

A mecseki perm kutatófúrások produktív összletében végzett mélyfúrásgeofizikai mérések gépi feldolgozásának kérdései

BARANYI ISTVÁN – KARDOS ISTVÁN – SZABÓ JÁNOS

A mecseki perm kutatófúrásokban a komplex geofizikai mérések 1960-tól kerültek ipari szinten bevezetésre. Az azóta eltelt időszakban nagyszámú fúrás mérésére került sor.

E mérések kiértékelése kiterjedt: a fúrás által harántolt geológiai képződmények azonosítására, a produktív összlet kijelölésére; számoltuk az ércadatokat, meghatároztuk az összlet és ércei térbeli helyzetét.

Úgy éreztük, és kevés számú fúrás karottázs mérésein elvégzett számításaink is igazolták, hogy a karottázs-mérések további feldolgozása újabb információnyerés céljából szükséges. A feldolgozás munkaigényessége miatt csak gépi feldolgozásra gondolhattunk.

Erre lehetőséget 1968-ban kaptunk.

Mérlegelve műszaki és anyagi helyzetünket, a gépi feldolgozásba csak a produktív összletet és közvetlen környékét vontuk be.

Az előadás további része a gépi feldolgozás előkészítését ismerteti:

1. Analóg-digítális átalakítása karottázs méréseknek.
2. Term.-gamma pontmérések előkészítése.
3. Fluktuáció kiküszöbölésére „simító” programok.
4. Geológiai dokumentációk előkészítése (szín, szememéret stb.).
5. Korrelációs kapcsolatok vizsgálatának problémája.

Az előadás a fentiekben kívül összefoglalja a várható eredményt a geológiai és bányászati hasznosság szempontjából.

Комплексное геофизическое исследование Меческих разведочных скважин в производственном масштабе началось в 1960 г. С тех пор исследования проведены в большом количестве скважин.

Интерпретация полученных данных охватывает: корреляцию геологических образований, пройденных скважинами; выделение продуктивной толщи; получение данных о руде; определение пространственного положения всей толщи и содержащейся в ней руды.

Уже вычисления, проведенные по каротажным данным небольшого количества скважин показали, что необходимо провести дополнительную обработку результатов для получения дополнительной информации. В связи с большой трудоемкостью обработки можно было думать только о машинной обработке.

Возможность машинной обработки данных открылась перед нами в 1968 г.

Учитывая существующие технические и материальные условия, машинной обработке были подвергнуты только данные о продуктивной толще и о непосредственно прилегающих к ней участках.

В дальнейшей части работы описываются работы по подготовке машинной обработки данных:

1. Преобразование аналоговых сигналов в цифровой код
2. Подготовка точечных измерений методом ГК
3. Составление програм „сглаживания” для исключения флуктуации
4. Подготовка геологических документаций (цвет, гранулиметрические размеры, и т.д.)
5. Проблемы изучения корреляционных связей.

Кроме вышеизложенного в работе в сводном виде излагаются ожидаемые результаты с точки зрения геологической и горнорудной эффективности.

In den Perm-Schürfböhrungen des Mecsek-Gebirges wurden die geophysikalischen Messungen auf industrieller Ebene vom 1960 an eingeführt. Seitdem gelangen recht viele Böhrungen zur Vermessung.

Die Auswertung der Messungen erstreckte sich auf die Identifizierung der durchbohrten geologischen Formationen, Bestimmung der produktiven Schichtenfolge, Kalkulation der Erzdaten, Bestimmung der räumlichen Lage der Folge und ihrer Erze. Schon aus der Aufarbeitung einer verhält-

níssmässig kleiner Anzahl von Karottagemessungen stellte sich heraus, dass die Informationsmenge nur durch eine maschinelle Bearbeitung voll ausgenützt werden kann. Eine Möglichkeit dazu bot sich im Jahre 1968.

