





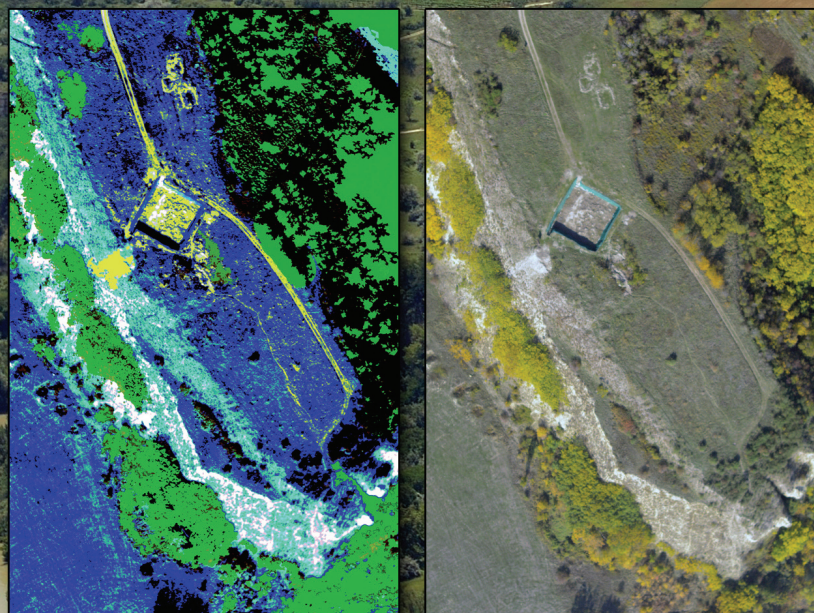


-  Erdős területek
-  Cserjés területek
-  Zárt gyepek
-  Nyílt gyepek a meredek lejtőkön
-  Természetes nyílt löszfelszínek
-  Degradált területek, földes kopárok



Tartalom

Szerkesztői köszöntő 2
Bakó Gábor

A vadszámlálás légi alapokra helyezésének lehetőségei, 3
egy vizsgálatsorozat előkészítése
Takács Ádám

Városi vasúti területek változásának és jelenlegi környezeti 9
állapotának vizsgálata légifelvételek alapján
Tolnai Gábor

Identification of Laterite Bauxite Deposits with Application of 30
Remote Sensing Techniques
Komlóssy György

Az első vízgazdálkodási célú digitális légifénykép-feldolgozási 43
kísérlet Magyarországon (1979)
Licskó Béla

A légi fotogrammetria kezdetei Magyarországon (1916–1925) 47
Bakó Gábor

Szerkesztői köszöntő

A távérzékelés rohamos fejlődésével most talán nehezebb lépést tartani, mint valaha. Új technológiák jelennek meg, módszerek tűnnek el és élednek újjá. Mindez a térképészeti, természetvédelmi és területi tervezésbeli alkalmazások széleskörű elterjedésének köszönhető. A kor emberének látóköre és igényei oly mértékben megnöttek, annyi féle információt szeretne beszerezni, térképen megjeleníteni, rögzíteni, eltárolni, hogy ez kisebb technológiai forradalmat eredményez a nyílt forráskódú térképészeti, képszegmentáló és adatértékelő szoftverek és a hardverek fejlődésében. Talán még sohasem volt ekkora szükség arra, hogy az ember elkezdje megfelelően értékelni helyét és ökológiai szerepét, tisztába kerüljön döntései súlyával, a beavatkozások okozta változások várható mértékével. A táj alapú környezetvédelem nem más, mint a megfontolt, tervezett területhasználat és a táj-értékek megfelelő besorolása. Nemcsak a védendő területekre hívja fel a figyelmet, de rávilágít az anomáliákra, a sürgős beavatkozást igénylő felszínre, és felfedi a potenciális befektetési lehetőséget jelentő, elhanyagolt, degradált felszíneket is.

Mostani lapszámunk éppen az ilyen, terület alapú döntésekhez készített térinformatikai rendszerek felépítésére hoz példákat, majd egy kicsit visszakanyarodva a múltba, szakmatörténeti eseményeket elevenít fel.

Bakó Gábor
2012. december

A vadszámlálás légi távérzékelési alapokra helyezésének lehetőségei, egy vizsgálat sorozat előkészítése

The 1.8-pixel spatial resolution aerial map of the Budapest Zoo created by Interspect Group urges us to improve our photoshooting methods in aerial wildlife counting. This aerial map (the world's highest resolution aerial photomap of 2009) is significant for more reasons. First, it records a huge amount of individuals and their locations at a given time and makes it manageable to count them. Second, when it is compared to a lower resolution photo (5-cm-field resolution photos were taken again after 15 minutes) more individuals can be detected at 1.8 cm spatial resolution since they get visible through trees' crowns. We can detect the whole population where the field is open. It implies that there will be many possibilities in aerial wildlife-counting with the development of photo-technique. In the following article I would like to present our newest efforts and our new research plan, which begin in May 2012. Leaders: Ádám Takács and Gábor Bakó.

According to the experiences of the research group, hang-gliders or high-flying flights below 300 meters create too much disturbance for birds, while the flights above 400 meters does not. With the new camera system we can create aerial maps with excessively high resolution even above 500 meters. From the air we can easily study some hardly observed bird species in their own habitats from our orthophotos. However, these photos need to be taken very fast, since the locomotion of animals may create statistical mistakes.

The selection of sample fields is in progress. Our research focuses on egrets and herons, which birds' colonies are located in huge reed beds, where there are no areas with trees to hide them. In this way we can accurately count the number of breeding pairs.

Bevezetés és előzmények

A levegőből történő vadszámlálást számos esetben sikeresen alkalmazták a világ különböző pontjain. Ezek többsége nagy testű emlősökre koncentrálódik, és általában olyan helyeken történt ahol nincs növényzeti miatt takarás (1. ábra). Ilyen módszert alkalmaznak például Afrikában az afrikai elefántok (*Loxodonta africana*) számolásánál (Jackson et al. 2008). A jegesmedvék (*Ursus maritimus*) esetében Alaszkában (Evans et al. 2003) az élőhely sajátosságai és az állatok mérete miatt a levegőből történő állományfelmérés a leghatásosabb módszer. A szárazföldi emlősök mellett az olyan vízi emlősök felmérésére is alkalmas a légi állományfelmérés, mint a dugongok (*Dugong dugon*) (Kenneth et al. 2006). A felmérések sikerességét nagymértékben befolyásolja az élőhelyek növényzeti borítása.

Az erdős, fás élőhelyeken sokszor csak gyenge eredménnyel alkalmazható a levegőből történő vadfelmérés. Például a fehérfarkú szarvasok (*Odocoileus virginianus*) számolásánál a növényborítottság miatt sok egyed észrevétlen maradt (Potvin és Breton 2005). A nagy testű emlősök mellett több esetben próbáltak madarak fészkelő- és táplálkozóhelyeit felmérni levegőből. A légifelvétel nélküli, csupán emberek által végzett levegőből történő számolások a floridai mocsarakban vegyes gémtelpeknél nem hozták meg a kívánt eredményeket. A fészkelő nagy testű gázlómadaraknak csak egy részét sikerült megfigyelni, és a fészkek felmérésénél is magas volt a hibaszázalék (Frederick et al. 1996). Ausztráliában szintén vizes élőhelyeken próbálták felbecsülni a madarak számát légifelvétel nélkül. A nagy tömeg-

ben megjelenő feltűnő fajok felmérésére megfelelő volt a módszer, azonban a nagy, több fajt tartalmazó madárcsapatok átnézésére a nagy repülési sebesség miatti rövid megfigyelési idő kevésnek bizonyult, ezért a földi megfigyelés fajszámok tekintetében jelentősen pontosabb

volt (Kingsford 1999). A légifelvétel előnye, hogy egy adott pillanatban rögzíti az állatok tartózkodási helyét, ezért ha megfelelő felbontású a felvétel, akkor könnyedén meg lehet számolni, hogy pontosan hány egyed található az adott területen. Floridában ezzel a módszerrel



1. ábra. Szélesszájú orrszarvú borjával a Fővárosi Állat és Növénykert világrekord felbontású légifelvétel-térképének részletén



2. ábra. Flamingók a budapesti állatkertben. Az azonosításkor az egyedek különböző méretét, fejlettségét és testtartását is figyelembe kell venni.

A vadszámlálás légi távérzékelési alapokra helyezésének lehetőségei

mértek fel hóbatla (*Eudocimus albus*) és nagy kócsag (*Ardea alba*) telepeket, azonban ezeken a felvételeken a legtöbb faj pontos beazonosítása nem lehetséges (Williams 2008).

Az Interspect kft. által a Fővárosi Állat- és Növénykertről készült 1,8 cm pixelátmérőjű képeken már lehetséges több olyan testméretű állatfaj elkülönítése, amelyek hazánkban is előfordulnak. A madárfajok közül látható a fehér gólya (*Ciconia ciconia*) (3. ábra), a kormorán (*Phalacrocorax carbo*), a tőkés réce (*Anas platyrhynchos*) és a parlagi galamb (*Columba livia forma domestica*) is. Ezeknél a fajoknál kisebb méretű madarak meghatározása valószínűleg szinte lehetetlen ilyen felbontásnál, de a világrekord felbontású légifelvétel-térkép több szempontból is elgondolkodtat bennünket. Egyrészt a biztonságosan felismerhető

egyedek száma nagy, a felvétel pedig egy adott időpillanatban rögzíti azok tartózkodási helyét. Másrészt azt is megfigyelhetjük, hogy a kisebb felbontású felvételhez képest (a felvételezést a szerzők negyedórán belül 5 cm terepi felbontásban is megismételték) jóval több egyed kerül ki a takarásból, ami a lombok közötti terület jobb áttekinthetőségének tudható be. Azokon a területeken, ahol a nyílt térszín a teljes állomány azonosítását lehetővé teszi, teljes létszámfelmérések végezhetőek.

Mindez arra utal, hogy a technológiai fejlődés előrehaladtával nagy lehetőségek rejlenek a képrögzítéses légi vadállomány-felmérésben. A cikkben szeretném bemutatni legújabb törekvéseinket és a Bakó Gáborral együttesen vezetett, 2012. májusától elinduló vizsgálatsozrat tervét.



3. ábra. Ilyennek látjuk a fehér gólyát (*Ciconia ciconia*) 1,8 cm terepi felbontású ortofotón. 2009 óta a technológia jelentősen továbbfejlődött. A vizsgálatoktól azt várjuk, hogy a felbontás további növekedése határozott egyedszámlálási lehetőséget biztosít bizonyos gémfajok telepeinek és egyéb nagytestű madarak esetében is.

Előzetes vizsgálatok

Az 1,8 cm-es terepi felbontású ortofotók alapján már több madárcsoportot is fel lehet ismerni, bár legtöbb esetben a faji szintű meghatározáshoz ez a felbontás kevésnek bizonyul.

Nagy kárókatona (*Phalacrocorax carbo*)

A nyílt, világos felületeken ülő madarak könnyedén felismerhetők, nagy termetük, egyöntetű fekete tollazatuk és világos csőrük miatt (a világos csőr nem minden esetben megfigyelhető). Sötétebb háttér esetén a madarak észrevétele nehezebb lenne, vagy a faj beazonosítása sem volna lehetséges.

Fehér gólya (*Ciconia ciconia*)

A faj felismerése a felvételeken 1,8 cm-es terepi felbontásnál lehetséges. Ez annak köszönhető, hogy a madárnak jellegzetes a testtartása, a színezete, valamint viszonylag nagy testmérettel rendelkezik. Magyarországon nincs még egy ilyen termetű, fekete-fehér színezetű, nyúlánk alakú madárfaj. Ezt a madárfajt 4,6 cm-es terepi felbontásig fajra pontosan meg lehet határozni.

Tőkés réce (*Anas platyrhynchos*)

Ezeknek a vízi madaraknak felülről nézve jellegzetes alakjuk van, ami miatt könnyen megmondható, hogy valamelyik, a lúdalakúak (*Anseriformes*) rendjébe tartozó fajról van szó. A nászruhas gácsérok faji azonosítása világos csőrük, sötétzöld fejük, szürkés hátuk miatt könnyűnek mondható 3,9 cm-es terepi felbontásig. A tojók, a fiatalok és a nyugalmi ruhás egyedek pontos faji azonosítása azonban még az 1,8 cm-es terepi felbontásnál sem lehetséges, de az biztosan megmondható róluk, hogy valamilyen récefélék (*Anatidae*) láthatóak a képen.

Az 1–2 cm terepi felbontásnál valószínűleg azonosítható fajok közé tartozik számos vízimadárfajunk, mint a gémelek, kócsagok, récék, ludak, hattyúk, kormoránok valamint a Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület címermadara a túzok (*Otis tarda*) is. A levegőből történő megfigyelés megtervezésénél a testméret mellett figyelembe kell venni az élőhelyet, az életmódot, valamint az élőhely nagyságát és a fajok mozgékonyágát. Szem előtt kell tartani, hogy csak akkor végezhetünk átrepüléseket, ha a repülési magasságból adódóan azok semmiféle zavarást nem okoznak és a vizsgált közegre nincsenek számottevő hatással.

Hazánk erdeiben több nagy testű madárfaj is fészkel, mint a sasok, ölyvek, héja (*Accipiter gentilis*) vagy a fekete gólya (*Ciconia nigra*), azonban a lombzat takarása miatt ezek fentről számunkra láthatatlanok. Míg például a bölömbikánál (*Botaurus stellaris*) vagy a vörös gémnél (*Ardea purpurea*) a környezetükbe való beolvadás jelent gondot, de ezek észlelhetőségére a vizsgálatoktól várjuk a választ.

A módszer természetvédelmi jelentősége elsősorban az olyan nehezen megközelíthető helyek pontos felmérésénél lehet nagy, mint a nádasok gémtelepei. Ezek a helyek feltehetően jól térképezhetővé válnak a módszer segítségével a nagy kócsag, a kis kócsag (*Egretta garzetta*), a szürke gém (*Ardea cinerea*), a bakcsó (*Nycticorax nycticorax*) és a kanalasgém (*Platalea leucorodia*) földön nehezen feltérképezhető telepei is. Az, hogy a költő párok számát pontosan meg lehet-e határozni valamint, hogy a madarak elhelyezkedését milyen szinten lehet rögzíteni, a legfontosabb kérdések közé tartozik. Egy másik célterület lehetne a túzokok és fészkeiknek megszámlálása és elhelyezkedésüknek pontos meghatározása az olyan mezőgazdasági terüle-

A vadszámlálás légi távérzékelési alapokra helyezésének lehetőségei

teken, amelyek potenciális fészkelő területnek számíthatnak. Így elkerülhető a különböző gépi munkálatok miatt történő fészek- és madárpusztulás.

A csoport tapasztalatai szerint a 300 méteres repülési magasság alatti sárkány- illetve nagyrepülőgépes áthúzások jelentős zavarást eredményeznek, míg a 400 méter fölötti manőverek nem zavarják meg a költőtelepek nyugalalmát. A rendkívül nagyfelbontású fotótérképek előállítását az új kamerarendszerrel 500 méter felett is lehetséges. A nagysebességű nagygépes áthúzások jó alkalmat jelentenek arra, hogy betekintést nyerjünk a ritka, különleges, nehezen megfigyelhető madarak rejtett szférájába, az éles, dinamikus és gyorsan készített felvételek segítségével. A gyorsaság azért nagyon lényeges vadszámlálásnál, mert az állatok helyváltoztatása a statisztikai adatok hibáját eredményezheti.

Konklúzió

A fotogrammetriai gyakorlatban előállított, települési és védett területek tematikus feltérképezésére használt ortofotó-térképeken az állatvilág beazonosítása család vagy faji szinten nem lehetséges, mivel a felbontás még nem teszi lehetővé ezt. (A magyarországi gyakorlatban a települések rendezési terveihez, közigazgatási feladatokhoz készülő ortofotókon egy pixel átmérője >5–10 cm, az országról készülő légi és űrfelvételek felbontása csupán 50, esetleg 40 cm.) Afrikai felmérések esetében kivételt képez egy-két olyan nagy testű emlős, mint például az elefánt vagy az orrszarvú, amelyek kifejlett példányai testméretükből adódóan azonosíthatóak, de a magyar fauna nem rendelkezik ilyen testméretű vadon előforduló fajokkal. Ezért annak érdekében, hogy a vad-

számlálás légi távérzékeléses módszerét hánkban fel lehessen használni, mindenképpen kisebb pixelméretű, nagyobb léptékű felvételek szükségesek.

Az új légi szenzorok lehetőséget biztosítanak erre, ahogyan azt a 2009. szeptember 2-i példa is bizonyítja. A felvételek ilyen irányú felhasználása még tesztelésre szorul. A nagy terepi felbontás előnyeit vizsgálva olyan útmutató előállítását tűztük ki célul, amely meghatározó lehet a légi vadszámlálás detektáló eljárásokra történő átültetésében.

Javaslatok

Javasoljuk egy, az új, nagy érzékenységgű légi fotogrammetriai eljárásokat a biológusok és ökológusok szolgálatába állító, a kifinomult, nagyrésztelenségű, képrögzítéssel eljárásokon alapuló légi vadszámlálási módszerek kidolgozását. Az ilyen irányú kutatást megkezdjük a környezetvédelmi szervezetekkel, vadvilág-megőrzési szakértőkkel folyamatos konzultációt fenntartva. Az első vizsgálati periódusban vízimadarak fészkelőtelepeinek részletes felmérését tűzzük ki célul. A mintaterületek megválasztása folyamatban van. Elsősorban azokra a fajokra koncentrálnunk, ahol nem vagy csak kevésbé jellemző a telepeken a fás szárú növények általi kitakarás, ezáltal pontos felmérésre nyílik lehetőség.

Irodalom

- Evans, J. T., Fischbach, A., Schliebe, S., Manly, B., Kalxdorf, S., York, G. 2003: Polar bear aerial survey in the Eastern Chukchi Sea: A Pilot Survey. *Arctic* 56(4): 359–366. o.
- Frederick, P. C., Towles, T., Sawicki, R. J., Bancroft, G. T. 1996: Comparison of aerial and ground techniques for discovery and census of wading bird (Ciconiiformes) nesting colonies. *The Condor* 98:837–841. o.

- Jackson, T. P., Mosojane, S., Ferreira, S. M., van Aarde, R. J. 2008:* Solutions for elephants *Loxodonta africana* crop raiding in northern Botswana: moving away from symptomatic approaches. *Oryx* 42(1):83–91. o.
- Kingsford, R. T. 1999:* Aerial survey of waterbirds on wetlands as a measure of river and floodplain health. *Freshwater Biology* 41:425–438. o.
- Pollock, K. H., Marsh, H. D., Lawler, I. R., Alldredge, M. W. 2006:* Estimating animal abundance in heterogeneous environments: an application to aerial surveys for dugongs. *Journal of Wildlife Management* 70 (1):255–262. o.
- Potvin, F., Breton, L. 2005:* From the field: Testing 2 aerial survey techniques on deer in fenced enclosures – visual double counts and thermal infrared sensing. *Wildlife Society Bulletin* 33(1):317–325. o.
- Williams, K. A., Frederick, P. C., Kubilis, P. S., Simon, J. C. 2008:* Bias in aerial estimates of the number of nests in white ibis and great egret colonies. *Journal of Field Ornithology* 79(4):438–447. o.

Takács Ádám

Interspect Kutatócsoport
Szent István Egyetem

Városi vasúti területek változásának és jelenlegi környezeti állapotának vizsgálata légifelvételek alapján

Significant parts of industrial and traffic zones or brownfields of Budapest are the former and still used railway lines, stations and areas of logistical and operational activities. As a subject for urban geography and city-framework researches, the study of spatial and temporal changement of these zones is worth dealing with. At the same time, as a result of the decrease in railway transports, the proportion of unused areas is in growth. In the interest of their rehabilitation and transformation environmental focused surveys are required. To complete this double purpose, recent and archive aerial photographs can be considered as ideal visual resources to follow and map the development and decline of railway zones, meanwhile actually available large-scale photos make possible to analyze and plot the environmental condition of these areas or to estimate the level of some special aspects of pollution. This paper deals with some possible methods of the above-presented survey. The base of the project was the trainee program of Interspect Kft, and the analyzed aerial photos are gathered from the Archive of the Institute and Museum of Military History and the database of Interspect Kft. The selected area is the neighborhood of Soroksári út, which was one of the most important concentrations of industrial and railway zones of Budapest.

Bevezetés

Budapest városias beépítettségű területeinek jelentős részét alkotják egykori és jelenlegi ipari és közlekedési zónák, ezeken belül pedig az egyik legjelentősebb területhasználó a vasút. A fővonalak bevezető szakaszai és a nagy személyforgalmú fej- és átmenő pályaudvarok mellett kiterjedt térségeket foglalnak el a szállításhoz, logisztikához, valamint üzemeltetéshez, karbantartáshoz kapcsolódó különböző tevékenységek helyszínei. Várostartörténeti szempontból érdekes ezek térbeli és időbeli változásainak feltárása. Ugyanakkor közöttük – a vasút forgalomcsökkenése miatt – egyre több az alulhasznosított vagy kihasználatlanul álló léte

sítmény. Ezek további sorsának, átalakulásának vonatkozásában (az esetleges rehabilitáció előkészítésében) releváns a vasúti területek környezeti szempontú állapotelemzése. E kettős cél megvalósításához kiváló alapot nyújthatnak az idősoros légifelvételek, melyeken nyomon követhetjük a vasúti funkciójú területek fejlődését, és azok jelenlegi környezetéről is számos információt nyújtanak. Jelen tanulmányban az Interspect Kft. gyakornoki programja keretében elvégzett ilyen irányú kutatómunka (a Soroksári út környékének vizsgálata) eredményei kerülnek bemutatásra.

