

ERDÉLYI MAGYAR MŰSZAKI TUDOMÁNYOS TÁRSASÁG
HUNGARIAN TECHNICAL SCIENTIFIC SOCIETY OF TRANSYLVANIA

XIII. BÁNYÁSZATI, KOHÁSZATI ÉS FÖLDTANI KONFERENCIA



13th MINING,
METALLURGY
AND GEOLOGY
CONFERENCE

GYERGYSZENTMIKLÓS, 2011. MÁRCIUS 31. – ÁPRILIS 3.
GHEORGHENI, MARCH 31 – APRIL 3, 2011

Kiadó / Publisher

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT
Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania

A plenáris, a földtani és tudománytörténeti cikkeket,
illetve a poszter kivonatokat WANEK Ferenc lektorálta.

Plenary, geology and history of science papers and poster abstracts
were veted by Ferenc WANEK.

A bányászati és kohászati cikkeket Dr. GAGYI PÁLFFY András lektorálta.
Papers in mining and metallurgy were veted by Dr. András GAGYI PÁLFFY.

Nyomdai előkészítés / Desktop publishing

PROKOP Zoltán

Nyomda / Print

INCITATO, Kolozsvár / Cluj

Támogató / Sponsor

Szülőföld Alap – Budapest

A konferencia szervezője

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT
Bányászati-Kohászati és Földtani Szakosztály

Organizer

Hungarian Technical Scientific Society of Transylvania
Mining-Metallurgy and Geology Department

A konferencia elnöke / Chairman

WANEK Ferenc

A konferencia tudományos bizottsága / Scientific committee

WANEK Ferenc

az EMT Földtani Szakosztályának elnöke
president of Geology Dept. of EMT

Dr. GAGYI PÁLFFY András

az OMBKE ügyvezető igazgatója
general manager of OMBKE

Dr. VARGA Béla

az EMT Kohászati Szakosztályának elnöke
president of Metallurgy Dept. of EMT

A mérési adatok szerepe az ESTPHAD fázisdiagram számítási módszerben The Significance of the Measured Data in the ESTPHAD Phase Diagram Calculation Method	
<i>MENDE Tamás, ROÓSZ András</i>	100
Növelt szilárdságú gömbgrafitos vasöntvény előállítása – A ritkaföldfém felhasználás optimalizálása – A Chunky grafit kiküszöbölése Production of Ductile Iron Castings with Increased Tensile Properties – Optimization of RE Using Elimination of Chunky Graphite	
<i>MEZZÖLNÉ Sinka Tünde, DÚL Jenő</i>	105
Öntvények visszamaradó öntési feszültségének mérése és szimulációja Residual Stress Calculation and Simulation of Castings	
<i>MOLNÁR Dániel, DÚL Jenő</i>	109
Milyen hatással van a kamat egyes bányászati telepítési helyek optimumára? Measure of Effect of Interest Rate on the Optimal Location of Certain Mining Facilities	
<i>MOLNÁR József, KOVÁTS Péter Miklós, ALBERT Károly</i>	113
Semisolid technológiák ipari alkalmazási lehetőségei a nyomásos öntészetben Introduction to Industrial Applications of Semisolid Processing in High Pressure Die Casting	
<i>NYEKSE László</i>	117
A módosító anyagok (Sr, Sb) hatása a járműipari öntészeti AlSi-ötvözetek szerkezetére és mechanikai tulajdonságaira Influence of Modifiers (Sr, Sb) on the Microstructure and Mechanical Properties of Automotive AlSi-alloys	
<i>SZOMBATFALVY Anna, DÚL Jenő</i>	121
Vastagfalú nyomásos öntvények inhomogenitásának vizsgálata számítógépes képelemzéssel Study of the Inhomogeneous Parts of Thick-wall High Pressure Die Castings by Computer Image Analysis	
<i>TOKÁR Mónika, DÚL Jenő, MENDE Tamás</i>	125
QD repedezettségi mutatók statisztikai elemzése Statistical Analysis of RQD Datas	
<i>TOMPA Richárd</i>	129
Inertizálással történt spontán felmelegedés megelőzése és leküzdése a homlokomlasztásos szénkitermelésnél Adjusting the Inertization Method to the Coal Bed Undermining	
<i>TÓTH János, LUPU Constantin, CIOCLEA Doru, TOMESCU Cristian</i>	134
Műgyantakötésű homokkeverékek termikus tulajdonságainak vizsgálata Thermal Analysis of Chemically Bonded Sand Mould Mixtures	
<i>TÓTH Judit, SVIDRÓ József Tamás, DIÓSZEGI Attila</i>	138
Alumínium-ón ötvözetek dermedési tulajdonságainak vizsgálata dilatométerrel Research Concerning the Solidification of the Eutectic in Industrial Al-Sn Alloys	
<i>VARGA Béla</i>	142
Laboratóriumi kőzetforgácsolási vizsgálatok bükkábrányi és visontai bányáuzemből származó lignit mintákon Laboratory Rock Cutting Tests on Lignite Samples from Bükkábrány and Visonta Mines	
<i>VIRÁG Zoltán, LADÁNYI Gábor, SÜMEGI István</i>	146

