

Nagy méretarányú légifelvételéből előállított digitális domborzatmodellek alkalmazása néhány hazai példán

Zboray Zoltán¹, Siristye Ferenc²

¹Honvédelmi Minisztérium Térképészeti Közhasznú Társaság,
Fotogrammetriai alosztály, kiértékelő mérnök,
Budapest 1024, Szilágyi Erzsébet fasor 7-9, 06-1/336-20-30/1108,
Szegedi Tudományegyetem, Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszék, PhD. hallgató,
zzboray@t-email.hu, zzboray@geo.u-szeged.hu,

²Honvédelmi Minisztérium Térképészeti Közhasznú Társaság,
Fotogrammetriai alosztály, fotogrammetriai alosztályvezető,
Budapest 1024, Szilágyi Erzsébet fasor 7-9, 06-1/336-20-30/1108
siristye.ferenc@mhthei.gov.hu

1. Bevezetés

Digitális domborzatmodellek (Digital Elevation Modell DEM, illetve Digitális Domborzati Modell DDM) alapadatként történő felhasználása a polgári alkalmazás, kutatás területén is egyre nagyobb jelentőségű. Fontos szempont az adatok hozzáférhetősége, megbízhatósága, és nem utolsósorban az ára. Országos lefedettségben jelenleg a Honvédelmi Minisztérium Térképészeti Közhasznú Társaság „DDM10” terméke (10 méteres rácshálóval), valamint a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) „Magyarország Digitális Ortofotó Programja, DDM 5 méteres felbontásban” termékek szerezhetők be¹.

Nagy méretarányú légifelmérések viszonylag kis területekről készülnek, nagy pontosságú domborzat-, és felületmodell, és/vagy nagy felbontású ortofotó készítése céljából. A minőségi követelmények sok esetben néhány cm-es nagyságrendűek, valamint a feladatot az is nehezíti, hogy kis területről nagy mennyiségű adatot kell meghatározni. Ilyen esetekben speciális eszközök, sztereo-fotogrammetriai domborzatkiértékelés válhat szükségessé.

A Szegedi Tudományegyetem Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszékén évtizedek óta folynak karsztmorfológiai kutatások. Értékelésünkben a Bükk-hegység egyik leginkább ismert, kiemelt jelentőségű területére, a Nagy-fennsíkra készült légifelvétel feldolgozásából készült kutatási eredményeket mutatjuk be. Továbbiakban Budapest XIII. kerület, Angyalföld nagyfelbontású digitális domborzatmodelljéről, valamint Szeged városklíma kutatásaihoz készített digitális felületmodellek alkalmazásáról lesz szó.

2. Nagy méretarányú légifelmérések

Egy munkaterület felmérésekor a tervezés elengedhetetlenül fontos kérdése a méretarány² megválasztása. Nagy méretarányú légifelvétel elérhetik az 1:5000

¹ Nagyobb cellaméret esetén (1km) az adatok az Internetről ingyen is letölthetők, pld. www.usgs.gov

² A légifelvétel méretaránya: repülési magasság (m)/kamera fókusztávolság (m)

méterarányt is. A relatív repülési magasság ebben az esetben 1000 méter alatti, aminek előnye, hogy a felvételek részletesek (terepi felbontás 10 cm körüli), szín-, és képvilágát tekintve is igen jó minőségűek (a színek élénkek, a kép kontrasztos, éles), hátránya viszont, hogy a célterület felméréséhez sokkal több felvételre van szükség, mint kisebb méretarány esetén. Összehasonlításképpen megemlítjük, hogy a FÖMI „Magyarország Légifelmérése 2000” projektjében – 1:30000 méretarány mellett – az ország teljes területét 6591 légifelvétel fedi le, viszont ha a felmérést 1:10000 méretarányúnak választják, már 58812 felvétel elkészítésére lett volna szükség (WINKLER, P., 2004).

