by the lowest borehole average. The maximum is determined in the same way for the highest average.

The fuzzy numbers for the Al₂O₃ content of the Nyíres-kút IV lense are presented on Figure 64/a separately for the southern and for the eastern areas. The same is illustrated for the SiO₂ content on Figure 64/b. Finally, the fuzzy numbers for the ignition loss content are indicated of Figure 64/c. For the Al₂O₃ and the SiO₂ contents the fuzzy numbers are similar. On the other hand, significant differences can be seen for the ignition loss content. The core is much smaller in the southern area, and the minimum value of the support is significantly smaller. These differences correspond to higher gibbsite content in the eastern area, and a higher rate of boehmite in the southern one.

All the above presented values refer to the geological resources. The recoverable resources can be calculated by taking into account the projected mining losses and contaminations. The calculation of the economic reserves requires the evaluation of economic, financial and commercial aspects, going beyond the limits of this monography.

Possibilities of further explorations

Geoprospect Ltd the legal successor of the Bauxite Prospecting Ltd prepared in 1993 a report on the chances of future explorations in the Halimba–Szőc area. They evaluated the remaining explored resources and estimated the prognostic resources in the entire area. The method of

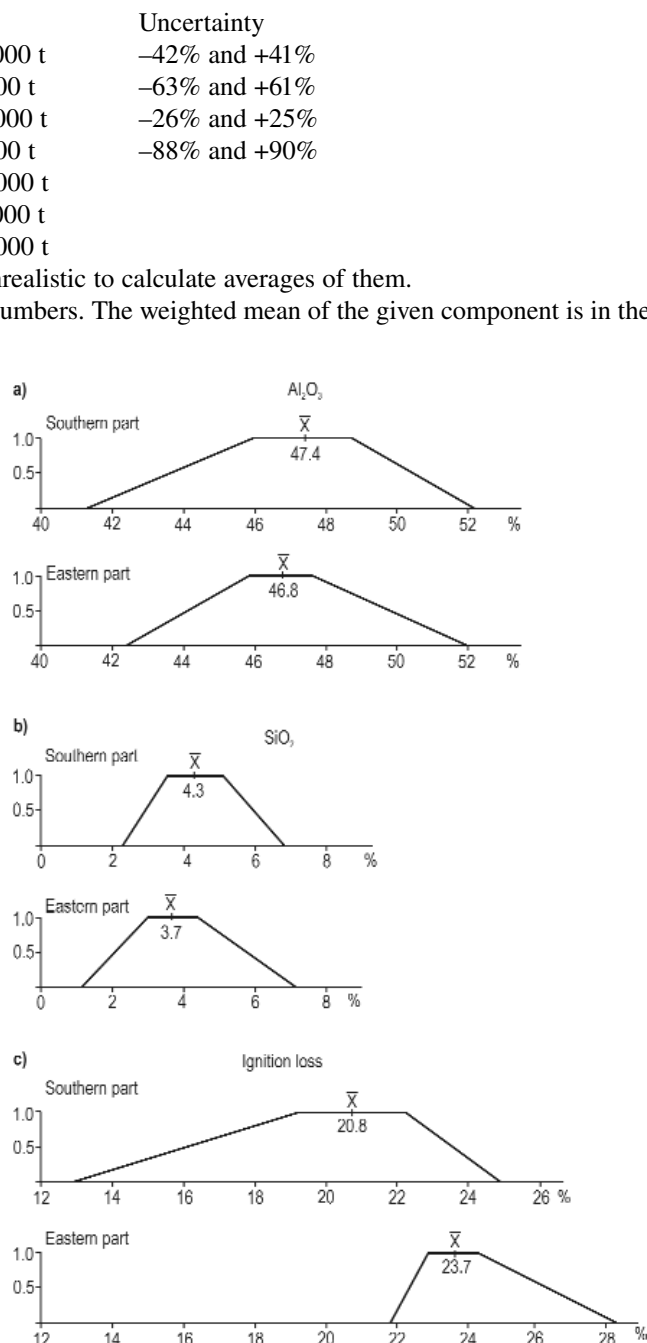


Figure 64. Nyíres-kút IV/b lense. Membership functions of the grade of the bauxite

64. ábra. Nyíres-kút IV/b. lencse. A bauxit minőség tagság függvényei

geologic blocks was used for the estimation of the explored resources. The prognostic resources were estimated by a combination of footwall and covering formations. This method was applied also in other bauxite deposits of Hungary. Generally it worked well, but in the case of the Szőc deposit it did not take into account the spatial trend of bauxite grade, as discussed in the foregoing chapters.

In the following only the areas surrounding the Szőc deposit will be evaluated. The authors of the report distinguished eight prognostic areas to the southwest, south and southeast of the deposit (Figure 65). The amount of the estimated prognostic resources is listed on Table 20. The sum of the estimated resources with a silica modulus more than 7 is 600 000 tons.

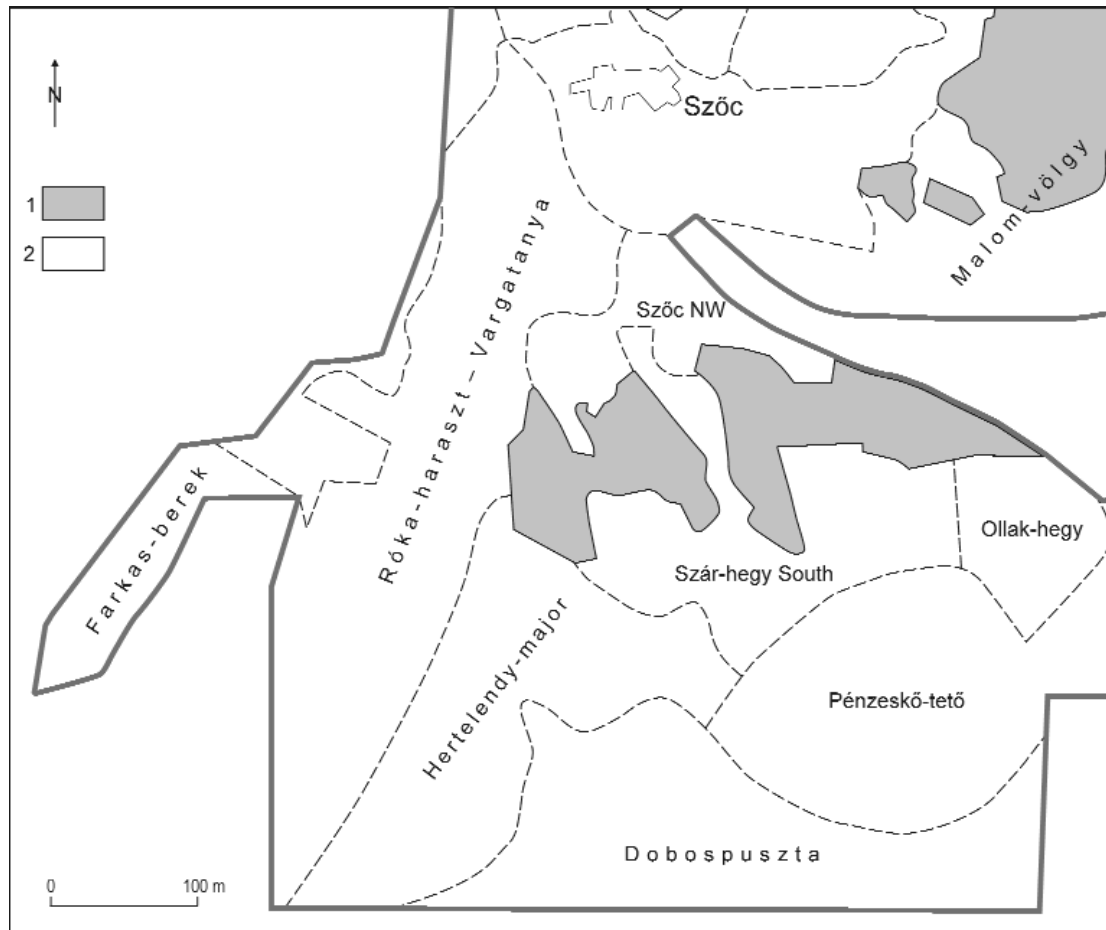


Figure 65. Map of the prognostic areas in contact with the Szőc deposit, constructed by the Geoprospect Ltd. (1993)

1 – exploration areas, 2 – prognostic areas

65. ábra. A Geoprospect Kft. (1993) által szerkesztett térkép a szőci előfordulással érintkező reménybelinek tekintett területekről

1 – fúrásos kutatási területek, 2 – reménybeli területek

Let us stress that in the entire area of the Szőc deposit the bauxite lenses do not extend beyond the erosion boundary of the Eocene cover. The bauxite extends only at the Félix I and Nyíres-kút I lenses southward by 50–100 metres, but even there a strong deterioration of the bauxite grade was observed. Thus the erosion was stronger in the Szőc area than in the neighbouring Malom-völgy deposit. The Bauxite Prospecting Ltd. executed 190 prospecting boreholes in the area to the south of the erosion boundary of the Eocene cover. No one of them detected bauxite. Only red kaolinitic clay was found below 5–50 metres of Pliocene sandy-clayey layers, containing more or less quartz grains. According to my personal observations, even at those few places where bauxitic clay was reported only red kaolinitic clay was present, as justified by chemical analyses. For this reason, in my opinion, in the three prognostic areas situated to the south of the Szőc deposit, there is no hope to find bauxite of economic value.

In the prognostic area called Hertelendy-major (Figure 65) the Eocene cover was not eroded entirely, it remained in some small spots, as shown on Figure 3. On one of these spots a bauxite sinkhole was detected by drilling, containing

Table 20. Presumed geologic resources of the prognostic areas according to the report of the Geoprospect Ltd. (2003)

Name of the area	Presumed resources kt	Average Al ₂ O ₃ content %	Average SiO ₂ content %	Resource category	Extent km ²	Average silica modulus
Ollak-hegy	30	50.0	7.0	D1	0.8	7.1
Szár-hegy dél	140	45.5	7.0	D1	2.2	7.1
Róka-harasztt–Vargatanya	120	51.0	6.8	D1	6.0	7.5
Hertelendy-major	80	50.0	7.0	D2	3.5	7.1
Pénzeskő-tető	70	49.6	7.0	D2	4.1	7.1
Dobosipusztá	40	49.5	7.0	D3	3.5	7.1
Farkasberek	40	51.0	6.8	D1	0.8	7.5
Szóc északnyugat	80	50.8	7.1	D1	1.1	7.2

high grade bauxite. For this reason it is possible that other small bauxite lenses and sinkholes occur below the remaining Eocene cover. According to my estimate about 30 000–50 000 tons of bauxite can be expected in this area, suitable for open pit mining.

The Róka-harasztt–Vargatanya prognostic area is situated to the west of the Hertelendy-major area. Its northern part is covered entirely by Eocene layers, but the lenses found by drilling consist almost entirely of bauxitic clay and clayey bauxite. This corresponds to the general grade-trend of the Szóc deposit, discussed in the foregoing chapters. Bauxite was found only in two lenses in one borehole each, surrounded by unproductive boreholes.(Figure 16). As a very optimistic estimate, maximum 20 000–50 000 tons of bauxite can be expected in the entire prognostic area.

To the southwest of this area is situated the prognostic area called Farkas-berek (Figure 65). Small Eocene outcrops occur in this area, but no bauxite prospecting was carried out so far. Upper Triassic dolomite is on the surface in the eastern part of this area. Geoprospect Ltd estimated 40 000 tons of prognostic bauxite resources in this area. This assumption is quite possible. Within the actual north-western part of the Szóc deposit a further prognostic area was distinguished under the name Szóc-north-west. This area is entirely covered by Eocene layers. Four lenses consisting of clayey bauxite and bauxitic clay were detected in this area (Figure 3). Geoprospect Ltd. estimated in this area 80 000 tons of economic bauxite. Unfortunately, according to the grade trend revealed by my geochemical evaluation there is little hope to find any bauxite in this area (Figure 16).

To the west of the main tectonic line follows the Nyirád Basin. Some small bauxite lenses were detected in the area, but they are all situated below the main karst water level, at more than 200 metres depth. It is prohibited to start large scale water pumping in the entire area, thus excavation of the bauxite is impossible.

Upper Triassic dolomite is on the surface on the north-eastern side of the main tectonic line, bordering the Szóc deposit on its north-eastern side (Figure 3). This is a barren area also according to the prognostic map.

The last prognostic area is to the east of the Nyíres-kút group of bauxite lenses, called Ollak-hegy. Geoprospect Ltd estimated 30 000 tons of economic bauxite in this area. It was generally accepted that small bauxite lenses may occur along the downfaulted side of the main tectonic line and the presence of Eocene cover was also presumed. Later 34 boreholes were executed in this area. Unfortunately, they did not find any bauxite and no Eocene layers as well. In five boreholes the presence of clayey bauxite was described. Unfortunately, the chemical analyses of these samples did not justify this assumption the samples consisting of kaolinitic clay. 1.4 metres of redeposited clayey bauxite was found in only one borehole, within the Pliocene sequence. In my opinion, there are only very few chances to find between the barren boreholes small bauxite lenses under Eocene cover.

In the summary Geoprospect Ltd. estimated in the entire prognostic area round 600 000 tons of economic bauxite. According to my estimate no more than 130 000–180 000 tons of bauxite can be expected in this area.

The chances of finding new bauxite resources are more favourable within the limits of the known Szóc deposit. The Bakony Bauxite Mines Company calculated the demonstrated geologic resources for the 01/01/2010 situation (Table 19). I consider these calculations as reliable. My geochemical evaluations revealed in addition a spatial trend of bauxite grade within the deposit. The best grade bauxite occurs in the south-eastern and southern part of the deposit. It is gradually replaced by clayey bauxite and later by bauxitic clay in north-western direction (Figure 5). For this reason I recommended to start new exploration drilling in the eastern and south-eastern part of the deposit. Drilling started in autumn of 2009 on the Nyíres-kút IV lense and on the neighbouring Határvölgy-north-east section with the aim of contouring the bauxite and reaching more precise resource estimations by a more dense drilling grid. The exploration continues in 2010. Drilling results obtained before end of March could be included into the monography.

For the evaluation of these new exploration results I applied the method of *weights of evidence* (AGTERBERG, BONHAM-CARTER 1990, CHENG, AGTERBERG 1999, WANG et al. 2003). Taking into account the effect of the scaling factor I applied

this method on two levels of exploration: on the level of entire lenses and on the level of boreholes separately. My experiences are shortly outlined as follows:

The calculation of the *productivity index* requires mathematical calculations, taking some time. As a first approximation, during the exploration, a simple weighted addition of the selected “weights of evidence” is also useful. On the Szőc deposit I distinguished the following weights of evidence on the level of entire lenses in order of their importance:

- The presence of the Eocene cover.
- The position of the supposed transport route of bauxite and the intensity of the transport.
- Zones on the downfaulted side of the main tectonic lines.
- Rate of bauxite within the entire bauxite sequence of the given lense.
- Average thickness of the bauxite in the lense.
- Average silica modulus of the bauxite (grade).

The highest productivity can be expected where the sum of the above listed factors is the highest. The factors are slightly different on the level of the separate boreholes:

- The presence of the Eocene cover.
- The position of the supposed transport route and the intensity of the transport.
- Zones on the downfaulted side of the main tectonic lines.
- Number of productive boreholes within the range of influence of the selected borehole location.
- The rate of the bauxite in the neighbouring productive boreholes (%).
- Thickness of bauxite in the boreholes within the range of influence around the selected borehole location.
- Silica modulus within the above boreholes and their average.

Exploration should be started in the area of highest productivity index. It is recommended to repeat the calculation after each finished new borehole. In the same time the prior and posterior Bayes probabilities should be also calculated.

On the Szőc deposit the most recommended areas for future exploration are the surroundings of the Nyíres-kút IV and Határvölgy-north-east lenses, the southern and south-western side of the Szár-hegy lenses, the eastern edge of the Dorottya lense, and the area between the Félix I/1 and 2 lenses.

Summary and conclusions

The monographic evaluation of the Szőc deposit was a continuation of the Halimba and Malom-völgy monographies. The three monographies offer a uniform scientific and practical summary on the bauxite of this region. I tried to apply in all the three monographies up to date geomathematical methods, e.g. the fuzzy set theory, Bayesian statistics and multivariate statistical methods. Last but not least, the very efficient method of the weights of evidence was applied. A further important goal was to collect all available data and documents on the deposits: reports, maps, profiles, borehole descriptions etc, before they get lost for ever.

The optimisation of the exploration and the estimation of the resources were treated with particular attention. There are further possibilities in the Szőc deposit to find new economic bauxite resources. I tried to promote the newly started exploration by the experiences of this monography.

Acknowledgements

As in the case of the Halimba and Malom-völgy monographies, I received full help to the preparation of this monography from the Hungarian Aluminium Company (MAL). I am personally indebted to Mr. István Kis, strategic director of the Company, Mr. Gusztáv Varga and Bálint Jankovics geologists for their help in collecting the documentaion of the bauxite lenses. I received further valuable help from the Hungarian Mining and Geological Authority, personally from Mr. Lajos Ó. Kovács, head of Division, Mrs. Gizella Gombár-Forgács head of Department and Mr. Zoltán Partényi geologist. I am particularly indebted to Ms. Olga Piros, Mr. Dezső Simonyi, Mr. Antal Pentelényi for their thorough editing work.

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

The list of references can be found at the end of the Hungarian text.

A szőci bauxit-előfordulás

Bevezetés

Halimba és Szőc térségében három bauxit-előfordulás található, amelyek több tekintetben különböznek egymástól (1. ábra). Mindhárom előfordulás tudományos kutatásával több évtizeden át foglalkoztam. 2007-ben jelent meg a halimbai előfordulásról írt monográfiám (BÁRDOSSY 2007), 2009-ben pedig a malom-völgyi előfordulásé (BÁRDOSSY 2009). Ez a mostani monográfia a szőci előfordulás értékelésével foglalkozik.

A szőci előfordulás azért nevezetes számomra, mert egyetemi tanulmányaimat lezáró szakdolgozatom evvel az előfordulással foglalkozott Vadász Elemér professzor úr választása alapján (VADÁSZ 1951). E monográfia ezért egyben hálás megemlékezés Vadász professzor úrra, aki ezzel a szakdolgozattal geológusi pályámon elindított. A szőci előfordulással azóta szinte folyamatosan foglalkoztam. 2001-ben a Bányászati és Kohászati Lapokban egy összefoglaló tanulmányom jelent meg az előfordulásról, sajnos túlságosan rövidre fogott terjedelemmel (BÁRDOSSY 2001). Ezért határoztam el egy a halimbai és malom-völgyi monográfiákhoz hasonló részletességű monográfia megírását, ami által a térség bauxitföldtani értékelése teljessé válhat.

Az előfordulás megismerésének története

A halimbai-szőci térségben a bauxitkutatás 1919-ben kezdődött el a Halimbától délre levő Malomároknban. Az ottani sikeres kutatás hatására 1926-ban Vadász E., Kormos T. és Taeger H. geológusok a területről 1:5000 méretarányú bauxitföldtani térképet készítettek, amely dél felé egészen a szőci Szár-hegyig terjedt. A térképezés során több bauxit kibúvást mutattak ki. Ezt követően a német érdekeltségű Alumíniumérc Bánya és Ipar Rt. a reményteljesnek ígérkező területre zártkutatmányt létesített. 1926-ban a svájci Alumínium Industrie A.G. (AIAG) a szőci terület déli részére vásárolt zártkutatmányi jogot, amely a Szár-hegyre és a tőle keletre illetve nyugatra eső területre terjedt ki. Az AIAG 1938-ban kezdte meg bauxitkutatásait fúrásokkal és kutató aknákkal. E kutatásokat a neves J-G.de Weisse svájci geológus irányította. Magyar részről a kutatásokban Fischer M. bányamérnök vett részt. E kutatások során közel 200 fúrás mélyítették és ezek eredményeképpen kimutatták a Szár-hegy I., II., és III. , valamint ettől nyugatra a Félix I. és II. bauxitlencséket. A Szár-hegytől keletre talált lencsét Dorottyának nevezték el. A kutatások földtani adatszolgáltatása igen gyenge volt. Konkrét rétegleírások helyett a fúrásokban csak „miocén”, „eocén”, „bauxit” és „dolomit” jelzéseket használtak. A fúrások koordinátáit nem mérték be, csak egy 1:5000 méretarányú térképen tüntették fel helyüket. A fúrások tengerszint feletti magasságát sem határozták meg. Többnyire csak a bauxit SiO_2 -tartalmát határozták meg, néhány esetben az Al_2O_3 -tartalommal kiegészítve. A kutatások egészen 1944-ig folytak. 1942-ben az AIAG a Félix I. bányatelken egy kisebb külfejtést létesített. Ennek adatait a bányászati fejezetben ismertetem. 1944-ben megkezdték a Szár-hegy I. telep mélyműveléses feltárását is egy észak felől hajtott táróval. A bauxittermelés 1944 őszén indult meg és 1945-ben folytatódott.

Az Alumíniumérc Bánya és Ipar Rt. zártkutatmányi területén 1940-ben kezdett kutatásokat Kasnyik J. bányamérnök vezetése alatt a Határvölgy és Dorottyának nevezett területrészen. E kutatások adatai sajnos nem maradtak fenn. 1943-ban a cég az egész halimbai-szőci területen nagyszabású fúrásos kutatásba kezdett Vadász E. földtani és Alliquander E. bányamérnök műszaki irányítása mellett. Ennek során főként a határvölgyi lencsén mélyítették fúrásokat, kiegészítve néhány fúrással a Róka-haraszt területén. Mind-ezek magfúrások voltak Craelius rendszerű fúrógépekkel. E kutatások földtani adatszolgáltatása színvonalas volt. Részletes és alapos rétegleírásokat készítettek. A bauxitból 0,5 méterenként vettek mintákat és azokat az öt fő komponensre megelemeztek. A fúrások helyének koordinátáit is bemérték. 1945-ben a front a területen gyorsan áthaladt és a kutatásokat tovább tudták folytatni.

Vadász Elemér 1946 és 1951-ben megjelent munkáiban a halimbai bauxit előfordulás kapcsán a szőci bauxitról is rövid említést tett (VADÁSZ 1946, 1951). 1946-ban a békeszerződés értelmében megalakult a Magyar-Szovjet Bauxit Alumínium Rt. (Maszobal), amely átvette az Alumíniumérc Bánya és Ipar Rt. zártkutatmányait és kutatási létesítményeit. Az 1943 óta végzett kutatások eredményeit kéziratos kötet formájában foglalták össze — szöveges értékelés nélkül. A kötet szerzői Alliquander E., Vadász E. és I. A. Ljubimov szovjet geológus voltak (ALLIQUANDER et al. 1949). Ez a kötet mindmáig az egész halimbai-szőci térség bauxitkutatási alap dokumentációja. A kötetet 1:5000 méretarányú bauxitföldtani térkép egészítette ki az összes fúrás helyének feltüntetésével. 1950-ben a Maszobal Bauxitkutató Expedíció néven kutató vállalatot létesített. Ugyanebben az évben Barnabás K. főgeológus a Sümegtől Padragig terjedő területre 1:25 000 méretarányú bauxitföldtani térképet készített. Ebbe a Róka-haraszt és a Határvölgy területe is belekerült.

A háború után az AIAG magyarországi létesítményeit is államosították Bakonyi Bauxit Rt. néven. Az államosításkor a svájci cég teljes földtani és bányászati dokumentációját magával vitte. J-G. de WEISSE (1948) egy monográfia keretében részletesen ismertette a magyarországi bauxit előfordulásokat, közöttük a halimbait és a malomvölgyit. Ugyanakkor a szőci előfordulásról nem ejtett szót, bár az ottani kutatásokat, mint említettem, ő vezette. A kötet végén közölt bauxitföldtani térképen viszont Szőctől délre a bauxit jelenlétét feltüntette. 1951-ben Barnabás K. főgeológus szakvéleményben értékelte az AIAG még hozzáférhető kutatási adatait és ennek alapján készletszámításokat is végzett (BARNABÁS 1951). Ezek eredményeit a monográfia készlet és termelési fejezetében ismertetem. Az AIAG volt koncessziós területeit 1951-ben vette át a Maszobal és ezzel a szőci bauxit-előfordulás teljes területe egységes kutatási irányítás alá került.

BARNABÁS (1957) részletesen elemezte a nyirádi–halimbai térség bauxitföldtani viszonyait. Ennek során röviden a szőci előfordulásra is kitért és a Vargatanyától a Róka-haraszton át a Határvölgyig áttekintő földtani szelvényt szerkesztett.

Bárdossy (1953) készített a Maszobal előírásai szerint kutatási zárójelentést a Szár-hegy I., Határvölgy és Dorottya telepeken végzett kutatások és készletszámítás eredményeiről. A fúrásos kutatások az előfordulás területén folytatódtak. Az előfordulás keleti részén négy bauxitlepet mutattak ki (Nyíres-kút I., II., III. és IV.) , lehatárolták nyugat felé a határvölgyi nagy bauxitlencsét, és részletes kutatást végeztek a Félix I. és II. területen 2009-ben Károly Ferenc készített összefoglaló értékelést a száz éve kezdődött halimbai és szőci bauxitkutatásról (KÁROLY 2009).

A kutatásokról zárójelentések készültek: 1955-ben a Félix II. lencse déli részéről, 1957 és 1958-ban a nyíres-kúti I., II. és III. lencséről, 1961-ben és 1962-ben a Félix I terület három bauxit-lencséjéről, 1972-ben a 4. lencséről, ugyanabban az évben a Nyíres-kút IV. lencséről. A részletesen megkutatott róka-haraszti és vargatanyai bauxitlencséről nem készült zárójelentés a bauxit gyenge minősége miatt.

1985-ben az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) a Bécsi Egyetem bevonásával a területen kísérleti légi geofizikai méréseket végzett, melyeket felszíni geofizikai mérésekkel egészítettek ki. 1993 és 1995 között a Bauxitkutató Vállalat jogutódja a Geoprospect Kft. a Szár-hegy I. és a Dorottya I–II. telepek újrakutatását végezte el, amelyről 1995-ben zárójelentés készült (Geoprospect 1995). Ezután az előfordulás területén felszíni bauxitkutatás 2009 őszéig nem történt. Ekkor új kutatások indultak az előfordulás keleti részén az ottani ismert készletek pontosítására és új készletek kimutatására. Mindezeket a monográfia „A fúrásos és geofizikai bauxitkutatás, valamint a termelés tapasztalatai” és a „További kutatások kilátásai című fejezeteiben ismertetem”.

Rétegtani helyzet

A szőci előfordulás egész területén a felső triász nori *Fődolomit Formáció* a bauxitlepek fekszik. A fődolomit az előfordulást északkelet felé lezáró szőlőhegyi fő törésvonaltól északra széles sávban a felszínen van. Az előfordulást dél és délnyugat felé is a fődolomit kibúvási határolják (2. ábra). Többnyire világosszürke színű, kemény, cukros szövetű. Ősmeradványokat nem találtunk benne. Vastagsága több száz méter. Repedéseit helyenként vöröses bauxitos-agyagos anyag tölti ki. A bauxitlencsék alatt a fődolomit felszíne karsztosodott, több méteres töbrök és kiemelkedések váltakoznak egymással. A Fődolomit legfelső 0,5–3,0 méteres része mállott, murvásodott és legfelül porlódó.

A szőlő hegyi fő törésvonal északnyugati oldalán nori, rhaeti *Dachsteini Mészke Formáció* van a felszínen és ez a kibúvás észak felé egészen Szőc község közepéig terjed. A kőzet szürkésfehér színű, vastagpados, igen kemény, kagylós törésű és Ny–Ny irányú dőlésű. Teljes vastagságát nem ismerjük. Tőle délkeletre rhaeti *Kösseni Formáció mészke- és márgarétegeinek* felszíni kibúvási látható. (2. ábra). A kőzet sárgás és szürkés színű, lemezesen rétegzett. Elvértve Aviculákat, Myophoriákat és Plicatulákat tartalmaz. Teljes vastagságát nem ismerjük.

Mindkét képződmény néhány száz méterre északra a halimbai bauxitlep fekszik is megtalálható. Ennek nyugati oldalán a Dachsteini Mészke Formáció, tőle északkeletre pedig a Kösseni Formáció a közvetlen bauxitfelet (lásd BÁRDOSY 2007. 3. ábráját).

A bauxittelek közvetlen fedője a középső eocén *Darvastói Formáció*. A bauxitfelszín mélyedéseit 0,5–3,0 méter vastag okkersárga és barna agyag tölti ki, mely alsó részén áthalmozott bauxitkavicsokat tartalmaz. Jól rétegzett, helyenként leveles elválású. Felette 0,1–12,0 méter vastag szürke és sötétszürke pirites-markazitos agyag következik néhány centiméteres szénszínórokkaival. Az utóbbiakban néhány helyen meszes kagylóhéj-darabokat lehetett megfigyelni. Az agyagréteg felső részének iszapolási maradvékában foraminiferák találhatók (*Rotalia* sp., *Anomalina* sp., *Cristellaria* sp.). Mindezek alapján valószínű, hogy ez az agyag alsó részén mocsári, felső részén lagunáris kifejlődésű, a középső-eocén transzgresszió lassú megindulását jelzi, amely északnyugat felől érte el a területet.

1:5000 méretarányú térképen minden egyes fúrásban kiértékeltem, hogy tartalmaz-e szenes agyagot és milyen vastagságban. Kiderült, hogy e képződmény az előfordulás nyugati és északnyugati részén a legvastagabb és összefüggő réteget alkot (2. ábra). Kelet és délkelet felé haladva egyre inkább csak a bauxitlencsékre korlátozódik. Feltehető, hogy a lencsék között lapos dolomitdombok helyezkedtek el, amelyekre ezek a mocsári képződmények nem terjedtek ki. Tovább délkelet felé a szenes agyagrétegek teljesen kimaradnak. Egyedül a szőlőhegyi fő törésvonal mentén 50–150 méter széles sávban húzódik e réteg mind a bauxit, mind a dolomit felszínén. Valószínű, hogy a középső-eocén kezdetén itt már enyhe süllyedés indult meg. A térkép alapján feltételezem, hogy az előfordulás területe ebben az időszakban enyhén északnyugat felé lejtett.

A szenes agyagra sekélytengeri fáciesű, középső-eocén *Szőci Mésző Formáció* következik. Az eocén tenger északnyugat felől nyomult be a területre. A formáció az egész halimbai–malom-völgyi–szőci térségre kiterjedt, de felső része lepusztult. Ezért teljes vastagságát nem ismerjük. Legalsó részén márgás, mészmárgás összetételű és vékony agyag közbetelepüléseket is tartalmaz. Okkersárga, barnássárga színű, kemény és tömör, közepesen rétegzett. Ez a szint nagy mennyiségben tartalmaz Miliolinákat. A miliolinás mészkőben számos helyen 1–4 centiméteres dolomit kavicsok találhatók. Ezek anyaga helyenként mállott, vagy szivacsosan kioldódott. Helyenként olyan sok a dolomitkavics, hogy a kőzet dolomitszörműanyagba megy át. A kavicsok jelenléte az egykori partvonal közelségét jelzi, és gyakori hullámverésre enged következtetni.

A miliolinás mészkőre üledékfolytonossággal padosan rétegzett alveolinás és assilinás, majd nummulinás mészkő következik. Az utóbbi adja a formáció fő tömegét. Elvértve Lithotamniumok, Pectenek, Ostreák és Echinoidea-váztrüdekek is találhatók benne. A vastag héjú Ostreák a partok közelségét jelzik. Ebben a szintben néhány centiméteres vörösiságyag közbetelepülések és elvértve zöldes glaukonitszemcsék is megfigyelhetők. A Szőci Mésző Formáció délkelet felé éles eróziós határral zárul. Az eocén rétegek jelenlegi elterjedése a 2. ábrán látható. Ezen a bauxittelek csak néhány helyen és alig terjednek túl. Az eocén rétegsor az előfordulás északnyugati részén a legvastagabb, ahol 100–130 métert is elér. Az előfordulás nagy részén az eocén képződmények felszíni kibúváásokat alkotnak.

Az előfordulás területén oligocén képződmények nem találhatók, a terület feltehetően kiemelt volt. Legidősebbek a középső-miocén korú abráziós konglomerátumok, amelyek elvértve apró bauxitkavicsokat is tartalmaznak. Kvarckavicsok mellett Földolomit és Dachsteini Mésző anyagú kavicsokból állnak. A kőzet kemény, tömött. Vastagsága nem haladja meg a 10 métert. Abráziós partszegélyi képződmény, ősmaradványokat nem találtunk benne.

A szőci előfordulás délnyugati részén *pliocén* korú homokos agyag és agyagmárga nagy területen található a felszínén. A nyíres-kúti területén is kimutatták a fúrások. Több helyen vörös színű agyagot is tartalmaznak. Ez arra utal, hogy a bauxittelek lepusztulása a pannóniai időszakban is folytatódott. A pliocén rétegek vastagsága az előfordulás területén 0–20 méter, de a Nyíres-kút II. lencsétől délre hirtelen 40–60 méterre nő.

Az előfordulást dél és délkelet felé az Agár-tető bazalt lávaárai és bazalttufái határolják. Ezek kelet felé Taliándörögdön is túlterjednek. Korukat az újabb vizsgálatok szerint a felső pannonba helyezik és *Tapolcai Bazalt Formációnak* nevezik. A bauxitkutató fúrásokban 10–80 méter vastag bazaltot fúrtak át az előfordulás délkeleti szélétől délre.

Az előfordulás völgyeinek alján pleisztocén korú patakhordalék található. Laza, kötetlen. Főleg kvarc, Földolomit és eocén mészkő darabokból áll, elvértve apró, kemény bauxitkavicsok is előfordulnak benne. Vastagsága nem haladja meg a 7 métert. A patak-hordalékokra helyenként éles határral homokos agyag települ. Kiterjedése korlátozott, vastagsága nem haladja meg az 5 métert.

A pleisztocén képződmények legfiatalabb, mégis legnagyobb elterjedésű tagja a homokos lösz. Bár laza, mégis meredek falakban áll meg. Vastagsága 2–5 méter.

Geomorfológiai, teleptani és hidrogeológiai tulajdonságok

Az előfordulás területe a malom-völgyinél kissé tagoltabb, mélyebb völgyek váltakoznak alul meredek dombokkal. Az előfordulást északkelet felé határoló szőlő hegyi nagy törésvonal egyben morfológiai lépcső is (1. fénykép). Túloldalán a Magyar-hegy (392 m), a Kis-Magyar (388 m) és az Átibor (380 m) Földolomitból álló magaslatok

helyezkednek el. Ezek jelentik a morfológiai határt a malom-völgyi előfordulás felé (2. ábra). A Szőlő hegyről dél felé tekintve jól látható az előfordulás dombos felszíne bal oldalt a Szár-heggyel. Háttérben az Agár-tető magaslata látszik (2. fénykép). Dél felé a Gadár-hegy Fődolomit (321 m), a Pénzes-kő (348 m) és az Agár-tető bazalt (513 m) magaslatai jelentik a morfológiai határt. Az előfordulás közepén található Szár-hegy 340 méter magas. A Szár-hegyet a tőle keletre levő nyíres-kúti és az északra levő határvölgyi területtől mély eróziós völgy választja el, amely északnyugat felé nyitott. Az előfordulás nagyobb részén a felszín tengerszint feletti magassága 290–310 méter, de ezeket a területeket is kisebb eróziós völgyek tagolják.