RQD repedezettségi mutatók statisztikai elemzése

Statistical Analysis of RQD Datas

TOMPA Richárd

Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, Bányászati és Geotechnikai Intézet,
H-3515 Miskolc - Egyetemváros

ABSTRACT

RQD is an acronym for a technique that is used in geotechnical engineering principles in which that determines the quality of rock that was recovered when taking a core sample. A low and medium level nuclear waste storage is under construction in Bábaapáti. During the whole construction period RQD datas are collected. I did my analysis trying to predict the quality of the rock mass which is not opened.

Kulcsszavak: RQD, vájvég, vágatdokumentálás, interpoláció, keresztkorreláció

1. ELŐZMÉNYEK

Magyarországon, a kis- és közepes aktivitású nukleáris hulladékok elhelyezésére, egy tároló építése van folyamatban, amelynek helye, több potenciális lehetőség közül, Bábaapáti község határában került kijelölésre.

A felszíni kutatási tevékenységet és az engedélyeztetési eljárást követően a felszín alatti kutatási fázis a lejtősaknák kialakításával kezdődött 2005 februárjában. A lejtősaknák utolsó szakaszainak átadása 2008 tavaszán zajlott. [1]

Ezt követően került sor a feltáró vágatok térkiképzésére, amelynek első ütemében a lejtősaknák folytatásaként, a keleti és nyugati alapvágatok és az azokat összekapcsoló 7. és 8. összekötővágatok (Kishurok) lettek kialakítva. A második ütemében - 2010 nyarára - a tárolói szállítóvágat, tároló építési szállítóvágat és a tárolói összekötővágat (Nagyhurok) lett kivitelezve.

A kutatási folyamat, majd a kivitelezés során folyamatos adatgyűjtés folyik, amelynek egyik eleme a kőzet repedezettségét jellemző RQD regisztrálása. Véleményem szerint ezen adatok statisztikai elemzése előre jelezheti a még fel nem tárt kőzettest viszonyait.

2. A TECHNOLÓGIÁRÓL RÖVIDEN

A portálok elkészülte után, a lejtősakna-pár építése 2005. február 8-án indult el a Mecsekérc ZRt. kivitelezésével, és ezzel egyidejűleg elkezdődött az aknapárhoz tartozó egyre bővülő dokumentációs adatmennyiség rögzítése is.

A lejtősaknák mindvégig gránitban haladnak, ezért a vágathajtás fúrásos-robbantásos módszerrel zajlott, melynek során kőzetkímélő technológiát kell alkalmazni.

A fúrólyukak mélyítéséhez fúrókocsikat használnak. A robbantás után szellőztetés (füstre várás), kopogózás, majd a lerobbantott összetétel rakodása, szállítása zajlik (kétfokozatú LHD-technika). A rakodáshoz baggert, illetve homlokrakodókat, a szállításhoz dömpereket alkalmaznak. [1]

A vājvég kitakarítása után a dokumentálás következik, amit minden egyes fogásban el kell végezni. A dokumentálás után betonlövés és horgonyzás biztosítja a vāgatot, majd újakezdődik a ciklus a robbantólyukak fűrásával.