3. Karsztmorfológiai vizsgálatok nagy felbontású digitális domborzatmodelleken

A karsztos területek domborzata kis területen belül is igen változatos. A jelenleg használatos térképek – a méretarány következtében – a felszíni formákat csak közelítőleg ábrázolják. Jelen kutatás a Bükki Nemzeti Park területén a karsztok vezérformái, a dolinák (oldásos eredetű depressziók, tál alakú mészközsüllyedékek) valós paramétereinek meghatározását célozta, melyhez az alapadatot domborzatkiértékelés szolgáltatta.

A rendelkezésünkre álló állami topográfiai térképek hegyvidékeinken (így a Bükk-hegység területén is) 5 méterenként ábrázolják az alapszintvonalakat (1.ábra).



1. ábra $M=1:10000$ topográfiai térkép, alapszintvonalak 5 méterenként

A szintvonalak mellett a bonyolultabb, a méretarány következtében szintvonalakkal nem kifejezhető formák egyezményes jelekkel kerülnek ábrázolásra. Az ilyen területeken a szintvonalrajz megszakad, és a domborzatrajz magassági adataiban hiány jelentkezik. Nagyobb problémát jelent azoknak a területeknek az értékelése, melyek fennsík jellegükből fakadóan (Nagy-fennsík, Nagy-mező) az adott alapszintközzel nem ábrázolhatóak megfelelő részletességgel.

