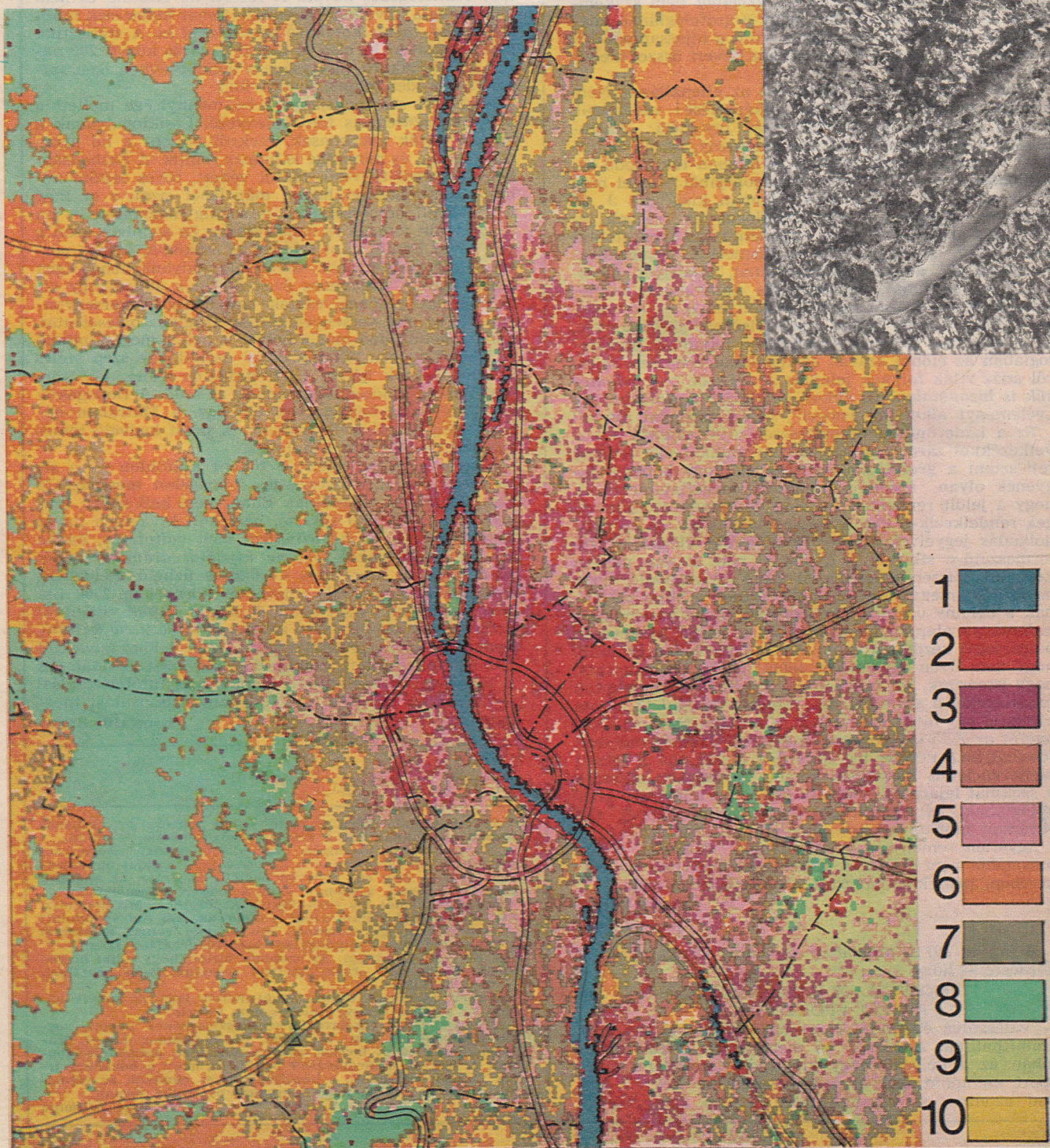


# SZÁMÍTÓGÉP RAJZOLTA

**A**z erőforrás-kutatásban, az erdő- és mezőgazdaságban, a városrendezésben és a területfejlesztésben a *körzeti fejlesztési tervek* főként az úgynevezett *területhasznosítási* (angolul: land use) térképek alapján készülnek. Ezek a térképek különböző gyakorlati szempontok alapján *minősítik*, s így ábrázolják a területeket. Az ilyen típusú térképek nélkülözhetetlenek a szóban forgó területek későbbi hasznosításában. A hagyományos eljárással készülő „land use” térképek azonban eléggé drágák. Ráadásul lassan készülnek, s így nem követhetik nyomon a területhasznosítás állandó, dinamikus változásait. Ezért 1980 őszén a Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutatóintézetében egy módszertani kísérlet keretében megpróbáltunk az amerikai *Landsat* típusú műholdnak egy 1976. április 1-jén készített digitális felvételéből\* kis méretarányú területhasznosítási térképet készíteni.



# TÉRKÉP ŪRFELVÉTEL RŐL



1. A zöld szín tartományában készült, fényképszerű Landsat-űrfelvétel a Dunántúl térségéről. A kép jobb felső sarkában a bekeretezett rész — Budapest térsége — a felvétel 78-ad része. Ezt a 97 200 képpontból álló területet vizsgáltuk
2. A szóban forgó területéről készült területhasznosítási térkép.
- Jelmagyarázat:**
1. vízfelület;
  2. sűrűn beépített terület;
  3. üzemterület;
  4. lakótelep;
  5. kertváros;
  6. kert, szőlő, gyümölcs;
  7. gyéren beépített erdős terület;
  8. erdő;
  9. füves terület, vetés;
  10. szántó, kopár felszín

A Landsat műholdak mintegy 910 km-es magasságban keringenek a Föld körül, s tizennyolc naponként ismétlődően „lefényképezik” annak egész felületét. Egy-egy ilyen kép 185 km $\times$ 185 km-es területet ábrázol. A földfelszínről visszaverődő napsugárzást a műhold fedélzetén elhelyezett, sávosan pártázó lengő tükrök gyűjtik össze. A tükrök közvetítette visszavert fényt az úgynevezett detektorok négy hullámtartományra bontják: zöld, sárga-vörös, vörös meg a nem látható „közeli” infravörös sugárzásra. A négy tartományban visszaverődő sugárzás erőssége — 256 fokozatban — 0-tól 255-ig terjedhet. Ezen a skálán a 0 a teljes fényelnyelődést, a 255 pedig a legnagyobb fényvisszaverődést jelenti. A 0 és a 255 közötti intenzitásértékeket rádióadó továbbítja a földi vevőállomásra, s ott négy-sávossal, számítógépbe táplálható mágnesszalagra rögzítik őket.

Ezen a felvételeken a földfelszín 57 m $\times$ 79 m-es területegységei különböztethetők meg egymástól, azaz ekkora területek felelnek meg egy-egy képpontnak. Az egész kép 185 km $\times$ 185 km, azaz 34 255 km<sup>2</sup>-nyi területet ábrázol, tehát 2340 $\times$ 3240, azaz majdnem 7,6 millió képpont alkot egyetlen felvételt. Mivel a berendezés minden képpontot 4 hullámtartományra bont, s ezek mind 256 fényességi fokozatúak lehetnek, egyetlen műholdfelvétel 4 $\times$ 7,6 millió $\times$ 256, azaz 30,4 millió $\times$ 256 = 7,8 mil-

liárd „bit”\*-nyi információt foglalhat magában a leképezett területről.

**H**a a mágnesszalagról fényképszerű, látható képet akarnak készíteni, annak adatait egy olyan számítógépbe táplálják, amely filmíró készüléket vezérel. E filmíró készülék egy forgó henger, amelyre pozitív vagy negatív filmet helyeznek. A forgásban levő hengerdob előtt egy fényforrás mozog egyenletesen, s olyan váltakozó fényerőségekkel világítja meg a film egy-egy pontját, amelyek megfelelnek a mágnesszalag „képegységein” rögzített intenzitásértékeknek. Így azok a képpontok, amelyekben a különféle hullámhossztartományokban a legtöbb fény verődött vissza, pozitív filmen a legvilágosabb, negatív filmen a legsötétebb árnyalatban jelennek meg. Az ilyen felvételeket különösképp olyan területeken használhatják sikeresen, amelyekről eddig kevés térkép készült, s növényföldrajzi, vízi, talaj- és földtani viszonyaik még feltáratlanok. Így Amerika nagy kiterjedésű területein kijelölhetők azok a kisebb körzetek, ahol még feltáratlan erőforrások várnak hasznosításra.

Az Európa és hazánk jól feltérképezett területén meglevő természeti erőforrások már jórészt ismereteselek. A fényképszerű felvételek — különösen színes változataik — néhány regionális összefüggés megláttatásán kívül inkább csak esztétikai élményt kínálnak.

**A**kutatók azonban arra is gondoltak, hogy az ūrfelvételeket bizonyos környezeti összefüggések kimutatásában a már jól feltárt területeken is sikerrel alkalmazhatják. A környezet adottságainak gazdaságos hasznosítása, összefüggéseinek felismerése az erőforrás-kutatásnak egyik fontos célja. A négy-sávossal mágnesszalag számítógépes feldolgozási módjai olyan összefüggéseket is kimutathatnak, amelyek egy-egy fényképszerű ūrfelvétel szemlélésekor még láthatatlanok számunkra.

Az ūrfelvételen ábrázolt terület minden 57 m $\times$ 79 m-es, azaz 0,45 hektáros egységét — a felvétel négy hullámtartományának megfelelően — négy szám jelzi. A számítógépes értékelés azon alapul, hogy bizonyos kis terjedelmű, úgynevezett minta- vagy teszterületeken pontosan felmérjük a felszín jellegzetes tulajdonságait, s a műholdfelvételen is megmérjük az adott kis területek négyféle intenzitásértékét. Ennek alapján az egész ūrfelvételen ábrázolt — több mint 34 000 km<sup>2</sup>-es — területen megkereshetjük és azonosíthatjuk a mintaterülettel akár teljesen megegyező tulajdonságú összes területet. Ily módon különféle szempontok szerint kategóriákba sorolhatjuk az ábrá-

zolt felszínt, s az eredményt a számítógép színes tévéképernyőjén vagy a hozzá csatolt rajzológéppel térkép formájában is rögzíthetjük.

