

Az űr- és légifelvételek alkalmazási lehetőségei a bauxitkutatásban

Az értékelések elvégzésével megkíséreltük mind a jelenleg hozzáférhető űrfelvételek, mind a légifelvételek feldolgozásának egymásra épülő, a fokozódó részletesség felé haladó válfaját kidolgozni, melynek egyes láncszemei a bauxitkutatáshoz és prognóziskészítéshez segítséget nyújthatnak.

I. Bevezetés

A MÁFI Elvi módszertani prognózisosztályán több éves kutatási program zajlik, melynek célja a bauxitprognózis és -kutatás korszerű, a részletekre is alaposan kitérő módszereinek kidolgozása és gyakorlati működtetése. Ehhez a sokrétű munkához mi, a kisalföldi osztály munkatársai a távérzékelés néhány nálunk is alkalmazható módszerével kívántunk csatlakozni.

Kiindulásként azt tartottuk szem előtt, hogy a prognóziskészítésnek és -kutatásnak már olyan komplex rendszere alakult ki, amelyet a távérzékelési módszerek sarkalatosan nem újítanak meg. Ennek ellenére a kutatás bizonyos fázisaiban tett távérzékelési szempontú kiértékelések — hasonlóan a „tisztá” földtani térképezés gyakorlatához — a feladatok megoldásainak megbízhatóságát növelik és időigényét jelentősen lerövidítik. Összmenyiségben akár 10—15% költség- és időcsökkenést is eredményezhetnek.

Napjainkban a távérzékelés világszerte egyre fontosabb szerepet tölt be a földtani kutatásban. A légi és űrfelvételek sokrétű feldolgozási és értékelési módszerei [1, 2] Magyarországon is nagyobb jelentőségre tettek szert.

Az alábbiakban azt kívánjuk megvizsgálni, hogy a számunkra hozzáférhető távérzékelési alapanyagok és értékelő módszerek közül melyek építhetők be a bauxitkutatásba.

Először az űrfelvételek, majd a légifotók kiértékeléséről lesz szó.

II. A felhasznált kozmikus alapanyagok és felhasználásuk

Munkánk során számos típust tudunk felhasználni a Landsat és a Kozmosz űrfelvételek családjából is.

A Landsat-felvételek legtöbbje a képszolgáltató központokból kikerült standard képek közül való. A kiértékelés váza az 1976. április 1-i felvétel MSS 4; 5; 6; és 7-es hullámsávok 500 000-es papirképeiről készült. A képek földtani értelmezhetőségének javítása végett több előfeldolgozást is végeztünk, melyek közül három érdemel említést:

Kettő az US Geological Survey képfeldolgozási technikáinak igénybevételével készült. A

71 x 71-es nagyfrekvenciás szűrővel egy sávban előállított kép a regionális tónuskülönbségeket teljesen kiszűrte, ugyanakkor a részletek rendkívül jól elkülönülnek. A felvétel topográfiaailag jól használható, mérési pontossága esetenként a 200 000-es méretarányt is eléri.

A másik előfeldolgozás 1983-ban készült három sávban, 3 x 3-as nagyfrekvenciás szűrővel, melyet az eredeti pixelértékekhez visszarendeltek (100% add. back.) standard additív színezéssel, azaz MSS 4; kék, az MSS 5; zöld és MSS 7; piros. Ennek részletgazdagsága a 150 000-es nagyítást is lehetővé tette és jól felismerhetők a főbb szerkezeti vonalak, köztük több cikkcakkos lefutású dilatációs törésrendszer is.

A Földmérési Intézet képfeldolgozási technikái [3] közül az értékelés lezárásáig az ún. paraméteres élkimieléssel készült felvétel adta a legtöbb, földtani szerkezetként értelmezhető lineamentum vonalat. Lineamentum alatt a kü-



1. ábra: A Dunántúli-középhegység lineamentumainak kiértékelése Landsat űrfelvételekből

1. Intrazarmata horizontális eltolódások és fiatalabb árkos szerkezetek. 2. Egyéb lineamentumok. 3. Jól kitarajzolódó rétegösszletek. 4. Rétegsapások. 5. Szerkezetekkel kontrollált elterjedésű bauxitos területek

lönböző felvételekről leolvasható vonalas elemeket értjük [4].