Városi vasúti területek a Soroksári út mentén

A külső-ferencvárosi vasúti területek fejlődése

Bár a Pestről kiinduló első vasútvonal (Pest–Vác) már 1846-ban megnyílt, az igazi vasúti csomóponttá – és ezzel párhuzamosan nagyvárossá, gyáripari központtá – fejlődés az 1873-as város-egyesítést követően bontakozott ki. A vasúti funkciójú területek rohamos terjeszkedésére jellemző, hogy míg 1873-ban mintegy 34 km-nyi vasútvonal volt Budapest közigazgatási területén, összességében 165 km vágányhosszal, mintegy 210 hektárt elfoglalva; 1896-ban már több mint 150 km a vasúti pályák hossza, mintegy 480 km-nyi vágányhosszal és összesen 510 hektárnyi kiterjedéssel. (Budapest félszázados fejlődése 1925 [szerző nélk.]) A várostól délre fekvő, Ferencváros külső részén található nagy kiterjedésű, beépítetlen területek kiváló terepet nyújtottak a bővüléshez. Ezt kihasználva, 1877-ben épült meg a budapesti vasúthálózat gerincének is tekinthető Összekötő vasútvonal, és hozzá kapcsolódóan a vasúti Duna-híd. E tengelyhez kapcsolódott azután az 1882-ben megnyitott szabadkai vonal, mely az Alföld déli területeiről származó mezőgazdasági termények fő szállítójaként működött. Ekkortól kezdve Középső- és Külső-Ferencváros Budapest egyik legfontosabb vasúti zónája lett. Itt hozták létre az ország legnagyobb rendező pályaudvarát, a Ferencvárosi pályaudvart (1885), és itt épült fel a legjelentősebb élelmiszeripart kiszolgáló teherpályaudvar, a Duna-parti pályaudvar és a hozzá vezető vasúti delta is (1888). (Továbbá 1887-ben adták át a Közvágóhídig közlekedő Haraszi [később Ráckevei] HÉV-et is.) Közeliükben gyárak és egyéb ipari létesítmények sokasága alakult ki, melyek iparvágányaikkal így közvetlenül az ország egyik kiemelkedő fontosságú vasúti zónájához csatlakozhattak. Az előbbi mellé települtek a Marha-

és Sertésvágóhidak, valamint a Kén utcai és Ilatos úti vegyipari üzemek, utóbbi mellett pedig a világ élvonalába tartozó budapesti malomipar legnagyobb telephelyei épültek ki. A szerény külvárosból gyárvárossá növekvő Ferencvárosra az élelmiszeripar dominanciája miatt hamarosan ráragadt a „Budapest gyomra” gúnynév is. A zóna virágzása egyértelműen a kiváló közlekedési kapcsolatoknak volt köszönhető. (ed. Götz E. – Orbán Gy. 2010)

A Millenniumot követően Budapest vasúthálózata döntően nem újabb fővonalak, összekötő hálózati elemek vagy pályaudvarok építésével bővült, hanem nagyszámú iparvágány-lefektetéssel. A két világháború közötti időszakban még csekélyebb változások történtek a főváros vasúthálózatának szerkezetében, a fejlesztési tervek a gazdasági nehézségek miatt nem valósulhattak meg. A hálózat gyakorlatilag ekkori formájában, kedvező és kedvezőtlen elemeivel együtt, rögzült hosszú évtizedekre. (Preisich cop. 2004) Az általános trenddel szemben Külső-Ferencvárosban még ezekben az évtizedekben is látványosan bővültek a vasúti területek: a Kvassay-zsilip megépítése (1910–20-as évek) után az Összekötő vasúti hídtól délre eső partszakaszokon kikötőket létesítettek mind a főág, mind a Soroksári-Duna-ág mentén (Szénkikötő és Ferencvárosi-kikötő), és ezeket vasúti kapcsolattal is ellátták. Az utóbbi területen épült fel az új Nagyvásártelep is (1929–32), melynek raktárhelyiségeihez vágányok tucatjai (összességében két kilométernyi sín-pár) kapcsolódtak. A telepen évente 12–14 000 vagon fordult meg, az ország mezőgazdasági exportjának jelentős része itt haladt keresztül. (ed. Józsné Halász 1998) Ebben az időszokban építettek a Soroksári úti állomás mellé egy több mint húsz vágányból álló rendező pályaudvart is, mely az 1928-tól működő Csepeli Szabadkikötő felé irányuló MÁV-forgalmat volt hivatott kiszolgálni.

Városi vasúti területek változásának és jelenlegi környezeti állapotának vizsgálata...

Miközben a Külső-Ferencvárosban ilyen dinamikusan bővültek a vasúti területek, a Boráros tér környékén egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a teherpályaudvar csak akadályozza a város további egészséges térbeli fejlődését. Ennek ellenére nem történt meg a vasúti és raktározási területek eltüntetése, a terület lakóövbé való integrálása. Bár a belvároshoz legközelebb eső részeken már nem állították helyre a vasúti közlekedést a második világháború után, a Petőfi hídtól délre eső, egyre inkább kihasználatlan vágányhálózatot még jó ideig nem számolták fel. Fokozatos átalakulás csak a rendszerváltás után kezdődött. 1993-ban, a Bécs–Budapest EXPO előkészítése érdekében tüntették el a síneket a Duna-partról, majd miután a világkiállítás elmaradt, a vasúti sínektől mentesített, közművesített telkeket ingatlanfejlesztő és irodaépítő cégeknek adták el, valamint Duna-parti sétány kialakításába kezdtek. A terület déli részén épült fel az új Nemzeti Színház és a Művészetek Palotája. Az iroda- és lakóingatlanfejlesztési befektetések nyomán mostanra vált teljessé a Soroksári út belső szakaszának Duna felőli oldalán húzódó épületsor. Ma e területen a vasúti funkció utolsó nyoma a Csepeli HÉV – Duna-partot sajnálatos módon elrekesztő – vágánypárja.

Az 1995-ben átadott Lágymányosi híd (ma Rákóczi híd) felhajtójától és az összekötő vasútvonal töltésétől délre eső területeken is jelentős változások következtek be. 1998-ban elbontották a HÉV-síneket és a felvételi épületet. A megüresedő területen hozták létre a Könyves Kálmán körutat a Kvassay úttal összekötő Kvassay-áttörést 2006-ban. A Duna-parti pályaudvar megszűnésével feleslegessé váló, töltésen futó deltavágányt is megszüntették (csak a Ferencvárosi pályaudvar és a Soroksári úti állomás felé tartó sínek közti ívet hagyták meg). Felszámolták a környék ipari vágányainak zömét is: a Nagyvásártelep területén található

és a vágóhidakhoz, vegyi üzemekhez vezető sínpárokat is nagyrészt felszedték. Az ezek helyén kialakuló üres terület egyelőre kihasználatlanul áll. Mára tehát szinte csak a rendező pályaudvarok vágányai és a keletibei vonal ide eső szakasza, a Gubacsi hídon át Csepel felé vezető sínpár, valamint a HÉV-vonalak maradtak épek, de ezek sorsa is vitákat kelt, hiszen különböző áthelyezési javaslatok láttak napvilágot.

A mintaterület lehatárolása

A mintaterület pontos lehatárolásakor cél volt, hogy az egykori és jelenlegi Duna-parti vasúti területek minél szélesebb spektruma kerüljön bemutatásra (a teljes mértékben funkciót váltottaktól a ma is MÁV-kezelésben álló területekig). Így – a rendelkezésre álló légifelvételek adta lehetőségeket kihasználva – északi határának a felszámolt Duna-parti teherpályaudvar Belváros felőli végét, a Boráros teret, déli határának pedig a Soroksári úti rendező pályaud-



1. térkép. A vizsgálati terület kiterjedése (Saját szerkesztés az EOTR 65-411 – 65-414 szelvények felhasználásával)

varról a Gubacsi hídra vezető pályaszakaszt környező területeket jól azonosíthatóan, vonszerűen lehatároló Csepeli átjárót választottuk. Az egykori nagy élelmiszeripari és -kereskedelmi területeket érdekesnek tartottuk együtt vizsgálni, ezért terjesztettük ki a mintaterületet a vágóhidak környékére is. Nyugati irányból a Duna és a Soroksári-Duna-ág kínálkozott természetes határként. Így végül az 1. térképen látható lehatárolás született.

Az egykori Duna-parti pályaudvar megújult zónája (a mai Millenniumi Városközpont), a Nagyvásártelep elbontott, de azután üresen hagyott térsége, valamint a Soroksári úti vasútállomás és rendező pályaudvar jelenleg is üzemelő, de csekély kihasználtsággal jellemezhető területe együttesen szolgáltatnak példát a városi vasúti térségek átalakulásának fázisaira. A már lezajlott, a folyamatban levő – és a jövőben tervezett átalakítások együttese, a „lépcsőfokok” észak-déli irányú térbeli egymásutánisága teszi érdekessé a Soroksári út környezetét.

A vizsgálatához kiválasztott légi-felvételek feldolgozása

A képi anyag forrása

Az idősoros vizsgálat alapjául Bakó Gábor 2011 szeptemberében, Interspect IS 4 digitális mérőkamerával, 10 cm/pixel terepi felbontással, a Soroksári-Duna-ág és a Soroksári út környezetéről készített légifelvételei szolgáltak.¹ (1. ábra)

A múltbeli állapotok feltárásához a Hadtörténeti Intézet és Múzeum Térképtárában fellelhető archív légifotók kerültek felhasználásra. Ennek segítségével bő nyolc évtizednyi időintervallumot sikerült a vizsgálatba bevonni. A vizsgált térségről rendelkezésre álló legkorábbi felvételek a magyar fotogrammetria hőskorából, 1927-ből származnak (a fényképezés oka, hogy a Soroksári út menté vasúti, ipari zónaként stratégiai szempontból kiemelten fontos terület volt); ezek Zeiss típusú kamerával, üveglemezre készítettek, majd papírra is nagyított fotók (2. ábra).



1. ábra. Bakó Gábor 2011. szept. 27-i felvételsorának egy eleme



2. ábra. A Hadtörténeti Térképtár Archívumából származó 1927-es légifelvétel (nyilvántartási szám: 65803)

A következő felvételezés háttérében is stratégiai indokok húzódtak: a Budapestet ért első légitámadás (1944. április 3.) után – kárfelmérési célból – készült fényképek ezek, melyeket Wild típusú kamerával, nagyformátumú filmre készítettek (3. ábra, Bakó Gábor, az Interspect Kft. ügyvezető igazgatójának és Hegedűs Ábel, a Hadtörténeti Térképtár tanácsosának szóbeli közlése alapján). A bombázás elsődleges célpontja a Ferencvárosi rendező pályaudvar és a Soroksári úti ipari zóna voltak, ezért e térség vizsgálatához nagyon jól felhasználhatóak a képek.

A további időszakban készült felvételeket is találhatunk az archívumban (a helyreállítások korszakából [1950-ből és 1953-ból], illetve a szocializmus további évtizedeiből [1956-ból, 1962-ből, 1980-ból és 1987-ből] származó légitó-fotó-sorozatok), de a nagyobb repülési magasság miatt ezek léptéke (ezáltal felbontása és minősége) jóval alacsonyabb szintű, ezért csak általánosabb, nagyobb zónákra vonatkozó információk forrásaként lehet őket felhasználni.

Kedvező ugyanakkor a kutatás szempontjából, hogy a vizsgált terület igen látványos változásai pont az 1920-as és az 1940-es évek között történtek, így az 1927-es és 1944-es felvételek jó kiindulási alapot szolgáltatnak.² A papír alapú archív felvételek – a technikai korlátok miatt –



3. ábra. A Hadtörténeti Térképtár Archívumából származó 1944-es légifelvétel (nyilvántartási szám: 61899)

600 dpi felbontással lettek beszkenelve. Az üvegnegatívokat egyébként jóval nagyobb felbontással (1200–6400 dpi) kellene szkennelni. (Bakó 2011)

A kiválasztott felvételek feldolgozása (módszertani összefoglalás)

A kiválasztott felvételsorok feldolgozásának első lépéseként – a mintaterület felszínviszonyainak figyelembevételére alapján – síktranszformációt hajtottunk végre.³ Legmegfelelőbb ortokorrekciós lehetőségnek a polinomiális modell bizonyult, melyet minden felvétel esetében először egyszerűbb, elsőfokú függvénnyel, majd összehasonlításképpen másod- és harmadfokú függvénnyel futattunk le. A használt transzformációs függvény jellemzője, hogy a kitevő értékének növekedésével a kontrollpontokban (GCP-kben) a kép egyre pontosabban illeszkedik a referenciarendszerhez, a GCP közötti képrészek vizuálisan viszont növekvő torzulás lép fel. A terep adottságai miatt (mivel a biztosan azonosítható épületek messze nem egyenletesen helyezkedtek el, mert az átalakulásban levő vasúti, ipari és raktározási zónában bizonyos részekben teljesen lebontották az ilyen objektumokat, másutt pedig évtizedek óta változatlanul fellelhetőek) a torzuló, kontrollpont nélküli képrészek nagysága erősen ingadozó volt. Ezért a különböző függvényekkel transzformált, így különböző mértékben torzuló képek esetében választani kellett a kontrollpontok minél tökéletesebb illeszkedése és a kép egészének minél csekélyebb torzulása között. Mivel elméleti úton nehéz lett volna meghatározni, hogy hányadfokú függvény biztosította volna a lehető legpontosabb transzformációt a felvételsor egészének tekintetében, gyakorlati összehasonlítás útján (referencia térképpel és egymással való fedésbe hozás után átlátszóságot ki-bekapcsoló csúszka mozgató-

sával) került kiválasztásra a leginkább megfelelő kimeneti állomány.⁴ Szabályként csak annyi volt megállapítható, hogy azon felvételek esetében, amelyeken a GCP-k erőteljesen egyenetlenül, a felvétel egy részére összpontosultak, nem volt érdemes, csak elsőfokú függvényt használni. A harmadfokú függvényt, bár kis részterületekre olykor a másik kettőnél is kedvezőbb eredményképet adott, végül elvetettük, mert használható nagyságú területekre vonatkozóan nem adott jó eredményt.

A transzformációt követően történt meg a pixelháló újra-mintavételezése. Mivel a kimeneti állomány további felhasználási célja elsősorban a vonalas elemek detektálása és a beépítettség vizsgálata volt, a képélesítő hatású, zajokat eltüntető, jó képminőséget adó köbös konvolúció módszere bizonyult ideálisnak. Ennek pixel-intenzitásértékeket módosító hatása nem befolyásolja negatívan a vizsgálati lehetőségeket, hiszen az árnyalati pontosságnál ez esetben fontosabb az alaki pontosság. A felbontás mélységének megőrzése érdekében az exportálást megelőző beállítások során indokolt volt a kimeneti cellaméretet a bemeneti 10 x 10 cm-es értékkel egyenlővé tenni.

A transzformált képek mozaikolásánál kiemelt szempont volt, hogy a felvételek egységes képi világának megteremtése érdekében a vágóvonalak olyan helyekre kerüljenek, ahol a kép elemei pontosan találkoznak, illetve a hisztogram-kiegyenlítési módszerek minél kifinomultabbak legyenek.⁵

A 2011-es állapotot rögzítő felvételsorozat transzformálása, újramintavételezése és mozaikolása után eredményül kapott állomány és az EOTR vonatkozó szelvényei a továbbiakban közösen szolgálták az archív felvételek rektifikálásának alapjául. Az 1944-es fényképek tartalmi elemeinek illesztőpontként való alkalmazásakor nagy segítséget jelentett, hogy az azóta változatlan tereptárgyak (elsősorban gyár- és rak-

Városi vasúti területek változásának és jelenlegi környezeti állapotának vizsgálata...

tárepületek) megfelelő pontjait fényképen is tudtuk azonosítani, és azokat referencia koordinátaként felhasználhattuk. Ezt követően az 1927-es felvételeknek az 1944-es, már vetületbe forgatott fényképekhez illesztése következett. Ebben a folyamatban váltak még nyilvánvalóbbá a légifelvételek referenciaállományként való felhasználásának előnyei, hiszen az 1927-es fényképeket igen nehezen lehetett volna kizárólag az EOTR szelvényei alapján transzformálni, az 1944-es fotókon azonosítható tereptárgyak sokkal nagyobb segítséget jelentettek. Ez az időben fokozatosan visszafelé haladó módszer biztosította azt, hogy mindhárom időpontra sikerült elegendő illesztőpontot találni, és így megfelelő pontosságú georeferált állományokat létrehozni. Ugyanakkor néhány egyértelműen változatlan pont segítségével az EOTR térképhez való folyamatos viszonyítás lehetősége is adott volt, ami egyben a pontosság újraellenőrzését is segítette.

A vizsgált vasúti területek változásának térképezése

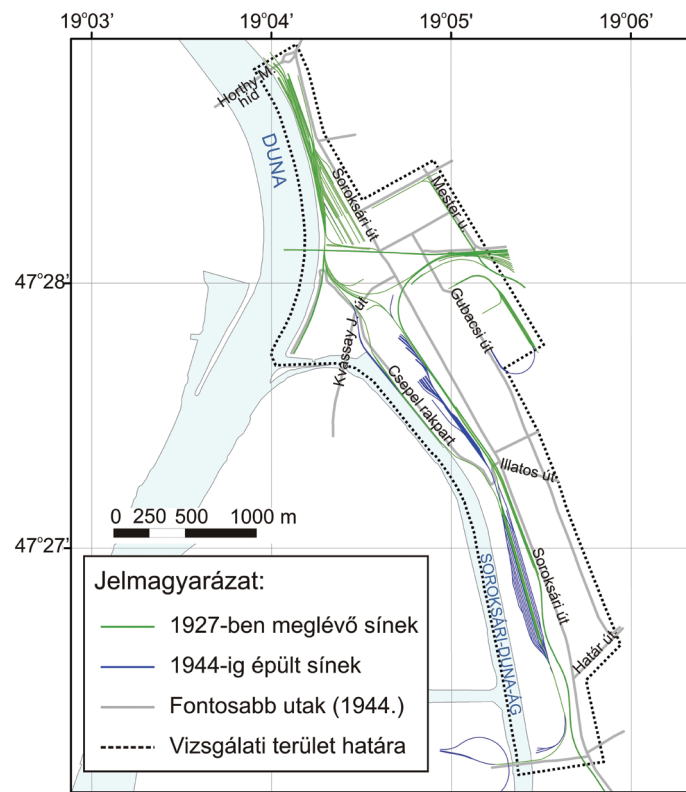
A térképezés alapjául szolgáló geoinformatikai adatbázis létrehozása

A mintaterületre vonatkozó légifelvételek feldolgozásával készült három mozaikolt állomány (földrajzi koordinátákkal ellátott raszteres alap) nem automatizált interpretálása során jött létre az a vektorizált állomány, amely alapján a továbbiakban a térképezés lezajlott. A generalizálás mértékét a későbbi hasznosítás célja határozta meg, így a legrészletesebb feldolgozás a vasúti területek vonatkozásában történt. (Az általános térképekre jellemző, a vasúti pályáknak, illetve állomásoknak és pályaudvaroknak csak a jellegét visszaadó ábrázolásmódon túlmenően a rendező- és iparvágányok, valamint a ma már

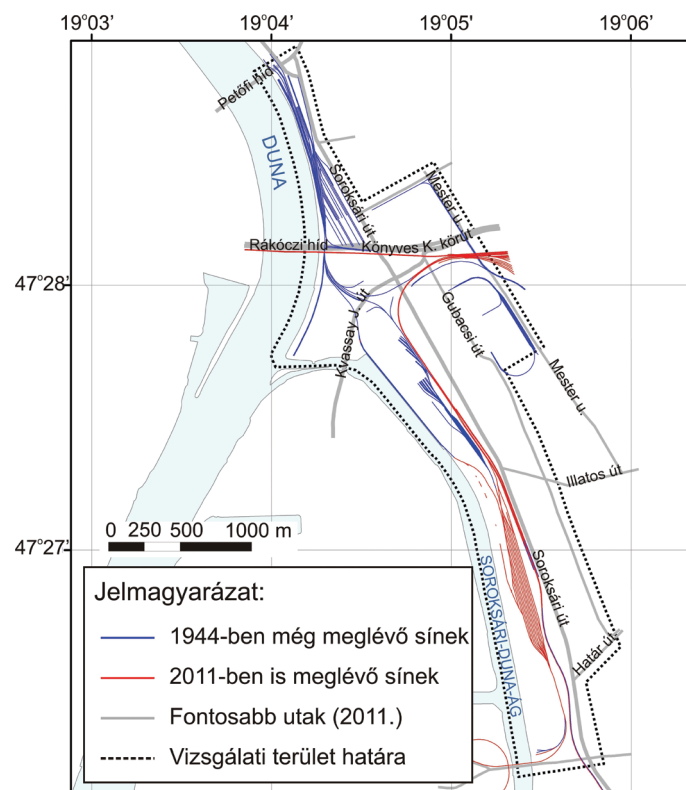
használaton kívül levő sínpárok is a lehető legnagyobb pontossággal kerültek rögzítésre, míg a környező ipari és raktározási zónák esetében már erősebb generalizálást alkalmaztunk, az elemzéshez elegendő volt az épület- és telektömbök szintjén való kategorizálás.)⁶

Az Interspect nagy terepi felbontású képei egyaránt biztosítottak lehetőséget a jelenlegi vasúti területeket lehatárolására és a ma már nem használt, vagy teljesen fel is számolt vasúti objektumok nyomainak kutatására, így annak időbeli változását már a jelen állapotból kiindulva vizsgálni kezdehettük. Fontos volt ez azért is, mert az archív felvételek esetében, melyek ugyan korabeli viszonylatban nagyon jó minőségűnek tekinthetőek, már nem volt ennyire kedvező a helyzet (hiszen ezek csak 600 dpi-s felbontású, gyengébb terepi felbontású, szürkeárnyaltos képek). Bár e korábbi légifotókon is döntő részben kivehetőek a vékony vonalas elemek is (pl. a vasúti sínek), a teljességre törekvő feltárás és a topológiai egybeesések biztosítása érdekében a vektorizálás a térképi aktualizálás módszerének fordítottjaként zajlott. Azaz az elsőként elkészített, mai állapotra vonatkozó állomány objektumainak összességét alakítottuk vissza az idősorban eggyel korábbi képek alapján készült mozaikon látható állapotokhoz, majd ugyanígy jártunk el az 1944-es és 1927-es mozaik vonatkozásában is.

A vektorizált állományok vonalas és poligon jellegű objektumaihoz attribútumokként kapcsolódnak a különböző funkcionális kategóriák⁷, amelyek alapján térbeli lekérdezési műveletek segítségével szemléletes módon, változástérképeken jeleníthető meg a vizsgálat témája. Vonal típusú objektumok (a vágányhálózat) esetében két egymást követő vizsgálati időpontra vonatkozó adatbázisból származó ilyen tematikájú rétegek fedésbe hozásával tökéletesen kirajzolódnak a változások. Elméletileg a két időpont rétegeinek mindkét elhelyezési lehetőségét al-



2. térkép. A vasúti területek változása a Soroksári út mentén (1927–1944)



3. térkép. A vasúti területek változása a Soroksári út mentén (1944–2011)

Városi vasúti területek változásának és jelenlegi környezeti állapotának vizsgálata...

kalmazni kellene, hiszen a létrejövő elemeket a korábbi időpontra vonatkozó objektumcsoportnak a későbbi állapotot ábrázoló fölé helyezéssel, a megszűnő elemeket pedig ennek fordítottjaként, az alsó réteg fedetlenül maradt részei alapján kaphatnánk. A gyakorlatban azonban a két vizsgált periódus (1927–1944, 1944–2011) közül az elsőben csak bővült, a másodikban csak visszaszorult a vágányhálózat, így csak az ezeket kimutató rétegsorrenddel létrehozott térképekre volt szükség (2. és 3. térkép).

