

Összegzés

A Nemzeti Kataszteri Program folytatását és felgyorsítását célzó új szemléltető koncepció szerinti **I. ütem** 4 évre tervezett végrehajtását követően a földhivatalokban, valamennyi település esetében olyan szabványos adatbázis vagy **vektoros digitális térkép** áll rendelkezésre, amely az **egységes vetületi rendszerben (EOV)**, számítógépen kezelve, lehetővé teszi az ingatlan-nyilvántartás integrált informatikai alapon történő kezelését és a nemzetgazdaság multifunkcionális térképi igényéhez az alapok biztosítását. A vektoros térképi adatok módját adnak arra is, hogy TAKARNET hozzáféréssel rendelkező ügyfelek megrendeléseit az adatátviteli hálózaton keresztül, számítástechnikai eszközökkel elégítsük ki.

A vektoros háttér segítségével gyorsítható a földhivatalok munkája a térképi változások átvezetésében, a térképi adatok szolgáltatásában.

A koncepció szerinti **II. ütem**, egy későbbi időponttól (2008) tervezi megvalósítani a helyszíni méréseken alapuló, kibővített tartalmú és nagyobb pontosságú, homogén digitális térképi adatbázis (lásd: DAT Szabvány és Szabályzat) létrehozásának folytatását, mely az állam hosszú távú, kötelező feladata, a vonatkozó törvényi előírás értelmében.

*

Végezetül, szeretnénk köszönetet mondani azért, hogy a Magyar Tudományos Akadémia X. Földtudományi Osztálya Geodéziai Tudományos Bizottsága a Nemzeti Kataszteri Program felvázolt folytatásáról pozitív, támogató véleményt alkotott.



Az Alföld nagyfelbontású digitális domborzati modellje

Timár Gábor, ELTE Geofizikai Tanszék, Úrkutató Csoport

1. Bevezetés

Napjaink felszínvizsgálati módszereinek fontos eszközei a digitális domborzati modellek, amelyek egyre szélesebb körben érhetőek el, részben közepes, de egyre javuló felbontású globális, részben nemzeti fejlesztésű, nagyfelbontású formában. A globális modellek, így pl. a GLOBE (GLOBE Task Team, 1999) rasztermérete már kilométer alatti, míg a hazánkban kvázi-szabvánnyá vált DDM-10 (MH TÁTI, 1992) modell rasztermérete 10 méter. Ez a vízszintes felbontás nemcsak a földrajzi–geomorfológiai kutatás, hanem már sok esetben a mérnöki tervezőmunka számára is elegendő.

Meg kell jegyeznünk azonban, hogy a domborzati modellek (így pl. a fent említett) általában nem alkalmasak az alföldi területek ábrázolására. Ennek oka abban keresendő, hogy míg a hegy- és dombvidékeken a tájra jellemző felszínformák

nagy (pl. 10–20–50 méter) alapszintközű szintvonalas térképeken is megjelennek, addig az alföldek jellemző domborzati formái (folyami szintek és teraszok, homokbuckák) csak lényegesen kisebb alapszintköz mellett válnak láthatóvá, és még inkább igaz ez az elhagyott folyómedrek kimutathatóságára. A vízügyi tervezés sem elégedhet meg elnagyolt, gyenge vertikális felbontású terepmodellekkel. Az árvízvédelmi tervezés támogatására készülő domborzati modellek legalább fél méteres alapszintközű szintvonalak vagy ennél is jobb függőleges meghatározottságú adatok alapján készülhetnek csak (Kolcsár, 2001; Barsi et al., 2003).

Jelen dolgozatban leírom a szintvonalas térképekből származtatott domborzati modellek készítését, sajátosságait, különös figyelemmel a közel – de nem teljesen (!) – sík területek sajátosságaira, és az ilyen modellek illusztrálásával mutatom be, hogy részletes felbontás mellett az Alföld felszíne mennyire tagolt.

A jelen cikk a szerző Ph.D. értekezésének (Timár, 2003) az alföldi területek digitális domborzati modelljeit bemutató részét tartalmazza.