Als eine Folge unserer technischen und wirtschaftlichen Lage konnten wir vorläufig nur die produktive Schichtenfolge und ihre unmittelbare Umgebung in die Berechnungen einherbeziehen. Die vorbereitenden Schritte der maschinellen Bearbeitung waren wie folgt:

1. Eine analog-digitale Umformung der Karottage-Messungen.
2. Vorbereitung von natürlichen Gamma-Punktmessungen.
3. Glättungsprogramme zur Eliminierung von Fluktuationen.
4. Vorbereitung von geologischen Dokumentationen (Farbe, Kerngrösse usw.).
5. Das Problem der Untersuchung von Korrelationsverbindungen.

Abschliessend wird auf die Frage der geologischen und bergbaulichen Nützlichkeit der zu erwartenden Resultate eingegangen.

A gépi feldolgozás munkálatainak tárgyalása előtt vázlatosan ismertetni szeretnénk azt az utat, amely a karottázs mérések gépi feldolgozásához vezetett. Geológiai adottságok:

A Mecseki U-lelőhely a perm-antiklinálishoz kapcsolódik. Képződményei különböző szemmagyságú homokkövek, konglomerátum, aleurolit. A részletesen kutatásra került rétegsor felső-perm korú.

Az antiklinális szárnyain a perm fiatalabb képződményekkel triász korú mészkövekkel, márgákkal fedett.

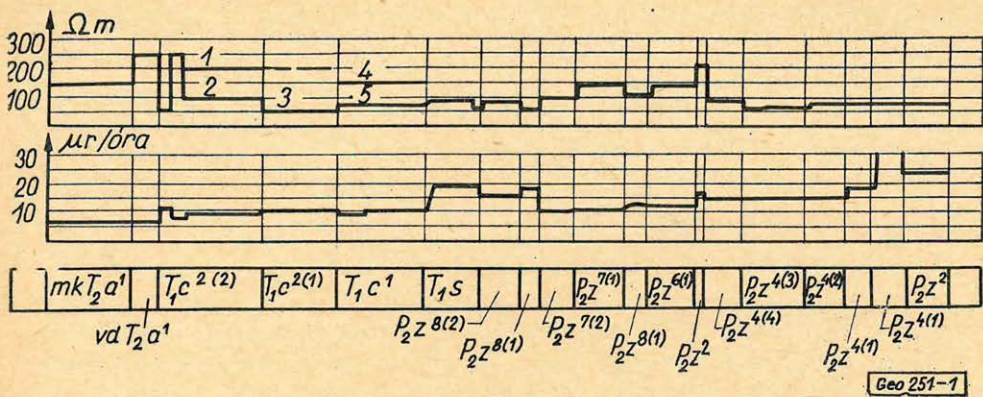
A mélyfúrás geofizika feladata a mecseki lelőhelyen a földtani adatszolgáltatás elősegítése, a készletszámítás alapadatainak szolgáltatása, hidrogeológiai és egyes bányászati (pl. mélyszintek hőmérsékleti viszonyai), valamint fúrás-technológiai problémák megoldásának karottázs mérésekkel való elősegítése.

A fenti feladatok megoldására a karottázs mérések 1954–1955. évben – a fúrásos kutatások megindulásával egyidőben – kezdődtek meg. 1960-ig a mérések a természetes-gamma pontmérésre és ferdeségmérésre korlátozódtak. 1960-tól a terület bonyolult geológiai adottságai és a fúrólyukak mélységének növekedése miatt a fenti két mérést további fúrólyukvizsgálati módszerekkel egészítettük ki. Ennek megfelelően az 1960 óta alkalmazott, bővített mérési komplexum a következő:

1. Természetes radioaktivitás mérése folyamatos szelvényezéssel.
2. Természetes radioaktivitás pontonkénti mérése a produktív összlet háttérszintjénél 4–5-ször nagyobb intenzitások esetén.
3. Természetes potenciál mérés.
4. Látszólagos fajlagos ellenállásmérés (potenciál és gradiens elrendezésben).
5. Lyukbőség szelvényezés.
6. Ferdeség mérés.
7. Egyéb módszerek.