Teleptani tekintetben a szőci előfordulás a malom-völgyihez áll közelebb, amennyiben ez is lencsés településű. Az előfordulás közepén egy nagy kiterjedésű (1,1 km²), rendkívül tagolt körvonalú lencse helyezkedik el, melynek egyes részeit már a kutatások során is több névvel illettek: Határvölgy, Félix II, Dorottya és Szár-hegy. A kutatások befejeztével és a bányászati tapasztalatok alapján e lencsét 10 részterületre osztottam fel, hogy belső különbségeit jobban le lehessen írni. Ezen kívül az előfordulás területén további 19 lencsét mutattak ki a fúrások. Ezek nevét és sorszámát ugyancsak a 3. ábrán tüntettem fel.

Az előfordulás nyugati részén egy észak–déli törésvonal mentén négy, a lencsés telepektől több tekintetben különböző tektonikus rátolódásos és lépcsős jellegű bauxitlep található (Róka-haraszt II., III., IV., Félix I/3). Végül az előfordulás déli szélén, a Hertelendy-major közelében egy kis többszörös típusú telep is előfordul.

Az előfordulás egésze délkelet felé mutató háromszög alakú. Ebben az irányban 5 km hosszú, csúcsa a délkeleti szélén van. A háromszög „talpa” a nyugati oldalon 3,5 km hosszú. Az előfordulást északkelet felé egy nagy törésvonal határolja. Északnyugat felé is egy törésvonal a határ, amelyen túl a Nyirádi-medence következik (1. ábra). Dél és délkelet felé a már említett Fődolomit kibúvások jelentik a határt (3. ábra).

Értékelésem során *bauxitösszletnek* nevezem a lencsék teljes kőzetanyagát. Az egyes bauxitos kőzetfajtákat a kőzettani fejezetben értékelem. Az alábbiakban az előfordulás főbb teleptani ismérveit tekintjük át.

1. Az előfordulás középső és keleti részén a bauxitlencsék eléggé sűrűn, egymástól 100–200 méter távolságra helyezkednek el. A róka-haraszti észak–déli irányú fő törésvonaltól nyugatra egy 500–900 méter széles meddő sáv következik a triász Fődolomit felszíni kibúvásaival (3. ábra). Ettől nyugatra egészen a Nyirádi-medencét határoló fő törésvonalig további hat lencse következik, eocén fedő alatt, amelyek egymástól 100–500 méter távolságra vannak. Feltételezésem szerint eredetileg e meddő sávban is voltak bauxitlencsék, de az eocén fedővel együtt ezek is az erózió áldozatául estek.

2. Kiszámítottam minden egyes bauxitlencse és részterület *alapterületét* a bauxitösszlet nulla vonaláig (1. táblázat). Legnagyobb a fent már említett nagy, ágas-bogas bauxitlencse az előfordulás közepén (Határvölgy, Dorottya, Szár-hegy I.) 1,1 km² alapterülettel. Ezt követi három lencse az előfordulás nyugati szélén: Vargatanya I. 51 ha, Róka-haraszt I. 20 ha és Róka-haraszt V. 16 ha alapterülettel. Az összes többi lencse ennél kisebb alapterületű. Az összefoglaló kép az, hogy a központi nagy összetett lencsét nyugat, dél és kelet felé jóval kisebb lencsék veszik körül. A nyugati peremen a három fent említett nagyobb lencsétől délre is három kisebb lencse található. Mindez a bauxit-felhalmozódás ösföldrajzi és szedimentológiai adottságainak lehet a következménye. Legkisebb a Hertelendy-majornál talált kis többszörös alakú lencse alapterülete: 0,5 ha (3. ábra).

3. A lencsék többnyire szabálytalan *körvonalúak*. Legszabálytalanabb a nagy központi lencse. Viszonylag legkevésbé tagoltak az előfordulás nyugati szélén levő lencsék (Vargatanya I–IV., Róka-haraszt I.). Figyelemre méltó sajátossága a szőci előfordulásnak, hogy több lencse a nagyobb törésvonalak levett oldala mentén halmozódott fel hosszan elnyúlt sávot alkotva. A nagy szőlőhegyi északkeleti törésvonal mentén ilyen a Határvölgy északkeleti széle, a Nyíres-kút II. és IV lencse (3. ábra). E törésvonalak valószínűleg már a bauxitlencsék felhalmozódásakor léteztek és ezek mentén kisebb mélyedések alakultak ki, amelyeket a bauxitos hordalék feltöltött. A fent említett róka-haraszti négy lencse esetében a bauxit felhalmozódását követően kompressziós tektonikus rátolódások jöttek létre.

4. Már a malom-völgyi előfordulás értékelésekor kitértünk, hogy a bauxitlencsék *összletvastagsága* bauxitföldtanilag értékelhető fontos teleptani tulajdonság. Ezért az 1. táblázatban feltüntettem a lencsék, ill. a részterületek maximális és átlagos összletvastagságát. A fent említett tektonikus rátolódásokban a bauxitösszlet *maximális vastagsága* 75 métert is elér (Róka-haraszt II. és IV.), ami természetesen nem az eredeti összletvastagságnak felel meg. A többi lencsés telepben többnyire 10–20 méter a maximális vastagság. Véleményem szerint nem véletlen, hogy közülük a legnagyobb maximális vastagságot az északkeleti fő törésvonal mentén a Nyíres-kút IV. telepben (26,0 méter) és a Határvölgy ÉK részterületen (23,7 méter) mérték.

A lencsék és részterületek *átlagos összletvastagsága* ennél jóval kisebb. Legnagyobb a már említett töréses–rátolódásos lencsékben: Róka-haraszt IV. 36,4 méter és Róka-haraszt II. 29,0 méter. Figyelemre méltó, hogy a lencsés telepek közül a nagy határvölgyi lencse középső részterületének a legnagyobb az átlagos vastagsága: 12,0 méter. A legtöbb lencse átlagos összletvastagsága 5–10 méter. Az is figyelemre méltó, hogy az előfordulás nyugati szélén levő lencsék (Vargatanya) átlagos vastagsága a legkisebb: 4–6 méter. A bauxitösszlet vastagságának változatosságát

1. táblázat. A területegységek vastagsága és alapterülete hektárban

No.	Területi egység	A bauxit átlagvastagsága (m)	A bauxit max. vastagsága (m)	Az összlet átlagvastagsága (m)	Az összlet max. vastagsága (m)	Az összlet alapterülete ha
1.	Nyíres-kút IV.	6,3	10,2	9,7	26,0	6,2
2.	Szár-hegy III IV.	5,9	11,0	10,8	19,0	7,0
3.	Nyíres-kút II.	5,8	7,5	8,6	13,0	0,9
4.	Szár-hegy I/dél	5,4	8,2	11,3	18,3	0,4
5.	Nyíres-kút I/nyugat	5,3	8,1	6,5	10,6	2,5
6.	Dorottya I II.	4,1	10,7	7,3	17,9	11,2
7.	Határvölgy közép	4,0	8,5	12,0	20,0	11,7
8.	Szár-hegy I.	4,0	10,0	10,9	21,0	6,0
9.	Nyíres-kút I/kelet	4,0	7,5	6,9	13,9	4,2
10.	Hertelendy-major	4,0	4,0	7,0	7,0	0,5
11.	Félix I/1.	3,4	6,1	6,0	11,5	4,0
12.	Félix II/2.	3,3	8,0	8,9	15,7	5,5
13.	Nyíres-kút III.	3,3	4,8	10,8	17,3	3,4
14.	Vargatanya IV.	3,0	6,0	4,5	10,2	2,5
15.	Félix I/4.	2,8	4,4	8,5	14,5	4,0
16.	Félix I/5.	3,0	6,0	4,9	12,0	0,6
17.	Szár-hegy II.	2,2	5,0	4,1	7,7	5,0
18.	Határvölgy ÉK	2,1	6,9	8,2	23,7	10,0
19.	Félix I/2.	1,9	2,9	4,3	10,9	13,3
20.	Félix II/1.	1,8	4,2	3,7	4,8	2,6
21.	Róka-haraszti I.	1,0	1,9	2,8	6,9	19,8
22.	Róka-haraszti IV.			36,4*	74,2*	1,8
23.	Róka-haraszti II.	1,0		29,0*	75,0*	4,0
24.	Róka-haraszti III.	-	-	12,0*	31,6*	6,5
25.	Félix II/3.	-	-	10,9	15,3	25,5
26.	Félix I/3.	-	-	8,7*	15,4*	4,0
27.	Határvölgy ÉNy	-	-	8,1	13,4	15,1
28.	Határvölgy Ny	-	-	7,8	16,3	10,7
29.	Félix II/4.	-	-	6,6	9,5	18,2
30.	Vargatanya I.			5,6	12,4	50,7
31.	Vargatanya II.			5,2	12,5	11,8
32.	Róka-haraszti V.			4,6	16,5	18,0
33.	Vargatanya III.	-	-	4,3	6,5	1,7

* = tektonikus rátaloldás következménye

számszerűsíti a *relatív szórás*, amely többnyire 50–86%. Csak a Félix II. két részterületén 25,1 és 26,6%, ami viszonylag mérsékelt változékonyságnak felel meg. Figyelemre méltó, hogy a szomszédos malom-völgyi előforduláson a legnagyobb maximális összletvastagság 20,1 méter, a legnagyobb átlagos vastagság 10,2 méter volt.

5. A bauxitlepek felszíne többnyire sima, vagy enyhén hullámos. Ugyanakkor a fekvő Fődolomit felszíne karsztosodott, néhány méteres töbrök kiemelkedésekkel váltakoznak. Ezért a bauxitösszlet vastagságát alapvetően a Fődolomit felszínének alakulása szabja meg.

6. A *szorosan vett bauxit* átlagos és maximális vastagságát is kiszámítottam minden egyes telepre és részterületre (1. táblázat). Ez természetesen az összletvastagságnál mindenütt kisebb. A legvastagabb a Nyíres-kút IV. lencse átlaga (6,3 méter). Az előfordulás délkeleti oldalán levő lencsék átlagos bauxitvastagsága a legnagyobb (4–6 méter), a többi csak 1,0–3,4 méter. Tizenkét lencsében egyáltalán nincs szorosan vett bauxit.

A bauxit maximális vastagsága a Szár-hegy III., IV. lencsében 11,0 méter, a Dorottya I–II lencsében pedig 10,7 méter, a legtöbb lencsében 5–10 méter. Hat lencsében csupán 1,9–4,8 méter a bauxit maximális vastagsága. A szomszédos malom-völgyi előforduláson a maximális bauxitvastagság legnagyobb értéke 14,0 méter, az átlag 6,8 méter.

7. Teleptani szempontból kiemelkedően fontos a *fedő kora és kifejlődése*. A kutatások során kiderült, hogy szorosan vett bauxit csak eocén fedőrétegek alatt fordul elő. Csak egyes teleprészek, pl. Félix II déli része, Nyíres-kút I. déli része 100–200 méterrel terjed túl az eocén fedő lepusztulási határán. Ám ezeken a helyeken a bauxit rezsilifikációja és helyi másodlagos áthalmazódása figyelhető meg. A Bauxitkutató Vállalat a hetvenes-nyolcvanas években a lepusztulási

határtól dél felé 1500–2000 méter távolságig folytatott felderítő fúrásos kutatást 190 fúrás lemélyítésével. A pliocén–pleisztocén fedő alatt többnyire a felső-triász korú Fődolomitot érték el, ritkábban vörös agyagot és igen elvétve vörös bauxitos agyagot találtak. Ezek több-kevesebb kvarchomokot és kvarckavicsokat is tartalmaztak. Véleményem szerint ezeken a területrészekén szorosan vett bauxit fennmaradására alig van remény. Egyedül az előfordulás délnyugati szélén, a Hertelendy-majornál maradt meg egy kis eocén folt, amely alatt egy kis bauxittöbröt mutatott ki az Sz–1397 jelű fúrás (3. ábra).

A szőci előfordulás bauxitlepei 70–100 méterrel a Bakony hegységi fő karsztvízszint felett helyezkednek el, amely itt 160–180 méterrel a tengerszint felett található és észak felé lejt.

Tektonikai viszonyok

A halimbai térség három bauxit-előfordulásának helyzetét jelentős törésvonalak határozzák meg, melyek mentén vízszintes elmozdulások is történtek. Legfontosabb az előfordulásokat a Nyirádi-medencétől elválasztó ÉK–DNy irányú, valamint a halimbai előfordulást észak felé lezáró ÉNy–DK irányú törésvonal (1. ábra). Az utóbbi mentén az északi szárny kb. 2 km-t kelet felé tolódott el. Ez az elmozdulás Mészáros (1983) szerint valószínűleg a szarmatában történt. A szőci előfordulást a fent említett törésvonal a Nyirádi-medence felé, egy másik pedig a Szőlőhegynél északkelet felé határolja (3. ábra). Egy ugyancsak jelentős törésvonal választja el az előfordulás középső és nyugati részét. Ez egy kanyartól eltekintve észak–déli lefutású. E mentén kompressziós jellegű, meredek rátolódásokat mutattak ki a fúrások a közvetlen fedőrétegek és a bauxitösszlet megismétlődésével. A Róka-haraszt II. lencse 15 fúrása közül hatban jelentek meg ilyen rátolódásos ismétlődések. E törésvonaltól nyugatra dolomitdombok vannak a felszínen. Ettől kb. 500–600 méterre, keletre egy további észak–déli törésvonalat mutatott ki a kutatás, melynek nyugati oldala 50–100 métert lezökkent. Mindezek a törésvonalak a felszínen több méteres morfológiai lépcsővel is jelentkeznek. Feltehetően már a bauxit felhalmozódását megelőzően a kréta időszakban kialakultak és azóta ismételten kiújultak. A 3. ábrán a Szár-hegy–Dorottya–Határvölgy és a Nyíres-kút térségében még további négy nagyobb vetőt tüntettem fel, melyek mind DK–ÉNy-i irányúak és feltehetően a szőlőhegyi nagy törésvonallal állnak tektonikai kapcsolatban.

A bauxitlencséken belül a fúrási hálózat és a bányászati műveletek több törésvonalat mutattak ki 5–20 méter elvetési magassággal. A Szár-hegy I. lencse nyugati oldalán egy a bauxit felhalmozódásánál idősebb törésvonalat sikerült kimutatni, amely egyben a telep nyugati határa is. A többiek a bauxitot és az eocén fedőt egyaránt elvetették (4. ábra). Maguk a bauxitlencsék vagy vízszintesek, vagy 5–10 fok alatt észak, északkelet felé dőlnek.

Tektonikai szempontból különleges helyzetűek a korábbiakban említett tektonikus rátolódásos és lépcsős típusú telepek. Északról dél felé haladva csökkent a kompresszió mértéke, kevesebb a fúrásokban észlelt rátolódás.

A lencsék kőzettani felépítése

A szőci előforduláson a malom-völgyivel megegyező bauxitos kőzetfajták fordulnak elő. Ezek a következők:

- Szorosan vett bauxit: $\text{SiO}_2 < 9,9\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 > 42,0\%$, $\text{S} < 0,6\%$.
- Agyagos bauxit: $\text{SiO}_2 10,0\text{--}19,9\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 > 40\%$.
- Bauxitos agyag: $\text{SiO}_2 > 20,0\%$.
- Kaolinos vörösayag: $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ modulus $< 0,84$, bauxitásványokat nem tartalmaz.
- Szürke, pirites, markazitos bauxit, agyagos bauxit és bauxitos agyag: $\text{S} > 0,6\%$.
- Alumíniumdús ferit: $\text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{Al}_2\text{O}_3$.
- Dolomittörmelék-közbetelepülések (10 cm-nél kisebb törmelék szemcsék): A halimbai előfordulás délnyugati részén nagy vastagságban és területen előforduló dolomitbreccsa és dolomit-mészke aleurolit sem a szőci, sem a malom-völgyi előforduláson nem található.

— Másodlagosan elváltozott bauxit („felső övezet”) erősen változó összetétellel és színekkel.

Ezek a kőzetfajták önálló kőzettani egységeket alkotnak. A fúrási rétegleírások és a vegyelemzések alapján egyértelműen meg lehetett őket különböztetni. Relatív gyakoriságukat minden lencsében és részterületen kiszámítottam és a szorosan vett bauxit csökkenő sorrendjében a 2. táblázatban mutatom be. Az egyes lencsék és részterületek között e tekintetben érdemi különbségek vannak és határozott területi trend mutatkozik.

Szorosan vett bauxitot a 33 teleptani egységből csak 22 lencse, ill. részterület tartalmazott. Az előfordulás déli szélén a Hertelendy-majornál és délkeleti szélén a Nyíres-kút II. lencsében legnagyobb a bauxit aránya (57 és 55%). Ezt követik az előfordulás délkeleti részén a Nyíres-kút, a Dorottya és a Szár-hegy telepei (38–50%) (5. ábra). A Szár-hegy II. telepben két olyan fúrás is előfordult, amely teljes egészében bauxitból állt, tetején vékony másodlagos vastalanodással.

2. táblázat. A kőzetfajták relative gyakorisága a bauxitösszletben (%)

No.	Területegységek neve	Bauxit	Agyagos bauxit	Bauxitos agyag	Vörös kaolinos agyag	Alumíniumdús ferrit	Sárgás bauxit, agyagos bauxit a felső övezetben	Szürke bauxit, agyagos bauxit	Sötétszürke szénecs agyag	Dolomit törmelék
1.	Hertelendy-major	57	15	21	-	-	7	-	-	-
2.	Nyíres-kút II.	55	35	7			3			
3.	Szár-hegy I.	50	30	15			5			
4.	Nyíres-kút IV.	49	20	27		3	1			
5.	Szár-hegy III-IV.	48	28	16	-	2	6	-	-	-
6.	I-élis II/1.	44	31	19	-	-	6	-	-	-
7.	Szár-hegy II.	42	23	18	-	-	17	-	-	-
8.	Dorottya I-II.	40	34	23	-	2	1	-	-	-
9.	Nyíres-kút II/nyugat	39	24	35	-	-	2	-	-	-
10.	Nyíres-kút III.	38	29	28	-	-	5	-	-	-
11.	Szár-hegy I/dél	35	19	39			7			
12.	Nyíres-kút I/kelet	31	27	40			2			
13.	Félix I/1.	28	30	32			4	6		
14.	Határvölgy közép	26	33	39		1	1			
15.	Vargatanya IV.	12	28	57			3			
16.	I-élis II/2.	16	32	41			11			
17.	I-élis I/4.	15	29	53	-	-	3	-	-	-
18.	I-élis I/5.	14	22	54	-	-	10	-	-	-
19.	Határvölgy ÉK	7	28	57	-	-	6	-	-	2
20.	Róka-haraszti I.	6	22	55	-	1	7	9	-	-
21.	Félix I/2.	4	20	63	-	-	6	7	-	-
22.	Róka-haraszti II.	1	21	62	1			9	2	4
23.	Félix II/3.		43	51			6			
24.	Vargatanya III.		30	63			7			
25.	Vargatanya I.		27	64	1		2	6		
26.	Vargatanya II.	-	24	68	-	-	6	2	-	-
27.	Határvölgy ÉNy	-	19	74	-	-	-	7	-	-
28.	Róka-haraszti IV.	-	15	72	-	-	2	3	-	7
29.	Határvölgy Ny	-	14	85	-	-	-	1	-	-
30.	Félix II/4.	-	7	90	-	-	-	3	-	-
31.	Félix I/3.	-	6	82	-	-	1	9	2	-
32.	Róka-haraszti III.	-	5	76	2	-	1	7	6	3
33.	Róka-haraszti V.	-	1	80	-	-	1	18	-	-

A Dorottya telep délkeleti végén is öt ilyen fúrás található, továbbá a Nyíres-kút II lencsében kettő, a Nyíres-kút III. lencsében szintén kettő, a Nyíres-kút IV. déli levetett oldalán szintén kettő és végül a keleti oldalán hat ilyen fúrás található. Véleményem szerint ezek fontos indikátorai a szorosan vett bauxit kedvező felhalmozódási körülményeinek.

Nyugat és délnyugat felé haladva rohamosan csökken a bauxit részaránya 5–26%-ra. Figyelemre méltó, hogy a nagy, összetett határvölgyi lencsében középen és az északkeleti részen a bauxit aránya 26, ill. 7%. A nagy lencse nyugati részterületeiben és a csatlakozó Félix II/3–4. részterületeken teljesen kimaradt a bauxit. A Félix I területen is délről északkelet felé haladva csökken a bauxit részaránya 28-ról 0%-ra. Végül a Vargatanya és Róka-haraszti lencséinek többségében nincs bauxit, ahol van pedig csak néhány százalék (5. ábra).

Az agyagos bauxit minden lencsében és részterületen megtalálható. Részarányának elterjedése a szorosan vett bauxittól különbözik. Az eltérések egyrészt kisebbek: 1–43%. A részarány előbb délkelet felől északnyugat felé nő és maximumát a Félix II/3 részterületen éri el (43%). Tovább északnyugat felé rohamosan csökken 20–27%-ra, sőt az előfordulás északnyugati sarkában 1–5%. Tehát előbb a bauxit részarányának csökkenésével megnőtt az agyagos bauxit részaránya, de tovább északnyugat felé haladva az agyagos bauxitot fokozatosan bauxitos agyag váltotta fel. Mindez a bauxitösszlet felhalmozódásának módjával magyarázható.

A bauxitos agyag is megtalálható minden lencsében és részterületen. Részaránya az agyagos bauxitnál egyenletesebb eloszlást mutat. A délkeleti és a déli oldal bauxitban gazdagabb telepeiben csak 7–28% a bauxitos agyag aránya. Északnyugat felé haladva telepenként, de a határvölgyi nagy lencsén belül is fokozatosan nő 50–90%-ra. Végül az előfordulás északnyugati és nyugati oldalán a Vargatanya és a Róka-haraszti térségében részaránya 55–90%-ot ér el.

Véleményem szerint mindez a bauxit délkelet felől történt felhalmozódása során fokozatos szétkülönülés következménye, amelyről részletesebben a genetikai fejezetben szövegek.

Vörös kaolinos agyag még a malom-völgyi telepeknél is ritkábban, összesen három telepben fordul elő 1–2% mennyiségben: a Róka-haraszti II., III. és a Vargatanya I. lencsék legalján.

Szürke pirites-markázis agyagos bauxit és bauxitos agyag annál gyakoribb, 13 lencsében és részterületen fordul elő. Megtalálható 1–3 méter vastagságban a lencsék legfelső részén, ahol a telepeket közvetlenül középső-eocén szürke pirites mocsári agyag fedi. Ez a feltétel elsősorban az előfordulás északnyugati részén adott, ahol részaránya 1–10% (2. ábra). A Róka-haraszti V. lencsében a legtöbb, ahol aránya 18% ér el.

A sötétvörös alumíniumdús ferrit a malom-völgyi előfordulásnál ritkább, összesen öt telepben sikerült kimutatni 1–3% mennyiségben. Egy részük a pirites bauxit epigenetikus oxidációja révén jött létre („vaskéreg”), másik részük a laterites vaskéregből származik és apró, kollomorf törmelékdarabkák formájában jelenik meg. Az utóbbiak elsősorban az előfordulás délkeleti részén fordulnak elő a bauxitban elszórva (Nyíres-kút I., IV., Dorottya I–II. keleti széle).

Dolomittörmelék közbetelepülését csupán a Határvölgy északkeleti részterületén észleltük 2% arányban. Feltehetően a nagy északkeleti törésvonal túloldaláról származik. A Róka-haraszti II., III. és IV. lencsékben talált dolomittörmelék véleményem szerint a korábbiakban ismertetett feltöltődés során került a bauxitösszletbe.

A telepek „felső övezetnek”-nek nevezett legfelső 0,5–2,0 méteres része a legtöbb helyen másodlagosan vastalánodott, sárga, halványlila és rózsaszínű lett és több helyen részben reszifikálódott. A malom-völgyihez hasonló epigenetikus folyamatról van itt szó. Ez a másodlagos anyag az egész bauxitösszlet 1–11%-át teszi ki, egyedül a Szár-hegy II. telepben ért el 17%-ot. Itt a másodlagos öv 2–4 méter vastag. A határvölgyi lencse középső részén néhány helyen megmaradt a másodlagos zóna alsó részén a szürke pirites bauxit, amit a bányavágatokban figyeltem meg (12. ábra).

A Róka-haraszti töréses zóna mentén több fúrásban szürke bauxit, szenes agyag és dolomit törmelék közbe-településeket harántoltak a fúrások a bauxitösszlet közepén. Ezeket először a bauxit-felhalmozódás rövid megszakításainak hittem, de számos földtani szelvény szerkesztése alapján rájöttem, hogy itt kompressziós jellegű meredek feltöltődésekről van szó. A 2. táblázatban feltüntettem őket, de ezek nem eredeti részei a bauxitösszletnek. Egy fúrásban (Sz-1019) „tufának” nevezett sötétszürke likacsos, 4,0 méter vastag közbe-települést találtak. A fúrómag hiányában sajnos nem dönthető el, hogy valóban tufáról van-e szó? Mindenesetre az egész előforduláson egyetlen más fúrásban sem írtak le ilyen képződményt.

Az előbbieken ismertetett kőzetfajták meglepően szabályos sorrendben helyezkednek el a mélység szerint, a Róka-haraszti rátöltődéses öv kivételével. Az alábbi sorrend a leggyakoribb, amely nagyon hasonlít a malom-völgyihez:

0,5–3 m	okkersárga, lila és tarka agyagos bauxit, bauxitos agyag (másodlagos),
0,1–0,2 m	sötét rozsdavörös alumíniumdús ferrit („vaskéreg”),
1–4 m	téglavörös bauxit függőleges sárga erekkel,
1–5 m	rozsdavörös bauxit és agyagos bauxit,
2–6 m	téglavörös bauxitos agyag, alul lilás rózsaszínű

E bauxitfajták relatív gyakorisága és vastagsága alapján mennyiségi arányukat az egész előfordulásra kiszámítottam:

— okkersárga agyagos bauxit (másodlagos)	5%	~2 Mtonna
— szürke pirites bauxit, agyagos bauxit	2%	~1 Mtonna
— téglavörös sárgaeres bauxit	17%	~5 Mtonna
— rozsdavörös agyagos bauxit	24%	~9 Mtonna
— téglavörös bauxitos agyag	52%	~19 Mtonna
Összesen		~36 Mtonna

A bauxitos kőzetfajták térbeli elhelyezkedését földtani szelvényeken ábrázoltam. Olyan „paleomorfológiai szelvények” ezek, amelyek a bauxit felhalmozódását lezáró helyzetet mutatják be. Feltételezésem szerint a térszín ekkor enyhén tagolt volt, lapos dolomithátságokkal váltakozó sekély völgyekkel. Az utóbbiakban rakódott le a bauxitösszlet. A szelvényeket a feltételezett behordás irányában (DK–ÉNy) és rá merőlegesen vettem fel. Az enyhén északnyugat felé lejtő paleotérszínből kiindulva mértem lefelé előbb az eocén szenes agyagot és a tarka agyagot, majd a bauxitösszlet kőzetfajta. A jobb áttekinthetőség céljából túlmagasítást használtam (6, 7. ábra).

A triász fekvő felszíne karsztos-eróziós jellegű, enyhén karsztosodott. A bauxitos kőzetfajták térbeli elhelyezkedése többnyire ettől független. Több helyen az is látszik, hogy az adott bauxitos kőzetfajta belevágódott az alatta levő idősebb rétegbe. Félix II térségéből mutatok be egy ÉNy–DK-i irányú hosszanti és három rá merőleges keresztszelvényt (6, 7. ábra). A hosszanti szelvényen jól látszik, hogy északnyugat felé haladva a bauxitösszlet egyre vastagabb. Míg a délkeleti szélén az egész összlet szorosan vett bauxitból állt, addig északnyugat felé haladva a bauxit egyre alárendeltebb és fokozatosan kimarad. Felülről lefelé mindenütt bauxit, agyagos bauxit, bauxitos agyag a rétegsorrend. Ugyanez látható

a keresztszelvényeken is, előbb a bauxit túlsúlyával, majd teljes kimaradásával. A legészakibb szelvényen a bauxitösszlet felett szürke szenes-pirités agyag jelenik meg.

A bauxitfajták szövete és szerkezete

1950-től a bauxitbányászat befejezéséig rendszeresen felkerestem a külfejtéseket és a mélyműveléseket. Leírtam a vájvégeket, szelvényeket szerkesztettem és fényképeket készítettem. Számos bauxitmintát is begyűjtöttem, amelyek jelenleg a Természettudományi Múzeum Ásványtárában vannak elhelyezve (1083 Budapest Ludovika tér 6.). A bauxit-fajták szövetét és szerkezetét e dokumentációim alapján ismertetem.

A telepek legfelső, epigenetikusán átalakult része rendkívül változatos színű: világossárga, okkersárga, sárgásbarna, halványlila, szürkésfehér és foltosan tarka. Reszilifikáció következtében főleg agyagos bauxitból áll, kevesebb bauxit és bauxitos agyag kíséretében.

Az ötvenes évek elején a Szár-hegy délkeleti oldalán működő Szár-hegy II. külfejtésben volt először alkalmam bauxittestet teljes szelvényében tanulmányozni. Innen hat mintasorozatot vettem (8. ábra), melyek közül az északnyugati falról vett 1. számú szelvény a legteljesebb (9. ábra, A). A szelvények mintáiból vegyelemzések készültek, melyek eredményeit a 3. táblázatban mutatom be. Az 1. szelvény legfelső öt mintája az epigenetikusán elszíneződött, részben vastalanodott bauxitból származik. Legfelül halvány rózsaszínű (1. minta), alatta sárga-okkersárga (2., 3., 4. minták) és alul sötétebb és világosabb lilás, foltos bauxit helyezkedik el (5. minta). A bauxit túlnyomóan kemény, kagylós törésű, afanitos szövetű, elszórtan 1–2 mm átmérőjű pizoidokkal és gömbszemcsékkel. Minden mintában hajszálvékony kioldási csövecskéket figyeltem meg, melyek körül koncentrikus festődés látszik. A legalsó mintában jelentősen feldúsult a ferrivas. A rózsaszínű és lilás mintákban a hematit, a sárgásokban a goethit van túlsúlyban.

A külfejtés délnyugati falából vett 4. számú szelvényben ez a felső, epigenetikusán elváltozott övezet jóval vékonyabb (9. ábra, B). A vegyelemzések szerint az itteni bauxit részben resilifikálódott. Mindkét innen vett mintában (18., 19. minták) feltűnően sok, 1 mm átmérőjű kioldási csövecskét figyeltem meg, körülöttük barnássárga elszíneződéssel.

Mindkét szelvényben éles a határ az epigenetikusán elváltozott és az eredetinek tekinthető bauxit között. Az utóbbi felső 2–3 méteréből vett minták téglavörösek, okkersárga foltokkal és közel függőleges erekkel (első szelvény 6–10. mintái). Kiváló bauxit ez 1–2% SiO₂-tartalommal. Ez is kemény és afanitos szövetű elvéve 1–3 mm-es, az alapanyagnál kissé sötétebb pizoidokkal és gömbszemcsékkel. Elvéve itt is előfordultak hajszálvékony kioldási csövecskék, melyet 1–2 mm-es világos rózsaszínű udvar vesz körül. A 4. szelvény alsó részének 20, 21 és 22. számú mintái is ugyanilyenek, valamivel nagyobb SiO₂-tartalommal (3. táblázat)

3. táblázat. A Szár-hegy II. külfejtésből vett minták vegyelemzései (%)

Mintavételi hely száma	Minta sorszáma	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Izzítási veszteség	CaO	MgO	MnO	V ₂ O ₅	P ₂ O ₅	SO ₃	F
1	1.	60,7	6,0	2,0	2,6	28,3	0,08	0,01	0,09	0,03	0,05	0,19	0,10
1	2.	59,2	4,6	3,2	4,5	27,2	0,02	0,01	0,09	0,06	0,10	0,22	0,08
1	3.	50,4	3,3	18,0	2,8	25,5	nyom	nyom	0,02	0,10	0,17	0,34	0,05
1	4.	50,0	5,0	13,4	2,9	28,3	0,02	0,01	0,02	0,10	0,08	0,80	0,10
1	5.	38,3	6,4	27,6	2,8	22,4	0,39	0,01	0,02	0,14	0,11	0,21	0,12
1	6.	49,9	1,5	18,6	2,8	26,8	0,05	0,01	0,02	0,12	0,11	0,27	0,09
1	7.	49,1	1,6	20,0	2,9	26,2	0,01	0,01	0,02	0,10	0,08	0,39	0,07
1	8.	51,6	1,6	20,0	2,8	23,3	nyom	nyom	0,02	0,11	0,15	0,40	0,05
1	9.	50,0	1,0	22,0	2,8	23,9	0,03	0,01	0,02	0,11	0,05	0,30	0,06
1	10.	49,6	0,7	22,2	2,8	24,2	0,01	0,01	0,18	0,13	0,04	0,20	0,11
1	11.	54,8	1,1	17,0	2,6	24,5	nyom	nyom	0,05	0,10	0,16	0,28	0,05
1	12.	46,2	1,0	24,4	2,2	25,7	0,10	0,02	0,09	0,13	0,08	0,60	0,10
4	18.	42,9	12,0	18,4	2,1	23,0	1,44	0,02	0,03	0,09	0,01	0,05	0,10
4	19.	36,3	14,6	24,8	2,2	20,7	1,34	0,01	0,02	0,11	0,07	0,05	0,05
4	20.	46,8	4,9	18,0	2,6	27,1	0,35	0,01	0,01	0,12	0,09	0,05	0,10
4	21.	55,5	4,0	13,2	2,7	24,3	0,28	nyom	nyom	0,08	0,18	0,44	0,10
4	22.	46,0	4,0	20,0	2,7	25,4	1,33	0,01	0,18	0,10	0,11	0,34	0,10
2	15.	46,6	1,8	22,4	2,1	25,5	1,28	0,02	0,18	0,11	0,06	0,05	0,08
2	14.	48,3	1,8	20,8	2,1	26,7	0,10	0,02	0,09	0,11	0,03	0,05	0,10
2	13.	45,0	11,8	19,6	2,0	21,9	0,10	0,02	0,02	0,12	0,02	0,05	0,09

E zóna alatt fokozatos átmenettel rozsdavörös bauxit következett, elszórtan apró sárgás foltokkal. Ezt mutatja be az első szelvény két legalsó mintája (11. és 12. minták). A külfejtés déli falán vett 2. szelvény teljes egészében rozsdavörös színű (9. ábra, C), az előzőnél lazább, földes elválású, afanitos szövetű, elvértve a fentiekkel megegyező pizoidokkal és gömbszemcsékkel. A szelvény két felső mintája (15. és 14. számú) szintén igen jó minőségű bauxit, de alatta már agyagos bauxit következik (13. minta; 3. táblázat). A külfejtés többi szelvénye is hasonló felépítésű. Belőlük nem készültek vegyelemzések. A teljes bauxitszelvény alját képező agyagos bauxitot és bauxitos agyagot a külfejtés nem tárta fel.

