KARSZTFEJLŐDÉS VII.
Szombathely, 2002. pp. 147-159.

TÁJÖKOLÓGIAI VIZSGÁLAT KARSZTOS MINTATERÜLETEN MŰHOLDFELVÉTELEK ÉS TÉRINFORMATIKAI MÓDSZEREK SEGÍTSÉGÉVEL[1]

ZBORAY ZOLTÁN – KEVEINÉ BÁRÁNY ILONA

SZTE Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, 6722 Szeged, Egyetem u. 2.
keveibar@earth.geo.u-szeged.hu

Abstract: The paper presents vegetation changes on the Nagy-Fennsík of Bükk Mountains. Patches of vegetation were delimited with the help of aerial photos and Landsat image to show landscape change. The paper shows some possible applications of GIS in karst research.

1. Bevezetés

Még mindig kevés azon munkák száma, amelyek számítógéppel támogatott módszerek segítségével kutatja a karsztokat, illetve a karsztos tájak változásait, bár a közelmúltban néhány kutató (*GILLIESON, D. – THURGATE, M.* 1999) megkísérelte a térinformatikai módszerek alkalmazását a karsztos tájtípusok osztályozásában.

Munkánkban a Bükk-hegység választott mintaterületén a növényzet változását vizsgálatuk térinformatikai módszerekkel. A légi- és műholdfelvételek segítségével pontosan lehatárolhatók a különböző vegetációval borított tájfoltok és változásaik. Egyidejűleg a dolgozat bemutatja, hogy milyen lehetőségek nyílnak a karsztkutatásban a légi-, és műholdfelvételek alkalmazására a térinformatikai feldolgozás munkafolyamatában.

2. A mintaterület megválasztásának szempontjai

A karsztos felszín vizsgálatára a Bükk-hegység Nagy-fennsíkján *Nagymező* központtal, egy 950 hektáros területet választottunk ki. A területről több időpontból légifelvételeket, topográfiai térképet és műholdfelvételt szereztünk be az értékeléshez. A Nagymező tágabb környezetét azért választottuk ki, mert egy olyan fennsíkrészletről van szó, ahol a növényzet változatos és típusos oldásos dolinák mélyülnek a felszínbe. Megtalálhatók itt a montán bükkösök, fiatalos bükktelepítések, fenyő csemetekertek, elegyes bükkösök, sziklagyepek és a szőrfű-gyepes dolinák. Választásunkat az is

[1] *Készült a T035020 sz. OTKA támogatásával*

befolyásolta, hogy erről a területről rendelkezünk talaj- és növényfelvételekkel, ami lehetővé teszi a korrekt interpretációt és a jövőbeli komplex tájvizsgálatokat.

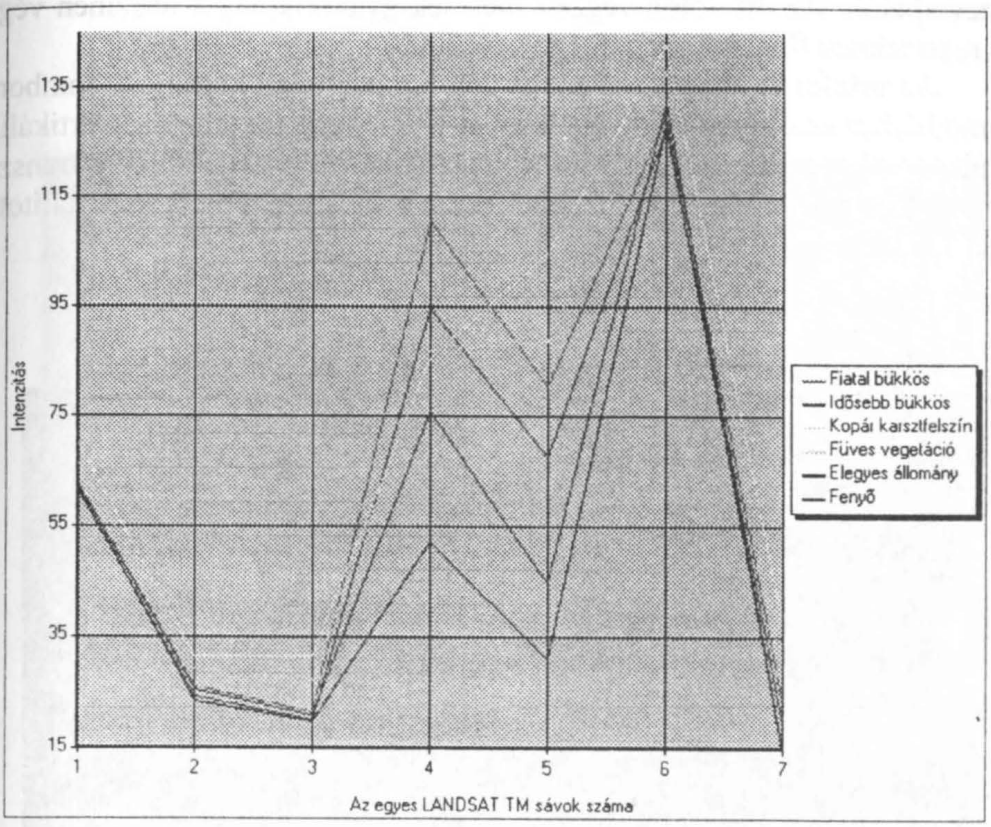
3. Felhasznált anyagok

A Szegedi Tudományegyetem Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszéke a Földmérési és Távérzékelési Intézettől kutatási célra az alábbi anyagokat szerezte be:

- Digitalizált topográfiai térképek 1:10000 méretarányban.
- 1992. április 2-i katonai légifelmérés felvételei a Bükk-fennsík területére. A felvételek igen alacsony repülési magassággal (tszf. 1800 m; relatív magasság 900-1100m) készültek, ebből következően rendkívül pontosan interpretálhatók (terepi felbontás 30 cm, FÖMI Archívum).
- A 2000. évi Országos Légifelmérés projekt – a Bükk-fennsík területéről 2000. május 14-én készült – felvételei (terepi felbontás 65 cm, FÖMI Archívum).
- 1992. június 21. Landsat TM felvétel a Bükk-hegység területére, EOV koordinátákkal. Több sávos (multispektrális) felvételezés (terepi felbontás 25 méter, Copyright ESA (1992), terjeszti az AURIMAGE, feldolgozta – EOV transzformáció – a FÖMI).

A légifelvételeket a 90-es évek elejéig szigorúan titkos információként kezelték. A polgári repülés előtt csak a Magyar Honvédség Térképészeti Hivatala végezhetett ilyen irányú (katonai céllal végzett) felméréseket. A rendszerváltás után a titkosítást a 90-es években fokozatosan feloldották, ettől kezdve a felvételekhez bárki szabadon hozzáférhet. A képi adatbázist is „*privatizálták*", a felvételek nagy része a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) gondozásába került. A katonai felvételek csak a stratégiailag fontosabb helyekről álltak rendelkezésre, így nem volt összefüggő felmérés az országról. A növekvő információigény kielégítésére 2000. márciustól júniusig terjedő időszakban sor került Magyarország első légifelmérésére, a 2000. évi Országos Légifelmérés projekt keretében.

Vizsgálatunkhoz egy 1992 nyarán készült Landsat TM 7 sávos multispektrális műholdfelvételt is felhasználtunk. A műholdfelvételek előnye, hogy a légifelvételekkel ellentétben nemcsak a látható tartomány három sávját (vörös, zöld, kék), hanem az infravörös tartomány egyes sávjait is érzékelik, amelyek a képpontonkénti osztályozásához igen jól alkalmazhatók. A műholdfelvételek középső infravörös tartományát vizsgálva az egyes vegetációtípusok igen jól elkülönülő karakterisztikával rendelkeznek, és ebből kifolyólag igen pontosan azonosíthatók (*1. ábra*).



1. ábra: Az egyes vegetáció típusok spektrális karakterisztikája LANDSAT TM sávokban
Fig. 1. Individual spectral characteristics of the vegetation types in the LANDSAT TM bands

4. Az adatfeldolgozás módszerei

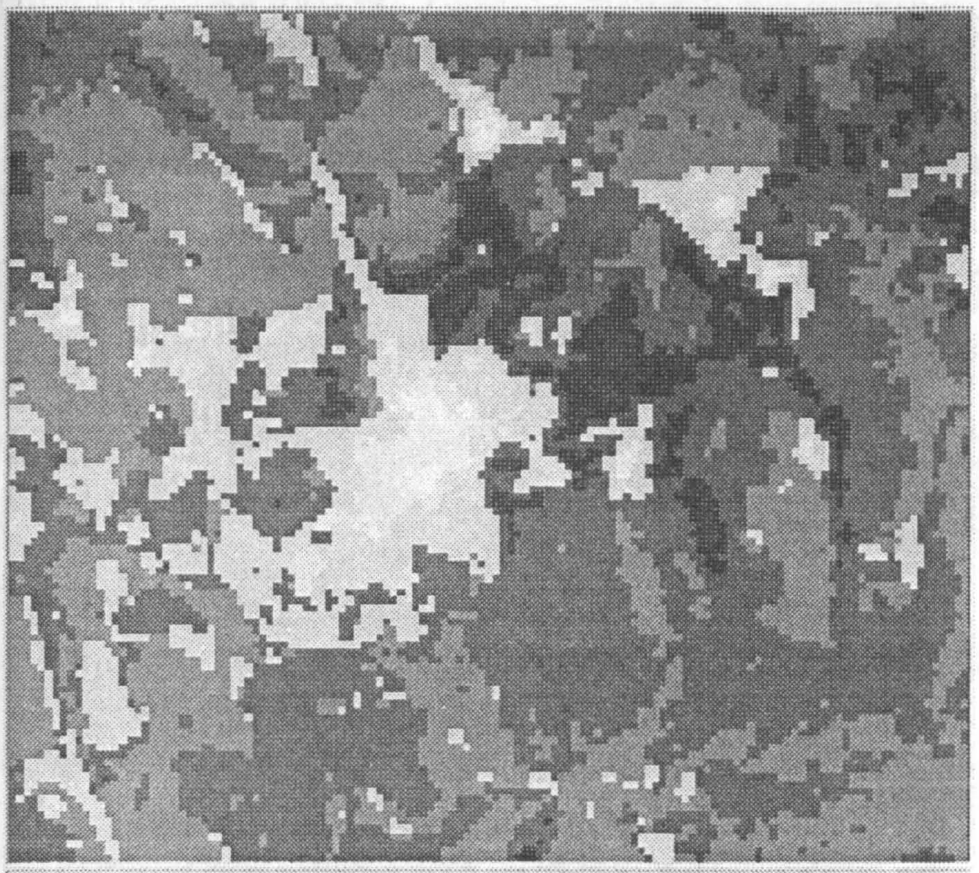
A kutatáshoz felhasznált adatok közül a légifelvételek egy része színes kontakt formátumban állt rendelkezésre, így azokat a számítógépes feldolgozáshoz digitalizáltuk. A légifelvételek kiértékeléséhez szükséges a további feldolgozás, az ortofotók előállítása.