A biztosítás fő elemei az acélszál erősítéses löttbeton, közethorgony, illetve közethorgony ragasztó. Biztosítási kategóriához kötődően előtűző nyárs, két rétegben acélháló, illetve rácsos tartó kerülhet beépítésre.

Jó vízvezető képességű szakaszokon előinjektálást kell végezni. Amennyiben ez nem éri el célját utőinjektálás szükséges. Az előinjektálás során a cél a vāgat körüli kb. 3 méteres vízzáró zóna kialakítása. A cement alapú injektálás közönséges portland cement, illetve mikrocementek felhasználásával történik. [1]

3. VĀGATDOKUMENTÁLÁS, ÉRTÉKELT ADATOK

A geotechnikai dokumentálás elsődleges célja a harántolt kőzetek biztosítási kategóriába sorolása, vagyis a térkiképzési tevékenység során feltárt üregrendszerben aktuálisan alkalmazandó biztosítási technológia meghatározása, a felszín alatti tevékenység biztonságossá tétele. Ehhez a tengelyfűrésok és a vājvégek geotechnikai dokumentálásakor szerzett információ ad alapot. A munkához két, nemzetközi szinten alkalmazott és bevált mérési és osztályozási módszert (Q- és RMR módszer) használnak, amelyek meghatározásához az RQD érték ismerete szükséges, amely tagoltság mértékének megállapítására és annak számszerűsítésére szolgál. [4]

A dokumentálás fontos része a JointMetriX^{3D} (később JMX) vāgatszkenner 100 Mp nagyságú felvételeinek elkészítése is.

Mivel az előfűrésok célja az, hogy a következő vāgathajtási szakasz feltárési és biztosítási terveihez szolgáltatson adatokat, ezért előzetes geotechnikai minősítő vizsgálatokat a lehető leghamarabb, el kell végezni. Mind a Q-módszer, mind pedig az RMR-módszer szerint meghatározzák az érvényes kőzetosztály minősítést. A végleges biztosítás már a kőzetosztály besorolásnak megfelelően történik. [5]

Az RQD értékeken kívül a robbantott szabad szelvények adatai közül a túljövesztés (a referenciaprofilhoz képest pozitív irányban eltérő felület), valamint a JointMetriX^{3D} vāgatszkennerrel készült nagyfelbontású vājvég és palást fotó felszínadatait (továbbiakban: JM felület) dolgoztam fel.

4. AZ ADATOK FELDOLGOZÁSA: INTERPOLÁCIÓ ÉS KERESZTKORRELÁCIÓ

Mivel a vājvég és vele a dokumentáció nem azonos léptékben halad előre – az ajánlott fogásmélység kőzetosztályonként változik – ezért szükséges volt a meglévő adatokat lineáris interpoláció alá vetni, hogy a vizsgált szakaszok minden méterére – mivel 1 méteres léptékkel dolgoztam – meghatározhatóvá váljanak a vizsgálandó értékek. Ezzel a művelettel a meglévő adatpárok változásának trendje már összehasonlítható.

Összefüggő adatpárok a vizsgálat e szakaszában azok az értékek, amelyek hasonló elméleti tartalommal bírnak. Vagyis ebben az esetben a vājvég RQD (vRQD) – fűrés RQD (fRQD), valamint a túljövesztés – JM felület.

A vāgatokkal feltárt térrész geotechnikai állapota nagyfokú változékonyságot mutat. A tengelyfűrésokból, valamint a vājvégi dokumentációkból meghatározott RQD értékek egymáshoz viszonyítva hasonlóan változnak, egyes szelvények esetében azonban jelentős eltérések állapíthatók meg. Ez minden vāgatszakaszban így alakul a rendelkezésemre álló adatok alapján. A 1. ábrán látható, hogy a tengelyfűrésokból meghatározott értékek szinte végig alacsonyabbak, mint a vājvég dokumentálásból nyert adatok. Ez a RMR és Q értékének meghatározása, valamint a biztonság szempontjából kedvező körülménynek értékelhető, hiszen az így javasolt biztosítási technológiánál már a kisebb állékonyságú vāgatszakasz biztosítására készülnek.

