

Domborzatjavítási eljárások alföldi extrém sík területeken

Tamás János

Debreceni Egyetem, Víz és Környezetgazdálkodási Tanszék

Bevezetés

A domborzat, a talajok kialakulásának és ehhez kapcsolódóan a víz- és anyagmozgásnak, a földhasználatnak és a klímának meghatározó tényezője (Bell et al., 1994, Chaplot et al., 1998). Ez utóbbi farmszinten általában lényegi variabilitást nem okoz, míg regionálisan már nem hagyható figyelmen kívül. A digitális domborzati modellezés(DDM) eddigi története során, értelemszerűen látványos eredményeket nagy térszínkülönbségek ábrázolása során ért el (Dobos et al., 1998, 2000). A DDM előállítás a modern talajtérképezés nélkülözhetetlen műszaki alapja. A talajtérképezés egy rendkívül összetett modellezési feladat, amely mindig függ az adott kor tudományos és technológia színvonalától (Németh et al., 2000).

Magyarországon az ismert földrajzi adottságok ezen vizsgálatokat nehezebbé teszik, mivel az alföldi területek nagysága miatt meghatározóak a sík területek, ahol az átlagos esés 5% alatti. Ugyanakkor ezen nagytíjakon belül a vízrajzi elemzésekben fontos árvíz és belvíz veszélyeztetet területek esése gyakran 1-2 % ami extrém sík területnek tekinthető és amit a népnyelv gyakran „asztalsímaságú” területnek nevez. A továbbiakban megvizsgáljuk, hogyan lehet ezeken az extrém símaságú területeken a domborzati modelleket úgy kialakítani, hogy azok bizonytalanságait csökkentve a DDM további összetettebb környezeti folyamatok alapját képezhesse.

Irodalmi áttekintés

Cholnoky (1911) felhívta a figyelmet az alföldi mikroformák óriási gazdagságára. Tóth (2000) tájformákkal foglalkozó munkájában az egész alföldön a döntően vízzel borított és hátsági területek átlagos szintkülönbségeit 5-7m-ben állapítja meg, A Nagy- és Kis-Sárréten , a Bodroghözben, a Szatmári-síkon ez 3-4 méter, míg a Nagykunsági és Hortobágy –Hajdusági löszhát esetében ez alig 0.3-0.6 m. Blaskó et al., (2003) karcagi vizsgálati területén 0.5‰ –es térszín esés mellett is mért a belvizek kialakulása szempontjából igen jelentős vízgazdálkodási eltérést. Jolánkai (2001) megállapítja, hogy ezeken a sík területeken készített domborzati modellek az elégtelen térbeli felbontás vagy modellhiba miatt alkalmatlanok a lokális folyamatok leképezésére és ez térinformatikai - hidrológiai modellezés szempontjából jórészt megoldatlan probléma.

Várallyay (1992) megállapítja hogy a felszíni vízmozgás mellett, a gyakran kötöttebb talajokon a lassú vertikális beszivárgás miatt a felső művelt rétegben az esést követő vízszivárgás (hypodermikus elfolyás) is gyakori folyamat. Nagyobb vízvezető képességű talajokon a csapadék beszivárgó a talajvizet elérő része a felszín alatti elfolyást követően más tereprészekon felszín közelében felszíni elöntést is okozhat. Kienitz (1972) sík vidéki összegyülekezési folyamatot négy részre osztotta fel: az első szakasz a mikrovízgyűjtőn a csapadékvíz (vagy hóolvadás) hatására meginduló tócsásodás; második szakasz a nagyobb

terepmélyedésekben gyülekező néhány tíz, ill. száz négyzetméteres egy-két deciméteres mélységű belvízfolt; a harmadik fázisban kialakul a belvízfoltlanc; a negyedik fázis a csatornabeli vízmozgás. Pálfai (1986) a felszín domborzati sajátosságait tekinti a belvíz képződés döntő tényezőjének a síkvidéki területeken. A felszíni vizek elfolyása, a terep felszín kis esése miatt korlátozott, azok a helyi mélyületekben gyűlnek össze. Ezekből a megállapításokból következik, hogy a mikrodomborzat meghatározása a síkvidéki vízgazdálkodás egyik nehezen mérhető, de fontos alapinformációja.