A nyers légi- és űrfelvételek nagymértékű geometriai torzítása miatt (amelyet az ortokorrekció segítségével meg lehet szüntetni), e képek közvetlenül nem megbízható információforrások. A torzításokat szabályos és nem szabályos összetevőik (kamera ill. szenzor tájékozása, a felszín domborzata, a földgörbület, a film és a szkenner torzításai, mérési hibák) okozzák. Az ortorektifikációval síkrajzilag helyes ortofotókat állítunk elő, mely a szenzor ill. kamera tájékozása, a terep magasságkülönbsége és a földgörbület okozta torzításokat nem tartalmazza. Az ortofotó geometriai jellegét tekintve térkép, a képminőségét tekintve fénykép. Mivel az ortofotón a tárgyak síkrajzi

helyükön találhatók, ezért az ortofotók a hagyományos vonalas térképekkel összevethetők. Az ortofotón végzett mérések gyakorlatilag a felszínen végzett méréseknek felelnek meg (*BARSI, Á.* 2000).

Az ortofotók alapját a digitális domborzatmodell képezi. A domborzat-modellhez szükséges szintvonalakat és a domborzatra jellemző vertikális terepi pontokat a vizsgált terület (geometriai korrekcióval EOV-be transzformált) topográfiai térképén található szintvonalak vektorizálásával állítottuk elő (*2. ábra*).

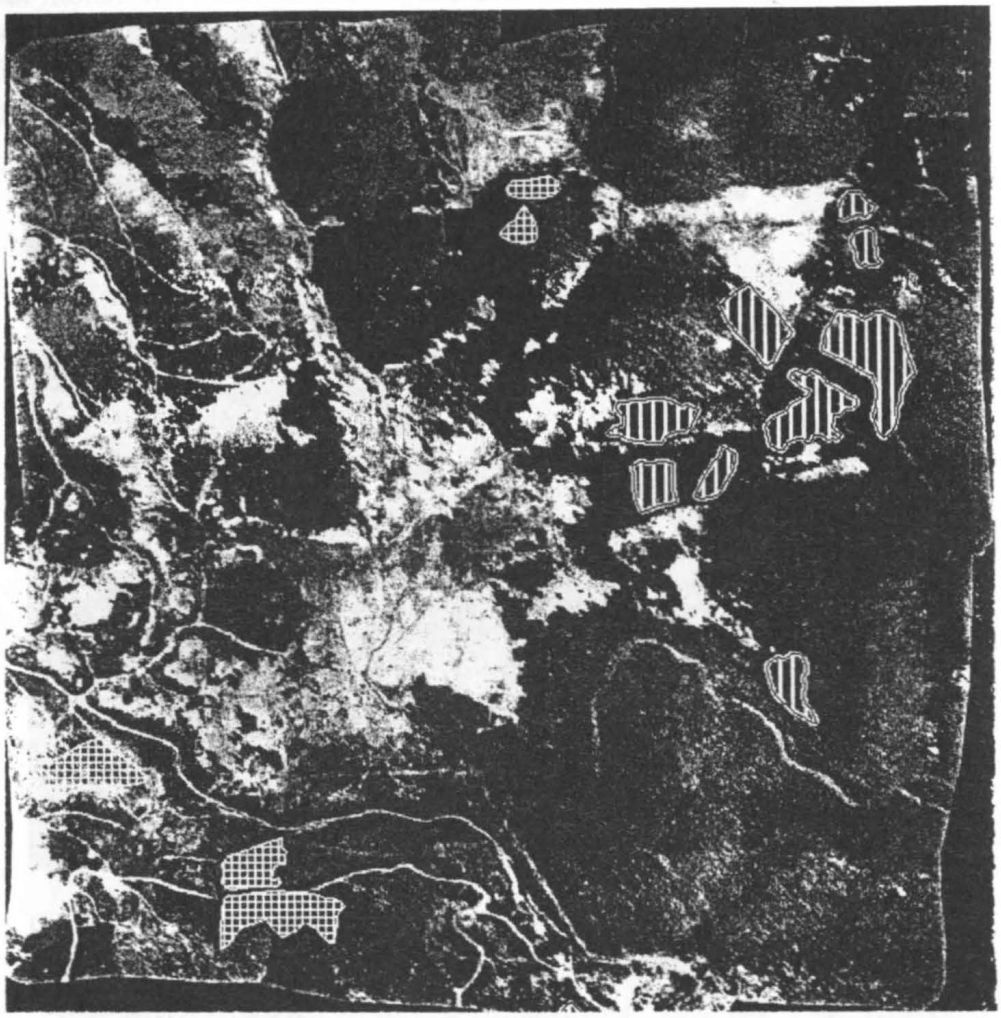
2. ábra: A vizsgált terület domborzatmodellje (magassági színezés, domborzatárnyékolés és szintvonalak)
Fig. 2. Digital Elevation Model (DEM) of the investigated area (painted relief, shaded relief and contours)