A komplex karottázs mérések bevezetésének célszerűsége már az első fúrások értelmezése során igazolódott. Nevezetesen: a permi rétegsor viszonylag homogén képződményeiben is ismertekké váltak olyan geofizikai mérésekkel kimutatható fizikai paraméterek, amelyek változása a képződmények ásványtani összetételének és szerkezeti felépítésének megváltozásával van törvényszerű kapcsolatban. A mérések pl. igazolták, hogy a látszólagos fajlagos ellenállás és a természetes-gamma aktivitás függvényszerűen változik a homokkövek szemmagyság és kötőanyag szerinti változásával.

A kiértékelt mérési anyag növekedésével a lelőhely egész területére érvényes korrelációs lehetőségeket figyeltünk meg. Egyes rétegsoportok pl. a szelvényeken olyan jellemző indikációkkal jelentkeztek, amelyeknek az ismétlődése vagy a hiánya megbízhatóan igazolta, hogy a fúrás szerkezeti síkot hárántolt. A kiértékelésnek ezek az adatai a földtani szelvénytérképezés szempontjából lényegesen nagyobb jelentőségűek voltak, mint a korábbiak. Ezért a továbbiak folyamán figyelmünket az értelmezésnél elsősorban a rétegsoportok kiválasztására fordítottuk. Az ebből a szempontból összeállított és a lelőhelyi



1. ábra. 1. mészkő-szint,
2. márgásszint,
3. mész – márgás-szint,
4. anhidrit-szint,
5. dolomitmárga-szint

- Фиг. 1. 1. горизонт известняков
2. мергелистый горизонт
3. известко-мергелистый горизонт
4. горизонт ангидритов
5. доломито-мергельный горизонт

- Fig. 1. 1. Kalksteinhorizont
2. Mergelhorizont
3. Kalk-Mergel-Horizont
4. Anhydrit-Horizont
5. Dolomit-Mergel-Horizont

mélyfúrások ideális ellenállás és természetes-gamma szelvényét tartalmazza az 1. ábra.

Anélkül, hogy a lithológiai szempontú kiértékelést részletesen ismertetnénk, felhívjuk a figyelmet arra, hogy amint az 1. ábrán látható, a geológia által megállapított rétegtani szintek jól kijelölhető fizikai paraméter-változással jelentkeznek. Ezek a szintek fúrásokon keresztül korrelálhatók. Ezen túlmenően az egyes rétegtani szinteket geofizikailag további rétegcsoportokra tudtuk bontani. A megállapított geofizikai rétegcsoportoknak a lelőhely egészére vonatkozó általános érvényességét is igazolni lehetett.

Ezek az eredmények már sejtették, hogy a karottázs-mérésekben rejlő információkat további feldolgozással bővíthetjük. Kevés számú fúráson végeztünk is ilyen irányú számításokat. Ezekből törvényszerűségek is levonhatók voltak: pl. kis ellenállás és ϵ c összeesése esetén valószínű volt, hogy a bokorág is érces lesz, ha az eredeti az volt. Tehát a finom szennyezettséghez fűződő ércsedés rétegtanilag kitarthatóbb.

Ilyen, a fúrások többségére kiterjedő feldolgozás azonban természeténél fogva igen munkaigényes. Tovább növelte a problémát az a tény, hogy az idő múltával a fúrások száma is növekedett, a feldolgozásra kijelölhetőek száma 1968-ban már 300 fölött volt, és az adatok száma fúrásonként 2000-nél több lett.