**K**ísérletünkben — amelynek eredménye az itt látható térkép — az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság támogatásával a Számítástechnikai Koordinációs Intézetben kidolgozott számítógépes eljárást alkalmaztuk, Hegedűs Gy. Csaba irányításával. A már kidolgozott számítógépes programhoz igazodva Budapest térségének a területhasznosítás szempontjából tíz különböző lehetőséget kívántunk elkülöníteni.

Ehhez először is olyan teszterületeket kellett keresni, amelyek lehetőleg egységesen, homogén módon, egyértelműen képviselje a különféle kategóriákat, például a sűrűn beépített belvárosi területeket, a gyümölcsös, az erdőt, stb. Ezután a teszterületek földrajzi koordinátáit átszámoltuk a Landsat-kép képpontkoordinátáivá — ezzel mintegy rávetítettük őket az ūrfelvételekre —, s így a mintaterületek a mágnesszalagon is kijelölhetővé váltak. A mintaterületek képpontjainak intenzitását a számítógép megmérte, majd leírta képpontjaiknak a jellemzőit (a képpontok intenzitásának átlagértékeit és azok „ingadozását”, szórását). Ezek alapján az úgynevezett mintafelismerő program alkalmazásával a számítógép egyenként eldöntötte, hogy a képrészlet 97 200 pontja a tíz kategória melyikébe tartozik a legnagyobb valószínűséggel.

Az eredményt a számítógép színes rajzgépeinek segítségével kinyomtattuk, mégpedig úgy, hogy minden kategóriát más és más színnel ábrázoltunk. Ezt az úgynevezett plotterképet egy lézeres színbontó berendezéssel 1:100 000-es méretarányra alakítottuk, majd megfelelő nyomdai eljárásokkal sokszoroztattuk. (Ábránkon is ez a térkép látható.) A digitális térkép információi 60 m $\times$ 80 m-es egységekre vonatkoznak.

A jelen kísérletünkben választott területhasznosítási kategóriák helyett persze bármilyen más szempontú „kategóriák” is szerepelhetnek. Például erdőségekben fajfajta szerint, vízfelületeken szennyezettség szerint, a mezőgazdaságban a vetésszerkezet szerint osztályozhatjuk a vizsgált területeket. Nagy lehetőségei vannak ennek az eljárásnak a különféle erőforrás-kutatási térképezési feladatok elvégzésében is.

Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a műholdfelvétel önmagában nem elég az erőforrás-kutatáshoz. Ehhez a különféle területek részletes, pontos helyszíni vizsgálatára van szükség, s ezt a földtudományok hagyományos, kipróbált módszereivel végzik.

Dr. Tózsá István

# TERMŐTÁJTERVEZÉS SZÁMÍTÓGÉPPEL

A Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutató Intézetében úgynevezett regionális földrajzi környezetkutatással is foglalkoznak. E kutatások egyik célja, hogy bizonyos területeket érté-

keljenek és minősítsenek abból a szempontból, hogy a természeti környezet fő tényezőinek a figyelembevételével mennyiben alkalmasak különféle hasznosítási célokra.

Az utóbbi két évtized táj-kutatási munkái során összegyűjtött hatalmas adatbázisra és az alkalmazott értékelési és minősítési módszerek tapasztalataira támaszkodva kidolgoztuk a természeti környezet integrált minősítésének egyik lehetséges módszerét. Ez a módszer akár a teljes földrajzi környezet minden té-

nyezőjét és minden tényező egymással való minden kölcsönhatását képes figyelembe venni egyetlen térképen. Természetes, hogy ilyen nagyszámú adat ilyen sokoldalú objektív összehasonlítása csak számítógép segítségével oldható meg.

A legújabb célkitűzések arra törekcsenek, hogy a tudományos és gyakorlati

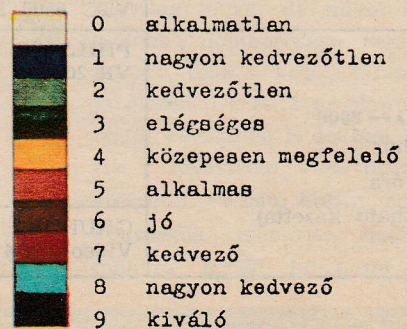
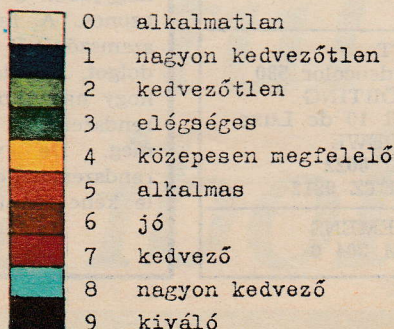
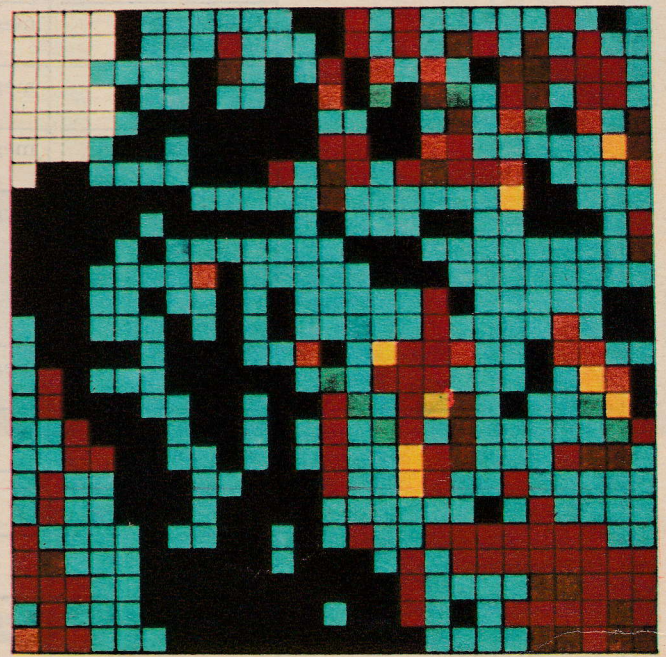
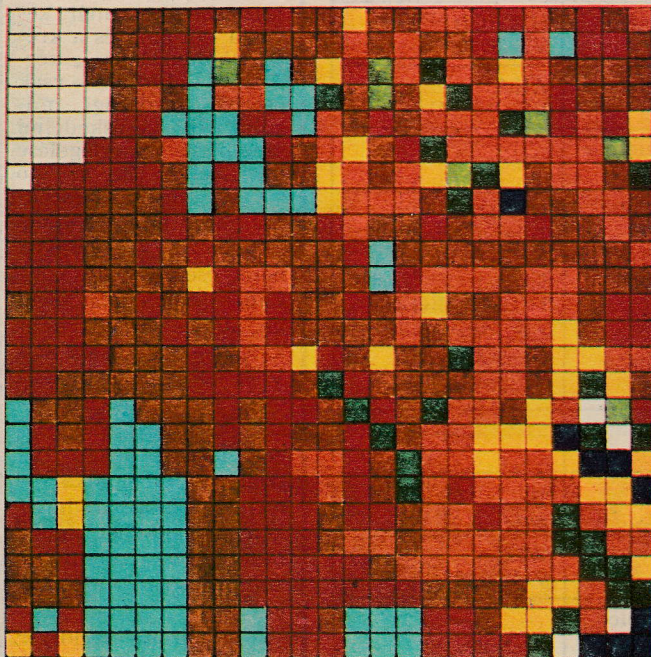
szempontból egyaránt fontos környezeti információkat jól áttekinthető térképeken foglalják össze. Az ilyen térképek nemcsak a természeti környezet értékére, hanem annak jó vagy nem célszerű használatára is utalnak és segítségével konkrét javaslatok tehetőek az optimális föld- és területhasznosításra.

Egyelőre csak a természeti környezet tényezőit és ezek kölcsönhatásait vettük figyelembe. A módszer azonban alkalmas tetszés szerinti számú gazdasági és társadalmi tényező adatait csatlakoztatva a teljes földrajzi környezet integrált minősítésére is. Az integrált minősítés alapja nem valóságos térkép, hanem a

Balra: egy vizsgált terület természeti környezetének integrált minősítése cukorrépa-termesztés szempontjából. A figyelembe vett természeti tényezők, illetve kölcsönhatások: lejtőviszonyok, talajképző kőzet, talajtípus és humusztartalom, a talaj mésztartalma, kémhatása és fizikai típusa, talajvízviszonyok, ég-

hajlati körzet, havi hőösszegek és havi vízmérlegek. Egy-egy négyzet a valóságban  $100 \times 100$  m területnek felel meg

Jobbra: ugyanannak a területnek az integrált minősítése az őszi búza termesztése szempontjából



számítógépbe táplált **adatbázis**. Erre azért van szükség, mert a természeti környezetet mindig csak egy-egy speciális, konkrét szempontból lehet minősíteni. Hiszen ha például egy terület teljesen alkalmatlan **szántóföldi művelésre**, még kitűnő adottságokkal rendelkezhet a **szőlőtermesztés** számára. Vagy ugyanaz a szántóföldi tábla különböző **mértékben** lehet alkalmas különféle növények termesztésére.

Első lépésként el kell dönteni, hogy a természeti tényezők közül melyeket, ill. a tényezők mely kölcsönhatásait kívánjuk figyelembe venni. Ezután egy úgynevezett **„adatbank”** formájában összeírjuk e tényezők és kölcsönhatásaik azon különféle állapotait, melyek hazánk természeti földrajzi viszonyai között előfordulhatnak. Minden állapotot egy kódszámmal jelölünk.

Ezután a minősíteni kívánt területről el kell készíteni az úgynevezett **„integrált adatbázist”**. Ehhez a vizsgálandó területet eleméleti négyzethálóval fedjük le. A négyzetek terepi mérete  $100 \times 100$  m-től  $1000 \times 1000$  m-ig terjedhet. A terület minden egyes négyzetébe beírjuk az ott jelenlevő környezeti tényezők, ill. kölcsönhatások állapotait képviselő kódszámokat. Ezeket az információkat egyrészt a táj kutatás során elkészült korábbi tematikus térképekről, leírásokból, másrészt a rokon földtudományok (a geológia, a hidrológia, az éghajlat, a talajtan, a növénytan stb.) eredményeiből és tematikus térképeiből szerezzük be. Ebből az általános integrált adatbázisból tetszés szerint **konkrét környezet-minősítési térképek** állíthatók elő rövid időn belül.