A külfejtéstől északra levő mélyművelésben az Sz–170 jelű fúrás közelében a bauxitösszlet felső részét tudtam tanulmányozni. Legfelül itt is 2–3 méter vastag sárga, barnássárga agyagos bauxitot figyeltem meg, melyben 1–5 mm átmérőjű, közel függőleges *kalcit*erek voltak láthatók. Ezek lefelé fokozatosan kivékonyodtak és kimaradtak. A sárga agyagos bauxit alatt 1–4 cm vastag sötétvörös vaskéreg helyezkedett el, amely oldalirányban nem volt összefüggő. Alatta a külfejtésben megfigyelt téglavörös sárgaeres bauxit következett. Sajnos ezekből a feltárásokból nem készültek vegyelemzések.

A külfejtéstől délnyugatra a Szár-hegy III. lencsében kialakított mélyművelést is sikerült meglátogatnom. Ennek délkeleti részén az Sz–206 jelű fúrás közelében vágatszelvényt készítettem. Az innen vett három minta vegyelemzéseit a 4. táblázat tartalmazza. Maga szelvény a külfejtésben látott szelvényekhez nagyon hasonló: felül krémszínű és sárgás másodlagosan reszifikálódott agyagos bauxit és bauxitos agyag figyelhető meg (94. és 95. minták). Ez alatt található az előzőekben már leírt „vaskéreg”. Az innen vett 96. minta 31,6% Fe_2O_3 -at tartalmaz. Más helyeken igazi alumíniumdús ferrit alakult ki több ferrivassal mint alumíniummal. Az alatta következő téglavörös sárga-eres bauxit a bányászat tapasztalatai szerint itt is kiváló minőségű, kis SiO_2 -tartalmú.

A Szár-hegy I. régi mélyművelését is megtekintettem. Itt vettem fel az északi kis lejtőszakna legalján egy szelvényt, mely a bauxitösszlet alsó részét és a fekü dolomit érintkezését is feltárta (10. ábra). Jól látszik, hogy a rozsdavörös

4. táblázat. A Szár-hegy III. mélyművelésből vett minták vegyelemzései (%)

Minta száma	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	Izzítási veszteség	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3
94.	44,2	21,2	10,5	3,15	20,8	0,26	0,07	0,04	0,47
95.	36,0	24,4	17,2	3,00	18,4	0,23	0,08	0,05	0,14
96.	36,7	8,2	31,6	2,20	19,9	0,18	0,05	0,04	0,40

bauxitos agyag összefüggő réteget alkot. Kemény, tömött, afanitos szövetű, helyenként zsíros fényű. Elvértve 1–2 mm-es, az alapanyagnál valamivel sötétebb pizoidokat és gömbszemcséket tartalmaz (54. minta). Vegyelemzéseiket az 5. táblázat tartalmazza. A fekü közelében a bauxitos agyag kivilágosodik, lila, rózsaszínű majd sárgás árnyalatú (53. minta). Jól látszik a szelvényen a dolomit igen egyenetlen, karsztos felszíne. A dolomit legfelső néhány centimétere erősen mállott, porlódó. Alatta erősen repedezett, a repedések mentén helyenként fekete mangános bevonatokkal.

Az új Szár-hegy I. külfejtésben a fentiekben ismertettekhez hasonló a bauxitösszlet szövete és szerkezete. Elvértve 1–20 cm átmérőjű gömbszemcsés-pizoidos bauxitkavicsokat lehetett megfigyelni. Néhány bauxitkavicsban kollomorf szövetű alumíniumdús ferrit darabkákat találtam, amelyek az általam ismert lateritszelvények „vaspáncéljára” (cuirasse) emlékeztetnek. A bauxitkavicsok az afanitos bauxitnál keményebbek és sötétebbek. Az új Dorottya I. és II. külfejtésekben is hasonló a bauxitösszlet felépítése. Gömbszemcsés-pizoidos bauxitkavicsokat csak elvértve találtam. Ezek 4 cm-nél kisebbek.

A határvölgyi bánya megnyitását, majd művelését hosszú időn át tanulmányozhattam. Számos szelvényt és egy bányaföldtani térképet is készítettem. Első lépésként a feltáró lejtőszakna mélyítése során készítettem földtani szelvényt sorozatot. Ebből nyolc szelvényt a 11. ábrán mutatok be. A 29. méterben legfelül látszik az eocén fedő sárgás-barnás agyag. Lefelé haladva ez fokozatosan eltűnik. A 30-tól a 40. méterig a felső részben vastalanodott és reszifikálódott felső zóna látszik, itt főleg narancssárga színnel. Ennek alján a vaskéreg 1–3 mm vastag és több szelvényben teljesen kimaradt. Alatta tarka bauxit következik kb. egy méter vastagságban vörös és sárga foltokkal (A Szár-hegyen ez a bauxitfajta nem volt jelen). Lefelé fokozatosan megy át a téglavörös sárgaeres bauxitba. Ez a két zóna a legjobb minőségű a határvölgyi telepben. Szövetük afanitos elszórtan apró pizoidokkal és gömbszemcsékkel.

5. táblázat. A Szár-hegy I. mélyművelésből vett minták vegyelemzései (%)

Minta száma	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	Izzítási veszteség	CaO	MgO	MnO_2	V_2O_5	P_2O_5	SO_3
54.	39,3	22,2	18,4	1,70	17,9	0,02	nyom	0,09	0,10	0,11	0,30
53.	38,1	32,0	11,6	1,50	15,9	0,42	0,02	0,02	0,06	0,31	0,08

A bányaműveletek többnyire a legfelső szint feltárásával kezdődtek. Itt is több helyen készítettem szelvényeket. Ezek egy kivételével megegyeztek a lejtőszaknában megfigyelttel. A 9. számú észlelési ponton (Határvölgy északnyugati széle) a 12. ábrán bemutatottakat észleltem a vágásvégén és a vágat falán. A minták elemzése a 6. táblázatban láthatók. Felül középső-eocén korú jól rétegzett szürkésfekete szénés agyag látható, vékony szénzsinórokkal. Alatta vasszegény krémszínű bauxit következik (35. minta), majd a felső övezet zömét kitevő okkersárga bauxit (36., 37. és 44. minták). A vágat falán az övezet alsó részén szürke pirites bauxitot észleltem 5–6 méter hosszban. A pirit részben finoman hintve, részben nagyobb gumók formájában van jelen. Az alapanyag itt is afanitos szövetű, elvéve gömbszemcsékkel és pizoidokkal (41., 42., 43. minta). A szürke bauxit alsó részén 1 cm vastagságot elérő, halványzöld, áttetsző, hajlott lemezek formájában *melanteritet* találtam (részleteket lásd az ásványtani fejezetben). Ez alatt következik az ismert „vaskéreg”, amely itt igazi alumíniumdús ferrit 54,8% Fe_2O_3 -tartalommal (38. minta). Végül az alatta következő vörös, sárgaeres bauxitból vettem két mintát (39. és 40. minta). Ez itt kis kavasvartartalmú, jó minőségű bauxit. Feltehető, hogy ahol szén-pirites agyag volt a közvetlen fedő, másutt is piritesedett a bauxitösszlet legfelső része. Ez azonban majdnem mindenütt epigenetikusan oxidálódott.

6. táblázat. A Határvölgy mélyművelésből vett minták vegyelemzése (%)

Mintavételi hely száma	Minta sorszáma	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	TiO_2	Izzítási veszteség	CaO	MgO	MnO ₂	V_2O_5	P_2O_5	SO_3
9/A	35.	56,5	6,3	3,6	4,0	28,9	0,10	0,02	0,02	0,04	0,39	0,24
9/A	36.	35,9	6,1	32,2	3,0	22,1	0,13	0,02	0,01	0,08	0,42	0,52
9/A	37.	49,5	8,2	12,0	4,2	22,3	3,52	0,03	0,01	0,14	0,07	0,37
9/A	38.	23,2	3,6	54,8	2,6	18,3	0,13	0,02	0,01	0,14	0,15	0,40
9/A	39.	53,2	3,9	17,2	3,2	22,3	0,02	0,01	0,01	0,14	0,02	0,33
9/A	40.	50,0	4,9	22,0	2,8	19,2	0,02	0,01	0,18	0,12	0,03	0,39
9/B	44.	42,5	4,9	22,6	3,2	27,4	0,02	0,01	0,01	0,10	0,05	3,84
9/B	41.	33,4	4,4	26,4	2,8	29,7	0,02	0,01	0,02	0,10	0,02	34,80
9/B	42.	37,6	3,0	25,8	2,7	30,6	0,02	0,01	0,01	0,10	0,02	34,40
9/B	43.	40,6	6,2	20,0	2,9	30,1	0,02	0,01	0,03	0,07	0,08	35,80
24	78.	39,8	5,7	28,6	3,5	22,1	0,02	0,01	0,01	0,14	0,03	0,48
24	77.	44,4	2,0	28,2	2,3	22,8	0,04	0,01	0,01	0,17	0,04	0,22
24	76.	45,7	1,3	26,2	2,4	24,2	0,03	0,01	0,01	0,13	0,02	0,51
24	75.	65,7	2,0	2,2	3,1	26,7	0,02	0,01	0,01	0,10	0,02	0,20
22	69.	39,8	29,8	14,8	1,8	13,5	0,03	0,03	0,21	0,06	0,04	0,13
22	68.	38,7	35,9	9,4	1,6	13,7	0,18	0,10	0,09	0,12	0,05	0,20
22	67.	29,4	33,4	10,8	1,6	17,9	3,81	2,90	0,01	0,09	0,07	0,24
22	66.	44,0	37,1	14,2	1,3	13,0	0,03	0,03	0,01	0,10	0,05	0,52
22	65.	32,4	39,1	12,4	1,7	14,1	0,03	0,03	0,02	0,12	0,05	0,17
22	64.	27,7	35,9	22,0	1,85	12,3	0,02	0,05	0,01	0,12	0,10	0,09
22	62.	32,4	39,1	12,0	1,50	14,3	0,28	0,01	0,18	0,10	0,06	0,18

A bánya középső részén, 24. észlelési ponton elsősorban a téglavörös, sárgaeres bauxitot vizsgáltam. A minták vegyelemzése ugyancsak a 6. táblázatban található. A 78. minta sárgásbarna bauxit, a 77. és 76. mintákat a téglavörös, sárgaeres bauxitból vettem egymás alatt kb. 1 méter távolságra. A 75. minta az egyik sárga érből származik, az erek erős vastalanodását szemlélteti.

A bánya nyugati szélén, 22. észlelési ponton vett mintasorozat a bauxitösszlet alsó részét mutatja be (13. ábra). A minták vegyelemzése ugyancsak a 6. táblázatban láthatók. A rozsdavörös agyagos bauxit itt lefelé fokozatosan bauxitos agyagba, színe lilásba megy át (66., 68. és 69. minta). Anyaguk puha, zsíros fényű, afanitos szövetű. A dolomit közeléből vett minták már nem tartalmaznak szabad alumínium ásványokat, tehát vörös kaolinos agyagok (62., 64., 65. minták). Helyenként dolomitliszt és apró dolomitörmelék is előfordul bennük (67. minta).

A fentiekben leírtak a bánya többi részén is ismétlődtek. A Nyíres-kúti és a Félix I., II. lencsék bányaműveleteit is rendszeresen szelvényeztem és mintákat vettem. Sajnos vegyelemzések készítésére nem volt lehetőségem.

Az előfordulás keleti szélén levő Nyíres-kút II. telepet mélyműveléssel termelték ki. Megfigyeléseim szerint a bauxit szövete és szerkezete a szár-hegyivel és a határvölgyivel közel megegyező. Egyedüli különbség az, hogy az egész bauxit szelvényben 2–30 cm átmérőjű bauxitkavicsok láthatók, amelyek az afanitos bauxitnál keményebbek és sűrűn 1–2 mm-es sötétebb vörös gömbszemcséket és kevesebb pizoidot tartalmaznak. Az afanitos bauxitban is találhatóak elszórtan bauxitpizoidok és gömbszemcsék.

A nyugat felé következő Nyíres-kút III. és I. lencsék is hasonló felépítésűek, de az előzőnél kevesebb bauxitkavicssal. A még nyugatabbra fekvő Nyíres-kút IV. lencse külfejtésében ismételt megfigyeléseim során nem találtam a bauxitban sem bauxitkavicsokat, sem elszórt pizoidokat és bauxit-gömbszemcséket. A külfejtés északnyugati oldalán sikerült a bauxitösszlet nagyobb részére kiterjedő szelvényt megfigyelni (14. ábra). A telep közvetlenül illeszkedik a közel függőleges északkeleti fő töréshez és délnyugati irányban 18–20 fok alatt dől. A középső-eocén rétegösszlet alatt a kb. egy méter vastag „felső övezet” következik lila, sárgás és okkerszínű agyagos bauxittal, helyenként vörös vasdús fészkekkel. A vörös, sárgaeres bauxit határán itt nincs meg a rozsdavörös „vaskéreg”. Maga a vörös, sárgaeres bauxit afanitos szövetű, közepesen kemény, egyenetlen törésű és 2-3 méter vastag. Alatta fokozatos átmenettel téglavörös agyagos bauxit következik. A bauxit-összlet alsó részét a külfejtés nem tárta fel.

A Félix II-nek nevezett telep tulajdonképpen a nagy középső lencse délnyugati része (3. ábra). Ennek déli részén működött külfejtésben (Félix II/1) is több helyen végeztem szelvényezést és mintavételt. A bauxitösszlet felépítése a határvölgyihez hasonló. Az 1–2 méter vastag felső övezet túlnyomóan rózsaszínű és lilás árnyalatú, alján jól felismerhető sötétvörös vaskéreggel. A felső övezet alsó határa itt is többnyire sima, de néhány helyen 0,5–1,0 méteres beöblösödések figyelhetők meg. A rozsdavörös, sárgaeres és alatta a rozsdavörös bauxit itt is afanitos szövetű. Gömbszemcsés bauxitkavicsokat nem láttam benne. Csak elvétve fordulnak elő egyes 1-2 mm-es pizoidok és gömbszemcsék. A lencse alján itt is kivilágosodik, húspiros, lilás és narancsszínű bauxitos agyag található itt.

A Félix II. telep nyugati szélén nyitott külfejtésben is hasonló a bauxitösszlet felépítése és észak felé 10–15 fok alatt dől. A felső övezet alatt kb. 3–4 méterrel a téglavörös bauxitban egy fél méter vastag rétegben 2–25 cm nagyságú kemény bauxitkavicsok jelentek meg, sűrűn 1–3 mm-es bauxit-gömbszemcsékkel és pizoidokkal. A környező bauxit afanitos szövetű. A réteg a külfejtés széléig kb. 15 méteren át volt követhető. A külfejtés déli szélén kimaradt az eocén fedő. Itt a bauxitösszlet felső része fellazult és áthalmazódott: afanitos bauxit szögletes darabjaiból áll.

A külfejtéstől északkeletre nyitott mélyművelésben a közvetlen fedőben 1–2 méter vastag szenes-pirites agyag jelent meg. Alatta a vágatokban szürke, szürkésbarna pirites bauxitot figyeltem meg, amely alatt a szokásos téglavörös, sárgaeres bauxit jelent meg. Ez lefelé téglavörös bauxitba és agyagos bauxitba ment át. Bauxitkavicsokat itt sem észleltem. A bauxit afanitos szövetű, elvétve pizoidokkal és gömbszemcsékkel. A telep alsó része itt is vörös bauxitos agyagból áll.

A Félix II. teleptől nyugatra Félix I-nek nevezett három lencse következett 1., 2., és 4. sorszámmal (3. ábra). Közülük az 1. lencsét mélyműveléssel, a 4. lencsét külfejtéssel tárták fel. A 2. lencsét nem nyitották meg. Az 1. lencse mélyművelésében több szelvényt vettem fel. Itt is sötétszürke szenes-pirites agyag a közvetlen fedő, amely alatt 0,5–1,0 méter vastag szürke, pirites bauxit található. Ez lefelé vaskéreg és éles határ nélkül ment át téglavörös, sárgaeres bauxitba (15. ábra). Ez is afanitos szövetű elvétve bauxit gömbszemcsékkel és pizoidokkal. A szürke, pirites bauxitban több helyen közel függőleges szürkésfekete gyökérmaradványokat figyeltem meg. Ezek csak a szürke bauxit aljáig terjedtek.

A Félix I/4. lencse külfejtése zömmel téglavörös bauxitból állt. A lencse déli részéről lepusztult az eocén fedő. Itt a bauxit jól felismerhetően áthalmazódott, néhány centiméteres szögletes darabokból állt, zónás vertikális szerkezet nélkül.

A Róka-haraszt és a Vargatanya lencséit (3. ábra) bányászatiilag nem tárták fel. Így csak a fúrómagok alapján látszik, hogy a bauxitösszlet itt uralkodóan téglavörös, afanitos, agyagos bauxitból és bauxitos agyagból áll. Részletesebb szöveti-szerkezeti értékelésre itt nem volt lehetőségem.

A bauxitösszlet fő és járulékos kémiai komponensei

Az elsődleges bauxitszint fő kémiai komponensei

A bauxitösszletből a fúrásos kutatás során 0,5, ill. 1,0 méterenként mintákat vettek és azokat az öt fő komponensre: Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 és izzítási veszteségre megelemeztek. A szorosan vett bauxitból kisebb számban CaO , MgO , összes kén S-ben, P_2O_5 és MnO_2 elemzések is készültek. A Szár-hegy I., Dorottya I–II és Határvölgy telepek 1994–1996. évi kiegészítő kutatásakor csak a szorosan vett bauxitból készültek ötkomponenses elemzések, az agyagos bauxitból és a bauxitos agyagból csak az Al_2O_3 - és a SiO_2 -tartalmat határozták meg neutron aktivációs módszerrel.

A vegyelemzési adatokat számítógépes adatbázisban rögzítettem. A mai napig az előforduláson vett mintákból több mint 17 000 öt-, ill. hétkomponenses elemzés készült.

A „Magyar bauxit geokémiája” című monográfiámban (BÁRDOSY 1961) kiszámoltam a Dorottya, Szár-hegy, Nyíres-kút és Vargatanya lencséinek telepátlagait. Az azóta elkészült jóval nagyobb vegyelemzési anyag akkori főbb megállapításaimat igazolta, de jóval részletesebb értékelést tett lehetővé. A mostani feldolgozásban az összes fúrásban kiszámítottam az egyes bauxitos kőzetfajták súlyozott átlagait. Ez lehetővé tette az egyes kőzetfajták elterjedésének és összetételének térképi ábrázolását előbb 1:5000 térképlapokon, majd összevonva 1:25 000-es lapokon. Ezeket az egyes komponenseknél fogom ismertetni.

Egy következő lépésben a 3. ábrán feltüntetett összes lencsére és részterületre is bauxit átlagokat számoltam. Végül mennyiségi súlyozással a szőci előfordulás egészének bauxitátlagait is kiszámoltam. Ez az eljárás lehetővé tette a *mérettartomány-hatás* figyelembe vételét. A halimbai és a malom-völgyi előfordulás kiértékelésekor ugyanis azt tapasztaltam, hogy a bauxittelepek geokémiai felépítésében a mérettartomány-hatásnak komoly szerepe van. *Mérettartomány-hatás* azt jelenti, hogy az adott vizsgálat térbeli, vagy időbeli méretétől függően más és más statisztikai eredmények születnek. A mérettartomány-hatás nagysága az adott földtani képződmény belső összetettségét fejezi ki.

Az SPSS számítógépes program segítségével minden lencsére és részterületre kiszámítottam a fő statisztikai mutatókat, továbbá ún. box-plottokat és sűrűségfüggvényeket szerkesztettem. Figyelmet fordítottam az ún. *kiütő értékekre*. Ezek egy része adatrögzítési, ill. elemzési hibákból származott, amiket ki lehetett küszöbölni. Kisebb részük valós geokémiai folyamatok során jött létre. Ezeket természetesen figyelembe vettem.

A következőkben komponensenként értékelem a vegyelemzéseket, majd a komponensek közötti kapcsolatokat vizsgálom. Értékeléseim a bauxitlencsék egészére, a kitermelés előtti eredeti állapotra vonatkoznak. A szorosan vett bauxit súlyozott átlagos összetételét, átlagos vastagságát és a megelemzett fúrások számát a **7. táblázatban** tüntettem fel

7. táblázat. A szőci lencsék és részterületek szorosan vett bauxitjának súlyozott átlagai

No.	Területi egység	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Izz. veszt. %	Modulus	Átl. vast.	Fúrások
1.	Róka-haraszti I.	43,4	7,5	19,6	2,1	24,7	5,8	1,0	6
2.	Vargatanya IV.	50,8	7,8	18,8	2,0	18,9	6,5	3,0	1
3.	Ilertelendy-major	49,0	3,1	18,6	2,1	24,9	15,8	4,0	1
4.	Félix I/1.	52,0	5,5	27,7	2,2	12,4	9,5	3,4	12
5.	Félix I/2.	48,2	8,4	24,8	2,3	15,5	5,7	1,9	4
6.	Félix I/4.	52,1	4,7	26,2	2,2	13,7	11,1	2,8	11
7.	Félix I/5.	51,5	8,7	22,8	2,0	13,1	5,9	1,0	1
8.	Félix II/1.	50,8	6,2	20,0	1,8	21,0	8,2	1,8	8
9.	Félix II/2.	50,5	4,9	20,9	1,8	21,3	10,3	3,3	13
10.	Szár-hegy I.	48,1	3,7	21,0	2,3	22,0	13,0	4,0	120
11.	Szár-hegy I/dél	54,4*	2,7*	23,0	2,5	15,1	20,1	5,4	7
12.	Szár-hegy II.	48,6	5,7	19,9	2,3	21,8	8,5	2,2	11
13.	Szár-hegy III-IV.	47,6	3,8	23,2	2,0	23,5	12,5	5,9	16
14.	Dorottya I-II.	46,9*	4,0*	22,7*	2,0	24,3	11,1	4,1	22
15.	Határvölgy közép	47,7*	4,8	22,7	2,1	22,5	10,0	4,0	26
16.	Határvölgy FK	46,5	4,7	21,7	2,1	24,2	9,9	2,1	13
17.	Nyíres-kút I/K	48,7	5,7	23,0	1,9	20,3	8,5	4,0	14
18.	Nyíres-kút I/Ny	48,5	5,4	26,6	1,9	17,5	9,0	5,3	7
19.	Nyíres-kút II.	53,5	6,6	24,1	2,1	13,7	8,1	5,8	7
20.	Nyíres-kút III.	47,5	6,4	23,4	1,8	19,9	7,4	3,3	19
21.	Nyíres-kút IV.	46,4	3,9	23,8	2,1	22,9	11,9	6,3	35

*Turkey-féle robusztus átlagok

Al₂O₃-tartalom

A szőci bauxitelőfordulás egészében a *szorosan vett bauxit* Al₂O₃-tartalmának súlyozott átlaga 48,7%. Ez a malom-völgyihez hasonló (48,0%), de a halimbainál jóval kisebb (54,3%). A különbség oka a szőci és a malom-völgyi bauxit főként gibbsites és a halimbai bauxit boehmites összetétele.

A szorosan vett bauxit fő statisztikai mutatóit lencsénként, ill. részterületenként is ki-számítottam (**8. táblázat**). Ezekhez a számokhoz természetesen *analitikai hiba* is tartozik. Nedves elemzés esetében ez ±0,5%. További hibaforrás az *átlag standard hibája*. Ez annál nagyobb minél nagyobb az eloszlás változékonysága és annál kisebb minél több vegyelemzést értékeltünk ki. Ennek a hibának a nagysága az Al₂O₃ esetében lencsénként ±0,2-től 1,4%-ig terjedt. Az átlagérték további hibaforrása lehet az *eloszlás jellege*. Az átlag csak akkor torzításmentes, ha az eloszlás szimmetrikus, vagy közel szimmetrikus. Ezt a statisztikai ferdeség („skewness”) segítségével lehet értékelni. Torzításmentesnek tekintetem az átlagokat, ha a ferdeség 1,0-nál kisebb. A bauxit Al₂O₃-eloszlásának lencsénkénti átlagos ferdeségét a 8. táblázatban feltüntettem. Csupán a Szár-hegy I. lencse déli levett részén, a Határvölgy középső részterületén és a Dorottya I-II. telepben észleltem maximum 1,8 nagyságú ferdeséget. Pozitív és negatív irányú ferdeség egyaránt előfordult. Korábbi tapasztalataim alapján ezeken a helyeken a Tukey-féle robusztus becslést alkalmaztam (maximum likelihood estimator). Ezek a javítások 0,2–0,7% torzítást küszöbölt ki.

8. táblázat. A szorosan vett bauxit Al_2O_3 -tartalmának statisztikai mutatói

No.	Területi egység	Átlag %	Min. %	Max. %	Módusz %	Trimmelt átlag %	Medián %	Stand. dev. %	Relatív szórás %	Lapultság	Ferdeség
1.	Róka-haraszt I.	43,4	40,0	47,7	44–45	–	–	1,8	4,3	–	–
2.	Vargatanya IV.	51,3	48,5	56,6	49–50	–	–	2,8	5,5	–	–
3.	Hertelendy-major	49,0	45,9	53,8	48–50	–	–	2,8	5,7	–	–
4.	Félix I/1.	52,0	47,2	57,0	54–55	51,9	51,4	2,9	5,6	+0,84	–0,03
5.	Félix I/2.	48,2	45,3	51,9	46–47	–	–	3,1	6,5	–	–
6.	Félix I/4.	52,1	45,6	57,0	54–55	52,2	52,8	3,1	6,0	+3,23	–0,90
7.	Félix I/5.	51,5	51,5	51,5	51,5	–	–	–	–	–	–
8.	Félix II/1.	50,8	45,5	56,3	49–50	50,8	49,5	2,8	5,6	+3,02	–0,76
9.	Félix II/2.	50,5	45,4	55,0	49–50	50,2	50,1	1,9	3,8	+6,92	–0,47
10.	Szár-hegy I.	48,1	40,8	59,2	47–48	48,0	47,2	3,9	8,1	+0,76	+0,64
11.	Szár-hegy I/dél	54,4*	44,8	57,0	54–56	54,0	54,2	3,0	5,5	+2,91	–1,62
12.	Szár-hegy II.	48,6	42,2	55,8	52–53	48,4	47,6	4,2	8,6	–1,12	+0,11
13.	Szár-hegy III–IV.	47,6	44,3	49,0	48–49	47,7	48,0	1,2	2,4	+1,13	+0,91
14.	Dorottya I–II.	47,2*	44,3	54,3	47–48	47,0	47,1	2,0	4,2	+2,89	+1,38
15.	Határvölgy közép	47,9*	44,1	55,7	47–48	47,7	47,7	2,2	4,6	+4,40	+1,80
16.	Határvölgy ÉK	46,5	41,8	53,3	46–48	46,5	46,2	1,9	4,1	+5,82	+0,95
17.	Nyíres-kút I/kelet	48,7	44,1	52,8	48–50	48,7	48,9	2,5	5,0	–1,00	+0,02
18.	Nyíres-kút I/nyugat	48,5	44,7	52,8	50–51	48,4	48,0	2,8	5,8	–1,43	–0,01
19.	Nyíres-kút II.	53,5	51,4	56,1	53–54	53,5	53,2	1,4	2,6	+0,21	+0,84
20.	Nyíres-kút III.	47,5	45,8	50,1	47–48	47,4	47,3	1,3	2,7	–0,29	–0,63
21.	Nyíres-kút IV.	46,4*	40,8	52,2	46–47	46,4	46,4	2,4	5,3	+0,51	–1,17

*Tukey–féle robusztus átlagok

A lencsék vastagsággal súlyozott átlagai a malom-völgyi előfordulásnál jobban különböznek egymástól. Ott a legnagyobb és a legkisebb lencseátlag között 4,9% volt a különbség, itt ugyanez 11,0%. Legnagyobb a súlyozott átlag Szár-hegy I. lencse déli, levetett részén (54,4%), valamint az előfordulás délkeleti szélén levő Nyíres-kút II. lencsében (53,5%), legkisebb pedig az előfordulás északnyugati szélén levő Róka-haraszt I. lencsében (43,4%) (16. ábra). Ez az eloszlás véleményem szerint két tényező hatását tükrözi: A boehmitesebb lencsékből nagyobb az Al_2O_3 -tartalom, mint a gibbsitesekben. Ezen felül délkelet felől északnyugat felé csökken a lencsék bauxitjának alumíniumtartalma.

Az átlag bizonytalanságát legjobban a *konfidencia intervallum* fejezi ki. Ezt a nagyobb lencsékre kiszámítottam 95%-os konfidenciaszinten. Az Al_2O_3 -átlagokra 0,8–2,0% hosszúságú konfidencia intervallumokat kaptam, amit elegendő megbízhatóságnak tartok.

A súlyozott átlagon kívül a kétoldalt 5%-al csökkentett átlagot is kiszámítottam („*trimmed mean*”) (8. táblázat). Ez a kiűtő értékek hatásának kiküszöbölésére szolgál. A lencsék túlnyomó többségében a különbség nem haladja meg a 0,3%-ot, ami arra utal, hogy a kiűtő értékek szerepe itt elhanyagolható. Kiszámoltam továbbá a *mediánt* is, ami ugyancsak a fenti célt szolgálja. Ezek is a súlyozott átlag közelében helyezkedtek el, legfeljebb $\pm 1,3\%$ -al térnek el tőle.

Geokémiai tekintetben sokat mondó az eloszlás leggyakoribb intervallumának értéke (*módusz*). Az előfordulás bauxitjában az eloszlás kivétel nélkül egy módusz, ami az Al_2O_3 -eloszlás egységességét jelzi. A módusz többnyire egy, ritkábban két százalékkal a súlyozott átlag felett helyezkedik el. Ezt az egységes eloszlást erősíti meg az eloszlások *szórása* (standard deviation) is, amely többnyire 1 és 3% között mozog és csak a Szár-hegy II. lencsében érte el a 4,2%-ot. Ezzel összhangban az eloszlás *relatív szórása* is kicsiny: 2,6–8,6% között mozog. Ez kisebb a malom-völgyi bauxit 13%-ot is elérő relatív szórásánál. A viszonylag egységes lencsenkénti összetétel miatt az eloszlás *lapultsága* többnyire pozitív előjelű, tehát a normál eloszlásnál hegyesebb.

A lencsék szintjén számított paramétereken felül *fúrásoként* is vizsgáltam a statisztikai mutatókat, továbbá *mintavételi intervallumként* is értékeltem az elemzéseket. Az egyes fúrásokban a szorosan vett bauxitban észlelt legkisebb és legnagyobb Al_2O_3 -értékeket is feltüntettem a 8. táblázatban (minimum, maximum). A legkisebb értékek mindennél meghaladják a 40,0%-ot. A legnagyobb értékek meglepően magasak, több lencsében elérik az 55–59%-ot. Ezek nyilvánvalóan kis kovásvá tartalmú, túlnyomóan boehmites bauxitok.

A *mintavételi intervallumok* szintjén gyakorisági hisztogramokat szerkesztettem. A hisztogramok többsége egy maximumos és közel szimmetrikus. Ennek jobb megítéléséhez az adott eloszlásnak megfelelő normál eloszlási görbét is feltüntettem. A 17. ábrán négy fontosabb lencse hisztogramját mutatom be. A legegységesebb a Nyíres-kút IV. lencse. A másik három kevésbé egységes, de egyértelműen egy módusz. Megerősítik ezt a képet a *box-plotok* is, amelyeket a

18. ábrán mutatok be. Itt is szembetűnő a Nyíres-kút IV. lencse egységes középső doboza. Ugyanakkor a Szár-hegy III-IV. lencsénél a minimális Al_2O_3 -tartalom közel kiűző jellege tűnik szembe.

Kétváltozós korrelációs számítást is végeztem a fúrások átlagos bauxitvastagsága és a bauxit átlagos Al_2O_3 -tartalma között. A halimbai előforduláson pozitív korrelációs kapcsolatot észleltem, a malom-völgyi bauxitban viszont nem találtam érdemi korrelációs kapcsolatot. A 19. ábrán bemutatott három „scatter plot” szerint rendkívül laza és nem lineáris jellegű a kapcsolat e két változó között: a növekvő alumíniumtartalommal előbb enyhén nő a bauxit-vastagság, majd a tendencia megfordul és a vastagság enyhén csökkenni kezd. E furcsa jelenségre eddig nem találtam magyarázatot.

Az Al_2O_3 -tartalom térbeli eloszlásának megismerése céljából a szorosan vett bauxitra lencsénként izovonalas térképeket szerkesztettem. Ezek közül a Félix I/1., a Szár-hegy III-IV. és a Nyíres-kút IV. lencsék térképeit mutatom be (20. ábra, A, B, C). A legfontosabb tanulság az, hogy az alumínium eloszlása nem véletlenszerű, hanem határozott trend ismerhető fel. Ennek mértéke és iránya azonban lencsénként különböző. Így a Félix I/1. lencsén a középső és északnyugati részén kisebb, északkeleten és délen nagyobb a bauxit Al_2O_3 -tartalma. A Szár-hegy III-IV. lencsében még szabályosabb az eloszlás: északkeleten és középen nagy területen közel azonos a bauxit Al_2O_3 -tartalma, délen és délnyugaton ennél kisebb. A Nyíres-kút IV. lencsében feltűnően egyenletes az Al_2O_3 -eloszlása, főként 45–50%. Délen és délkeleten 42–45%-os átlagok is előfordulnak. A gibbsites összetétel miatt csak két fúrásban haladta meg az Al_2O_3 az 50%-ot (Sz-907 és Sz-1001). Nyilvánvaló, hogy ezek az eloszlások a többi komponens eloszlásától is függenek.