A megoldást az adatok gépi feldolgozása jelenthette csak. 1968-ban terveztük meg a lehetőségét a munkák előkészítésének, illetve megindításának. Mérlegelve műszaki és anyagi lehetőségeinket, feldolgozásra a fúrások karottázs méréseinek csak a produktív összletre és annak közvetlen környékére (20–20 m) eső szakaszait és csak a természetes-gamma és a 30 cm szondahosszú potenciál szonda ellenállásgörbéjét vonhattuk be. Ezenkívül a földtani adatok is feldolgozásra kerülnek.

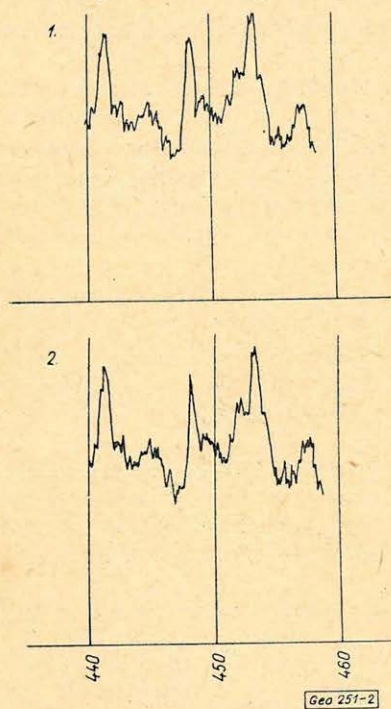
Az analóg szelvények digitalizálását a MÁELGI-ben készített analóg-digitál átalakítóval végezzük. Az 1:200-as analóg szelvényeket 0,5 mm-es pontsűrűséggel (10 cm) olvashatjuk ki, az eredmények lyukszalagra kerülnek Gray-kódban.

A két említett görbe közül a ρ görbe digitalizálásánál különösebb problémák nem merültek fel. A feldolgozásra kijelölt szakasz legalábbis fúrásonként egy léptékben van mérve. A kapott mm számértékhez (amplitúdó) egy szorzással a megfelelő ohmm érték hozzárendelhető.

A természetes-gamma szelvényeknél a digitalizálás folyamatosságát zavar- ta a nagyfokú intenzitás-változékonyság és ennek egyenes következménye, a gyakori érzékenység változtatás. Így egy-egy fúrás annyi szakaszból áll, ahány léptékváltás történt. A folyamatos szelvények a nagy intenzitású szakaszokon kellő pontosságot nem adnak, itt a pontméréseket kell használni.

Külön problémát jelent a természetes-gamma szelvény kitéréseinek hitelesített értékre való átszámítása. A hitelesítési görbék felülvizsgálata után egyetlen járható út maradt: minden különböző érzékenységben felvett szakaszhoz a hitelesítési értékeket *cm*-ként leolvasni, azon belül lineárisan interpolálva használni a skálákat. A nonlinearitásból származó hiba egyébként 10%-nál nagyobb lenne a nagyobb intenzitások tartományában.

A digitalizált fúrások gamma-szelvényeinek egyrészt ellenőrzésként gra- fomáttal visszarájzoltattuk. Eredményül azt kaptuk, hogy az átviteli pontosság a feldolgozásnak megfelelő (2. ábra).



2. ábra. 1. Mért görbe.

2. Digitalizálás után visszarájzolt görbe

Фиг. 2. 1. измеренная кривая

2. кривая, воспроизведенная после кодирования

Fig. 2. 1. Gemessene Kurve

2. Nach der Digitalisierung neu gezeichnete Kurve

A pontmérések $\mu\text{r}/\text{ó}$ értékben 10 *cm*-es pontsűrűséggel mérve, a megfelelő mérési jegyzőkönyvekben megtalálhatók. A kívánt szakaszok kijelölése, a folyamatos szelvény- nyel való mélységegyeztetés, és az adatok gépi munkára való előkészítése (beolvasás lyukszalagra) a feladat.