Ehhez persze a minősítési szempont alapján ki kell választanunk azokat a természeti tényezőket és kölcsönhatásokat, amelyek szerepet játszanak a szóban forgó funkció betöltésében. Ezért összeállítjuk azoknak a természeti tényezőknek, illetve kölcsönhatásaik állapotainak a kódszámait, amelyek a szóban forgó szempontból **nélkülözhetetlenek**. Ezeknek az állapotoknak a kódszámait a minősítési program súlyozottan veszi figyelembe.

Majd összeállítjuk azoknak a természeti tényezőknek és az olyan kölcsönhatások állapotainak a kód-

számait is, amelyeknek a jelenléte az adott szempontból **előnytelen**. Ennek megfelelően negatív súlyozásra is van lehetőség.

A tényezőknek lehetnek olyan állapotai is, melyek jelenléte **kizáró ok** arra, hogy az adott szempontból a területesség megfelelő adottságokkal rendelkezék. (Ilyen pl. a gabonatermesztés szempontja esetén a kőzetfelszín, a sűrűn beépített terület vagy a vízfelület.) Az így összeállított számsort **„megfelelőségi indexeknek”** nevezzük. A többi állapot kódszámait a program az adott szempontból közömbösként kezeli, azaz nem veszi figyelembe.

A vizsgálni kívánt terület számítógépbe táplált integrált adatbázisát a minősítési program **összehasonlítja** a megfelelő indexekkel, elvégzi a súlyozásokat, és ennek eredményeként az elemzett terület minden egységét nullától kilencig terjedő számjeggyel látja el. Itt a 9 azt jelenti, hogy az illető területesség — hazánk természeti viszonyai között — a **lehető legkedvezőbb** természeti adottságokkal rendelkezik a szóban forgó szempontból, a 0 pedig azt, hogy az illető területesség **teljesen alkalmatlan**.

Így — amennyiben az integrált adatbázishoz felhasznált különféle tematikus térképek információi a valóságnak megfelelőek voltak és amennyiben a megfelelő indexeket kellő körültekintéssel választottuk ki — az eddigieknél jóval sokoldalúbb és objektívabb minősítésre nyílik lehetőség. Ha ezek után kidolgozzák majd a gazdasági és társadalmi tényezők és kölcsönhatásainak állapotait képviselő kódszámszisztemet is, és így létrehozzák egy-egy területnek a **gazdasági—társadalmi integrált adatbázisát**, akkor a teljes földrajzi környezet összes jelentős tényezőjét és kölcsönhatását figyelembe lehet venni a területek környezeti adottságainak minősítésére. Módszerünk jelenlegi formájában az agroökológiai mikrokörzetek\* kialakításának egyik eszköze; továbbfejlesztve környezetvédelmi, idegenforgalmi és erőforrás-kutatási döntéshozókészítésben is jelentős szerephez juthat.

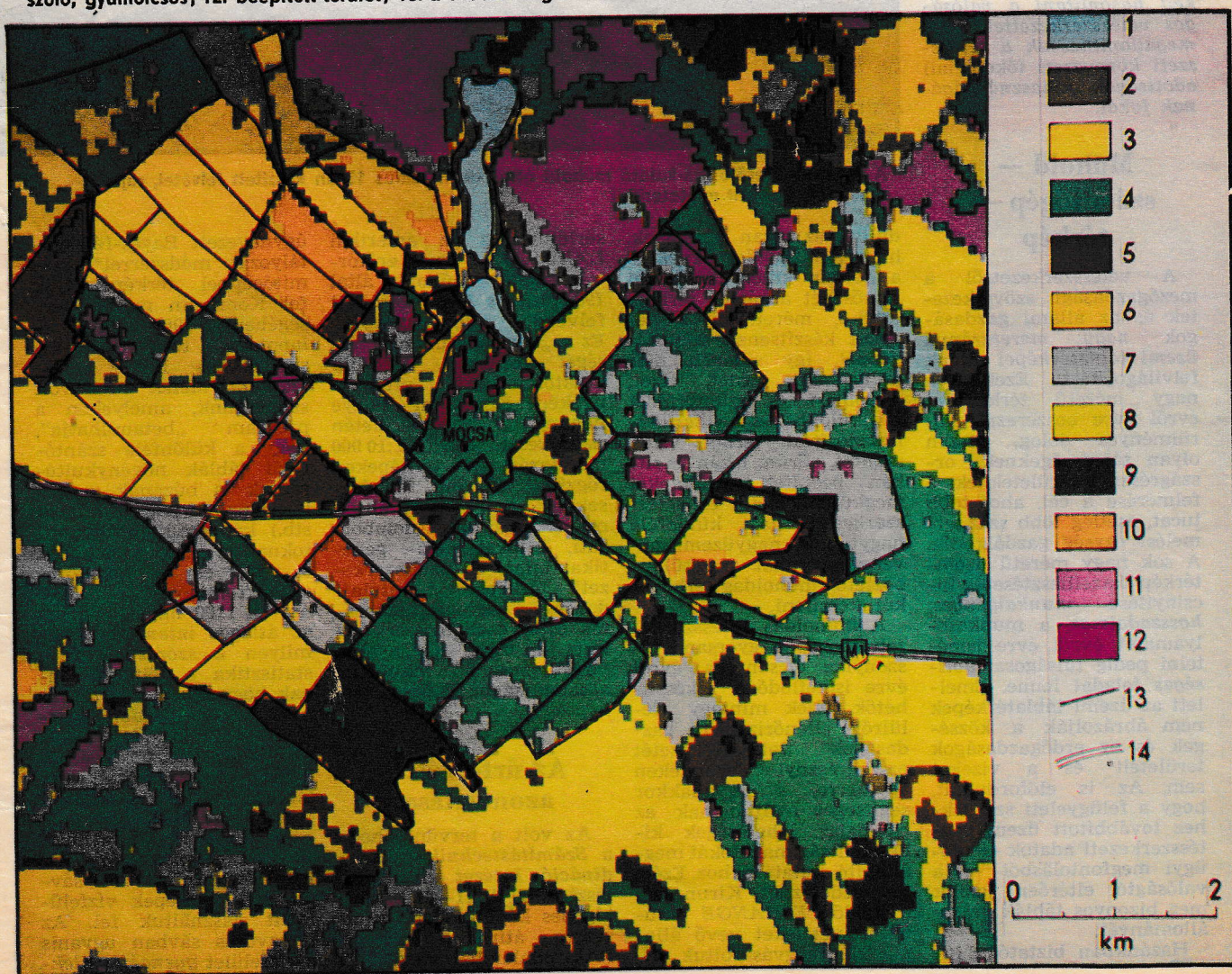
**Dr. Tóza István—  
dr. Lóczy Dénes**  
(MTA Földrajztudományi  
Kutató Intézet)

# SZÁNTÓFÖLDJEINK A VILÁGŰRBŐL

A világűrben, a csaknem 1000 km-es magasságban keringő erőforrás-kutató műholdak által készített digitális – számszerűsített – felvételek sokoldalú hasznosításáról egyre többet hallunk és olvasunk (lásd lapunk 1982. évi 5. számát is). Egy-egy felvétel egy egyharmad magyarországi területen mintegy 8 millió félhektáros nagyságú területegységnek a felszíni, fizikai (a napsugárzást visszaverő) tulajdonságairól szolgáltat adatokat a látható fény és a közeli infravörös sugárzás négy színtartományában. Ez felvételenként jó 32 millió adatot jelent, s ezek számítógépes feldolgozása új

távlatokat nyithat a földtudományok és az érdekelt népgazdasági ágazatok munkájában. Ezért kapcsolódott be 1981-ben a Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutatóintézete is – az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság támogatásával – a műholdfelvételek adatainak és értelmezési módszereinek hazai hasznosítását szolgáló kutatásokba azzal a céllal, hogy a számszerűsített műholdfelvételeket felhasználjuk a terület-hasznosítási térképezésben, a természeti környezet ökológiai potenciáljának\* értékelésében, sőt a termés becslésében és a növényvédelemben is.

A mocsai mintaterület számítógéppel készített művelési és vetésszerkezeti térképe az 1981. június 13-i űrfelvétel alapján (Jelmagyarázat: 1. víz; 2. nádas; 3. búza; 4. kukorica; 5. lucerna; 6. len; 7. cukorrépa; 8. rét, legelő; 9. erdő; 10. sárgarépa; 11. szőlő, gyümölcsös; 12. beépített terület; 13. a Mocsai Mgtsz táblahatárai; 14. autótút)



Természeti környezetünket a számítógépbe betáplált talajtulajdonságok, éghajlati, domborzati adottságok kódolt adatai alapján fő gazdasági növényeink termesztésének szempontjából minősítjük. Így egy-egy vizsgált területen kijelölhetők az egy-egy növény termesztésére legkedvezőbb adottságú foltok. (Lásd lapunk 1982. évi 42. számát. — A szerk.) Nem elég azonban megállapítani, hogy egy-egy mezőgazdasági terület természeti adottságai milyen növények igényeit elégítik ki a legkedvezőbb mértékben; azt is meg kell vizsgálnunk, hogy az azon a területen gazdálkodó üzem mennyire veszi figyelembe, illetőleg mennyire ismeri fel azt, hogy a terület ökológiai adottságai mely növények termesztésére a legkedvezőbbek. Más szóval a kutatóintézetben számítógéppel hektáronként „fel térképezetett” *agroökológiai teljesítőképességet* (potenciált) évről évre össze kell hasonlítani a valóságos *vetésszerkezettel*, hogy megállapíthassuk a természeti környezeti (ökológiai) adottságok *kihasználtságának* fokát.

## Műhold — számítógép — térkép

A vetésszerkezetről a mezőgazdasági szövetkezetek és az állami gazdaságok *nagy méretarányú üzemi táblatérképei* adnak felvilágosítást. Ezeket a nagy méretű térképeket évről évre beszerezni körülményes dolog, hiszen olyan tájegységeknek, országrésznyi területeknek a felmérése a cél, ahol több tucat, esetleg több száz termelési egység gazdálkodik. A sok nagy méretű üzemtérkép összeillesztése és kicsinyítése *munkaigényes, hosszadalmas*, a munkafolyamatot évről évre ismételni pedig túlságosan *költséges* feladat lenne. Emellett az üzemi táblatérképek nem ábrázolják a községek és az erdőgazdaságok területeit és a vizeket sem. Az is előfordulhat, hogy a felügyeleti szervekhez továbbított üzemi vetésszerkezeti adatok — adóügyi megfontolásból — a valóságtól eltérően jelölik meg bizonyos táblák vetésállományát.