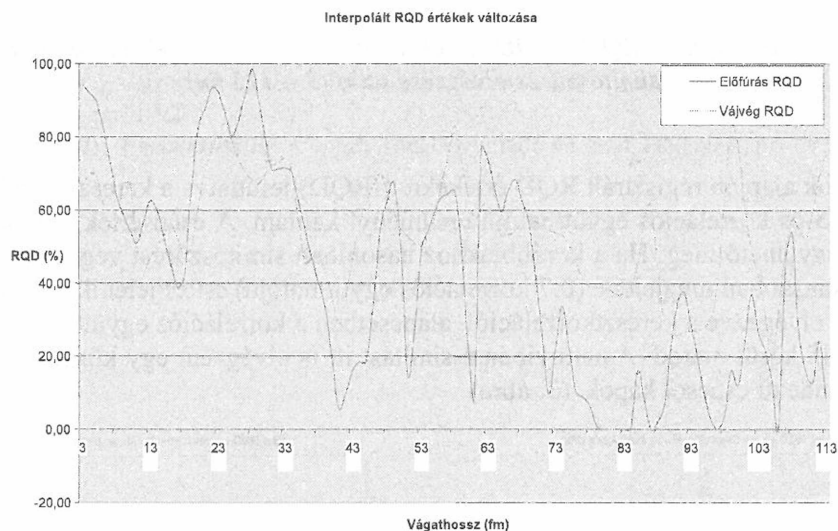
A túljövesztés értékpárja a JM felület. Az ehhez tartozó adatokat a JMX Analyst program Surface Trimmer kiterjesztése biztosította, amely a vāgatszkenelés során készített, majd georeferált 3 dimenziós képből kiszámítja lefényképezett palást - vājvég felszínét. Az említett területeket grafiko-

non ábrázolva megállapítottam, hogy az RQD-hez hasonlóan, az adatpárok trendje azonos változásokot mutat.

A korrelációs analízis egyik feltétele, hogy a vizsgált adatrendszerek azonos elemszámúak legyenek, illetve hogy az egyes jellemzők mintavételezése azonos legyen. Az elvégzett interpolációval ez utóbbi feltételt már teljesítettnek tekinthető.

A kőzet repedezettségének köszönhetően, valamint az interpoláció következményeként az értékek rövid szakaszokon erősen ingadozó értéket mutatnak. Hogy ezt az oszcillálást kiküszöböljem ezen adatokon simítószűrést alkalmaztam, amit 10%-os futóátlag alkalmazásával értem el.

A matematikában (statisztikában) a korreláció jelzi két, feltehetően összefüggő adatrendszer közötti lineáris kapcsolat nagyságát és irányát, illetve egymáshoz való viszonyát.



1. ábra

Interpolált RQD értékek (vágat, előfúrás) ábrázolása (NAV 3 – 113 m)