A Kozmosz-felvételekből az 500 000-es spektrozonális felvételeket használtuk, melyek 1983 végéig az egyetlen Magyarországon is meglévő szovjet űrfelvételesorozatba tartoznak. Felmeríthetetlen előnyük a szinte korlátlan nagyíthatóság kb. 150 ezres méretarányig és a térlátás lehetősége. E szovjet felvételesorozat egyéb előfeldolgozásai meg sem közelítik a spektrozonális felvételek földtani értelmezhetőségét.

A mellékelt űrfelvétel-kiértékelés (1. ábra) egy 1976. áprilisi Landsat-felvétel MSS 4, 5 és 7-es sávjának 500 000-es fekete-fehér negatív papírképeiről készült. A lineamentumok mellett a Balaton-felvidék enyhén gyűrt, paleozoós-mezozoós üledékes képződményeinek jól ismert szerkezetei is felismerhetők.

Kiemeltük a törésrendszerek hálózatából azokat a legfiatalabb, hosszan követhető vonalrendszereket, amelyek a legjelentősebb neotektonikus folyamatok eredményei. A közel K—Ny-i irányú, dél felé enyhén ívelt vonalak a Mészáros J. által leírt jobbos elmozdulások lefutási helyei [5]. Ezt egy ÉÉK—DDNy-i csapású, 10—12 km szélességű árkos süllyedék metszi el kb. a Keszthelyi-hegységtől Kisbér irányába. A Bakony bauxitbányáinak, valamint a Mészáros J. említett cikkében kutatásra legalkalmasabb területek helyeit összevetve kitűnik, hogy azok többsége az általunk kiértékelt árkos süllyedékbe, vagy annak közvetlen környékére esik. Megítélésünk szerint ebben az ÉÉK—DDNy-i sávban a már ismert bauxitos területek fotótónusa, rajzolatossága, általános megjelenése nagy egyezést mutat a pászta egyéb részeivel. Érdeemes volna megvizsgálni, hogy ez a fotókon mutatkozó hasonlóság a földtani felépítésben is megmutatkozik-e, vagyis e töréses zóna harmadidőszakban lezökkent darabjai és közvetlen környékük a bauxit megőrződésében milyen szerepet játszanak?

III. Bauxitkutatási szempontú tematikus légifénykép-kiértékelés

Az űrfelvételek áttekinthető léptékű kiértékeléséhez tematikus légifénykép-kiértékelés csatlakozik. A vizsgálathoz az É-i Bakony területén Csesznek, Porva és Dudar községek körzetében egy olyan mintaterületet jelöltünk ki, amelyik az űrfelvételekről kiértékelt árkos süllyedékrendszerbe esik, rendelkezünk róla megfelelő fényképi anyaggal, és részben az értékelésünk ideje alatt is folyó Gerence-pusztá, Vinyesándor-major-környéki bauxitkutatás területével átfedésben van. [6]

A részletgazdagság fokozatos növelése érdekében először áttekinthető léptékű, 33 000-es közelítő méretarányú fekete-fehér fotósorozatot használtunk. Legjobban a geomorfológiai értékelésben és a Bakony 20 ezres földtani térképén feltüntetett képződmények azonosításában voltak segítségünkre. A legrészletesebb értékeléshez 10 000-es léptékű színes és infrafelvételeket használtunk.

Légifénykép-kiértékelésen alapuló, 5 változattal álló térképsorozatot szerkesztettünk. Minden változat különböző típusú kiértékelés eredménye; az értékelések egymásra épülnek és minden újabb változat az előzőnek csak a kutatás szempontjából legfontosabb elemeit tartalmazza.

Most röviden ismertetjük az egyes térképváltozatokat:

Közetgenetikai típusok elkülönítése

Az első térképen a terület negyedidőszaki közeit genetikai típusaik szerint osztályoztuk a Földtani Intézet Kisalföldön alkalmazott felvételi módszere alapján [7].

A genetikai értékelés célja a kvarterben lejátszódott — külső földtani erők okozta — folyamatok típusai, helye, dinamikájuk, irányításhozott képződmények elkülönítése. Erre azért van szükség, mert e folyamatok sajátos bélyegekkel „terhelik” a légifelvételeket, melyek a további értékeléseket zavarhatják. Leválasztásuk azért is célszerű, mert a lezajló folyamatok típusai, helye, dinamikájuk, irányítottaságuk a feladat szempontjából nélkülözhetetlen rétegtani és szerkezeti információkat hordoznak.