2. A digitális domborzati modellek matematikai formája

A digitális domborzati modell (digitális terepmodell; DTM) a valódi vagy képzetes felszín mint kétdimenziós függvény modellje, generalizációja. Az eredeti felszínhez képest a DTM egyszerűsítéseket tartalmaz, ennek mértékét a modell később ismertetett pontossági paraméterei jelzik. A térinformatikából, illetve a számítástechnikából kölcsönzött szakkifejezéssel a DTM-ek lehetnek vektor-, illetve raszter-bázisúak.

A vektor-bázisú ábrázolás azt jelenti, hogy felsoroljuk a vizsgált területre vonatkozó, diszkrét pontokon vagy vonalakon megjelenő ismereteinket. A DTM esetén ezek az ismeretek a kétdimenziós alapfelületeken megjelölt pont- vagy vonalszerű alakzatokhoz köthető magasságértékek. A pontok és vonalak közötti területek magasságát nem ismerjük, a modell azonban közelítő, interpolációs eljárás segítségével képes a vizsgált terület többi, nem jelölt pontjának magasságát is megbecsülni az ismert pontok adatai alapján, a mintavételi sűrűségéből adódó leírási pontosság határain belül.

A raszter-bázisú ábrázolás lényege, hogy a vizsgált területet – a síkot tökéletesen lefedő – azonos méretű idomokra, raszterekre osztjuk, és valamilyen módszerrel megbecsüljük, definiáljuk a hozzátartozó terepdarab magasságát. Ez általában a raszter geometriai középpontjának mért vagy levezetett magassága, speciális alkalmazások azonban ettől eltérő kiválasztást is szükségesek tehetnek. Így pl. a mobiltelefon-cellák tervezésekor használt DTM (PKI, 1992) esetén a takarás, árnyékolás szempontjából legrosszabb eset modellezésének elvét követve a raszterhez az azon belül előforduló maximális terepmagasságot rendelik, függetlenül e legmagasabb pont raszteren belüli helyétől. A számítógépes képi ábrázolhatóság követelménye folytán a raszterek alakja a fenti általános lehetőségen belül túlnyomórészt négyzet vagy téglalap.

Érdeemes pár szót ejteni a kétfajta adatábrázolás nem-egyenértékűségéről, az egyikből a másikba és vissza történő konverzió lehetőségéről. Bár képi megjelenítési szempontból a raszteres ábrázolás sokszor előnyösebb, mégis a vektoros modell információ tartalma nagyobb. Ugyanarra a területre a meglevő vektoros állományból, egyértelmű in-

terpolációs utasítással bármikor és bármilyen vízszintes felbontású raszteres modell számítható, ez utóbbiból az eredeti állomány már nem kapható vissza – hiszen a raszteres modell nem tartalmazza az ismert pontok helyét.

Ez utóbbi megfontolás ellenére, a jelen dolgozatban a továbbiakban DTM néven a raszterek ábrázolású állományokat tekintjük, és a képi megjeleníthetőség optimalizálására törekedve annak előállítását és alkalmazását mutatjuk be.

Székelly (2001) a raszteres DTM-ek matematikai alakját a következő képlettel adja meg:

$$z_i(x_i, y_i) = \iint \delta(\zeta - x_i, \eta - y_i) f(x_i, y_i) d\xi d\eta \quad (1),$$

ahol $z(x, y)$ a valódi, modellezendő felszín mint kétdimenziós függvény, $\delta(x, y)$ pedig a Dirac-delta szimbólum (funkcionál).

3. A raszter-bázisú domborzati modellek származtatása

A pont címében írt DTM-ek előállítása a következő adatok bázisán történhet:

- az eredeti szintezési adatok;
- az ezekből származtatott szintvonalas térképek;
- sztereo légi- vagy űrfelvétel párok;
- radarképek (Prati és Rocca, 1994).