Hazánkban biztatónan in-



A Landsat-2 erőforrás-kutató műhold által 1981. június 13-án készített felvétel, rajta a bejelölt vizsgált mintaterület

dultak az olyan kísérletek, hogy a *műholdas képekből* a felszín különféle fizikai minőségét ábrázoló térképi értékű, méretarányos képeket készítsenek számítógéppel. Így sikerült már *művelésági* (erdőt, vizet, települést és szántóföldet megkülönböztető), *terület-hasznosítási* (erdőt, vizet, szántót, sűrűn, lazán és ritkán beépített területeket megkülönböztető) és *vetésszerkezeti* (a különféle nagytáblás, nagyüzemi növénykultúrákat megkülönböztető) műholdas térképeket készíteni.

A műholdas vetésszerkezeti térképek gyorsan, viszonylag olcsón és évről évre ismétlődően elkészíthetők. Ezek mintegy „felülről” ellenőriznék a gazdaságok vetésszerkezetét országrésznyi területeken egyszerre, s ugyanakkor segítséget nyújtanának az ökológiai lehetőségek kihasználtságának fokát megállapító kutatásokhoz. Ezért a svédországi Kirunában működő ESRANGE műholdfelvételeket vevő állomástól megvásároltuk kí-

serletünkhöz az amerikai LANDSAT-2 nevű, erőforrás-kutató műhold által 1981. június 13-án készített felvétel *mágnesszalagját*. Ez a „kép” a Dunántúl térségét ábrázolja. Korábbi kutatómunkánk eredményeként Komárom megye néhány mintaterületén nagy részletességű, 1:10 000 méretarányú térképeken rögzített felszíni felméréseknek az adatai álltak rendelkezésünkre: domborzati, lejtőkategória-, genetikai talaj- és vetésszerkezeti térképek, talajtulajdonsági kartogramsorozatok és az ezekből szerkesztett, a főbb növényekre vonatkoztatott ökológiai alkalmasságot ábrázoló térképek.

## Az űrfelvétel azonosítása

Az volt a tervünk, hogy a Számítástechnikai Koordinációs Intézet által kifejlesztett TPA 11—40 számjegyű képfeldolgozó rendszerre átirrt, a külföldi szakirodalomból megismert

úgynevezett Bayes-féle osztályozási módszerrel\*, számítógéppel térképezetjük fel Komárom megye térségében az 1981. júniusi állapotokat tükröző vetésszerkezetet. Ehhez olyan „*tanulóterületek*”-re volt szükségünk, amelyeken a program „betanulhatja”, hogy a különféle szántóföldi táblák növénykultúráinak (a búzának, a kukoricának, a napraforgónak stb.) képét alkotó képpontoknak a zöld, a narancs, a vörös és az infravörös színtartományokban (500 nm-től 1100 nm-ig) milyen az átlagos *intenzitásuk* és milyen a *szórásuk*. Ez a statisztika a föltétele annak, hogy a program a *műholdfelvétel minden pontjáról el tudja dönteni: az melyik földhasznosítási, illetőleg vetésszerkezeti osztályba tartozik a legnagyobb valószínűséggel*.

Az űrfelvétel és a földi adatok *azonosítására* az űrfelvétel infravörös sávját és a térképek vízfelületeit használtuk fel. Az infravörös sávban ugyanis a vízfelület *gyengén reflek-*

tál, mivel elnyeli a ráeső napsugárzás nagy részét, így a felvételen a vízfelület képpontjai ebben a sávban a legkisebb intenzitású értékekkel szerepelnek.

Miután sikerült a műholdfelvétel képpontjait földrajzi vetületi rendszerbe illeszteni, a térképi adatok — és a helyszíni felmérések — által az úrfelvételen is kijelölhettük, körvonalazhattuk a tanulóterületeket. Tanulóterület lehet bármelyik 200×200 m-nél (4 ha-nál) nem kisebb, a műholdképen és a térképen azonosítható búza- vagy napraforgótábla, lucernaföld, legelő, tó, erdő vagy település, illetőleg ezeknek valamelyik része.

Első megközelítésben az általunk azelőtt igen részletesen tanulmányozott *Mocsai Búzakalász Mezőgazdasági Termelőszövetkezet* területén — az 1981. évi vetésszerkezetet figyelembe véve — jelöltünk ki tanulóterületeket tizenkét területhasznosítási, illetőleg vetésszerkezeti osztályra.

## A mocsai példa

A *színes ábrán* a Mocsai Búzakalász térsége látható. Összesen 19 775 (175×113) képpont alkotja ezt a területet. Ez a valóságban 89 km<sup>2</sup>-nek (10×8,9 km) felel meg. (Egy „egész” úrfelvétel mintegy 34 ezer km<sup>2</sup> nagyságú területet ábrázol!) Az itt kijelölt 44 db tanulóterület segítségével ezt a térséget 12 db területhasznosítási, illetőleg növényfajok szerinti osztályba soroltattuk a számítógéppel. A rendszerhez csatolt színes nyomtatóberendezés (*plotter*) rajzolta meg az ábrán látható „térképet” 1:50 000-es méretarányban. A táblahatárokat — és az M1-es autópályát — az 1981. évi vetésszerkezeti térkép segítségével, kézzel szerkesztettük a *plotter*-képre.

Az eredmény ellenőrzése során úgy találtuk, hogy a program hiba nélkül, megbízhatóan ismerte fel a *vízfelületet*, az (akác)erdőt, a *búzatáblákat*, a *lenföldeket*, a *falusi település* zártan beépített részleteit és a tavak partszegélyén a *nádast*. A számítógép mintegy 70–80 százalékos megbízhatósággal ismerte fel a nagy táblás *kukoricát*, *lucernát*, *cukorrépát*, *sárgarépát*, a *szőlőültetvényt* és a *legelőt*. A 20–30 százalékos bizonytalanság azt

jelent, hogy ezeken a területeken kisebb foltokban egymás közötti „keveredést” tapasztalunk. E *zavaró hatásoknak* két fő okuk van:

1. Az egy-egy növényfajon belüli *fajtabeli* és *fejlődésbeli* különbségek módosítják a növénytakarónak a napsugárzást visszaverő (reflektáló) képességét.

2. A felvétel idején a külféle táblákon a *talajfelszín* nagyobb felületről, meghatározóbban reflektált, mint a növények *levélének felszíne*, márpedig a talajnak mind a genetikai adottságai, mind a felvétel idején meglévő víztartalma nagy területi eltéréseket mutattak a szóban forgó táblákon. (Az ilyen „foltok” egy-egy táblán a terepi szemrevételezés során is feltűnőek voltak!)

De a 70–80 százalékos megbízhatóság (ezt a műszerezettséggel tovább növelhetjük) a nagyüzemi táblás gazdálkodásban már elégséges arra, hogy egy ilyen terület vetésszerkezetét az úrfelvétel alapján azonosíthassuk, megítélhessük. S az itt bemutatott térképrezlethez hasonló pontossággal most már az egész megye, de akár az egész Dunántúl területére elvégezhetnénk a vetésszerkezeti térképezést, mégpedig — s ez csak e módon lehetséges — *alig néhány óra alatt!*

A bevezetőnkben ismertetett elgondolásnak megfelelően a jövőbeli kísérleti feladatunk az lesz, hogy a földhasznosítást és a *vetésszerkezet területi változásait* évről évre *nyomon kövessük* — több időpontban készített, *digitális úrfelvételek számítógépes értelmezésével*. Az így elkészülő anyag felhasználható lesz majd a természeti környezet értékelésében: *kényszerítő helyzetben a vetésszerkezetnek meg kell felelnie a területek növénytermesztési ökológiai alkalmasságának*. Ezenkívül az év különböző időszakaiban készített felvételekből mód lehet a korai — a jó közlelő étékesítést segítő — termésbecslésekre is.

Dr. Góczán László—

Dr. Tózsá István

(Az MTA  
Földrajztudományi  
Kutatóintézete)

Mi kell a vendégnek?

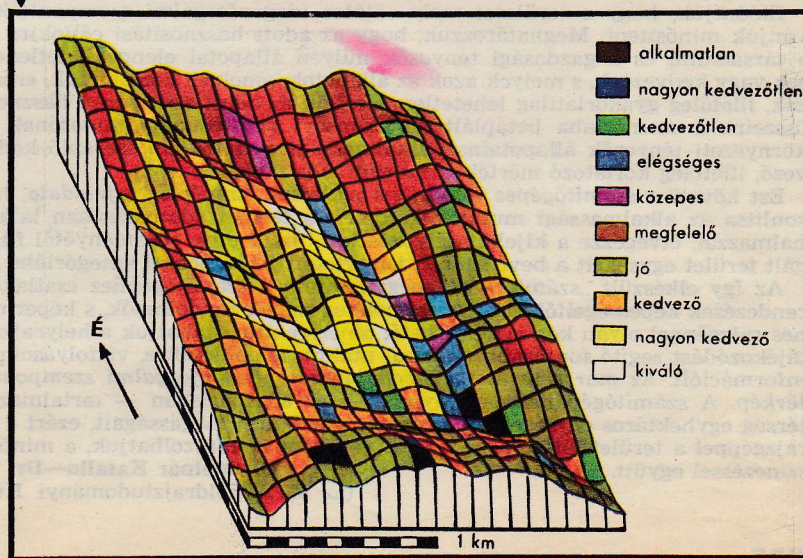
# A FÖLDRAJZI KÖRNYEZET

# ÉRTÉKELÉSE SZÁMÍTÓGÉPPEL

Az idegenforgalomnak nálunk, Magyarországon is egyre nő a társadalmi és gazdasági fontossága. Ahhoz, hogy meglévő anyagi erőinkből hol és milyen idegenforgalmi szolgáltatást ésszerű kialakítanunk, mindenekelőtt tudnunk kell: hol és mi iránt érdeklődik legjobban a látogató. Ennek számbavételére egy új módszert dolgozott ki a Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutatóintézete. E számítógépes módszerrel a teljes földrajzi környezetet — tehát nemcsak a természeti, hanem az emberi tevékenység által alakított természeti és gazdasági környezetet — értékeli azzal a céllal, hogy így javaslatok készülhessenek a meglévő adottságok legkedvezőbb idegenforgalmi hasznosítására. Alábbi cikkünk szerzőinek az erről írt tanulmánya az idén az Akadémia Ifjúsági Díját nyerte el.