Mintaterületünkön elsősorban a képződmények rajzolatosságában meglévő különbségek révén elkülöníthetővé váltak az alluviális, alluviális-proluviális, alluviális-deluviális, a proluviális, proluviális-deluviális, deluviális, eluviális és eolikus képződmények, a kimaradt részek pedig a negyedkorinál idősebb kőzetek területei.

A geomorfológiai értékelés

Ez a változat az áttekinthető légifotókból és a topográfiai térképből kiértékelhető, a vizsgálat szempontjából lényeges geomorfológiai tartalmat foglalja magába. Lejtőértékelésből, völgytipizálásból és néhány egyéb, részben karsztos formai elem elkülönítéséből áll.

A legmeredekebb lejtők a 20 fok feletti; 3 és 20 fok közötti tartomány a „gyenge” lejtőké, a fentmaradó részek a síkságok területe, melyek közül 4 típust tudunk elkülöníteni:

- fensík karbonátkőzeteken, részben vékony fiatal üledékekkel fedve,
 - lenyesett síkság harmadidőszaki üledéken,
 - síkság harmadidőszaki üledéken, lejtőüledékkel fedve,
 - alluviálisan feltöltött síkság, völgytalp.
- A völgyek közül megtudtuk különböztetni a
- száraz (deráziós) völgy, részben feltöltve,
 - eróziós völgy, alluviális völgytalppal,
 - bevágódó, száraz (deráziós) völgy típusait.

A karsztformák közül a zárt morfológiai elemeket tüntettük fel. Ezeknek csak egy része tekinthető töbörnek, vagy azok erodált maradványainak.

Szerepel még a térkép jelkulcsában a völgyközi hát, a lejtőpihenő, a gerinc, a csúcs, a nyereg és a völgytárgulat is.

A fedettségi viszonyok elemzésének az a célja, hogy a bauxit fekü- és fedőközetek helyzetét, szerkezetét, cementáltságát, települési viszonyait, érintkezési felületüket a rendelkezésre álló földtani adatok birtokában a lehetséges mértékig tárja fel. Ez az értékelés elsősorban a mezozóikum alapegységekre vonatkozik, vagyis arra, hogy a karbonátos alapegységnek (esetünkben triász karbonátközetek) hol vannak felszíni kibukkanásai; illetve milyen típusú és vastagságú fedőközetek takarják.

A térképváltozaton a légifelvételek segítségével elkülöníthető földtani képződményeket, szerkezeti és formai elemeket ábrázoltunk:

- Szálban álló karbonátközetek
A mintaterületen — főleg az erdős részeken — a triász és az eocén karbonátközetek elválasztása bizonytalan volt, ezért ott egybevontan ábrázoltuk.
- Vékonyan fedett karbonátközetek
- Ebbe a térképi egységbe az olyan területeket foglaltuk, ahol a szálban álló mezozóikum és eocén karbonátos közeteket legfeljebb 1—2 m, zömmel negyedkori üledék fed. Ahol a triász és az eocén képződményeket el tudtuk választani, külön jelöltük.
- Vastagabb, cementálatlan harmadidőszaki üledékek
A változatos összetételbeli, cementáltsági, vastagsági és rétegzettségi viszonyok ellenére megkíséreltük egységbe foglalni és ábrázolni a többségében cementálatlan, vagy gyengén cementált péltés és törmelékes harmadidőszaki közeteket is.
E fedőközetek vastagságáról a légifotók alapján csak közvetett információkat tudtunk adni. Az megállapítható és fúrások alapján ellenőrizhető volt, hogy amennyiben a légifelvételeken jellemző tónusuk, rajzolatuk általunk felismerhető volt, ott legkevesebb 3—5 m vastagnak mutatkoztak. A harmadidőszaki medencék területeinek határai, valamint a medencebeli közetek rétegzettségi, dölési, települési viszonyai igen pontosan értékelhetők. Ezek az adatok az említett fedőközetek vastagodásának tendenciáit, a „medencejelleg” fokozódását jelzik, abszolút értékeit azonban csak más feltárási módszerek adhatják meg.
- Vastagabb negyedidőszaki üledékek
A légifotók segítségével nagy valószínűséggel le tudtuk a 3—5 m, vagy annál vastagabb negyedidőszaki üledékekkel borított területeket határolni.
- „Vörösés színanomáliák” néven foglaltuk össze a felvételekről leolvasható összes vörös elszíneződést. Lehetnek bauxitos eredetűek, de lehetnek vörös agyagok, barna erdőtalajok felhalmozódási szintjei, vagy ezek áthalmozódási termékei is.
Minőségi azonosításukat terepi bejárással, vagy sekélyfúrásból történő mintavétel segítségével könnyen megoldhatjuk.
Néhány ilyen elszíneződés terepi ellenőrzése kapcsán azt tapasztaltuk, hogy a légi-