Ha a képpárokból, illetve radarképekből származtatott DTM-ektől az adatok nehéz hozzáférhetősége miatt eltekintünk, kétségtelen, hogy az első lehetőség kínálja a legjobb eredményeket, szomorú tény azonban, hogy ezen adatok az esetek túlnyomó részében nem állnak rendelkezésre. Az eredeti szintezési anyagok ugyanis vagy elvesztek, vagy nem férhetők hozzá, esetleg az elérhető szintvonalas térkép domborzatárja maga is sztereo légifényképpárok alapján készült. A gyakorlatban a DTM-ek készítése túlnyomórészt szintvonalas térképek szintvonalainak manuális, félautomatikus vagy automatikus digitalizálásán alapul.

Ebben az esetben a digitalizálás során a szintvonalakat követve, azokat általában töröttvonalaként képezzük le. A töréspontokból képezett pontsokaságra háromszöghálót (TIN – Triangulation Irregular Network; Voronoi, 1908) illetve, a létrejött háromszögek sarokpontjait képező töréspontok magassági adatai alapján azok tetszőleges pontjának magassága interpolációval megbecsülhető.

A térbeli információt a töröttvonal töréspontjai, illetve a valamilyen módon hozzárendelt magasságok adják. A *töréspontok* tehát két vízszintes koordinátával és magassági adattal rendelkeznek, eképpen az *eredeti szintezési adatok modelljét képezik*. Ez az újabb modellezés további eltéréseket eredményez a valóságtól, részben mert a szintvonalak maguk is származtatott alakzatok, részben pedig, mert ily módon a magassági mintáink csak diszkrét, a szintvonalak magasságának megfelelő értékeket vehetnek fel. Ennek hatása azonnal jelentkezik a szintvonalakból származtatott DTM hisztogramjában: a bezáródó, további objektumokat be nem kerítő szintvonalakon belül, illetve a gerincvonalak végén sok olyan háromszög is megjelenik, amelynek a három csúcsához azonos magasságértéket rendelünk, ezért az annak megfelelő terület modellje vízszintes sík lesz. Ez okozza a hisztogramon a szintvonalak magasságához tartozó értékek gyakoribb előfordulása miatti tüskéket.

4. A domborzati modellek minőségi paraméterei

Gyakori kérdés, hogy „mi a domborzati modell méretaránya?” Bár technikai értelemben ennek nincs értelme, hiszen egy raszteres adatállomány nagyítása-kicsinyítése bármilyen méretarányt eredményezhet, valahogyan mégis jellemeznünk kell a raszteres DTM-ek minőségét, felbontását és megbízhatóságát.

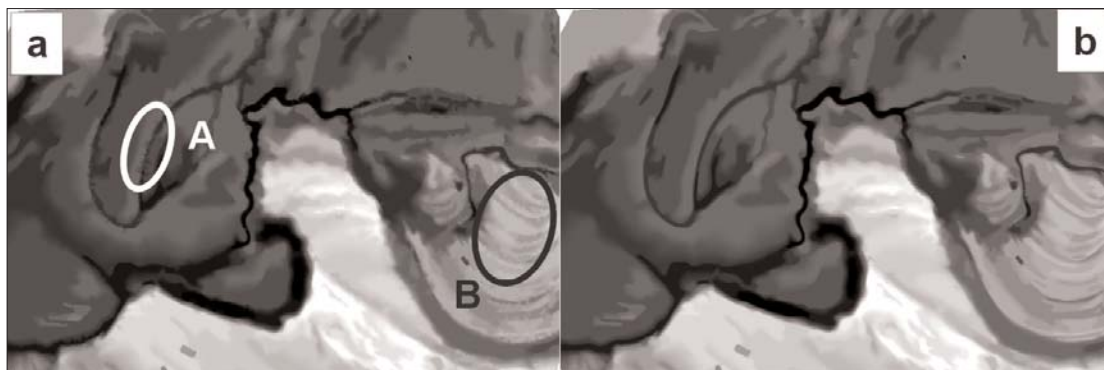
Ezen tulajdonságokat részben épp a DTM alapjául szolgáló térkép adatai adják meg, és itt már van értelme a méretarányoknak – mármint, hogy ez a térkép milyen méretarányú. Ez utal arra, hogy a szintvonalak mennyire pontosan futnak ott, ahová

az eredeti szintezési adatok alapján számították azokat, és a digitalizálás során elkerülhetetlen manuális hibák a térképen hány méteres eltérést eredményeznek, ily módon az adatok megbízhatóságát jellemzik. Fontos paraméter a használt alapszintköz is. 10 méteres alapszintközű DTM (mint pl. a DDM–10) teljesen használhatatlan az alföldi területeken, de nem mindegy, hogy 1 m vagy 0,5 m alapszintközt használunk. Általánosságban pedig azt mondhatjuk, hogy az alapszintközt meghaladó magassági eltérések a leképezett terület egy pontján sem fordulhatnak elő.