756625.37, 303519.52 (EOV / IUGG 1967)

Row	Value	Histogram	Szín	Opacity	Vegetáció	Terület (ha)	Terület %
0	0	0		0	Unclassified	0	0
1	1	1035		1	Fenyő	64.6875	6.81
2	2	325		1	Kopár karsztfelszín	20.3125	2.13
3	3	2202		1	Füves vegetáció	137.625	14.49
4	4	5277		1	Idősebb bükkös	329.813	34.72
5	5	4802		1	Fiatal bükkös	300.125	31.61
6	6	1555		1	Elegyes állomány	97.1875	10.23

3. ábra: A vizsgált terület tematikus térképe (terület ha, terület %)
Fig. 3. Thematic ma pof investigated area (area hectares, area percentage)



4. ábra: 2000-re kivágott bükk (világos rácsháló) és fenyőfák (sötét rácsháló) az 1992. április 2-i ortofotón
Fig. 4. Cutted down beech (with yellow pattern) and pine-trees (with red pattern) on the orthophoto which is measured in 1992

A feldolgozás után lehetővé válik, hogy a különböző időpontokban készített légifelvételek egymással töténő egybevetése, illetve más egyéb adattal is, amivel közvetlen információt szolgáltatnak a vizsgált területen folytatott bármilyen beavatkozásról, változásról.

4.1. A vizsgált terület foltjainak elkülönítése vegetáció típusok alapján

A Bükk-hegység nagy részét – a középhegységi jellegnek megfelelően – mezofil bükkösök, elegyes és sziklai erdők, valamint mészkerülő erdők borítják (*SIMON, T.* 1992). A dolinákban sziklagyepek, szőrfűgyepek, sziklafüves és pusztafüves lejtők növényfajai találhatók, telepítettek a fiatalabb és idősebb fenyőerdők. A dolinákban az erdei aljnövényzet jellemző fajai is előfordulnak, ami arra utal, hogy korábban ezek erdősültek voltak. A dolinák mélyebb részein a növekvő talajnedvesség magaskórós növénytársulásoknak kínál kedvező létfeltételeket (*KEVEINÉ BÁRÁNY I.* 1985). A vizsgált területen szembetűnő a bükkerdők dominanciája. Ezen kívül fenyő, valamint a különféle füves társulások találhatók a mintaterületen.

A terület műholdfelvételének osztályozásához az ERDAS IMAGINE 8.5 képfeldolgozó és képelemző szoftvert használtuk. A szoftver professzionális eszközök alkalmazásával igen pontos tematikus térképet készít a meglévő műholdfelvételekből. A tematikus térképek legnagyobb előnye, hogy segítségükkel számszerűsíthetjük az egyes vegetáció típusok területének nagyságát, százalékos arányát.

A képpontonkénti osztályozás egyik fontos feltétele, hogy beható ismeretekkel rendelkezzünk a vizsgált területről. Fontos, hogy az un. tanulóterületek valóban a kívánt osztályt képviseljék.