A bükki modellterület látszólagos térbeli vetülete. Ezt rajzgép készíti a tengerszint fölötti magasságok adataiból. A 400 hektár (4 km<sup>2</sup>) nagyságú terület számítógépes minősítésének itt látható eredményén a színek egy télisportközpont kialakításának szemszögéből jelölik a természeti, gazdasági és társadalmi tényezők állapotait

A Bükk-hegység fennsíkjának déli pereme alatt találjuk a 640 lakost számláló Répáshutát, az egyetlen települést a Bükki Nemzeti Park határai között. A falu környékének természeti szépségekben bővelkedő területe idegenforgalmi szempontból szinte teljesen kiaknázatlan, ezért megfelelő térség a számítógépes módszer modellterületének kiválasztására (dr. Tózsza István felvétele)





A természeti s a gazdasági és társadalmi környezet hazánk különféle területein nem egyformán alkalmas az idegenforgalom és az üdülés, a pihenés céljára. Persze *nincs „általános” idegenforgalmi adottság*, hanem valamely terület csak bizonyos sajátos idegenforgalmi szempontból minősíthető megfelelőnek vagy alkalmatlannak. Egy község határában több különböző adottságot kell keresnünk, attól függően, hogy például *télisport-központot, szabadidő-központot, művésztelepet, lovasiskolát, úttörőtábor, sanatóriumot, vízi üdülőtelepet vagy kempinget* kívánunk-e ott létrehozni. Mégis, a gyakorlatban, sajnos, sokszor előfordul, hogy az ilyen intézmények telepíté-  
sekor nem vesznek figyelembe minden fontos természeti környezeti s gazdasági és társadalmi tényezőt, s csak utólag derül ki, hogy — mondjuk — a szél éppen az üdülő felé fújja a gyár füstjét, hogy az istállók szennyezik a forrás vizét, hogy nincs a közelben élelmiszerbolt, nincs parkolóhely, étterem stb.

## A minősítés

Az ilyen hibák elkerülését szolgálja az, ha a döntéskor részletes, pontos — minden fontos szempontra kitérő — ismeretek segítenék az illetékeseket. Az ilyen ismereteket *a hasznosítási cél sajátos szempontjainak megfelelő helyi adottságok térképe* ábrázolhatja. E térképhez azonban előbb kellő részletességgel meg kell vizsgálni a szóba jöhető területeket.

A vizsgált területet *egyhektáros egységekre* osztjuk, s minden egységet *minősítünk*. A minősítés *tíz számjeggyel* történik. Eszerint a *szóban forgó szempontból* alkalmatlan területesség 0, a nagyon kedvezőtlen 1-es, a kedvezőtlen 2-es, az elégséges 3-as, a közepes 4-es, a megfelelő 5-ös, a jó 6-os, a kedvező 7-es, a nagyon kedvező 8-as és a kiváló 9-es „osztályzatot” kap.

Így — a számítógéppel — egy nagyobb terület egyhektáros egységei is rövid idő alatt osztályozhatók különféle idegenforgalmi szempontok szerint. Ezáltal nemcsak azt határozhatják meg, hogy egy nagyobb területnek mely egyhektáros egységei a legalkalmasabbak valamely idegenforgalmi célú hasznosításra, hanem azt a sajátos hasznosítási célt is ki tudjuk választani, amelynek számára a vizsgált terület a legkedvezőbb adottságokat kínálja. Ezzel a vizsgálattal tehát nem elsősorban az idegenforgalmi fogadóképesség kiépíthetőségére tehető javaslat, hanem — „takarékosabban” módon — *a már meglevő fogadóképességnek és a természeti vonzóerőknek a figyelembevételével* állapítható meg, hogy földrajzi környezetünk *milyen* hasznosítási mód(ok)ra és *hol* kínálja a legkedvezőbb lehetősége(ke)t.

## Adatgyűjtés és adatbázis

A minősítéshez az idegenforgalom szempontjából legfontosabb *környezeti tényezőknek* vagy kölcsönhatásoknak a Magyarországon lehetséges állapotait *kódszámokkal* jelöljük. Ezek a tényezők: a lejtőszög; a lejtő égtáji kitettsége\*; a tengerszint fölötti magasság; a réteg-, karszt- és geotermális vízzel való ellátottság; a szélirány-gyakoriság; a napsütéses órák évi száma; a borús napok évi száma; a hőtakarós napok évi száma; a természetes és a termesztett vegetáció, valamint a beépített felszín aránya; néhány jellegzetes állatfaj; a vonzó természeti adottságok (barlang, kilátóhely, tó stb.); üdülési, pihenési és gyógykezelési lehetőségek; művelődési és sportolási lehetőségek; közlekedési adottságok; a vendéglátás és a szolgáltatások; a vízvezeték-, csatorna- és villanyhálózat; s végül a környezetkárosító hatások. *Eme tényezők állapotainak* (vagy minőségének) *kódszámgyűjteményét adatbanknak* nevezzük.

A vizsgálandó terület 1:10 000 méretarányú helyrajzi térképét négyzethálójával fedjük le. A négyzetek mérete 1×1 cm, ami a valóságban 1 hektárnak felel meg. Ezután színtvonalas és éghajlati térképek, statisztikai adatok, becslések vagy helyszíni felmérés segítségével a négyzetháló rácsaiba az adatbankból kiválasztott kódszámokat írjuk: ezek képviselik a *környezeti tényezőknek az adott hektáron uralkodó állapotát*. Ezt a műveletet minden környezeti tényezőre megismételjük. Az így előkészített „számterképek” adatait betápláljuk a számítógép memóriaegységébe. Ez a terület *adatbázisa*.

## Alkalmassági mutatók — minősítési térkép

Eldöntjük, hogy a területet mely sajátos idegenforgalmi szempont(ok) szerint kívánjuk minősíteni. Meghatározzuk, hogy az adott hasznosítási cél(ok)ra a természeti, a társadalmi és a gazdasági tényezők milyen állapotai elengedhetetlenek, szükségese-  
sek vagy kedvezőek, s melyek azok az állapotok, amelyek korlátozzák, erősen korlátozzák, illetőleg gyakorlatilag lehetetlenné teszik az adott szempontú hasznosítást. Ezt az összeírt, a memóriába betáplált kódszámsort *alkalmassági mutatóknak* nevezzük. A környezeti tényezők állapotainak alkalmassági mutatókban szereplő kódszámait kedvező, illetőleg korlátozó mértékük szerint *súlyozzuk*.

Ezt követi a *számítógépes minősítési program*. Ennek az a *feladata*, hogy összehasonlítsa az alkalmassági mutatók kódjeleit a terület adatbázisában található kódjelhalmazzal, elvegye a kijelölt súlyozásokat, majd ezek eredményétől függően a vizsgált terület egységeit a bevezetőben ismertetett tíz minőségi kategóriába sorolja.

Az így elkészült „számterkép” megjelenítése a számítógéphez csatlakoztatható berendezések képességeitől függ. A számokhoz színek rendelhetők, s képernyőn vagy színes rajzgéppel olyan kép is készíthető, amelyre átmásolhatjuk a helyrajzi térképnek a tájékozódást segítő fontosabb (például utakra, településekre, vízfolyásokra vonatkozó) információit. *Ez már a területet meghatározott idegenforgalmi szempontból minősítő térkép*. A számítógép memóriaegysége — az adatbázisban — tartalmazza a vizsgált térség egyhektáros egységeinek a tengerszint fölötti magasságait, ezért a hozzá csatolt rajzgéppel a terület látszólagos *térbeli vetületét* is ábrázolhatjuk, a minősítést jelentő színezéssel együtt.

Dr. Molnár Katalin—Dr. Tózsá István

(az MTA Földrajztudományi Kutatóintézet)

# EGY MEGYÉNK A VILÁGŰRBŐL

Az MTA Földrajztudományi Kutatóintézetében már évek óta vizsgáljuk, hogy mekkora a különféle termőhely-típusok kihasználtságának foka hazánkban. (Írtunk erről 1983. évi 23. számunkban. – A szerk.) Ehhez minden évben szükségünk van a vizsgált területen gazdálkodó termelősövetkezetek és állami gazdaságok vetésszerkezeti és földhasznosítási térképeire. A különféle gazdaságok vetésszerkezeti térképei azonban eltérő méretarányúak, a földhasznosítás megnevezését sem mindig tüntetik fel. Nem ábrázolják a települések belterületeit, s ráadásul az adataik néha megbízhatatlanok. A sok nagy méretarányú térkép begyűjtése, arányos kicsinyítése, összeillesztése, színezése, a hiányzó adatok pótlása nagyon idő- és munkaigényes feladat. Ezért döntöttünk úgy, hogy űrfelvétel alapján kísérünk meg földhasznosítási és vetésszerkezeti térképet készíteni egy egész megye területéről.

Módszertani kísérletünkhöz az 1981. június 13-án készült, *négy színsávós LANDSAT-űrfelvétel* mágnesszalagját használtuk fel. Munkánkat az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság anyagi és műszaki támogatásával végeztük.

1981 júniusának elején terepki-szállások alkalmával néhány termelősövetkezet vetésszerkezeti térképével úgynevezett *tanulóterületeket* jelöltünk ki Komárom megye területén. (Azért esett a választásunk erre a megyére, mert ebben a térségben végzünk agroökológiai\* kutatásokat.) Minden feltérképezni kívánt földhasznosítási és vetésszerkezeti osztályra kijelöltünk néhány (legalább 4 ha nagyságú) területet, úgyhogy ezek egységesen képviselték az adott osztályok fizikai (fénytani) jellemzőit (a „búza” osztályra néhány búzatáblát, a „szőlő” osztályra néhány ha-nyi szőlőültetvényt stb.).

A svédországi Kiruna mellett működő ESRANGE LANDSAT vevőállomástól beszereztük az 1981 júniusának első felében készült, a Dunántúl középső és északi részét ábrázoló űrfelvételt. A felvételen — Komárom megye területe fölött — csak Nyergesújfalú térségében látható néhány kisebb felhőfolt, valamint Oroszlány környékén egy erős légszennyeződés (1981. június 3-án délelőtt 9.30-kor). Ez utóbbi hatás nagy zavart keltett a megye eme területének későbbi feldolgozásában (mintegy „eltüntette” a Vértes erdeinek egy részét).