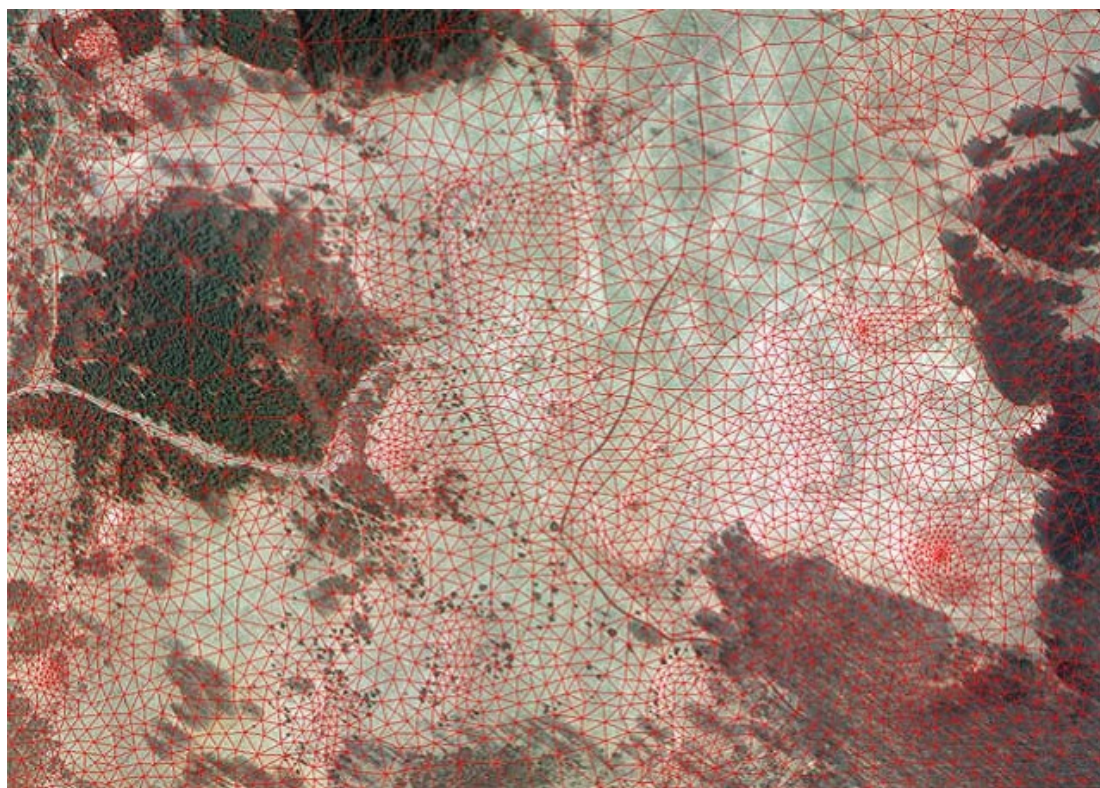
3.1 Módszerek

A Bükki Nemzeti Park területére 1992 tavaszán olyan nagy méretarányú légifelvételek készültek, melyek segítségével az egyes karsztos formák alakjának meghatározásakor megközelítőleg az 1:1000 méretarányú külterületi kataszteri térképek pontosságát érhetjük el (KRAUSS, K., 1998).

Értékelésünkben a légifelvételek átfedő területein előállított térmodellben végeztük domborzatkiértékelést a Honvédelmi Minisztérium Térképészeti Közhasznú Társaság digitális sztereó-fotogrammetriai *SOCET SET* munkaállomásain. A légifelvételek a Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) megrendelésére készültek. Jelenleg a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) kezelésében vannak. A légifelvételek negatívjait Zeiss PhotoScan 2002 szkenneren digitalizáltuk 14 μm felbontással. A fotogrammetriai feldolgozáshoz a területen illesztőpontokat mértünk GPS segítségével. A felvételek légiháromszögelése után lehetőség nyílt a terület domborzatkiértékelésére.

3.2 A domborzatkiértékelés folyamata

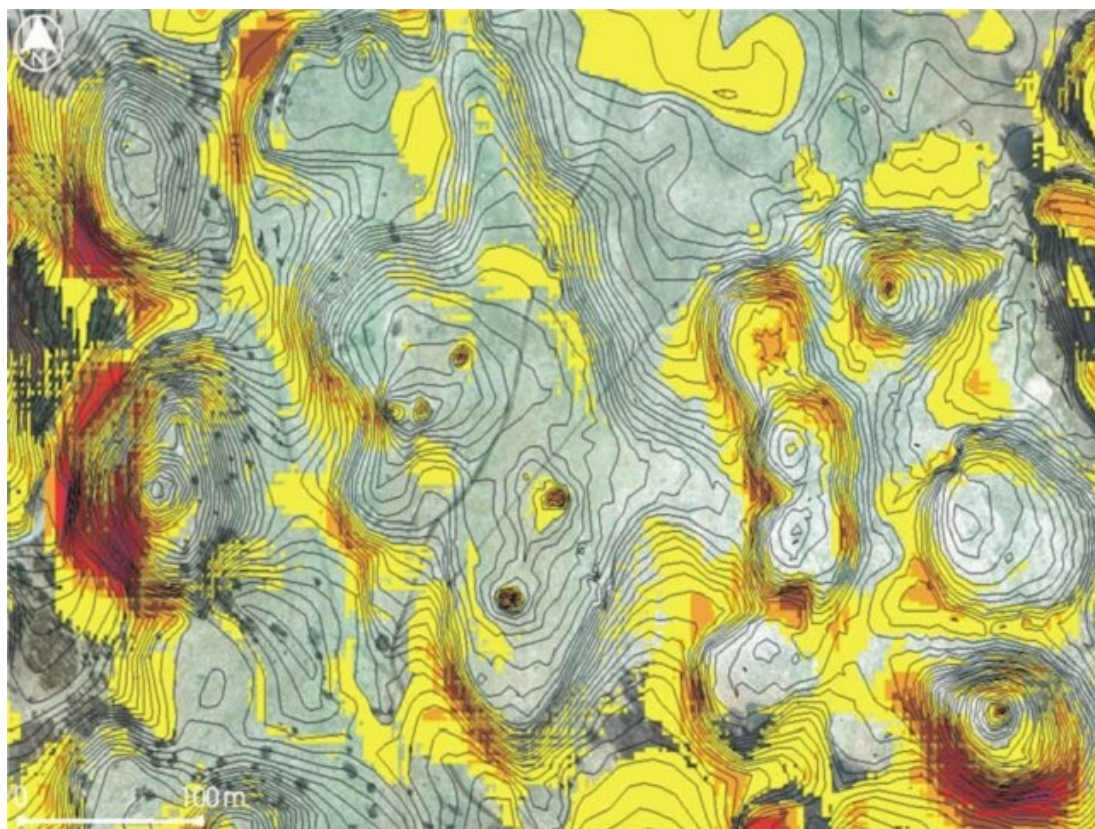
Első lépésben a Bükk-fennsík 15 km^2 -es területére átlagosan 20 méteres mintavételezéssel végeztünk domborzatkiértékelést (2.ábra).