A geológiai dokumentációk jelentő- sége a feldolgozásban igen nagy. A fizikai paraméterváltozások okainak, törvény- szerűségeinek vizsgálatára igen kedvező lehetőséget kínál az a tény, hogy vala- mennyi feldolgozásra kijelölt fúrás mag- fúrással mélyült a feldolgozásra kerülő sza- kaszon belül. Kétfajta dokumentációs anyag van: 1963-ig a geológiai kutató fú- rások földtani dokumentációját a lelőhelyi geológiai szolgálat által összeállított szöve- ges leírás képezte. 1963-ban a geológiai szol- gálat a fúrásanyag földtani kiértéke- lésében a szöveges leírásról fácies vizsgá- latra tért át. A fácies szelvény a maganyag 20 *cm*-es szakaszainak vizsgálati eredmé- nyét tartalmazza. Ez a részletesség kiváló adathalmazt kínál a gépi feldolgozásra, korreláció keresésére. A fácies-szelvények- ről a szín, szemcseméret, kötőanyag, ás- ványai összetétel kerül számadatok formá- jában lyukszalagra. A karottázssal való mélységegyeztetés a feldolgozásra kijelölt szakaszon belül a fúrómagokon végrehaj-

tött természetes-gamma mérések és a természetes-gamma szelvény alapján elvégezhető pl. a maximumok mélységének egyeztetésével. A maghiányos szakaszok a feldolgozásban nem szerepelnek.

1. *Simító programok a fluktuáció kiküszöbölésére.* A digitalizált szelvényeken többek között, mivel erre a fentebb vázolt megfontolások alapján az értelmezés során nem került sor, a rétegek kiválasztását és a réteget jellemző átlag fizikai paraméterek meghatározását is el kívánjuk végeztetni. A digitalizált szelvények, különösen a természetes-gamma szelvények azonban — habár már kevesebbet, mint analóg elődjük — tartalmaznak hamis, a fluktuációból származó rétegeket is. Ezeket a rétegeket többféle módon szűrhetjük ki a szelvényekből és így a további feldolgozásból is. Az egyik út a hamis rétegeket eredményező fluktuáció simító programokkal történő eltüntetése, a másik út a hamis rétegek kiküszöbölése limitált vastagság, vagy paraméter értékük, esetleg egyidejűleg mind a két érték alapján. A hamis rétegek kiküszöbölése történjen bárhogyan; a későbbi feldolgozás szempontjából rendkívül felelősségteljes és körültekintő megelőző vizsgálatokat igénylő feladat.

Eddig a következő simító eljárásokat próbáltuk ki az egyik lelőhelyi fúrás digitalizált gamma karottázs adatain.

a) matematikai simítás: képlete

$$\frac{1}{2} \left(n_k + \frac{n_{k+1} + n_{k-1}}{2} \right)$$

b) geometriai simítás: képlete

$$\bar{n} = \sqrt{n_k} \sqrt{n_{k+1} \cdot n_{k-1}}$$

c) binominális simítás: 3-3 szomszédos pont felhasználásával;

$$\begin{aligned} \text{képlete: } \bar{n} = & \frac{1}{266} [100n_k + 47(n_{k-1} + n_{k+1}) + \\ & + 30(n_{k-2} + n_{k+2}) + 6(n_{k-3} + n_{k+3})]. \end{aligned}$$

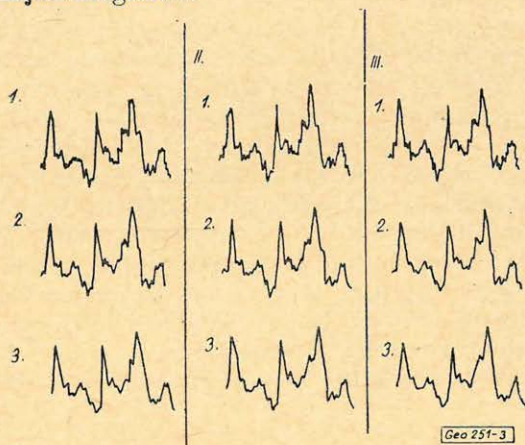
Valamennyi eljárás számított eredményeit a további értelmezés és összehasonlítás érdekében grafomáttal kirajzoltattuk. Az eredményt a 3. ábra szemlélteti.