Mint ismeretes, a LANDSAT űrfelvételeinek egyik hullámhossztartománya (a 900–1100 manométer közötti *közeli infravörös* hullámhossz) különösen alkalmas a *vízfelületek* kimutatására, hiszen a vízben elnyelődő napsugárzás miatt a felvételnek ezen a sávján a vízfelületet „fedő” képpontok sötétek. A tanulóterületeink közelében található kisebb-nagyobb tavakat az infravörös sávon azonosítottuk, s egy rácsháló segítségével földrajzi

(térképi) vetületi rendszerbe illesztettük őket. A térképről ezután visszakerestük tanulóterületeinket az űrfelvétel megfelelő részletén. Az űrfelvétel részleteinek sornymatától kiíratott *képpontintenzitási\** értékeiből számítógéppel átlagos intenzitást és szórást számítottunk ki tanulóterületeink négy hullámhossztartományában. (E módszerre azért volt szükség, mert hazánkban 1981-ben még nem tudtuk az űrfelvételt pontos földrajzi vetületben megnagyítani a számítógéphez kapcsolt színes tévé képernyőjén.)

A tanulóterület négy hullámhossztartományban mért képpontintenzitásainak átlagait grafikokon ábrázolva megrajzolhattuk az egyes osztályok (az összevont tanulóterületek) úgynevezett *spektrális görbéit*. Ezek a görbék megmutatják, hogy az egyes területeknek a napsugárzást visszaverő képessége miként változik a színek négy tartományában. Ezután — felhasználva a tanulóterületek átlagos intenzitását és szórását — az űrfelvétel Komárom megye területét ábrázoló képkivágatának képpontjait a Számítástechnikai Koordinációs Intézet TPA 11/40 számítógépén úgynevezett statisztikai mintafelismerési programmal *osztályoztattuk*. Az osztályba sorolás eredményét színes rajzgép (plotter) nyomtatta ki 1:50 000-es méretarányban.

A „víz” és az „erdő” osztályok tanulóterületeit — a meglehetősen heterogenitás és a nagy szórás miatt — nem használtuk fel a statisztikai mintafelismerésen alapuló osztályozásban. Ezeket a képpontokat „maszkoltuk”, vagyis kizártuk őket a további osztályozásból.

Komárom megye így elkészült műholdas vetésszerkezeti térképét összehasonlítottuk a megye 1981. évi vetésszerkezeti térképekből szerkesztett földhasznosítási és vetésszerkezeti térképével. Úgy találtuk, hogy a vizek, az erdők, a búzátáblák és a lenföldek területeit *tökéletes biztonsággal* sikerült feltér-

képezetnünk. Nagytábla méretű felismerésre *megfelelő pontossággal* sikerült térképezetnünk a kukoricát, a lucernát, a szőlőültetvényeket, a nádat, a rétet és legelőt, s a sűrűn beépített, városias települések területeit. Azokra a gazdasági növényekre, amelyeknek a vetésterülete 1981-ben Komárom megyében nem volt kellő nagyságú (például a borsóra, a tökre, a burgonyára), nem vettünk fel tanulóterületeket. Így ezek a területek — *tévesen* — valamelyik másik osztályba kerültek a mintafelismerés során.

A lazán beépített falusias települések, a cukorrépa- és a napraforgótáblák területei azonban több helyen *keveredtek egymással*; így gépi felismertetésük ennek az egy űrfelvételnek az alapján nincs megoldva. Ennek az az oka, hogy például a napraforgó csak július elején ölti fel jellegzetes élénksárga színét; az ilyen időpontban készített űrfelvételen térképezetethetnénk nagy pontossággal. A falusias település veteményeskertjeinek fényvisszaverődése a négy színek tartomány közül egyikben sem tér el különösebben a cukorrépaétól, legalábbis a cukorrépa június eleji fejlődésének szakaszában nem. Ezért is oly fontosak azok a hazai INTERKOZMOSZ-kutatások, amelyek a különféle növények és felszínük fényvisszaverő tulajdonságát vizsgálják a növény *teljes fenofázisa\** alatt. Ilyen adatok birtokában pontosan meghatározhatjuk majd, hogy bizonyos növények vetésterületének vagy állományának pontos, műholdas feltérképezetetéséhez Magyarországon az év melyik időszakában készült műholdképet kell felhasználnunk.

**Dr. Góczán László —  
Dr. Molnár Katalin —  
Dr. Tóza István**

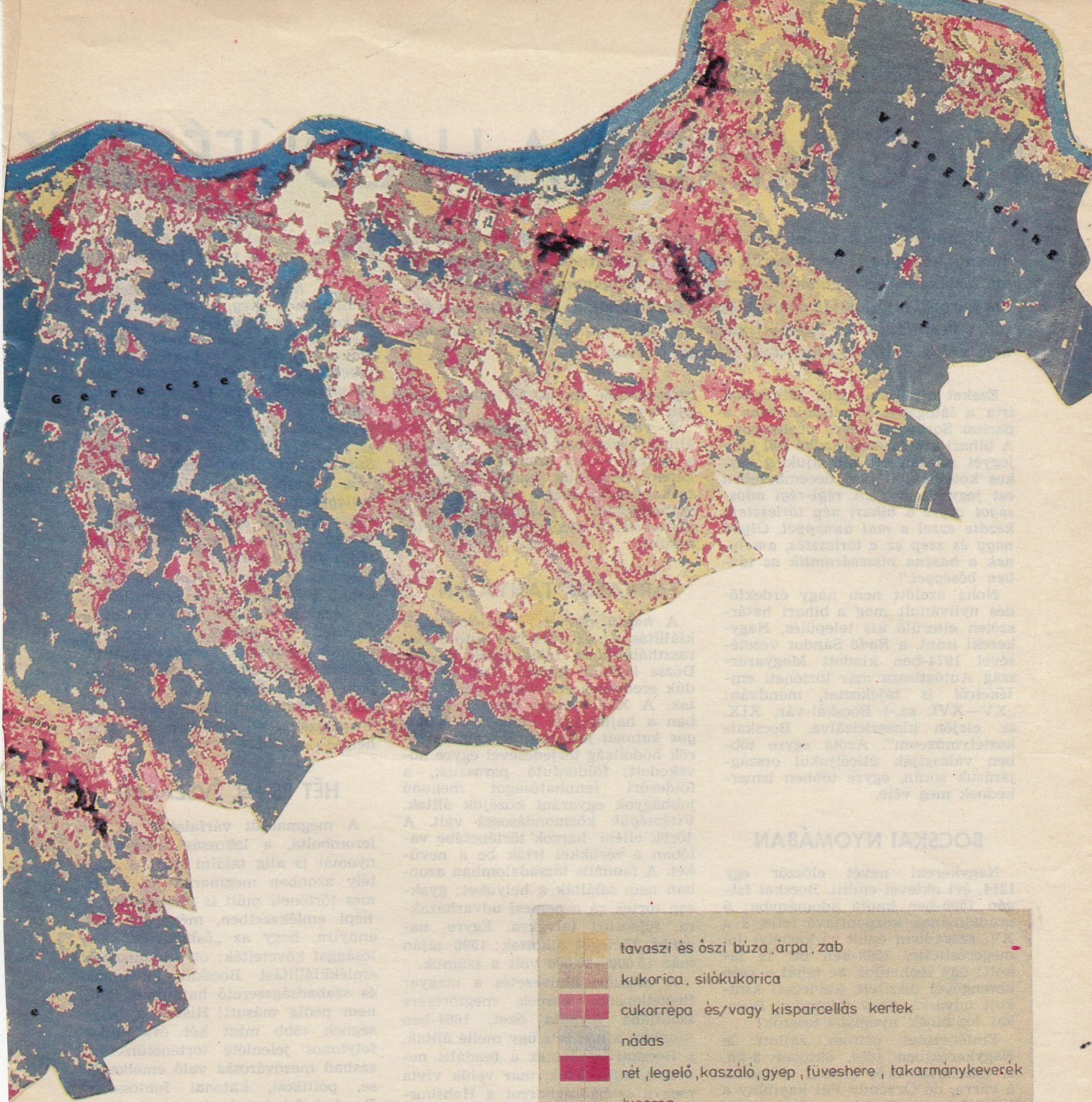
(Magyar Tudományos Akadémia,  
Földrajztudományi Kutatóintézet)

# EGY MEGYÉNK A VILÁGÜRÖL

Az MTA Földrajztudományi Kutatóintézetének Földrajzi Intézetében készült.



**E&T**poszter



A LANDSAT-2 jelű műhold 1981. június 13-i felvételének számítógépes feldolgozása alapján készített földhasznosítási és vetésszerkezeti térkép Komárom megyéről. A színek jelentése: kék – víz; zöld – erdő; világoskék – nádas; piros – rét, legelő, füves here; vörösbarna – falusias, kertes település; lila – sűrűn beépített, városias település; rózsaszín – szőlőültetvény; sárga – búza, árpa; világoszöld – kukorica; szürke – len; világosszürke – lucerna; narancssárga – cukorrépa; bordó – napraforgó; fehér – felhő