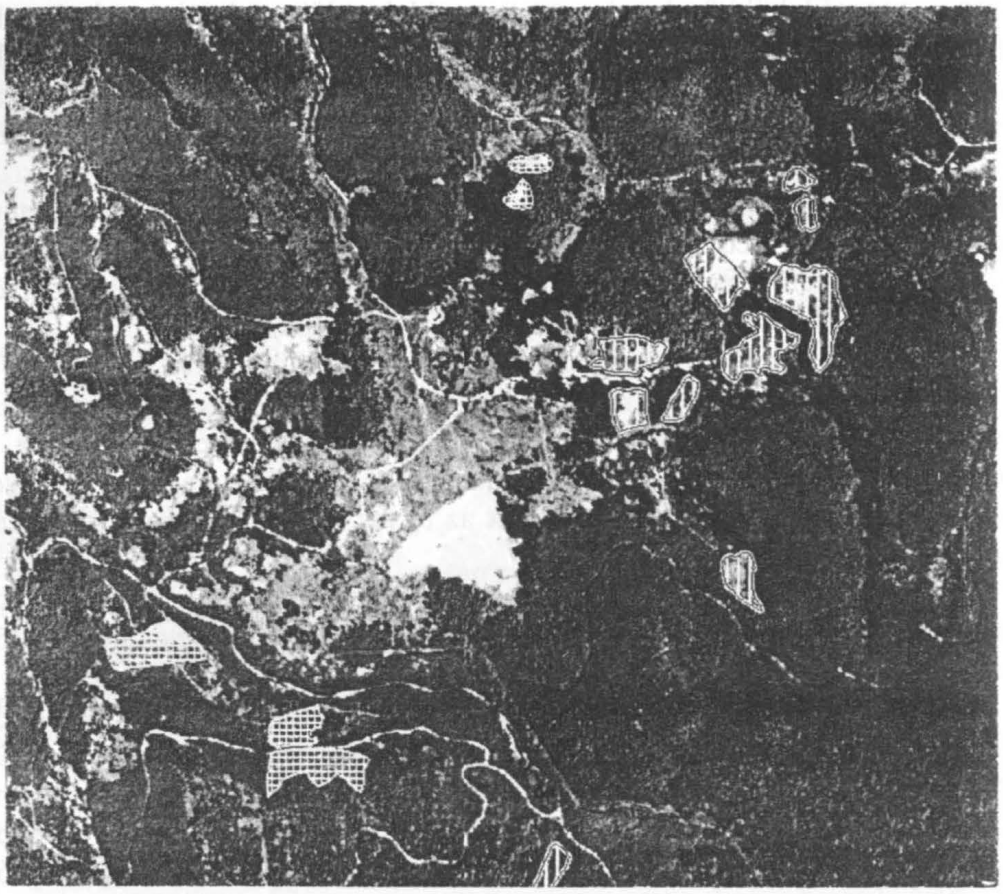
A tematikus térkép készítésekor figyelembe kell venni a műholdfelvételek terepi felbontásából adódó korlátait, nevezetesen egy pixelen belül (625 m²) keverten is előfordulhatnak az egyes vegetáció típusok, ami leginkább a típushatárokon fordul elő, ahogy azt a tematikus térképen is jól nyomon követhetjük (*3. ábra*). Esetünkben az ilyen bizonytalan, vagy a valóságban is kevert vegetációtípussal rendelkező területek *(elegyes állomány)* a vizsgált terület *10 %* - át foglalják el.

A terület legnagyobb részét (mintegy kétharmadát) bükkerdő foglalja el. Terepi információink és a rendelkezésre álló térképi adatok segítségével megállapíthattuk, hogy a műholdfelvételeken jól elkülönülnek az idősebb és a fiatalabb telepítésű bükkerdők *(35 ill. 32%)*.

A terület kiválasztásából adódóan a Bükk-hegység egészéhez képest viszonylag nagy területet borít füves vegetáció *(14 %)*. A klasszifikáció alkalmazásával ettől ismét jól elkülöníthetőek voltak a – vegetációval kevésbé borított – kopár karsztfelszínek *(2 %)*, ami leginkább a Nagymező területén található.

Végül, de nem utolsó sorban a területen tájidegen fenyőerdők *(7 %)* zárják a sort. A fenyő a szórtság következtében sok esetben keveredik a

bükkerdővel, ezeket a területeket a klasszifikáció területileg már az elegyes erdőkhöz sorolja.



5. ábra: Kivágott bükk (világos rácsháló) és fenyőfák (sötét rácsháló) a 2000. május 14-i ortofotón
Fig. 5. Cutted down beech (with yellow pattern) and pine-trees (with red pattern) ont he ortophoto which is measured in 2000