Az ábráról látható, de a kapott számadatok is alátámasztják, hogy bármely képlet alapján is történt a simítás, egy művelettel a megkívánt simaságot elérni nem lehetett. Ezért a simított görbékét másodszori simítással tovább átlagoltattuk. Bármelyik képletet alkalmaztuk, közelítőleg azonos simaságot értünk el. Ezért a továbbiakban a matematikai simítást fogjuk alkalmazni. A második út effektivitásának és mindkét út együttes hatásának vizsgálatára csak a réteghatár programok kialakítása után kerülhet sor.

2. *Réteghatár kijelölés, átlagparaméter-meghatározás.* Réteghatár megállapításra az irodalomban bőségesen található utalás. A feldolgozás a minimum és maximum pontok felhasználásával kialakítható programmal történik.

A geofizikai és földtani, valamint a fúrási adatok gépbe történő betáplálása után a tényleges vizsgálatok megkezdődhetnek. Ezek elsősorban a lelőhely

egészére, területi egységeire, főbb földtani alakzataira vonatkoztatott átlag-adatok, megoszlások és korrelációs kapcsolatok vizsgálatát, illetőleg a nyert adatok, görbék vagy térképek alakjában történő szemléltető ábrázolását foglalják magukba.



3. ábra. I. Matematikai II. Geometriai
III. Binomiális

Simítás

1. Alapgörbe
2. Első simítás után
3. Második simítás után

Фиг. 3. I. Математическое II. Геометрическое
III. Биномиальное

сглаживание

1. исходная кривая
2. кривая после первого сглаживания
3. кривая после второго сглаживания

Fig. 3. I. Mathematische II. Geometrische
III. Binomiale

Glättung

1. Grundkurve
2. Nach einer ersten Glättung
3. Nach einer zweiten Glättung

azonban korlátozottak. Kétséges pl. az az elv, hogy az ércesedés szagattartóságát leginkább az ércesedés saját kevés számú paramétere (m, c, mc) determinálja, vagy az biztosabban előre jelezhető pl. a produktív összlet átlagintenzitásából, vastagságából vagy a produktív összlet elektromos rétegeinek számából stb. kiindulva?

A mélyfúrásgeofizikai szelvények által tartalmazott információ-mennyiség fokozottabb felhasználása tapasztalatunk és megítélésünk szerint lényegesen megnövelheti az ércprognosztika biztonságát a kutatás, és műveléstervezés hatékonyságát.

Az információs mennyiség fokozottabb felhasználásának az útja az általunk korábban is alkalmazott matematikai-statisztikai módszereknek széleskörű, az adatok egészét felölelő alkalmazása. Arra reményt, hogy a vizsgálatok eredményei viszonylag normál időn belül és nem a lelőhely kimerülésekor állnak

Az ércre vonatkozó adatokat (m, c, mc) a lelőhelyen már különböző céllal és különböző formában (megoszlás, korreláció, elterjedés stb.) vizsgálták. E vizsgálatok eredményeképpen jelenleg néhány összefüggés részletesen ismert, ezeket elsősorban készletszámítások eredményeinek korrekciójánál használják. Más összefüggések azonban csak megközelítőleg ismertek és a felhasznált adatok kevés száma, vagy gyűjtésük irányítottsága, vagy mindkettő együttes hatásaként érvényességük határai bizonytalanok. Más összefüggéseket a 12 éves szakmai gyakorlat valószínűsít, számszerűen azonban nem nyertek kifejezést a szükséges munka elrettentő volumene miatt.