A fentiekén kívül a DTM-et a raszterméret jellemzi. Ez határozza meg, hogy mekkora méretarányig lehet értelmesen nagyítani, ugyanakkor az is igaz, hogy nagyon ritka szintvonalasűrűség esetén nincs értelme nagyon sűrű, nagy felbontású raszterhálóra dolgozni.

5. Alföldi területek domborzati modelljeinek sajátosságai

Amennyiben egy síksági terület domborzati modelljét kívánjuk szintvonalas térkép alapján elkészíteni, néhány jellegzetességet érdemes szem előtt tartani. A kívánatos alapszintköz 1 m, vagy akár 0,5 m, hogy a jellemző domborzati formák láthatók legyenek a modellen. Részben emiatt, részben az alföldi területek felszínalakitana következtében a bezáródó szintvonalak ugyanúgy jelölhetnek mélyedéseket, mint kiemelkedéseket; előbbiek pedig általában hosszú, de keskeny formák alakjában jelentkeznek. A digitalizálást mindig a majd számítandó háromszöghálóra tekintettel kell végezni, különben könnyen „halszállás”



1. ábra Teljesen azonos szintvonal-adatbázis alapján készült domborzati modellek az 57–214. sz. EOTR-térkép-szelvény adatbázisán. Az (a) ábra a digitalizálás során egymástól túl távol elhelyezett töréspontok hatására előálló ún. „halszállka”-hibákat mutatja, elsősorban az „A” jelű medernyom mentén és a „B”-vel jelölt övzaton-sorozatban. A (b) ábrán látható, hogy az automatikus töréspontsűrítés hatására a hiba megszűnik.

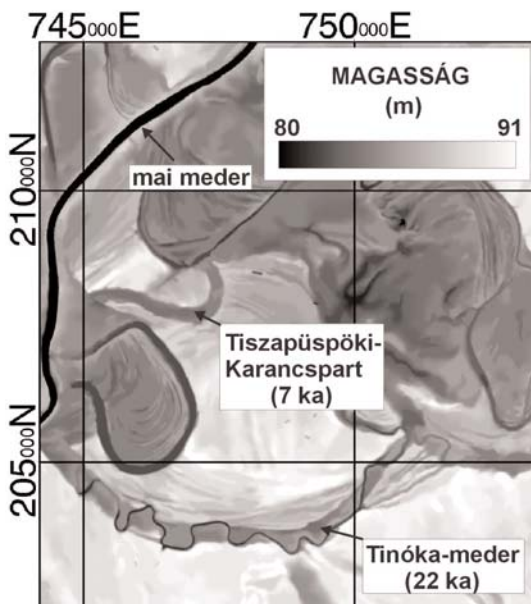
alakzatokat kapunk (1/a ábra). Ezek eredete a bezáródó szintvonalakon túl ritkán elhelyezett töréspontokban van: a háromszögháló élei metszik a szintvonalakat. A töréspontok manuális vagy automatikus sűrítésével a hiba megszüntethető (1/b ábra).

Egy másik jellemző eset, amikor sok azonos magasságú szintvonal rajzolódik ki egy nagyobb területen, ahol más magassági pont nincs is a térképen. Hiába jelez ez az egy szintvonal érdekes felszíni tendenciákat, a DTM-en egy vízszintes sík az eredmény. Ezt elkerülhetjük, ha „kvalitatív” szintvonalakat rendelünk az adatrendszerhez. Fontos megjegyezni azonban, hogy az így felvitt többlet-információknak a valósághoz nincs sok közük, mindössze a szebb képi megjelenítést szolgálják, és a domborzat tendenciáját hűbben tükrözik.