A térinformatikában domborzat kérdéseivel egy többé-kevésbé különálló szakág a domborzatmodellezés foglalkozik. Az így előállított a terep ismert magasságainak felhasználásával előállított modellt, a térbeli kapcsolatok értékelésére további környezeti modellben használják (Moore et al., 1993, Florinsky és Kuryakova, 1998).

Wilson és Gallant (1998) az elemzéshez használható digitális magassági modellek 3 fő csoportját különbözteti meg 1, szabályos rács, 2, véletlenszerű háromszög háló (TIN) 3, szintvonalak. Az első csoportot további két csoportba sorolhatjuk, azaz a rádspontokra vonatkozó információk esetében valódi rácsokra vagy a rácsteret is kitöltő pixelekből álló raszterekre.

Mark (1978, 1979) tanulmánya ismertette, hogy DTM alapvetően nagy térszínváltozásokkal leírható vízválasztók lehatárolására alkalmas. A TIN modell háromszögei legjobban olyan területeken alkalmazhatóak, amelyek dőlése élesen törik, ahol a megtört TIN élek sorba rendezhetők. pl. gerincek vagy mélyedések mentén. Vektoralapú GIS-eknél a TIN-ek úgy tekinthetők, mint dőlés, irány és terület tulajdonságokkal rendelkező poligonok, amelyekből három csúcsmagasság tulajdonságokkal és három szél, dőlés és irány tulajdonságokkal rendelkezik.

Háromszögelés során előnyben részesülnek a 60 fokhoz közeli szögekkel rendelkező, "telt" háromszögeket, mivel ezek biztosítják, hogy tetszőleges felületi pont közel van egy csúcshoz, így a felület előállítása valószínűleg a csúcsonál a pontosabb. Definíció szerint 3 pont egy Delaunay háromszöget alkot akkor és csak akkor, ha a rajtuk keresztülmenő kör nem tartalmaz más pontot. Rendszer tovább finomítható pl. légifelvétel alapján felvett unikális pontok beiktatásával. Azonban a Delaunay háromszögek nem hierarchikusak azokat nem lehet egyesíteni úgy, hogy nagyobb háromszögeket alkossanak illetve a további háromszögekre bontás esetén azok már nem megfelelő alakúak (Tsai 1993)

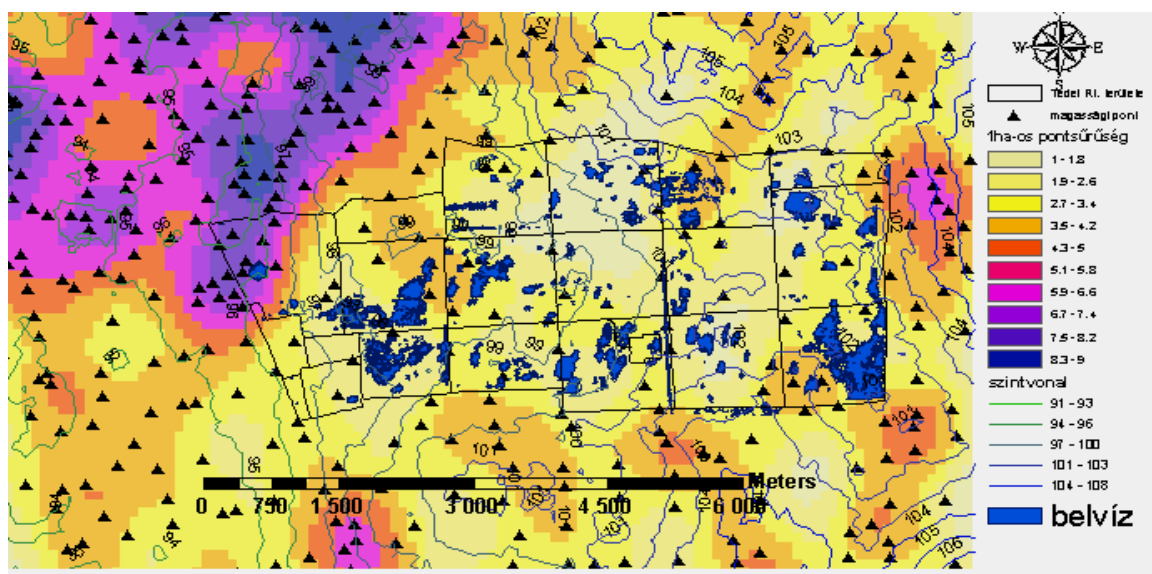
Anyag és Módszer

Farmszintű térinformatikai elemzéseinkhez használt területek, így a Tedej mintaterület (átlagos esése 1‰) megfelelően alkalmazható a mikro domborzati hatások elemzésére.