A lelőhelyen dolgozó, kutatással és ércprognosztikával, művelésirányításával foglalkozó műszakiak korán felismerték a lelőhely megismerésében a matematikai – statisztikai módszerek jelentőségét és szerepét. Ezért a vizsgálatok száma évről évre nőtt és vele együtt biztonságosabbá vált az ércprognosztika, a készletszámítás, és művelésirányítás egyaránt. Az így kínálkozó lehetőségek

majd rendelkezésünkre, a modern számítógépes technika felhasználása ad.

A feladat megoldásához lényegesen hozzájárult a Geofizikai Intézet azzal, hogy rendelkezésünkre bocsátotta az analóg-digitális átalakító berendezését. A NIM Számítógépes Központjának dolgozói a programok kidolgozását Tibore L. és Máriai P. irányítása alatt végezték.

Összefoglalva:

Az előttünk álló feladat tehát egyrészt a rendelkezésre álló adatok különböző szempontok szerinti rendezése (pl. megoszlások vizsgálata lelőhelyre és területegységekre, a produktív összlet átlagintenzitásának változása a mélységgel, a produktív összlet átlagintenzitásának változása a lényeges tektonikai elemektől távolodva, készletszámítási blokkonként stb.), másrészt a rendelkezésre álló adatok egymással való kapcsolatának, a kapcsolatok szorosságának felderítése, egyszeres és többszörös korrelációk vizsgálata.

Mindezen vizsgálatok eredményeképpen reméljük, hogy az ércesedés és kísérő jelenségeinek kapcsolatára szabatosabb összefüggések nyerhetők, azaz nem feltétlenül kell majd ahhoz a fúrás konkrét ércesedési adatát (amely közismerten véletlenszerű) ismernünk, hogy „*produktivitásáról*” vagy inkább az általa reprezentált terület produktivitásáról dönhessünk. Reméljük, hogy különösen a karottázs vizsgálati módszerek intenzív földalatti fejlesztése és bevezetése eredményeképpen a kisléptékű mélyfúrási hálóból megismert törvényszerűségek hathatósan elősegítik a földalatti – bányászati – szelektálást is. Fordítottan pedig véleményünk szerint a bányauzemi tapasztalatok, ismeretek hasznosítása az egyik biztosítéka a nagyvolumenű feldolgozás helyes irányának és nagyobb effektívitásának.

MAGYAR GEOFIZIKA X. ÉVF. 6. SZ.

Potenciálmérések az észak-magyarországi érc kutatásban

B. SZABÓ LÁSZLÓ

Az előadás a recki és rudabányai ércelőfordulások mélyfúrási geofizikai kutatásában – az OFKfV-nél elért – eredmények ismertetésével kezdődik, majd az érc típusok vázlatos jellemzése után áttér a folyamatban levő kísérleti mérések ismertetésére.

A természetes – kontakt – és redoxpotenciálok néhány elvi kérdésének érintése után értékeli a szelvényezés lehetőségeit és nehézségeit.

В работе описываются результаты промышленно-геофизических работ, проведенных в глубоких скважинах рудных месторождений Речк и Рудабанья. Дается схематическая характеристика встречающихся типов руды и излагаются проводящиеся в настоящее время опытные работы.

Рассматриваются некоторые теоритические вопросы естественного, контактного и окислительно-восстановительного потенциалов и анализируются возможности и ограничения промышленно-геофизических работ.

Es werden zuerst die Resultate mitgeteilt, die beim OFKfV im Laufe der Bohrlochgeophysikalischen Untersuchungen der Erzvorkommen von Rudabánya und Reesk erzielt wurden. Dann werden die Erztypen und die sich im Gange befindenden Messungen beschrieben.

Nach einer Diskussion einiger prinzipieller Fragen der natürlichen (Kontakt-) und Redox-Potentiale werden die Möglichkeiten und Schwierigkeiten der Profilierung mitgeteilt und bewertet.