2.ábra Magassági (TIN) pontok a Nagy-mezőn, digitális ortofotó térképen

A feldolgozás során szabálytalan háromszöghálózattal (Triangulated Irregular Network, TIN) közelítettük a felszínt. Összesen 43370 pontot mértünk meg. Az így létrejött pontokból 0,5 m-es alapszintközzel generáltunk szintvonalakat, mely a topográfiai térképpel összehasonlítva 10-szer nagyobb vonalsűrűséget jelent. A mért

pontok, valamint a szintvonalak segítségével digitális domborzati modellt készítettünk, 2 méteres felbontással. Ezt összehasonlítottuk – a topográfiai térkép szintvonalai segítségével – készült domborzatmodellel (3.ábra). Különösen a dolinák területén jelentős – néhol az 5 métert is meghaladó – a különbség a két domborzat között. Az adatok elemzéséhez és megjelenítéséhez az *ERDAS IMAGE* térinformatikai képfeldolgozó és képelemző szoftvert használtuk.



3.ábra A topográfiai térkép és a SOCET SET-en kiértékelt domborzat magasságkülönbségei, alapszintvonalak 0,5 méterenként

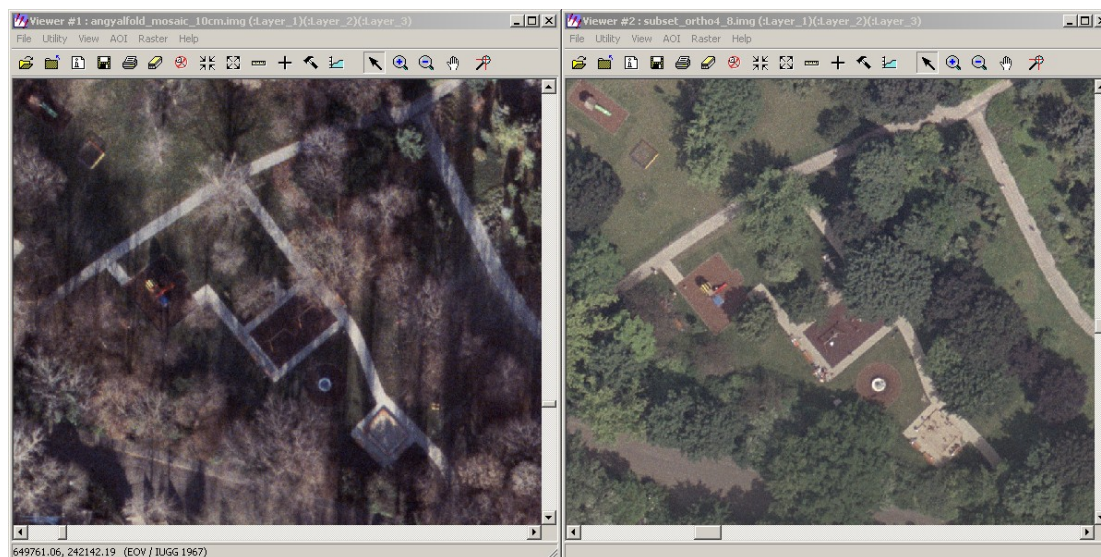
3.3 Eredmények

A digitális domborzatmodell alapján az általunk vizsgált formák, a dolinák területére elkészítettük a lejtőkategória és kitettségi térképeket. A két állomány kombinációja – az *ERDAS IMAGE* szoftver terminológiája szerint kompozitja – alapján megállapítottuk, hogy a dolinák területén döntően a nyugatias (DNY, NY, ÉNY) kitettséggű és alacsony lejtésű területek dominálnak, szemben a kisebb területet képviselő, de nagy lejtőkategória értékekkel jellemezhető keleties (DK, K, ÉK) dolinafelszíneikkel. Ez a szabályszerűség meghatározza a dolina talppontjának NY-i irányba történt aszimmetrikus elhelyezkedését, valamint megfelel a hegység szerkezeti-, törés-, és repedésirányainak is. Töbörfejlődési szimulációs vizsgálatok kimutatták, hogy a töbör hossz tengely irányok alapvetően a kiindulási domborzat jellemző irányát tükrözik (TELBISZ T., 2003). A szerkezeti adottságok mellett azonban fontos szerepe van a dolinák fejlődésében, hogy az egyes lejtőkön más-más hőmérsékleti-, talajnedvességi viszonyok mellett az ökológiai viszonyok változóak.