Ez a két térkép tükrözi a vasúti területek déli, azaz a belvárostól távolodó irányba történő kitolódását. Míg 1927-ben az Összekötő vasúttól délre a vágóhidak és a kikötők iparvágányain kívül szinte csak nyíltvonali területek voltak (a későbbi rendező pályaudvar helyén is csak néhány vágánnyal rendelkező állomás volt), az 1940-es években már nagy kiterjedésű vasúti forgalmi-kereskedelmi és üzemi létesítményeket találunk itt is. A felépülő Nagyvásártelep központi csarnoka és egyéb raktárai között sínpárok hálózta be a szabad területeket, és ehhez kapcsolódóan épültek rendezővágányok is, de még jelentősebb a Soroksári úti állomásról kiágazó új rendezőpályaudvar, ahol több mint 20 párhuzamos rendezővágányt alakítottak ki (2. térkép).

A mintaterületen a sínek által elfoglalt zóna súlypontja napjainkra még inkább déli irányba tolódott, de ezt már nem újabb építkezések eredményezték, hanem a rendszerváltás utáni vágányfelszedések. Eltűntek a Duna-parti teherpályaudvar, majd az oda vezető vasúti delta és a Nagyvásártelep, valamint a Ferencvárosi kikötő vágányai, és az ezeken kívüli (vágóhidak környéki) iparvágányok nyomvonalát is már csak alig néhány környező terepi elem irányultsága sejteti. Mindezek eredményeként a vasúti funkció ma már messze nem meghatározó a térségben, sőt a keresztülhaladó nyíltvonali szakaszokon és a Soroksári úti állomáson kívül csak a Soroksári

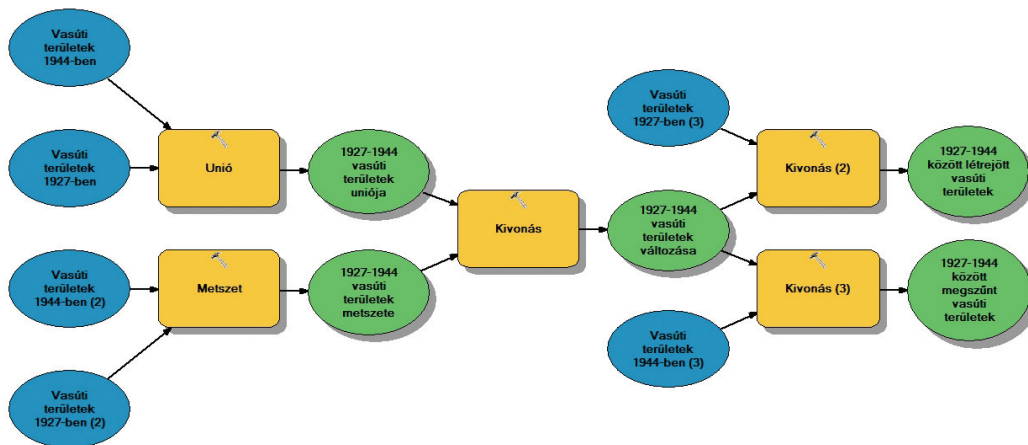
úti rendező pályaudvar maradt meg igazi, nagy kiterjedésű vasúti területnek (3. térkép).

A poligon típusú objektumok (tehát például a vasúthoz kötődő egyéb területek összessége) esetében már összetettebb, halmazelméleti műveletek is végezhetőek.⁸ Két különböző időpontra vonatkozó azonos tematikájú objektumcsoport halmazai uniójának és metszetének (azaz a legalább az egyik időpontban, illetve a mindkét időpontban ide sorolható területeknek) kivonásából adódik a változás halmaza. Ha a változás halmazából kivonjuk a korábbi időpontra vonatkozó eredeti halmazt, megkapjuk a két időpont között létrejött objektumok halmazát; míg ha a későbbi időpontra vonatkozó eredeti halmazt vonjuk ki belőle, akkor a megszűnt objektumok halmaza adódik (4. ábra).

Ezt a modellt végigfuttatva mindkét vizsgálti időszakra, mind a vasúti, mind a környező ipari, rakodási területek objektumhalmazaira, létrejönnek azok a kimeneti állományok, amelyeket azután együttesen felhasználva elkészíthetjük a vasúti és környező területek változásának térképeit (4. és 5. térkép).

Ezek alapján az a következtetés vonható le, hogy 1927 és 1944 között a térhasználati változások döntő része összefüggött a vasúti területek fejlődésével: a Soroksári út túlsó oldalán alig történt változás, míg a vasútvonal mentén az alulhasznosított (jelentősebb épületek, csarnokok nélküli) raktártelek helyén jelentős beépítés- és hasznosítás-intenzitásbeli fejlődés következett be a Nagyvásártelep létrehozásával (4. térkép).

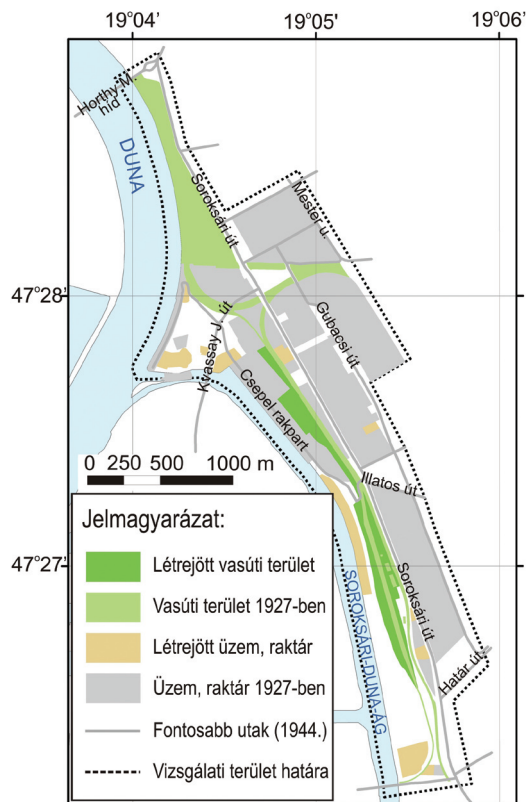
Az 1944-től napjainkig bekövetkezett változások két nagyobb időszakra oszthatók. A szocializmus első évtizede (a háborút követő helyreállítások) után, a rendszerváltás időszakáig, fokozatosan csökkent a vasúti és raktározási területek kihasználtsága, állapotuk romlott, de ebben az első szakaszban nem történtek látványos átalakítások, területhasználati változások.



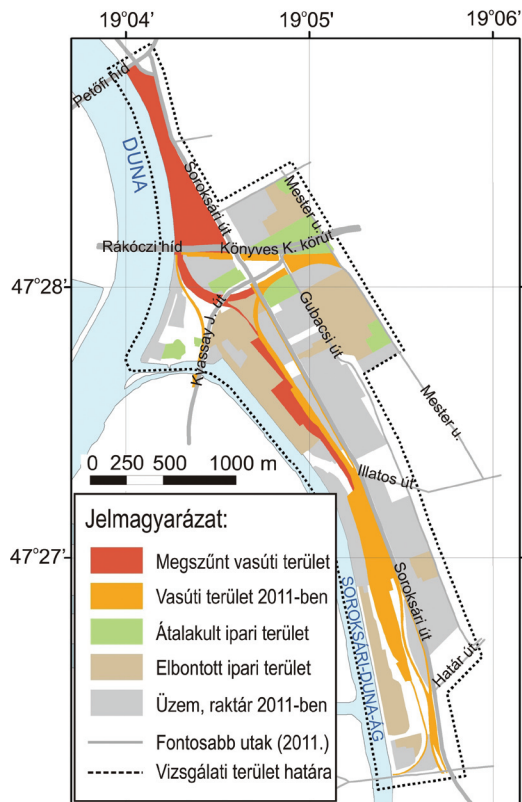
4. ábra. térkép. A vasúti területek változásainak kimutatására szolgáló modell (ArcMap 10; Model Builder, saját szerkesztés)

(Ezt igazolták az ebben az időszakban készült, kevésbé részletes felbontású, de áttekintésre alkalmas légifotók.) A második szakaszban, a rendszerváltástól napjainkig annál inkább, így az 5. térképen elsősorban ezek a változások jelennek meg. A vasúti területek mellett az

eltűnt létesítmények legmarkánsabb példái a Nagyvásártelep környezete, a Sertésvágóhíd és a Marhavágóhíd teletömbjének azon fele, ahonnan lebontották az épületeket. Itt is megállapítható, hogy a vasúti vagy azzal szorosabb összefüggésben levő egyéb ipari, raktározási



4. térkép. Területhasználati változások (1927-1944)



5. térkép. Területhasználati változások (1944-2011)

Városi vasúti területek változásának és jelenlegi környezeti állapotának vizsgálata...

területek sokkal nagyobb arányban alakultak át. Igaz a legkedvezőbb fekvésű részek (Millenniumi Városcsopont, Könyves Kálmán körút menté, Soroksári út és Kvassay út csomópontja) kivételével az átalakulás nem is feltétlenül megfelelő szó, mert üresen álló, kihasználatlan területek maradtak hátra. Bár többféle városfejlesztési elképzelés – elsősorban iroda- és lakóingatlanok építésének terve – fogalmazódott meg a területre vonatkozóan, ezek megvalósulására jelenleg kevés esély van.

Az átalakulásokat a térbeli ábrázolás mellett számszerűsíteni is lehet. 1927 és 1944 között a területhasználatban bekövetkezett módosulások legfontosabbika a vasúti területek üres területek rovására történő bővülése volt (a mintaterület egészét tekintve 15%-ról 20% fölé emelkedett arányuk). A térségnek a rendszerváltástól napjainkig bekövetkező átalakulása során az egykori vasúti területek felükre csökkentek, az ipari- és raktárterületek kiterjedése (mely az 1950-es években még növekedett, majd az 1990-es évek elejéig stagnált) hozzávetőleg 40%-kal, főleg a vasúti zónákhoz közeli részekben, csökkent. Ma a területnek majd' egyharmadára terjednek ki az üres (eleve beépítetlen, vagy elbontás után kihasználatlanul maradt) zónák.

Vasúti területek környezet- állapotának vizsgálata

Alulhasznosított városi vasúti területek

A vasúti szállítás visszaszorulása következtében Budapesten nagy kiterjedésű alulhasznosított MÁV-területek alakultak ki (vasúti járműgyártás és üzemeltetés telephelyei, pályaudvarok stb.). A városfejlesztés során így külön figyelmet kell(ene) fordítani az elértéktelenedő, fizikailag leromló vasúti területek rehabilitációjára. Bár a város belsejéből már eltűntek a városfejlesztést

gátló vasúti, szállítási, raktározási területek (például a Széna tér környékéről, a Ferencvárosi Duna-partról, Lágymányosról és Vizafogó városrészből), további jelentős vasúti területek sorsa egyelőre rendezetlen. Ezek közül a legismertebb talán a Józsefvárosi pályaudvar esete, de eszünkbe juthat több másik teher- és rendező pályaudvar (például Rákostervező) ma már feleslegesen nagy kiterjedésű „síntengere”, illetve a sorsukra hagyott telephelyek (ilyenek többek közt Istvántelek egy része és az Északi Járműjavító) is. Méretüknél fogva és a MÁV anyagi helyzete miatt e térségek „tehetetlensége” nagy, környezetüket is magukkal húzzák, azok értéke is csökken. Ennek elkerülésében a MÁV is érdekelt, így az ingatlanhasznosítás fontosságát és gazdasági jelentőségét felismerve a rehabilitációhoz szükséges szervezeti keretet már megteremtette, de egyelőre kevés példa van az ilyen zónák megújulására. (Fábry 2004) Az átalakítandó városi vasúti területek közül a pályaudvarok esetében valósíthatók meg a leglátványosabb fejlesztések, hiszen ezek általában központi helyen fekszenek és könnyen integrálhatók a város szerkezetébe (erre példa a Duna-parti teherpályaudvar helyén felépülő Millenniumi városközpont, a Nyugati pályaudvar felesleges szélső vágányai helyén felépített Westend bevásárlóközpont; jövőbeli nagy lehetősége pedig a Józsefvárosi pályaudvar rendezése). Legkevésbé a nyíltvonalis terepek hasznosíthatók keskeny, hosszanti elhelyezkedésük miatt, így ezek vagy utak bővítésének adhatnak teret (pl. a Nagykőrösi út esete) vagy kerékpárutak épülhetnek helyükre, esetleg a jövőbeni vasúti fejlesztések tartalékterületei lehetnek. (Soóki-Tóth – Sütő 2003)

A potenciálisan átalakítható vasúti területek legismertebb példái mellett érdemes odafigyelni a külsőbb városrészekben találhatóakra is. Ezek közé sorolható a Soroksári úti rendező pályaudvar, mely a kihasználatlanság, a rend-

szeres karbantartói tevékenység hiánya és a szennyezett környezet miatt tipikus példája a rehabilitálandó MÁV-területeknek. Ugyanakkor kedvező földrajzi fekvésének köszönhetően reális lehetőségnek tűnik funkcióváltással történő rehabilitációja. Korábbi tanulmánytervekben már felmerült a pályaudvar részleges megszüntetése, a szélső vágányok felszedése (igaz ez érdemi változást még aligha eredményezne), sőt nagyobb iroda- és lakóingatlan-fejlesztési projektekben, tervezési dokumentumokban a teljes pályaudvar felszámolásának lehetősége is előbukkant (Podmaniczky Program 2005; IX. kerületi Integrált Városfejlesztési Stratégia 2009; Duna-City Városfejlesztési Terv 2008), de valós előrelépés nem történt. Az esetleges rehabilitáció különlegességét ugyanakkor az is adná, hogy míg a többi hasonló elképzelés a vasúti területek helyén ipari- és raktározónakat vagy üzleti parkokat kíván megvalósítani, itt lakó- és/vagy rekreációs funkció fejlesztése zajlana.

Az előző fejezetben bemutatott város-szerkezeti elemzés eredményei mellett a zóna jövőbeni fejlesztésének előkészítéséhez, a szükséges rekultivációhoz jelenthet kiegészítő információforrást e tanulmány következő része, a vasúti területek környezetállapotának nagy felbontású légifelvételek alapján történő vizsgálata.

Vasúti környezetvédelmi alapok

Bár a vasút fajlagosan a legkevésbé szennyező, legkedvezőbb energiafelhasználású közlekedési ágazat, lokálisan komoly környezetterhelő hatása is lehet. Különösen igaz ez a városi vasúti területekre, ahol az üzemeltetési háttértevékenység zajlik. A legfőbb vasúti környezetszennyezési típusok a légszennyezés, a talaj- és talajvízszennyezés, a zaj- és rezgésterhelés; de jelentkezik a hulladék- (nagy arányban veszé-

lyes hulladék-) és szennyvízkibocsátás is. Ezek közül a tanulmány a talajszennyezés és zajterhelés kérdéskörében kívánja a potenciálisan érintett területek feltárásának egy lehetőségét bemutatni.

A legjelentősebb és legnehezebben felszámolható talajkárosítás az olajszennyezés, ami a vasúti üzemi területek, gépészeti telepek, pályaudvarok környékére koncentrálódik. A legterheltebb területek a kitérőkörzetek, ahol a váltók súrlódáscsökkentése érdekében, a nagy forgalmú kitérőknél akár napi gyakorisággal, olajos kenést alkalmaznak, ami az ágyazat olajos-saras elszennyeződéséhez vezet. Hasonlóan súlyosan károsodik a felszíni és felszín alatti olajtárolók, illetve az olajlefejtő és -feladó kutak környezete. Ide sorolandók továbbá azon állomási vágányok és jelzőkörzetek, ahol a gyakori mozdonyállás miatt a gépekből szivárgó olaj nagy mennyiségben jut a talajba. E szennyezéstípus sokkal nagyobb mértékben kötődik a dízelvontatáshoz, így pl. a rendező pályaudvarokhoz és az iparvágányokhoz. Az olajszennyezés mellett további talajterhelési forrás az áruszállító szerelvényekből történő vegyszerelfolyás (tartályvagonok esetében), ömlesztett árut szállító vagonok rendezésekor az ütközések következtében történő kiszóródás és a vagonok tisztítása során elfolyó mosószeres ipari szennyvíz. A mozdonyok és vagonok kerekeinek a síneken való súrlódása miatt vaspár ülededik ki a gyakran használt, nagy terhelésnek kitett vágányszakaszok mentén. Mindezek a talajszennyezések évtizedekre visszanyúlóan halmozódtak fel a vasúti területek környezetében, így a ma már valamilyen mértékben alkalmazott környezetkímélőbb eljárások vagy a csekélyebb forgalom ellenére is igen nagy térségek esetében áll fenn súlyos szennyezés. A szennyezés elszivárogva a talajvízbe is bekerülhet, és a vontatási területek, állomások tágabb környezetének vízbázisát is tönkretelheti. (ed. Pajor – Mezei 2002)

A zajterhelés fő okozója a vontató és vontatott egységek futóművének gördülési zaja. Ehhez adódik továbbá a gépzaj (a motor, transzformátor és egyéb segédberendezések hangja), az egyéb szerkezeti eredetű zajok (például a tehervagonok laza rögzítései), a menetzaj és a fékezések zaja, a hangjelzések (mozdonykürt) és az aléptímenyek (sínek rögzítése, kitérők) és a pályához tartozó műtárgyaktól (pl. vasúti hidak) származó, a szerelvény-áthaladás idején fellépő zaj. Ezek együttese időben és térben változó mértékű terhelést eredményez, de megállapíthatók bizonyos szabályszerűségek. Ilyenek többek között, hogy a dízelmozdonyok zaja nagyobb, mint a villamos mozdonyoké, az előbbiek gyakran elnyomják a vontatott kocsik zaját, míg utóbbi esetben a vagonzaj erősebb a mozdonyénál. Az induló szerelvények motorzaja nagyobb, mint a haladóké (főleg dízelmozdonyos vontatásnál); a tehervagonok zajosabbak, mint a jobb lengéscsillapítással ellátott személyszállítók. A sínillesztéseknél jelentkező ütközési zajimpulzus 30–40 km/h sebességnél a legjelentősebb (tehát például állomásoknál történő be- és kihaladáskor), nagyobb sebességnél a növekvő gördülési zaj ennek fölébe kerül. Az egyenes pályaszakaszokon nem kell számolni azzal a csikorgó zajjal, amivel ívmenetben igen. (Ludvigh 2003) Hozzávetőleges számértékek is köthetők a vasúti zajszennyezéshez: elhaladó mozdony zaja 25 méterre a vágánytól 70–100 dB közötti, de 100 méteres távolságban is e tartomány alsó határa körül mozog. A rendező pályaudvarok környékén az állandó gördülési és ütközési zajok miatt 50–80 dB a zajterhelés. A 85 dB szint alatti hangoknak elvileg nincs hallószerv-károsító hatása, de hosszabb távon ezek is okozhatnak hallószervi és idegi problémákat, ezért a biztonsági határérték 70 dB körüli. Zajszennyezésről hivatalosan 65 dB felett beszélnek.⁹

Vasúti környezetszennyezés detektálása

A Soroksári úti rendező pályaudvar környezet-állapot vizsgálatának alapját is a terület vágányhálózatának és egyéb szorosan kapcsolódó vasúti tereptárgyainak vektorizálása adta. Ezen állomány vágányhálózatnak megfelelő vonalas objektumaihoz kapcsoltuk a továbbiakban a vasúti környezetszennyezés tipikus, térben elhelyezhető fajtáit, azaz a látható felszíni talajszennyezést és a következtethető zajterhelést.

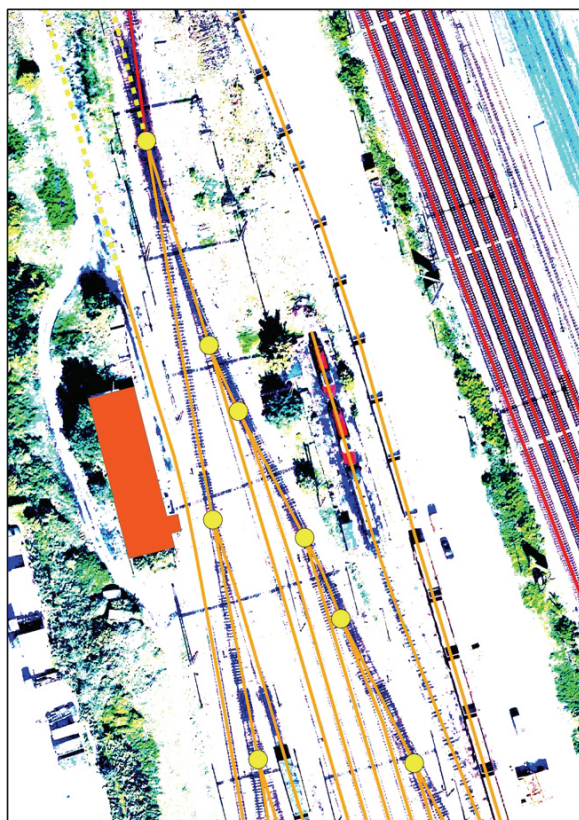
A talajszennyezésre vonatkozó tematikus rétegek létrehozásakor erősebb hisztogrammodosítást, majd az egyénileg végzett osztályozást és a vektoros állománnyal való fedésbe hozást követő lehatárolás módszerét alkalmaztuk. A hisztogrammodosításra azért volt szükség, hogy a raszteres állomány (a georeferált, mozaikolt légifelvételek) vizsgált részeinek jellemzően barnás háttéréből a sötétebb barna szennyeződéscsillagokat jobban el lehessen különíteni (5. ábra). E folyamat során a pixelértékeknek a látható fény három sávjára (RGB) vonatkozó eloszlási értékeit külön-külön úgy állítottuk be, hogy a továbbiakban a lehetséges tartomány (0–255) első felében minimális (0), második felében maximális (255) legyen az értékük. Ennek eredményeként egy olyan kép jött létre, amelyen a szennyezett foltok sötétkekes-lilás részekként válnak ki a fehér háttérből (6. ábra). (E lépés során gyakorlatilag az eredetileg világosabb árnyalatú képelemeket élesen elválasztottuk az eredetileg sötétebb képelemektől.) Az így összegyűjtött „sejthető szennyezésfoltok” fölé helyezve a vasúti objektumok vektoros rétegét (7. ábra), és leválogatva a vonalas elemekhez rendelt, azok szűk környezetét reprezentáló, pufferezónákkal való átfedéseket (8. ábra), megkaptuk a „sejthető szennyezésfoltok” közül azokat, amelyek valóban közvetlenül a vasúti sínekhez és a kitérők környezetéhez köthetők (9. ábra).



