

Magyarország felülről

„Ki gépen száll fölébe,
annak térkép e táj”

(Radnóti M.: Nem tudhatom...)

Mi pedig, akik műholdakra, repülőgépekre telepített műszerekkel, azoktól származó adatok elemzésével vizsgáljuk a földfelszínt, azon belül hazánkat – ha közvetve is –, gépen szállunk fölébe. Egyfajta megközelítésben úgy is mondhatjuk, hogy sosem volt részletességű térképet látunk. Bár ha nem vagyunk átlagosan műveletlen technokraták, még tudjuk, hogy „hol lakott itt Vörösmarty Mihály”.

A műholdakról, űrhajókról elének táruuló látvány gyökeresen más, mint a „közelkép”, a gyalog járónak megszokott „mindennapi” panoráma. Már szabad szemmel is – gondoljunk az űrhajósok kezdetben szóbeli, majd fényképes beszámolóira – mást látunk. Látszik, hogy „alattunk” egy nagy gömb van, annak a felszínét nézzük. A felszín fölött vékony gáz-, emberibben megfogalmazva légréteg található, benne lapos, fehér foltokkal, azaz felhőkkel, továbbá porral, füsttel. Meglepő az igen sok felismerhető részlet. Az űrhajósokat kezdetben nagyon meglepte, s a földön maradtakat hitetlenkedésre készítette, az igen sok felismerhető részlet; szerencsés esetben még nagyobb hajók, repülőgépek kondenzcsíkjai, sőt vonatok is felismerhetők voltak.

Ma már – az „éppen fönt lévő” űrhajósok időnkénti le-lepillantásaitól eltekintve – nem az emberek szeme, hanem speciális műszerek mérik Földünket. Az ember szemével, lelkesedő, mindig érző intellektusával nem hasonlíthatók össze, még a buta, érzéketlen jelzőt sem érdeklik meg. Viszont nagyon célszerű, okos szerszámok, amelyek az emberi közösség számára hasznos információkat – képeket – gyűjtenek a Föld felszínéről úgy, hogy elegendő, ha az ember már csak a például rádió útján a Földre továbbított adatokkal foglalkozik, azokat „nézi meg”, dolgozza fel. Ezek a műszerek nem úgy nézik a Földet, mint alkotóik tennék a saját szemükkel. Az ember szeme a mélyvöröstől az ibolyáig terjedő színeket, az azon színeknek megfelelő hullámhosszúságú fényt látja. Zöldet látunk akkor is, ha a fény színe zöld vagy ha a fehér fényből valami (pl. klorofill) elnyeli a pirosat. Műszereink azonban külön-külön érzékelik – a rájuk jellemző, a megoldandó feladatcsoporthoz illesztett módon – a különböző hullámhosszúságú fény erősségét (intenzitását), pl. a kéket, a zöldet, a vöröset, a vörös-infravörös átmenetet, egyes infravörös tartományokat, a hősugárzást, sőt újabban néhány fontosabb (cm-es és mm-es hullámhosszúságú) mikrohullámú sugárzást is. Az így kapott adatokból azután számítógéppel és ahhoz kapcsolt speciális eszközökkel képeket, azaz speciális „térképeket” készítünk. E képek részletdúsága változó, a feladattól függő. Az igen nagy területek gyors áttekintését lehetővé tevő – pl. meteorológiai célra használatos – felvételek felbontása általában nem jobb $4 \times 4 \text{ km}^2$ -nél illetve $1 \times 1 \text{ km}^2$ -nél. A legtöbbször használt űrfelvételek felbontása a $100 \times 100 \text{ m}^2$ és $1 \times 1 \text{ m}^2$ közé esik, jellegzetes a $70 \times 70 \text{ m}^2$ -es, a $30 \times 30 \text{ m}^2$ -es, a $20 \times 20 \text{ m}^2$ -es és $10 \times 10 \text{ m}^2$ -es felbontás. Míg katonai felderítési célra ennél sokkal nagyobb felbontású űrfelvételek is készülnek. A részletek felismerhetőségét azonban a felbontás adta korlátokat túlhaladón javítja az, hogy – elméletileg is jól tisztázott okokból – a vonalás alakzatokat (idegen szóval lineamentumokat) már akkor is jól fel lehet ismerni, ha szélességük a felbontás $1/10 \sim 1/5$ -ét meghaladja. Így ma már természetesnek vesszük, hogy az űrhajósok látják a kondenzcsíkot, a hajó nyomát a vízen, csúcsában a

hajóval, a vasúti pályát a vonattal stb. csakúgy, mint azt, hogy a műszerek készítette képeken 70 x 70 m²-es felbontás mellett is jól látszik országunk főútvonal-hálózata.