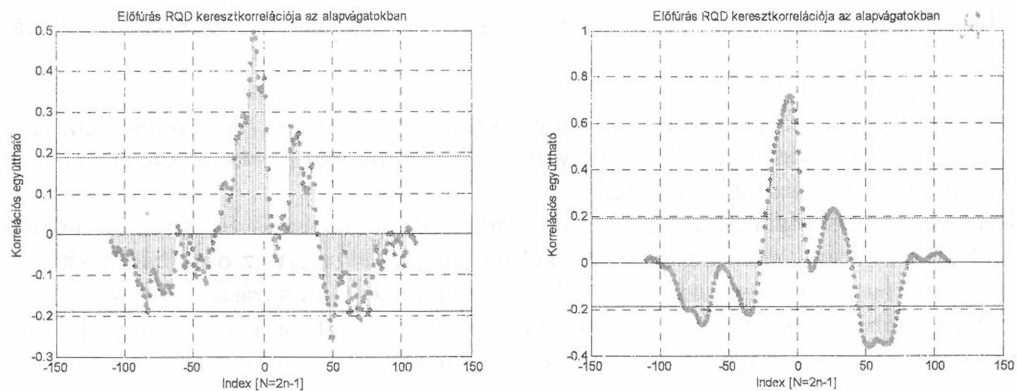
Általános statisztikai felhasználás során a korreláció jelzi, hogy a két tetszőleges érték nem független egymástól. Amennyiben a két mennyiség korrelációja nulla, úgy azok korrelálatlanok, vagyis ilyenkor az esetleges kapcsolatot, ha mégis van, másként kell jellemezni. A korreláció értéke -1 és $+1$ közé esik. Amennyiben a nulla pontban az értéke $+1$, illetve -1 , akkor a vizsgált adatok tökéletesen korrelálnak.

A keresztkorrelációs függvény azoknak a korrelációs együtthatóknak az adatrendszer, amelyet úgy képezek, hogy a két adatrendszert egymáson eltolva az összetartozó adatpárok korrelációs együtthatóit számítom, ami megmutatja, hogy a két adatrendszer milyen fedésnél adja a legjobb korrelációs együtthatót. Két adatrendszer keresztkorrelációja azt mutatja meg, hogy a két adatrendszer mennyire változik együtt. [6]

Először az RQD értékpárok közötti összefüggést kezdtem vizsgálni, ahol pozitív és magas keresztkorrelációs értéket várhatok. A műveletet lefuttatva $0,6$ fölötti keresztkorrelációs érték jelent meg.

A JM felület és túljövésztés esetén, hasonlóképpen az előzőekben leírtakhoz, itt is pozitív és magas keresztkorrelációs értéket vártam, ami be is igazolódott.

Az azonos értékpárok egyezősége után, a vizsgálatot kiterjesztem párhuzamos vágatszakszakokra is. Ebben az esetben csak a vágatok RQD adatsorait elemeztem. Az értékelés tárgya a keleti- és nyugati alapvágatok (később: KAV, NAV) 3 – 113 fm közötti szakaszai, amelyek tengelytávolsága 76 méter.

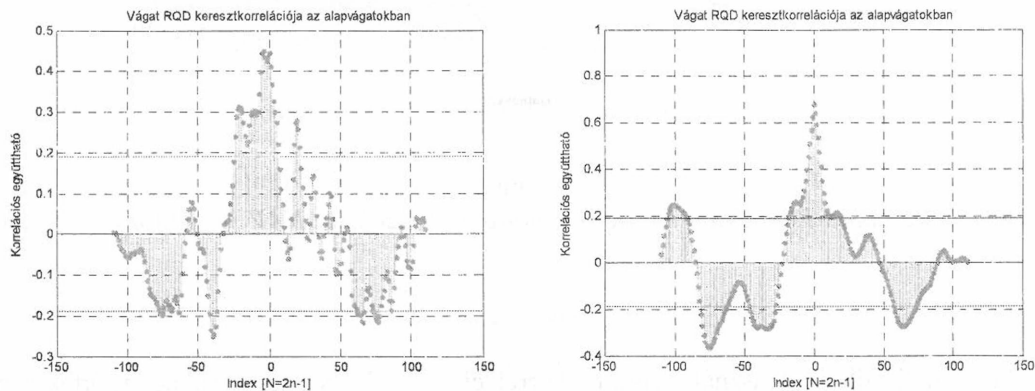


2. ábra

KAV és NAV előfúrás RQD (fRQD) értékeinek keresztkorrelációja alapesetben és simítószűrés elvégzése után (3 – 113 fm)

Az előfúrások alapján regisztrált RQD értékekre (fRQD) lefutattva a keresztkorrelációs analízist egészen magas, 0,5-ös korrelációs együtthatójú eredményt kaptam. A csúcserték csaknem pontosan a 0 indexű helyen figyelhető meg. Ha a korábbiakhoz hasonlóan simítószűrést végzek az adatokon, akkor egy még markánsabban megjelenő (0,7 korrelációs együtthatójú) csúcs jelenik meg. (2. ábra)