Így a különböző expozíciókon differenciálódik a karsztkorrózió hatásfoka, ami az aszimmetrikus alak létrejöttét és a dolinafejlődés során annak orientációját megszabhatja (KEVEI-BÁRÁNY, 1981).

4. Digitális domborzati modell készítése Angyalföld ortofotó várostérképéhez

A Honvédelmi Minisztérium Térképészeti Közhasnú Társasága – alapfeladatai ellátásán kívül – polgári alkalmazások támogatását célzó térinformatikai tartalmak előállítását is vállalja. Budapest, XIII. kerület Polgármesteri Hivatalának megbízásából, Angyalföld várostérképének elkészítését 2003-2004-ben végezte. A feladat követelményeinek megfelelően egy un. lombos, illetve egy lombtalan repülés felhasználásával 10 cm felbontású várostérképet készítettünk. A lombtalan repülések november végén/december elején, illetve kora tavasszal készülnek, előnyük, hogy a fák lombja kevésbé takarja ki a képi tartalmat, ezért a tervezésnél jobban használhatók, mint a megjelenésében szebb, látványosabb (plakát készítéséhez ezért inkább használatos) lombos felvételek (4.ábra).



4. ábra Lombtalan és lombos légifelvételek összehasonlítása

4.1 Módszerek

A végterméket jelentő ortofotó térképhez szükség volt a terület digitális domborzati modelljének elkészítésére. A feladathoz a kerületről 2003. december 2-án készült 1:5000 méretarányú lombtalan repülést használtuk. *SOCET SET* munkaállomásokon 38000 magassági (TIN) pont kiértékelésére került sor, melyből 1 méteres cellaméretű rácshálót generáltunk. A várostérképhez készült domborzat sajátossága, hogy az antropogén hatások nagy területen jelentkeznek, a domborzatmodell része a Duna menti rakpart, vasúti töltések, csatornák, hidak, alul-, és felüljárók. Ez utóbbiak kiértékelése elsősorban a pályatestek vonalának pontos megjelenítéséhez szükséges. Megemlíthetjük, hogy a pontossági követelményeknek megfelelően az illesztőpontokon a maradék ellentmondás (m) $X: 0,093$, $Y: 0,119$, $Z: 0,103$, valamint a négyzetes középhiba (RMSE) értéke: $0,169$. Angyalföld helyzetéből

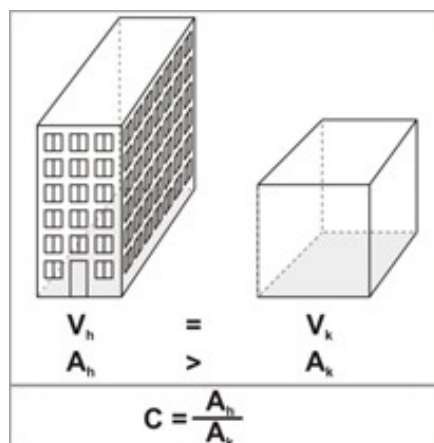
adódóan (gyakorlatilag teljesen sík terület) a domborzatban a mesterséges objektumok módosító hatása jól megfigyelhető (5.ábra).