Tudjuk, hogy három alapszínből (ezek eredetileg a kék, a sárga és a piros) kikeverhető az összes látott szín. (Így dolgozik a színes televízió is.) Ha a különböző hullámhosszúságú fény érzékelésével egy területről egyidejűleg készült úrfelvételekből pl. kiválasztunk háromat – mondjuk egyet a távolabbi infravörösösből, egyet a közelebbi infravörösösből és egy narancssárga színben készült –, s ezekhez kedvünk (vagy valamilyen szakmai szempontunk) szerint hozzárendeljük a három alapszín, akkor számítógépünk kimenetén olyan színes kép jelenik meg, amilyent a felszín nézve sohasem láthatunk. Az ilyen képeket nevezzük hamis színű képnek. A felszín olyan részletei, tulajdonságai válnak így szó szerint láthatóvá, amelyeket egyébként nem láthatnánk. Úgy gondolom, hogy ezzel e speciális szemlélési mód legfontosabb alapjellemzőit megmutattam. Persze még sok kis apró trükköt használunk, amelyek esetleg fontosak is lehetnek egy adott feladat megoldásán fáradozóknak, de az „eljárás” lényegének megértéséhez ennyi is elég.

Ha az úrfelvételeket megnézzük, akár a húsz évvel ezelőtt Európa felett készült, nagyon kis felbontású meteorológiai műholdképeket, akár a mai közepes vagy nagy felbontású képeket – amelyekből néhány vagy néhányszor tíz darab lefedi Európát, illetve annak számunkra fontos és kedves középső részét –, akkor eltéveszthetetlenül szemünkbe ötlük a Kárpátok koszorúja. A Kárpát-medence a magasból nézvést még szembeötlőbb, mint a természetrajzi térképeken. Így Magyarország helyét könnyen megtaláljuk.

Azt szoktuk mondani, hogy az országhatárok csak a térképen látszanak. Azonban meg kell szoknunk, hogy nemcsak ott és nemcsak műtárgyak stb. jelzik helyüket. Az életmód, a föld művelésének és a természeti környezet rombolásának eltérő módja, illetve mértéke látszik az úrfelvételeken. Így némi figyelemmel a határokat észrevehetjük. Természetesen jól látszik a hegy- és vízrajzi kép, a kis és nagy települések, utak, vasutak, röpterek. Az úrfelvételek a leíró földrajz korszerű műveléséhez elengedhetetlenek. Egyidejűleg lehetőséget nyújtanak a *lezajló változások nyomon követéséhez*, a közvetlenül a meglévő helyzetet mutató és azt nem többéves lemaradással követő térképek készítésére. E térképek ugyanakkor – a műholdas adatok természetével egyezően – lehetnek korszerű számítógépben tárolt adatsoportok. Ez pedig a térképhasználat jelenleg zajló minőségi átalakulása miatt igen fontos, s a közeli jövőben az informatika és elektronika más részei mellett egy-egy ország lehetőségeit ugyanúgy befolyásolja, mint jelenleg pl. a hírközlési (telefon stb.) szolgáltatás színvonala.

Az elmondott általánosságokon túl a következőkben nézzünk néhány fontosnak tűnő, speciális területet.