**HAZAI KÍSÉRLET**

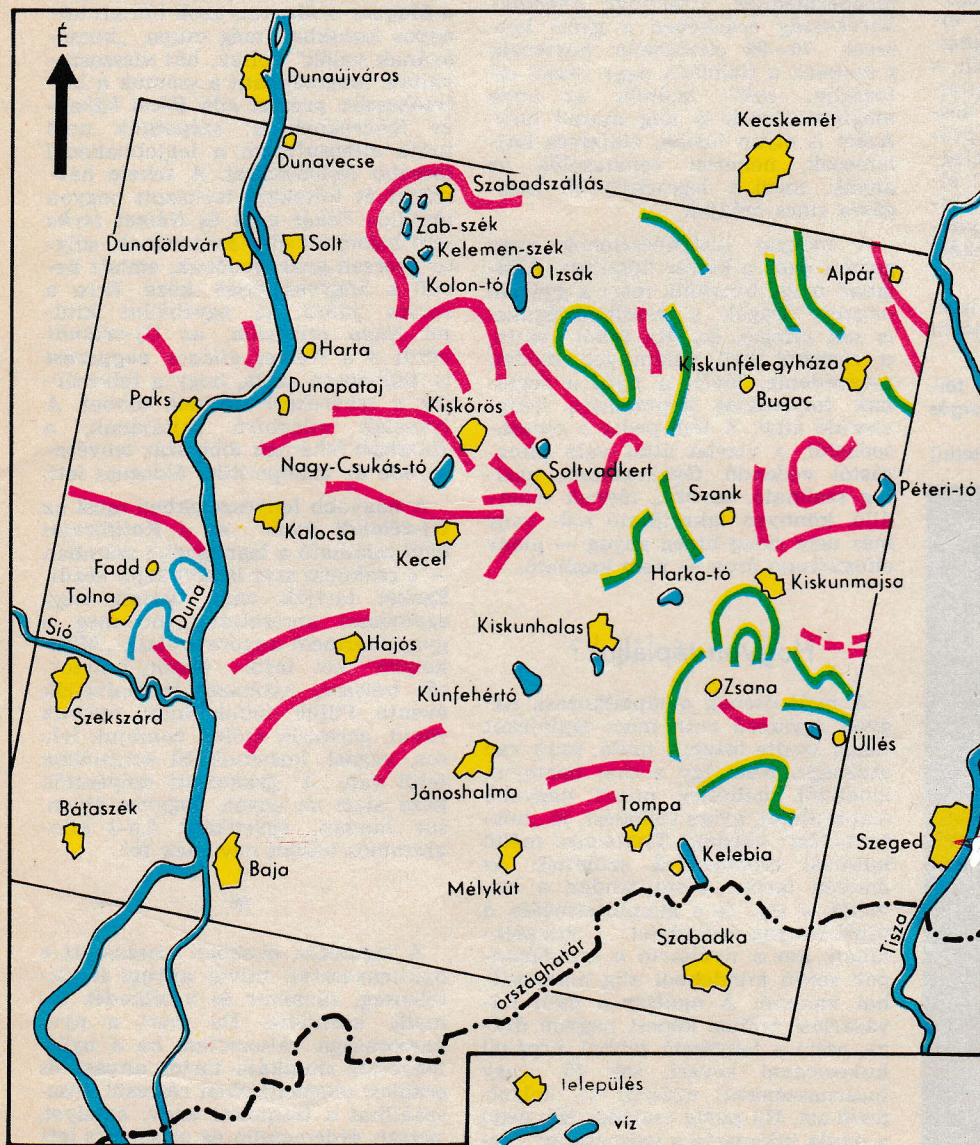
# SZÉNHYDROGÉN-KUTATÁS A VILÁGŰRBŐL

A Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutatóintézete 1985 végén a Központi Földtani Hivatal megbízásából olyan kísérlet-sorozatot kezdett el, amelytől két kérdésre várt feleletet. Az egyik: elképzelhető-e, hogy a Duna-Tisza közén – a szerkezeti vonalak mentén – akár több kilométeres mélységből a felszínig szivároogjon fel a még feltáratlan szénhidrogén? A másik: a felszínig szivárgó szénhidrogén okozhat-e a felszínen olyan elváltozásokat, amelyek űrfelvételeknek számítógépes kiértékelése útján felismerhetők? Azaz – mivel hazánk legnagyobb részén a felszín növényzet borítja – a kérdés így pontosabb: okozhat-e felismerhető változást a növényzetben?

His e két kérdésre igenlően felelhetnénk, az űrfelvételes szénhidrogén-kutatásnak merőben új távlatai nyílnának meg előttünk.

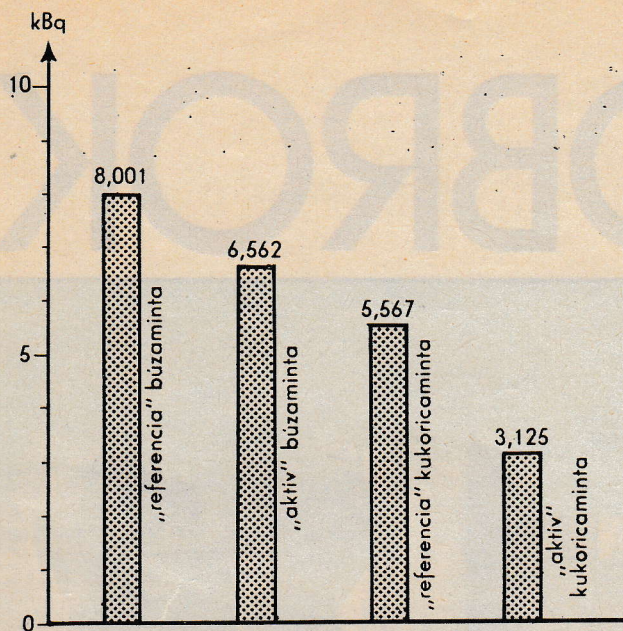
A több fénytartományban készülő műholdas felvételek számítógépes feldolgozása szinte korlátlan távlatokat nyit ahhoz, hogy a földfelszínnek „szabad szemmel nem látható” fizikai tulajdonságait szinte térképszerűen tárja elénk. Amerikai kutatók R. J. Collins vezetésével az oklahomai Anadarko- és a texasi Panhandle-medencét ábrázoló többszínű űrfelvételek számítógépes elemzése során megállapították, hogy az elsődlegesen homokos üledékekkel fedett, átlagosan 2400-4200 méter mélységben feltárt szerkezeti szénhidrogéncsapdák\* fölött az űrfelvételeken színárnyalatbeli eltérések – úgynevezett *hazy* rendellenességek (anomáliák) – mutathatók ki. A *rétegcspadák*\* fölött nem találtak ilyen, szabad szemmel láthatatlan, csak a számítógép segítségével láthatóvá tett vonalas jelenségeket. Az, hogy a „hazy” rendellenességek csak a szerkezeti szénhidrogéncsapdák fölött mutatkoztak, amellyel szől: homokos üledékrétegekben az akár több kilométeres mélységben lévő szénhidrogéntartó csapdából is a felszínig szivárooghat – vándorolhat, migrálhat – a szénhidrogén a szerkezeti vonalak mentén.

Ezeket a színeltéréseket tehát a szénhidrogén-szennyezésnek a talajra és a növényzetre tett hatásai okozhatják. T. J. Donovan amerikai kutató méréseket is végzett, s ezek szerint a szénhidrogéntartó szerkezeti csapda fölött a homokkőben a szén izotópjainak eltérő összetétele mutatható ki. (Az ilyen, szénhidrogén-kutatással összefüggő rendellenesség-kereső, számítógépes űrfelvételek-feldolgozásról még szinte nincs is



a gázlelőhelyek } növénytáimával közel azonos fizikai tulajdonságú felszín közép pontjainak vonalként értelmezhető csoportosulási  
az olajlelőhelyek }

**Az értelmező térkép főbb vonalainak leegyszerűsített vázlatja**



A különféle növényminták radioaktív sugárzás alapján számított szén-dioxid-kötésének mértékét mutatja egy-egy hasas „referencia” minták alatt nem találtak olajat (kBq = kilobecquerel)

hozzáférhető külföldi szakirodalom, leszámítva az imént említetteket.)

### Minták az Alföldről

A cikkünk bevezetőjében említett hazai kísérlet persze abból a föltevésből indult ki, hogy a két kérdésre igenlő feleletet kap. Ezért első lépésként növénymintákat gyűjtöttünk a vizsgált alföldi terület két legnagyobb vetésterületű természetesen termesztett növényéből, a búzából és a kukoricából. A mintákat egyrészt olyan területek búzá- és kukoricatábláiból vettük, amelyekben termelő szénhidrogénkutak dolgoznak, másrészt — összehasonlítási céllal — olyan mezőgazdasági táblákból, amelyeknek a közelében nincsen szénhidrogén-feltárás, és lehetőleg agyagos földtani fedőrétegek vannak, tehát amelyek kizárják a természetes fölfelé vándorlást.

A növénymintákat az MTA Izotópiintézetében vizsgálták meg. Ott megmérték azoknak a fotoszintézises széndioxid-megkötését és a levélfelszínről kromatográfiával\* elemezhető anyagokat vékonyrétegkromatográfiával\* elemezték, mert abból a föltevésből indultak ki, hogy az érési folyamatokat a talajon át a növényekhez eljutó szénhidrogénnek az etiléntartalma serkenti, s e

folyamatok előrehaladtával a növényzetnek csökken az asszimiláló tevékenysége, és megváltozik a levélzet viaszbevonatának vegyi összetétele. A mérési eredmények különbséget mutattak a szénhidrogén-termelő kutak mellől származó minták, illetőleg a nem szénhidrogénmezőről származó minták között. Most már csak az volt a kérdés: vajon ez a különbség kimutatható-e a többszín-sávos űrfelvételen is?

### Tízmilliónyi képpont

Eredetileg a búza és a kukorica tenyészidőszakára eső, június 16-i, illetőleg augusztus 3-i űrfelvételeket szeretnénk volna elemezni, de a felhőviszonyok megghiúsították szándékunkat. Az 1985. augusztus 19-én, felhőtlen időben készült űrfelvételt szereztük be. Ezt az amerikai LANDSAT típusú műhold, a Thematic Mapper készítette mintegy 700 kilométer magasságból, hét sugárzási tartományban. Ezek: 0,45–0,52  $\mu\text{m}$  (kék-zöld fény), 0,52–0,60  $\mu\text{m}$  (zöld-sárga fény), 0,63–0,69  $\mu\text{m}$  (sárga-vörös fény), 0,76–0,90  $\mu\text{m}$  (vörösfény-infravörös sugárzás), 1,55–1,75  $\mu\text{m}$  (közeli infravörös sugárzás), 2,08–2,35  $\mu\text{m}$  (középső infravörös sugárzás) és 10,40–12,50  $\mu\text{m}$  (távolsági infravörös sugárzás).

A műhold felvétele a

térképen négyzettel jelölt területet öleli fel, s a felvétel 2945 sorban és 3600 oszlopban, azaz összesen 10 602 000 képpont alkotja. (Ez a felvétel persze nem „fénykép”, hanem számítógépre vihető, mágnesszalagon tárolt információhalmaz. Csak a számítógépi feldolgozás során „alakítható” fénykép- vagy térképszerű képekké.) Egy képpont a terepből mintegy 30×30 méteres résznek felel meg. De mivel a műhold egy pontról az említett hét sugárzási tartományban rögzíti a visszaverődő, illetőleg a kibocsátott sugárzást, így egyetlen felvétel több mint 74 millió információegységet foglal magában.

### Értelmező térkép

Az űrfelvétel számítógépes feldolgozását a Számítástechnikai Koordinációs Intézetben végeztettük el. E feldolgozás a következő munkaszakaszokból tevődött össze. A szénhidrogénmezőkről származó („aktív”) kukoricaminták helyének földrajzi koordinátáit átalakítottuk az űrfelvétel saját koordináta-rendszerébe, majd azonosítottuk ezeket az űrfelvétel képpontjaival. Megmértük, hogy a hét sugárzási tartományban milyen fényintenzitást rögzítettek az adott kukoricatáblák fölött a műhold detektorai 1985. augusztus 19-én, a felvétel készítésének időpontjában. Ezután a számítógép egy e célra kidolgozott osztályozási program szerint végigvizsgálta az űrfelvétel több mint 10 millió képpontjához tartozó 70 millió sugárzási intenzitás-értéket, s csak azokat a képpontokat nyomtatta ki a Duna-Tisza-közi terület térképére, amelyek mind a hét sugárzási tartományban majdnem azonosak voltak a termelőkutak környezetéből származó kukoricamintákkal. (Ilyen képpont 12 ezer volt; ezek egyébként a felvétel összes képpontjának mintegy 0,12 százalékat tették ki.)