6. Mi látható a terepmodelleken?

Az alföldi területek legmarkánsabban mutatózó geomorfológiai elemei a folyók jelenlegi és elhagyott medrei, a kapcsolódó alacsony és magas árterek, illetve a folyóhátak vagy maradványfelszínek alkotta ármentes szintek (lásd a folyóirat címlapján, illetve hátsó-belső borítóján). A majdnem teljesen sík területen a vízrendezési munkákat megelőzően igen nagy jelentősége volt a mégoly kis magasságkülönbségeknek is; ezek szabták meg az időszakonkénti elöntések határát. Települések csak az ármentes szinten épülhettek. Ez a törvényszerűség a korai történelmi időkben még hangsúlyosabban jelentkezett, ezért a domborzati modellek a régészeti kutatások számára is nagy jelentőségűek. Emellett a modellek felhasználhatók egyes biológiai és élőhelykutatásokban, illetve a mezőgazdasági termésbecslések támogatására. Az árvízvédelmi célú alkalmazások (Kolcsár, 2001) és a vízügyi létesítmények helyszínrajzi kialakításának támogatása (Timár és Rácz, 2002) nyilvánvaló felhasználási lehetőséget kínál.

Amint az a fent említett hátsó-belső borítón is látható, az ősi medernyomok helyenként igen szövevényes, kusza szerkezetben jelennek meg, amelyből nem derül ki egyértelműen ezek aktív időszakának kora, sőt sok esetben sorrendje sem. Ezért a terepmodelleket igen célszerűen egészítik ki a fizikai (például radiometriai) kormeghatározási eljárások. A Tiszapüspöki-környéki medernyomok rádiokarbon-módszerrel meghatározott korát és a terület digitális domborzati modelljét mutatja be a 2. ábra. A nagyfelbontású digitális



2. ábra Egykori (ősi) medernyomok Tiszapüspöki környékén, digitális domborzati modellen. A számok az aktív folyómeder-időszak végét jelentik, a jelentősen számított ezer években (Timár et al., 2001, alapján). Vetület: EOV.

domborzati modellek és a kormeghatározási eljárások együttes használata a geomorfológiai és paleo-hidrológiai kutatás fontos eszközévé válhat.

7. Alföldi nagyfelbontású digitális domborzati modellek elérhetősége

Amint azt korábban említettem, a síksági területeken az MH Térképészeti Kht. által forgalmazott DDM-10 adatbázis nem ad kellő függőleges pontosságot. Ugyanakkor a Földmérési és Távérzékelési Intézet (FÖMI) az uniós csatlakozással szükségessé váló, illetve a mezőgazdasági támogatások elérésének feltételét képező, ortofotóalapú mezőgazdasági parcella-azonosító rendszer elkészítéséhez folyamatosan készíti az ország öt méteres vízszintes felbontású, az 1:10000 méretarányú topográfiai térképek szintvonalain alapuló digitális domborzati modelljét. Az alföldi területeken a vertikális felbontás fél méter. A digitalizált vektoros szintvonal-adatbázis elkészült, és nyár közepére várhatóan a raszteres adatbázis is készen áll.

A vonatkozó jogszabályok értelmében, a topográfiai térképek adatainak (így a szintvonalaknak is) a digitalizálásához a FÖMI Adat- és Térképtári Osztályának előzetes engedélye szükséges. A

vektoros és – a már elkészült – raszteres adatok ugyanitt megvásárolhatók.

Köszönetnyilvánítás

A vázolt munkát a Magyar Űrkutatóiroda és Közlekedési és Vízügyi Minisztérium közös, TP-094 számú pályázata és a T-034979 számú paleofolyódinamikai témájú OTKA pályázat nagymértékben elősegítették. A domborzati modelleket tartalmazó képek a Földmérési és Távérzékelési Intézet tulajdonában levő térképi tartalom alapján, az adattulajdonos engedélyével készültek. A szerző ezúton köszöni meg a FÖMI Adat- és Térképtári Osztálya munkatársainak, dr. Vass Tamásnak és Lévai Pálnak a dolgozat elkészítéséhez nyújtott segítségüket.