A vRQD-re elvégezve a keresztkorrelációt, alapesetben a korrelációs együttható nem éri el a 0,5 értéket, csupán 0,45 körül marad. Amennyiben a simítást itt is elvégzem egy közel 0,7-es korrelációs együtthatójú és 0 indexű csúcsot kapok. (3. ábra)



3. ábra

A vRQD keresztkorrelációja a KAV és NAV-ban alapesetben és simítószűrés után (3-113 fm)

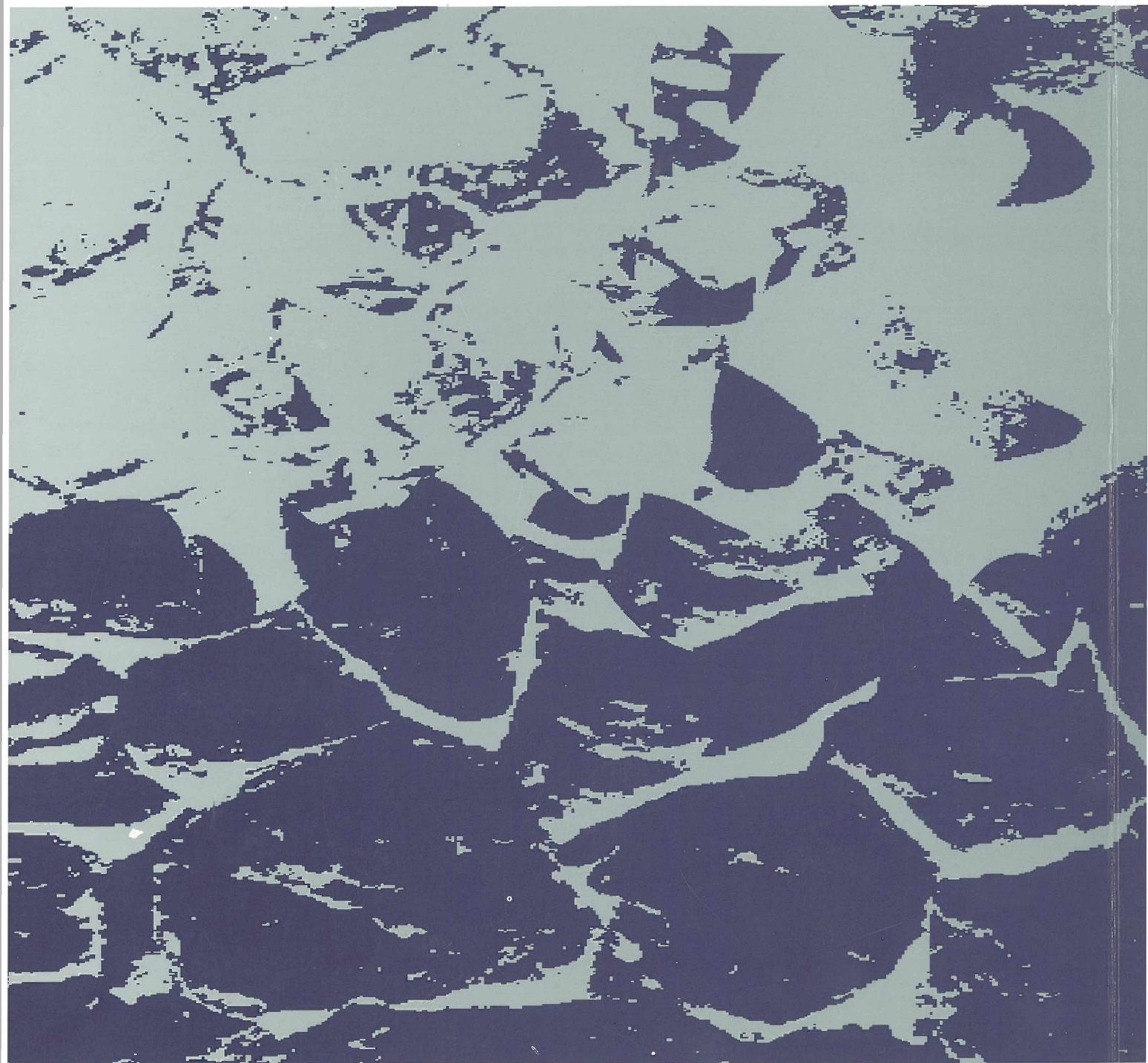
Látható, hogy mindkét esetben a repedezettségi mutatók, az egymástól 76 méter tengelytávolságra fekvő vágatszakaszok között, jelentős egyezést mutatnak, így a köztes terület mutatói feltárás nélkül is jó eséllyel előre jelezhetők.