Az első, kifejezetten közhasznú (nem katonai) és nagy felbontású (nem meteorológiai) földfelszínvizsgáló műhold a Landsat-1 (régábbi jelölése: ERTS-1) 1972-ben startolt. Egy évvel később már igazolódott, hogy a felvételek kiválóan alkalmasak valamely (szárazföldi) terület *geológiai szerkezetének a vizsgálatára*. Az egyik elsőnek megvizsgált terület a különösen földrengésveszélyes Managua (Nicaragua) környéke volt, ahol mind a vulkánok, mind az összetett és aktív törésvonalrendszer jól kimutatható volt. Tudjuk, hogy a Kárpát-medence kialakulása és ennek során létrejött mai szerkezete nemcsak tudományos szempontból különösen érdekes, hanem az ehhez fűződő ismeretek lényegesen segítik a nyersanyagkutatást is. E mellett tudjuk, hogy bár a Kárpát-medence (a geológiai értelemben vett jelenben) nem tartozik a különösen földrengéses zónákba, aktív terület, ahol a földrengések rendszeresen előfordulnak, s ezek között emberi időléptékben sem ritkák az erősebb vagy kifejezetten erős rengések. Ennek oka a medence geológiai fejlődésében található meg, amelynek egyik igen fontos jellemzője a ma is aktív törésvonalak elhelyezkedése, rendszere. Ezek jól és nagyon eredményesen tárhatók fel és kutathatók felülről, azaz az úrfelvételek segítségével. Az eredmények alapvető jelentőségűek létesítmények (különösen valamilyen módon veszélyes létesítmények, pl. veszélyes hulladékok temetői, atomerőművek, víztározók...) helyének kiválasztásánál, s ezek elmellőzése komoly problémák forrásává válik rövidebb-hosszabb távon. Egyre pontosabb magyarázatot kapunk a medence domborzati és vízrajzára is. Talán itt érdemes megemlíteni, hogy a természetes és mesterséges alakzatok jól megkülönböztethetők, az idők folyamán eltemetett pl. mesterséges létesítmények igen sokszor felismerhetők, így az úrfelvételek szerepe a terepi régészetben gyorsan növekszik. (A mérési módszerek laboratóriumi alkalmazása pedig lehetővé teszi a legtöbbször igen érzékeny leletek valóban roncsolás mentes vizsgálatát, bár nálunk még sajnos ez az alkalmazás várat magára.)

A felszín formájának, színének stb. vizsgálata a szerkezetvizsgálattól tovább vezet bennünket. Jól megmutatkoznak a *felszín sérülései*, mind a természetes erózió, mind az emberi beavatkozás közvetlen és kiváltott hatásai. A felszín ember okozta sérüléseinek és azok változásainak (dinamikájának) a számbavétele az ember-környezet kapcsolat kölcsönhatás objektív vizsgálatának egy hatásos, eredményesen alkalmazott módja. Így kimutathatók a még érdemben sértetlen területek, segítve például adott környezeti körülményeket feltétlenül megkívánó gyógyászati létesítmények helyének kiválasztását. A sértetlen terület ma hazánkban sehol nem jelent valamilyen ősbioszféra állapotot, hiszen a történelem folyamán a kezünk nyomát néha jó, többször rossz értelemben rajta hagytuk a Kárpát-medence (Európa, a glóbusz) képen. A „sértetlen” területen azonban egyensúlyban lévő, működő és az ember, mint biológiai lény létét segítő bioszféra van, nem rombolt, ipari stb. táj. A különbség éppen a nagy felbontású űrfelvételeken látszik megrázó erővel. Ha beavatkozásunk hatása a bioszféra egy, néhány kulcselemét érinti vagy valamely küszöbértéket túllép, akkor az egyensúly megbomlik, a talaj tönkremegy vagy erodál stb., s a táj a ma már éppen a műholdas távérzékelés segítségével jól definiálható (általánosított értelemben használt) sivatagállapot felé tolódik. Figyelemre méltó, hogy a hazánkban végzett elemzések szerint pl. Komárom megyében a „sértetlen” terület alig néhány százalék, a megye területének döntő többsége közepesen vagy súlyosan sérült. Az országos helyzet minőségileg ennél alig jobb, természetesen nagy területi fluktuációt mutat.