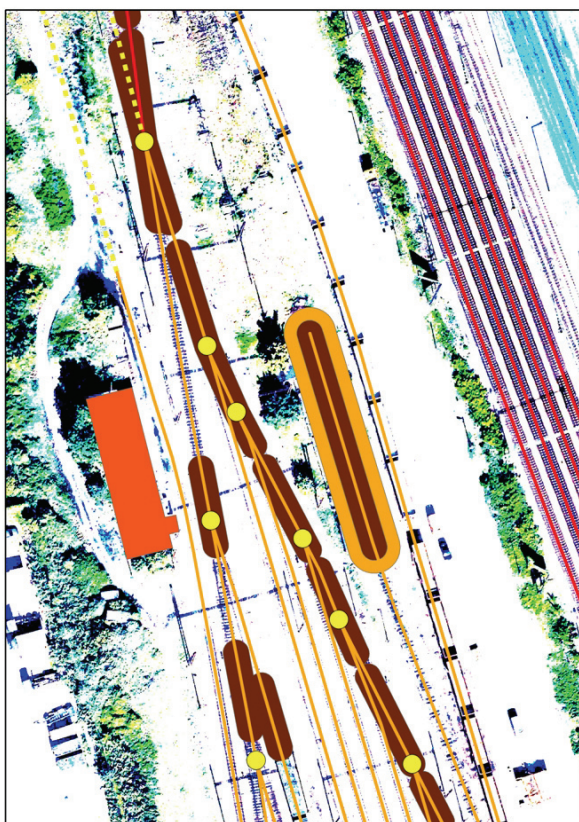
5. ábra. A módosítás nélküli kép



6. ábra. Ugyanaz hisztogrammodosítás után



7. ábra. Vektoros fedvényel ellátva



8. ábra. Pufferzónákkal való átfedéssel

Az így kimutatott szennyezés egy része jól láthatóan kapcsolódik a kitérők körzeteihez (olajszennyezés), hosszabban elnyúló foltjai pedig valószínűleg a vaspár kiülepedéséből származnak. Emellett a legsúlyosabb terhelést okozó mozdonytároló, -karbantartó és üzemanyag-utánpótló vágányokból csak egy van a területen.

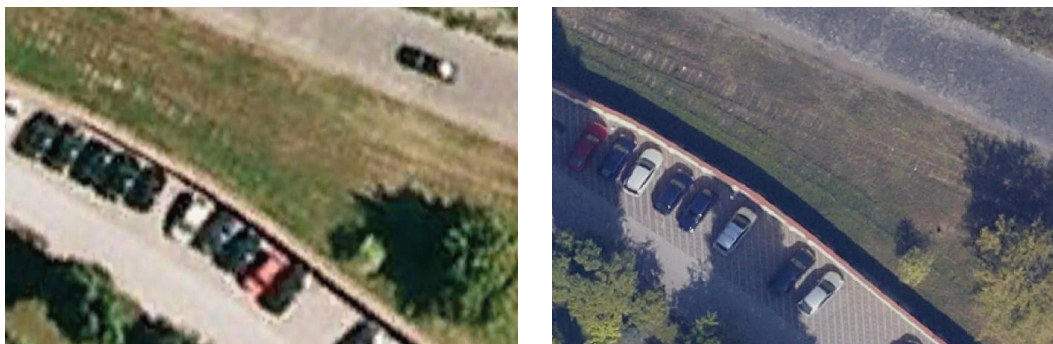
Ez a feldolgozás önmagában természetesen még nem nyújt teljes körű információkat, de jó kiindulást jelenthet például a terepi mintavételezéshez. A talajszennyezés monitoringjának lényege a károsodásnak leginkább kitett helyek (gázolajfeladó és -lefejtő állványok, olyan helyek, ahol a mozdonyok sokáig tartózkodnak, kitérőkörzetek, bejáratú vágányok stb.) folyamatos ellenőrzése, a kijelölt pontokban történő mintavételezés, és ez alapján a szennyezés összetevőinek elemzése, a kiterjedés változásának nyomon követése. E leginkább kitett helyek feltárásiában lehet szerepe a légi felvételek alapján történő szennyezés-lehatárolásnak.

A pályaudvar tágabb környezetének kármentesítéséhez, rehabilitálásához lehet fontos ismeret az egykori vasúti területek elhelyezkedése (ez alapján lehet következtetni arra, hogy hol találkozhatunk esetleg a vasútra jellemző szennyezés-típusokkal). Áttekintés szintjén információt adhatnak erről a korábban bemutatott, a vasúti térhasználat változását elemző térképek (2. és 3. térkép). Részletesebb szemléltetés céljából készült a 11. ábra. Ennek elkészítéséhez – a nehezebben fellelhető, csak halványan megjelenő, használaton kívüli vágányok, vágánycsomók láthatóbbá tételéhez – egyszerűbb hisztogram módosítást (az értékek szélesebb spektrumon való megjelenítését) és a kontraszt kismértékű növelését alkalmaztuk. A feldolgozás igazi alapját nem a pixelértékek átalakítása, hanem a pixelek 10 cm-es terepi felbontása adta, hiszen ennek köszönhető, hogy ezek a terepi elemek is jól felismerhetőek a képen (10. ábra).



9. ábra. A talajszennyezéssel potenciálisan veszélyeztetett területek

Szintén a talajszennyezés felméréséhez lehet fontos adalék – igaz nem közvetlen vasúti környezetterhelés – egy az 1944-es felvételsor alapján kimutatható információ: a második világháborús bombázások következményei. Bár a robbanóanyagok a becsapódás helyén önmagukban is károsítják a talajt, jelentősebb az a hatás, hogy a helyreállítás során a bombatölcsek feltöltésére használt építési törmelék a továbbiakban másképpen vezet el a

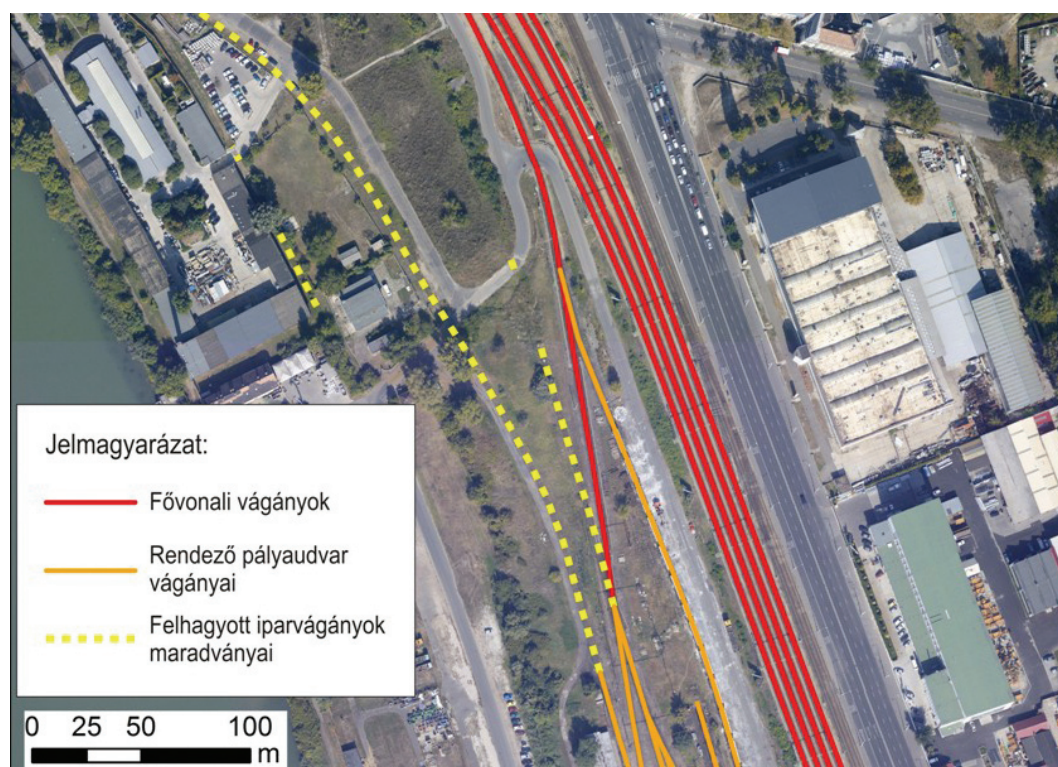


10. ábra. A GoogleEarth 30 cm/pixel és az Interspect 10 cm/pixel terepi felbontású képei közti különbség, mely lehetővé teszi a már használaton kívüli sínek detektálását (Forrás: A Google Earth 2009. 07. 01-i és az Interspect 2011. 09. 27-i felvétele)

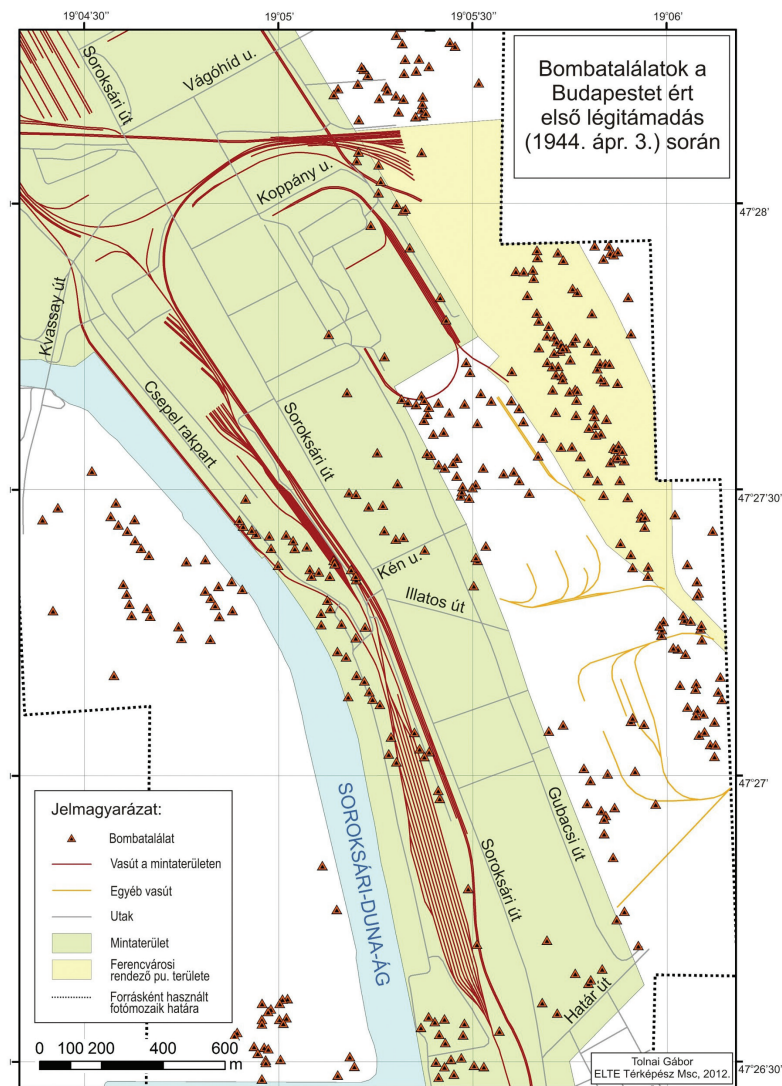
szennyeződések (könnyebben a talajvízbe juttathatja őket), sőt önmagában is tartalmazhatott szennyező anyagokat. Emellett nagyobb terepátrendezéssel járó beavatkozások esetén lehet érdekes, hogy hová koncentráálódtak egykor a bombatalátatok, mert ez alapján fel lehet készülni arra, hogy hol bukkanhatnak esetleg a továbbiakban is fel nem robbant szerkezetekre (6. térkép). Természetesen ez a térkép csak egy fázist mutat be, a teljes értékű ilyen

tematikájú feltáráshoz Budapest ostromának több szakaszából származó információk feldolgozására lenne szükség.

A lakó- és/vagy rekreációs funkció fejlesztése, mint esetleges rehabilitációs út megvalósíthatósága szempontjából érdekes a zaj- és rezgésterhelés vizsgálata. Bár a pontos felméréshez itt is hitelesített helyszíni mérésre lenne szükség, a vasúti környezetvédelmi ismeretek szerint jellemző zajterhelési értékek és Budapest



11. ábra. Egykori iparvágányok maradványai a Soroksári úti pályaudvar közelében



6. térkép. Az 1944-es felvételek alapján készített bombatalálati térkép

stratégiai zajtérképének határértékei alapján készíthetők elméleti alapon nyugvó modellek (12. és 13. ábra).

Ezeket a sínek 25 illetve 100 méteres körzete lett kijelölve (a vonalas objektumokhoz rendelt pufferrónaként), azaz azok a távolságok, amelyek esetében már szükséges lehet a zajvédelmi beavatkozásra a határérték-túllépés miatt (25 m), illetve amelyeken belül egyértelműen negatív hatást gyakorol az ember szervezetére a hosszú távú terhelés (100 m). A korábbiakban leírt eltérő mértékű zajhatásuk miatt a különböző vasúti közlekedési zónák (állomás, rendező pályaudvar, nyílt vonal) külön lettek ke-

zelve. Ezen elkülönítés arra is alkalmas volt, hogy láthatóvá tegye, hogy még a rendező pályaudvar esetleges megszüntetése után is a terület nagy részére jelentős hatással lenne a megmaradó vasútvonal okozta zajterhelés, ezért vagy valamilyen formában védekezni kellene a hanghatások ellen (például zajvédő falak segítségével), vagy újra kellene gondolni, hogy milyen formában hasznosítható a terület (jó elképzelés-e a lakófunkció fejlesztése?).

Az itt bemutatott elméleti szintű környezeti értékelés tehát csak kiindulási alap lehet a valódi terepi felméréseket megelőzően, de a tapasztalatok esetlegesen felhasználhatóak len-

Városi vasúti területek változásának és jelenlegi környezeti állapotának vizsgálata...

nének további, a Soroksári úti rendező pályaudvarhoz hasonló helyzetű, alulhasznosított, átalakításra érdemes vasúti üzemi területek (például Rákosrendező, Angyalföld, Törökör vagy Kőbánya-felső pályaudvarok) kezelésénél, fejlesztésénél.

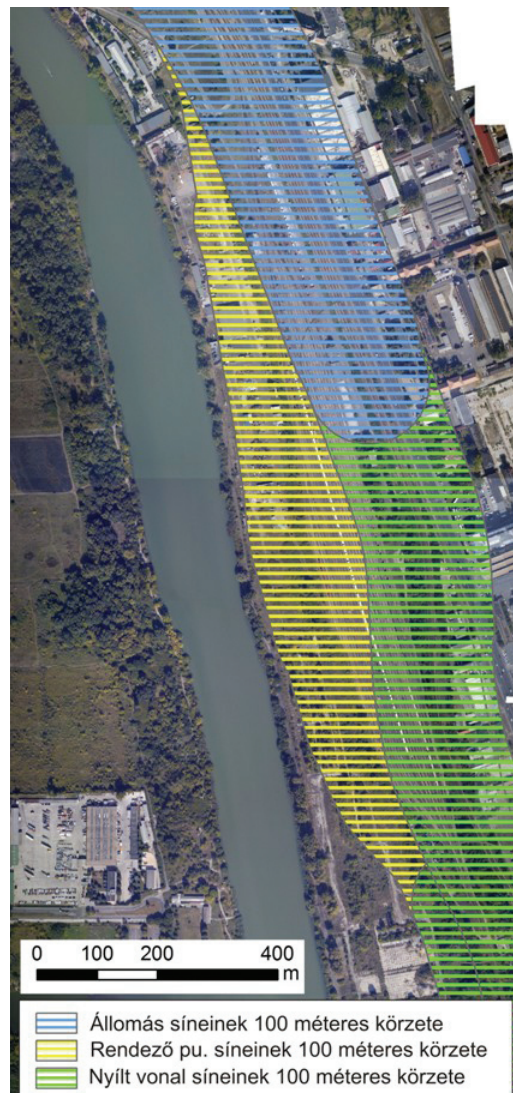
Összefoglalás

A tanulmány mintaterületül választott térség, a Soroksári út mente, Budapest egyik legfontosabb vasúti és ipari zónája volt, ahol a XX. század első felében, a főváros egyéb részeitől

eltérően, a vasút és a hozzá szorosan kapcsolódó egyéb tevékenységek térnyerése volt jellemző. A rendszerváltás után azonban a pályaudvarok, raktárterületek és egyéb üzemek állapota erősen leromlott, forgalmuk is jelentősen visszaesett. Így a térségben a legnagyobb átalakulások épp a vasúti területeket érték (Duna-parti teherpályaudvar eltűnése, majd a Millenniumi Városközpont kiépülése; a Nagyvásártelepet környező vágányok és raktárak elbontása nagyívű városfejlesztési elképzelések előkészítéseként). A változás mértékének észak-déli irányú fokozatossága teszi érdekessé a Soroksári út környezetét.



12. ábra. Zajszennyezés a vágányok 25 méteres körzetében



13. ábra. Zajszennyezés a vágányok 100 méteres körzetében

A vizsgálatban a rendelkezésre álló nagyfelbontású légifelvételeket a változáselemzés mellett lokális, környezetvédelmi szempontú helyzetfelforrásra is használtuk. A Soroksári úti rendező pályaudvar környékéről készített potenciális talajszennyezési és zajterhelési tér-adatbázis például a további terepi mintavételezéshez jelenthetne kiindulási alapot, és az esetleges rehabilitációs munkálatok részleges előkészítését is segíthetné.

Jegyzetek

1. Az Interspect Kft. 2011.09.27. 11:24–12:04 között készített felvételei közül 29 db lett a vizsgálatba bevonva, ezek belső számozása: 9075–9080, 9141–9146, 9171–9180, 9240–9242, 9307–9310.

2. A felhasznált archív légifelvételek listája:

Nyilvántartási szám	Film-, képszám	Szelvény-szám	Évszám
65807	6	Bp.	1927
65805	5	Bp.	1927
65803	4	Bp.	1927
65801	3	Bp.	1927
65985	95	Bp.	1927
65986	96	Bp.	1927
65990	97	Bp.	1927
65992	98	Bp.	1927
65993	99	Bp.	1927
66517	320	Bp.	1928
66498	310	Bp.	1928
66503	311	Bp.	1928
61834	137	5062	1944
61836	139	5062	1944
61930	163	5062	1944
61808	107	5062	1944
61899	71	5062	1944
61893	50	5062	1944
61737	320	5062	1944
61945	262	5062	1944
61948	264	5062	1944
31158	165/53	L-34-15-C-a	1953
31159	165/54	L-34-15-C-a	1953
31160	165/55	L-34-15-C-a	1953
31243	971/1903	L-34-15-C-a	1962
31231	971/1822	L-34-15-C-a	1962
63867	7-315/8786	L-34-15-C-a	1987

Forrás: Hadtörténeti Térképtár Archivuma.

3. Ez a folyamat ERDAS 2010 szoftver segítségével zajlott. Referenciaként az EOTR 65-411 és 65-413 számú, 1 : 10 000 méretarányú szelvényei szolgáltak; ezekhez igazítottuk első lépésben a 2011-es felvételeket.

4. A problémára – a megfelelő mennyiségű és elhelyezkedésű kontrollpont hiányára – geodéziai pontosságú GPS-es felmérés adhatott volna megoldást, ha ezt a kutatás technikai és időbeni keretei megengedték volna. Ennek hiányában kritikus esetekben a kép-a-képhez illesztéshez kellett folyamodnunk. Ekkor a transzformálandó kép illesztési pontjainak referencia-koordinátáit egy már ellenőrzött pontosságú, korábban az EOTR-szelvényhez igazított szomszédos képen adtuk meg olyan tereptárgyak segítségével, amelyek biztosan azonosíthatók voltak mindkét képen, de a térképen hiába kerestük volna őket (a felvételek nagy felbontásának köszönhetően ilyenek voltak akár útburkolati jelek sarokpontjai, elhagyott területeken található, felismerhető színű és alakú illegálisan lerakott hulladékdarabok is). A kép-a-képhez illesztés alkalmazását egymás után legfeljebb kétszer tartottuk elfogadhatónak, hiszen tökéletes pontosság ezzel a módszerrel sem érhető el, és az egymás után sokszor végrehajtott műveletek során a torzulás fokozatosan felerősödhetne. Az így megszámozott korlátlan belül maradvá már sikerült az összes felvételt megnyugtató pontossággal referálni.

5. Ezért ez a lépés az Avenza Geographic Imager 3.3 programmal készült, mert e szoftver segítségével a képfájlok szabadon lehet vágóvonalakat alkotni, s így meghatározható az, hogy a georeferált képeknek mely részei váljanak a mozaik részévé.

6. A vektorizálás az ArcGIS szoftver ArcMap 10 moduljának használatával történt.

7. Így például a vasúti területek esetében forgalmi-kereskedelmi létesítményeket (pályaudvarok, raktárak), üzemi létesítmények (rendező pályaudvarok, a vasút üzemeltetéséhez kapcsolódó területek), városon belüli nyíltvonalis területeket és HÉV területeket; a vasútvonalak esetében pedig fővonalakat, mellékvonalakat, állomási és összekötővágányokat, iparvágányokat és HÉV-síneket, illetve a jelenlegi helyzetre vonatkozóan az előbbieket mellett ritkán használt és használaton kívüli sínpárokat különböztettünk meg.

8. Ezek e kutatás esetében az ArcGIS Model Builder alkalmazásában készített modellek alapján történtek.

9. Mivel állandó zaj esetén már alacsonyabb érték is okozhat pszichés problémákat, Budapest stratégiai zajtérképének elkészítésekor például a zajnövekedés megakadályozását azokon a területeken jelölték ki, ahol üzemi zaj esetén 46 dB feletti a nappali, 40 dB feletti az éjszakai terhelés, közlekedési zaj esetében pedig a 63 dB illetve 55 dB értéket meghaladja. Ugyanezen dokumentum szerint zajcsökkentést ott kell elérni, ahol ezek az értékek rendre 56 dB, 50 dB illetve 73 dB, 65 dB feletti. (http://terkep.budapest.hu/website/zajterkep_html/doc/zajterkep_reszl.pdf; utolsó megtekintés: 2012. 10. 31.)

Irodalom

Bakó Gábor (2011): Archív légifelvételek digitalizálása. In: Távérzékelési technológiák és térinformatika online – RS&GIS 2011/1. <http://www.rsgis.hu/index.php/legi-taverzekeles/legifelvelelek-digitalizalasa>. Utolsó megtekintés: 2012. 10. 31.

Városi vasúti területek változásának és jelenlegi környezeti állapotának vizsgálata...