4.2. Tájváltozás vizsgálata a feldolgozott adatok alapján

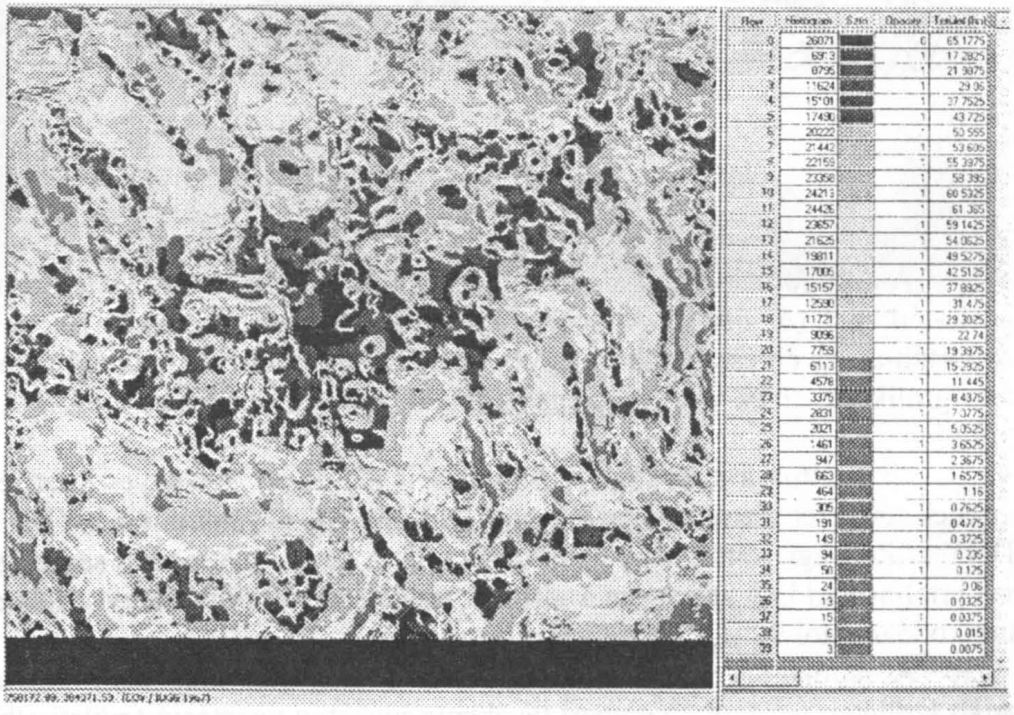
A tájváltozás vizsgálatokban igen nagy jelentősége van annak, hogy a feldolgozásra kerülő vagy meglévő adatokat egységes rendszerben kezeljük, ami esetünkben az adatok EOV-be (Egységes Országos Vetület) transzformálásával valósult meg. A meglévő ortofotók összevetésekor ismét az ERDAS IMAGINE 8.5 képelemző szoftvert használtuk. A rendszer lehetőséget ad arra, hogy két vagy több adatforrást közvetlenül egy munkafelületen vizsgáljunk. Az adatokat kapcsolhatjuk egymáshoz, minek segítségével ugyanazon koordinátákat jelölhetünk meg két különböző adaton. Ennek

segítségével a különböző időpontokban készült légifelvételeket – pontosabban az ezekből készült ortofotókat – (1992. április 2. és 2000. május 14.) vizsgálva, pontos információkat kaptunk a területen folytatott erdőgazdálkodás jellemzőiről. A vizsgált területen – a Bükk-hegység egészéhez képest – nagy kiterjedésben előforduló fenyőerdőkben (kismértékben a bükkösökben) igen nagy változások következtek be az elmúlt 10 évben.

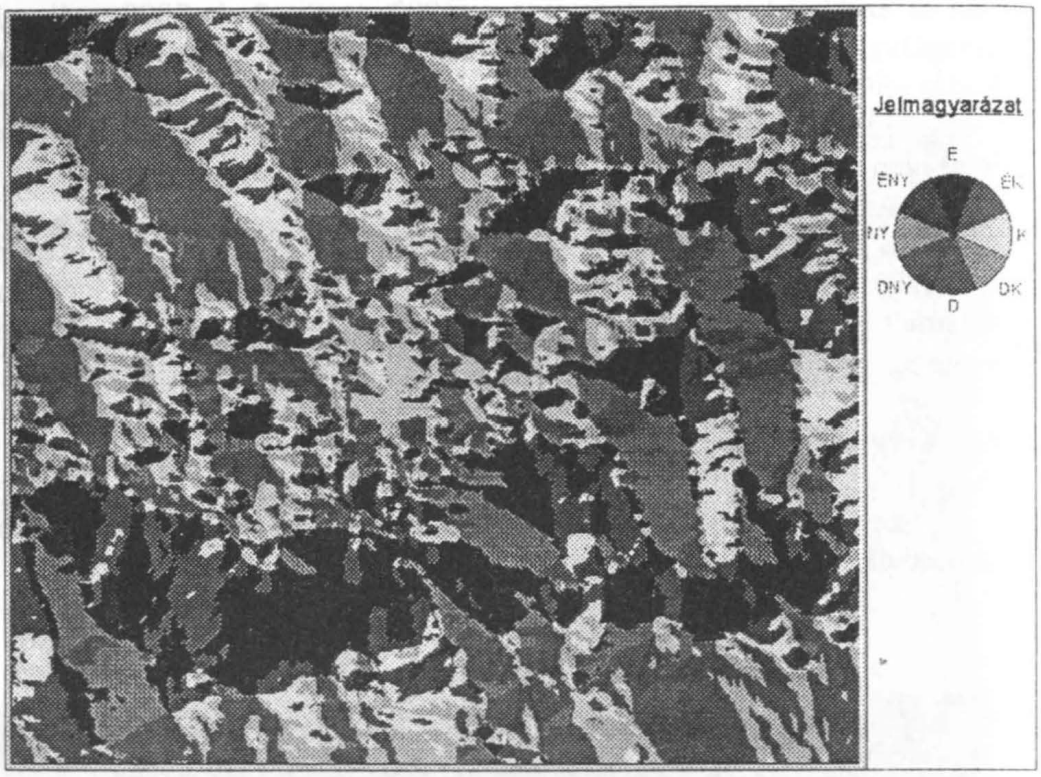
Az 1992. áprilisában készített légifelvételeken a még viszonylag egységes fenyőfoltok a 2000. évi felvételeken már nagy változást mutatnak. A korábbi felvételezésen poligonok segítségével felmértük a kivágott fenyő valamint bükkös állomány területét. A fenyő esetében 16,5 ha, a bükk esetében 9,5 ha-nak adódott a kivágott állomány területe (*4, 5. ábra*).