A másodlagos adatforrások közül a meglevő nagyméretarányú (1:10000) analóg alaptérképek digitalizált adatait alkalmazhattuk. Így két adatforrásunk jött létre: a meglevő magassági pontok és szintvonalak. A magassági pontokból közelítő információkat vontunk ki TIN; és raszter modell segítségével. A TIN a globális változások, a raszter a lokális sűrűségi előzetes értékelést szolgáltatta. A kvótált pontok végleges adatmodellbe végzett felhasználása csak kellő óvatossággal történhet különösen síkvidéken, mivel a feltüntetett magasságuk egyrészt nem mindig a terepi szintet jelenti közvetlenül, hanem attól többé-kevésbé eltérhet a pont geodéziai kialakításától függően, másrészt a jellegzetes mesterséges térbeli tájékozódási

pontok (pl. kunhalom, csatorna bevágás) sok esetben a lokális eltérések túlzott kiemelését jelenthetné a végső modellben. Az ilyen extrém pontokat a raszterből simító kis elemszámú (3x3, 5x5) szűrővel leválogattuk és pontosítottuk az előzetes modelleket. Mikrodomborzatok esetében a kvótált pontokból előállított modell, még ilyen módon is tájékoztató szintű.

A részletesebb másodlagos adatforrás - a szintvonalak esetében, az eredeti mérőháló nem áll rendelkezésünkre, nem ismert a térbeli hiba szórás megoszlása csak annak területi átlaga és modellképzés numerikus hibája. A kézi feldolgozás során a digitalizálási hiba az adatminőséget tovább torzítja a félautomatikus feldolgozás, pedig speciális szürkeskálájú/fekete-fehér forrás esetében használható. Ennek ellenére a vizsgálati adatsűrűség a szintvonal vertex / kvótált pontok között 1-5% lejtő viszonyoknál saját vizsgálatainkban 1: 200 - 1000 – es méretarányú volt. A GIS számára értelmezhető térbeli felbontás meghatározására a jelsűrűsége mellett annak eloszlását is feltétlenül érdemes vizsgálni. Alföldi síkvidéki területek topográfia lapjain gyakorta találtunk önmagukba záródó nagy területeket lefedő jelmentes „üres” foltokat, amelyek kezelése síkvidéki területen speciális odafigyelést igényel. Ennek bizonyítására vizsgáltunk meg a Tedejtől keletre fekvő 12 X 8 km (96) km² vizsgálati területet. A magassági pontok átlagos távolsága 740 m amelyet 100 m-es felbontású denzitást és magasságot jelző raszterekkel fedtünk le. A tavaszi reprezentatív 2000. évi belvizes időszak Landsat felvételeit is felhasználtuk a DTM adatok ellenőrzésére. A Tedej Rt. mintaterületén a legnagyobb belvízi elöntések 192 ha érnek el. Leválogattuk a lejtő% ≤ 2 és jelsűrűség ≤ 4 együttes feltételt kielégítő területeket. Az összes elöntési területből 161 ha (83%) tartozott az alacsony jelsűrűségű és extrém sík területekbe, amelyek a legnagyobb belvízi elöntésnek vannak kitéve (1. ábra).



1. ábra A belvízzel rendszeresen elöntött területek geodéziailag általában alulreprezentáltak