A szorosan vett bauxithoz hasonlóan az *agyagos bauxit* lencsénkénti súlyozott átlagait is kiszámítottam (9. táblázat). Az előző 21 területegységgel szemben itt 33 szerepel, aminek az az oka, hogy az agyagos bauxit a szorosan vett bauxitnál nagyobb területre terjedt ki. Jól szemlélteti ezt a 21. ábra. A 16. ábrával összevetve láthatjuk, hogy az agyagos bauxit gyakorlatilag minden lencsére kiterjedt. Az is lényeges szempont, hogy az eocén fedő lepusztulási határán az agyagos

9. táblázat. A szőci lencsék és részterületek agyagos bauxitjának súlyozott átlagai

No.	Területi egység	Al_2O_3 %	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %	Izzítási veszteség %	Modulus	Átlagvastagság m	A fúrások száma
1.	Róka-haraszti I.	44,5	16,2	17,0	1,8	19,2	2,7	2,1	10
2.	Róka-haraszti II.	43,9	18,0	19,8	1,8	14,8	2,4	22,3	7
3.	Rók-haraszti III.	45,5	16,6	20,1	1,8	14,2	2,7	4,6	3
4.	Róka-haraszti IV.	42,5	16,9	19,5	1,7	17,0	2,5	12,3	2
5.	Róka-haraszti V.	40,7	19,3	–	–	–	2,1	1,0	1
6.	Vargatanya I.	41,5	15,8	20,4	1,5	19,8	2,6	3,6	13
7.	Vargatanya II.	41,8	17,5	19,6	2,1	16,7	2,4	3,0	8
8.	Vargatanya III.	40,4	14,0	18,6	2,2	20,4	2,9	3,8	3
9.	Vargatanya IV.	45,6	15,1	22,0	2,2	15,5	3,0	2,4	2
10.	Hertelendy-major	42,6	12,8	17,9	1,7	21,4	3,3	0,7	1
11.	Félix I/1.	46,5	15,3	21,3	1,9	13,6	3,0	2,8	16
12.	Félix I/2.	45,6	15,6	20,6	1,9	15,3	2,9	2,6	14
13.	Félix I/3.	43,2	15,2	20,2	1,7	17,9	2,8	2,0	4
14.	Félix I/4.	44,0	15,7	21,8	1,9	15,8	2,8	3,0	23
15.	Félix I/5.	41,6	15,6	23,6	2,1	13,2	2,7	2,2	4
16.	Félix II/1.	47,5	16,4	15,8	1,6	18,3	2,9	1,2	6
17.	Félix II/2.	44,5	15,6	19,1	1,7	18,4	2,8	3,7	35
18.	Félix II/3.	42,7	16,3	21,0	1,8	17,2	2,6	4,3	45
19.	Félix II/4.	42,7	18,3	16,6	1,9	19,1	2,3	2,2	3
20.	Szár-hegy I.	41,0	15,2	19,2	2,0	20,8	2,7	3,0	105
21.	Szár-hegy I/dél	43,8	15,8	20,1	2,2	18,5	2,8	2,6	8
22.	Szár-hegy II.	44,3	13,2	14,2	2,4	22,6	3,3	1,9	7
23.	Szár-hegy III-IV.	43,3	15,8	19,0	1,8	20,2	2,7	3,8	13
24.	Dorottya I-II.	42,0	16,2	20,1	1,6	18,9	2,6	3,8	22
25.	Határvölgy közép	43,7	14,7	20,3	1,7	19,6	3,0	4,3	32
26.	Határvölgy ÉK	40,1	16,1	19,2	1,7	19,9	2,6	4,1	26
27.	Határvölgy nyugat	39,1	18,1	20,8	1,8	19,0	2,2	2,1	6
28.	Határvölgy ÉNy	40,9	17,8	19,6	1,7	18,5	2,3	2,6	11
29.	Nyíres-kút I/kelet	43,3	14,2	21,2	1,8	19,2	3,0	2,7	21
30.	Nyíres-kút I/nyugat	47,0	14,4	21,4	1,9	15,1	3,3	2,7	6
31.	Nyíres-kút II.	50,9	12,0	22,5	1,9	12,7	4,2	4,6	6
32.	Nyíres-kút III.	44,5	15,6	19,5	1,8	17,6	2,8	1,5	24
33.	Nyíres-kút IV.	41,6	14,6	20,8	1,7	20,1	2,8	3,1	32

bauxit sem terjedt túl a Nyíres-kút I-keleti kis lencserész kivételével. A 9. táblázatban a területegységek átlagos Al_2O_3 -tartalmát is feltüntettem. Jól látszik, hogy a szorosan vett bauxit-hoz hasonlóan az előfordulás délkeleti szélén a legnagyobb az agyagos bauxit Al_2O_3 -tartalma. Ezen belül a boehmitesebb területrészek alumíniumtartalma kissé nagyobb. Az agyagos bauxit súlyozott átlaga az egész előfordulásra 44,0%.

A területegységek átlagos alumíniumtartalma a szorosan vett bauxiténál 3–6%-al kisebb. Legnagyobb a Nyíres-kút II. lencse agyagos bauxitjának Al_2O_3 -tartalma: 50,9%, legkisebb a nagy határvölgyi lencse nyugati részterületén: 39,1%. Egyébként az összes többi részterületen 40%-nál nagyobb az átlagos Al_2O_3 -tartalom.

A *bauxitos agyag* Al_2O_3 -átlagait a 10. táblázatban mutatom be. A három bauxitos kőzetfajta közül a bauxitos agyag a legnagyobb elterjedésű, majdnem a lencsék teljes területére kiterjed. Ez legjobban az előfordulás nyugati szélén érvényesült a négy vargatanyai és a Róka-haraszt I., V. lencsékben (22. ábra). A bauxitos agyag sem terjedt túl az eocén fedő lepusztulási határán jobban, mint a két másik bauxitos kőzetfajta. Ebből az következik, hogy az eocént követő lepusztulás itt a malom-völgyinél erőteljesebb volt. Az egész előfordulás bauxitos agyagának súlyozott átlaga 37,3%. A területegységek átlagos alumíniumtartalma az agyagos bauxiténál 3–5%-al kisebb. Itt is a Nyíres-kút II. lencse Al_2O_3 -tartalma a legnagyobb: 40,6%. Legkisebb a kis Hertelendy-majori lencsében: 32,2%. A 22. ábrán a területegységek átlagos Al_2O_3 -tartalmát is feltüntettem. Az agyagos bauxit-hoz hasonlóan a bauxitos agyag alumíniumtartalma az előfordulás délkeleti részén a legnagyobb és északnyugat felé haladva csökken.

Az *alumíniumdús ferrit* Al_2O_3 -tartalma igen változatos. A laterites vaskéregből származó apró törmelékdarabokban 18–38% az Al_2O_3 mennyisége, átlaga 30,9%. Ugyanakkor a ferdeség csupán –0,74. Az epigenetikus vaskéregben még inkább feldúsult a vas és ezért Al_2O_3 -tartalmuk csak 15–20%.

10. táblázat. A szóci lencsék és részterületek bauxitos agyagjának átlagai

No.	Területi egység	Al_2O_3 %	SiO_2 %	Fe_2O_3 %	TiO_2 %	Izzítási veszteség %	Modulus	Átlagvastagság m	A fúrások száma
1.	Róka-haraszt I.	37,1	28,7	15,0	1,6	16,3	1,3	2,0	28
2.	Róka-haraszt II.	37,7	27,6	17,7	1,4	14,4	1,4	18,2	15
3.	Róka-haraszt III.	37,1	25,9	15,5	1,4	13,7	1,2	9,1	20
4.	Róka-haraszt IV.	37,3	26,6	18,2	1,3	14,5	1,4	27,3	4
5.	Róka-haraszt V.	34,4	31,6	14,2	1,4	14,3	1,1	3,8	17
6.	Vargatanya I.	36,6	29,1	14,7	1,3	16,4	1,3	4,5	32
7.	Vargatanya II.	38,2	28,4	14,9	1,5	14,8	1,3	4,5	8
8.	Vargatanya III.	34,0	27,8	–	–	–	1,2	1,4	6
9.	Vargatanya IV.	33,3	29,2	–	–	–	1,1	3,9	4
10.	Hertelendy-major	32,2	25,0	–	–	–	1,3	1,3	1
11.	Félix I/1.	38,8	26,6	17,4	1,7	12,9	1,4	2,1	24
12.	Félix I/2.	38,3	27,4	16,6	1,6	14,8	1,4	2,6	30
13.	Félix I/3.	35,1	31,2	16,8	1,4	14,0	1,1	7,1	14
14.	Félix I/4.	37,6	26,3	19,0	1,5	14,6	1,4	4,8	25
15.	Félix I/5.	34,6	26,9	–	–	–	1,3	3,0	8
16.	Félix II/1.	39,8	27,9	14,0	1,4	16,2	1,4	1,5	6
17.	Félix II/2.	39,9	26,4	15,9	1,4	16,0	1,5	8,2	14
18.	Félix II/3.	37,8	26,6	17,5	1,5	15,4	1,4	6,6	52
19.	Félix II/4.	37,1	26,8	17,0	1,6	16,1	1,4	6,0	14
20.	Szár-hegy I.	36,5	25,2	–	–	–	1,4	3,0	98
21.	Szár-hegy I/dél	38,8	25,2	–	–	–	1,5	4,1	10
22.	Szár-hegy II.	37,9	24,2	14,2	1,6	17,2	1,6	1,3	8
23.	Szár-hegy III-IV.	38,4	28,3	15,3	1,4	16,1	1,4	2,6	14
24.	Dorottya I-II.	37,7	26,7	17,5	1,4	16,5	1,4	2,8	24
25.	Határvölgy közép	38,7	26,4	17,3	1,4	15,9	1,5	5,2	33
26.	Határvölgy ÉK	36,4	29,0	16,1	1,5	15,7	1,3	6,1	39
27.	Határvölgy nyugat	37,8	27,5	16,9	1,5	15,7	1,4	7,0	16
28.	Határvölgy ÉNy	35,8	29,5	16,4	1,4	15,3	1,2	6,2	24
29.	Nyíres-kút I/kelet	35,0	32,6	16,1	1,5	14,6	1,1	3,4	22
30.	Nyíres-kút I/nyugat	38,7	28,8	16,7	1,4	14,3	1,3	2,0	12
31.	Nyíres-kút II.	40,6	27,9	16,1	1,4	12,8	1,5	1,9	4
32.	Nyíres-kút III.	36,2	27,6	16,3	1,4	17,2	1,3	1,5	24
33.	Nyíres-kút IV.	36,2	27,3	17,5	1,5	16,1	1,3	5,1	27

A telepek felső részén található epigenetikus sárga, lila, rózsaszínű bauxit és agyagos bauxit alumíniumtartalma rendkívül változatos, az elemzett mintákban 38–61% volt. Az Al_2O_3 -tartalom oldal irányban és vertikálisan is igen rövid távolságon belül megváltozhat.

SiO₂-tartalom

A szorosan vett bauxit vastagsággal súlyozott statisztikai mutatói a 11. táblázatban láthatók. A SiO₂-elemzések analitikai hibája nedves elemzés esetén $\pm 0,3\%$. Az átlagok standard hibája 0,1–0,7%. További hibaforrás az aszimmetrikus eloszlás, amit az ún. ferdeségi mutató (skewness) jelez. Tapasztalataim szerint csak a $\pm 1,0$ értéket meghaladó ferdeség esetében léphet fel analitikailag is kimutatható hiba. Egyedül a Szár-hegy I/dél részterületen találtam érdemi ferdeséget (+3,14). Itt az alumíniumnál is használt Tukey-féle robusztus átlagot is kiszámoltam. Az eredeti 2,9% SiO₂-tartalom helyett 2,7%-ot kaptam. Az eltérés tehát az analitikai hibánál kisebb. A telepek többségében pozitív előjelű a ferdeség, tehát az aszimmetria jobb felé irányul.

A szőci előfordulás egészen a szorosan vett bauxit súlyozott SiO₂-átlaga 5,1%. Ez a halimbainál (4,2%) lényegesen nagyobb, de a malom-völgyinél (5,8%) kisebb. Az egyes lencsék és részterületek súlyozott átlagait és főbb statisztikai

11. táblázat. A szorosan vett bauxit SiO₂ tartalmának statisztikai mutatói

No.	Terület egység	Átlag %	Min. %	Max. %	Módusz %	Trimmelt átlag	Medián	Stand. dev.	Rel. szórás	Lapultság	Ferdeség
1.	Róka-haraszt I.	7,5	5,5	9,5	6-7	-	-	1,1	14,8	-	-
2.	Vargatanya IV.	7,8	6,2	9,9	6-7	-	-	1,5	19,2	-	-
3.	Hertelendy-major	3,1	1,3	6,6	3-4	-	-	1,7	54,8	-	-
4.	Félix I/1.	5,6	3,0	9,2	3-4	5,5	6,1	1,8	31,9	-0,98	-1,14
5.	Félix I/2.	8,4	7,4	9,8	8-9	-	-	0,7	8,6	-	-
6.	Félix I/4.	4,7	1,8	9,6	3-4	4,6	3,8	2,7	54,6	+2,35	+0,86
7.	Félix I/5.	8,7	8,7	8,7	8-9	-	-	-	-	-	-
8.	Félix II/1.	6,2	3,6	9,0	7-8	6,2	7,5	2,1	33,6	-1,73	-0,30
9.	Félix II/2.	4,9	2,8	9,6	3-4	4,8	4,0	1,9	42,5	+4,29	+1,38
10.	Szár-hegy I.	3,7	0,5	9,7	1-2	3,6	2,9	2,5	68,5	-0,81	+0,68
11.	Szár-hegy I/dél*	2,7*	1,0	9,1	2-3	2,7	2,6	1,7	68,2	+10,40	+3,14
12.	Szár-hegy II.	5,7	2,0	9,8	3-4	5,6	6,0	2,7	48,6	-1,46	+0,01
13.	Szár-hegy III-IV.	3,8	1,7	8,3	3-4	3,7	3,6	1,5	38,4	+1,13	+0,91
14.	Dorottya I-II.	4,1	1,9	9,0	2-3	4,1	3,6	1,7	42,0	-0,88	+0,49
15.	Határvölgy közép	4,8	1,6	9,6	3-4	4,7	4,0	2,0	41,8	-0,72	+0,51
16.	Határvölgy ÉK	4,7	3,1	10,0	5-6	4,5	4,8	2,0	42,6	+3,60	+1,74
17.	Nyíres-kút I/kelet	5,7	3,5	9,1	5-6	5,6	6,1	1,6	28,8	-0,25	+0,51
18.	Nyíres-kút I/nyugat	5,4	2,9	9,1	5-6	5,4	5,4	2,1	38,0	-1,42	+0,39
19.	Nyíres-kút II.	6,6	4,8	8,7	6-7	6,6	6,8	1,2	18,1	-0,79	+0,01
20.	Nyíres-kút III.	6,4	3,0	9,7	6-7	6,3	6,5	1,6	25,0	-0,32	+0,24
21.	Nyíres-kút IV.	3,9	1,8	8,5	3-4	3,8	3,3	1,6	40,0	+0,51	+1,17

*Tukey-féle robusztus átlag

mutatóit a 11. táblázatban mutatom be. A legnagyobb és a legkisebb átlag között 6,0% a különbség. Az átlagok térbeli eloszlását a 23. ábrán láthatjuk. A Szár-hegy, Dorottya és Nyíres-kút IV. lencsékben a legkisebbek az átlagok (2,7–5,7%), és északnyugat felé haladva növekednek. Ezzel összhangban a Vargatanya IV. és a Róka-haraszt I. lencsék kis bauxit-felhalmozódásai tartalmazzák a legtöbb SiO₂-t (7,5–7,8%).

A 7. táblázatban tüntettem fel a terület egységek átlagos *modulusát*. Ez 5,8 és 20,1 között váltakozik, ami a gazdaságos timföldgyártás szempontjából kedvező. Ugyanakkor kedvezőtlen a bauxit viszonylag kisebb Al_2O_3 -tartalma. Legnagyobb átlagos modulusa a Szár-hegy I-dél kis levett lencsének van. Az egész előfordulás átlagos modulusa 9,5.

A *trimmelt átlag* és a *medián* néhány tized százalékkal kisebb a súlyozott átlagnál, ami az eloszlás közel szimmetrikus voltát jelzi (11. táblázat). Az *eloszlás szórása* 0,7 és 2,5% között mozog. Kifejezőbb ennél a *relatív szórás*, amely 9-től 68%-ig terjed. Általában minél kisebb az átlagos SiO₂-tartalom, annál nagyobb a relatív szórás.

Az eloszlás koncentrátságát fejezi ki a *lapultsági együttható*. Ez az esetek többségében pozitív előjelű, tehát az eloszlás a megfelelő normál eloszlásnál csúcsosabb.

A mérettartomány hatás miatt a SiO₂-tartalomra fűrásonként is kiszámítottam a szorosan vett bauxit átlagait. Ezek változékonysága a lencse átlagokénál nagyobb. A legkisebb fűrás átlag 1,0% volt a Szár-hegy I. lencsében, a legnagyobb

érték 10,0% a bauxitfajták kémiai-kőzettani osztályozásának megfelelően. A 24. ábrán négy lencse bauxitjának gyakorisági hisztogramját mutatom be a fúrásátlagok alapján. A hisztogramokon a megfelelő normál eloszlásgörbét is feltüntettem. Az eloszlások a Nyíres-kút IV. lencse kivételével közel szimmetrikusak.

A *mintavételi intervallumok szintjén* még nagyobb a változékonyság. A legkisebb SiO_2 -tartalom 0,5% a Szár-hegy I. lencséből származik. (11. táblázat). A régi Szár-hegy II. külfejtésből vett mintáim között a 10. számú pedig csak 0,7% SiO_2 -t tartalmazott. (3. táblázat).

Geokémiai és gyakorlati szempontból is fontos mutató a *módusz*, amit a 11. táblázatban lencsénként tüntettem fel. Ez az intervallum többnyire a súlyozott átlagnál valamivel kisebb.

A SiO_2 -tartalom *vertikális eloszlása* a legtöbb lencsében igen hasonló. A felső övezet sárga és rózsaszínű bauxitjában többnyire 4–8%, a téglavörös, sárgaeres bauxitban a legkisebb (1–4%), majd lefelé fokozatosan növekszik. Az alatta levő vörös bauxitban 5–10%.

A SiO_2 -tartalom térbeli eloszlásának megismerésére lencsénként *izovonalas térképeket* szerkesztettem. Az Al_2O_3 -hoz hasonlóan ezek közül példaként a Félix I/1., a Szár-hegy III–IV. és a Nyíres-kút IV. lencsék izovonalas térképeit mutatom be (25. ábra, A, B, C). Itt is határozott trend rajzolódott ki, de az Al_2O_3 -tól eltérő módon. A szorosan vett bauxit SiO_2 -tartalma a lencsék közepén a legkisebb és a szélek felé haladva fokozatosan növekszik. Ez a Szár-hegy III. telepben látszik a leghatározottabban. A Nyíres-kút IV. lencsében a 4%-nál kisebb SiO_2 -tartalmú részeket keskeny, 4–8% tartalmú sávok választják el egymástól. Ezek véleményem szerint a bauxit felhalmozódása során alakultak így, és nem utólagos folyamatok termékei.

Az *agyagos bauxit* súlyozott átlagait a 9. táblázatban mutatom be. Az egész előfordulásra az agyagos bauxit átlaga 16,3%. Legkisebb a Nyíres-kút II. lencsében (12,0%) és legnagyobb a Róka-haraszt V. lencsében (19,3%). Ez 7,3% különbségnek felel meg. Az átlagos SiO_2 -tartalom délkeletről északnyugat felé haladva fokozatosan növekszik. Az agyagos bauxit modulusa 2,1-től 4,2 között mozog, átlaga 2,7.

A *bauxitos agyag* súlyozott átlagait a 10. táblázatban tüntettem fel. Az egész előfordulásra 28,5% az átlag, ami 12,2%-al nagyobb az agyagos bauxit átlagánál és 1,3-as modulusnak felel meg. Legkisebb a Szár-hegy II. lencsében (24,2%) és legnagyobb a Nyíres-kút I-kelet lencsében (32,6%). Területi trendet nem találtam, az eloszlás kis hullámzással egyenletes (26 ábra)

Az *alumíniumdús ferrit* SiO_2 -tartalma rendkívül széles határok között mozog. A legkisebb elemzett érték 1,3%, legnagyobb 17,9%, mindkettő a Nyíres-kút IV. lencséből. A többi lencsében is hasonlóan nagy az ingadozás. Területi trendet nem észleltem.

Fe_2O_3 -tartalom

A Fe_2O_3 -meghatározás analitikai hibája nedves kémiai elemzés esetében $\pm 0,5\%$. A lencsékre számított átlagok standard hibája 0,2–0,6%. Az átlagszámítás további hibaforrása az eloszlás aszimmetriája, amit az előző két komponenshez hasonlóan a ferdeségi mutatóval határoztam meg. Ez a lencsék többségében 1,0-nál kisebb és ezért nem okoz érdemi hibát. A legnagyobb észlelt ferdeség $-2,59$ volt a Dorottya I–II. telep szorosan vett bauxitjában. Az eredeti 22,3% átlag helyett a Tukey-féle robusztus mutatóval 22,7% adódott ki, ami csak 0,4%-al nagyobb az eredeti értéknél.

A *szorosan vett bauxit* súlyozott átlagát a 7. táblázatban mutatom be. Az előfordulás egészére az átlag 23,4%, ami a malom-völgyi előfordulás átlagánál csak 0,3%-al nagyobb. Az átlagos Fe_2O_3 -tartalom térbeli eloszlását a 27. ábrán tüntettem fel. Ez az Al_2O_3 - és a SiO_2 -nél jóval szabálytalanabb. Jól látszik, hogy az előfordulás középső részén levő területegységek átlagos Fe_2O_3 -tartalma 20,0–23,2%, míg a keleti, nyíres-kúti lencsékben 23,0–26,6%, továbbá a nyugati Félix I. terület lencséiben 22,8–27,7%. Szembetűnő továbbá az is, hogy a déli és nyugati széleken levő Hertelendy-major, a Vargatanya IV. és a Róka-haraszt I. lencsék bauxitjában az átlagos Fe_2O_3 -tartalom csupán 18,6–19,6%.

A súlyozott átlagok bizonytalanságát legjobban a *konfidencia intervallum* fejezi ki, amit 95%-os konfidencia szintre számítottam ki a nagyobb lencsékre. Ennek hossza a legtöbb esetben 1,0–2,5% volt, ami a malom-völgyi előfordulással közel megegyező. Kiszámítottam továbbá az 5%-al trimmelt átlagot és a mediánt is. Ezek a súlyozott átlagtól csak 1–3%-al különböztek. Ez azt jelzi, hogy a kiütő értékek szerepe elhanyagolható.

Az Fe_2O_3 -tartalom eloszlásának változékonyságát a *szórással* értékeltem. Ez 1–4% között mozgott, ami ugyancsak közel áll a malom-völgyi értékekhez (1–6%). A *relatív szórások* a lencsék többségében 10 és 20% között vannak.

Az Fe_2O_3 -tartalom átlagait minden *fúrásra* is kiszámítottam. A mérhetőség következtében ezek változékonysága valamivel nagyobb a fent ismertetetteknél.

Az elemzett *mélysgéközökre* a legkisebb Fe_2O_3 -tartalom 2,0% volt, amely a vastalanodott felső övezetből származik. Általában ebben a halvány lila és rózsaszínű bauxitban a legkisebb a vastartalom. A legnagyobb Fe_2O_3 -tartalom 31,6% volt a rozsdavörös bauxitból.

A Fe_2O_3 -eloszlás még részletesebb megismerésére *gyakorisági hisztogramokat* szerkesztettem. Példaként a Határvölgy közép, a Szár-hegy II–IV. és a Nyíres-kút IV. lencsék hisztogramjait mutatom be (28. ábra). Jól látszik a nyíres-kúti bauxit

egységes Fe_2O_3 -eloszlása 24 és 25% közötti módusszal. Ugyanakkor ebben a lencsében kevés vasszegény bauxit is előfordul. A másik két lencse kevésbé egységes eloszlású, de vasszegény bauxitot nem tartalmaznak.

A vastartalom vertikális eloszlása az alumínium és a szilíciumnál szabálytalanabb. A felső övezetben található bauxit többnyire vasszegény, 3–10% Fe_2O_3 -at tartalmaz, A vörös, sárgaeres bauxitban 20–23%, az alatta következő rozsdavörös bauxitban 22–25% Fe_2O_3 van.

A bauxit *izovonalas térképeit* az Fe_2O_3 -ra is megszerkesztettem és példaként itt is a Félix I/1., a Szár-hegy III–IV. és a Nyíres-kút IV. lencsék térképeit mutatom be (29. ábra, A, B, C). Azt találtam, hogy az Fe_2O_3 -eloszlása az alumínium és szilíciumnál sokkal szabálytalanabb. Egyértelmű trend nem rajzolódott ki sehol. Ezt valószínűleg a vasnak nagyobb mobilitása okozza.

Alumíniumdús ferritet csupán hat lencsében találtunk. Ezekben 31 és 56% között mozgott az Fe_2O_3 -tartalom. A legtöbb alumíniumdús ferrit az előfordulás délkeleti részén található. Feltehetően lateritszelvények vaskérgének lepusztulásából származnak. A felső övezet alsó határán levő epigenetikus vaskéregben is gyakori az alumíniumdús ferrit.

Az *agyagos bauxit* Fe_2O_3 -tartalmának súlyozott átlagai a 9. táblázatban láthatók. Legnagyobb a Félix I/5. lencsében (23,6%) és legkisebb a Szár-hegy II-ben (14,2%). Ebben a lencsében a szokásosnál erősebb vaskioldás nyomait észleltem. A nyíres-kúti lencsék átlagos vastartalma valamivel nagyobb a többinél (19,5–22,5%). Az egész előfordulásra 20,0% az átlag, ami a szorosan vett bauxiténál 3,4%-al kisebb. Az eloszlás viszonylag egységes. Ezt mutatja a csupán 5,6%-os relatív szórás.

A *bauxitos agyag* súlyozott átlagai a 10. táblázatban láthatók. Sajnos pénzügyi takarékoskodás miatt öt lencséből nem készültek Fe_2O_3 -elemzések. A vastartalom viszonylag egységes, az átlagok 14,0 és 19,0% között mozognak. Egyértelmű területi trendet nem találtam. Az egész előfordulásra a bauxitos agyag átlaga 16,9%, ami az agyagos bauxiténál 3,1%-al kevesebb. Az eloszlás egységességét mutatja, hogy az Fe_2O_3 -tartalom relatív szórása csupán 7,2%.

TiO₂-tartalom

A TiO_2 -meghatározás analitikai hibája nedves kémiai elemzés esetén $\pm 0,2\%$. Ehhez jön a területegységekre számított átlagok standard hibája, amely 0,01–0,09%. További hibaforrás az eloszlás aszimmetriája, amit a ferdeségi mutatóval határoztam meg. Ez az esetek többségében a megengedhető $\pm 1,0$ határ alatt van, tehát a Tukey-féle robusztus átlagok alkalmazására nem volt szükség.

A *szorosan vett bauxitra* szőci előfordulás egészére 2,0% a TiO_2 -átlaga, ami a malom-völgyivel megegyezik. A területegységek vastagsággal súlyozott átlagai a 7. táblázatban láthatók. Kicsiny a különbség a legkisebb és a legnagyobb átlagos TiO_2 -tartalom között (1,8–2,5%). Az átlagok térbeli eloszlását a 30. ábrán tüntettem fel. Jól látszik, hogy a titántartalom a Szár-hegy és a Félix I. terület lencséiben a legnagyobb és az előfordulás keleti részén kissé lecsökken. A titántartalom eloszlása tehát igen egységes. Ezt igazolja az előfordulás egészére számolt 6,5%-os *relatív szórás* is.

A TiO_2 -tartalom átlagait az összes fúrásra kiszámoltam. Ezek a mérőhatás következtében valamivel szélesebb intervallumban helyezkednek el. Az egyedi intervallumokra számított legkisebb és legnagyobb értékek 1,4 és 4,5% között mozognak. A malom-völgyi előforduláson észlelt kiemelkedően nagy értékek (6,0–6,3%) itt nem jelentek meg.

Az eloszlások jellemzésére *gyakorisági hisztogramokat* szerkesztettem. Közülük három látható a 31. ábrán. Az eloszlás egyik típusában (Nyíres-kút IV. és Határvölgy-közép) szoros egy maximumos az eloszlás 2,1–2,2% közötti módusszal. A másik típusban (Szár-hegy III–IV.) az eloszlás nem ilyen egységes, sőt két maximum jelölhető ki 1,7–1,8% és 2,3–2,4% között. A malom-völgyi bauxithoz hasonlóan a *lapultság* többnyire pozitív előjelű, tehát az eloszlás a normális eloszlásnál csúcsosabb. A titántartalom kis változékonysága miatt nem láttam értelmét izovonalas térképek szerkesztésének

Az *agyagos bauxit* lencsénkénti átlagait a 9. táblázatban tüntettem fel. Az átlagok 1,5 és 2,4% között mozognak. Legnagyobb a Szár-hegy II. telepben. Az előfordulás egészére 1,8% a TiO_2 -átlaga, ami a szorosan vett bauxiténál 0,2%-al kisebb és a malom-völgyivel azonos.

A *bauxitos agyag* titán átlagai még az agyagos bauxiténál is egységesebbek, 1,3-tól 1,6%-ig terjednek (10. táblázat). Az egész előfordulás átlaga 1,5%, ami az agyagos bauxiténál 0,3%-al kisebb.

Az *alumíniumdús ferritben* a lateritekből származó apró törmelékben többnyire 1,3–1,9% a TiO_2 -tartalom. Egyetlen mintában (Nyíres-kút IV.) 2,6% TiO_2 -t találtak. A felső övezet alsó határán levő epigenetikus vaskéregben 1,5 és 2,6% között váltakozik a titántartalom.

Izzítási veszteség

A bauxitminták sorozatelemzései az izzítási veszteséget határozták meg, ami a kémiaiilag kötött víz mellett a CO_2 és az SO_3 -at is tartalmazta. Ahol erre elemzési adatom volt az izzítási veszteséget $+\text{H}_2\text{O}$ -ra számoltam át. A normális, vörös bauxitban, mint a következő fejezetekben látni fogjuk, e szennyezők mennyisége jelentéktelen.

A sorozat elemzések analitikai hibája $\pm 0,3\%$. Ehhez járul a lencsénkénti átlagok standard hibája, ami 0,2 és 0,7% között mozog. Az izzítási veszteség eloszlása a legtöbb esetben szimmetrikus, tehát nem volt szükség a Tukey-féle robusztus átlag alkalmazására.

A szorosan vett bauxit lencsénkénti súlyozott átlagai a 7. táblázatban láthatók, melyek 12,4-től 24,9%-ig terjednek. Érdemi különbség ez, aminek az oka a bauxit gibbsites, ill. boehmites összetétele. Az előfordulás egészének átlaga 19,9%, ami a malom-völgyi előfordulás átlagánál 1,6%-al kisebb. Tehát a szőci bauxit a malom-völgyinél boehmitesebb. Ezt jelzi az is, hogy a malom-völgyi előforduláson a legkisebb lencse átlag 18,8%. Ásványtani vizsgálataim eredményei alapján a szőci bauxitot e tekintetben három csoportra lehet felosztani: uralkodóan gibbsites bauxit, ha az izzítási veszteség több mint 20%, vegyes gibbsites-boehmites, ha 14–20% és uralkodóan boehmites ha kevesebb mint 14%. Ezt alapul véve 12 lencse bauxitja uralkodóan gibbsites, 5 vegyes gibbsites-boehmites és 4 uralkodóan boehmites összetételű.

A 32. ábrán a területegységek átlagos izzítási veszteségének térbeli eloszlását mutatom be. A Félix I. lencse-csoport öt lencséje egyértelműen boehmites összetételű 12,4-től 15,5% izzítási veszteséggel. A középső (Szár-hegyi, Dorottya és határvölgyi) telepek gibbsitesek, egyedül a Szár-hegy I. lencse déli levett oldalán levő kis telep vegyes gibbsites-boehmites összetételű. Kelet felé csökken a nyíres-kúti lencsékben az izzítási veszteség és a keleti szélén (Nyíres-kút II.) tisztán boehmites bauxit található. Említést érdemel még, hogy a déli és nyugati perem kis lencséiben (Hertelendy-major, Vargatanya IV., Róka-haraszti I.) tisztán gibbsites bauxitot találtunk. E figyelemre méltó eloszlás kialakulására az ásványtani és genetikai fejezetben próbálok magyarázatot adni.

A bauxit izzítási veszteségének szórása 1,0–3,5%. Az egész előfordulás relatív szórása 19,8%. Ez a viszonylag nagy érték a bauxit fentiekben leírt eltérő, boehmites és gibbsites összetételéből fakad.

Az izzítási veszteség átlagait az összes fúrással kiszámítottam. Ezek a mérhetőség következtében a fentieknél szélesebb intervallumra terjednek ki. Ugyanez érvényes a mintavételi intervallumokra is. Itt az eloszlás jobb megismerése érdekében *gyakorisági hisztogramokat* szerkesztettem. Ebből hármat a 33. ábrán mutatok be. A tisztán gibbsites bauxit példája a Szár-hegy III–IV. telep, ahol a leggyakoribb érték (módusz) 25–26% (33. ábra, A). Hasonló a Nyíres-kút IV. lencse összetétele, de itt kevés vegyes gibbsites-boehmites bauxit is előfordul (33. ábra, B). Végül a legjellemzőbb boehmites telep a Félix I/1, amelyben a leggyakoribb izzítási veszteség 12–13% (33. ábra, C).

Az izzítási veszteségre is elkészítettem a bauxit *izovonalas térképét*. Már a területegységek szintjén is szignifikáns különbségek mutatkoztak. Ezért az előzőknél is nagyobb részletességgel szerkesztettem meg az izovonalas térképeket. Két olyan lencsét találtam, amelyek nemcsak átlagukban, de a fúrással szintjén is tisztán boehmites bauxitot tartalmaznak: Félix I/1. lencse (34. ábra, A) és a Nyíres-kút II. lencse. A másik véglet a Szár-hegy III–IV. lencse, amely a fúrással szintjén is gibbsites összetételű (34. ábra, B). A többi, átlagában gibbsitesnek tekinthető lencsében viszont főleg a peremeken található néhány fúrás vegyes gibbsites-boehmites, valamint boehmites összetétellel. Ilyen többek között a határvölgyi lencse déli széle, a Szár-hegy I. lencse déli széle, a Dorottya I. lencse ÉK-i sarka és a Nyíres-kút IV. lencse DNy-i széle.

Az *agyagos bauxit* lencsénkénti átlagai a 9. táblázatban láthatók. Ezek 13,6 és 22,6% között mozognak. Az összetétel tehát e tekintetben a szorosan vett bauxiténál egységesebb. Az átlagok térbeli eloszlása a szorosan vett bauxitéval közel megegyezik. Az egész előfordulásra az agyagos bauxit átlaga 17,5%, ami a szorosan vett bauxiténál 2,4%-al kevesebb. Ezt a csökkenést nem a boehmit nagyobb aránya, hanem a megnövekedett kaolinittartalom okozza.

A *bauxitos agyag* lencsénkénti átlagait a 10. táblázat tartalmazza. Öt lencséből takarékosági okokból sajnos nem készült izzítási veszteség meghatározás. A fennmaradó lencsék összetétele az előzőknél is egységesebb, 12,9-től 17,2%-ig terjed. A térbeli eloszlás követi az előzőkben bemutatott képet. Az előfordulás egészére 15,3% az átlagos izzítási veszteség, tehát a megnövekedett kaolinittartalom miatt az agyagos bauxiténál is kisebb.