- Budapest félszázados fejlődése 1873–1923 (1925, szerző nélkül.) Budapest Székesfőváros Statisztikai Közleményei 53., Budapest Székesfőváros Statisztikai Hivatala, Budapest, 200 o., 12 grafikus táblával.
- Fábry György (2004): Rosszul hasznosított MÁV-területek. In: A budapesti barnaövezet megújulási esélyei (szerk.: Barta Györgyi), MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 165–178. o.
- ed. Götz Eszter – Orbán György, Gegesy Ferenc et al. (2010): Ferencváros kétszáz éve. Ráday Könyvesház, Budapest, 254 o.
- ed. Józsné Halász Margit (1998): IX. kerület, Ferencváros. In: Budapest kézikönyve II., Magyarország megyei kézikönyvei 20/2., CEBA Kiadó, Budapest, 233–258. o.
- Ludvigh Eszter (2003): Vasúti környezetvédelem (egyetemi jegyzet). Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építőmérnöki Kar, Út és vasútépítési tanszék, Budapest, 41 o.
- ed. Pajor István – Mezei István (2002): Vasúti környezetvédelem. MÁV Rt. Vezérigazgatósága, Budapest, 259 o.
- Preisich Gábor (cop. 2004): Budapest városépítésének története – Buda visszavételétől a II. világháború végéig. TERC, Budapest, 379 o.
- Soóky-Tóth Gábor – Sütő András Balázs (2003): Nagyterjedésű vasúti területek rehabilitációja Budapest rozsdáövezetében (Stratégiai megalapozó tanulmány). Studio Metropolitana-Ecorys-Naos, Budapest, 93 o.

Egyéb források:

Podmaniczky Program – Budapest Középtávú Városfejlesztési Programja (2005).

Budapest Főváros Önkormányzata, Budapest, 101 o.

Integrált Városfejlesztési Stratégia I. – II. kötet (2009).

Budapest Főváros IX. kerület Ferencváros Önkormányzata: Főépítési Iroda, Budapest, 220, 190 o.

Budapest Stratégiai Zajtérképe.

http://terkep.budapest.hu/website/zajterkep_html/doc/zajterkep_reszl.pdf; utolsó megtekintés: 2012. 10. 31.

Duna-City: Városfejlesztési terv (Duna-City Budapest Kft. projektterve); <http://www.dunacity.hu/contents/EEA.pdf>; utolsó megtekintés: 2012. 10. 31.

Tolnai Gábor

Identification of Laterite Bauxite Deposits with Application of Remote Sensing Techniques

In the paper, the direct identification of potential bauxite deposits by the application of remote sensing techniques is described. The most important experiences in the application of this special methodology are discussed. The technology is based on the integration of RADAR DEMs and LANDSAT TM images by geographical information systems (GIS), which is technically a known technique. The novelty is in the inclusion of geological information in the process of converting imaging data into geological thematic layers. The applicability of the method has been proven by a suite of case studies taken from India, Vietnam, Ghana, Brazil, Guinea Bissau and Guyana. The combination of bauxite-geological knowledge with remote sensing techniques offers a relatively fast, accurate identification of potential bauxite deposits, reliable enough for target selection for bauxite reconnaissance and ranking of prospects.

A cikkben egy távérzékelési technológiát ismertetünk, amelyet a potenciális felszíni bauxittelepek közvetlen térképezésére lehet alkalmazni. Részletesen elemezzük e speciális technika alkalmazásának módszertani tapasztalatait. A módszer a SRTM műhold RADAR és a LANDSAT TM képek térinformatikai rendszerben történő integrálásán alapul, amely egy ismert technika. Az újdonság a földtani információk és képfeldolgozási folyamat összekapcsolása, amelynek révén geológiai tematikus térképet állíthatunk elő. A módszer alkalmazhatóságát India, Vietnam, Ghana, Brazília, Bissau Ginea, és Guyana bauxit előfordulásain esettanulmányok bemutatásával igazoljuk. A bauxit-geológiai tudás kombinációja a távérzékelési technikával viszonylag gyors, pontos azonosítást teszi lehetővé a potenciális bauxit telepek, amely megbízhatóan vehető be a bauxittelepek felderítő térképezése és a reménybeli földtani készletbecslés folyamatába.

Introduction

Global metal demand in the past years has significantly increased. In the past ten years the world bauxite production increased by 36%, from 110 Mt (1996) to about 150 Mt (2007). In the world an average about 2.6 t of bauxite is needed to produce 1 ton of alumina and 1.9 tons of alumina is necessary for 1 ton of aluminium. The aluminium demand from 1990 to 2004 expanded from 28 million to 40 million and by 2020 the demand is projected to have increased to around 65 million tons. Taking into account the trend of the increasing demand, the known bauxite resources (identified by exploration + hypothetical) may be enough about for 300 years.

One may think that the world economy is short of bauxite, however, the reality is much more complicated. The overwhelming majority of these potential bauxite sources need important developments in accessibility (i.e. construction of haulage systems, mine development, deforestation, etc.), with many of them found in tropical rain forests (where there are often significant environmental restrictions. Many of the large resources are also in politically or commercially unstable countries. Taking these factors into account the available bauxite deposits are considerably less. Intense competition exists amongst the bauxite, alumina producers to dis-

Identification of Laterite Bauxite Deposits with Application of Remote Sensing Techniques

cover new sources, located within reasonable distance from deep water ports and/or natural transport routes. The fuel and transport costs drastically augmented in the last years, so that, the geographical position (transport costs) has become increasingly more important factor in the industry.

The conditions for producing alumina at the possible lowest costs involve both quantitative and qualitative factors. For a green-field alumina plant the minimum aggregate minable resource requirements for tonnage is 300 Mt of gibbsitic bauxite (the more the better) within one mining unit or in multiple mining units which can be easily integrated. If the available resources are less than required then the potential for additional resources in the area must be assessed. These minimum size constraints further limit the resource base of economically exploitable commercial grade bauxite to such an extent that the known resources are much less than indicated by the global statistics. This recognition has led to the identification and acquisition of new commercial grade bauxite being one of the main tasks of the bauxite – alumina industries. In this work the direct identification of the possible bauxite deposits, by the application of remote sensing techniques, has been proven to be a suitable tool. In the following sections the most important experiences are summarised.

It should be emphasised that the delineation of possibly bauxite prospects based on the topography is not a new method. It has been done i.e. Geological Survey of India (GSI) in the sixties and seventies for the East Coast bauxites in Orissa using topographical maps at 1 inch to 1 mile scale and also for Vietnam by different companies and institutes at 1 : 25 000 scale. Trombetas bauxite (Brazil) was discovered by the Aluminium Canada – Montreal (ALCAN) in the sixties with the aid of aerial photos, which is also a “remote sensing” method. Remote sensing in mineral exploration

has been applied since the early seventies¹. Hyperspectral remote sensing method seeking the direct identification of aluminous minerals has also been applied for the direct identification of bauxite minerals cropping out the surface.

In the following discussion an approach is presented which basically is not new but which with the integration of geographical information systems (GIS) and bauxite geological knowledge offers a relatively fast, accurate identification of potential bauxite development, reliable enough for target selection for bauxite reconnaissance and ranking of prospects.

Generalities – Summary

- The procedure developed over the past years is solely related to the sensu lato plateau type deposits developed on quasi flat surfaces or present on undulating hill tops.
- For the LANDSAT interpretation contours of already explored (historical) bauxite deposits are needed (as verified situation, called actual bauxite contours) for which the procedure can be modelled.
- If no actual data are available, calibration of the map may be done later on when actual contours are obtained after initial field assessment.
- Calibration of the map must be done by measuring the predicted bauxite contours on site and the procedure modified accordingly. In this case measuring of several productive points (old pits, bauxite outcrops) and unproductive points (in valleys) help significantly the creation of a reliable map.
- There is no universally applicable method in remote sensing application as all of the deposits have their own morphological, geological and hydrogeological characteristics for which specific methods should be

elaborated. In several cases LANDSAT TM or SRTM by themselves are adequate but in others combined LANDSAT TM – SRTM methods lead to success.

- It is necessary to study potentially productive planation surfaces at different slopes and where available using previous exploration results.
- Planation surfaces should be selected as a function of the already identified parent protolith(s) and delineated accordingly where the bauxite is related to designated formation(s). For this purpose reliable geological maps are needed: preferably at a minimum 1 : 200 000 scale for preliminary investigation and for more detailed estimation a minimum of 1 : 100 000 scale maps are needed, mainly if the bauxite is related to a designated formation. Construction of so called geo-combined, geological-SRTM maps are most informative.
- No remote sensing method can be effectively used for bauxite deposit identification without general and local bauxite geological experience and knowledge.

Salient bauxite geological background – basis of the interpretation

Remote sensing interpretation is based on the investigation of four main factors, such as: parent rock, hydrology (drainage conditions), geomorphology, and vegetation.

Role of the parent rock and the ground water table fluctuation in bauxite forming

Many professional studies deal with the role of parent rock in bauxite genesis. Only the key fea-

tures applicable to exploration are summarised below:

- Physical properties (structure and texture: porosity, fissuring, stratification, bedding, and the hydrological conditions are the main determinants in bauxite formation rather than the chemical composition of the parent rocks.
- Horizontally layered rocks (Deccan basalts, Gondwana sediments) form thinner deposits (3 m–4 m) than layered and tilted rocks do (East Coast khondalite), the latter of which can form extremely thick bauxite deposits (10 m–30 m).
- Bauxite formation is controlled by the drainage conditions, that is, the effectiveness of leaching, as a consequence, clays never can produce bauxite, even if their Al_2O_3 content is above 30%, as they become impermeable when wet and there is no leaching. Silty claystones, silty argillites do not swell may preserve their permeability (water conductivity).
- In the contrast some rocks, even if their Al_2O_3 content (carbonatic rocks, phyllites, etc.) is very low, may form bauxite. Alkalis and alkali-earth content is important with higher alkali contents favourable for the formation of bauxite due to their greater solubility with the resultant collapse of the original crystal-structure of minerals.
- The SiO_2 content has only of minor importance. World class bauxite deposits developed on granites, diorite, granitic gneisses or gneisses, etc. of high silica content (>60%). There are no world class bauxite deposits on ultrabasic (mafic) rocks of low silica content (<50%).
- The chemical composition of the parent rock is significant for some bauxites in that the Al_2O_3 and $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ ratio may play an important role. The iron is very mobile element

Identification of Laterite Bauxite Deposits with Application of Remote Sensing Techniques

in the exogenetic geo-facies, but only over a very short distance. The laterite profile, apart from several hypergenetic processes, is in general not able to be free from the iron. Bauxite is only developed in the horizon of the laterite profile which has been in the oscillation zone of the ground water table where from the iron is mobilised only in short distances (several meters) by both ascending and descending solutions. The iron content limits the relative alumina enrichment. This is responsible for the close negative correlation between the alumina and iron. Moreover the alumina+iron content is a quasi constant number most frequently ranging between 66% and 72% which is specific to each bauxite deposit. As a very general rule, that those parent rocks in which the $\text{Al}_2\text{O}_3 / \Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ ratio is > 1 form bauxite, and when this ratio is < 1 mainly iron laterite forms. There may be exceptions under specific conditions.

- The above explain why rocks, such as basalt and dolerite develop different bauxitic profiles. Basalts are typical parent rocks in India (Deccan basalt) and Southern Vietnam. Dolerite sills and dykes of similar chemical composition are bauxite forming rock only in special cases e.g. sills in Guyana (Pakaraima Mts.) and dykes in Australia (Worsley), were hosted by granite or in Guinea were hosted by silty sand and claystone. Relating to this question two main remarks should be added:

(1) In the Deccan basalt, contrary to the others, in many cases the $\text{Al}_2\text{O}_3 / \Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ is greater than 1. When it is not so, there is a special phenomenon, spheroidal weathering, which helps the lateritisation. The whole bauxite bearing laterite profile will not be poor in iron on average, but the weathered spheroids (boulders) are and the iron accumulates preferentially in the fissures filled in by iron rich clay.

Bauxite is extracted selectively. Bauxitisation of basalt may, in some cases, be helped also by the thin layered lava flows structure.

(2) Diabase and dolerite may form bauxite only in those places where the fluctuation of the ground water table is more than 4 m. Where it is less there is no space for Al – Fe separation and iron- or iron rich laterite form with less than 35% of Al_2O_3 . In those deposits, where dolerites dykes have intersected any bauxitic protolith the bauxite quality decreases above the dolerite dykes.

Geomorphology

Bauxitisation (chemical erosion) and planification are simultaneous processes which may be preceded by a degree of (not necessarily significant) physical erosion. The geomorphological development is the direct target of the SRTM interpretation. In this respect the following factors are taken into account:

(1) The shape (elongated, round-like or complex) and size of the plateau. Planation surfaces less 2–3 km² rarely contain industrial grade ore. Inside huge plateaux depressions of several hundred meters of diameter are common, where often no commercial grade ore occurs. There are commonly marked by swamps where ground water table is at the surface. These barren areas of several hundred meters in diameters can be detected by SRTM maps (see *Fig. 11*).

(2) Planation surfaces may be:

- (quasi) flat: such as Deccan and East Coast deposits (India, see *Fig. 1, Photo 2*), Bidikoum, Sinthiourou, (Guinea), Nyinahin – Kibi (Ghana), Trombetas (Brazil), Bronwsberg, Lely, (Suriname), etc.
- “whale back” surfaces: e.g. Los Pijiguaos, Suapure (Venezuela), Koumbia (Guinea), Pakaraima (Guyana,), East Coast – India (see *Fig. 1, Photo 2*).

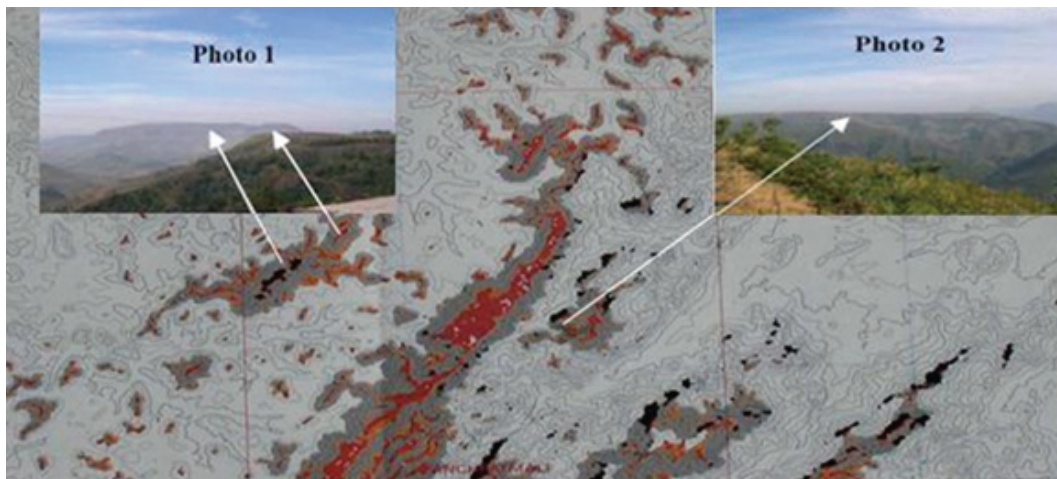


Fig. 1. Damanjodi (EC) with its “whale back” (Photo 1) and flat surface (Photo 2) satellite plateau

- undulating surfaces – hill tops (which are really not plateaux): several deposits at Bao Loc – Than Rhai, Dac Nong, (in Vietnam), Tayan (in West Kalimantan – Indonesia).

The flat surfaces may preferentially form horizontally continuous ore bodies, whereas the undulating surfaces typically form multiple separated industrial grade ore bodies.

(3) Maximum slopes where bauxite may be preserved is about 15° . Exceptionally, it may attain even 25° m (at Pottangi, East Coast – India), but it is a very spatially specific case due to saw tooth shaped substratum.

(4) Bauxite deposits covered by younger sediments can also be identified with an acceptable reliability, provided, they are situated inside the detectable morphology, such as Lower Amazon Basin – Brazil or West Kalimantan (Indonesia). However, the same can not be applied in those areas where they have dropped below the surface morphology (Coastal Plain – Guyana, Suriname). There are, however, isolated cases where the surface expression the buried deposits are overprinted to the surface, due to their close proximity to basement outcrops (Guyana).

(5) The relative elevation is also an important factor. In general, the higher relative elevation

the better, as the zone of ground water fluctuation is wider producing thicker bauxite. Identification of prospective areas with remote sensing techniques is more accurate in areas with contrasted topography.

(6) Bauxite may occur also in plains where bauxite does not clearly relate to any designated morphology. This special case is Weipa – Australia. In this case very large area thin bauxite stratum is developed. These “pan cake” deposits are not readily detected by any morphology targeted remote sensing method based on morphology.

Hydrogeology

Apart from the physical properties of the parent rocks described in section “Role of the parent rock and the ground water table fluctuation in bauxite forming” the groundwater table fluctuation may depend on the following conditions:

- (1) the annual rainfall. Conditions are most favourable where it surpasses 1800 mm/a ,
- (2) the absolute elevation locally controlling annual rainfall may play important role,
- (3) relative elevation of plateaux and hilltops.
- (4) distribution of the annual precipitation:

duration of the wet and dry seasons. It is considered if the relative duration is close to 1 : 1.

Of course, both the morphological and hydrogeological conditions may have considerably changed over the geological time, and past conditions can only be interpreted based on limited data. (laterite bauxite can be found also in actually semi-arid or even arid territories i.e. Mali and Saudi Arabia, resp.).

Vegetation

Investigation of vegetation plays role where there is a detectable difference between the possibly bauxite target- and unproductive areas. Such a case may exist where the relative elevation is significant. Typically the vegetation is very different between the elevated plateaux, slopes and valleys. In this case the thematic maps derived from remote sensing images may be very effective in identifying bauxitic domains. At the high level (700 m) East Coast bauxites (Orissa, India the plateau tops are grassland (shows as turquoise colour), the slopes are forested (brown) and the valleys are cultivated (multicoloured). Accurate delineation of bauxite contours is possible (see Fig. 2). Where the relative elevation drops below 300 m there is no distinct differences in vegetation over the possible bauxite domains. In the case of small relative elevation differences the plateau contours may become indistinct. Where the bauxite deposits are grassy or shrubby and the narrow valleys forested (Guinea). the LANDSAT TM maps can also be well used. Where the surfaces are evenly covered by forest e.g. Guyana Shield, Lower Amazon Basin, or the vegetation is not topography-, that is, "bauxite-specific" the LANDSAT TM is not informative.

Method and procedure

Geological basis

Based on geological maps areas of study are investigated and selected. It is very important that geological screening should be undertaken at the beginning, because, in some environments same or very similar geo-morphological image can be identified on different protoliths.

According to the geological background, formations can be divided into three main groups:

- (1) Planation surfaces on basement which has already been proven to be bauxite parent rock(s),
- (2) Planation surfaces locating on basement which theoretically can be bauxite forming formation,
- (3) Planation surfaces on non bauxite protoliths (see Fig. 15).

Topography

Planation surfaces are distinguished at different topographical levels (erosion surfaces of different ages). It is common (and widely known) that different types of ferralies can be formed on same parent rock and with the same morphology e.g. on upper level bauxite, on lower one lower grade bauxite or iron rich laterite can be found. (e.g. Guyana Shield, West African Craton).

In Venezuela identified bauxite is confined to the Nuria surface (600–750 m above mean sea level (MSL). The so called Intermediate Level (~400m) has not been yet investigated. The later one may also be prospective, however, is believed to be less prospective than that of the Nuria level. The situation is similar to Vietnam Dak Nong Province, main bauxite deposits de-

veloped between 700 m and 1000 m, while on the lower level (400 m–700 m) lower grade deposits have been. (e.g. Phuoc Loc, see *Fig. 5*).

In Guinea Bissau the Boé bauxite deposits relate to the topographical level of > 200m. On the same coffin-type plateau morphology on the lower level (<200 m) very hard iron rich laterite ($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 45\text{--}60\%$) can be found.

These bauxite geological characteristics must be identified, preferably in advance, when LANDSAT interpretations made.

Planation surfaces are also contoured according to the maximum slope where bauxite may occur <5 degree with higher probability and <10 degree with lower probability.

Depending on geology and topography (elevation, relative elevation, slope) bauxite deposits and planation surfaces has been ranked into three main groups expressing their prospects such as:

- (a) probably productive surfaces
- (b) possibly productive surfaces.
- (c) non-bauxitic planation surfaces: high level and low level (coastal plains)

Identification of bauxite deposits and screening of planation surfaces (case histories)

India – East (Coast bauxites)

For this 400 km long bauxite district LANDSAT TM 453 RGB composite images and SRTM slope maps were prepared. Bauxite deposits are closely related to tilted khondalite (mezo-kata meta-sediments) and charnokites, between the range of 600 m and 1400 m at different planation surfaces, which were developed between the Tertiary to Upper Miocene. Landsat interpretations were initially made and then known (explored) contours collected and the maps calibrated at site. Both morphology and vegetation are extremely well contrasted.

The yellow line in *Fig 2* shows the actual (explored) contour of the deposit, which perfectly fits to the SRTM slope map <10 degree. The TM map shows the grassland of the plateau with relative elevation of about 700 m. Brown coloured areas indicate forested surroundings of the plateau. Multicoloured valleys are cultivated.

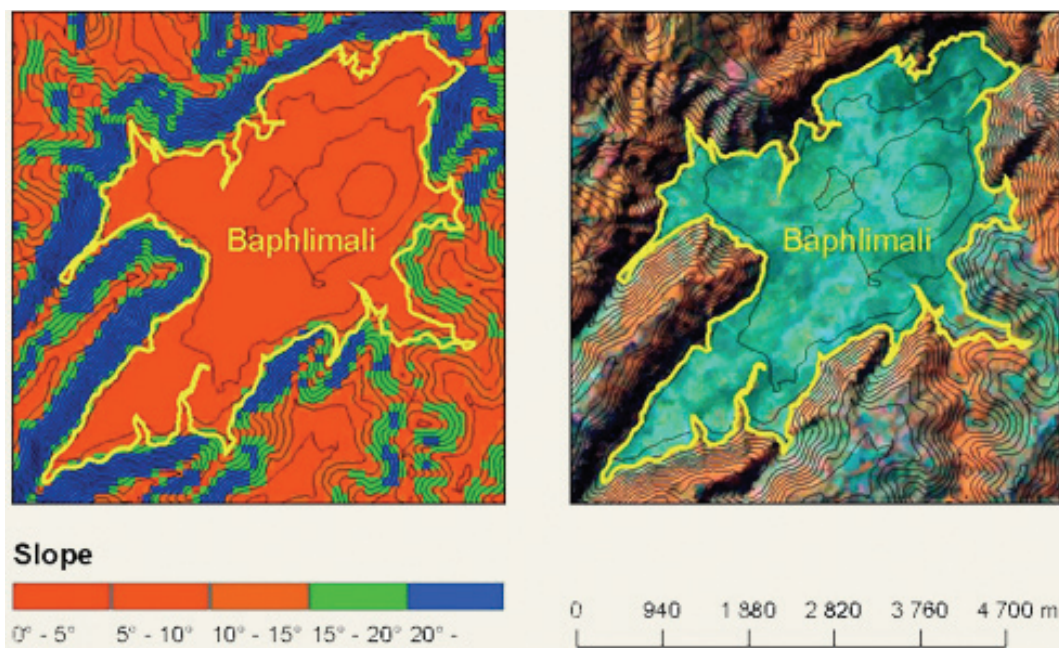


Fig. 2. DEM slope (left) and TM 453 RGB (right) maps of Baphlimali deposit

Identification of Laterite Bauxite Deposits with Application of Remote Sensing Techniques

The white contour in Fig 3. shows the productive area (forecast) established on the analogy of explored (actual) contours (i.e. Baphmali Fig 2). Relative elevation is 300 m – 400 m, the LANDSAT TM map is less contrasted than that of Baphmali is, the plateau surface is cultivated over Sijimali.