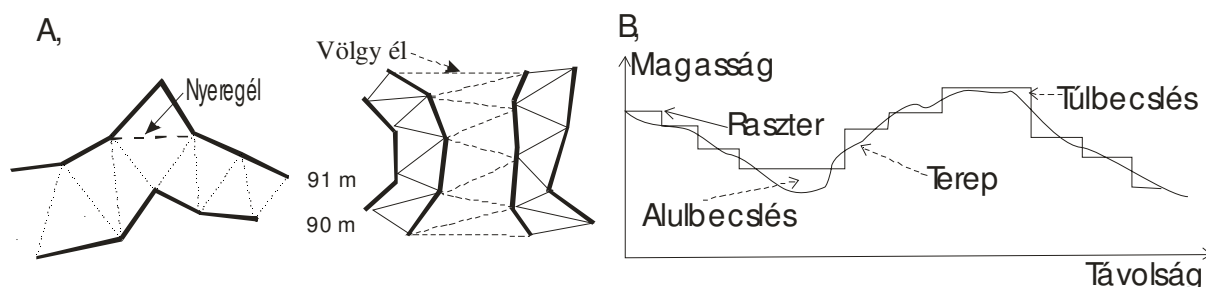
A fenti jelenség valószínű oka, hogy ezeken a területrészek belsejében az ideiglenes vízborítás miatt felmérés nem történt. Jellegzetes tereptárgyakat szinte csak elvétve lehet találni, illetve a talajtani értelemben fontos jelek (pl. padkásodás) optikai geodéziai felmérésekkel később nem visszaazonosíthatóak. Az esetleges nedves élőhelyek vagy egyéb vízrendezést igénylő

munkákban az általunk is alkalmazott GPS technika itt is sok kutatási - alkalmazási tartalékot jelent.

Eredmények

A különböző fájlformátumú (shape, dxf, arc, polyline) digitalizált szintvonalak elsősorban töréspontjaik(vertex) révén hordoznak jelentős információ többletet, amely nem az eredeti terep pontjait, hanem azzal szorosan korreláló ponthalmazt adnak vissza. A generalizálási céloktól és a megengedett RMS értéktől függően távolság alapú szűrést végeztünk az információt nem tartalmazó pontok eltávolítására (értéke nagyméretarányú térképezésnél 1-2,5 m).

A domborzati variabilitást a TIN képes igen hatékonyan visszaadni, így az első vertexből képzett modell szintén a TIN volt. Az így előállt ponthalmazból következő lépésben TIN-t állítunk elő, mivel így az eredeti térbeli töréseket meghatározó ponthalmazt változatlanul megtartottuk. Azokon a fent említett lefolyástalan belvizes zónák területein ahol a szintvonal vertex jelsűrűsége közel nulla a háromszögelés során a szintvonalak és ezek vertexeinek kitakarása miatt modellhiba keletkezik. A hiba vizsgálatára egyrészt nagyfelbontású (1 m) rasztert, illetve 8 db egyenként 900-1600 m hosszú bázis vonalon tényleges terepi optikai geodéziai mérést (pontosság ± 0.05 m) használtunk. TIN modell esetében a kritikus „üres” részekben virtuális nyereg (túlbecslés) vagy csatorna (alulbecslés) következik be, míg a raszter modell esetében legutolsó vertex metsző síkjával azonos sík zónák (2. ábra).



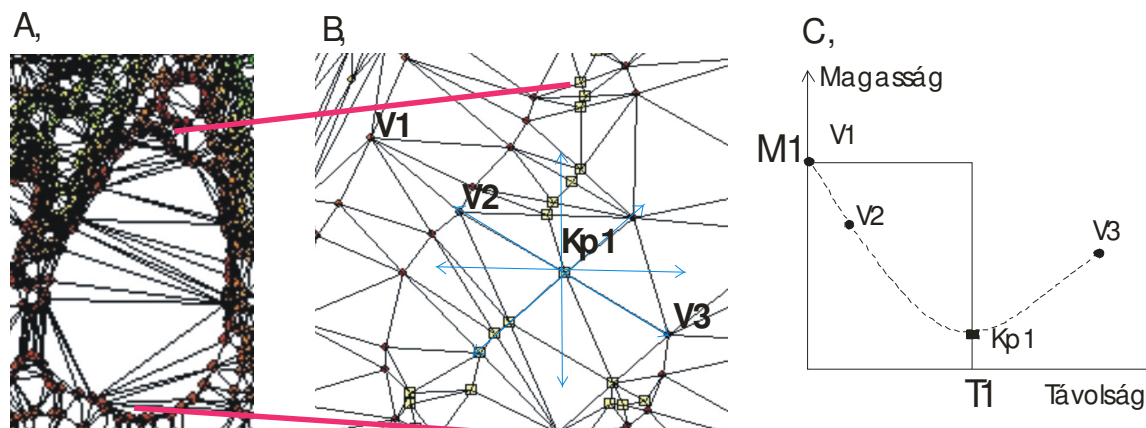
2. ábra Mikrodomborzati hibák TIN és raszter modell esetében

A terepi mérésből kiindulva feltételeztük, hogy az önmagukba záródó szintvonalak egy sekély lapos völgyet vagy katlant írnak le, és ennek a legmélyebb részén a környezet magassága által meghatározott mélypont van amelyre ráilleszthető egy parabola alakú felület.