Az *alumíniumdús ferrit* izzítási vesztesége a nagy vastartalom miatt 12 és 22% között mozog, intervallumról intervallumra szeszélyesen változik.

A másodlagos bauxitszint fő kémiai komponensei

Külön kell foglalkoznunk a lencsék legfelső részét alkotó másodlagos bauxitszinttel, mert annak összetétele az előzőktől eltérően oldalirányban néhány méteren belül, függőlegesen pedig néhány tíz centiméteren belül gyökeresen megváltozhat. A szint felépítésében bauxit, agyagos bauxit és bauxitos agyag egyaránt részt vesz szabálytalan eloszlásban. A képződmény színe is szélsőségesen változós: sárga, okkersárga, világos rózsaszínű, piros, lila, tarka és szürke. A kutatások során szerencsére ezt a szintet is rendszeresen megelemezték, ezért az értékeléshez kellő számú vegyelemzés állt rendelkezésre, a Szár-hegy II., III., IV., a Határvölgy és Dorottya, valamint a Félix I. lencsecsoportot értékeltem ki e tekintetben hagyományos statisztikai módszerekkel. Ennek eredményei láthatók a **12. táblázatban**.

A nagy változékonyság ellenére az öt fő komponens átlagértékei a három lencsecsoportban nem térnek el lényegesen egymástól. E másodlagos bauxitszint egészének összetétele agyagos bauxitnak, illetőleg bauxitos agyagnak felel meg. A szórások meghaladják a bauxitban, agyagos bauxitban és a bauxitos agyagban talált értékeket. A legkisebb és legnagyobb elemzési értékek lényegesen nagyobb intervallumra terjednek, pl. SiO_2 4–40%. Legszélsőségesebbek az Fe_2O_3 -tartalom változásai. Számos mintában 3–6%-ra csökkent e komponens mennyisége. A Szár-hegy I. lencse felső másodlagos bauxitszintjében a TiO_2 -tartalom 4,5%-ig terjed! Figyelemre méltó, hogy a sok másodlagos kémiai változás ellenére az

12. táblázat. A felső övezet összetételének fő statisztikai mutatói

Származási hely	Komponensek	Súlyozott átlag %	Szórás %	Minimum %	Maximum %	Intervallum hossza %	Interquartilis intervallum %	Ferdeség	Elemzések száma
Félix I.	Al ₂ O ₃	38,7	7,0	28,6	51,8	23,2	12,6	+0,48	40
	SiO ₂	21,4	9,3	6,1	38,4	32,3	16,9	+0,03	40
	Fe ₂ O ₃	16,5	5,9	2,6	32,5	29,9	6,9	+0,37	40
	TiO ₂	1,9	0,7	0,1	3,2	3,1	1,2	+0,21	40
	izz. veszt.	20,3	4,2	12,9	34,8	21,9	5,2	+0,67	40
Határvölgy	Al ₂ O ₃	39,0	5,6	25,8	47,4	21,6	8,4	-0,78	59
	SiO ₂	15,6	7,5	3,8	37,2	33,4	8,5	+1,09	59
	Fe ₂ O ₃	16,6	4,0	8,9	26,9	18,0	5,0	-0,25	59
	TiO ₂	1,7	0,3	1,0	2,7	1,7	0,5	+0,43	59
	izz. veszt.	21,5	4,5	16,3	32,4	16,1	7,4	-0,42	59
Szár-hegy III.	Al ₂ O ₃	38,4	4,5	31,3	49,6	18,3	5,5	+0,69	34
	SiO ₂	26,7	9,6	5,5	44,6	39,1	15,3	-0,05	34
	Fe ₂ O ₃	15,7	6,5	4,0	29,7	25,7	8,5	+0,21	34
	TiO ₂	2,0	0,6	0,5	3,0	2,5	0,9	-0,25	34
	izz. veszt.	17,2	5,2	9,7	45,6	35,9	5,3	+2,82	34

eloszlások közel szimmetrikusak maradtak. Ezt jelzik a $\pm 1,0$ -nél kisebb ferdeségi együtthatók, a Szár-hegy III–IV. lencse izzítási veszteségének kivételével (12. táblázat).

Véleményem szerint ez az övezet eredetileg szürke pirites-markazitos bauxitból ált. A térség kiemelkedése után a lefelé szivárgó, oldott oxigénben dús talajvíz hatására a pirit és a markazit oxidálódott. A keletkezett kénsav oldatba vitte a bauxit eredeti vastartalmának nagyobb részét és tovább szivárgott lefelé. A vas az övezet alján sötétvörös vaskéreg formájában csapódott ki újra. A vas kioldása mellett a szilícium is mobilizálódott, majd kivált. Ez a rezilifikáció hozta létre az övezet agyagosabb, kaolinitben feldúsult részeit. Ezek a folyamatok a malom-völgyi bauxitban is megfigyelhetők voltak, de itt erőteljesebben hatottak.

Az elsődleges bauxitszint járulékos komponensei

A bauxit járulékos komponenseiről korábban sajnos nem készültek rendszeres elemzések, csak egyes kiválasztott intervallumokat elemeztek meg. Ezért a mintavétel nem tekinthető reprezentatívnak. A minden mintára kiterjedő rendszeres elemzések csak a 2009-ben megkezdett kutatófúrásokban került sor.

CaO-tartalom

A nedves elemzések analitikai hibája $\pm 0,2\%$. Az egész szőci előforduláson, a szorosan vett bauxitra 0,3%-os átlag adódott ki, ami a malom-völgyi átlagnak csak a fele. Az elemzések kis száma miatt csak az újonnan megkutatott Szár-hegy I., Határvölgy-északkelet és Nyíres-kút IV. lencséről lehetett részletes statisztikai értékelést készíteni. A Szár-hegy I. lencse súlyozott átlaga 0,6%, de a leggyakoribb érték (módusz) csak 0,2%. A medián is 0,3%. A legkisebb elemzett érték 0,01%, a legnagyobb pedig 5,8%. E nagy különbség miatt a relatív szórás szokatlanul nagy 130,3%. A Nyíresút IV. lencse külfejtéssel leművelt részében 0,19% volt az átlagos CaO-tartalom. Az újonnan megkutatott mélyebben fekvő teleprészben a részletes elemzések alapján 0,32% az átlag. A legkisebb érték 0,7%, a legnagyobb pedig 2,51% volt. A Határvölgy-északkelet részterületen 0,54% a CaO-tartalom átlaga. A legkisebb érték 0,19%.

A Szár-hegy II. külfejtésből vett mintáimban is „nyom” és 1,44% között mozog a CaO-tartalom (3. táblázat). Ugyanakkor a Szár-hegy III. mélyművelésben csak 0,30% az átlag, 0,18–0,56% szélső értékekkel. A határvölgyi bányában 0,02–3,52% CaO-t mutattak ki az általam vett minták elemzései (6. táblázat). Az átlag itt 0,13% volt. A Félix I. és II. lencsékben 0,17–0,20%, a Dorottya I–II-ben pedig 0,25–0,27% a CaO-tartalom.

Az agyagos bauxitból csak három lencsén készültek elemzések: A Nyíres-kút IV. lencse agyagos bauxitjában 0,25–0,50%, a Félix II. lencsében 0,50% és a Vargatanya I. lencsén 0,32–0,65% CaO-tartalmat mutattak ki az elemzések.

Megfigyelésem szerint a szőci bauxitban a kalciumtartalom túlnyomó része másodlagos *kalcit* formájában van jelen. Alárendelten apró dolomit-törmelék a másik CaO hordozó ásvány.

MgO-tartalom

A szőci bauxitban ugyanazokból a mintákból készültek MgO-elemzések, mint a CaO-ból. Az elemzések analitikai hibája $\pm 0,2\%$. A szőci előforduláson a szorosan vett bauxitra az átlag 0,06%, ami a malom-völgyinek a fele. A kevés

számú régebbi elemzés szerint a magnézium eloszlása a kalciuménál jóval egyenletesebb. Itt is csak a Szár-hegy I., a Határvölgy-északkelet és a Nyíres-kút IV. lencsék bauxitjából készíthetett részletes statisztikai értékelés. A Szár-hegy I. lencsén a súlyozott átlag 0,10% és a módusz, valamint a medián is ugyanennyi. A legkisebb elemzett érték „nyom”, a legnagyobb pedig 0,6%. A relatív szórás a CaO-nál jóval kisebb: 70%. A Nyíres-kút IV. lencse külfejtésében az átlag 0,05%, a legnagyobb mért érték pedig 0,14%. A tektonikusan levetett, mélyebb teleprészben a rendszeres elemzések 0,25% átlagot találtak. Itt a legkisebb érték 0,01% volt. A Határvölgy-északkeleti részterületen az átlag 0,24%, 0,08% minimummal és 0,27% maximummal.

A Szár-hegy II. külfejtésből és a Szár-hegy III. mélyművelésből vett mintáimban jelentéktelen volt a MgO-tartalom (nyom–0,08%). A határvölgyi bányában is ugyanez volt a helyzet. Egyedül a fekü dolomit közeléből vett 67. számú mintában dúsult fel az MgO 2,90%-ra, ami egyértelműen apró dolomittörmelékéből származik (13. ábra). A Félix I. és II. lencsékben 0,002–0,15%, a Dorottya telepben 0,05–0,12% a MgO-tartalom.

Az agyagos bauxitból csupán három lencsén készültek vegyelemzések: a Nyíres-kút IV. lencsében 0,20–0,65%, a Félix II. lencsében 0,02–0,30% és a Vargatanya I. lencsében 0,03%.

Az összes elemzett mintában a *dolomit ásvány* alkotó része a MgO-tartalom.

P₂O₅-tartalom

A foszfor meghatározások többnyire ugyanazokból a mintákból történtek, mint a CaO és MgO meghatározásai. A P₂O₅ nedves elemzések analitikai hibája ±0,1%. Az egész szőci előfordulás bauxitjára az átlag 0,05%, ami a 0,13% malom-völgyi átlagnál jóval kisebb. A kevés számú minta alapján a foszfor eloszlása a bauxitban igen egyenletes.

A Szár-hegy I. terepben az átlag 0,16%. A legkisebb elemzett érték 0,06%, a legnagyobb pedig 0,46%. A Nyíres-kút IV. lencse külfejtésében az átlag 0,06% volt 0,01–0,14% szélső értékekkel. A lencse mélyen fekvő részein 0,16% volt az átlag, 0,02% minimummal és 0,34% maximummal.

A Szár-hegy II. külfejtésből vett mintákban 0,05–0,16%, a Szár-hegy III. mélyművelésben 0,04–0,05% és a határvölgyi bányából vett mintákban 0,02–0,42% volt a P₂O₅-tartalom. A Félix I. és II. lencsékben 0,09–0,14%, a Dorottya lencsében 0,05–0,12%, P₂O₅-öt mutattak ki az elemzések. Az agyagos bauxitból a Vargatanya I. lencsében 0,11–0,17% P₂O₅-öt találtak.

Kéntartalom

A szőci bauxitban elemzett kéntartalmat részben elemi kén, részben SO₃ formában adták meg. Az egységes értékelés érdekében minden elemzést elemi kénre számoltam át. A nedves elemzések analitikai hibája ±0,2%. Az érdemi ásványtani különbségek miatt külön értékelem a vörös bauxitot és külön a redukált, szürke bauxitot.

A *vörös bauxit* átlagos S-tartalma az egész előfordulás bauxitjára 0,07%, ami a malom-völgyinek kevesebb, mint a fele. A Szár-hegy I. lencsében 0,07% volt a bauxit átlagos S-tartalma. A legkisebb elemzett érték 0,02%, a legnagyobb 0,25% volt. A Szár-hegy II. külfejtésben vett mintáimban 0,08-tól 0,42%-ig terjedt az S-tartalom. A határvölgyi vörös és sárga bauxitban is nagyjából ekkora az S-tartalmat találtam. A Dorottya telepben 0,06–0,27%, a Nyíres-kúti lencsékben 0,03–0,24, a Félix I és II lencsékben pedig valamivel magasabb: 0,30–0,48% volt a kimutatott S-tartalom. Az agyagos bauxitból egyedül a Vargatanya I. lencséből készültek elemzések, amelyek 0,10–0,12% ként mutattak ki.

A *szürke, pirites, markazitos bauxitban* rendkívül nagy mértékben megnő a kéntartalom. Jó példája ennek a határvölgyi bányában felvett 9. számú mintavételi hely, ahol a felső övezet alján több méter hosszan megmaradt a szürke bauxit (12. ábra). Itt a három elemzett szürke bauxit minta 34,4–35,8% SO₃-at tartalmazott (6. táblázat). A legtöbb szürke, pirites-markazitos bauxitot tartalmazó Félix I/1. lencsében is nagyjából ekkora kéntartalmat észleltek. A szürke bauxit helyzete a 15. ábrán látható. A szürke, agyagos bauxitból és bauxitos agyagból sajnos nem készültek vegyelemzések.

Mangántartalom

A járulékos komponensek közül a korábbi kutatások során alig készültek mangán-vegyelemzések. A nedves mangán-meghatározás analitikai hibája ±0,1% volt. A 2009-ben indult kutatásoknál a bauxit minden mélységközéből készültek MnO₂ elemzések. Az előfordulás egészére 0,1% átlag adódott, de a kevés számú elemzés miatt ennek nagy a bizonytalansága. A Szár-hegy I. telep bauxitjában az átlag 0,12% MnO₂ volt. Az eloszlás rendkívül egyenletes: 0,10 és 0,14% között mozog. A Nyíres-kút IV. lencse külfejtésében 0,31% volt az átlag, 0,10% minimummal és 0,60% maximummal. Az újonnan megkutatott mélyebben fekvő lencserészben 0,19% átlag adódott ki, 0,02 minimummal és 0,6% maximummal. Az újonnan megkutatott Határvölgy-északkelet részterületen 0,18% az átlag, 0,09% legkisebb és 0,30% legnagyobb értékkel. A Dorottya telepben 0,05–0,15%, a Félix I. és II. lencsékben 0,02–0,20% között váltakozik az MnO₂-tartalom. Végül a Vargatanya agyagos bauxitjában 0,02–0,05% MnO₂-t mutattak ki.

Ezt a komponenst sajnos csak néhány esetben határozták meg. A Szár-hegy I. telepben a bauxit átlaga 0,02%. A többi lencsében 0,01 és 0,05% között mozog.

A fő és járulékos komponensek összefüggései

Az előzőekben a bauxit fő és járulékos komponenseit kőzetfajtánként külön-külön vizsgáltuk. A következőkben a komponensek összefüggéseit elemezzük két és sokváltozós statisztikai módszerekkel, valamint fuzzy tagságfüggvényekkel.

A kiinduló kérdés az, hogy valóban egymástól kémiai összetétel tekintetében szignifikánsan különböző kőzetfajtákról van-e szó, vagy az eredetileg egységes összetételű bauxitösszetétel a helyszínen különült szét eltérő összetételű részekre. Az előző esetben a kőzetfajták határán gyors, erőteljes kémiai összetétel-változást kell várnunk, a második esetben viszont lassú, fokozatos átmenteket kellene észlelnünk. A fúrásokban a bauxitösszetételben már ránézésre is az első eset látszik teljesülni. Pontosabb eredményhez jutunk, ha az egymásra következő elemzések közötti különbséget számoljuk ki, és ezt ábrázoljuk függőleges szelvény formájában. Tekintettel arra, hogy kőzettani felosztásunk a SiO_2 -tartalomra alapult (lásd a 6. fejezetet) erre a komponensre készítettem diagramokat. Közülük a 35. ábrán az Sz-1456 jelű fúrás SiO_2 „különbség diagramját” mutatom be. Jól látszik, hogy a középső részen, a szorosan vett bauxitban a SiO_2 -tartalom igen egységes. Ugyanakkor a bauxit alsó és felső határán igen nagy összetétel változás állt be két szomszédos elemzési intervallum között. Ez egyértelműen az első hipotézis mellett szól és a következőkben ezt fogjuk alkalmazni. Ezért minden fúrásban az így megkülönböztetett kőzetfajták átlagait és szórását (standard deviation) kiszámoltam mind az öt fő kémiai komponensre. Az eltérések itt is szignifikánsnak bizonyultak.

Mindebből az következik, hogy a geokémiai kiértékelést nem az egész bauxitösszetételre, hanem kőzetfajtánként kell elvégezni. Megerősítik ezt a véleményt a kőzetfajtánként megszerkesztett „box-plot” ábrázolások, amelyek szignifikánsan különböznek egymástól. Kiegészítésül több lencsén ún. kétmintás „t-próba” (student próba) számításokat végeztem közvetlenül egymásra települő bauxitos kőzetfajták között. A nagy „t” értékek azt jelezték, hogy matematikailag szignifikánsan különböző populációkról van szó.

Az egyes kőzetfajták vegyi összetételének különbségeit és átmeneteit legjobban fuzzy tagságfüggvények segítségével jeleníthetjük meg. Ezt az értékelést a malom-völgyi előforduláson sikerrel alkalmaztam. Az értékelést lencsénként végeztem el. A tagság-függvények „magjának” közepe a súlyozott átlag. Ehhez mértem fel kétoldalt az analitikai hibát és a 95%-os konfidencia-szintre számolt konfidencia intervallum alsó és felső határát. A tagságfüggvény „tartója” az elemzett fúrásátlagok legkisebb értékétől a legnagyobbig terjed.

Példaként a Nyíres-kút IV. lencse fő komponenseinek tagságfüggvényeit mutatom be (36. ábra) 35 produktív fúrás 163 méter elemzett intervalluma alapján. Tekintettel arra, hogy a bauxitösszetétel kőzettani osztályozása a kaolinittartalom nagysága szerint történt érthető, hogy a bauxit, agyagos bauxit és bauxitos agyag a SiO_2 -tartalom tekintetében tér el a legjobban egymástól. Ezt követi az Al_2O_3 . Míg a SiO_2 tekintetében nincs átfedés a három kőzetfajta között, addig itt már jelentősek a közös szakaszok. Ezután következik az izzítási veszteség egyre nagyobb átfedéssel, de a magok között még 1,8% és 3,0% különbséggel. Figyelemre méltó, hogy a Malom-völgyön a három kőzetfajta e tekintetben alig különbözött egymástól (Bárdossy 2009, 26. ábra). A gibbsites mellett a boehmites bauxit nagyobb gyakorisága az oka a nagyobb eltérésnek.

Az Fe_2O_3 tekintetében még nagyobb az átfedés és a TiO_2 -nél még a magok sem különülnek el egymástól. A malom-völgyi bauxitban és agyagos bauxitban talált nagy TiO_2 -tartalmak (5–6%) itt teljesen kimaradtak. A 10%-nál kevesebb Fe_2O_3 -at tartalmazó vasszegény bauxit mindhárom kőzetfajtában alárendelt szerepű.

Mindezek olyan információk, amelyekhez hagyományos statisztikai módszerekkel csak nehezen jutottunk volna el. A tagságfüggvények segítségével szomszédos előfordulások összehasonlítása is teljesebbé válhat, mint a jelen esetben a malom-völgyi bauxittal való összehasonlítás.

A komponensek változékonyságának a szórás mellett a relatív szórás a legjobb mérőszáma, mert nem az eltérések abszolút nagyságát, hanem az átlaghoz viszonyított eltérések nagyságát adja meg százalékban kifejezve. A relatív szórásokat az összes területegységre kiszámítottam. Közülük a szorosan vett bauxit relatív szórásait mutatom be a 11 legfontosabb területi egységre (13. táblázat). A malom-völgyi előforduláshoz hasonlóan az Al_2O_3 relatív szórása a legkisebb: átlagosan csak 5%, 2–9% szélső értékekkel. Az Fe_2O_3 átlaga 10%, a TiO_2 és az izzítási veszteség pedig 11%. Az izzítási veszteség relatív szórása ott a legnagyobb, ahol az adott telepben boehmites és gibbsites bauxit egyaránt előfordul, például a Szár-hegy I. lencsében. Az öt fő komponens közül a SiO_2 relatív szórása a legnagyobb, átlagosan 38%. Az egyes területegységek is lényegesen különböznek egymástól. Legegységesebb a SiO_2 -tartalom a Nyíres-kút II.

13. táblázat. A lencsék bauxitjának relatív szórása

No.	Területi egység	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	TiO ₂ %	Izzítási veszteség %
1.	Félix I/1.	6	32	10	13	9
2.	Határvölgy közép	5	42	9	12	11
3.	Határvölgy/ÉK	4	42	14	8	7
4.	Dorottya I-II.	4	42	14	10	5
5.	Szár-hegy I.	8	68	15	13	18
6.	Szár-hegy I/dél	6	62	4	5	13
7.	Szár-hegy II.	9	49	13	14	16
8.	Szár-hegy III-IV.	2	38	6	17	8
9.	Nyíres-kút II.	3	18	9	11	13
10.	Nyíres-kút III.	3	25	4	8	8
11.	Nyíres-kút IV.	5	40	12	12	12

A járulékos komponensek közül a kis elemszám miatt csak a CaO és MgO-ról számítottam relatív szórásokat. A Szár-hegy I. telepben 130% a CaO és 70% az MgO relatív szórása. Becslésem szerint a foszfor és a mangán relatív szórása igen kicsiny, eloszlásuk a telepekben egyenletes. Ezzel szemben a kéntartalom változékonysága igen nagy.

A fő komponensek közötti geokémiai kapcsolatok felderítésére első lépésként *kétváltozós korreláció* vizsgálatokat végeztem. Geokémiai tekintetben az Al₂O₃ a legfontosabb komponens, ezért ehhez viszonyítva vizsgáltam a másik négy komponens viselkedését. Az értékelés első lépésében a bauxit, az agyagos bauxit és a bauxitos agyag összetételét hasonlítottam össze az egész előfordulás átlagaira.

	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Izz. vesz.
bauxit	48,7%	5,1%	23,4%	2,0%	19,9%
agyagos bauxit	44,0%	16,3%	20,0%	1,8%	17,5%
bauxitos agyag	37,3%	28,5%	16,9%	1,5%	15,3%

Abauxitos agyagtól a bauxit irányában együtt növekszik az Al₂O₃, az Fe₂O₃, a TiO₂ és az izzítási veszteség átlaga. Ezt a növekedést a SiO₂-tartalom erős csökkenése egyenlíti ki. Ez jelenti a fő komponensek legáltalánosabb viselkedését az egész előfordulás szintjén.

A következő lépésben *lencseátlagokra* végeztem korreláció-számítást, külön a bauxitra, agyagos bauxitra és bauxitos agyagra. Itt az Al₂O₃ és a SiO₂ korrelációs kapcsolata egyértelműen nem lineáris és e mellett a lencse átlagok elhelyezkedése is erősen szórt (37. ábra, A). A Pearson-féle korrelációs együtthatónak ilyen kapcsolat esetében csak tájékoztató jellege van. A szorosan vett bauxitra kapott -0,07 érték a korreláció szinte teljes hiányát jelzi. Az agyagos bauxitban a korrelációs együttható -0,41, a bauxitos agyagban pedig -0,67. Az erősödő korreláció a növekvő kaolinit-tartalommal magyarázható.

Az Al₂O₃ és az Fe₂O₃ korrelációja is határozottan nem lineáris (37. ábra, B): az alumíniummal előbb nő, majd csökken, végül újra nő a vastartalom. A Pearson-féle korrelációs együttható ennek megfelelően a szorosan vett bauxitban +0,26. A malom-völgyi bauxitban ezzel szemben egyértelműen csökken a vastartalom a növekvő alumíniumtartalommal. Az agyagos bauxitban +0,34, a bauxitos agyagban pedig +0,18 a korrelációs együttható.

Az Al₂O₃ és a TiO₂ kapcsolata sem lineáris: előbb csökken majd nő a titántartalom a növekvő Al₂O₃-al (37. ábra, C). A lencse átlagok itt is erősen szórtnak. A Pearson-féle korrelációs együttható csak +0,20, ami ebben a geokémiai kapcsolatban szokatlanul kicsiny. Az agyagos bauxitban +0,21, a bauxitos agyagban pedig +0,10 a korrelációs együttható.

Egyedül az Al₂O₃ és az izzítási veszteség között van viszonylag szoros, közel lineáris korrelációs kapcsolat. Az izzítási veszteség a növekvő alumíniummal egyértelműen csökken (37. ábra, D). A Pearson-féle korrelációs együttható is itt a legnagyobb: -0,77. Ez a malom-völgyi bauxitnál is szorosabb kapcsolat, ahol a korrelációs együttható -0,44 volt. E szorosabb kapcsolat előidézője a bauxit gibbsites, ill. boehmites összetétele. Az agyagos bauxitban is viszonylag szoros a kapcsolat (-0,67), a bauxitos agyagban viszont szinte teljesen megszűnt (-0,04). Ennek okát a gibbsit és a boehmit teljesen lecsökkent mennyiségében látom.

A mérethatás megismerése érdekében a nagyobb telepekben a szorosan vett bauxit *fúrásátlagaira* is kiszámítottam a korrelációs együtthatókat külön-külön a bauxitra, agyagos bauxitra és bauxitos agyagra. Közülük a Szár-hegy III-IV. és a Nyíres-kút IV. lencsék diagramjait mutatom be a bauxitra. Mindkét lencsén nem lineárisak a korrelációs kapcsolatok. Az Al₂O₃/SiO₂ korreláció hasonló mindkét lencsében: a növekvő alumíniummal előbb csökken a SiO₂, majd meglepő módon újra növekedni kezd (38. ábra, A és 39. ábra, A). Ennek okait nem ismerem. Nem kizárt, hogy a nagyobb alumíniumtartalmú boehmites bauxit már eleve több SiO₂-t tartalmazott. A korrelációs kapcsolat igen gyenge: a Pearson-féle korrelációs együttható a Szár-hegy III-IV. lencsében -0,07, a Nyíres-kút IV. lencsében pedig +0,15.

Az Al₂O₃/Fe₂O₃ korreláció mindkét lencsében negatív, tehát az alumínium növekedésével csökken a vastartalom (38.

lencsében (18%), legváltozékonyabb pedig a Szár-hegy I. lencsében (68%). Ezek a különbségek valószínűleg a bauxit felhalmozódás helyi geokémiai körülményeivel függenek össze. A SiO₂-tartalom nagy változékonyságának geokémiai okát abban látom, hogy ez a komponens tulajdonképpen a bauxitosodástól idegen, visszamaradt elem.

Ezen felül azt találtam, hogy a függőlegesen egymásra következő bauxitos kőzetfajták összetétele felé haladva egyre változékonyabb.

ábra, B és 39. ábra, B). Az egyes fúrások értékei igen szórnak. Ezért a Szár-hegy III–IV. lencsében a korrelációs együtt-ható csak –0,27, a Nyíres-kút IV. lencsében pedig –0,56.

Az $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ korreláció rendkívül laza, az egyes fúrások értékei nagy területen szórnak (38. ábra, c és 39. ábra, c). A két lencse korrelációs diagramja alapvetően eltér egymástól: a Nyíres-kút IV. lencsében enyhén nő a titán az alumíniummal, a Szár-hegy III–IV. lencsében viszont csökken. A korrelációs együtttható a nyíres-kúti lencsében +0,24, a Szár-hegyiben –0,28, tehát mindkét lencsében igen laza a korrelációs kapcsolat.

Az Al_2O_3 /izzítási veszteség korreláció mindkét lencsében enyhén negatív, tehát a növekvő alumíniummal csökken az izzítási veszteség.(38. ábra, D és 39. ábra, D). Figyelemre méltó, hogy ez a kapcsolat jóval kevésbé markáns, mint az előfordulás egészére számított korreláció. Ennek megfelelően a korrelációs együttthatók is kisebbek: Szár-hegy III–IV-re –0,33, a Nyíres-kút IV-re –0,44.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a malom-völgyi bauxithoz hasonlóan a fő kémiai komponensek korrelációs kapcsolata igen laza és nem lineáris. Ennek okát a lencsék anyagának törmelékes, folyóvízi felhalmozódásában látom.

A kétváltozós vizsgálatok mellett *sokváltozós statisztikai vizsgálatokat* is alkalmaztam. Ezekben csak az öt fő komponenst vettem figyelembe a járulékos komponensek elemzéseinek kis száma és nem reprezentatív mintavétele miatt.

A *Kayser-Meyer-Olkin index (KMO)* segítségével lehet meghatározni, hogy adathalmazunk alkalmas-e sokváltozós *faktorelemzés* elvégzésére. Az index a kétváltozós korrelációs együttthatók és a parciális korrelációs együttthatók viszonyát adja meg az alábbi képletnek megfelelően:

$$KMO = \frac{\sum r_{ij}^2}{(\sum r_{ij}^2 + \sum a_{ij}^2)}$$

ahol r_{ij} = a Pearson féle korrelációs együtttható az i és j változók között,

a_{ij} = a parciális korrelációs együtttható az i és j változók között.

Elméleti matematikusok tapasztalatai szerint legalább 0,6 KMO-index szükséges ahhoz, hogy reális eredmény születhessen. A szóci előforduláson mindenegyes bauxitlencsére kiszámítottam a KMO-indexet. A kapott értékek 0,12 és 0,38 között váltakoznak, tehát érdemben kisebbek a kívánt határértéknél és ezért faktoranalízist nem alkalmaztam.

A *főkomponens elemzés módszer (principal component analysis)* nem támaszt ilyen szigorú követelményeket, ezért öt nagyobb lencsén elvégeztem ezeket a számításokat. Mint ismeretes, a főkomponens elemzés az eredeti sokváltozós adathalmazt a korreláció hatásától mentesített formába hozza és meghatározza a rendszer változékonyságát okozó főkomponenseket és sorrendjüket (14. táblázat). A táblázat ezen kívül az ún. saját értékeket (eigenvalues) és a teljes változékonyságban betöltött szerepüket is tartalmazza. A Félix I/1. és 4. számú lencsékben már két főkomponenssel is teljesült a változékonyság majdnem teljes megjelenítése (lásd a kummulatív százalékokat). A Félix II/1. és 2. lencsékben viszont, valamint a Szár-hegy III–IV. lencsében ez csak három komponenssel valósult meg. A kapott eredmények az egyes lencsecsoportokon belül hasonlóak, de lencsecsoportok között erősebben különböznek.

A *cluster elemzést* a szorosan vett bauxitra végeztem el, mégpedig a területegységek átlagaira vonatkozóan (7. táblázat). A lehetséges módszerek közül a hierarchikus agglomeratív cluster módszert választottam, amelyet már a

14. táblázat. Öt lencse bauxitjának főkomponens elemzése

A lencse elnevezése	Főkomponensek	Saját-értékek	A teljes változékonyság százaléakai	A teljes változékonyság kumulatív százaléakai
Félix I/1.	1	3,06	61,2	61,2
Félix I/1.	2	1,41	28,2	89,3
Félix I/4.	1	3,80	76,0	76,0
Félix I/4.	2	0,82	16,4	92,5
Félix II/1.	1	2,26	45,2	45,2
Félix II/1.	2	1,46	29,1	74,3
Félix II/1.	3	1,14	22,8	97,1
Félix II/2.	1	2,04	40,9	40,9
Félix II/2.	2	1,38	27,6	68,5
Félix II/2.	3	1,24	24,8	93,2
Szár-hegy III.	1	2,18	43,6	43,6
Szár-hegy III.	2	1,43	28,5	72,1
Szár-hegy III.	3	1,01	20,1	92,3

15. táblázat. A szorosan vett bauxit-clusterek

	Róka-haraszt I.	Vargatanya IV.	Hertelendy-major	Félix I/1.	Félix I/2.	Félix I/4.	Félix I/5.	Félix II/1.	Félix II/2.
Róka-haraszt I.	0,000	89,140	51,760	294,870	135,570	248,100	211,860	70,390	70,510
Vargatanya IV.	89,140	0,000	61,380	128,230	54,770	93,140	50,940	8,450	18,710
Hertelendy-major	51,760	61,380	0,000	253,830	155,570	195,380	194,500	30,110	23,830
Félix I/1.	294,870	128,230	253,830	0,000	40,880	4,590	35,030	135,340	128,220
Félix I/2.	135,570	54,770	155,570	40,880	0,000	34,110	20,830	65,140	66,640
Félix I/4.	248,100	93,140	195,380	4,590	34,110	0,000	28,320	95,830	88,610
Félix I/5.	211,860	50,940	194,500	35,030	20,830	28,320	0,000	77,030	86,330
Félix II/1.	70,390	8,450	30,110	135,340	65,140	95,830	77,030	0,000	2,680
Félix II/2.	70,510	18,710	23,830	128,220	66,640	88,610	86,330	2,680	0,000
Szár-hegy I.	45,820	38,640	15,380	155,510	78,790	112,940	119,100	15,790	7,590
Szár-hegy I/dél	247,920	71,300	144,880	43,070	74,370	21,580	48,700	69,510	63,390
Szár-hegy II.	38,820	18,960	18,260	160,810	71,150	118,560	101,600	5,990	5,750
Szár-hegy III-IV.	45,740	66,760	25,580	165,750	88,170	126,140	147,540	32,530	19,790
Dorottya I-II.	34,280	74,020	22,400	194,910	102,990	152,180	168,700	38,270	26,050
Határvölgy közép	40,230	46,790	27,150	146,000	66,660	109,070	118,030	21,200	12,620
Határvölgy ÉK	22,110	64,610	18,910	206,140	101,920	161,870	165,430	33,960	25,180
Nyíres-kút I/K	62,290	28,430	47,410	95,520	33,980	66,450	68,730	14,160	9,300
Nyíres-kút I/Ny	131,300	73,860	124,340	39,570	16,490	28,140	53,700	61,750	51,190
Nyíres-kút II.	244,070	63,870	188,190	18,120	35,100	9,990	10,470	77,640	79,980
Nyíres-kút III.	55,590	35,050	61,270	95,960	26,060	70,490	67,930	23,700	19,460
Nyíres-kút IV.	42,840	75,580	38,440	159,390	79,290	123,540	146,100	42,790	28,870

halimbai és malom-völgyi előfordulásokon is használtam. Az összetétel különbségeit itt is euklideszi távolság-négyzetekkel fejeztem ki. Az így kialakult clustereket *dendrogram* formájában ábrázoltam (40. ábra). Az egyes területi egységek közötti euklideszi távolságnégyzeteket a szorosan vett bauxitra a 15. táblázatban foglaltam össze (dissimilarity index). Az agyagos bauxitban a különbségnégyzet-egységek kisebbek, a bauxitos agyagban pedig a legkisebbek.

A szorosan vett bauxitban a legkisebb összetétel-különbségnek megfelelő értéket (1,4) a Dorottya I-II. és a Szár-hegy III-IV. lencsék között találtam, a legnagyobbat pedig (294,9) a Róka-haraszt I. és a Félix I/1. lencsék között. Az összetétel-különbségek tehát igen tág határok között mozognak. A dendrogrammon jól kirajzolódik, hogy mely lencsék összetétele áll legközelebb egymáshoz. Két nagy csoport különböztethető meg így. A dendrogram felső részén levő nagyobb csoport gibbsites, az alsó, kisebb csoport vegyes gibbsites-boehmites és boehmites összetételű. A dendrogram tehát elsősorban az ásványos összetétel különbségeit fejezi ki.