5.ábra Budapest, Angyalföld DEM hipszometrikus megjelenítésben

5. Városlíma kutatások Szegeden - Felületmodell előállítása épületmagasságok kiértékelésével

A Szegedi Tudományegyetem Éghajlattani és Tájföldrajzi Tanszékén nagy múltra visszatekintő városlíma kutatások folynak. A kutatás fő célkitűzése a maximális hősziget (Urban Heat Island) intenzitás statisztikai becslése a beépítettség, a vízfelszín nagysága, az égboltháthatóság, és a várost háromdimenzióban leginkább reprezentáló kompaktsági paraméterek (6.ábra) felhasználásával (SÜMEGHY Z. – UNGER J., 2003). Ezen paraméterek előállítására az utóbbi években egyre nagyobb jelentőséggel bírnak a különféle térinformatikai megoldások, melyből a – városfelszín geometriáját leginkább jellemző – térinformatikai adatbázis előállításához szükséges digitális felületmodellek elkészítését mutatjuk be.

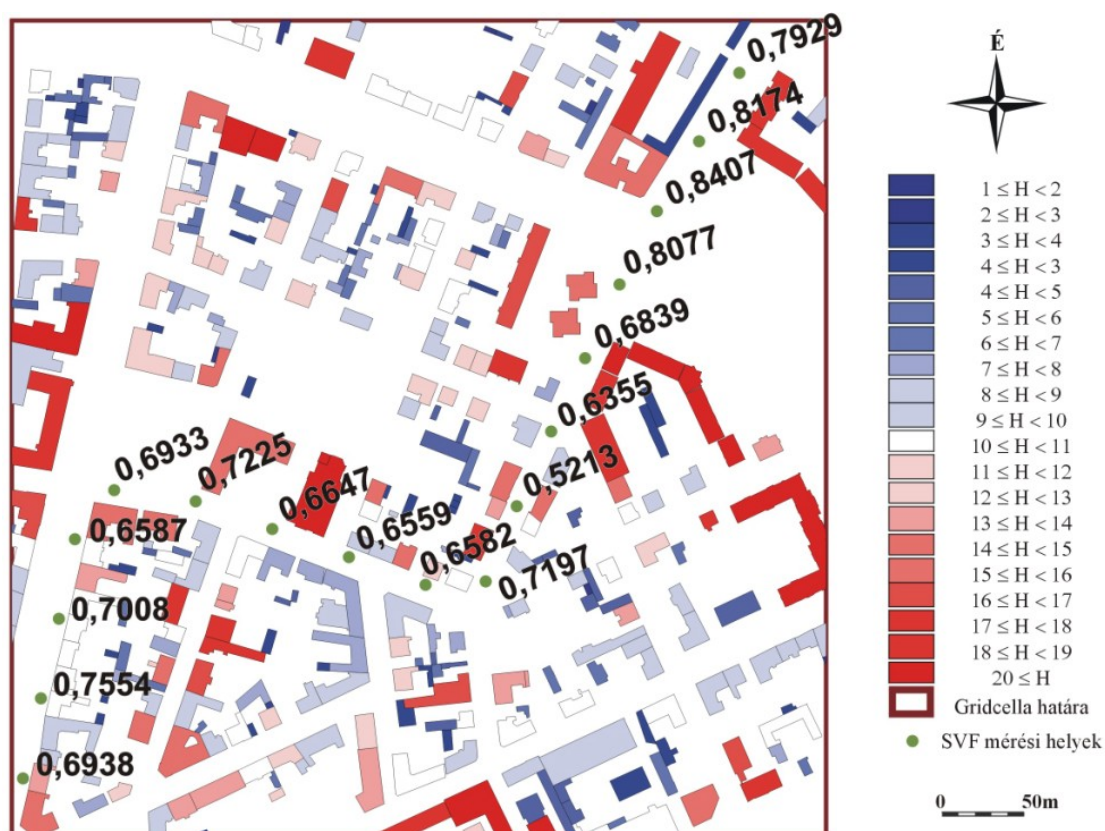


6.ábra Kompaktsági mutató

A_h : Az adott épület felülete, A_k : Az adott épület térfogatával megegyező kocka felülete