Vietnam

Bauxite deposits in Dok Nong and Lam Dong Provinces relates to Pliocene-early Pleistocene (N₂-Q₁) basalts. There is no bauxite identified on the N₂ and Q₂ basalts with only non bauxitic laterite recognised. The accuracy of the prognostic maps depends on the accuracy of the geological maps.

Bauxitic laterites developed on slightly undulating surfaces of hilltops forming amoeba-like ore bodies. Most productive areas are found above 700 m, whereas on the lower levels thinner deposits have been developed. Relative elevation between 30 m and 70 m is common.

SRTM predictions fit very well in the contours of the explored areas, which fact serves reliable bases for identification of not yet discovered territories.

There is very good correspondence between the geological section (actual) and DEM map (forecast).

West Africa – Ghana

Bauxite developed on the West African Craton (Precambrian slate, siltstone, gneiss), (Upper Cretaceous – Lower Tertiary) locating at 500–600 m above MSL with 300–400 m relative elevation. The four main deposits (two of them are groups of deposits) have been identified by the previous explorations i.e. Aya – Nyinahin, Kibi Atewa Range, Awaso Group and Mt Ejuanema. They have been well delineated by a combination of SRTM and TM (453 – RBG) maps (see Fig. 10). Based on this model, it is clear that there are no other analogous significant bauxite in Ghana, apart from several small bauxitic do-

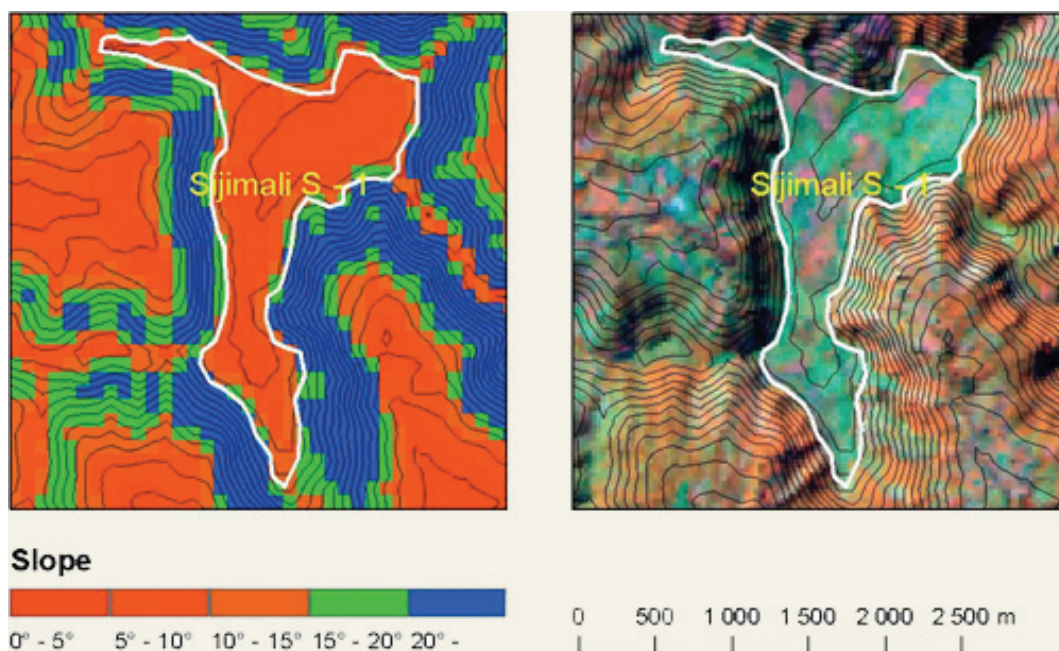


Fig. 3. DEM slope and TM 453 RGB maps of Sijimali S deposit

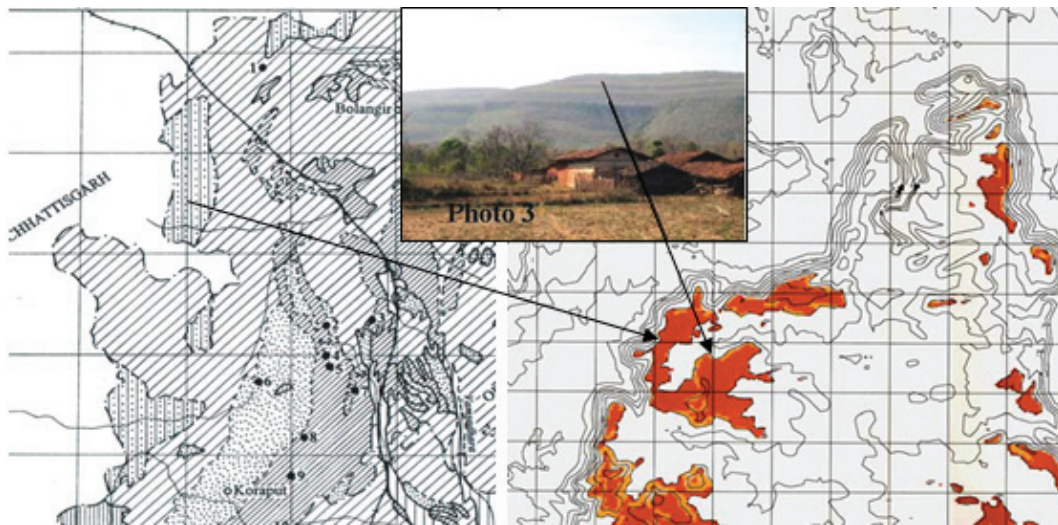


Fig. 4. Planation surfaces of Upper Proterozoic sandstone without lateritisation
(Photo 3. Kolupari village – Nawapara District – Orissa)

main on very narrow planation surfaces of ranges running parallel to the main deposits (NE–SW in direction).

Guinea Bissau

Planation surfaces are situated >200m above MSL are bauxitic (red) on the lower level (100 m–200 m) iron rich laterite was formed as checked during the site visit in 2007, however the morphology shows typical bauxitic plateau.

Lower Amazon Basin - Brazil

The known outline of the Trombetas bauxite ore bodies is clearly identified by SRTM mapping.

On the basis of Trombetas' analogy new deposits have been pointed out in the LAB (Fig. 13)

Guiana Shield (Guyana)

The Guiana Shield and its surroundings comprise approximately 2 million km². On the geo-combined SRTM map (Fig. 14) the planation surfaces of different geological formations in

the Pakaraima Mts. (Guyana–Venezuela) are clearly identified.

Conclusions

Bauxite deposits can be directly identified using SRTM or LANDSAT TM (453 RGB composite images), and their combination at some places so precisely that even potential resources estimate are possible (East Coast India, West Africa, Indonesia, etc.) in hypothetical category, provided sufficient control on likely thickness is known. In other cases the accuracy is somewhat less, however, they are applicable when areas are studied for reconnaissance or prospective areas compared and selected for licence application. Geo-combined SRTM maps are necessary when the basement is built up by different formations. In this case the accuracy of the geological maps leaves its mark on the reliability of the SRTM maps. Bauxite deposits established as prospective ones must be checked on field and map corrected accordingly: “No hay amor sin tocar” (Spanish saying², Cuba). Basis of the evaluation is the already identified contours (actual data) from which the forecast, based on their analogy, can be derived.

Identification of Laterite Bauxite Deposits with Application of Remote Sensing Techniques

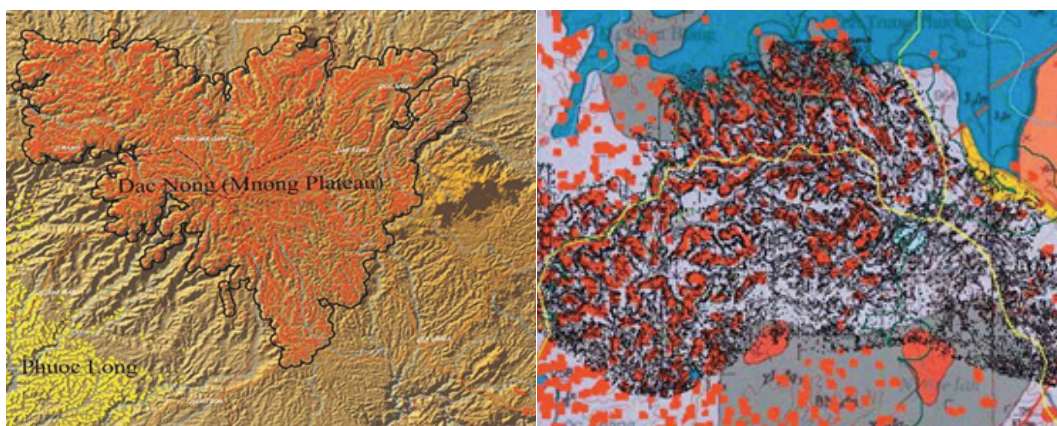
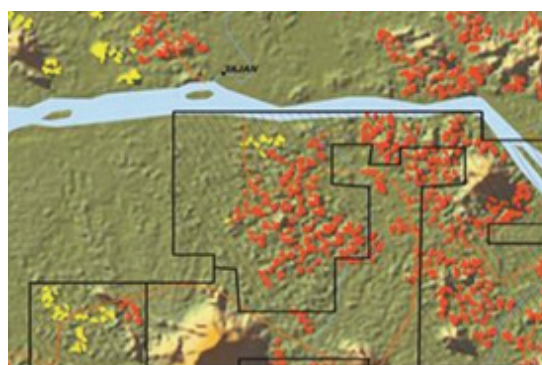


Fig. 5. Mnong Plateau (Cambodia, Vietnam) SRTM map: planation surfaces at $<10^\circ$ slope. Bauxite plateaux on $N2-Q_1$ basalts at different elevation: red: >700 m, orange: 400–700m, yellow: 200–400 m

Fig. 6. Geo-combined SRTM Map Than Rai, Lam Dong Province Bauxite deposits strictly relate to $N2-Q_1$ basalts (light grey). Bauxite free laterites are on planation surfaces of $Q2$ basalts (dark gray). Black contours show the actual (explored) ore bodies. SRTM map underestimates the bauxite potential both in Dak Nong and Lam Dong Privonces.



Bauxitic hilltop at Kaupas river

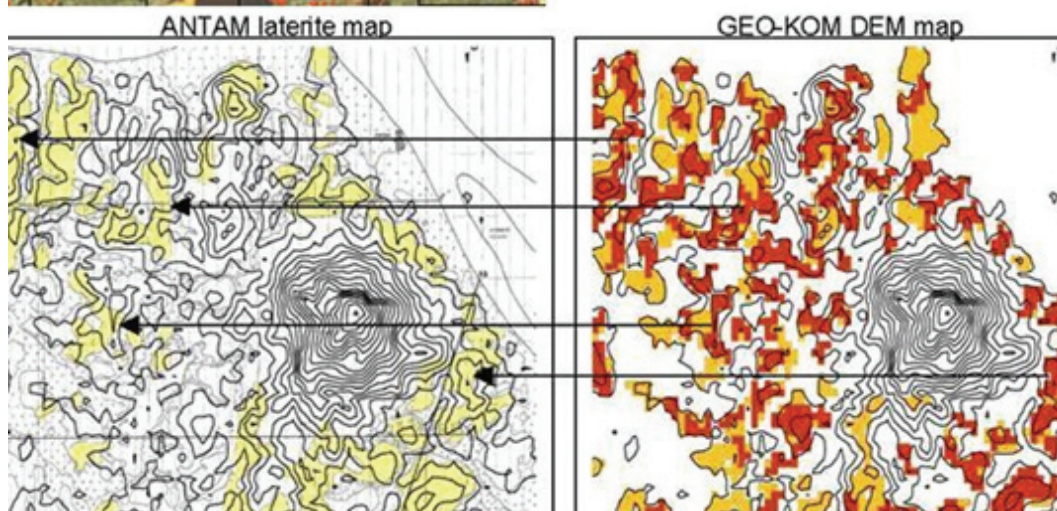


Fig. 7 and 8. In west Kalimantan the bauxite occurs on the undulating surfaces of hilltops between 20 m and 70 m MSL Bauxite bearing planation surfaces are locating on Mesozoic diorite (red colour). On young sediments, no bauxite can be found (yellow in colour) Laterite map by ANTAM Mining and Metals Company, Indonesia and GEO-KOM DEM map.

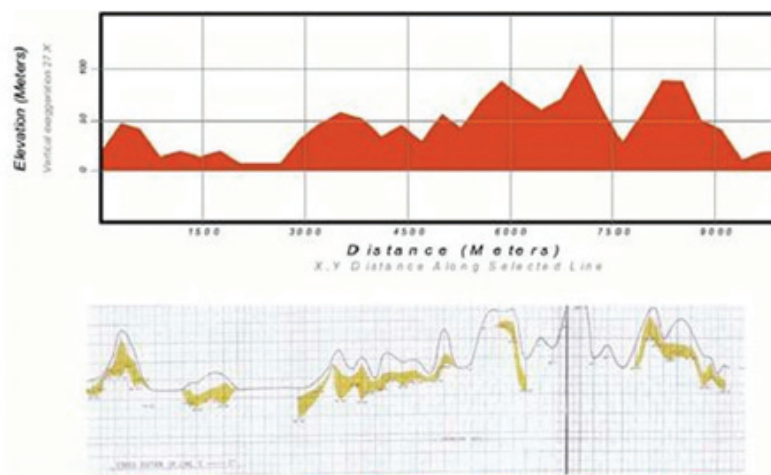


Fig. 9. Topography (exaggerated) of bauxite section explored by pits and DEM map along the section

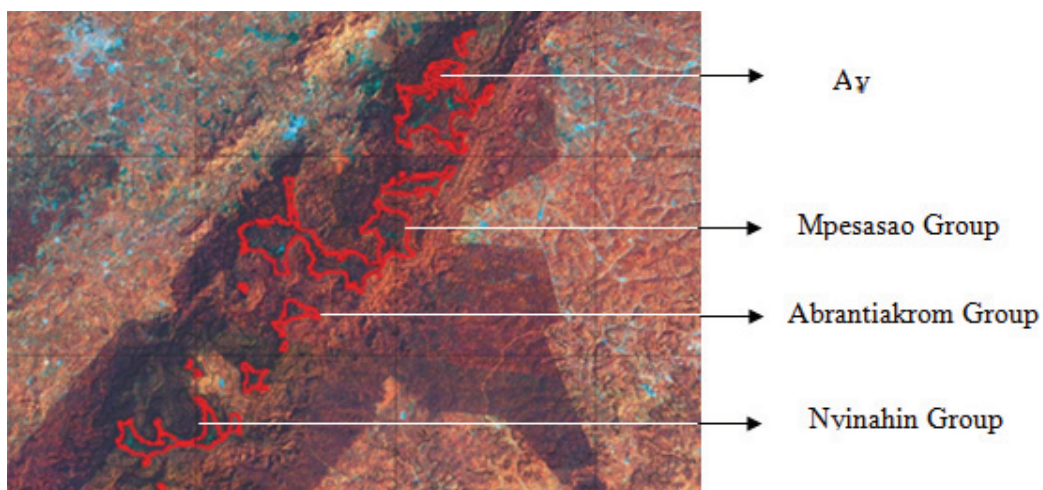


Fig. 10. Aya Nyinahin bauxite occurrence with combination of SRTM and LANDSAT TM (453 RGB)

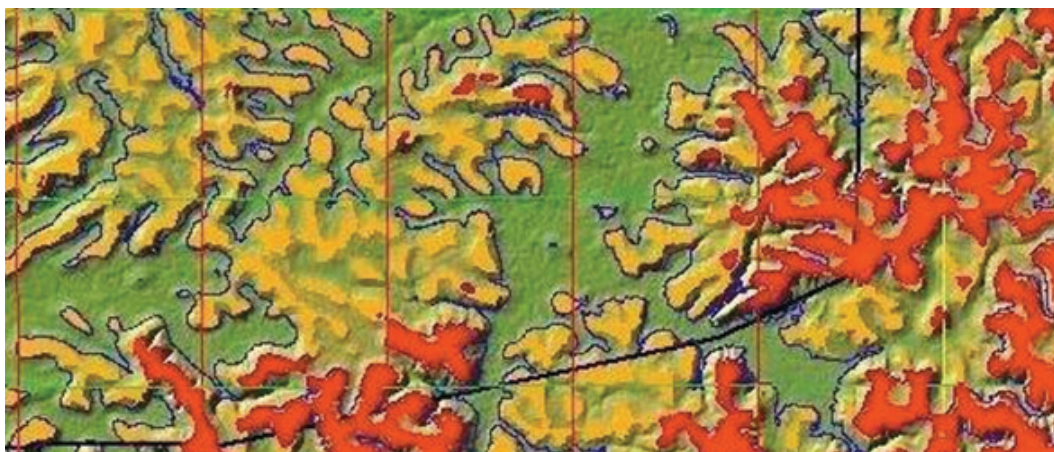


Fig. 11. Boé bauxite district in Guinea Bissau. Even the depressions of plateaux (barren for bauxite) are identified on the map (see white arrows)

Identification of Laterite Bauxite Deposits with Application of Remote Sensing Techniques

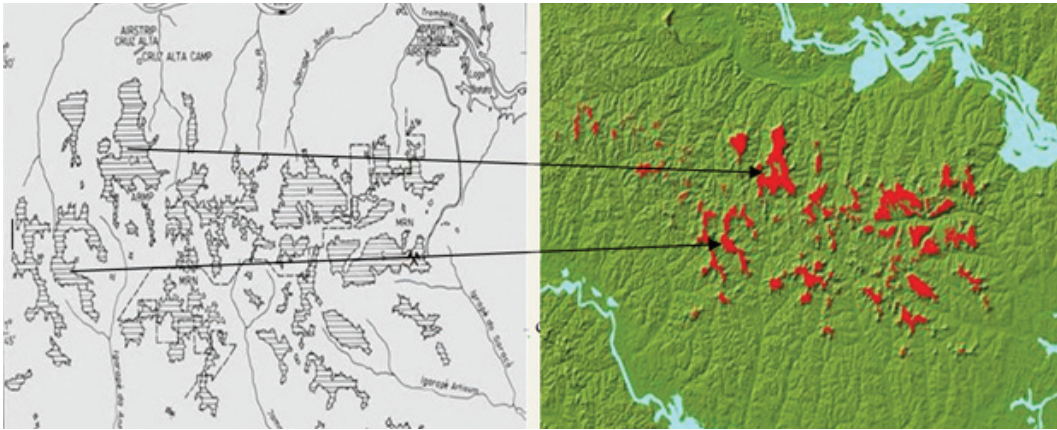


Fig. 12. Trombetas bauxite ore bodies (left) is clearly identified by SRTM mapping (right)

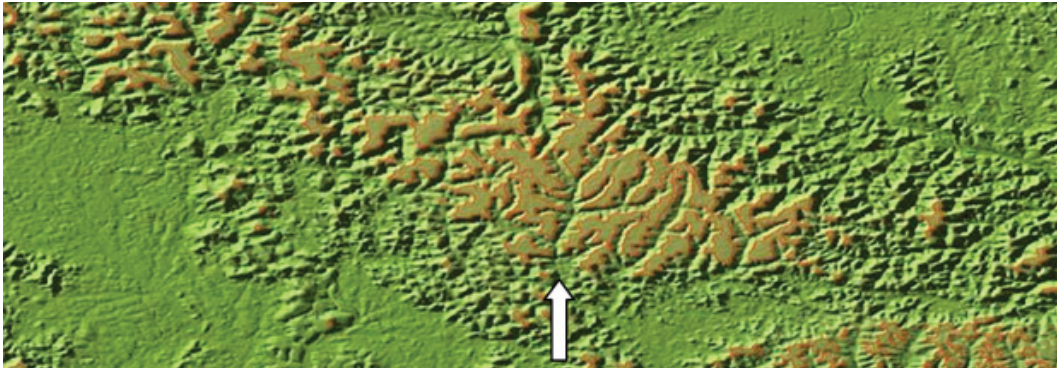


Fig. 13. New potential deposits evaluated in Laboratory

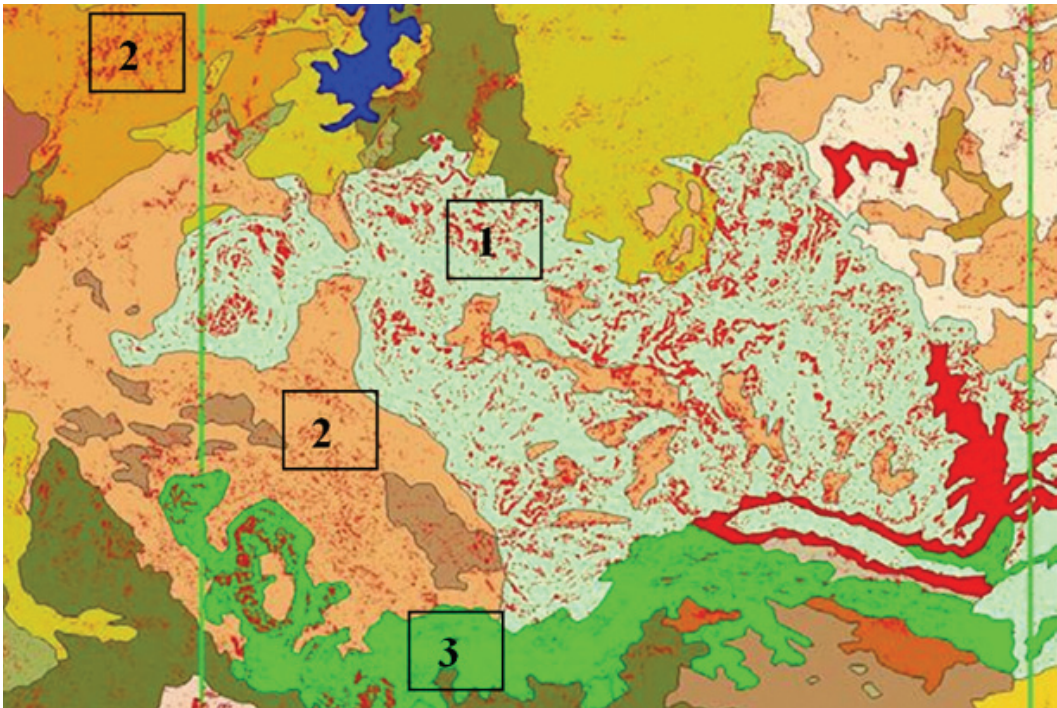


Fig.14. 1 Roraima sandstone: no lateritisation. 2. Intrusive rock of mafic composition (sills and dykes in the Roraima sandstone); there is lateritisation and baxitisation identified. 3. Felsic volcanics: bauxite may occur, but there is no evidence of bauxite, 4. Felsic intrusives bauxite may occur, there is no evidence.