A 15. táblázat adatai alapján térbeli clustereket lehet megkülönböztetni, amelyeket térképen is ábrázoltam (41. ábra). Ezek összetétele szignifikánsan különbözik egymástól. Legnagyobb a Határvölgy-közép és -északkelet, Nyíres-kút IV. és Dorottya I-II. lencséből álló csoport. Tőlük keletre a Nyíres-kút I-kelet és III. alkot szoros csoportot, eltérés-indexük csak 2,3 egység. Érdekes jelenség, hogy a Nyíres-kút I-nyugat és a Nyíres-kút II. összetétele e csoporttól és egymástól is szignifikánsan eltér.

A következő szorosan összetartozó csoport a Szár-hegy I. és a Szár-hegy II., valamint a Szár-hegy III-IV. lencse. Meglepő, hogy az itteni fő törésvonal déli, levetett oldalán levő Szár-hegy I-dél lencse összetétele a Szár-hegy I-től 92,3 egységgel különbözik és közelebb áll a nyugat felől szomszédos Félix II/1. és 2. lencsékhez. Igen nagy összetételbeli különbség mutatkozik a nyugat felé következő Félix I. lencsékkel. Az itteni négy lencsében viszont igen közel áll egymáshoz a bauxit összetétele, eltérés indexük 4,6-tól 35,0-ig váltakozik.

Az előfordulás déli szélén levő kis, Hertelendy-major lencse összetétele a hozzá legközelebb levő Félix I/1. lencsétől 253,8 egységgel különbözik, de egyetlen más lencsével sem mutat szoros hasonlóságot. Az előfordulás nyugati szélén levő Vargatanya IV. lencse bauxitja csak a tőle igen távol eső Félix II/1 lencsével mutat hasonlóságot (8,4 egység). Végül az előfordulás északnyugati szélén levő Róka-haraszt I. lencse bauxitja a legtöbb lencsétől nagymértékben (200 egység) különbözik.

A cluster elemzés tehát olyan összefüggéseket mutatott ki, amelyek nem az egész előfordulásra kiterjedő egységes trendet mutatnak, hanem lencsecsoportokra érvényesek. Ezek feltehetően a bauxit felhalmozódásával és behordási útvonalaival függhetnek össze. Ennek részleteit a genetikai fejezetben ismertetem.

A bauxit összetétel még részletesebb — a fűrés átlagokra épülő — értékelésére *diszkriminancia elemzést* alkalmaztam. Az SPSS programcsomag által alkalmazható módszerek közül első lépésben a diszkriminancia egységek

eltérései az egyes lencsék között

Szár-hegy I.	Szár-hegy I/dél	Szár-hegy II.	Szár-hegy III-IV.	Dorottya I-II.	Határvölgy közép	Határvölgy ÉK	Nyíres-kút I/K	Nyíres-kút I/Ny	Nyíres-kút II.	Nyíres-kút III.	Nyíres-kút IV.
45,820	247,920	38,820	45,740	34,280	40,230	22,110	62,290	131,300	244,070	55,590	42,840
38,640	71,300	18,960	66,760	74,020	46,790	64,610	28,430	73,860	63,870	35,050	75,580
15,380	144,880	18,260	25,580	22,400	27,150	18,910	47,410	124,340	188,190	61,270	38,440
155,510	43,070	160,810	165,750	194,910	146,000	206,140	95,520	39,570	18,120	95,960	159,390
78,790	74,370	71,150	88,170	102,990	66,660	101,920	33,980	16,490	35,100	26,060	79,290
112,940	21,580	118,560	126,140	152,180	109,070	161,870	66,450	28,140	9,990	70,490	123,540
119,10	48,700	101,600	147,540	168,700	118,030	165,430	68,730	53,700	10,470	67,930	146,100
15,790	69,510	5,990	32,530	38,270	21,200	33,960	14,160	61,750	77,640	23,700	42,790
7,950	63,390	5,750	19,790	26,050	12,620	25,180	9,300	51,190	79,980	19,460	28,870
0,000	92,340	5,500	7,440	9,800	4,550	8,930	11,410	54,820	116,110	18,070	11,620
92,340	0,000	97,180	118,300	142,920	104,310	151,070	68,890	61,180	19,350	84,990	127,080
5,500	97,180	0,000	18,480	19,960	9,990	14,450	12,030	63,640	108,110	17,810	24,540
7,440	118,300	18,480	0,000	1,420	2,270	4,770	15,110	50,940	139,510	19,810	2,180
9,800	142,920	19,960	1,420	0,000	4,530	1,670	22,230	65,980	164,650	26,010	3,440
4,550	104,310	9,990	2,270	4,530	0,000	5,340	6,780	41,250	116,280	9,940	3,870
8,930	151,070	14,450	4,770	1,670	5,340	0,000	22,780	73,430	168,620	25,360	6,750
11,410	68,890	12,030	15,110	22,230	6,780	22,780	0,000	20,930	68,660	2,260	15,970
54,820	61,180	63,640	50,940	65,980	41,250	73,430	20,930	0,000	47,170	18,010	43,700
116,110	19,350	108,110	139,510	164,650	116,280	168,620	68,660	47,170	0,000	75,060	142,430
18,070	84,990	17,810	19,810	26,010	9,940	25,360	2,260	18,010	75,060	0,000	16,710
11,620	127,080	24,540	2,180	3,440	3,870	6,750	15,970	43,700	142,430	16,710	0,000

lencsénkénti ábrázolását végeztük el (all groups scatter plot). O. Kovács Lajossal közösen publikált cikkünkben (BARDOSSY, Ó. KOVÁCS 1995) a Nyíres-kút II., IV., Határvölgy és a Félix I/1. lencsék szorosan vett bauxitjának átlagértékeit ábrázoltuk (42. ábra). A csoportok körvonalát a szélső átlagok alapján rajzoltuk meg. A csoportok súlypontját a program által számított *centroid* adja meg, amit az ábrán külön jellel emeltünk ki. Figyelemre méltó, hogy a Nyíres-kút II. és a Félix I. átlagai mennyire eltérnek a másik két csoporttól. Egyértelmű, hogy ezek boehmites összetétele okozza a nagy különbséget a két másik, gibbsites összetételű lencsével. A négy csoport között átfedések nincsenek.

A következő lépésben fúrásonként végeztem a kiértékelést, amihez 80 fúrás szorosan vett bauxitjának átlagai álltak rendelkezésemre. A kapott eredmény a 43. ábrán látható, amelyen a szomszédos, gibbsites összetételű Nyíres-kút I., a Nyíres-kút IV. és a Dorottya lencsék fúrásait ábrázoltam. Az összes fúrás teljes diszkriminancia megfelelése 79%. A lencsénkénti megfelelés a következő: Dorottya 90%, Nyíres-kút I. 79%, Nyíres-kút IV. 72%. Más előfordulásokkal összehasonlítva ez igen jó megfelelés. A csoport centroidok szignifikánsan eltérnek egymástól. Nagyon kevés fúrásátlag esik valamelyik szomszédos csoportba. A Nyíres-kút I. lencse egyetlen fúrása, a Nyíres-kút IV. két fúrása és a Dorottya lencse három fúrása esik „átfedő” helyzetbe. Mindez arra utal, hogy e három lencse a fúrásátlagok szintjén is szignifikánsan eltér egymástól, ami eltérő felhalmozódásukat jelzi.

A fentiekben bemutatott sokváltozós módszerek érdemi információkat szolgáltatnak a szőci bauxit geokémiai felépítésének és felhalmozódásuk megismeréséhez. Másik tapasztalatom az, hogy nem szabad erőltetni olyan módszereket, amelyek matematikai előfeltételei nincsenek meg.

A bauxitösszlet nyomelemei

1951 óta rendszeresen gyűjtöttem minden lencse bauxitjára vonatkozó nyomelemzési adatot. Elsősorban a kutatási zárójelentések keretében készültek nyomelemzések. Egyedül az 1953-ban készített zárójelentésem keretében volt lehetőség a bányákban vett szelvényyszerű mintasorozatok nyomelemzésére. Ezeket mutatom be a 3., 4., 5., és 6. táblázatban. A későbbi zárójelentésekben a számbavételi határt elérő bauxitból készültek összevont mintákon nyomelemzések. Ezen kívül az Aluterv Kutató Intézet ún. bauxitkataszterének keretében is készültek bauxitból nyomelemzések. Sajnos mindezek a minták együttesen sem képeznek ún. *reprezentatív mintát*. Ezért geokémiai értékelésük csak közelítő, tájékoztató jellegűnek tekinthető. Az elemzések színképelemzéssel készültek és az analitikai hiba nagyságát nem adták meg. A 2009-ben megkezdett új kutatások során mindenegyes bauxit intervallumból a V_2O_5 és a ZnO-tartalmat is

meghatározták. A két érintett lencsére (Nyíres-kút IV. és Határvölgy-északkelet) ezeket az új adatokat is figyelembe vettem.

A legtöbb nyomelemzés a Szár-hegy, Dorottya és Határvölgy lencsék bauxitjából készült. A minták száma itt lehetővé tette a részletesebb statisztikai értékelést, melynek eredményeit a 16. táblázatban mutatom be. Általános tapasztalat, hogy a legkisebb és legnagyobb értékek nem térnek el érdemben egymástól. Ennek megfelelően az eloszlás szórása (standard deviation) is kicsiny. A nyomelemek eloszlása részben enyhén pozitív, részben enyhén negatív előjelű ferdeséget mutat. Egyedül a Ni_2O_3 -eloszlás ferdesége nagy: -4,42.

16. táblázat. A Szár-hegy, Dorotta és Határvölgy lencsék bauxitjának nyomelemei

Komponens	Átlag %	Minimum %	Maximum %	Szórás %	Ferdeség	Elemzések száma
B_2O_3	0,022	0,009	0,041	0,006	-0,50	21
BaO	0,0026	0,0002	0,0070	0,001	+1,49	21
BeO	0,0032	0,0004	0,0166	0,003	-0,19	36
Co_2O_3	0,0014	0,0010	0,0068	0,001	+1,95	21
Cr_2O_3	0,031	0,020	0,040	0,013	-0,11	25
CuO	0,0027	0,0002	0,0058	0,007	+3,04	21
F	0,101	0,050	0,180	0,028	+0,31	55
Ga_2O_3	0,0047	0,0020	0,0099	0,002	+0,90	37
Li_2O	0,0072	0,0002	0,0150	0,005	+1,32	21
MoO_3	0,0067	0,0001	0,0165	0,006	+0,18	34
Nb_2O_5	0,009	0,001	0,020	0,005	-	21
Ni_2O_3	0,0055	0,0009	0,0764	0,002	-4,42	33
PbO	0,0012	0,0004	0,0085	0,004	+0,82	21
SnO_2	0,0005	0,0002	0,0009	0,0002	+1,52	21
SrO	0,023	0,007	0,039	0,009	+0,24	21
V_2O_5	0,113	0,030	0,170	0,039	-0,91	96
ZrO_2	0,053	0,003	0,030	0,017	-0,77	36

A 17. táblázatban mutatom be a további kutatás és bányászat szempontjából kiemelt jelentőségű Nyíres-kút IV. lencse nyomelemdatáit. Külön készültek elemzések a már kitermelt külfejtés bauxitjából, valamint a déli és keleti rész mélyműveléses kitermelésre váró bauxitjából. A két részterület nyomelem összetétele nem különbözik érdemben egymástól. A mélyművelésre alkalmas teleprészből MoO_3 , PbO, SnO_2 és ZnO elemzések is készültek.

Geokémiai tekintetben sokkal többet mond a 18. táblázat, amelyben a négy lencsecsoport átlagainak mennyiségi sorrendjét hasonlíthatjuk össze. (ZnO meghatározások sajnos nem terjedtek ki ezekre a lencsékre). A nyomelemek gyakorisági sorrendje meglepően jó egyezést mutat. Több esetben még a lencseátlagok is megegyeztek. Mindegyik területen a vanádium átlaga a legnagyobb, amit a cirkon és a króm követ. Legkisebb az ón koncentrációja és valamivel

17. táblázat. A Nyíres-kút IV. lencse bauxitjának nyomelemei

Komponens	Külfejtés			A lencse mélyműveléses része		
	Minimum %	Maximum %	Átlag %	Minimum %	Maximum %	Átlag %
BeO	0,0003	0,0005	0,0004	0,0003	0,0032	0,0009
Cr_2O_3	0,013	0,014	0,024	0,018	0,138	0,043
CuO	0,0010	0,0090	0,0025	0,0017	0,1220	0,0046
Ga_2O_3	0,0040	0,0110	0,0063	0,0026	0,0122	0,0057
MoO_3	-	-	-	0,0010	0,0052	0,0022
Ni_2O_3	0,0032	0,0100	0,0053	0,0048	0,0500	0,0160
PbO	-	-	-	0,0025	0,0190	0,0078
SnO_2	-	-	-	0,0008	0,0019	0,0011
V_2O_5	0,054	0,192	0,123	0,110	0,400	0,202
ZrO_2	0,020	0,052	0,034	0,027	0,127	0,069
ZnO	-	-	-	0,019	0,028	0,022

18. táblázat. A nyomelemek átlagainak sorrendje a négy lencsecsoportban

Szár-hegy		Határvölgy		Nyíres-kút IV,		Félix II,	
komponens	átlag %	komponens	átlag %	komponens	átlag %	komponens	átlag %
V ₂ O ₅	0,113	V ₂ O ₅	0,162	V ₂ O ₅	0,140	V ₂ O ₅	0,170
F	0,101						
ZrO ₂	0,053	ZrO ₂	0,052	ZrO ₂	0,055	ZrO ₂	0,045
Cr ₂ O ₃	0,032	Cr ₂ O ₃	0,033	Cr ₂ O ₃	0,040	Cr ₂ O ₃	0,042
SrO	0,023						
B ₂ O ₃	0,022	ZnO	0,022	Li ₂ O	0,020		
				B ₂ O ₃	0,012		
Nb ₂ O ₅	0,009			BeO	0,009	Ni ₂ O ₃	0,009
		PbO	0,0078			Ga ₂ O ₃	0,0083
Ni ₂ O ₃	0,0075						
Li ₂ O	0,0072						
MoO ₃	0,0067						
		Ga ₂ O ₃	0,0060	Ga ₂ O ₃	0,0065		
Ga ₂ O ₃	0,0047			Ni ₂ O ₃	0,0050		
		CuO	0,0036	CuO	0,0040		
BeO	0,0032					CuO	0,0034
CuO	0,0027			PbO	0,0032		
BaO	0,0026	MoO ₃	0,0022	MoO ₃	0,0022		
Co ₂ O ₃	0,0014			Co ₂ O ₃	0,0015		
PbO	0,0012	SnO	0,0011	BeO	0,0010		
		BeO	0,0006			BeO	0,0007
SnO ₂	0,0005			SnO ₂	0,0005		

több az ólom, a kobalt és a berillium. A más bauxitlepekben gyakori gallium a sorrend közepén helyezkedik el. Ez a gyakorisági sorrend a malom-völgyi bauxitéhoz nagyon hasonló (BÁRDOSSY 2009, 15. táblázat), ami egyértelműen a kiinduló kőzetek hasonlóságára, vagy azonosságára utal.

Még ennél is több információt nyújtanak a nyomelemek *fuzzy tagságfüggvényei*, melyeket a halimbai és a malom-völgyi monográfiában is alkalmaztam. Sajnos egyedül a szár-hegyi, Dorottya és határvölgyi elemzéscsoport elegendő számú megfelelő tagságfüggvény szerkesztésére (44. ábra). Az összehasonlítás céljából ugyanazokat a nyomelemeket értékeltem, mint a malom-völgyi előforduláson (34. ábra). A tagság-függvények „magjának” közepe az átlag. Ennek két oldalára került az átlag szórása. A tagságfüggvény „tartójának” két szélső értéke a legnagyobb és a legkisebb elemzési adat. A tagságfüggvények így az adott nyomelem eloszlásáról adnak jól összehasonlítható áttekintést. A vizsgált öt elem eloszlása a szőci előforduláson a malom-völgyinél zártabb. Ugyanakkor a cirkon és a nikkelt esetében a ferdeség a malom-völgyivel ellentétes irányú.

A nyomelemek közül csak a vanádiumra vonatkozóan készültek elemzések a függőleges irányú változásokról. Ezek eredményei láthatók a 3. táblázatban. A minták helye a 9. ábrán látható. A bauxit zömét adó vörös és vörös, sárgaeres bauxitban a vanádiumtartalom függőleges irányban alig változik. Ugyanakkor a telep tetejét alkotó, epigenetikusan megváltozott összetételű bauxitban felülről lefelé ható kioldás nyomai ismerhetők fel: a legfelső mintában csak 0,03% a V₂O₅-tartalom, amely az epigenetikus zóna aljáig 0,14%-ra nő. A 2009-ben indult új kutatások során, mint említettem, minden bauxit intervallumból V₂O₅ és ZnO elemzések készültek. Ezeket kiértékelve azt találtam, hogy a vanádiumtartalom a Nyíres-kút IV. lencse bauxitjában vertikálisan nem mutat szisztematikus változásokat. Ugyanakkor a ZnO-tartalom majdnem mindenegyes fúrásban lefelé enyhén növekszik.

A szőci előforduláson a bauxitban vizsgált nyomelemek a Szádeczky-Kardoss-féle geokémiai elembeosztás (SZÁDECZKY-KARDOSS 1955) következő csoportjaiba tartoznak:

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

Mindez egy igen sokrétű eloszlásnak felel meg, ami azt jelzi, hogy a szőci bauxit sokféle kőzet mállásából származik. Ezen belül úgy tűnik, hogy a pegmatofil és litofil elemek szerepe a többi elemnél nagyobb. Az is egyértelmű, hogy a nyomelem eloszlás a malom-völgyihez hasonló.

A bauxitösszlet ásványos összetétele

A kutatási zárójelentések készítésekor összevont mintákon ásványtani vizsgálatokat végeztek DTA készülékkel, ill. derivatográf-fal. Ezek pontossága 1–3% volt. Néhány mintáról röntgenfelvételek is készültek. Az általam a bányákban vett mintákon röntgendiffraktométeres felvételeket készítettem és kvantitatív fázisanalízist végeztem. (BÁRDOSSY et al. 1980). Ily módon a nagyobb lencsék anyagából 5–10 vizsgálat készült. A legtöbb vizsgálat a szorosan vett bauxitra irányult, az agyagos bauxitból és a bauxitos agyagból csak néhány vizsgálatra került sor. A mintavételi helyek együttese nem képez reprezentatív mintát, ezért részletes statisztikai feldolgozásra nem volt lehetőségem.

A szőci bauxit két fő alumíniumásványa a *gibbsit* és a *boehmit*. A bauxit izzítási veszteségének értékelésekor kiderült, hogy vannak tisztán gibbsites, vegyes gibbsites-boehmites és tisztán boehmites bauxitok. Az így kapott eredményeket röntgendiffraktométeres vizsgálatok igazolták. A szőci előfordulás 21 szorosan vett bauxitot tartalmazó lencséje közül a fentiek alapján 12 átlaga tisztán gibbsites, 5 vegyes gibbsites-boehmites 4 pedig tisztán boehmites összetételű (7. táblázat). Figyelemre méltó, hogy a malom-völgyi előfordulás 13 lencséje közül 10 tisztán gibbsites összetételű, 3 gibbsites-boehmites és egyetlen tisztán boehmites összetételű lencse sem ismeretes. A szőci előfordulás tehát a lencseátlagokat nézve a malom-völgyinél boehmitesebb.

Még figyelemre méltóbb kép rajzolódik ki, ha az átlagos izzítási veszteség térbeli eloszlását vizsgáljuk. A 32. ábrán látszik, hogy az előfordulás keleti szélén egy tisztán boehmites lencse van (Nyíres-kút II.). Tőle nyugatra két vegyes összetételű, gibbsites-boehmites lencse található (Nyíres-kút I-Ny és III.). Az előfordulás középső része csak tisztán gibbsites bauxitból áll (Nyíres-kút IV., Határvölgy, Szár-hegy és Félix II. lencsék). A nyugatra következő Félix I. lencse-csoport négy lencséje közül egy vegyes gibbsites-boehmites, három pedig tisztán boehmites összetételű (Félix I/1., 4. és I/5.). Az előfordulás déli szélén levő kis lencse — a Hertelendy-major — tisztán gibbsites (24,9% átlagos izzítási veszteség). Végül az előfordulás nyugati szélén levő két kis bauxitlencse közül az északi gibbsites (Róka-haraszti I.), a délebbi vegyes gibbsites-boehmites felépítésű (Vargatanya IV.). Ennek az elrendeződésnek a kialakulására a genetikai fejezetben próbálom magyarázatot adni.

Figyelmet érdemel a túlnyomóan gibbsites felépítésű Szár-hegy I. lencse ásványtani felépítése. Itt a lencse déli részén vegyes gibbsites-boehmites és tisztán boehmites bauxit található (45. ábra). A Határvölgyi lencse déli szélén, a Dorottya lencse keleti szélén, a Félix II/1. lencse délnyugati szélén egy-egy fúrásban szintén előfordul boehmites bauxit.

A bányavágatokban a bauxit legfelső, epigenetikusán módosult részében elvéve néhány centiméteres hófehér, porózus *gibbsit*-fészkeket találtam. Ezek hasonlóak a malom-völgyi bauxitban találtakhoz (lásd a malom-völgyi monográfia 11. ábráját).

A SiO_2 -tartalom teljes egészében *kaolinit* formájában van jelen. A szorosan vett bauxitban mennyisége 20%-nál kevesebb, de teljesen kaolinit mentes bauxitot nem találtam. Az agyagos bauxitban 20–40%, a bauxitos agyagban több mint 40% a kaolinit mennyisége. *Kvarc* szemcséket csak a mikromineralógiai vizsgálatok mutattak ki néhány század százaléknyi mennyiségben.

A TiO_2 -tartalom a térség többi bauxitjához hasonlóan főként *anatáz*, alárendeltebben *rutil* formájában van jelen. A vastartalom főként *hematit* (5–25%) és *alumogothit* 1–10% mennyiségben. A szürke, redukált bauxitban *pirit* és *markazit* az uralkodó vasásvány. A leginkább redukált Félix I/1. lencse szürke bauxitját Pantó Györggyel elektronmikroszkopoddal vizsgáltuk (BÁRDOSSY, PANTÓ 1972). A centiméter nagyságot elérő, jól kristályos piritszemcsék mellett egy mm-nél kisebb, gömb alakú „bakteriopirit” szemcséket találtunk (3. fotó). Ennek alapján úgy tűnik, hogy a pirit kialakulásában a baktériumok is szerepet játszottak. Epigenetikus folyamatok során az egykori pirites-markazitos bauxit nagy része oxidálódott. Ennek során *hematit*-, *gipsz*- és *alunit*-fészkek képződtek a felső övezet alsó részén.

Az epigenetikus pirit-markazit bomlás egy ritkán előforduló terméke a *melaniterit* ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Ezt az ásványt a határvölgyi bányában találtam (BÁRDOSSY 1954) a 9. számú észlelési ponton. A vágatszelvény a 13. ábrán látható. Az ásvány 1–2 cm vastag, vízszintes táblákat alkot. Halványzöld, üvegfényű és áttetsző. A táblák 5–15 cm hosszúak. Az ásványt az előforduláson máshol nem találtam. Véleményem szerint a pirit lassú oxidációja tette lehetővé, hogy a keletkezett ferroszulfát ne oxidálódjon tovább.

A bauxitösszlet legfelső részén néhány helyen másodlagos *kalcit*-fészkek és -erek figyelhetők meg.

A bauxit-előfordulás genetikai értékelése

A halimba-szőci térség bauxitföldtani fejlődéstörténetét számosan értékelték. Ezeket a tanulmányokat a halimbai előfordulással foglalkozó monográfiámban részletesen ismertettem (BÁRDOSSY 2007), megismétlésüket feleslegesnek tartom. A Bakony hegység egészére vonatkozó elképzeléseim Mindszenty Andrea tanulmányaihoz állnak legközelebb (MINDSZENTY et al. 1994, 2001). A következőkben csak a szőci és malom-völgyi térség bauxitgenetikájával kapcsolatos véleményemet ismertetem.

A halimbai előfordulással szemben véleményem szerint a késő-kréta transzgresszió erre a szűkebb térségre nem terjedt ki, annak magasabb térszíni helyzete miatt. Ennek fő bizonyítéka, hogy e térségben nincsen nyoma késő-kréta korú képződményeknek. A halimbaitól eltérő települési mód, ásványos és vegyi összetétel is e véleményemet támasztja alá. A kiemeltebb helyzet miatt a bauxit felhalmozódása idején a paleotérszín tagoltabb lehetett. Ezért a nagykiterjedésű, rétegszerű telep helyett lapos dolomithátaságokkal elválasztott, kisebb nagyobb bauxitlencsék jöttek létre. A paleotérszín mind a szőci, mind a malom-völgyi előforduláson délkelet felől északnyugat felé enyhén lejtett. Ezt jelzi mindkét előforduláson a közvetlen fedő szenes agyag elterjedése (lásd a 2. ábrát). A malom-völgyi és a szőci előfordulás bauxitösszlete tehát a halimbainál fiatalabb, felhalmozódása a kora-eocénben érhetett véget.

Mindkét előforduláson véleményem szerint délkelet felől történt a bauxitösszlet behordása időszakos folyóvízi szállítással. Ez a felhalmozódás a malom-völgyi előforduláson északnyugaton félkörívesen zárult, hasonlóan más törmelékűpos felhalmozódásokhoz. A malom-völgyi előfordulás feltételezett szállítási útvonalaait a monográfia 36. ábráján mutattam be. A szőci előforduláson a szállítás útvonalaai ehhez hasonlóak voltak (46. ábra). A cluster-elemzés eredményeit figyelembe véve hat szállítási útvonalat különböztettem meg, melyek közül a két középső hozta a legtöbb bauxitot.

Mindkét előforduláson a déli-délkeleti részen főleg a kissé durvább szemcséjű, szorosan vett bauxit rakódott le, majd északnyugat felé az agyagos bauxit és végül az izaposabb konzisztenciájú bauxitos agyag következett. Ez utóbbi található mindkét előfordulás északnyugati szélén. A mindkét előfordulás bauxitjában talált 2–20 cm-es bauxitkavicsok a szállítás távolságát is behatárolják. Viszonylag kis keménységük miatt legfeljebb 20–30 km szállítási távolság tételezhető fel.

A középső-eocénben észak felől megindult transzgresszió a malom-völgyi és a szőci előfordulásra egyaránt kiterjedt. Ennek jelentősége abban van, hogy az eocén fedőrétegek megvédték a bauxitot a későbbi lepusztulástól. A malom-völgyi előfordulás délnyugati részén van néhány bauxitlencse, amely megmaradt, bár az eocén fedő részben vagy egészben lepusztult róla (lásd BÁRDOSSY 2009, 4. ábra). A szőci előforduláson a lepusztulás erőteljesebb volt. Itt legfeljebb néhány ponton terjedtek túl a lencsék az eocén határán, különben mindenütt lepusztult a bauxit, áthalmozódott és vörös agyaggá degradálódott. A lepusztulás az előfordulás keleti részén volt a legerőteljesebb. A Nyíres-kút III. lencse déli részén például a 25–30 méter vastag középső-eocén fedőréteg a fúrási hálózat tanúsága szerint 20 méter távolságon belül teljesen lepusztult, meredek lejtőt alkotva. Az addig folytonos bauxitösszlet pedig a lepusztulási határ mentén lenyesődött.

Ásványgenetikai problémát jelent a szőci bauxit gibbsites, boehmites és vegyes gibbsites-boehmites összetétele. Helyi ősföldrajzi és geokémiai különbségekkel, szín- és diagenetikus folyamatokkal nem magyarázható ez a markánsan eltérő összetétel (32. ábra). Valószínűbbnek látszik, hogy e két előfordulástól délkeletre a mezozoos képződmények a kedvező klímán lateritesedtek. Lateritbauxit terén gyűjtött kutatási tapasztalataim alapján feltételezhető, hogy a térszíniileg mélyebben fekvő lateritszelvények boehmitesedtek, a magasabban fekvő, oxidatívabb környezetben levők pedig gibbsitesedtek. A terület kiemelkedése a lateritszelvények lepusztulásához vezetett és a kis távolság miatt külön útvonalakon került az előfordulás területére a gibbsitesebb és a boehmitesebb laterites málladék. A 41. ábrán a cluster elemzés alapján kirajzolódó telepcsoportok egyben a fő beszállítási útvonalak végét is kijelölték. Ennek alapján a dolomitmorfológiát is figyelembe véve különböztettem meg a hat szállítási útvonalat a szorosan vett bauxitra. (46. ábra). Ez a genetikai modell egyben magyarázatot ad a lencsék eltérő ásványos összetételére is.

Persze ezt az általános képet helyi morfológiai és geokémiai körülmények módosíthatták. Ezzel magyarázható, hogy az ásványtani fejezetben már ismertetett kis kiterjedésű, helyi boehmites bauxit felhalmozódások jöhettek létre uralkodóan gibbsites bauxitban.

A bauxitkutatás és a zárójelentések ismertetése

E fejezetben a szőci bauxitkutatásokat és a zárójelentéseket ismertetem időrendi sorrendben, mert az elmúlt évtizedek alatt módszertani ismereteink e tekintetben érdemben kibővültek.

Az AIAG 1938-ban megkezdett — a 2. fejezetben ismertetett — kutatásai nyomán a Félix I. területen egy kisebb külfejtést nyitott meg 1942-ben, amit 1944-ben mélyműveléssel egészítettek ki. 1944-ben kezdték meg a Szár-hegyen talált bauxit feltárását egy táró kihajtásával a lencse északi végén (Antal-táró). A termelés egészen a szovjet csapatok

megérkezéséig folyt, majd rövid szünet után folytatódott. Az AIAG sem a készletekről, sem a termelés nagyságáról nem közölt adatokat. A szőci előfordulás területéről az első készlet adatok Barnabás Kálmántól származnak, aki az AIAG által birtokolt zártkutatómunkák készleteiről készített kéziratos szakvéleményt (BARNABÁS 1951). E szerint e terület ismert bauxitkészletei a következők voltak:

Szár-hegy I. telep	356 000 tonna
Szár-hegy II. és III. telep	214 000 tonna
Dorottya telep	145 000 tonna
Félix II. telep	140 000 tonna
Összesen	855 000 tonna.

A szakvélemény sajnos elveszett, így nem tudjuk milyen módszerrel számolta ki a készleteket. A bauxit minőségéről sincsenek adataink, kivéve azt, hogy a teljes készlet átlagos kova-modulusa 17,8. Az azóta végzett kutatások és termelés tapasztalatai alapján ezt a mutatót túlzottnak tartom. Ennek alapján a fenti készletadatokat csak tájékoztató jellegűeknek tekintem. Az ezt követő kutatásokat és zárójelentéseket időbeli sorrendben ismertetem, mert ez egyben módszertani tapasztalatokra is lehetőséget nyújt.

A szőci előfordulás területén az első mai értelemben vett kutatási zárójelentést a Bauxitkutató Vállalat keretei között Bárdossy György készítette 1953-ban az akkor érvényes előírások szerint (BÁRDOSSY 1953). A fúrásos kutatás 1952 és 1953-ban történt Crälius-típusú fúrógépekkel. A zárójelentés a Határvölgy, Dorottya és Szár-hegy területekre terjedt ki. Összesen 96 fúróllyukat mélyítettek 3441 fm terjedelemben. A fúrások az előírások szerint a bauxittestet legalább 76 mm-es átmérővel harántolták. A fúrások átlagos magkihozatala a bauxitból 92% volt, ami az akkori technikai szinten igen jó eredmény volt. A fúrások 50×50 méteres derékszögű hálózatban történtek. E hálózatot a bonyolultabb felépítésű helyeken 25×25 méterre sűrítették be.

A zárójelentés készítésekor az ALLIQUANDER et al. (1949) jelentésben szereplő régi fúrások eredményeit is figyelembe vettem. Néhány helyen, pl. a Dorottya telepben indokolatlan eltérések mutatkoztak. Ezért itt a fúrási hálózatot a teljes telepre kiterjesztettük.

A Szár-hegy és a Dorottya telepek területét 1952. X. 7-én vette át a Maszobal a svájci AIAG utódától a Bakonyi Bauxit Rt.-től. A fúrásos kutatási adatokat sajnos a svájci cég nem adta át. A zárójelentés előkészítésére előbb egy 1:5000 méretarányú bauxitföldtani térkép készült. Ezt követte a kutatási terület 1:2000 méretarányú topográfiai felvétele. 1953-ban a topográfiai térkép területén részletes földtani térképezést végeztem. Ennek eredményeit a zárójelentés 5. melléklete tartalmazta. A zárójelentés területén felszíni geofizikai méréseket nem végeztek.

A fúrások rétegsoráról részletes földtani leírás készült. A bauxitból 0,5, ill. 1,0 méterenként történt mintavétel. A fő komponenseket nedves kémiai elemzési módszerrel határozták meg. A vegyelemzések helyességének ellenőrzésére belső és külső ellenőrző elemzések készültek. Ezek megerősítették az eredeti elemzések eredményeit.

A bauxitkészletek kiszámításához az alábbi minisztériumi előírásokat használtuk.

Bayer érc: átlagos Al_2O_3 több mint 45%, minimális vastagság 1,0 méter

— alcsoport: kova modulus több mint 10%

— alcsoport: kova modulus 7–10%

Pirogén érc: Al_2O_3 több mint 40%, modulus 2,6–7, minimális vastagság 1,0 m

A bauxit térfogatsűrűségét a zárójelentés számára a Maszobal bányavállalata határozta meg a szár-hegyi és a határvölgyi bányákban vett 0,5 m³-es aknák anyagából. Az átlagos térfogatsűrűség 2,09 kg/m³- nek adódott ki bányanedves ércre.

Magát a készletszámítást a Dorottya telepen sokszög módszerrel (47. ábra), a Szár-hegy III. telepben párhuzamos függőleges szelvények módszerével végeztem (48. ábra). A határvölgyi és a Szár-hegy I. működő mélyműveléses bányák, valamint a Szár-hegy II. külfejtés készletei felsőbb utasításra nem kerültek be ebbe a készletszámításba. Ezért csak a határvölgyi bányatérképet tudom bemutatni (49. ábra). Ellenőrzésül a számtani középátlagos módszert használtam. A készlettömböket az akkori hivatalos osztályozásnak megfelelően A₂, B, C₁ és C₂ kategóriákba soroltam. A₂ és B kategóriákba került a lencsék produktív fúrásokkal lehatárolt belső része, C₁ kategóriába pedig a külső szegély övezet, amely a legközelebbi nem-produktív fúrások fél-távolságáig terjedt. A tömbök területét planiméter segítségével határoztam meg. Azoknál a kisebb elszigetelt tömböknél, ahol a bauxitvagyon csupán egyetlen fúrás adataira támaszkodott, a fúrásban harántolt ércvastagságnak csak a felét vettem figyelembe.