fotók nagy segítséget nyújtanak bauxitindikációk terepi felismerésében. A felvételek kiértékelése hamar felhívja figyelmünket elsősorban a felszínközeli bauxitgyanús területekre is. A színanomáliáknak nemcsak a helyük, pontos felszíni formájuk, hanem fedettséjük és jelenkori áthalmozódásaik is felismerhető.

- A szerkezeti értékelés eredményeképpen a térképre vittük a fotókról leolvasott törésvonalakat, vetőket, dőlésirányokat, csapás- és rétegzettségi vonalakat, valamint olyan körkörös alakzatokat, melyek egy része karsztos eredetű. A szerkezeti értékelés sem nélkülözheti a terepi ellenőrzést.

Morfostrukturális értékelés

A morfostrukturális térkép (2. ábra) elkészítésével az volt a célunk, hogy a légifelvételek segítségével megkíséreljük elválasztani egymástól a morfológiai helyzet, rétegzettségi vagy dőlésviszonyok, esetleg közettani felépítés alapján elkülönülő területtípusokat és ezeket olyan fotogeológiai adatokkal egészítsük ki, melyek a bauxitkutatás szempontjából fontosak lehetnek.

A közölt térképrészlet morfostrukturális képe egyszerű, mert csak kiemelt helyzetű, hegyvidéki területeket és neogén sülyvedékeket foglal magába és a két morfológiai szinten belül a többi felsorolt tényező is nagy hasonlóságot mutat.

Megjelenítettük a 20 foknál meredekebb lejtőket, mert azokon a bauxitnak csak elhanyagolható mennyiségei maradhattak meg, és a jelenlegi technikával csak körülményesen kutathatók. Éppen ellenkező megfontolásból kerültek a térképre a 3 foknál nem meredekebb sík felszínek.

Ugyancsak a nyersanyag megmaradásának pozitív, vagy negatív esélyei miatt tüntettük fel — ahol értékelhető volt — a közetek réteglapjait a dőlésirányokkal, illetve a rétegfejeket.

A szerkezeti kép pontosításában segíthet a tektonikusan preformált völgyek, nyeregponatok és a medenceperemi teraszok, színlők feltüntetése.

A töbrök közül ide már csak azok kerültek, amelyek a geomorfológiai és a légifényképes értékelés szerint erősítették egymást.

Javaslatok a részletesebb kutatásra

Az előzőekben elvégzett értékelések végső célja az volt, hogy a kutatási területről összegyűjtsük azokat az adatokat, melyeket az űr- és légifelvételekről, valamint a topográfiai térképekről le tudtunk olvasni és a bauxitkutatás szempontjából valamilyen információt jelenthetnek.

Az általunk fontosnak és leginkább kedvezőnek ítélt fotogeológiai adatokat vittük fel az 5. térképváltozatra (3. ábra). Ilyen kedvező feltétel pl.: a vörösés színanomáliák megléte, eocén fedő, karsztos morfológiájú lepusztulási felszí-

nek előfordulása, triász és eocén kőzetek érintkezése stb.

A feltételek teljesülésének száma, minősége és a területnagyság alapján összeállítottunk egy rangsort, amelyik azt tükrözi, hogy az ismertett fotógeológiai módszerre alapozva a mintaterület mely részein legérdemesebb részletesebb bauxitkutatást kezdeni.