Ezen vizsgálatok egyik speciális iránya a *talajterképezés és a talajminőség, a talajállapot kutatása*. Világszerte aktívan kutatott terület, hiszen a talaj megóvásától függ a pusztá létünk. A különféle talajfajták területi elhelyezkedése a hagyományos talajterképezési módszereknél pontosabban felmérhető. Észlelhető a termőtalaj lepusztulása, állapotának megromlása is. Részben az ilyen irányú kutatásoknak is köszönhető, hogy ma már az ezzel foglalkozók számára nyilvánvaló, hogy a termőtalajt érő károsodások nagyon veszélyesek és a *hosszú távú károk általában nagyobbak, mint a kárt okozó tevékenység tényleges haszna*. A talaj károsodásának egyik leggyakoribb oka a vízháztartás érdemi megbontása. Például markánsan megmutatkozik űrfelvételeken a tiszagyulaházi termőföld egyes Tiszához közeli tábláin az említett hatás, a lehetségesnél gyengébb hozammal társulva. (Vélelmezhető, hogy a jelenség nem független a tisztai duzzasztásoktól.)

Természetesnek is tekinthetjük, hogy ha a talaj jól vizsgálható a világűrből, akkor a növénytakaró is. Jelenleg a nagy területen termelt haszonnövények (búza, kukorica) állapotának a felmérésében van a legtöbb eredményünk. A haszonnövények állapotának felmérése és a *várható termés* esetleges nagy pontosságú *előrejelzése* gazdasági és üzemvezetési szempontból fontos. Világszerte intenzíven dolgoznak ezen, van mit utolérnünk. Az nyilvánvaló, hogy ha a haszonnövények állapota látszik felülről, akkor általában a teljes növénytakaró, így az ún. természetes növénytakaró, az erdők, mezők, lápok stb. állapota is. Így fel lehet térképezni aktuális kiterjedtségüket ugyanúgy, mint a nagyobb pusztulásokat. Ne felejtjük el azonban, hogy az állapot romlása vagy a növénypusztulás akkor látszik, amikor már kialakult, bár megfelelő gyorsaságú űrfelvetel értékeléssel elérhető lenne, hogy a kialakult állapotot esetleg sokkal hamarabb észleljük, mint más módon. Azonban még ebben az igen kedvező esetben is lényegi lépéshátrányban lennénk a romboló folyamatokkal szemben, nem sokszor már érdemi cselekvési lehetőség híján.

Még inkább ez a helyzet a vizek esetében, vagyis amikor már látjuk a romlást, általában késő a megelőzés. (Az űrfelvételeken „gyönyörűen” látszó árvíz erre triviális példa.) Hazánk vizeinek specialitása, hogy globális összehasonlításban sekély vizek, nagy lebegőanyag (hordalék, élő anyag...) tartalommal. Műholdas, távérzékeléses vizsgálatokban a kutatás kezdetén vagyunk. Mivel az országok nagyobbik részének van tengerpartja, a vízkutatásban a tengerek és óceánok vizsgálatát technikai könnyebbsége, gazdasági súlya stb. miatt fontosabbnak tartották, mint a sekély édesvizüket. Ezért e téren a teljes módszer- (modell, számítási eljárás stb.) fejlesztés is minket terhel. A mi vizeinknél még a láthatófény-tartományban is átlátszik a tófenék vagy a mederalj, hacsak nem szennyezett elképesztő mértékben az éppen vizsgált víz. Az nyilvánvaló, hogy a víz állapota, az átlátszatlanág mértéke, a klorofill és hordalék mennyiségváltozása, a meder vagy partvonal változása stb. vizsgálható. De az operatív alkalmazhatóságig még hosszú az út.

Végül érdemes szót ejteni a *levegőről*. Míg a mikrohullámok számára a felhők is átlátszóak, bár nem nyomtalanok, addig az optikai tartományokban a felhők átlátszatlanok. Az is nyilvánvaló, hogy a teljesen tiszta légkörön át a felszín sokkal tisztábban látszik, mint párás, poros, füstös légkörön át. Vagyis a légkör állapota, „tisztasága” nyomon követhető az