Az összesített földtani vagy a következő:

Bayer-érc	Md >10	835 000 tonna
	Md 7–10	157 000 tonna
Pirogén érc	Md 2,6–7	731 000 tonna
Bayer-érc összesen		993 000 tonna.

Ennek átlagos modulusa 14,4, átlagos minősége pedig a következő:

— Al_2O_3	47,7%
— SiO_2	3,3%
— Fe_2O_3	22,5%

A termelés a határvölgyi bányában 1952-ben kezdődött és 1964-ben fejeződött be. Ez alatt 1 020 200 tonna bauxitot termeltek ki 214 000 tonna termelési veszteség mellett

A szomszédos Dorottya I–II. lencsében 1953-tól 1965-ig folyt mélyműveléses termelés a határvölgyi bánya felől, a telep déli részén pedig külfejtés működött. 564 500 tonna bauxitot termeltek ki 67 600 tonna termelési veszteség mellett. A Szár-hegy I. lencsén 1944-től 1948-ig az AIAG mélyművelése termelt, majd az államosítás után a termelést a Bakonyi Bauxit Rt. folytatta. Termelési adatok nem maradtak fenn, földtani és bányászati megfontolások alapján feltételezem, hogy kb. 200 000 tonna bauxitot termelhettek ki. Az üzemet 1953-ban a Maszobal vette át és 1954 végéig folytatta a mélyműveléses termelést. Ez alatt 116 200 tonna bauxitot termeltek ki 24 800 tonna termelési veszteség mellett. A fent említett Szár-hegy II. külfejtés csak 1952–1953-ban termelt 97 700 tonna bauxitot. Termelési vesztesége nem ismeretes. Az észak felé csatlakozó, fedettebb területen mélyművelést nyitottak (20. ábra, B). A külfejtéstől délnyugatra fekvő levett teleprészben Szár-hegy II., III., IV. néven mélyművelést nyitottak. Ebben egészen 1963-ig termeltek. Összesen 517 200 tonna bauxitot termeltek ki 70 000 tonna termelési veszteség mellett.

Az 1953-as zárójelentést követően a kutatásokat délnyugat felé terjesztették ki. A Félix II. területen két kitermelhető bauxittestet találtak a nagy lencse déli részén. A két értest a Félix II/1. és Félix II/2. nevet kapta (50. ábra). Ezekről 1955-ben készült kutatási zárójelentés (CSILLAG 1955). Ezeket a telepeket is 50×50 méteres szabályos fúrási hálózattal kutatták meg. Sokszög módszerrel készítették készletszámítást, amit a párhuzamos függőleges szelvények módszerével ellenőriztek. A készletek osztályozása és kategorizálása a fent ismertetett hivatalos előírások szerint történt.

	Készlet	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	Modulus
modulus >10	124 600 t	50,8%	3,5%	21,8%	14,5
modulus 7–10	18 600 t	53,4%	6,7%	17,1%	8,0
modulus 2,6–7	410 700 t	45,8%	13,5%	19,5%	3,4

Közben a kutatások kelet felé a Nyíres-kúti területre is kiterjedtek. Két bauxitlencsét találtak, Nyíres-kút I. és II. néven, amelyekről 1957-ben készült zárójelentés volt (POSGAY 1957). Az I. lencsét 50×50 méteres, a II. lencsét pedig 25×25 méteres derékszögű hálózattal kutatták meg. Az I. lencse készletszámítási térképén (51. ábra) jól látható, hogy a lencse délkeleti részéről lepusztult az eocén fedő, ami a bauxitminőség romlásához vezetett. A lencse délkeleti szélén már csak agyagos bauxit és bauxitos agyag található.

Nyíres-kút II. lencse készletszámítási térképe az 52. ábrán látható. A bauxitban a magkihozatal 93% volt. A két lencsében sokszög módszerrel a következő földtani készletet mutatták ki:

I. lencse	Készlet	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	Modulus
I–II. oszt. (modulus >7)	161 000 t	50,1%	4,8%	24,4%	10,4
III–IV. oszt. (modulus 2,6–7)	143 000 t	47,3%	12,2%	21,4%	3,9
II. lencse					
I–II. oszt.	29 000 t	53,1–54,9%	4,6–7,0%	24,6–25,1%	7,6–11,9
III–IV. oszt.	28 000 t	50,6%	12,6%	21,5%	4,1

A II. lencséről lepusztult az eocén fedő, csupán déli és keleti szélén maradt egy-egy eocén folt. A bauxit megmaradása feltehetően annak köszönhető, hogy a szőlőhegyi fő vető levett oldalán, annak lábánál helyezkedik el. Mindkét lencse kitermelése 1962 és 1967 között történt, az I. lencséből 160 700 tonna, a II. lencséből 28 900 tonna bauxitot termeltek ki.

1958-ban a Nyíres-kút III. lencse megkutatását végezték el 25×25 méteres hálózattal. Ennek eredményeiről 1958-ban készült zárójelentés (SZANTNER, POSGAY 1958). A produktív fúrák bauxit magkihozatala 85,5% volt. A szerzők a következő készleteket mutatták ki (53. ábra):

Kategória	Készlet	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	Modulus
Modulus >10	21 000 t	48,3%	4,1%	23,8%	11,9
Modulus 7–10	12 000	47,6%	5,8%	23,9%	8,1
Modulus 4–7	23 000	46,8%	9,3%	22,2%	5,1
Modulus 2.6–4	18 000	44,2%	14,0%	20,9%	3,2

A sokszög módszerrel végzett készletszámítást számtani középátlagos módszerrel ellenőrizték. A két számítás eredményei csak 1,5%-al tértek el egymástól. A lencse készleteit 1962–1963-ban mélyműveléssel termelték ki, a kitermelt bauxit mennyisége 50 000 tonna volt. A kutatások ezután a nyugati Félix I. és II. területen folytatódtak.

A már megkutatott Félix II/1. és 2. lencséktől északra 50×50 méteres szabályos hálózatban folytatódtak a fúrások egészen a lencse északi elvégződéséig, melyeket Félix II/3. és 4-nek nevezek (lásd a 2. ábrát). 1961-ig 141 fúrást mélyítettek. Ezek alapján az 1962-ben Posgay Károly készített zárójelentést (POSGAY 1961, 1962). A készletszámítás sokszög módszerrel készült és a földtani tömbök módszerével ellenőrizték. (54. ábra). A következő földtani készletet határozták meg:

	Készlet	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Modulus
modulus >10	138 000 tonna	51,1%	3,0%	21,6%	17,0
modulus 7–10	31 000 tonna	52,2%	6,8%	18,2%	7,7
modulus 4–7	150 000 tonna	48,3%	9,8%	19,6%	4,9
modulus 2,6–4	804 000 tonna	45,1%	14,6%	20,9%	3,1

A bauxit minősége DK-ről ÉNy-felé haladva egyre romlott. Az Al₂O₃-tartalom a déli részen 49–53%, az északon 44–46% között mozgott. A SiO₂-tartalom délen 6–12%, északon 12–15% volt. A készletet 1963 és 1972 között termelték ki, a fedőrétegek északi irányú vastagodásának megfelelően délen részben külfejtéssel, részben mélyműveléssel, északon mélyműveléssel. A kitermelt érc mennyisége 811 000 tonna volt 110 000 tonna termelési veszteség mellett. A ténylegesen lefejtett terület körvonalai is az 54. ábrán láthatók.

A fentiekkel egyidőben — 1955 és 1961 között — a kutatásokat tovább terjesztették nyugat felé, ahol Félix I/1., 2. és 3. néven három lencsét találtak (POSGAY 1961, 1962). Az 1. számú lencsén a készletszámítás sokszög módszerrel készült és 227 000 tonna földtani készletet mutatott ki 51,1% Al₂O₃ és 8,8% SiO₂-tartalommal. A készlet kitermelésére 1964 és 1966 között került sor. A készletszámítási térkép és a ténylegesen kitermelt bauxit körvonala az 55. ábrán látható. A bányából mélyműveléssel összesen 145 000 tonna bauxitot termeltek ki 30 500 termelési veszteség mellett.

A Félix I/1. lencsétől északnyugatra mutatták ki a Félix I/2. számú lencsét. A viszonylag nagy kiterjedésű lencsében csak két foltban találtak agyagos bauxitot, szorosan vett bauxitot pedig csak jelentéktelen mennyiségben (16. ábra). A sokszög módszerrel végzett készletszámítás szerint a lencsében 10 000 tonna bauxit található 51,5% Al₂O₃, 7,1% SiO₂ és 24,0% Fe₂O₃-tartalommal. Ezen kívül 151 000 tonna agyagos bauxit mutattak ki 47,5% Al₂O₃, 12,4% SiO₂ és 22,2% Fe₂O₃-tartalommal és 3,8 modulussal. E készlet kitermelésére nem került sor.

A nyugati rátolódásos vonal menti Félix I/3. lencsében csupán 28 000 tonna agyagos bauxitot találtak 45,1% Al₂O₃, 14,8% SiO₂-tartalommal és 3,0 modulussal (16. ábra). E készlet kitermelésére sem került sor.

A Félix I. terület 4. lencséjéről 1972-ben készült zárójelentés (TÓTH 1972). A lencse részletes megkutatása során 42 fúrást mélyítettek 1271 folyóméter terjedelemben. A régi AIAG külfejtéshez északnyugat felé csatlakozó lencse déli részét 25×25 méter, északi részét 50×50 méteres fúrási hálózattal kutatták meg (56. ábra). A bauxitból igen jó, 99%-os magkihozatalt értek el. A készletszámításnál a földtani tömbmódszert alkalmazták, ellenőrzésül pedig a számtani középátlagos módszert. A számításához 2,1 t/m³ nedves térfogatsúlyt használtak, a készleteket C₁ és C₂ kategóriába sorolták. Összesen 160 000 tonna földtani készletet mutattak ki a következő átlagos összetétellel:

Al₂O₃ 48,6%, SiO₂ 9,9% Fe₂O₃ 23,6% modulus 4,9

A lencséből 1979 és 1986 között külfejtéssel 123 000 tonna ércet termeltek ki 10 000 tonna termelési veszteséggel.

Közben folytatódott a kutatás a nyíres-kúti területen, ahol egy új lencsét mutattak ki Nyíres-kút IV. néven. Ezt 25–50 méteres szabálytalan hálózattal kutatták meg. 1972-ben zárult le a lencse külfejtésre alkalmas részének megkutatása. A zárójelentés TÓTH (1972) munkája (57. ábra). A földtani tömbmódszerrerrel kapott földtani vagyon 203 000 tonna, 45,1% Al₂O₃, 6,2% SiO₂, 23,1% Fe₂O₃, 0,19% CaO- és 0,05% MgO-tartalommal, 7,3 átlagos modulussal. A számítását számtani középátlagos módszerrel ellenőrizték. A telepet 1974-ben termelték ki 165 100 tonna terjedelemben. A termelési veszteségre nincs adatunk.

Kiseb szünet után folytatódott a kutatás a Nyíres-kút IV. lencse mélyebben fekvő déli részén (Nyírekút IV/b). A kutatási zárójelentést 1980-ban PÉTER Zoltán és KARDOS Lajosné készítették. A kutatás során összesen 77 fúrást mélyítettek 25-től 50 méterig terjedő szabálytalan hálózatban, 6425 fm összerjedelemben. A párhuzamos DK/ÉNy irányú vetőkkel tagolt telep 5,3 ha kiterjedésű. A bauxitból az átlagos magkihozatal 97,7% volt. A készletszámítást földtani tömbmódszerrerrel végezték és vastagságvonalas módszerrel ellenőrizték. A földtani vagyon 412 000 tonna, 7,4 átlagos modulussal (Al₂O₃ 46,5%, SiO₂ 6,3%, CaO 0,24% és MgO 0,05%). E készlet kitermelésére eddig nem került sor.

A kutatásokban ezután egy több éves szünet következett. Ennek során feldolgoztam a szőci előfordulás összes hozzáférhető bauxitföldtani adatát és látogattam a működő bányüzemeket. Arra a véleményre jutottam, hogy a Szár-hegy I. lencsében jelentős mennyiségű kitermelhető bauxit maradt vissza. Pataki Attila geológussal közösen kezdeményeztük a terület fúrásos újrakutatását. A Bauxitkutató Vállalat jogutódja a Geoprospekt Kft. 1993 és 1995 között a lencse területén fúrásos kutatást végzett. A kutatást ismételt helyszíni terepbejárás vezette be, majd 1:2000 és 1:1000 méretarányú kutatási térképek készültek. Ennek kiegészítésére a Bakonyi Bauxitbánya Kft. 1993-ban 1:500 méretarányú új topográfiai felvételt készített a Szár-hegy I. lencse területéről. A Terratest Kft. ugyanebben az évben

felszíni geofizikai méréseket is végzett. Mindezek alapján 1993–94-ben a Geoprospekt Kft. 122 fúrást mélyített, amit 1996–97-ben a Bakonyi Bauxitbánya Kft. 35 kiegészítő fúrása követett. A fúrások helyét és az ezek nyomán kimutatott fő tektonikai vonalakat a 4. ábrán láthatjuk. A lencse nyugati elvégződését egy észak–déli preformáló vető határozta meg. Több helyen a telep túlterjedt az egykori bánya határain. A telep észak–déli irányban 500 méter hosszú, rá merőlegesen szélessége 120–160 méter. A lencse déli szélén levő 40–50 métert levett bauxittest nem került be a zárójelentésbe, ezt Szár-hegy I-dél néven külön értékeltem. A teljes lencse települési helyzetét a Jankovics Bálint által készített földtani szelvény szemlélteti (58. ábra) (BÁRDOSY et al. 1999).

A Geoprospekt Kft. 1995 májusában a kutatások eredményeiről zárójelentést készített. A külfejtésre alkalmas készleteket sokszög módszerrel határozták meg. A földtani vagyon 281 000 tonna volt 10,6 átlagos modulussal. A külön értékelt déli levett bauxittest földtani készlete 34 000 tonna 16,7 átlagos modulussal (Al_2O_3 53,5%, SiO_2 3,3%). Erről nem készült külön kutatási zárójelentés.

1995-ben megkezdődött a telep külfejtéses kitermelése, amely 1998-ban fejeződött be. Összesen 361 700 t bauxitot termeltek ki 54 300 t termelési veszteség mellett, tehát többet, mint amennyit a megelőző készletszámítás kimutatott.

A Geoprospekt Kft. 1993–94-ben a Szár-hegy II. lencse területén 18 fúrást mélyített, amivel pontosították a bauxit kiterjedését és minőség-eloszlását. Ennek eredményeként a Bakonyi Bauxitbánya Kft. a lencse területén 2009-ben 15 000 tonna földtani vagyont tartott nyilván 48,0% Al_2O_3 és 8,4% SiO_2 átlagos minőséggel. Figyelmet érdemel, hogy a Geoprospekt Kft. (1993) a lencse területén további 50 000–80 000 tonna bauxit kimutatására látott lehetőséget.

A Bakonyi Bauxitbánya Kft. 1994-ben a Félix I/2. lencsétől délre felderítő kutatást kezdett, amelynek során egy kisebb bauxitlencsét találtak. Ezt Félix I/5-nek neveztem el. A lencséről készletszámítás és zárójelentés nem készült. Szorosan vett bauxitot egyetlen fúrásban, agyagos bauxitot pedig hat fúrásban találtak. E lencse adatait a korábbi fejezetekben figyelembe vettem.

A Szár-hegy I. telep kitermelése után a Dorottya I–II. telepen is külfejtést nyitottak. Itt 1998-ban 40 000 t bauxitot termeltek ki 6 800 t termelési veszteséggel. A kitermelt bauxit átlagosan 45,4% Al_2O_3 -at, 6,5% SiO_2 -t, 0,4% CaO-t és 0,2% MgO-t tartalmazott.

2009 őszén a Nyíres-kút IV. lencse és a Határvölgy-északkelet részterület térségében újabb fúrásos kutatások kezdődtek a bauxitkészletek pontosítása és új készletek kimutatása céljából. E kutatások 2010-ben is folytatódtak. Ezek eredményeiről a következő fejezetekben számolok be, saját ez irányú értékeléseimmal együtt.

További fúrásos kutatások folytak az ötvenes évek óta az előfordulás nyugati részén a Róka-haraszt és a Vargatanya térségében. Tekintettel arra, hogy gazdaságosan kitermelhető bauxitot nem találtak e területekről nem készültek kutatási zárójelentések. E kutatások eredményeit az alábbiakban foglalom össze.

Az ún. *Róka-haraszt* területe két földtanilag eltérő területre oszlik. A nagy észak–déli feltolódás mentén három lencsét mutattak ki a fúrások (Róka-haraszt II., III. és IV.), melyek helyzete a 3. ábrán látható. A lencséken a fúrásokat 50×50 méterre sűrítették, de csak bauxitos agyagot és agyagos bauxitot találtak (2. táblázat). A feltolódástól nyugatra, az előfordulás északnyugati sarkában van a Róka-haraszt I. és V. lencse (3. ábra). Nagy alapterületük ellenére mindkettő viszonylag kis vastagságú (1. táblázat). Az I. lencsében túlnyomó bauxitos agyag mellett kevés agyagos bauxitot és jelentéktelen mennyiségű bauxitot találtak (2. táblázat). Az utóbbi gyenge minőségű (Al_2O_3 43,4%, SiO_2 7,5%). Az V. lencse 80%-ban bauxitos agyagból és 18%-ban szürke, pirites, bauxitos agyagból áll (2. táblázat).

A *vargatanyai terület* az előfordulás nyugati szélén található. Egy nagyobb (Vargatanya I.) és három kisebb lencsét (Vargatanya II., III. és IV.) mutattak ki itt a fúrások (3. ábra). A lencsüket középső-eocén rétegek fedik, ezért az 1953-ban lemélyített 9 fúrást 1964-ben további 14 fúrás követte. Az I., II. és III. számú lencsék túlnyomóan bauxitos agyagból állnak, kevesebb (24–30%) agyagos bauxit kíséretében. 1990-ben a Bauxitkutató Vállalat további 11 fúrást mélyített a területen. Elsősorban az I. lencsén alakítottak ki 50×50 méteres hálózatot, amely a korábbiakhoz hasonlóan nemleges eredménnyel járt. Egyedül a kis kiterjedésű IV. lencsében találtak egyetlen fúrásban (Nm–309) szorosan vett bauxitot 50,8% Al_2O_3 és 7,8% SiO_2 -tartalommal. Sajnos a fúrást 50–50 méter távolságban bauxitos agyagból álló fúrások veszik körül. Készletszámítás innen nem is készült.

Az 59. ábrán az eddig kitermelt érc területe és az ismert, de nem kitermelt szorosan vett bauxit térbeli helyzete látható. A termelés előbbiekben ismertetett adatait az alábbiakban foglaltam össze:

Félix I	197 000 t
Félix II.	1 144 000 t
Szár-hegy	1 133 000 t
Határvölgy, Dorottya	1 584 000 t
Nyíres-kút	411 000 t
Összesen:	4 469 000 t

A vállalat által hivatalosan nyilvántartott, 2010. január 1. állapot szerinti földtani vagyon a 19. táblázatban látható. Ez képezi a kiindulást a következő fejezetek értékeléséhez.

19. táblázat. A szőci bauxitelfordulás földtani készlete 2010. január 1. állapot szerint

A telep neve	Készlet kt	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Modulus	CaO %	MgO %
Félix I/1.	8,1	50,6	7,1	7,1	0,65	0,09
Félix I/2.	24,0	51,6	10,1	5,1	0,59	0,08
Félix I/4.	196,9	47,1	11,1	4,2	1,32	0,80
Félix II.	306,6	43,6	14,2	3,1	0,45	0,30
Szár-hegy I/kelet	6,4	48,4	2,9	16,6	0,82	0,11
Szár-hegy I/dél	34,1	53,5	3,2	16,7	0,46	0,09
Szár-hegy II.	15,1	48,0	8,4	5,7	1,47	0,11
Szár-hegy III-IV.	70,8	46,4	2,5	18,6	0,27	0,18
Határ völgy közép	434,3	45,9	11,6	4,0	0,12	0,08
Határ völgy ÉK	98,5	45,9	6,4	7,2	0,54	0,08
Dorottya I.	9,2	54,6	4,6	11,9	0,59	0,08
Dorottya II.	11,8	48,1	5,9	8,1	0,59	0,08
Nyíres-kút IV/b	412,2	46,5	6,3	7,4	0,24	0,05
Összesen >7 mod.	651,2					
Összesen 4 7 mod.	670,3					
Összesen 2,6 4 mod.	306,6					
Mindösszesen	1 628,1					

A kutatások módszertani értékelése

A szőci előforduláson a fúrásos kutatás és értékelés 1943 óta hosszabb-rövidebb megszakításokkal napjainkig tart. Ez alatt a fúrások technikai színvonala és a kiértékelés módszerei is sokat fejlődtek. A következőkben áttekintjük a kutatások értékelésének módszereit, különös tekintettel a bizonytalanságokra és a kockázatokra.

Földtanilag helyes döntés volt, hogy a kutatásokat az eocén rétegekkel fedett területekre összpontosították. A bauxitlencsék csak néhány helyen terjedtek 50–200 métert túl az eocén rétegek lepusztulási vonalán, pl. Dorottya és Nyíres-kút I. déli szélén. Az ettől a vonaltól délre telepített felderítő fúrások meddőknak bizonyultak.

A következő fontos kérdés az, hogy milyen távolságig interpolálhatók a kutatási adatok a szomszédos fúrások között? Gyakorlati tapasztalatok alapján a lencsét 50×50 méteres derékszögű hálózattal kutatták meg, a bonyolultabb helyeken a hálózatot 25×25 méterre szűkítették. Ez a tapasztalat a bányászati kitermelés során bevált, mégis szükségesnek láttam a fő paraméterek ún. *hatástávolságát* variogramok segítségével meghatározni. Izotróp és iránymenti variogramokat számítottam minden lencsére, külön a szorosan vett bauxitra, az agyagos bauxitra és a bauxitos agyagra, azok vastagságára és az öt fő kémiai komponensre. A hagyományos „matheroni” variogram számítás mellett a nem-ergodikus és az inverz-kovariancia függvényes módszereket is alkalmaztam. A szakirodalom szerint legalább 20–40 fúrás szükséges megbízható és jól értelmezhető variogramok előállításához. A kiűtő értékek kiszűrésével és az intervallumok optimális megválasztásával sikerült 10–20 fúrásból is sikerült értékelhető variogramokat nyerni.

Azt tapasztaltam, hogy a lencsékben alulról felfelé haladva nő az adott képződmény térbeli változékonysága (γ_h) és rövidülnek a hatástávolságok. Például a Félix II. telepben a bauxitos agyagrétegben 120–190 méter, felette az agyagos bauxitban 80–140 méter és legfelül a bauxitban 70–100 méter a vastagság hatástávolsága. Az előfordulás délkeleti („belső”) oldalán általában rövidebbek a hatástávolságok, mint a nyugati és északnyugati („külső”) oldalon, ami nyilván a lencsék felhalmozódásának irányával függ össze (46. ábra). Nagy az iránymenti variogramok anizotrópiája: a feltételezett behordás irányában rövidebbek a hatástávolságok, mint rá merőlegesen. A térbeli változékonyság (γ_h) az Fe₂O₃ esetében a legnagyobb, a hatástávolság pedig a legrövidebb (60–90 m). Ezt követi a SiO₂ (80–120 méter), az Al₂O₃ (90–120 méter) és végül az izzítási veszteség (120–150 méter). A TiO₂ variogramok hatástávolságai túl bizonytalanok. A vastagság hatástávolságasága lencsénként igen eltérő lehet (30–220 m). A variogram-modellek típusa az esetek többségében „szférikus” volt.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a lencsék hálózatos megkutatásánál felvett távolságok kielégítették a hatástávolságok igényeit. A lencsék közötti térségek viszont sokkal ritkábban lettek megkutatva. Ezeken a területrészekben a fúrások közötti interpoláció nem indokolt. Nem zárható ki ezért, hogy az előfordulás területén kisebb bauxitlencsék maradtak vissza, melyeket ma még nem ismerünk. Említést érdemel végül, hogy a szőci előforduláson kapott hatástávolságok a többi magyarországi bauxit-előfordulás hatástávolságainál kissé hosszabbak. Különösen a nyirádi és az iharkúti előfordulásokon rövidebbek a hatástávolságok.

Végül az előfordulás egészére, a teljes bauxitösszlet vastagságára számított variogramot mutatom be az 60. ábrán. Az

5086 adatpárból számított variogram szférikus modellű és szabályos lefutású. A hatástávolság 200 méter. Ezt az adatot elsősorban a felderítő kutatásnál lehet felhasználni.

Minden nyersanyagkutatás alapvető kérdése az, hogy meddig kell egy előfordulás fúrásos kutatását folytatni? Az „alulkutatás” megnöveli a bányászati beruházás bizonytalanságait és kockázatait, a „túlkutatás” pedig felesleges többlet költséggel jár. Az optimum kijelölésére a hagyományos statisztikai megközelítések nem alkalmasak. Ezért nemzetközi szinten mindmáig a tapasztalt szakértő (competent person) véleménye az irányadó. Az elmúlt években elméleti megfontolások alapján a Bayes-statisztika alkalmazását próbáltam ki a halimbai előforduláson és azt találtam, hogy e módszer alkalmas a probléma megoldására (BÁRDOSSY 2007). A módszerrel kettős megközelítés alkalmazható. Az első a Bayes–Laplace képlet segítségével megadja a legfontosabb kutatási paraméterek –pl. vastagság, terület, készlet tonnában, minőség-számításainak előzetes (prior) és utólagos (posterior) valószínűségét a kutatás előrehaladásának függvényében. A második módszernél ismételt konkrét számításokat kell végezni a kutatás előrehaladásával párhuzamosan és az eredményeket diagram formájában kell ábrázolni pl. bauxit vastagság, alapterület, átlagos Al_2O_3 és SiO_2 -tartalom. Addig, amíg a diagram értékei erősen ingadoznak a kutatást folytatni kell. Az értékek kiegyenlítődése a kutatási optimum elérését jelzi. Több paraméter esetében fontossági sorrendet kell meghatározni, mert a kiegyenlítődést a paraméterek természetes változékonyságtól függően más és más szinten éri el. E két megközelítés egybevetésével megbízhatóan eldönthető a kutatási optimum elérése.

Jelen esetben a kutatások a legtöbb ismert lencsén már befejeződtek, és azokat megfelelően megkutatták, nagyrészt kitermelték. Néhány lencsében azonban a Bakonyi Bauxitbánya Kft. újabb számításai szerint még gazdaságosan kitermelhető és feldolgozható készletek maradtak vissza, pl. Nyíres-kút IV., Határvölgy, Dorottya és Szár-hegy III–IV. területén (19. táblázat). Amennyiben ezeken kiegészítő fúrásokat mélyítenek, úgy a fent ismertetett Bayes-elv alkalmazását javaslom.

A készletszámítások módszertani tapasztalatai

Minden készletszámítási módszer sikeres alkalmazásának alapfeltétele a valóságot híven leképező *teleptani modell*. A szóci előforduláson a több évtizedes bauxitkutatás, majd bányászat során ez a feltétel teljesült.

Az első szóci készletszámításokban többnyire a *sokszög módszer* került alkalmazásra. Példaként a Dorottya I–II. telep készletszámítási térképét mutatom be 1953-ból (47. ábra). Az általam 1953-ban a Szár-hegy II és III. lencséken alkalmazott *párhuzamos függőleges szelvények módszere* tapasztalataim szerint a sokszög módszernél pontosabb és földtanilag megalapozottabb volt. A 48. ábrán a Szár-hegy III. telep szelvény módszerrel készült készletszámítási térképe látható. Mégsem alkalmazták a későbbiekben elkészítésének nagyobb munkaigénye miatt. A sokszög módszer mellett egyre többször alkalmazták a *földtani tömbök módszerét*. Néhány esetben a *vastagságvonalas módszert* is alkalmazták. Ellenőrző módszerül a legtöbb esetben a *számítási középátlagos módszert* használták.

Mindezeket a hagyományos módszereket ismerteknek tételezem fel, és ezért nem ismertetem őket. Ezek a módszerek *determinisztikus* jellegűek, mert mind a készlet mennyiségére, mind a minőségre egyetlen eredményt közölnek. A bizonytalanság mértékét a hivatalos előírásoknak megfelelően *ismeretességi kategóriákkal* (A , B , C_1 , C_2) fejezték ki, amit szakértői megítélés alapján határoztak meg. Nem használták ki azt a lehetőséget sem, amit a hagyományos „frekvencia” statisztika nyújt az ún. konfidencia-intervallumokkal, szabadon megválasztott konfidencia-szinten.

Franciaországban, az 1970-es években kialakított *geostatistikai módszereket*, nevezetesen a különböző krigelési eljárásokat a szóci előforduláson nem alkalmazták a módszerek munkaigényessége és a magasabb szintű matematikai felkészültség kívánalma miatt. A krigelés a fúrások helyét és a készletszámítási tulajdonságok változékonyságát is figyelembe vevő módszer, amely lineáris egyenletrendszerek megoldására alapszik (MATHERON 1971). Elvi hibaforrás az, hogy a készletszámítási paraméterek térbeli eloszlása többnyire nem lineáris. A krigelési tömbök merev alakja (négyzet, téglalap) sem képezi le megfelelően a telepek alakját.

A legfontosabb elméleti probléma az, hogy a valószínűség-elmélet Kolmogorov által meghatározott három axiómája közül a földtani folyamatokban az *additivitási axióma* nem teljesül. Az érintett halmazok ugyanis többnyire átmenetekkel érintkeznek. Végül a készlet-számításokat számos félkvantitatív adat is befolyásolhatja. A sztochasztikus módszerekkel ezeket nem lehet figyelembe venni.

Az 1990-es évektől kezdve Fodor János matematikus professzorral közösen a *bizonytalan halmazok elméletét* (fuzzy set theory) kezdtük bevezetni a földtudományi kutatásokba. Ennek keretében a módszert a készletszámításokra is alkalmaztuk, melynek módszertanát 2003-ban R. Szabó Istvánnal és Varga Gusztávval angol nyelven ismertettük (BÁRDOSSY et al. 2003). Ezért a módszer részletes ismertetését feleslegesnek tartom. Ezt követően 2004-ben Fodor Jánossal angol nyelven megjelent könyvünkben is bemutattuk a módszert (BÁRDOSSY, FODOR 2004). A módszer gyakorlati alkalmazását ugyanebben a könyvben mutattuk be a Szár-hegy I. lencse példáján. A 61. ábrán ennek készlet-

számítási térképe látható. A legfontosabb többletet a készletszámítás bizonytalanságának mennyiségi meghatározása jelenti. Ez az ún. *tagtságfüggvények (membership functions)* segítségével történik, melyekkel a fent említett átmenetek is leírhatók.

A halimbai előfordulásról 2007-ben megjelent monográfiában a Halimba II. mező keleti oldaláról készítettem fuzzy készletszámítást (lásd BÁRDOSSY 2007, 60. ábra). Ennek eredményeit a soron következő kitermelés igazolta. 2009-ben a Nyíres-kút IV. lencse kiegészítő megkutatása nyomán fuzzy készletszámítást készítettem. A következőkben ezt használok módszertani példának. E számításokat a reményeim szerint megkutatandó további lencsékre is ki lehet terjeszteni.

A fuzzy készletszámítás az *alapterület* meghatározásával indul. Ezt követi a vastagság, majd az átlagos térfogatsűrűség meghatározása. A bauxitminőség számítása ezek figyelembe vételével történik.

Az eddigi tapasztalatok alapján „*megbízhatónak tekinthető*” és „*lehetséges alapterületet*” célszerű megkülönböztetni. A megbízható területet minden oldalról produktív fúrások határolják. A lehetséges terület a megbízható területtől kiindulva a legközelebbi olyan fúrásokig terjed, amelyek vagy meddők, vagy a bauxit vastagsága, ill. minősége nem érte el a számbavételi határokat. Előfordul, hogy a bauxittestet valamely oldalán nem határolták le. Ilyen helyeken a bauxitvastagság hatástávolságáig célszerű a lehetséges területet extrapolálni.

A Nyíres-kút IV. lencse déli és keleti oldalán kellő számú produktív fúrás található megbízhatónak tekinthető alapterület kijelöléséhez. E két részterület törésvonalak mentén közvetlenül érintkezik a külfejtéssel kitermelt részterülettel (62. ábra). Ezért ebben az irányban lehatároló fúrásokra nincs szükség. Tapasztalataim szerint más előfordulásokon alternatív összekötési változatok is előfordulhatnak. Ilyenkor a teleptani modellnek leginkább megfelelő összekötést célszerű alkalmazni. A fúrások összekötése hatástávolságot meghaladó távolság mellett kockázatos, nem biztosítja a folytonosság feltételét.

A „*lehetséges alapterület*” külső körülhatárolása általában a megbízható területénél bizonytalanabb. Ezért tanácsos a lehetséges alapterületet kiegészítő fúrásokkal minél jobban leszűkíteni.

Az *átlagos bauxitvastagság* meghatározására a „*megbízható területen*” belül első lépésben számtani középarányost számolunk. A vastagság eloszlás gyakori aszimmetriája miatt a ferdeségi mutatót is célszerű kiszámítani. Amennyiben ez meghaladja a 1,0 értéket ún. robusztus átlagot kell számítani, ami kiküszöböli az aszimmetria által előállt hibát. Sokéves tapasztalatom szerint a Tukey-féle robusztus becslő (maximum likelihood estimator) szolgáltatja a legpontosabb eredményt. A Nyíres-kút IV. lencsén erre nem volt szükség. A „*lehetséges terület*” átlagos vastagságának meghatározásához az első megközelítést a „*megbízható terület*” szélső fúrásainak számtani közepe adja. Az eloszlás aszimmetriája esetén itt is alkalmazni kell a Tukey féle robusztus becslőt. A bauxit fokozatos kiékelődése miatt ezen átlag felével számolok.

A *térfogatsűrűség* meghatározásához többnyire a fúrómagok laboratóriumi vizsgálata szolgáltatja az alapot. Tapasztalataim szerint a meghatározás analitikai hibája többnyire nem haladja meg a 5 relatív százalékot. Az átlagolás hibája a minták számának növelésével csökkenthető. A mintavétel reprezentativitása is előfeltétele a valós átlagolásnak. Ott, ahol már bányászati művelés folyik 0,5–1,0 m³-es nagy minták térfogatsűrűségét határozzák meg. A minta nagy mérete miatt a meghatározás a laboratóriuminál jóval megbízhatóbb.

A kiinduló paraméterek meghatározása után a bizonytalanságok meghatározása történik a *fuzzy számok* segítségével. A bizonytalanság mértékét lehet paraméterenként az egész telepre egyetlen fuzzy számmal kifejezni, de tapasztalataim szerint nagyobb pontosság érhető el, ha külön értékeljük a „*megbízható*” és a „*lehetséges területet*”.