A felület pontos alakját, vagyis a parabola jellemzőit a környező területek felszínének alakulása határozza meg. Ha a mikrorelief esése alacsony, olyan felszínt választunk, ahol lejtők lassan csökkennek, és a fenék szélesen elterül. Amennyiben gyorsabb az esés meredekebb a bevágás. A megfelelő felszín kiválasztása után a fenékre eső völgyélek kritikus pontjait rávetíthetjük a parabolikus felszínre.

Összetett parabolika felszín helyett Zhu et al., 1999 hegyvidékre kidolgozott 2 dimenziós parabola eljárását alkalmaztuk. Az illesztett parabola lokális szélsőértékét, mint kritikus pontot a

meglevő vertex pontok közé szúrtuk be és továbbiakban felhasználtuk a TIN modell újra háromszögelésében, mint új háromszög csúcsot (3. ábra).

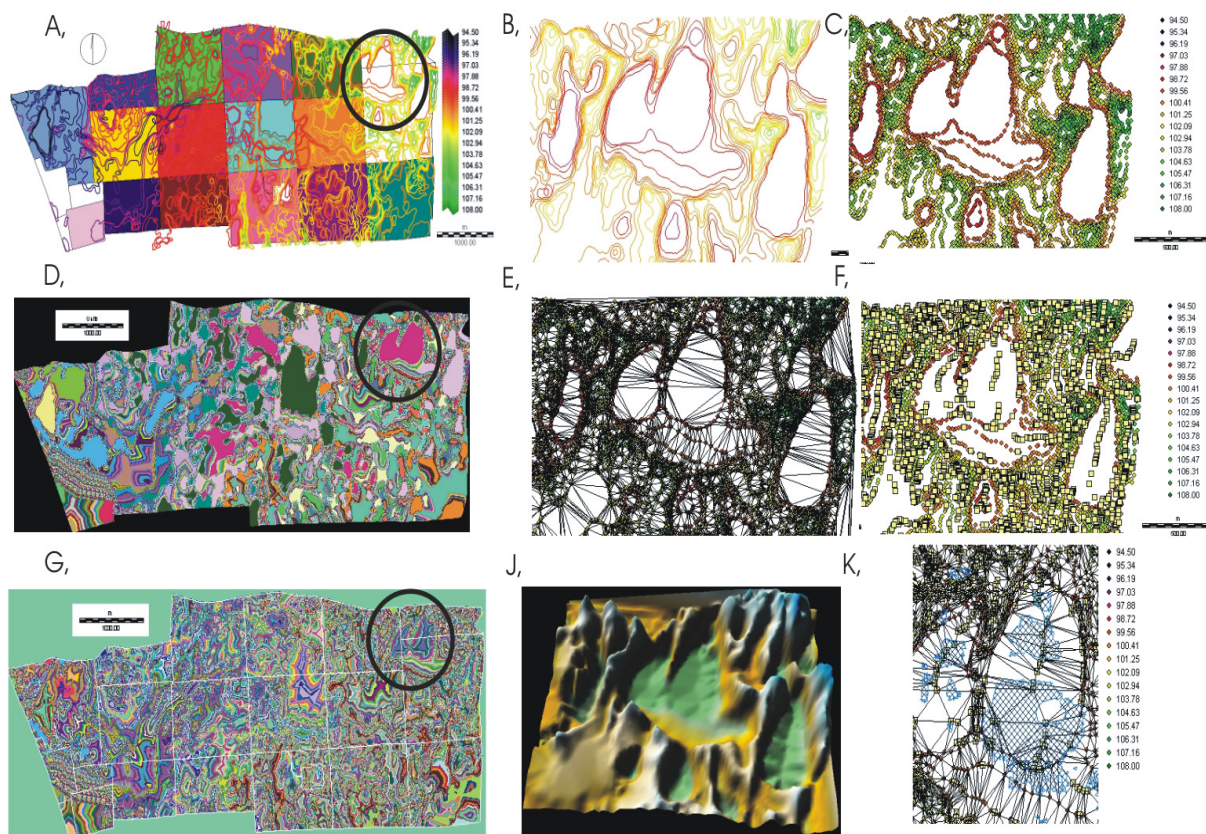


3. ábra Lefolyástalan mikrodomborzati katlan (a) esetében alkalmazott 8 irányú parabola keresés (b) távolság –magasság függvénye (c)