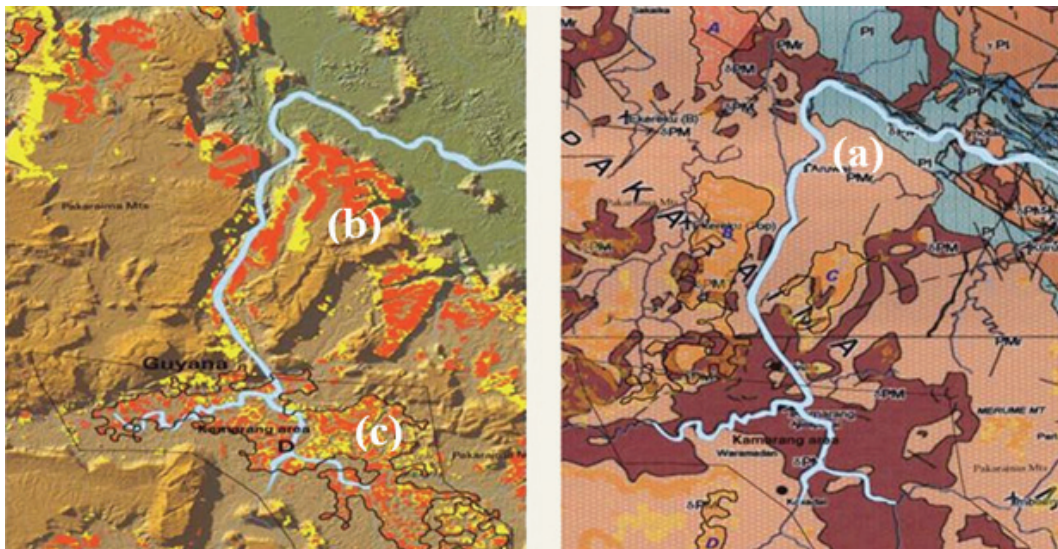


Fig. 15. Pakaraim Mts. Kopinang, Guyana. Planation surfaces on Roraima (a), sandstone/conglomerate suite (b), Bauxite bearing laterites on dolerite sills >700 m MSL (c)

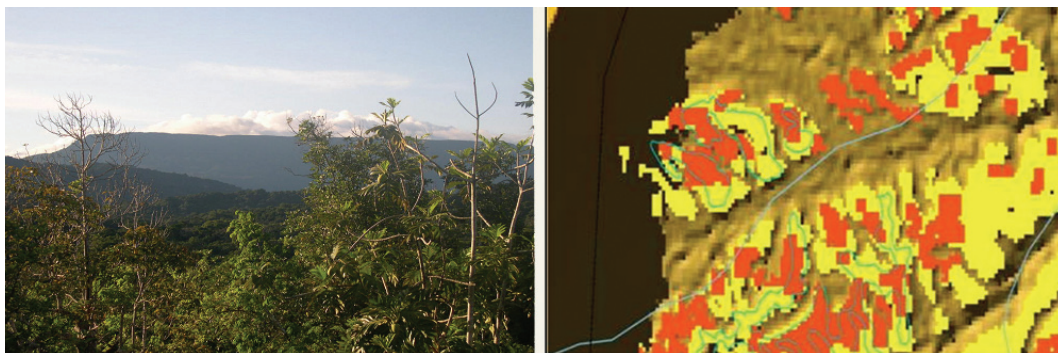


Fig. 16. Pakaraima Mts. Makwaik village Photo 5. (left), explored bauxite (right)

Acknowledgements

The Author desire to express his gratitude to his GIS experts Mr. Gergely Maucha and Mr. Róbert Pataki (Remote Sensing Division of the Agricultural Ministry, Hungary) who were very inventive and untiring when they had to satisfy the continuously changing wishes of an old bauxite geologist. Sincere thanks are expressed for Dr. Ashok Kumar Nandi Indian bauxite geologist colleague and also for the NALCO local mine management making possible a special site visit at Damanjodi, when the idea of the direct identification of bauxite deposits with SRTM and TM method emerged in 2005.

Several companies helped the Author and his GIS co-workers in developing the remote sensing methods by their related requests.

Reference and Note

- 1 Blodget, H. W., Mineral exploration from high altitude imagery, NASA, 1972.
- 2 „No hay amor sin tocar”: There is no love without touching” meaning, that „There is no reliable geological information without touching the rocks”, i.e. going in the field.

Dr. György Komlóssy
Geo-Kom Ltd.
geokom@mail.datanet.hu

Az első vízgazdálkodási célú digitális légifénykép-feldolgozási kísérlet Magyarországon (1979)

The article is about the first Hungarian digital image analysis in 1979–1980. VITUKI (Water Resources Research Institute) ordered a color aerial photo from VÍZDOK (Water Studio Service) about the Mirhó–Gyolcsi experimental inland water area in Hungary. The processed image recorded in Spring (2 April 1979). Intercosmos program digitized the three spectral bands (RGB) of the photo in the Soviet Union (Moscow). In the first experimentation of digital image-classification in Hungary have used the Information Technology Coordinating Institution's (SZKI) 0 series R-10 home-produced computer with the expert assistance of the Environment and Water Resources Research Institute. During the processing, there were performed average spectrum filter for each band. Meanwhile, the interpreter (the author – the editor's note) selected 10 representative areas for the Supervised Classification. This was followed by the classification program (using Bayesian methods). The pilot processing was carried out the following tasks: the inland water and near-surface soil moisture mapping and demarcation of the defective soil areas.

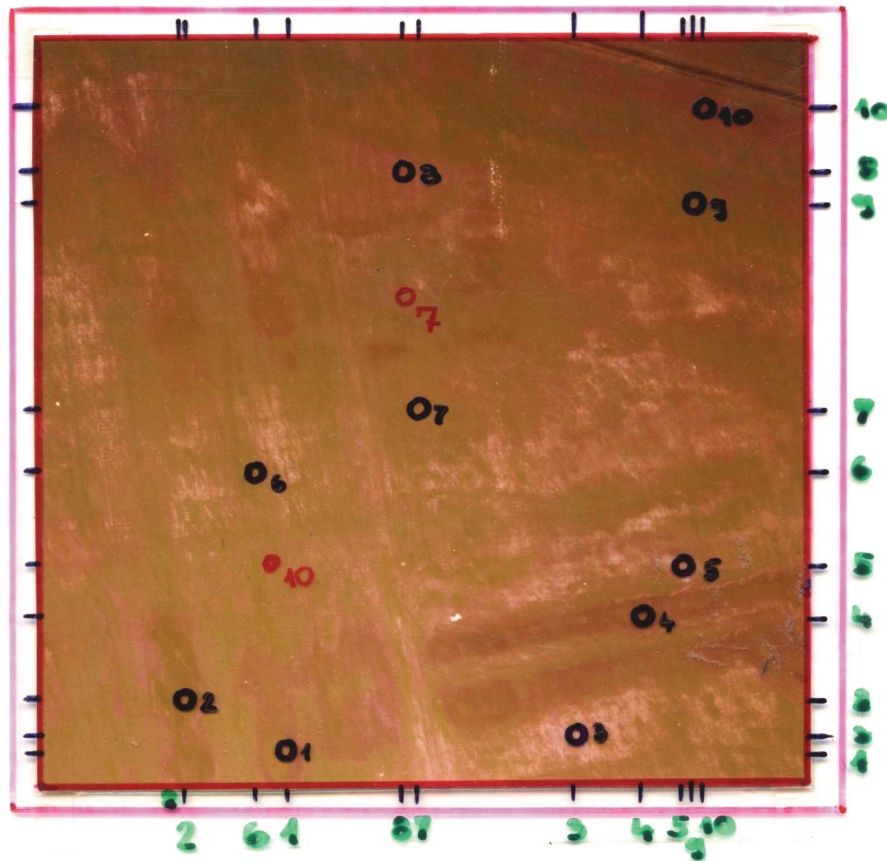
A 21. század kiváló hardver és szoftver termékeinek használatukor, már nekünk „öreg rókáknak” is ritkán jut eszünkbe a bő 30 évvel ezelőtti (h)őskor. Azokban az években számítógép még csak-csak akadt. Természetesen ezek az elsősorban KGST fejlesztésű masinák, jobb esetben valamely fejlettebb „nyugati” gép kopintásai voltak. Abban az időben, melyre mostani írásban visszaemlékezem, nyomtató eszköz alig, képbeolvasó (szkenner) pedig egyáltalán nem volt a magyar polgári életben.

Most tehát egy képfeldolgozási kísérletről szeretnék beszámolni, már amennyire az emlékek ködén ez felidézhető. Ezúton kérek elnézést az esetleges tévedésekért, és kérem, hogy aki az olvasók közül segíteni tud memóriám frissítésében, bátran tegye meg.

1980-ban a Számítástechnikai Koordinációs Intézet (SZKI)¹ 0 szériás R-10 típusú hazai gyártású számítógépén, a VITUKI szakértőjének közreműködésével digitális képosztályozási kísérleti munkára került sor.

A kutatási téma címe „Talajtípusok és felszíni vízborítások meghatározása légi és űrfelvételek alapján” volt. A kutatást az OMFB (Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság) finanszírozta. A pénzügyi keret 60 gépóra lehetőséget nyújtott.

A feldolgozásra kiválasztott színes légifényképet a VITUKI (Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet) megrendelésére a VÍZDOK Vízügyi Filmstúdió és Fotószolgálat készíttette, és a Mirhó–Gyolcsi kísérleti belvízöblözet ún. IV. számú részöblözetének részletét ábrázolja (1.ábra).



1. ábra. Mirhó–Gyolcsi kísérleti belvízöblözet IV. számú részöblözetének részletét ábrázoló légifelvétel

Miután Magyarországon nem volt alkalmas digitalizáló eszköz, a légifelvételről készült papírnagyítást az INTERKOZMOSZ² program keretében a Szovjetunióban (Moszkvában) digitalizálták, három spektrumsávban (RGB) és az adatokat mágnesszalagra írva juttatták vissza.

A feldolgozás során először spektrumonként átlagszűrést végeztünk. Eközben az interpretátor (a szerző – a szerk.) az eredeti légifotón 10 tanítóterületet jelölt ki. Ezeket azután a digitális anyagra kurzorral átjelöltük (1. ábra).

A tanítóterületek a következő felszíni tulajdonságokkal rendelkeznek:

Terület száma	Terület jellege
1-2	Különböző vízmélységű belvízfoltok
3	Erodált talajfelszín
4-8-10	Különböző nedvességtartalmú talajfelszín
6-7-9	Különböző sűrűségű növényzet

Az egyes teszterületekre mindhárom spektrumban kiszámítottuk az átlagintenzitást, szórást és

hisztogramot. Ezt követte az osztályozó program (Bayes³ módszer felhasználásával) lefuttatása.

Az osztályozás eredményét (színes plotter nem lévén) monokróm plotteren szürkeárnyalatokban jelenítettük meg. A kísérleti feldolgozás során a következő feladatokat sikerült elvégezni:

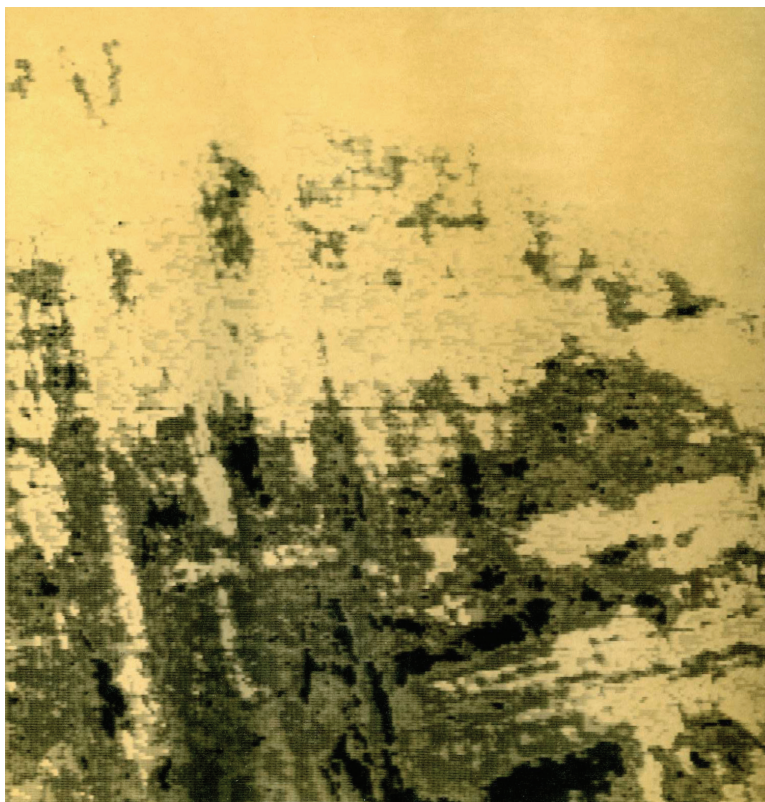
- a belvíz, és a felszínközeli talajátnedvesedések megjelenítése, kiemelése (2. ábra),
- talajhibás területek elhatárolása és különböző árnyalattal való megjelenítése (3. ábra).

A feldolgozott kép tavaszi (1979. április 2.) felvétel. A képrészlet mintegy 60%-án alacsony növényborítottság van.

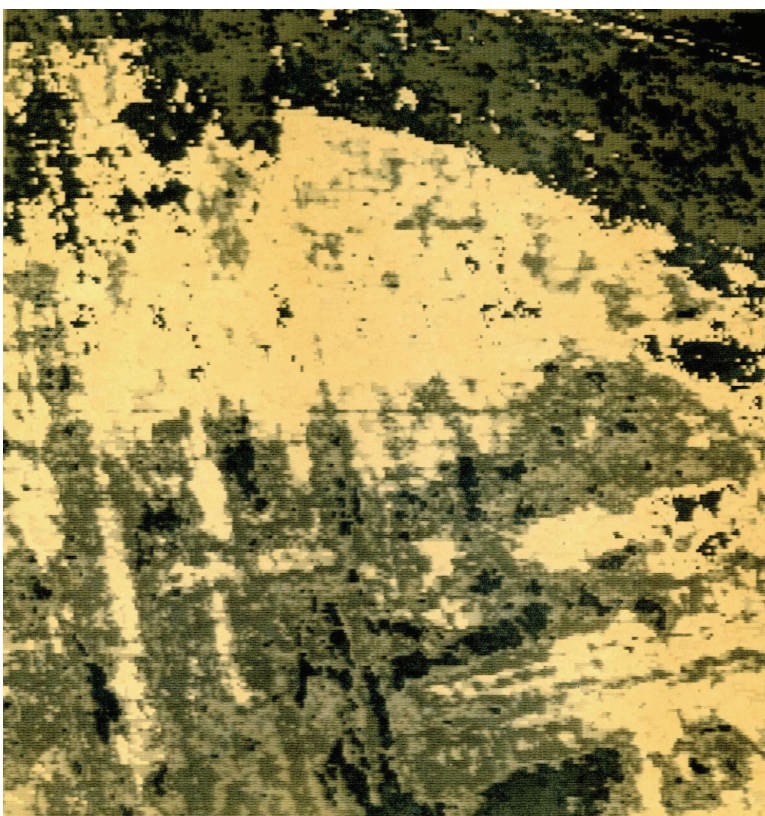
Az R (vörös) sávban a legbiztosabban a növényvel borított és a kopár talajfelszín volt elkülöníthető.

A belvízfoltok megjelenítésére a G (zöld) sáv volt alkalmas.

Az akkori szűkös lehetőségeket mutatja a kísérleti feldolgozás egyik fontos megállapítása:



2. ábra. A belvív és a felszínközeli talajnedvesség megjelenítése



3. ábra. Talajhibás területek

„Határozott előrelépést jelentene, a színes infra felvételek használata, amennyiben ezek készítése hazai viszonyok között megoldódik.”

A hetvenes évek végére visszanyúló kísérleti munkák nyomán a nyolcvanas évekre több képfeldolgozással foglalkozó hazai csoport is alakult, részben kutatóintézetekben, részben egyetemeken. Először inkább tudományos (biológiai, molekuláris kémiai, fizikai, csillagászati) feladatokhoz alkalmazták a képfeldolgozást, de később kiterjesztették a munkákat egyéb tevékenységekhez is (pl. számítógépes grafika, légi-fényképek, röntgenképek, űrfelvételek kiértékelése). Ahogyan folyóiratunk borítóján is látható, ma már magasszintű képfeldolgozási műveletek hajthatók végre, és a szoftverek széles választéka áll rendelkezésre, de 1979-ben egy ilyen program komoly számítástechnikai aparátust igényelt.

Jegyzetek

- 1 A Számítástechnikai Koordinációs Intézetet (SZKI) 1968-ban alapították azzal a céllal, hogy a KGST Egységes Számítógép Rendszer (ESZR) programjának magyar közvetítő intézménye legyen. Az intézet vezetője Dr. Náray Zsolt lett, aki a hazai fejlesztésű (TPA és EMG) számítógépeket nem tartotta beilleszthetőnek az ESZR sorozatba, és végül a legkisebb modellnek, az ún. R-10-nek a kidolgozását vállalta, melynek architektúrája és működése egy francia licencon alapult. A konfiguráció a központi egységből 16 kbyte (EC 2010), a kezelő írógépből (EC 7172), mágneslemez egységből 800 kbyte (EC 5060) valamint a lyukkártya-olvasóból és -lyukasztóból (EC 6021 és EC 7121) állt. Az SZKI élen járt az új informatikai technológiák hazai honosításában, miközben folyamatosan terjesztette az országban az élenjáró számítástechnikai fejlesztéseket és alkalmazásokat. A laboratóriumvezető „Dr. Dénes József érdeme, hogy a 'kötelező' feladatokon túl hang- és képfeldolgozással kapcsolatos fejlesztéseket kezdeményezett.” (Szabó J.)
- 2 Az Interkozmosz a Szovjetunió és kelet-európai országok közös űrkutatási programja volt. Magyarország a többi szocialista országgal együtt 1967-ben írta alá az együttműködési szerződést. A programot 1970-től nevezték Interkozmosznak. A szerződés a kölcsönösen érdekelt, egyesített kutatási területek vizsgálatára jött létre, számolva a résztvevő országok geofizikai és csillagászati megfigyelő állomásai által létesített rakéta és mesterséges hold megfigyelő állomások működésével. A program 1975-től a tagországok népgazdaságai számára erőforrás-kutatási tématerülettel bővül.

- 3 A Bayes módszer lényege, hogy az alkalmazó bizonyos megfontolások alapján előzetes (a priori) valószínűségeket állapít meg, majd a minta – és Bayes tétel – segítségével jut újabb (a posteriori) valószínűségekhöz, amelyek hozzásegítik a statisztikai következtetéshez.

Irodalom

Licskó B., 1980: Talajtípusok és felszíni vízborítások meghatározása légi és űrfelvételek alapján. Vituki kutatási jelentés.

Szabó J., 2011: Szemelvények a hazai képfeldolgozás (h)ős-korából.

www.mant.hu/dokumentumok/szabोजosef_visszaemlekes_hoskor_mod_20110427.pdf

Szentgyörgyi Zs., 2000: Számítástudomány és -technika Magyarországon

www.sulinet.hu/termeszetvilaga/archiv/2000/0014/05.htm

hu.wikipedia.org/wiki/Interkozmosz

Licskó Béla

A légi fotogrammetria kezdetei Magyarországon 1.

1916–1925

In Hungary the first powered flight was in 1909, the aerial photography started in 1916 coinciding with the period of the First World War. There were internationally acclaimed and respected aerial scouts. The traditional reconnaissance aircrafts were two-seater types with a pilot and a photographer observer. The battlefield maps were made of vertical (downward-looking) and oblique aerial photos. In many cases these vertical axis aerial maps became the base maps for decision makers. In 1918, Pál Vágó worked with the German Zeiss factory and he developed an aerial camera with vertical axis stabilizer. Hungarian Military Mapping Group established in February 1919 with the first Aerofotogrammetria department of Hungary (in 1922 it became the National Mapping Authority). The Institution's first experimental flight and processing (1 : 5000 scale) was successful. Both horizontal and vertical sense the mean error appeared only within ± 10 cm. Then they rapidly made orthophotos all over the country.

A légi térképészet valójában két egymástól jól elkülönülő szakterületre épül. A klasszikus terepi felméréseket végző, a légi felvételeken is azonosítható pontokat bemérő geodéziai és térképészeti csoport munkája sohasem nélkülözhető. A térképészetnek komoly, régmúlt időkbe visszatekintő hagyományai vannak. Magyarország topográfiai térképezését a Monarchia felbomlásáig közös intézmény, a bécsi Katonai Földrajzi Intézet végezte. Ezzel szemben a légi fényképek szakszerű elkészítéséért és térképi vetületbe illesztéséért felelős légi fotogrammetria fiatal tudományterületnek tekinthető.



1. ábra. Osztrák-magyar Brandenburg felderítő repülőgép⁴

A légi fotogrammetria hőskora

A légi fotogrammetriát szemléletesen kifejezik Kruttschnitt Aurél, neves légi térképészeti szakember, a Magyar Királyi Állami Térképészet intézetigazgatójának szavai: „A légi fotogrammetriai eljárás lényege, hogy földi részletmérés helyett, a repülőgépről készült légi-felvételeket dolgozzuk ki térképpé. A légi felvétel maga már nagyjában térképszerű, amennyiben a felvett területet felülről nézve, tehát megközelítőleg úgy mutatja, mint ahogy azt a függőleges sugarakkal vízszintes síkra vetített térkép ábrázolja (Kruttschnitt 1930).”¹

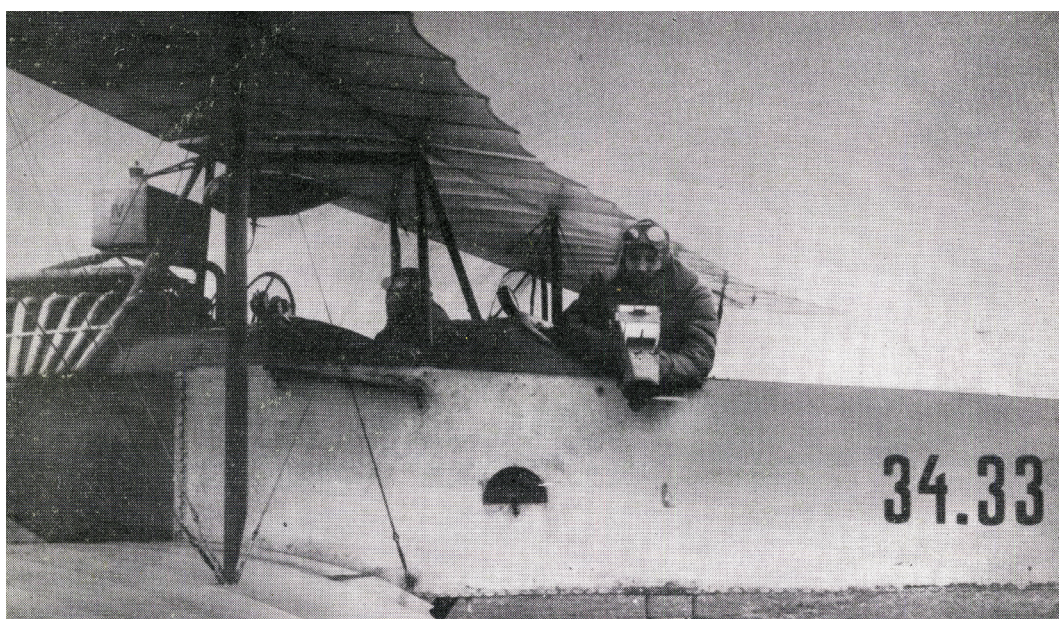
A fotogrammetria, mint tudományág elméleti szinten már a 19. század utolsó évtizedeiben kialakult. Gyakorlati alkalmazásainak ekkor még gátat szabott jó néhány technológiai kérdés, amelyet jóval későbbi foto-optikai műszerek feltalálása oldott meg. Az elméleti fotogrammetria kutatója, Finsterwalder Sebestyén már 1897-ben megírta, hogy a légi fotogrammetria gyakorlati jelentősége a legközelebbi állóháborúban fog kitűnni, és fejlődésének is ez teremt majd alkalmat, mivel békeidőben a nagy anyagi áldozat korlátozza a kísérletező kedvet.