IRODALOM

Barsi Árpád–Detrekői Ákos–Mélykúti Gábor–Paláncz Béla–Winkler Gusztáv (2003): Digitális ortofotók készítése és alkalmazási lehetőségei. *Geodézia és Kartográfia* 55 (2): 3–7.

GLOBE Task Team és mások (Hastings, D. A.–Dunbar, P. K.–Elphinstone, G. M.–Boots, M.–Murakami, H.–Maruyama, H.–Masaharu, H.–Holland, P.–Payne, J.–Bryant, N. A.–Logan, T. L.–Muller, J.P.–Schreier, G.–MacDonald, J. S., eds., 1999): The Global Land One-kilometer Base Elevation (GLOBE) Digital Elevation Model, Version 1.0. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Geophysical Data Center, Boulder, Co. Digital database on the World Wide Web. (URL: <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/topo/globe.shtml>)

Delaunay B. (1934): Sur la sphere vide. *Izv. Akad. Nauk SZSZSR, Otd. matem. i esztsztszvennih nauk* 6: 793–800.

Kolcsár Imre (2001): Árvízvédelmi célú digitális domborzatmodell a Tisza folyó egy szakaszára. *Geodézia és Kartográfia* 53 (5): 17–23.

MH TÁTI, Magyar Honvédség Tóth Ágoston Térképészeti Intézet (1992): A Magyar Köztársaság digitális domborzati modellje (DDM), Bp.

PKI, Magyar Posta Kísérleti Intézete (1992): Magyarország 200 x 200 méter vízszintes felbontású, pixelen belül a maximális magassáértéket tartalmazó digitális domborzati modellje a mikrohullámú távközlés számára. Bp.

Prati, Claudio–Rocca, Fabio (1994): DEM generation with ERS-1 interferometry. In: Sanso-Ferando (ed.): International Association of Geodesy Symposia 114: 19–26. Springer–Verlag. New York.

Székely, Balázs (2001): On the surface of the Eastern Alps – a DEM study. *Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe A* 60, 124 p.

Voronoi, M. G. (1908): Nouvelles applications des parametres continus a la théorie des formes quadratiques. *J. reine angew. Math.* 134:198–287.

Timár Gábor (2003): Geológiai folyamatok hatása a Tisza alföldi szakaszának medermorfológiájára. Doktori (Ph.D.) értekezés, ELTE Geofizikai Tanszék, 135 o.

Timár, Gábor–Rácz, Tibor (2002): The effects of neotectonic and hydrological processes on the flood hazard of the Tisza region (East Hungary). In: Cloetingh, S.–Horváth, F.–Bada, G.–Lankreijer, A. (eds.): Neotectonics and seismicity of the Pannonian Basin and surrounding orogens – A memoir on the Pannonian Basin. EGU Stephan Mueller Special Publication Series 3: 267–275.

Timár, Gábor–Sümegei, Pál–Geiger, János–Szántó, Zsuzsanna–Bodor, Elvira (2001): Story of an oxbow lake: An outlook to the Holocene tectonics and climate of the Great Hungarian Plain. EGS Stephan Mueller Topical Conference: Quantitative Neotectonics and seismic hazard assessment: New integrated approaches for environmental management, p. 62, Balatonfüred, Hungary, 22–26 September, 2001.

High resolution digital elevation model of the Great Hungarian Plain

G. Timár
Summary

This paper shows the special methods for building the digital elevation models of flatlands by digitizing the contour lines of topographic maps. The mathematical form of the digital elevation model (DEM), the generation methods and the quality parameters of a raster based DEM are also described. The resulting DEM products are depicted in the images showing that in vertically high-resolution DEM images the surface of the Great Hungarian Plain, one of the world's most developed flatlands is not so flat. Abandoned palaeochannels of rivers can be visible on these images more clearly than on any other data source. Coupling these images with the radiocarbon age data of the palaeochannels provides a good tool for the geomorphic and palaeo-hydrological research.