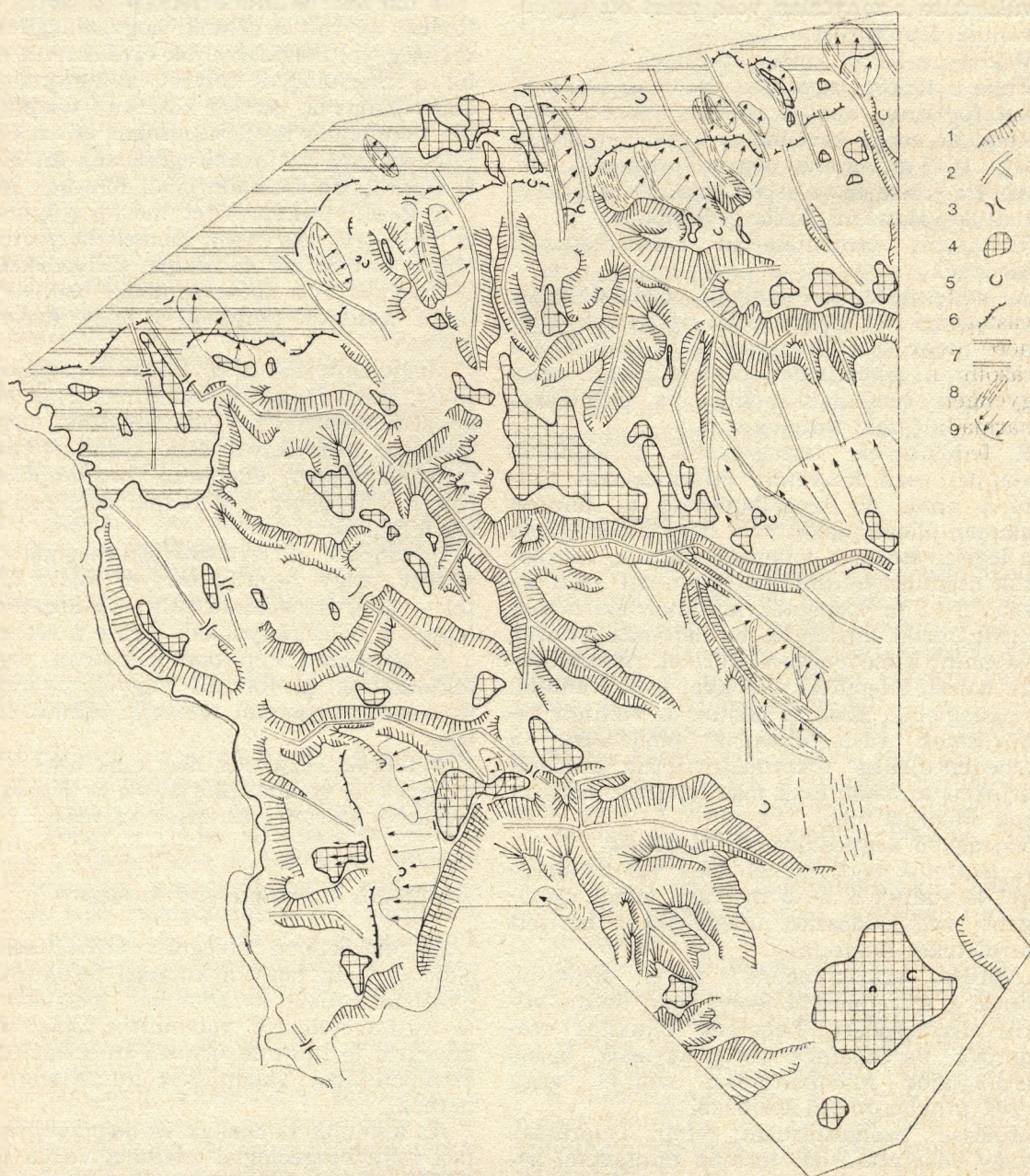
Összefoglalás

Az értékelések elvégzésével megkíséreltük mind a jelenleg hozzáférhető űrfelvételek, mind a légifelvételek feldolgozásának egymásra épülő, a fokozódó részletesség felé haladó válfaját kidolgozni, melynek egyes láncszemei a bauxitkutatáshoz és prognóziskészítéshez segítséget nyújthatnak.

Megítélésünk szerint valamilyen Kosmosz, vagy Landsat-típusú, legalább 150—200 ezres léptékűre nagyítható űrfelvétel segítségével kialakítható áttekinthető földtani kép összeállítás után a 10 000-es méretarányú színes légifényképek adják a leghasznosabb adatokat. Lényeges azonban, hogy a különböző területtípusokra lényegesen eltér a kapott információk minősége, ami a távérzékelés mint módszer korlátozott alkalmazhatósági körére is utal.