A fenti ábrán is látható módon minden kritikus pontra legfeljebb 8 parabolát (a négy fő, és négy mellékirány) illesztettünk. Minden parabolánál kiszámítottuk a kritikus pont magasságát (kp1) a v1, v2, v3 vertexek alábbi távolság-magasság függvénye alapján.

$$(X-a)^2 = 2p(Y-b)$$

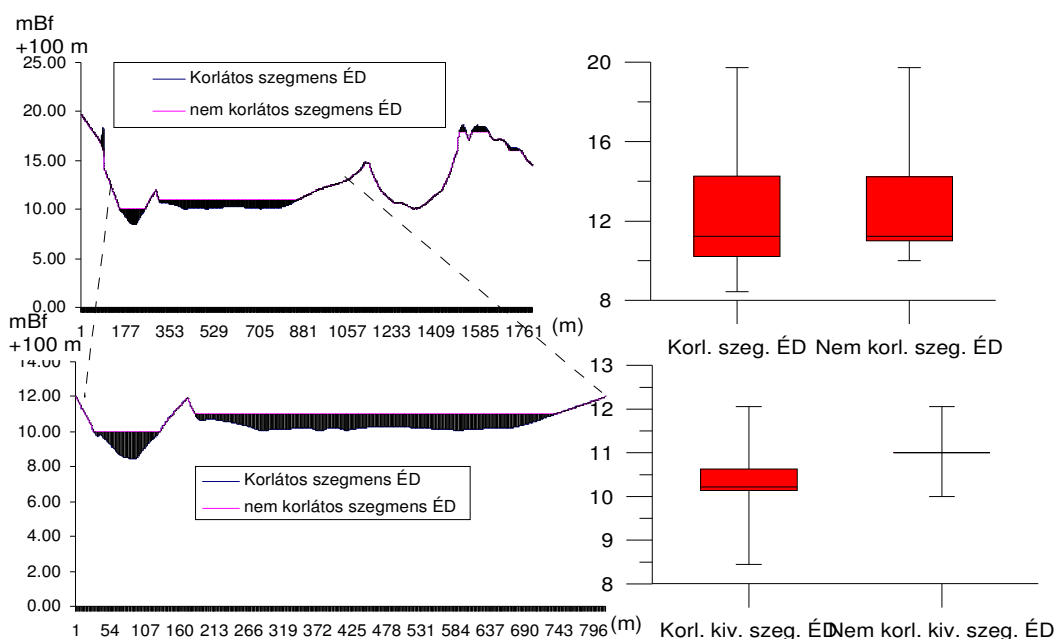
Ahol a és b pontok megadják a szélsőértéket, míg a p a görbültségét határozza meg. Ha p pozitív, a parabola konvex (völgy), ha negatív, a parabola konkáv(nyerreg). Minél nagyobb a p abszolút értéke, annál kevésbé meredek az oldal lejtő. Ha minden irányban 2 metszéspontot találunk, akkor 8 parabola írható le. Mindegyik parabolát 3 pont határoz meg: 2 pont valamelyik irányban esik a kritikus ponttól, míg a harmadik az ellenkező irányba (pl. É-D). A módszer részletes dokumentációját Tamás et al., (2004) publikálta. A folyamatot a 4. ábra mutatja be a kísérleti területen.



4. ábra TIN modell fejlesztésése Tedej mintaterületen

Az A, D, G, képekből kinagyított azonos részterület mintaképeit mutatjuk be a többi ábrarészen. A DDM javítás folyamatának részeredményei így a következők: A, Vizsgálati terület vektoros szintvonalakkal; B, Szintvonalakkal bezárt terület; B, Vertex pontok kivonása; D, Nem korlátozott raszteres DDM a sík pixelekkal; E, Nem korlátozott TIN; F, Meghatározó kiegészítő pontok a vertexek között; G, Korlátozott raszteres DDM; Korlátozott 2.5 D grid implementáció; K, Belvízfolt vektor és az újaháromszögelt TIN DDM.