úrfelvételeken, bár természetesen egészen másként, mint a helyszíni vizsgálatokban és – legalább is egyelőre – csak bizonyos, általános jellemzők, például az átlátszóság, levegőfénylevés segítségével. Említést érdemel, hogy több érdekes kerüloút is létezik. Például télen a leezett tiszta hó a szennyezett levegőjű körzetek és nagy forgalmú országutak mentén a kiüledő piszoktól elszürkül, ez pedig az úrból jól látszik stb. A levegő pillanatnyi állapotának leírása és előrejelzése a meteorológia alapfeladata. A szennyezettség, a folyamatos emberi tevékenység (pl. erőművi hőfelszabadulás, városi nagy mennyiségű hulladékkeletkezése) miatti helyi vagy körzeti változások nyomon követése azonban a meteorológián kívül tevékenykedőknek is fontos kutatási terület. Hazánkat nézve úgy tűnik, hogy levegőnk szennyezettségi mértéke nagy és területileg nagyon kiterjedt. Külön is kiemelendő, hogy a rossz hatásfokú energiafelhasználás (pazarlás) nyomai a hőszugárzási tartományban készült úrfelvételeken jól látszanak. Például Budapest hőszugárzása nagyobbak látszik Bécsnél, az M7-es autópálya jobban látszik (a hőtartományban), mint a nyugat-európai autópályák többsége.

Remélem, hogy a legfontosabb „speciális látóvalók” áttekintése nem tűnik haszталannak. Ezekből is kiderült, hogy kutatási, módszertani stb. szempontból e felülről rátekintés nem területspecifikus. A számítógépes képfeldolgozó rendszer képernyőjén hazánk területe (adatai stb.) ugyanúgy tűnik fel, mint Németalföld vagy az Ural. Ez a technikai változtatlan-ság szöges ellentétben van a terepbejárással. Egészen másként kell „turistáskodni” a csatornák szabdalta Hollandiában, mint az Ural déli lejtőin vagy hazánk egyik vagy másik táján. Így a modern technika e szép és hasznos lehetősége magában hordozza a kutató vagy a felhasználó-tervező elidegenedésének a súlyos veszélyét. Könnyű elfelejteni, hogy valójában „e tájak mit jelent”. A képernyőn, ha nem vigyázunk, hazánkból csupán munkatárgy lesz. Ezért az e téren dolgozó „írastudóknak” a felelőssége máris nagy és rohamosan nő. Mivel sok minden legkönyebben először távérzékeléssel, úrfelvételeken ismerhető fel, terheli e terület kutatóit a kérés nélküli szólás kötelezettsége. Ebben a szakmában nem szabad azt mondani, hogy az észlelt rossz változás jeléről azért nem szól valaki, mert nem esik a szűkebben vett szakterületére. Nem felejtethetjük el, hogy vizsgálatunk tárgya szülőhazánk, amelyből nőttünk, ahol élünk és otthon vagyunk. Különösen növeli felelősségünket, hogy műszersze-meink elől a „virrasztó éji felleg” már nem fedi el a tájat, s a nagy felbontású eszközök képein már azok a kövek is látszanak, amelyeken lépkedünk. De rajtunk kívül – hiába a látvány – senki nem tudja, hogy a járdá peremén melyik az a kő, amelyikre „az iskolába menvén” „léptem én”, „hogy ne feleljek aznap”.

Ferenc Csaba

Irodalom: Domokos Györgyné dr.: Távérzékelés a műszaki gyakorlatban. Műszaki Könyvkiadó. Bp. 1984. – Magyarország az úrból. Zrínyi Katonai Kiadó. Bp. 1981.

A Fertőszentmiklós–Celldömölk közötti helyiérdekű vasút (1897–1979)

A helyiérdekű vasút létesítésének gondolata 1893 nyarán került nyilvánosságra. A GYSEV-fővonalból való elágazás helyére vonatkozóan két elképzelés volt: dr. Silberstein Adolf jogászé és Radó Kálmán egykori Vas megyei főispáné. Silberstein a kapuvári érdekeltek tervét képviselte. Elképzelésük szerint Kapuvárról ágazott volna le a Fertővidéki Helyiérdekű vonal. Radó elgondolása alapján a vonal Eszterháztól Répcelakon át vezetett volna Celldömölkig. A Soproni Hírlap 1895. július 7-én, Soproni aláírással, már Radónak az Eszterházaán át vezető vonaltervét üdvözölte. A döntő fordulatot az jelentette, hogy Radó mögött már ott volt a tényleges tőke a Budapesti Bankkegyesület – pontosabban a Münchner-Localbank A. G. – révén.

A vasútépítés bonyolult közgazdasági, jogi és műszaki tudást igénylő feladatait a