4.3. A digitális domborzatmodell lehetőségei a karsztkutatásokban

Egy komplex karszt-térinformatikai rendszernek a digitális domborzatmodell lehetőségeit is ki kell aknáznia.



6. ábra: A vizsgált terület lejtőkategória térképe, az egyes kategóriákhoz tartozó területek nagysága
Fig. 6. Slope map of the investigated area, the area of the unique slope values



7. ábra: A vizsgált terület kitettség térképe
Fig. 7. Aspect ma pof the investigated area

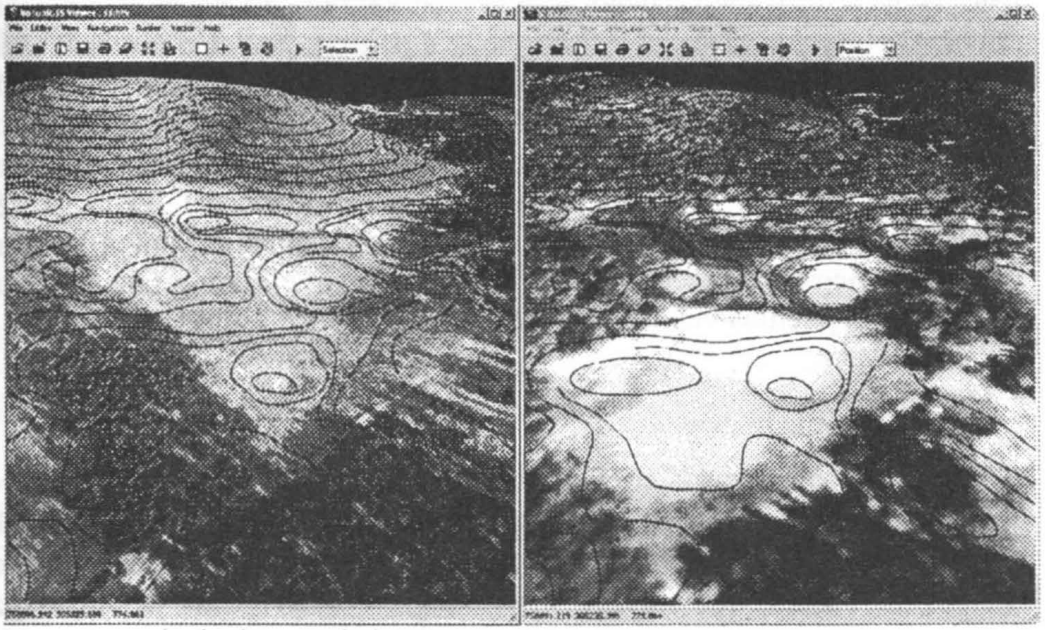
A domborzatmodell alapján elkészítettük a vizsgált terület lejtőkategória-térképét (*6. ábra*). A térkép attribútum adatait Microsoft Excel-be exportáltuk, és elkészítettük az egyes lejtőkategória értékek területét bemutató grafikont. Ezek alapján megállapítható, hogy a domináns értékek 10° körüliek.

Vizsgáltuk a kitettségi viszonyokat is (*7. ábra*). Az egyes kitettségi értékek területét elemezve szembetűnő, a KÉK-ÉK-i, valamint a NYDNY-DNY-i kitettségű lejtők nagy gyakorisága. Ez a domborzatmodell segítségével értelmezhető, nevezetesen a vizsgált területen előforduló hegyvonulatok uralkodóan ettől 90°-kal eltérő irányítottságúak.

A lejtőkategória és kitettségi értékek nagyban meghatározzák az adott területen folytatható emberi tevékenységeket, a vegetáció területi elhelyezkedését, típusait. Az ÉK-i, KÉK-i kitettség nedvesebb lejtőit a bükkösök részesítik előnyben.

4.4. Háromdimenziós (3D) tájváltozás vizsgálatok

Az általunk használt térinformatikai rendszer VirtualGIS modulja lehetővé teszi az adatok térbeli megjelenítését, ami nagyban megkönnyíti a terület kezelését irányító döntéshozók munkáját, hozzájárulhat a karsztos területek megóvását célzó ajánlatok, tudományosan megalapozott feldolgozások elfogadásához.