Ezután a számítógép nyomtatóján így létrehozott „ponttérkép” segítségével — a pontok vonalat adó csoportosulásait egymással összekötve — értelmező rajz készült. E rajzot szénhidrogén-kutatással foglalkozó geológus értékelte ki. Ő a szénhidrogén-kutató fúrások helyét — koordiná-

táik ismeretében — rászerezte az értelmező térképre. A fúrásadatokat és a kiegészítő, régebbi geofizikai mérések eredményeit figyelembe véve mérlegelte azt, hogy az értelmezett vonalas jelenségek mennyiben tájékoztatók a földtani viszonyokról. Megállapítható volt, hogy a vizsgált területen található tíz legfontosabb szénhidrogéntelep közül kilencben az értelmező térkép vonalai egybeestek a telepnek a felszínre vetített alakjával. (A többi vonal értelmezése még nem fejeződött be.)

### Buktatók és remények

A jövőben a kukoricán kívül a többi nagyobb vetésterületű szántóföldi növényre és az évelő természetes növényekre is ki kell terjesztenünk a kísérletet, hogy vizsgálatunk a területet teljesebben lefedje. A kísérlet számos buktatót is rejt magában, hiszen az például nem bizonyosodott be egyértelműen, hogy hazánkban a nagy mélységű szerkezeti csapdákból valóban képes természetes úton a felszínre jutni a szénhidrogén. Továbbá ha a növényzet érése időbelileg eltolódik, annak az etilén föltételezett hatásán kívül sok más oka is lehet (eltérő talaj, műtrágyázás, eltérő növényfajta, más vízellátottság, nem egyforma talajlazítás és nem utolsósorban a vetés időbeli eltérése).

Jelenleg egy-egy kutatófúrás legkevesebb 30-40 millió forintba kerül, és csak a fúrás elvégzése után dől el, hogy az így feltárt réteg szénhidrogén-tartalma hasznosítható-e. A fúrás előtt számos földrendésgéstan és geofizikai vizsgálatot végeznek, mégis sok a meddőnek minősülő kút. Egy ilyen űrfelvétel feldolgozása viszont, amely mintegy 10 000 négyzetkilométernyi területet elemel, egy fúrásnak a huszadrészébe kerül csupán. Ezért érdemes kifejleszteni és alkalmazni arra — de nem többre —, hogy a hagyományos geofizikai mérések és fúrásadatok mellett, kiegészítésként segítsen körvonalazni a szénhidrogén-kutatásra kijelölhető területeket.

Dr. Tózsá István  
(MTA, Földrajztudományi  
Kutatóintézet)

# SAVAS ESŐK NYOMÁBAN VESZÉLYTÉRKÉP

Észak-Amerikában s Észak- és Közép-Európában a nyolcvanas évek eleje óta egyre több szó esik a *légtéri savas ülepedés*, köznyelven a „savas esők” okozta veszélyekről és károkról. Az ipar és a közlekedés által a légtérbe jutott nitrogén- és kén-dioxidok savakká alakulnak, s vagy a csapadékkal, vagy a száraz leülepedés során a földfelszínre kerülnek. Ott *meztámadják* a vizek és erdők élővilágát, az épületeket, a vízvezetéseket és acélszerkezeteket, s lassan megváltoztatják a termőtalaj ásványi összetételét.

A savas esőknek a természeti környezetben okozott ártalmi több tényezőtől függenek. Például: hol helyezkednek el a szennyező anyagokat kibocsátó (emittáló) források, s ezek milyen mértékben szennyezik a levegőt? Milyen a szennyező forrás környékén az uralkodó légáramlat? Mekkora a lehulló csapadék mennyisége? Vajon a talaj, a kőzet és a növényzet képes-e közömbösíteni a lehulló savas csapadékot? Ez utóbbi a talaj ásványi összetételétől és vastagságától, a kőzettől és a földhasznosítás típusától függ. Például könnyebben jut a talajba a savas csapadék egy szántón, mint egy erdőben, ahol a lombos fák a csapadék egy részét felfogják, majd el is párologtatják. Következésképpen a lúgos kémhatású talajokon, így a mészkő- és dolomitrétegek nagy részén meg a löszös, vastag talajtakaróval fedett területeken napjainkban a savas esők még nem fenyegetik közvetlenül a természetes környezetet. De itt is nagyon igénybe veszik a talaj természetes pufferkapacitását\* (a mérési eredmények szerint hazai talajaink kémhatása az utóbbi évtized során átlagosan egy teljes fokkal csökkent). Ez a tényező elsősorban a talaj természe-

tes mikroorganizmusait, s ezen keresztül a talajban végbemenő különböző lebontási és egyéb vegyi folyamatokat módosítja. Magyarországon már pontosan ismerjük az uralkodó légáramlatokat, s a hazai és külföldi légszennyező forrásokat.

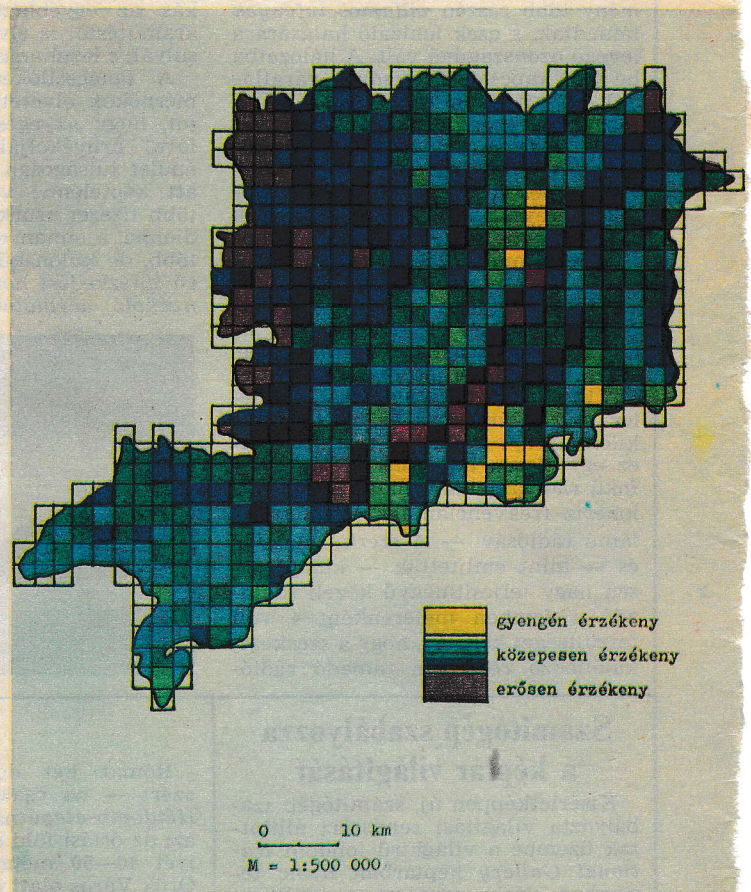
A talajnak és a kőzetnek a minősége, valamint a szennyeződések hordozó légáramlatok és a csapadékmennyiség alapján könnyen feltérképezhetnénk hazánkban azokat a helyeket, ahol különös óvintézkedésekre van — vagy lenne — szükség a „savas támadás” elleni felkészülésben.

Az Egyesült Államokban a légtéri savas ülepedés által *veszélyeztetett területek térképezéséhez* a következő adatokat használják fel: a szélirány gyakorisága és az uralkodó szélirányban tapasztalható kén-dioxid- ( $\text{SO}_2$ ) és nitrogén-dioxid- ( $\text{NO}_2$ ) kibocsátásnak a mértéke, a csa-

## Vas megyének a savas esőkre való érzékenységi térképe

padék mennyisége, a talaj kémhatása, mészállapota és vastagsága, a földtani felépítés és a földhasznosítás típusa.

Az uralkodó szélirányban tapasztalható kén-dioxid- és nitrogén-dioxid-kibocsátás mértékének, a légáramlási viszonyoknak, a domborzatnak és a csapadékmennyiségnek, valamint a szennyeződés ülepedési sebességének ismeretében bonyolult matematikai model segítségével kiszámítható, hogy egy bizonyos ipari szennyeződés mely területeket veszélyeztet. E számításához azonban — bár hasonló kísérleteket végeztek — nincsenek meg megbízhatóan, pontosan a hazánk területét veszélyeztethető hazai és külföldi ipari szennyeződések adatai.



A szélviszonyoknak és az ipari szennyezőanyag-kibocsátásnak az adatai helyett tehát célszerű a légtérben jelen levő  $\text{SO}_2$ - és  $\text{NO}_2$ -szennyeződés, vagyis az emisszió\* adatait figyelembe venni. Az Országos Közegészségügyi Intézet emissziómérő hálózata végig ilyen méréseket.

Amikor tehát a hazai területet — például valamelyik megyénknek, a képközpön Vasnak a területét — próbáljuk a savas csapadékra való érzékenység szempontjából feltérképezni, a következő adatokat vehetjük figyelembe: az  $\text{SO}_2$ - és  $\text{NO}_2$ -emisszió éves átlagait, az évi csapadék-átlagot, a talaj kémhatását és mésztartalmát, a termőréteg vastagságát, földtani felépítését és a\* földhasz-

nosítást. E tényezőket a savas esőkre való érzékenységük szempontjából súlypontosíthatjuk (például az  $\text{SO}_2$ -vel és az  $\text{NO}_2$ -vel szennyezettebb helyek érzékenyebbek, a meszes talajok kevésbé azok, a savanyú talajok erősebben érzékenyek). A súlypontosítás alapján készült térképről tudjuk, hogy egy-egy területfelt gyengén, közepesen vagy erősen érzékeny-e a légtéri savas ülepedésre. Környezetvédelmi tevékenységünk ilyen vagy hasonló térképekre is támaszkodhatna akkor, amidőn a savas esők hatásainak közömbösítését tervezzük.

**Dr. Tózsza István,**  
(az MTA  
Földrajztudományi  
Kutatóintézete)