Az eredmények ellenőrzésére a raszter állományon egy 1750 m hosszú ÉD irányú vektort jelöltük ki és mértünk fel földi geodéziai úton ($RMS \leq 35mm$). A szintvonalakból épített TIN/raszter (nem korlátos modell), mint az várható volt hibásan építette fel a területet. Az újra háromszögelt (korlátos modell) 90% -os konfidencia szinten belül közelítette a mért értéket ($r^2=0.89$) (5. ábra).



5. ábra A raszteres modelleken meghatározott szegmensek és eltéréseik

A két modell az adathiányos területen 95%-os valószínűségi szinten eltért, mindkét azaz a túl és alulbecsült értékek irányában.

A mintaterület domborzati elemeinek irány szerinti formája rajzolódik ki a domborzat ÉK-DNy és ÉNy-DK irányú keresztmetszetein. Az ÉK-DNy irányú metszetek görbéi kis távolságon viszonylag nagy különbségekkel vesznek fel értékeket (1 kilométeren 4 méternél nagyobb szintkülönbség), míg az ÉNy-DK irányú metszetgörbék ugyanekkora változást csak 3-4 kilométer után mutatnak. Feltűnő különbség a merőleges irányú transzekt görbék között az is, hogy az ÉK-DNy irányúak helyi minimum- és maximum értékeire környezetük bizonyos szimmetriát mutat. Hasonló szimmetria az ÉNy-DK irányú metszeteken nem figyelhető meg, laposabb, elnyújtottabb formák jellemzők.

A fenti elemzések lehetőséget adnak komplex domborzati jelen esetben extrém mikrodomborzati vizsgálatra is. Amely akkor lehet fontos ha figyelembe vesszük azt hogy a nagyon kis esések, rossz vízvezető kepeséggel is társulva a hátrányos vízgazdálkodásban fontos szerepet töltenek be. Teljesen lefolyástalan terület még sík területen is kevés van illetve ezen katlanok legmélyebb területein koncentrálódik a peremet el nem érő vizek visszamaradó hánnyada

ÖSSZEFOGLALÁS

A talajtérfékepezés és a farmszintű környezet meghatározó elsődleges információkon alapuló digitális eleme a nagyfelbontású Digitális terepmodell (DTM). Ez különösen síkvidéki területen, ahol a termőtalajok nagy része található szinte teljesen hiányzik, illetve minősége talajtani, vízgazdálkodási szempontból bizonytalan. A bizonytalanság alatt egyaránt értjük a

térbeli heterogenitás attributív adatszintű, illetve térbeli pontossági leképezését. A probléma feloldását egy kombinatív DTM előállításával tudtuk feloldani. A klasszikus szintvonalas térképek digitális vertex pontjainak felhasználásával illetve előzetes adatsűrűségi vizsgálat alapján végzett geodéziai kiegészítő méréssel létrehozott vektoros pontrétegre, a domborzati változásokra érzékeny TIN modellt állítottunk. Ezt a jelhiányos területeken a terepadottságok alapján módosítottuk (korlátos parabola modell). Az eredményt átkonvertáltuk folyamatos felszíni jelenségeket előnyösen leíró raszterbe, amelyen a lefolyás összegyülekezés már könnyebben modellezhető. Az alkalmazott módszert és a kapott eredményeket a távérzékelt és a geodéziai felmérés útján nyert független adatforrások sikeresen megerősítették. Ezzel valamennyi modelltípus legelőnyösebb tulajdonságai egy kimentí rétegbe kerültek, amelynek előnyei igazán a további GIS folyamatokban mutatkoznak meg. Ilyen folyamat a digitális talajtérképek illetve összetettebb környezetben talajinformációs rendszerek létrehozása és fenntartása.