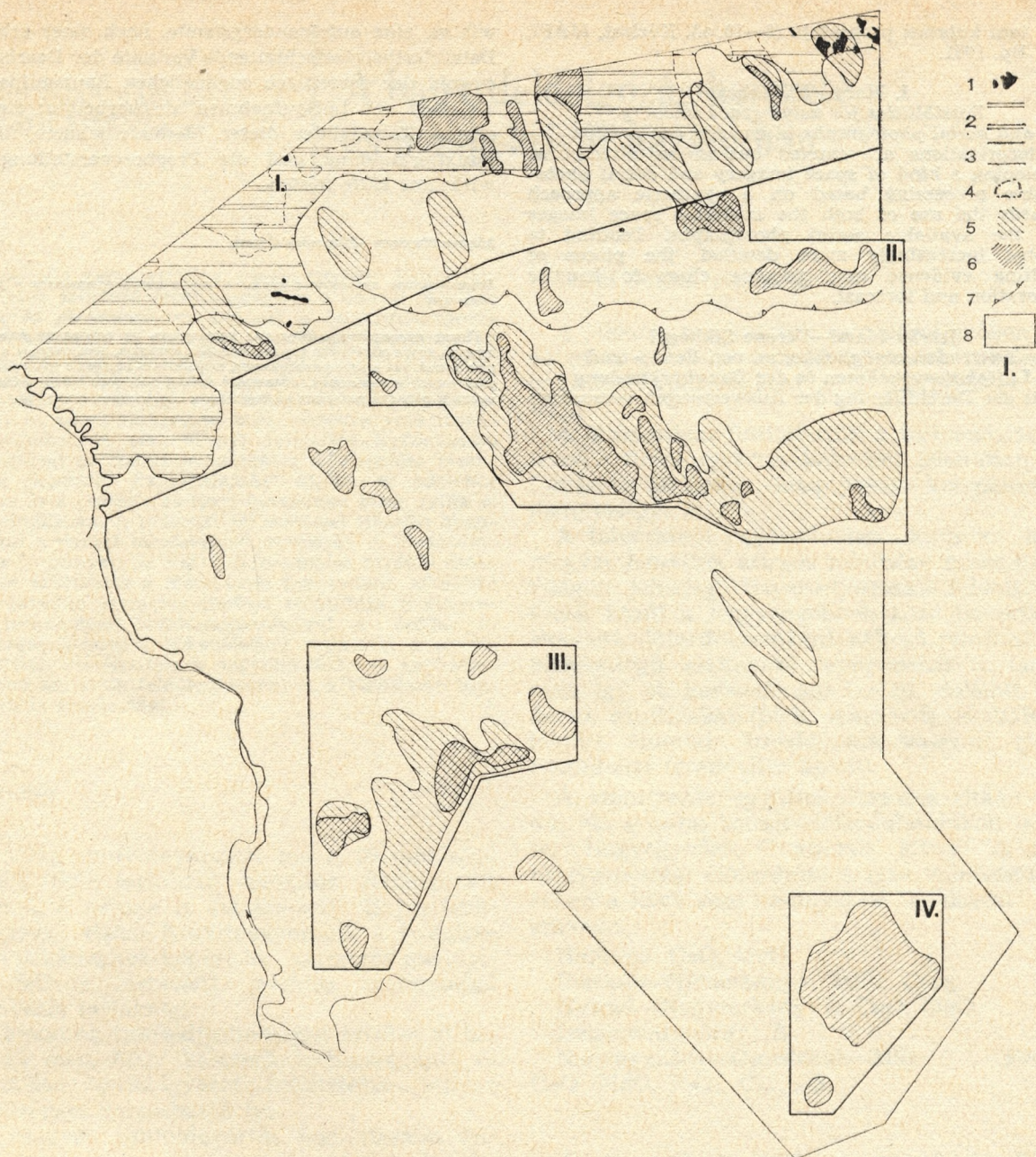
A vastag harmadidőszaki kőzetekkel fedett bauxitterületekről csak kevés és érintőleges információkat tudunk adni, és jelenleg nem ismerünk az ilyen bauxitok kutatására alkalmazható távérzékelési módot.