A „*megbízható terület*” esetében korábban jelentős hibaforrás volt a planiméteres területmeghatározás. Az Auto-Cad számítógépes program bevezetésével ez a hibaforrás teljesen megszűnt. Ezért a fuzzy szám „*magja*” egyetlen pont lett. A fuzzy szám „*tartója*” itt azt a bizonytalanságot fejezi ki, amit a szomszédos lehatároló fúrások egyenesekkel való összekötése jelent. Minél rövidebb a távolság, annál kisebb a várható bizonytalanság. A Nyíres-kút IV. lencsén külön számítottam a déli és a keleti részterületet, mert ezek egymással közvetlenül nem érintkeznek (62. ábra). A két fuzzy szám a 63. ábrán látható. Jól látszik, hogy a keleti részterület bizonytalansága kissé nagyobb.

A „*lehetséges terület*” esetében előbb a tartót határozzuk meg. A lehetséges maximális terület a legközelebbi improduktív fúrásokig terjed, a minimum pedig csak egészen keskeny lehetséges területet tételez fel a szélső produktív fúrások mentén. A tényleges kiterjedés valahol e kettő között van. A halimbai és malom-völgyi bányászati tapasztalatok szerint a kitermelhető bauxit több helyen közvetlenül a szélső produktív fúrásokon túl kiékelődött. Máshol a kitermelhető vastagságú bauxit majdnem elérte a legközelebbi improduktív fúrást. A halimbai monográfia 60. ábrája szerint néhány helyen a szomszédos improduktív fúrások összekötő egyenesén is túlterjedt a bauxit. Ritkábban a belső oldalon szomszédos produktív fúrások között improduktív beöblösödés jelentkezett. Mindezek alapján a korábbi évek hosszadalmas lehatároló szerkesztései feleslegesek, mert a külső határ pontos lefutását úgy sem lehet meghatározni. Ezért a tartó maximuma a teljes lehetséges terület, minimuma pedig csak a néhány méter széles terület a belső oldalon. A fuzzy szám magja pedig a teljes terület fele. A 63. ábra A részén jól látható, hogy a déli részterület bizonytalansága e tekintetben a

keleti részterületénél nagyobb. Ennek oka, hogy a déli részterület délkeleti részén a nem kellő lehatárolás miatt viszonylag nagy „lehetséges” területet kellett kialakítani (62. ábra).

A „megbízható terület” átlagos bauxit vastagságát kifejező fuzzy szám magja a vastagság átlaga. Ehhez járul a vastagság meghatározás műszaki hibája, ami 90%-ot meghaladó magkihozatal esetében nem haladja meg a 10 cm-t. Ehhez csatlakozik kétoldalt a 95%-os konfidencia szintre számolt konfidencia intervallum. Nyilvánvaló, hogy minél több a produktív fúrás és minél kisebb a vastagság változékonysága, annál szűkebb a konfidencia intervallum. A fuzzy szám tartójának alsó széle a számbavételi határ, a jelen esetben 2,0 méter. A felső határ a 95%-ra redukált legnagyobb mért bauxitvastagság a megbízható részterületen belül. Példánkon a két részterület fuzzy száma alig különbözik egymástól. (63. ábra, B). A kevesebb produktív fúrás miatt a déli részterület konfidencia intervalluma hosszabb, mint a keleti.

A „lehetséges terület” vastagsága esetében a fuzzy szám magja a fent említett külső lehatároló fúrások átlagos vastagsága, szükség esetén a Tukey féle becslő. Ehhez jön kétoldalt a konfidencia intervallum. A fuzzy szám tartójának minimuma itt is a számbavételi határ, maximuma pedig a lehatároló fúrások legvastagabb bauxitja (63. ábra, B).

A térfogatsűrűséget elegendő egyetlen fuzzy számmal kifejezni, mert ennek lényegesen kisebb a változékonysága. A fuzzy szám magja a mérések átlagértéke ($2,18 \text{ t/m}^3$), amihez kétoldalt az ún. analitikai hiba, majd a 95%-os konfidencia szintre számolt konfidencia intervallum csatlakozik.

A készlet mennyiségét a terület, a vastagság és a térfogatsűrűség fuzzy számainak ún. fuzzy szorzata adja. Ezt a két részterületre külön kiszámoltam. A kapott eredmény egyik fő haszna az, hogy a számítás bizonytalanságát is leolvashatjuk a fuzzy számból. Tehetjük ezt közvetlenül tonnákban, vagy az átlaghoz viszonyított relatív százalékokban. Hangsúlyozni kívánom, hogy mindmáig a készlet bizonytalanságát szubjektív becsléssel, az ún. ismeretességi kategóriákkal fejezik ki. A készletekre vonatkozó fuzzy szám tartójának minimum értéke arról tájékoztat, hogy a legkedvezőtlenebb körülmények egybeesése esetén mi az a minimális készlet, amire számíthatunk. A tartó maximuma pedig pozitív elvárásaink felső határáról tájékoztat.

A Nyíres-kút IV. lencsében a következő eredményeket kaptam (földtani készlet):

Déli részterület	„megbízható készlet”	112 000 t	–42% és + 41% bizonytalanság	
	„lehetséges készlet”	79 000 t	–63% és + 61%	„
Keleti részterület	„megbízható készlet”	134 000 t	–26% és + 25%	„
	„lehetséges készlet”	40 000 t	–88% és + 90%	„
Összesen	„megbízható készlet”	246 000 tonna		
	„lehetséges készlet”	119 000 tonna		
Mindösszesen		365 000 tonna		

A fenti bizonytalanságokat nem lehet átlagolni, hiszen más és más ismeretességi szintre vonatkoznak.

A fuzzy számok a bauxitminőség meghatározására is alkalmasak, külön-külön az elemzett komponensekre. Ilyenkor a mag közepe a vastagsággal súlyozott átlagérték — az esetleges aszimmetria figyelembe vételével (Tukey-féle hibajavítás). Erre mérjük fel kétoldalt az ún. analitikai hibát, amit az előző fejezetekben ismertettem. Ezután következik a konfidencia intervallum, az előzőkkel megegyező módon 95%-os konfidencia szinten. A fuzzy szám tartójának minimum értéke a számba vett fúrás-átlagok minimuma. Al_2O_3 esetén ez nem lehet kisebb az előírt számbavételi határnál (42%). A maximum érték a legnagyobb számba vett fúrásátlag.

A 64. ábra A részén a Nyíres-kút IV. lencse eddig megismert készletének Al_2O_3 -tartalmára készített fuzzy számokat láthatjuk külön a déli és a keleti részterületre. A 64. ábra b ugyanezt a SiO_2 -tartalomra, a 64. ábra c az izzítási veszteségre mutatja be. A déli és a keleti részterület Al_2O_3 -átlaga közel azonos, de a kevesebb produktív fúrás miatt a déli rész konfidencia intervalluma sokkal szélesebb. A SiO_2 -tartalom eloszlásában nincs érdemi különbség, annál inkább az izzítási veszteségnél. Az átlagok itt jelentősen eltérnek egymástól. Míg a keleti rész tisztán gibbsites felépítésű, addig a déli részen vegyes és kevesebb tisztán boehmites bauxit is előfordul. Mindezek miatt az izzítási veszteség meghatározása a legbizonytalanabb, amit a fuzzy számok jól mutatnak (64. ábra, d).

Mindez természetesen a földtani vagyokra vonatkozik, de az előírányzott termelési veszteség és a hígulás ismeretében a kitermelhető készletre is ugyanígy elkészíthető. A készletek gazdasági értékelése meghaladja e monográfia kereteit, ezért ezzel nem foglalkoztam.

További kutatások kilátásai

1993-ban a Bauxitkutató Vállalat jogutódja a Geoprospect Kft. Halimba, Malom-völgy és Szóc térségében felmérte a bányaterületek felhagyott készleteit és megbecsülte a reménybeli készleteket. A munkában a cég tizenkét munkatársa vett részt (BÖRÖCZKY et al. 1993). A reménybeli vagyon becsléséhez az ún. földtani analógiás módszert alkalmazták, amit

a vállalat már több évtizede használta és a fedő/fekü képződmények kombinációjára alapult. Ennek során terület-egységenként az egy négyzetkilométerre eső földtani készletet becsülték meg, amit produktivitási mutatónak neveztek. Ez a módszer azonban nem veszi figyelembe az előfordulásokon nagyszámú adat alapján észlelt területi minőség-trendet.

A következőkben csak a szőci előforduláshoz közvetlenül kapcsolódó területek eredményeit értékelem, a tágabb térség (Halimba, Öcs, Pula, Kapolcs és Taliándörögd) értékelése túlterjed a monográfia keretein. A szerzők az előfordulástól délre és nyugatra hat reménybeli területet különböztettek meg, kettő az előfordulás északnyugati részére is kiterjed (65. ábra). A feltételezett bauxit mennyiségét és minőségét a 20. táblázatban tüntetem fel. Ez összesen 600 000 tonna 7 feletti modulusú bauxitnak felel meg.

A szőci előforduláson minden eddigi kutatás azt mutatta, hogy az eocén összlet lepusztulási vonalán dél felé csak néhány helyen (Félix I., Nyíres-kút I.) terjed túl a bauxit, legfeljebb 50–100 métert. A bauxit lepusztulása még a malom-

20. táblázat. A reménybeli területek feltételezett készlete a Geoprospect Kft. Jelentése szerint (1993)

A terület neve	Földtani készlet kt	Átlagos Al_2O_3 %	Átlagos SiO_2 %	Ismeretességi kategória	Alapterület km^2	Átlagos modulus
Ollak-hegy	30	50,0	7,0	D1	0,8	7,1
Szár-hegy dél	140	45,5	7,0	D1	2,2	7,1
Róka-harasztt-Vargatanya	120	51,0	6,8	D1	6,0	7,5
Hertelendy-major	80	50,0	7,0	D2	3,5	7,1
Pénzeskő-tető	70	49,6	7,0	D2	4,1	7,1
Dobospuszt	40	49,5	7,0	D3	3,5	7,1
Farkas-berek	40	51,0	6,8	D1	0,8	7,5
Szőc északnyugat	80	50,8	7,1	D1	1,1	7,2

völgyinél is intenzívebb volt. A Bauxitkutató Vállalat által ettől délre mélyített 190 felderítő fúrás a felszínen, vagy 5–50 méter vastag pannóniai agyagos-homokos rétegek alatt csak vörös agyagot talált, több-kevesebb kvarctartalommal. Személyes vizsgálataim alapján tévesek voltak azok a jelzések, amelyek itt bauxitos agyag jelenlétét mutatták. Ezért a Szár-hegy-dél, Pénzeskő-tető és Dobospuszt elnevezésű reménybeli területeken bauxit jelenlétére nem látok reményt.

A Hertelendy-majorról elnevezett reménybeli területen a felszíni földtani térképezés és a felderítő fúrások szerint maradtak lepusztulástól megkímélt eocén foltok (3. ábra). Ezen felül a Hertelendy-majornál talált töbör anyaga kiváló minőségű bauxit. Ezért lehetségesnek tartom további fúrásokkal 30 000–50 000 tonna jó minőségű bauxit megtalálását külfejtésre alkalmas mélységben, a megmaradt eocén fedő alatt.

A nyugat felé csatlakozó Róka-harasztt-Vargatanya elnevezésű reménybeli terület északi részén összefüggő eocén rétegsor található (3. ábra). Alatta a bauxitösszlet viszonylag nagy lencsákat alkot, de az előző fejezetekben ismertetett minőség-trend miatt szorosan vett bauxit csak két jelentéktelen foltban fordul elő (16. ábra). Legfeljebb e terület déli részén remélhetők kisebb bauxitlencsék eocén fedő védelme alatt. Ezek lehetséges mennyiségét 20 000–50 000 tonnára becsülöm.

E reménybeli területtől délnyugatra van a Farkasbereknek elnevezett reménybeli terület.(65. ábra). Itt a felső-triász földolomit felszíni kibúvási között kisebb eocén foltok találhatóak. Ezeket eddig nem történt érdemi bauxitkutatás. A Geoprospect Kft. által feltételezett 40 000 tonna bauxit jelenléte nem kizárt. A jelentésben szőci előforduláson belül, annak északnyugati sarkán is megkülönböztettek egy reménybeli területet „Szőc ÉNy” néven és itt 80 000 tonna szorosan vett bauxit jelenlétét tételezték fel. Ezt az egész területet eocén fedő borítja és négy bauxitos agyag és agyagos bauxitlencse is kiterjed ide (3. ábra). Ugyanakkor a korábbi fejezetekben kimutatott minőség-trend miatt itt sehol sem találtak szorosan vett bauxitot és véleményem szerint erre nincs is remény.(16. ábra).

Nyugat felé a nagy lehatároló törésvonalon túl a Nyírádi-medence következik (3. ábra). Itt ha vannak is bauxitlepek, azok a fő karsztvízszint alatt vannak, tehát a jelenlegi környezet-védelmi szabályozás miatt nem termelhetők ki. Északkelet felé a szőlőhegyi nagy törésvonal túloldalán felső-triász képződmények vannak a felszínen. Itt a Geoprospect Kft. sem tételezett fel reménybeli bauxitot.

Utolsónak maradt a nyíres-kúti lencsétől délkeletre levő Ollak-hegynek nevezett terület. Itt a jelentés 30 000 tonna reménybeli bauxitot tételezett fel. Korábbi véleményem szerint a szőlőhegyi törés levett oldala mentén a Nyíres-kút II. lencséhez hasonló kisebb lencsék jelenléte nem kizárt, ahol az eocén fedő nem pusztult le. A Nyíres-kút II. lencse és Taliándörögd között a Bauxitkutató Vállalat 34 felderítő fúrást mélyített, amelyek mind meddők lettek. Az öt fúrásban leírt agyagos bauxit és bauxit a vegyelemzések szerint valójában kaolinos agyag. Egyedül az Sz-709 számú fúrásban harántoltak pliocén agyagban 1,4 méter vastag agyagos bauxit közbetelepülést, amely helyzete alapján nyilvánvalóan

áthalmazott. Sajnos eocén rétegeket egyetlen fúrásban sem harántoltak. Mindezek alapján igen kicsiny annak a valószínűsége, hogy e sok meddő fúrás között valahol kisebb bauxitlencsék legyenek. Itt kedvező esetben is legfeljebb 20 000–30 000 tonna bauxit felkutatására látok reményt.

Összefoglalva a Geoprospect Kft. által feltételezett 600 000 tonna bauxit helyett mintegy 130 000–180 000 tonna reménybeli bauxit jelenlétét tartom lehetségesnek.

Az előfordulás szorosan vett határain belül a lehetőségek kedvezőbbek. A Bakonyi Bauxitbánya által készített 2010. január 1. állapotra vonatkozó készletkimutatást szakmailag megalapozottnak tartom (19. táblázat). A monográfia keretében végzett értékeléseim szerint a szorosan vett bauxit az előfordulás délkeleti és déli részére összpontosul és egészen az eocén rétegek lepusztulási határáig terjed. Nyugat és északnyugat felé a bauxitot agyagos bauxit váltja fel (5. ábra). Tovább északnyugat felé haladva bauxitos agyag válik uralkodóvá. Ezért a további kutatásokat az előfordulás déli és délkeleti részére célszerű összpontosítani. Ezzel összhangban helyes döntés volt 2009 őszén a Nyíres-kút IV. lencsén és a Határvölgy-északkelet részterületen kiegészítő kutatást kezdeni. Ezek a kutatások 2010-ben is folytatódnak. A monográfia beadási határideje miatt, csak a 2010. március végéig létrejött kutatási adatokat tudtam figyelembe venni.

Tapasztalatok a *súlyozott bizonyítékok* (*weights of evidence*) módszer segítségével számszerűsíthetők és egy produktivitási mérőszám formájában integrálhatók (AGTERBERG, BONHAM-CARTER 1990, 2005; CHENG, AGTERBERG 1999; WANG, CAUI, CHENG 2003). Ezeket a számításokat a mérhetőség figyelembe vételével egész telepek szintjén és az egyes fúrások szintjén is el lehet végezni. E téren szerzett konkrét szóci tapasztalataimat az alábbiakban foglalom össze:

A produktivitási mérőszám kiszámítása bonyolult matematikai számításokat igényel. Tapasztalataim szerint első közelítésben a kiválasztott tényezők súlyozott összegzése is használható eredményt biztosít. A szóci előfordulás esetében a lencsék, ill. részterületek egészére az alábbi tényezőket és súlyozást alakítottam ki fontosságuk sorrendjében:

- Eocén fedőrétegek jelenléte.
- A bauxit feltételezett behordási útvonala és becsült intenzitása.
- Preformáló, vagy megújult vetők levetett oldala.
- A bauxit részaránya az egész lencsében.
- A bauxit átlagos vastagsága a lencsében.
- A bauxit átlagos modulusa a lencsében.

Nyilvánvaló, hogy azokon a helyeken remélhető leginkább sikeres kutatás, ahol a produktivitási mérőszám a legnagyobb.

Még részletesebb, de nagyobb bizonytalanságú információt szolgáltathat a fúrásra kijelölt pontok egyenkénti értékelése. Itt a tényezők és a fokozatok szerintem a következők:

- Eocén fedőréteg feltételezhető.
- A terület feltételezett behordási útvonalra esik.
- Preformáló vagy megújult vetők levetett oldala.
- Bauxitot tartalmazó fúrások száma a tervezett fúrás körül. (Csak hatástávolságon belül!)
- A bauxit részaránya ezekben a fúrásokban.
- A bauxit vastagsága e fúrásokban — több fúrás esetén ezek átlaga.
- A bauxit modulusa ezekben a fúrásokban — több fúrás esetében az átlagos modulus.

Véleményem szerint új kutatás megtervezésekor célszerű előbb a lencsék (részterületek) szintjén egy áttekintő képet készíteni a várható produktivitásról. Ezt követően lehet a legnagyobb produktivitású területeken a fúrások helyét kijelölni, majd minden fúrópontra a produktivitási mérőszámot kiszámítani. Célszerű minden fúrás után az új információkkal kiegészíteni az addigi képet és nem megvárni az összes tervbe vett fúrás lemélyítését. Ez egyben a Bayes-valószínűségek figyelembe vételét is jelenti. A szóci előforduláson részletezés nélkül a Nyíres-kút IV. lencse térségében, a Határvölgy-északkelet részterületen, a Szár-hegy déli és délnyugati részén, a Dorottya lencse keleti végénél, valamint a Félix I/1. és 2. lencsék közötti területen látok legtöbb reményt szorosan vett bauxitkészletek megnövelésére.

Befejezésül szeretném a figyelmet felhívni arra, hogy egy ritkán megkutatott lencse továbbkutatása szorosan vett bauxit kimutatása érdekében más kutatási stratégiát igényel, mint ismert lencsék közötti térségek kutatása új, eddig ismeretlen bauxitlep kimutatásának céljával.

Összefoglalás

A szóci előfordulás monografikus kiértékelése a halimbai és a malom-völgyi monográfiák szerves folytatása. A három monográfia együtt a délnyugati Bakony e jelentős bauxitterületéről nyújt egységes szemléletű értékelést. Ennek keretében a szokásos teleptani, tektonikai, geokémiai, ásványtani és genetikai értékelésen felül korszerű matematikai módszerek széleskörű alkalmazására került sor. Véleményem szerint ezek a módszerek más ásványi nyersanyag telepeken

is sikerrel alkalmazhatók. Ez indokolta mind-három monográfiában a teljes szöveg angol nyelvű közlését. Sajnos szomorú hazai tapasztalat az, hogy ahol a kutatás és a bányászat megszűnt, ott a bauxitföldtani adatok, térképek, szelvények hamar elkallódnak. E monográfiák kiegészítő célja ezért a „leletmentés” volt.

A külön ismertetett gyakorlati részben a kutatás optimalizálását és a korszerű készletszámítás metodikáját kívántam bemutatni különös tekintettel a bizonytalanságok meghatározására. Külön figyelmet fordítottam a szöci előforduláson gazdaságosan kitermelhető bauxitra és ahol szükséges a kiegészítő kutatásokra. Szeretném ezeket a monográfia megjelenése után is bauxitföldtani és módszertani tapasztalataimmal segíteni.

Köszönetnyilvánítás

Az előző két monográfiához hasonlóan munkámhoz a MAL részéről minden lehetséges segítséget megkaptam. Megkülönböztetett köszönettel tartozom Kis István stratégiai igazgatónak, valamint Varga Gusztáv és Jankovics Bálint geológusoknak. Értékes segítséget kaptam munkámhoz az Országos Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (MBFH) főosztály vezetőjétől Ó. Kovács Lajostól, a földtani Adattárától és Ásványvagyon Főosztályától Gombárné Forgács Gizella főosztályvezetőtől és Partényi Zoltán geológustól. Végül a Magyar Tudományos Akadémia elnökségének tartozom hálás köszönettel a kötet megjelenésének támogatásáért. Hálás köszönettel tartozom Piros Olgának, Simonyi Dezsőnek és Pentelényi Antalnak a kötet gondos szerkesztéséért.

References — Irodalom

Nyomtatott dokumentumok

- AGTERBERG F. P., BONHAM-CARTER G. F. 1990: Deriving weights of evidence from geoscience contour maps for the prediction of discrete events. — *Proceedings 22nd APCOM Symposium*, 2, pp. 381–395.
- AGTERBERG F. P., BONHAM-CARTER G. F. 2005: Measuring the performance of mineral-potential maps. — *Mineral Resources Research* 14 (1), pp. 1–17.
- BARNABÁS K. 1957: A halimbai és nyirádi bauxitterület földtani kutatása. — *A Magyar Állami Földtani Intézet Évkönyve* 46 (3), pp. 409–431.
- BÁRDOSSY GY. 1954: Melanterit a szőci bauxitban. — *Földtani Közlöny* 84, pp. 217–219.
- BÁRDOSSY GY. 1961: A magyar bauxit geokémiai vizsgálata (Geochemical study of Hungarian bauxites). — Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 233 p.
- BÁRDOSSY GY. 2001: A szőci bauxitelőfordulás átfogó földtani értékelése. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* 134 (2), pp. 36–50.
- BÁRDOSSY, GY. 2007: The Halimba bauxite deposit. A halimbai bauxit-előfordulás. — Magyar Állami Földtani Intézet Alkalmi Kiadványa, Budapest 119 p.
- BÁRDOSSY, GY. 2009: The Halimba Malom-völgy bauxite deposit. A halimbai Malom-völgy bauxit előfordulása. — Magyar Állami Földtani Intézet Alkalmi Kiadványa. Budapest 88 p.
- BÁRDOSSY, GY., FODOR, J. 2004: *Evaluation of Uncertainties and Risks in Geology*. — Springer Heidelberg, London, New York 221 p.
- BÁRDOSSY, GY., BOTTYÁN, L., GADÓ, P., GRIGER, Á., SASVÁRI, J. 1980: Automated quantitative phase analysis of bauxites. — *American Mineralogist* 65, pp. 135–141.
- BÁRDOSSY GY., JANKOVICS B., R.SZABÓ I. 1999: A szőci Szár-hegy I. bauxitlep megkutatásának és bányászatának tapasztalatai. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* 132 (5), pp. 381–391.
- BÁRDOSSY, GY., Ó. KOVÁCS, L. 1995: A multivariate statistical and geostatistical study on the geochemistry of allochthonous karst bauxite deposits in Hungary — *Nonrenewable Resources* 4 (2), pp. 138–153.
- BÁRDOSSY, GY., PANTÓ, GY. 1972: On the pyrite types in bauxites. — *Acta Geologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 16, pp. 3–11.
- BÁRDOSSY 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.
- CHENG, Q., AGTERBERG, F. P. 1999: Fuzzy weights of evidence method and its application in mineral potential mapping. — *Natural Resources Research* 8 (1), pp. 27–35.
- KÁROLY F. 2009: 100 éve kezdődött a Halimba-, Szőc-, Taliándörögd-térségi bauxitkutatás. — *Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat* 142 (2–3), pp. 33–36.
- MATHERON, G. 1971: The Theory of Regionalized Variables and its Applications. — *Cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau* 5, 211 p.
- 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.
- VADÁSZ E. 1946: A magyar bauxitelőfordulások 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.
- 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. — *Mémoires de la Société vaudoise des Sciences Naturelles. Lausanne* 9 (1), 162 p.

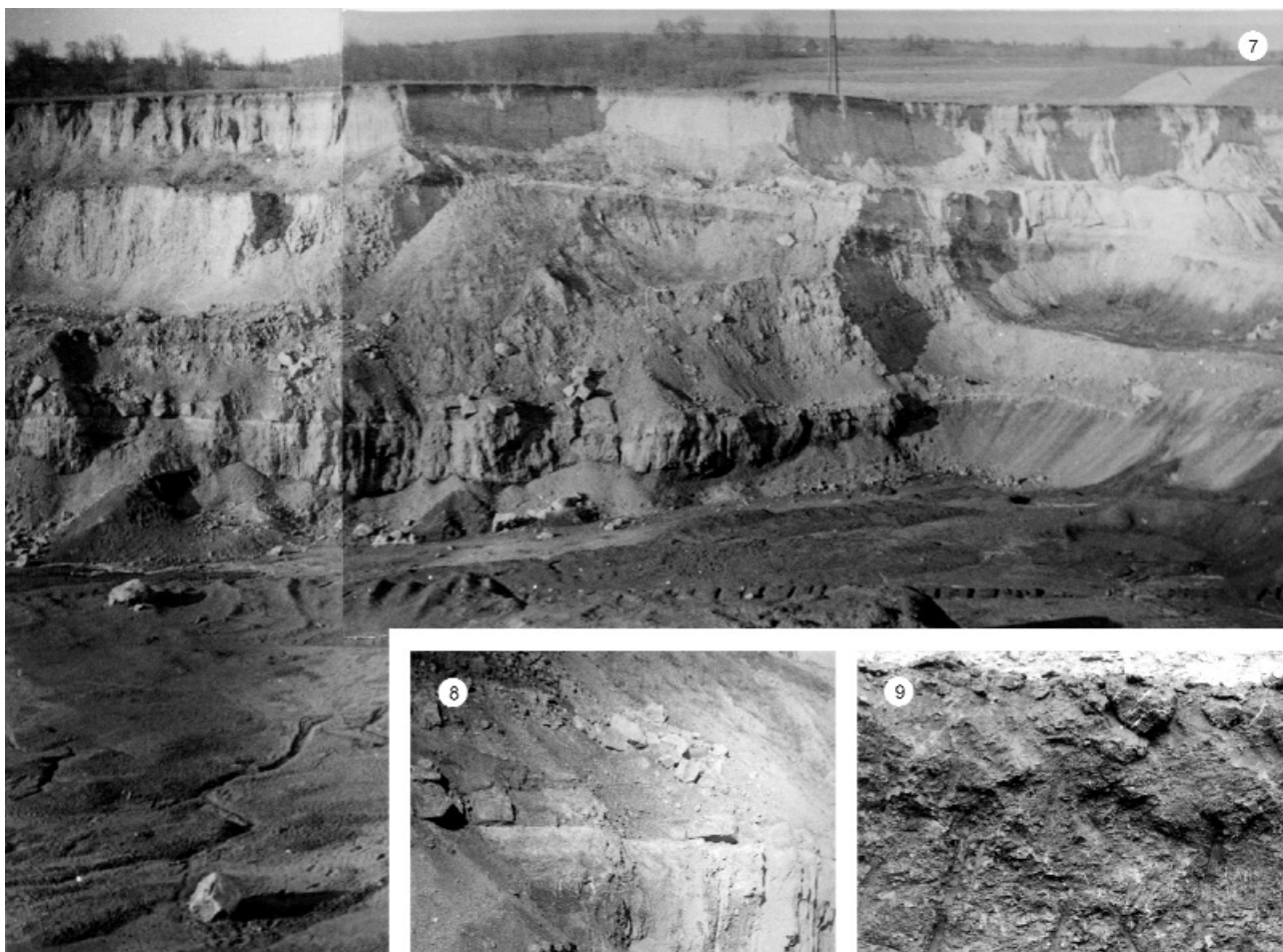
Kézírtos jelentések

- ALLIQUANDER, E., LJUBIMOV, I. A., VADÁSZ, E. 1949: A délnyugati Bakonyban Halimba, Padrag és Szőc bauxitterületen végzett geológiai kutatások adatai. (Data on the geologic exploration for bauxite in the Halimba, Padrag, Szőc region in the southwestern Bakony Mountains.) — *Maszobal Rt.* 334 p.
- BARNABÁS K. 1951: A szőci Szár-hegyi bánya bauxitkészletének kiértékelése. — *Szakvélemény, Maszobal, Budapest.*
- BÁRDOSY GY. 1953: Jelentés a szőci Határvölgy, Dorottya és Szár-hegyi bauxit telepeken végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. (Report on the exploration and resource estimation of the bauxite deposits Határvölgy, Dorottya and Szár-hegy.) — *Kézirat, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.*
- BÖRÖCZKY T. et al. 1993: Halimba-Szőc térségében felhagyott bányaterületek és reménybeli sekély előfordulások újraértékelése. — *Kézirat, Geoprospect Kft., Balatonalmádi.*
- CSILLAG P. 1955: Jelentés a Szőc Félix II. bauxittelepen végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat, Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.*
- POSGAY K. 1957: Jelentés a Nyíres-kút bauxit-előforduláson végzett kutatási munkálatokról és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat, Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.*
- POSGAY K. 1961: Jelentés a Szőc-Félix-I. bauxit-előfordulás I., II., III. számú lencsén végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat, Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.*
- POSGAY K. 1962: Jelentés a Szőc Félix II. bauxit-előforduláson végzett kutató munkálatok és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat, Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.*
- SZANTNER F., POSGAY K. 1958: Jelentés a Szőc-Nyíres-kút bauxit-előforduláson végzett kiegészítő kutatások eredményeiről. — *Kézirat, Magyar Bányászati, Földtani és Geofizikai Adattár, Budapest.*
- TÓTH Á. 1972: Jelentés a Szőc Félix I. bauxitelőfordulás 4. lencséjén végzett kutatás és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat, Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi.*
- Geoprospect Kft. 1995: Jelentés a Szőc-Szár-hegy I/a. bauxittelepen végzett kutató munkák és készletszámítás eredményeiről. — *Kézirat, Geoprospekt Kft. Balatonalmádi. I-III.kötet*

Enclosure — Melléklet



1. Szár-hegy II open pit (1953). View from the west. In the background the Upper Triassic dolomite of Nagy-Magyar Hill.
1. Szár-hegy II. külfejtés (1953). A külfejtés nyugat felől nézve, háttérben a Nagy-Magyar Fődolomit magaslata.
2. Szár-hegy II open pit (1953). View from the south. Bauxite surface dipping in north-east direction. Above the bauxite the light coloured Middle Eocene limestone.
2. Szár-hegy II. külfejtés (1953). A külfejtés nyugati oldala dél felől nézve. A bauxitfelszín dőlése jól látszik. Felette a középső-eocén mészkőösszlet.
3. Szár-hegy II open pit (1953). Western edge of the open pit, with pickets indicating locations of boreholes.
3. Szár-hegy II. külfejtés (1953). A külfejtés nyugati, letakarított szélé, kézifúrásokat jelző karókkal.
4. Szár-hegy II open pit (1953). Western end of the open pit, view from the southeast.
4. Szár-hegy II. külfejtés (1953). A külfejtés nyugati vége délkelet felől nézve.
5. Szár-hegy II open pit (1953). Northern part of the open pit, view from the southeast.
5. Szár-hegy II. külfejtés (1953). A külfejtés északi fala, délkelet felől nézve.
6. Szár-hegy II open pit (1953). North-eastern edge of the open pit. Below bauxite, covered by light coloured Middle Eocene limestone.
6. Szár-hegy II. külfejtés (1953). A külfejtés északkeleti fala. Előtérben a letakarított bauxit, felette középső-eocén mészkőösszlet.



7. Dorottya I open pit (1958). Northern wall of the open pit. Lower part bauxite, upper part Middle Eocene limestone.

7. Dorottya I. külfejtés (1958). A külfejtés északi fala, alul bauxit, felette középső-eocén mészkőösszlet.



8. Dorottya I open pit (1958). North-western end of the open pit.

8. Dorottya I. külfejtés (1958). A külfejtés északnyugati vége.



9. Félix II open pit (1967). Northern wall of the open pit. F. Zenkovics geologist indicating the occurrence of bauxite pebbles in the bauxite.

9. Félix II. külfejtés (1967). A külfejtés északi fala. Zenkovics F. geológus a bauxitkavicsos szintre mutat.

10. Félix II open pit (1967). Northern wall of the open pit, covered by Middle Eocene limestone.

10. Félix II. külfejtés (1967). A külfejtés északi fala, felette középső-eocén mészkővel.





11. Szár-hegy I open pit (1996). North-western end of the open pit, view from the south-east. Bauxite, covered by Middle Eocene limestone.

11. Szár-hegy I. külfejtés (1996). A külfejtés északnyugati fala délkelet felől nézve. Alul bauxit, felette középső-eocén mészkőösszlet.

12. Szár-hegy I open pit (1996). Typical aphanitic bauxite with few scattered small bauxite pebbles.

12. Szár-hegy I. külfejtés (1996). Jellemzőes afanitos szövetű bauxit elvétve apró bauxitkavicsokkal.



13. Szár-hegy I open pit (1996). Rust-red bauxite with relatively large bauxite pebbles.
 13. Szár-hegy I. külfejtés (1996). Rozsdavörös bauxit nagyobb bauxitkavicsokkal.
 14. Szár-hegy I open pit (1997). North-eastern end of the open pit.
 14. Szár-hegy I. külfejtés (1997). A külfejtés északkeleti vége.



15. Szár-hegy I open pit (1998). Downfaulted north-eastern end of the open pit, view from the south.
 15. Szár-hegy I. külfejtés (1998). A külfejtés lezökkent északkeleti vége délről nézve
 16. Szár-hegy I open pit (1998). Downfaulted north-eastern end of the open pit.
 16. Szár-hegy I. külfejtés (1998). A külfejtés lezökkent északkeleti vége.



17. Dorottya II open pit (1998). Partly excavated bauxite, covered by Middle Eocene limestone, on top loess.
 17. Dorottya II. külfejtés (1998). A letakarított bauxit, felette középső-eocén mészkő, majd lösz.
 18. Dorottya II open pit (1998). Fault line dissecting the bauxite. To the left Eocene limestone, to the right bauxite.
 18. Dorottya II. külfejtés (1998). Kibontott vető, bal oldalon eocén mészkő, jobbra bauxit.



19. Dorottya II open pit (1998). North-western end of the open pit, view from the south.
 19. Dorottya II. külfejtés (1998). A külfejtés északnyugati vége, délről nézve.
 20. Dorottya II open pit (1999). Northern edge of the open pit before ending.
 20. Dorottya II. külfejtés (1999). A külfejtés északi vége, befejezés előtt.