IRODALOM:

- Bell, J. C., Cunningham, R. L., Havens, M. W. (1994) Soil drainage class probability mapping using a soil-landscape model. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58. pp. 464–470.
- Blaskó, L., Tamás, J., Czimbalmas, R. (2003) Szikes talajon folyó tartamkísérlet értékelése térinformatikai módszerekkel. *Agrárgazdaság, vidékfejlesztés és agrárinformatika az évezred küszöbén*. pp. 204-205.
- Chaplot, V., Walter, C., Curmi, P. (1998) Modelling soil spatial distribution: sensitivity to DEM resolutions and pedological data availability. *Proceedings of the 16th World Congress of Soil Science*. Montpellier, France.
- Cholnoky, J. (1911) *Az Alföld természetrajza*. Budapest.
- Dobos, E. (1998) Quantitative analysis and evaluation of AVHRR and terrain data for small scale soil pattern recognition. PhD Thesis, Purdue University, West Lafayette, IN, USA.
- Dobos, E., Micheli, E., Baumgardner, M. F., Biehl, L., Helt, T. (2000) Use of combined digital elevation model and satellite radiometric data for regional soil mapping. *Geoderma*. pp. 367-391.
- Florinsky, I., Kuryakova, G. (1998) Determination of grid size for digital terrain models in soil investigations. *Proceedings of the 16th World Congress of Soil Science*. Montpellier, France.
- Kienitz, G. (1972) A termés eredmények és a vízrendezés kapcsolata. *Vízügyi Közlemények*. LIV. pp. 144-149.
- Jolánkai, G. (2001) Introduction to the Tisza River project real-life scale integrated catchment models for supporting water- and environmental management decisions. In: *Proc. International conference on water and nature conservation in the Danube-Tisza river Basin*. Debrecen. pp. 193-199.
- Mark, D. M. (1978) The Triangulated Irregular Network. *Proceedings, American Society of Photogrammetry: Digital Terrain Models (DTM) Symposium*, St. Louis, Missouri, May 9-11.
- Mark, D. M. (1979) Phenomenon-based data-structuring and digital terrain modelling. *Geo-processing*, 1. pp. 27-36.

- Moore, I. D., Gessler, P. E., Nielsen, G. A., Peterson, G. A. (1993) Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 57. pp. 443–452.
- Németh, T., Szabó, J., Pásztor, L., Bakacsi, Zs. (2000) Kis- és nagyméretarányú talajtani információk szerepe a Nemzeti Agrár-Környezetgazdálkodási Programban. *Talajvédelem*, Vol. VIII, No. 3-4. pp. 53-60.
- Pálfai, I. (1986) Síkvidéki területeink hidrológiai vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny*, 66. pp. 65-72.
- Tamás, J., Takács, P., Juhász, Cs. (2004) Integrated field scale water management technology. In: *Proc. III. Alps-Adria Scientific Workshop*, Dubrovnik, Croatia. pp. 112-117.
- Tóth, A. (2000) A víz tájformáló szerepe az Alföldön. In: Pálfai, I. (szerk.) *A víz szerepe és jelentősége az Alföldön. A Nagyalföld Alapítvány Kötetei 6.* Békéscsaba. pp. 46-51.
- Tsai, V. J. D. (1993) Delaunay Triangulations in TIN Creation: an Overview and a Linear-time Algorithm. *International journal of Geographic Information Systems*, 6. pp. 501-512.
- Várallyay, Gy. (1992) A Tisza-szabályozás és Alföld talajviszonyai. – „Mérlegen a Tisza-szabályozás” c. vitaülés anyag. *Hidrológiai Közlöny*, 73. pp. 24-27.
- Wilson, J. P., Gallant, J. C. (1998) Terrain-based approaches to environmental resource evaluation. In: Lane, S. N., Richards, K. S., Chandler, J. H. (eds.) *Landform Monitoring, Modelling and Analysis*. New York, Wiley. pp. 219-240.
- Zhu, H., Eastman, J. R., Schneider, K. (1999) Constrained Delaunay Triangulation and TIN Optimization Using Contour Data. *Proceedings of the Thirteenth International Conference on Applied Geologic Remote Sensing*, 2. Vancouver, British Columbia, Canada. pp. 373-380.

Levelezési cím:

Dr. habil Tamás János

tamas@gisserver1.date.hu

Víz és Környezetgazdálkodási Tanszék

Tsz.vez.

Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum,

Mezőgazdaságtudományi kar

H-4032. Debrecen Böszörményi u. 138.

Tel:/Fax: 36-52-508456

<http://gisserver1.date.hu>