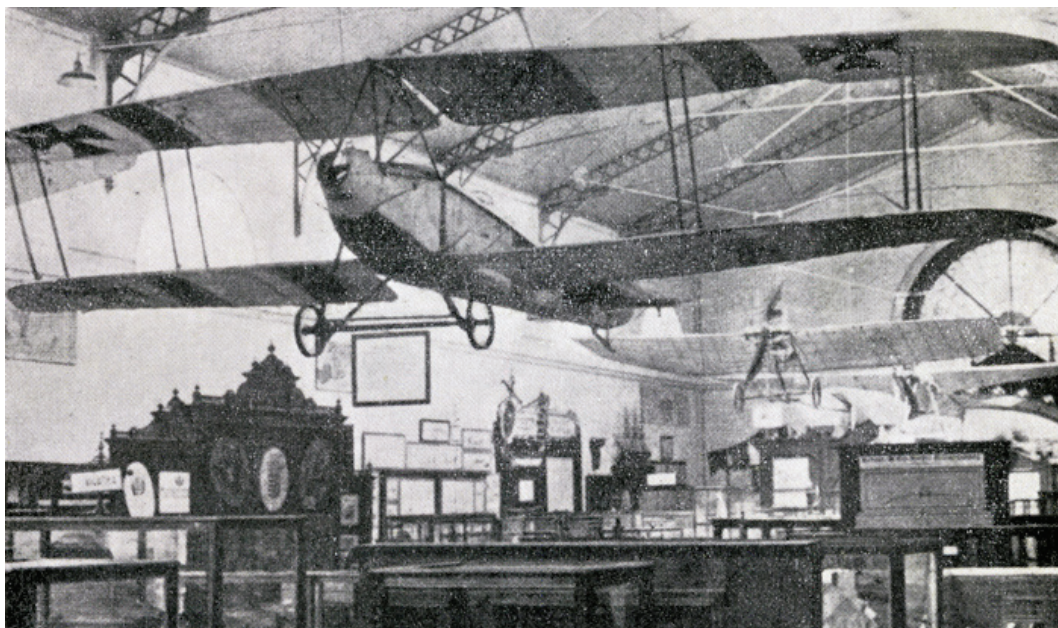
2. ábra. Földi csapatok harca francia felderítő repülőgép ellen. Festmény 1917 április⁵

Abban az időben a légi felvételeket elsősorban ballonok segítségével készítették.

„A repülőgép feltalálása újra ráirányította a figyelmet [a fotogrammetriára] s az újabb kutatások beigazolták, hogy a gyakorlati alkal-



3. ábra. Fényképezés osztrák-magyar felderítő repülőgépről az első világháborúban⁴



4. ábra. Az első magyar gyártmányú hadirepülőgép 1914-ben készült. A Közlekedési Múzeumban látható 1935-ben. Érdeemes megfigyelni a múzeum korabeli kifejezhetetlenül nagy értékű gyűjteményét, amely sajnos a második világháború végén megsemmisült.⁴

mazáshoz fűződő nehézségek nem leküzdhetetlenek”, írja Oltay Károly neves kutató és egyetemi tanár 1926-os könyvében.²

A motoros repülés története 1903-ban kezdődött, a magyarországi motoros repülésé 1909 környékén. Ehhez képest 1916-ban már nemzetközi hírvű és megbecsülésű légifelvétel felderítőink voltak, akik az első világháború beállt frontvonalain átrepülve életük kockáztatásával fényképezték az ellenséges vonalakat. Elsősorban a térképészeti nehézségek, és a gyorsan változó hadszíntér miatt került előtérbe a légi felderítés, és ekkor alakult ki a légi fotogrammetria gyakorlati alkalmazása, amelyben Németország, Franciaország, az Osztrák-Magyar Monarchia és Anglia járt élen. A Monarchia 1917-ben a pozitív tapasztalatok alapján kiadta a légifényképek felhasználásáról és értékeléséről szóló utasítást. Olyan embereket képeztek ki, akik aztán elláthatták a döntéshozókat objektív, frissen szerzett adatokkal. Egyetlen fényképező repülőgép egyszeri felszállással 10–30 km²-nyi területről tudott terephű képet szolgáltatni. Ebben az időben a német

optikai ipar volt a legfejlettebb a világon, és német gyártmányú eszközöket használtak a magyar felderítők is (Gábor, Horváth 1979).³

A villámgyors fejlődés mai szemmel elképzelhetetlenül gyorsnak tűnik a Rákosmezőn bukácsoló, szárnyaikat bontogató bambusz és famadaraktól a harci repülőgépekig. A repülőgép egy évtized alatt nélkülözhetetlen elemévé vált a térképészetnek.

A hagyományos felderítőgép kétüléses kialakítású volt, személyzete egy pilótából és egy megfigyelőből állt. Eleinte a repülőgép oldalára volt felfüggesztve a nagyméretű műszaki fényképezőgép, később a repülőgép padlózatában megfelelő aknát alakítottak ki neki. 1917-re – különösen az olasz területek felderítésénél – a magyar légifényképező felderítők nagy hírnévre tettek szert. Egyeseket a háború végére, mint légifotó művészeket tisztelték. Érdeemes megemlíteni Füzesséry Istvánt, aki kispap növendékből lett hadi felderítő és bátorságának, valamint szakértelmének köszönhetően olyan eredményeket ért el, amellyel elnyerte társai és felettesei elismerését. A leg-

veszélyesebb körülmények között is bátran helyálltak pilótájával, sokszor csak az ő munkájukra hagyatkozhatott a vezetés. A légifényképezés területén nyújtott rendkívüli műszaki és művészi teljesítménye miatt köztiszteletnek örvendett. Két év alatt kilencszer lőtték le a gépét. Volt, amikor a két front között tudta végrehajtani a kényszerleszállást és az éjszaka leple alatt kellett elvontatni a repülőgépet a saját vonalak mögé. A monori repülőtéren leszállás közben orra bukott a repülőgép, és az üléséből kivágódó pilóta életét veszítette, de Füzesséry túlélte a háborút.

A magyar légi felderítők elvitathatatlan eredményeket értek el az Isonzo-fronton csapatoösszevonások felderítésekor, vagy korábban, 1916-ban, amikor Erdélyben a román állásokat légifényképek alapján rekonstruálták saját területen. Valóság-hű gyakorló állásrendszert építettek ki, és a támadás végrehajtását itt gyakoroltatták (Gábor, Horváth 1979).

Az első világháború utolsó éveiben a hadszíntér-felvételi vizsgálatoknál a katonai térképeket függőleges (lefelé tekintő) és ferde tengelyű légifényképek alapján aktualizálták, és nagyon sok esetben függőleges kameratengelyű légifényképeket használtak alaptérképként is. Akkoriban a légtalpon még nem volt túl hatékony, így repülőgéppel szabadon és messzire végezhettek felderítő repüléseket az ellenséges terület fölött, így az ellenséges terepet, állásokat légifényképek útján reprodukálták.

A felvételek üveglemezre készültek, amely merevsége révén nem okozott a film hajlásához fogható torzulásokat. Kezdetben 9 x 12 cm-es kép nagyságú kamerákat rendszeresítettek, amelyek nagyon részletes légifényképeket adtak. Ahogyan fejlődni kezdett a kialakulóban lévő légvédelem, a repülőgépek egyre nagyobb magasságból fényképeztek, és az így kapott kisebb méretarányú felvételeken a részletek beolvadtak, a légköri páratartalomtól és a füsttől elmosód-

tak. Így növelni kellett a leképzési felület méretét, felbontását, az optikai üvegek minőségét, feloldóképességét és az objektívek fókusztávolságát. Az 1916-tól készült felvételek közül néhány, így Neogrady Sándor (7. v. repülő század) és Páldy József (5. v. repülő század) képeinek egy része fennmaradt, és az Interspect laboratóriumában digitalizálásra került.

A gyors információigény és az egyre speciálisabb feladatok megkövetelték, hogy a felvételek készítését az erre a célra létrehozott csoportok végezzék. A felvételek feldolgozása is a repülőtérré tevődött át, és a kockázatosan beszerzett értékes anyagok megfelelő helyekre történő kézbesítése is rutinná vált. Bizonyos helyeken külön nyomdavezetést is létrehozottak. A háborús tapasztalatok szerint a légifényképek a legmegbízhatóbb, objektív felderítési forrásnak bizonyultak.

A légi fotogrammetria közben egyre jobban fejlődött és a közel függőleges fényképsorozat-



5. ábra. Olasz állások a Piave mentén. A légifelderítők 1917. december 3-án készített felvételeiből azonnal elkészítették a fotótérképet. (A felvétel a HM Hadtörténelmi Intézet és Múzeum Hadtörténelmi Térképtárának gyűjteményéből származik.)

A légi fotogrammetria kezdetei Magyarországon 1.



6. ábra. Az olasz tüzérség és bombázók lerombolják a magyar utászoknak a Piavén készített hídját az első világháborúban⁴

tokat fotó-térképpé fűzték össze, majd fotólaboratóriumban újrafényképezve reprodukálták az elkészült egységes légifelvétel-térképet.

Mivel az Orel-Zeiss féle sztereoautográf légifelvelelek térfotogrammetriai feldolgozására nem alkalmas, Hugershoff és Cranz (Koppe korábbi kollimator-fototeodolit elvét felhasználva) 1918-ra megalkották a Hugershoff-Heyde féle autokartográfot. Ez az első műszer, amely megoldja a sztereoszkopikus hatású felvétel-párok mechanikai úton történő feldolgozását (Bimbó 1973). A háborús helyzet készítette Hugershoff tartalékos századost légifelvelelekből „automatikusan” térképet készítő eszköz kigondolására. Az automatizálást ekkor a kézi átrajzolást felgyorsító rendszerre értették, valójában a kiértékelő most is maga végezte a tematikus térképfedvény megrajzolását. Vágó Pált 1918-ban a Zeiss-művekhez vezényelték, ahol olyan, a repülőgépeken alkalmazható fényképezőgépet készített, amelynél a térképkészítés céljából fontos volt a függőleges helyzet biztosítása. Ezt a műszaki kérdést azzal a porgettyűvezérléssel

működő szervomotoros stabilizátorral sikerült megoldania, amelyen a háború alatt Melczér Tibor repülőtervező mérnökkel dolgozott.

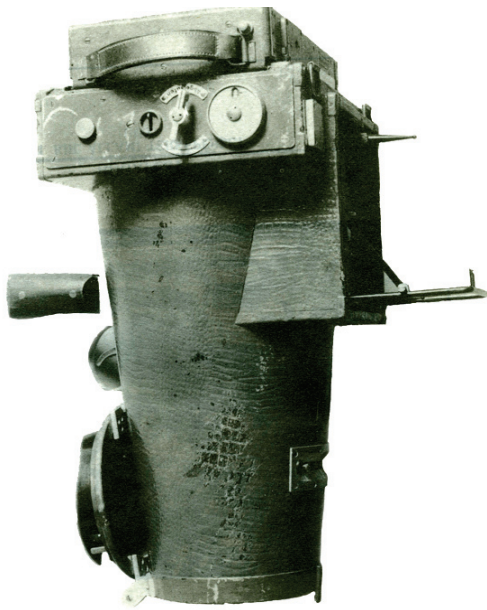
A háború befejeztével nagy elméleti és kísérleti anyag állt rendelkezésre a békés fotogrammetriai célok tökéletesítéséhez. A terep legapróbb részleteit hűen tükröző nagyfelbontású légifelvétel-térkép a térképészet új termékévé vált, azonfelül a topográfiai térképek felújításának is alapanyagául szolgált. A topográfiai térképek pusztán földi méréseken alapuló reambulálása mellett a térképelőállítás ilyen módja is kezdetét vette (Fodor 1935).⁶

A Magyar Királyi Hadilevéltár 1937-es kiállításán a háború okozta változásokat szemlélte az 1916. január 24-én, 1916. április 20-án, 1917. július 11-én, 1917. november 1-én használt négy darab térkép, amelyek tartalmát légifényképek alapján helyesbítették. Egyes térképek alapján domborműveket és azok mélynyomású reprodukcióit is elkészítették (Gábor, Horváth, 1979).

Az 1. világháború után, a Sopronba költözött akadémiának két évig Jankó Sándor volt a rek-



7. ábra. Német lövészárak-rendszer légi fényképen és arról készült vázlatrajzon 1917 júliusában⁵



8. ábra. A Goldmann-féle légifényképező kézi kamera gyújtótávolsága 30 cm volt 4,5 fényerejű Zeiss–Tessar–Iris optikával, 6 lemezes váltókazettával működött

tora. Jelentős szakirodalmi munkásságot fejtett ki, az egyik első magyar nyelvű fotogrammetriai munka szerzője volt. Számottevő eredményei közé tartozik a háromszögelési hálózatok hibaelméletének megalkotása.

1919-ben a győri hadianyaggyűjtő állomásról sikerült egy fekvőtengelyű ICA AG drezdai képtranszformátort szerezni. A fennmaradt berendezések és a rendelkezésre álló tapasztala-

tok birtokában nem várathatott magára egy honi térképező szervezet létrehozása. 1919. év februárjában jött létre a Bécsből, illetve a hadi felmérésből visszaérkező, önként jelentkező tisztekből a Magyar Katonai Térképező Csoport (amelyből aztán később, 1922-ben az Állami Térképészet megalakulhatott) (Kruttschnitt 1930). A csoporton belül Gerő László vezetésével egyből létrejött az Aerofotogrammetriai osztály, a légifényképek térképészeti alkalmazásához. Az alapításkor a térképészeti alkalmazás szempontjából elengedhetetlen követelményként emelik ki a közel függőleges irányú kameratengelyt, a rövid megvilágítással való fényképezést, valamint a mérőkamerák külső és belső műszaki adatainak fontosságát. Az utóbbi arra utal, hogy már ekkor nagy hangsúlyt fektettek légi kamerák kalibrációjára, és a pontos képfeldolgozásra. Így 1919 júnisáról júliusra a képek minőségében jelentős javulás következett be.

1919-ben a Magyar Katonai Térképészeti Csoport a Bécsi kapu tér 4. alatti új Levéltár II. emeleti helyiségeiben rendezkedett be. Az I. emeleten működött a Légügyi csoport Petróczy István vezetésével. Hozzá tartoztak a légifényképező repülőszázadok. Itt teljesített szolgálatot Neogrády Sándor megfigyelőként,



9. ábra. Egy Fokker F. III. Ezen a típuson a pilóta nyílt „fülkében” ült a motor fölött/mögött



10. ábra. A MALERT Fokker F-III. repülőgépe

aki később a térképészet légifényképésze lett (Balla, Hrenkó 1991)⁷. Az Aerofotogrammetriai osztály készen állt a felvételek szakszerű előhívására és másolására. A háború utáni időszakban eleinte a feladatra kialakított üzemképes repülőgépek hiányában a felvételeket mintegy 2000 m terepfeletti magasságból a pilóta mögötti ülésből kihajolva, a nehéz kamerát sokszor kézben tartva készítették.

Az első világháború után létrehozott Magyar Királyi Állami Térképészet figyelme azonnal az akkor már gyorsan fejlődő légifotogrammetria felé irányult, mivel a Monarchia III. felméréséből (1869–87) származó 1 : 75 000 méretarányú térképek „a legsürgősebb igényeket sem elégitették ki” (Kruttschnitt 1930), ezért nagyon gyors felmérésre volt szükség. A legfontosabb feladatként egy használható, pontos nagy méretarányú térkép előállítását jelölték meg. A lehetőségek szerint Csonkamagyarország 1 : 25 000 méretarányú felvételi alapanyagának 20 évre tervezett helyszíni megújítását (reambulálását) tűzték ki első célként.

1920-ban végezték az első repülő-felvételi kísérleteket. A felvételeket máris fel tudták használni térképhelyesbítésre. 1920 nyarán a nyugati (később burgenlandi) határ mentén 350 km² területről készült légifelvétel. A képeket

Neogrády Sándor készítette UFAG CI típus, St. Bloudek és Oravec B. által tervezett kétüléses nyitott felderítőgépről. 3000 m terep feletti magasságból dolgozott 30 cm gyújtótávolságú Goldmann kézikamerával, 13 x 16 cm nagyságú lemezekre. A kb. 1 : 10 000 méretarányú képeket a topográfusok grafikus háromszögelés alapján pantográfval 1 : 25 000 méretarányúra rajzolták, illetve egyszerű mérőkörzővel szerkesztették át. A légifényképek nem fedték a teljes területet, a Fertő sík vidékéről például hiányos volt a felvétel. A biztató kísérleteket a trianoni repülési tilalom miatt nem folytathatták 1923-ig. Trianon után a repülőgéphiány mellett külső korlátozások súlyosbították a helyzetet: a katonai repülőszolgálatot is megszüntették. Magyarország hadiszolgálatra alkalmas repülőgépet nem tarthatott, nem gyárthatott, és behozni is tilos volt őket. A légi fotogrammetria úttörői azonban ebbe nem nyugodtak bele. Gerő László németországi útjain előkészítette a drezdai Heyde céggel közös fotogrammetriai kísérleteket. Az első fotogrammetriai kísérlet Kurtz Sándor irányítása alatt zajlott és Rédey István műegyetemi tanársegéd oldotta meg a szakfeladatokat. Az Állami Térképészet műszaki csoportja is komoly tanulmányokat folytatott és fejlesztésekben is részt vettek.



11. ábra. Rédey, Kurtz és Hegershoff professzor (jobbaldalt) a drezdai Heyde gyár fotogrammetriai osztályán 1923-ban⁷

Kurtz kezdeményezésére 1923-ban megalakult a Fotogrammetriai osztály. Rédey István vezetésével a Honvéd Térképészeti Intézet fotogrammetriai osztályának feladata volt a korszerű fotogrammetriai térképkészítés magyarországi megszervezése. Az első kísérletre a Hármashatár-hegy és az Óbudai hajógyár közötti változatos terepet jelölték ki. A fényképezést 1923. június 29-én Neogrady Sándor légiforgalmi felügyelő hajtotta végre a 14 légi győzelmes Fejes István (a Weiss Manfréd Művek/WM Rt. gyári berepülőpilótája) által vezetett Fokker III. típusú utasszállító repülőgépről. Neogrady a gép leszerelt ajtónyílásán át kinyúló deszkán ülve, kezében tartott géppel 1250 méter magasból fényképezett, a gépen jelenlevő intézetparancsnok aggályai és tiltakozása ellenére.

A képeket a Heyde gyártól kölcsönzött 92. számú kézi mérőkamerával, 165 mm gyújtótávolsá-

ságú Zeiss Doppelamatar optikával, 13 x 18 cm nagyságú tüköruvegre fényképezte. A képek feldolgozását Kurtz és Rédey Drezdában végezte el. Rédey javaslatára a drezdai gyár a képmérő teodoliton szerkezeti módosítást hajtott végre.

A fotogrammetriai térképterv 1 : 5000 méretarányban készült, pontosságát a műegyetem geodéziai tanszéke közreműködésével földi méréssel ellenőrizték. A mérések alapján a gépi kiértékelésben mind vízszintes, mind magassági értelemben ± 10 cm-en belüli középhiba mutatkozott. Ez volt az intézet legelső légifotogrammetriai úton előállított térképmunkájának alapja, és az első azok közül a korban modern, pontosság és képminőség tekintetében nemzetközi értelemben élvonalbeli munkák közül, amelyeket ezeknek az úttörő szakembereknek az egyre bővülő csoportja a két háború között előállított.

A légi fotogrammetria kezdetei Magyarországon 1.

Jegyzetek és irodalom

- 1 Kruttschnitt Aurél (1930): Térképészeti közlöny, M. Kir. Állami Térképészet, Budapest.
- 2 Oltay Károly (1926): A földi és a légi fotogrammetria alapelvei és műszerei. Budapest, a szerző kiadása.
- 3 Gábor Imre, Horváth Árpád (1979): A haditérképek története, az első világháború. Zrínyi kiadó, Bp. 207–210. o.
- 4 Horváth Árpád (1968): A hadirepülés évszázada. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest.
- 5 Bimbó József (1973): A légi repülés a háborúkban. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest.
- 6 Fodor Gyula Magyar Királyi erdőmérnök (1935): A légi fotogrammetria térhódítása s várható jelentősége az erdőrendezési munkálatok szempontjából.
- 7 Balla János – Hrenkó Pál (1991): A Magyar Katonai Térképészet története I., HM Térképész Szolgálat Főnökség, Budapest, 39. o.

Bakó Gábor



FÖLDI
FOTOGRAMMETRIA
3D PONTFELHŐ
EGY ESZKÖZBEN



KÉPALKOTÓ
MÉROÁLLOMÁS

[HTTP://WWW.NAVICOM.HU/TOPCON-IS.HTML](http://www.navicom.hu/topcon-is.html)



TOPCON IP-S2

MODULÁRIS MOBILTÉRKÉPEZŐ

ALKALMAZÁSI TERÜLETEK:

3D UTCATÉRKÉPEZÉS

BIZTONSÁGTECHNIKAI TERVEZÉS

BURKOLAT HIBÁK VIZSGÁLATA

KATASZTRÓFA KÁRFELMÉRÉS



TOPCON SOKKIA

[HTTP://WWW.NAVICOM.HU/TOPCON-MOBILTERKEPEZES.HTML](http://www.navicom.hu/topcon-mobilterkepezes.html)