ÖSSZEGZÉS

Az általam elvégzett értékelés érdekes adalékkul szolgálhat a Bataapátiban végzett felszín alatti tevékenység során gyűjtött adatok feldolgozásában. A vágathajtás során összegyűjtött hatalmas mennyiségű adat teljes statisztikai analízise során talán még több hasznos információhoz juthatnánk a fel nem tárt térrészek mutatóit tekintve. Ezen adatok, akár a tárolókamrák építése során, iránymutatóként szolgálhatnak a még feltáratlan köztömbök viszonyainak előrejelzésére.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] JAKAB A., DEÁK F., KOVÁCS L., MARACSIK Z., MÁTÉ K., NÉMETH L., RÁTKAI O., ANDRÁS E., SZAMOS I., SZEBÉNYI G., TÖRÖK P., GYALOG L., BORSODY J., FÜRI J., GULÁCSI Z., KIRÁLY E., MAROS Gy., RÁLISCH E., SZABADOSNÉ SALLAY E. (2009): A Bábaapáti Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló feltáró vágatai térképészése 1. ütem. Vágatdokumentációs jelentés - "kishurok", *Mecsekérc Zrt., Pécs*, pp. 7-136.
- [2] HOGYOR Z., TURGER Z., VRÁSZLAI F. (2008): A Bábaapáti Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló geodéziai munkái, *Geodézia és Kartográfia 2008/8* pp. 16-22
- [3] BENKOVICS I., BENKŐ K., CSICSÁK J., BERTA J., B. REBRÓ K., FRIEDRICH Zs., FRIEDRICH P., HÁMOS G., HOGYOR Z., KEREKI F., MARKOVICS J., M. VARGA T., MISKOLCZI R., ORSZÁG J., PÁPAI T., ROPOLI L., SÁMSON M., SIMONCSICS G., STOCKER K., SÜTŐ R., TAKÁCS I., VARGA M., KESZERICE V. (2009): Megvalósulási tervdokumentáció a Bábaapáti Nemzeti Radioaktív hulladék-tároló feltáró vágatai térképészése Kiviteli Terv 1. ütem keretében megvalósult építésről (RHK-K-062/09), *Kézirat, RHK Kht., Paks*, pp. 7-62.
- [4] SZEBÉNYI G., HÁMOS G., ANDRÁS E., TÖRÖK P., Dr. MAJOROS Gy., SZAMOS I., MOLNÁR P., KOVÁCS L. (2009): *Összefoglaló jelentés a felszín alatti létesítés tervezése és a biztonsági jelentés számára, Mecsekérc Zrt., Pécs, RHK-K-181/08.*
- [5] VÁRÓ Á., KANDI E., SZÉKELY-KOVÁCS J., NÉMETH Gy., DEÁK F. (2009): Geotechnikai értelmező jelentés, RHK-K-033/09, pp. 1-92.
- [6] STEINER F. (1990): *A geostatistika alapjai*, Tankönyvkiadó vállalat, Budapest, pp. 235-276.



EMT

RO-400750 Cluj, O.P. 1, C.P. 140, Tel./fax: +40-264-590825, 594042

E-mail: EMT@EMT.RO, [HTTP://WWW.EMT.RO](http://WWW.EMT.RO)

ISSN 1842-9440