5.1 Módszerek

A digitális felületmodell a korábban említett alkalmazásokhoz hasonlóan légifelvételek kiértékelésével készült. Egy együttműködési megállapodás keretében a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) rendelkezésre bocsátotta Szeged város légifelmérésének 1992. november 13-án készült M=1:10000 méretarányú eredeti színes negatívjait, melyet szkennelés után *LEICA PHOTOGRAMMETRY SUITE* szoftverrel légiháromszögeltünk, és további kiértékelésre az Egyetemnek átadtunk. A kiértékelés során a külső tájékozási elemek ismeretében, térmodell előállítás után, az *ERDAS STEREO ANALYST* szoftverrel egyenkénti épületmagasság mérésekre került sor. Az épületek alapterületét a – Szegedi Polgármesteri Hivatal által rendelkezésünkre bocsátott – kataszteri felmérés digitális változata szolgáltatta. Ezen nagypontosságú adatok felhasználásával a városi hősziget intenzitás modellezéséhez szükséges égboltláthatóság (Sky View Faktor, SVF) és kompaktsági paraméterek meghatározhatók (BALÁZS B. – GÁL T., 2004, 7.ábra).



7.ábra Digitális felületmodell (H: épületmagasságok) segítségével előállított égboltláthatósági paraméterek automatikus meghatározása egy választott útvonal mentén

6. Következtetések

1. Az állami feladatokat ellátó intézmények (HM TKHT, FÖMI) légifilmtárában olyan archív felvételek találhatók, melyek az egyes kutatási területekhez nélkülözhetetlen magassági adatbázisok létrehozását támogatják.

2. Nagy méretarányú légifelvételek feldolgozásával olyan területekről is részletes és megbízható magassági információkat kaphatunk, melyek az 1:10000 méretarányú állami topográfiai térképekkel – a kisebb méretarány következtében – nem ábrázolhatók.
3. Urbánus területek nagy pontosságú ortofotó térképének alapját képező digitális domborzatmodellek nagy volumenben tartalmazzák a mesterséges objektumokat, ezek magassági meghatározása fotogrammetriai eljárásokkal megvalósítható.
4. Digitális felületmodellek segítségével háromdimenziós adatok automatikus előállítására nyílik lehetőség.

Irodalom

- BALÁZS B. – GÁL T., 2004: A termálisan módosult városi levegőkörnyezet statisztikai modellezése geometriai-morfológiai felszínparaméterek segítségével. IX. Országos Felsőoktatási Környezettudományi Diákkonferencia, ELTE, Budapest, 113.
- KEVEINÉ BÁRÁNY, I., 1981: A dolinák fejlődésének ökológiai szabályozottsága. – Kandidátusi értekezés, p. 47-52.
- KRAUSS, K., 1998: Fotogrammetria. Alapok és általános módszerek. Tertia Kiadó, Budapest, p. 224-225,
- SÜMEGHY Z. – UNGER J., 2003: A települések hőmérséklet-módosító hatása – a szegedi hősziget-kutatások tükrében. Földrajzi Közlemények 127 (51), 23-44.
- TELBISZ T., 2003: Töbörfejlődési szimuláció elemzése lepusztulási idősorok és morfometriai mutatók alapján – Karsztfejlődés VIII. BDF Természetföldrajzi Tanszék, Szombathely, p. 51-79.
- WINKLER P., 2004: Nagyfelbontású DDM és digitális ortofotó Magyarország teljes területére. XIV. Országos Térinformatikai Konferencia, Szolnok, www.otk.hu,