8. ábra: Tájváltozás vizsgálatok 3D ablakban (digitális domborzatmodell, ortofotók, szintvonalak)
Fig. 8. 3D analysis of the landscape changes (digital elevation model, orthophotos, contours)

Munkánkban egy olyan területet vizsgáltunk a 3D ablakban, amely az utóbbi 10 évben emberi tevékenység jeleit mutatja (*8. ábra*). A 3D vizsgálatokban is rendelkezésre állnak koordináták, jelen esetben 970 méteres abszolút, és 208 méteres relatív magasságból láthatjuk a területet.

A makroflóra összetételét a Bükk-hegységi Nagymező dolináiban *BACSÓ-ZÓLYOMI,* (1934) a mikroklímával szoros kapcsolatban részletesen vizsgálták, és mutattak rá arra, hogy a növénytakaró eloszlása a változatos domborzaton nemcsak a talajviszonyokat, hanem a mikroklímakülönbségeket is visszatükrözi.

A makroflóra tekintetében egyébként a kitettség eltérései nem mindig nagyok, finomabb részletek azonban fontos helyi sajátságokat mutatnak (*KEVEI-BÁRÁNY I.* 1999). A dolinákban éjszaka kialakuló hideg légtavak a nyári hónapokban is (augusztus) derült időben 0°C alá csökkentik a hőmérsékletet. Nappal viszont megszorul a meleg levegő a dolina alján, nincs lehetőség jelentős kicserélődésre, ezért a nappali és éjszakai hőmérsékleti különbség (hőingás) a dolina légterében megnehezíti a növekedést. Általában rosszul tűri a növényzet (a fenyőcsemeték is) ezt a jelentős hőmérsékleti differenciát (*KEVEINÉ BÁRÁNY I.* 1987).

A 3D ablakban megfigyelhetjük a kivágott fenyő területét, ami az 1992-es felvételen még látható, a 2000-ben készült felvételen már nem. A felvételeket összehasonlítva látható, hogy a dolinák területén tarvágás utáni erdősítés kisebb eredményekkel jár, mint a dolinaperemeken és a nyílt karsztterületeken. A 2000 nyarán készült 3D felvételen az is megfigyelhető, hogy a nemcsak a dolina alján, hanem a dolina D-i kitettségű lejtőjén sem képes a növényzet – az újra telepített erdő – megfelelően fejlődni. A déli lejtőn a nappali erős felmelegedés okoz nedvességhiányt, ami a fásszárú növényzet megtelepedésének fontos feltétele. Ezen a lejtőn a talajok kiszáradnak, nincs jelentős vízmegtartás (*BÁRÁNY–KEVEI, I.* 1985).

5. Összegzés

A hagyományos tájértékelés terepi munkája és a pontos terepismeret feltétlenül fontos a számítógéppel támogatott térinformatikai vizsgálatokhoz. A légifelvételek és műholdfelvételek interpretációjával azonban a korábbi terepvizsgálatokhoz képest sokkal nagyobb területeket tanulmányozhatunk. A tanulmány keretében a mintaterület vegetációtípusait osztályokba rendezve megvizsgáltuk a vegetáció borítás változását 8 év távlatában. Az ortofotó további részletes morfológiai elemzést és domborzatértékelést tesz lehetővé.

IRODALOM

BACSÓ, N.-ZÓLYOMI, B. (1934): Mikroklíma és növényzet a Bükkfennsíkon. - Időjárás. p. 177-196.

BARSI, Á. (2000): Az ERDAS IMAGINE OrthoBASE Tour Guide magyar fordítása - Kézirat, Budapest

BÁRÁNY-KEVEI, I. (1985): Ökologische Untersuchung der Karstdolinen unter besonderer Berücksichtigung des Mikroklimas. - Acta Geographica Univ. Szegediensis. Tom. XXV. p. 109-130.

BÁRÁNY-KEVEI, I. (1987): Tendencies to change in the composition of the karstic soil and the vegetation in the dolines in the Hungarian Bükk Mountain.- ENDINS. Mallorca. p. 87-93.
BÁRÁNY-KEVEI, I. (1999): Microclimate of karstic dolines. - Acta Climatologica Universitatis Szegediensis, Tom. 32-35, p. 19-27.
GILLIESON, D. – THURGATE, M. (1999): Landscape classification and karst management at Jenolan Caves, New South Wales, Australia. In.: Essay in the Ecology and Conservation of Karst.(Ed.: Bárány-Kevei, I. – Gunn, J.). Szeged – Budapest - Miskolc. p. 134-143.
KEVEINÉ BÁRÁNY, I. (1985): A karsztdolinák talajainak és növényzetének sajátosságai. - Földrajzi Értesítő XXXIV. 3. p. 195-207.
SIMON, T. (1992): A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok és virágos növények. - Tankönyvkiadó, Bp. p. 789-874.