A felszínközeli karsztok, valamint a vékony harmadidőszaki kőzetekkel fedett bauxitok kutatásához elkészíthető egy távérzékelési alapon nyugvó rangsor, ami természetesen nem



2. ábra: Morfostrukturális kiértékelés

1. 20 foknál meredekebb lejtők; 2. Feltehetőleg tektonikusan preformált völgyek; 3. Nyeregpont; 4. Közel vízszintes felszínek; 5. Töbör formák; 6. Medenceperemi terasz, színlő; 7. Neogén. süllyedékek; 8. Rétegfelkibukkanások; 9. Réteglap-felszínek, dőlésiránnyal



3. ábra: Javaslatok a részletes kutatásra c. térképváltozat

1. Bauxit, vagy vörösgyag színindikáció; 2—3. Harmadidőszaki medenceterület; 2. Neogén üledékekkel fedett területek (Csatkai Formáció, Pannóniai képződmények); 3. Triász, vagy eocén aljzat fedetlenül, vagy vékony negyedidőszaki üledéktakaróval fedetten; 4—8. Hegyvidékek területe; 4. Eocén fedő elterjedési határa (az ábrázolt részterületen hiányzik); 5. Réteglap felszínek; 6. Lepusztulási felszínek helyenként karsztos morfológiával; 7. Feltételezett feltolódás öve; 8. Egyéb jellegtelen, vagy kiértékelhetetlen terület; I—IV. Kutatásra javasolt területrészek

jelenti azt, hogy az a rangsor a terület valamennyi nyersanyagát magába foglalja.

Az ilyen területeken feltétlen előnye a távérzékelési módszerek alkalmazásának, hogy nagymértékben megkönnyítik a terepi felvételt, segítik a geofizikai kutatások tervezését, a fúrás-pontok kitűzését, valamint adatokkal szolgálnak a kutatásra legkevésbé alkalmas részterületek kijelöléséhez és mindezek által gyorsabbá és olcsóbbá a tehetik a bauxittelepek kutatását.

FELHASZNÁLT IRODALOM

[1] Robert A. Schowengerdt: Techniques for Image Processing and Classification in Remote Sensing

Academic Press (New York, London...) 1983.

[2] Manual of Remote Sensing I—II. Second edition Amer. Society of Photogrammetry, 1983.

[3] Csillag F.—Remetei F. G.: Földtani célokra kidolgozott távérzékelési előfeldolgozás. Kézirat, FÖMI, Bp. 1983.

[4] Floyd F. Sabins, JR.: Remote Sensing — principles and interpretation (81—82. o.) W. H. Freeman and Co. San Francisco, 1977; 1981.

[5] Mészáros J.: Szerkezetföldtani vizsgálatok a bauxitkutatás szolgálatában. Földtani Kutatás XXIII. évf. 4. sz. (9—12. o.) Bp. 1980.

[6] Knauer J.—Szóts A.—Harrach O.—R. Szabó T.: A Gerence-pusztá, Vinyesándor-majori reménybéli bauxitterület elő- és felderítőfázisú kutatási programja. Bauxitkutató Vállalat, Balatonalmádi, 1981.

[7] Sikhegyi F.: A Kisalföld regionális komplex föld-

tani kutatási programja (6—10. o.). Kézirat, MÁFI, Bp. 1981.

I. Marsi—F. Sikhegyi

*Possibilities for using space imagery
and aerial photographs in bauxite exploration*

Interpretations are carried out in an attempt at developing a kind of space imagery and aerial photographic processing based on a synthetic approach towards the use of both the available space images and the available aerial photographs. Tending to become increasingly more detailed, the pieces of resulting evidence may provide clues to bauxite exploration and forecast.

István Marsi—Ferenc Sikhegyi

*Anwendungsmöglichkeiten von Raum- und
Luftphotoaufnahmen in der Bauxiterkundung*
Mit der Durchführung der Auswertungen versuchten

wir es, eine aufeinandergebaute, nach einer erhöhten Detailliertheit fortschreitende Variante der Bearbeitung sowohl der derzeitigen zugänglichen Raumaufnahmen als auch der Luftaufnahmen auszuarbeiten; die einzelnen Kettenglieder dieser Methode können für die Bauxiterkundung und die Prognosenerstellung eine wirksame Hilfe leisten.

Марши Иштван—Шикхеды Ференц

Возможности применения космических- и аэрофотоснимков в разведке бокситов

После проведения оценок мы попытались на основании наложенных друг на друга обработок как космических снимков, достигнутых в настоящее время, так и аэрофотоснимков, выработать подход с тенденцией возрастающей детальности, отдельные звенья которого могут оказать помощь в области разведки на бокситы и составлении прогноза.