

## A digitális domborzatmodell pontosságának vizsgálata IDRISI szoftverrel

Dr. Imecs Zoltán

Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár, Clinicilor 5-7, +40/264/597988  
[imecs@geografie.ubbcluj.ro](mailto:imecs@geografie.ubbcluj.ro)

Jelenleg, a térinformatikai eszközök elterjedésének köszönhetően sokféle lehetőség van digitális domborzatmodellek készítésére. Doktori értekezésem célterületéről, az erdélyi Mezőségről készítettem digitális adatbázist. A legtöbb elemzést az IDRISI szoftverrel végeztem. A domborzatmodellt 1: 100000 térképlapokról a szintvonalak digitalizálásával és ToscaVal és Idrisivel történő feldolgozása során állítottam elő. Jelen dolgozat összefoglalja a program által kínált lehetőségeket, valamint – a vizsgálatok eredményeképpen – megpróbálja bemutatni a lehető legjobb minőségű modell előállításához szükséges lépéseket.

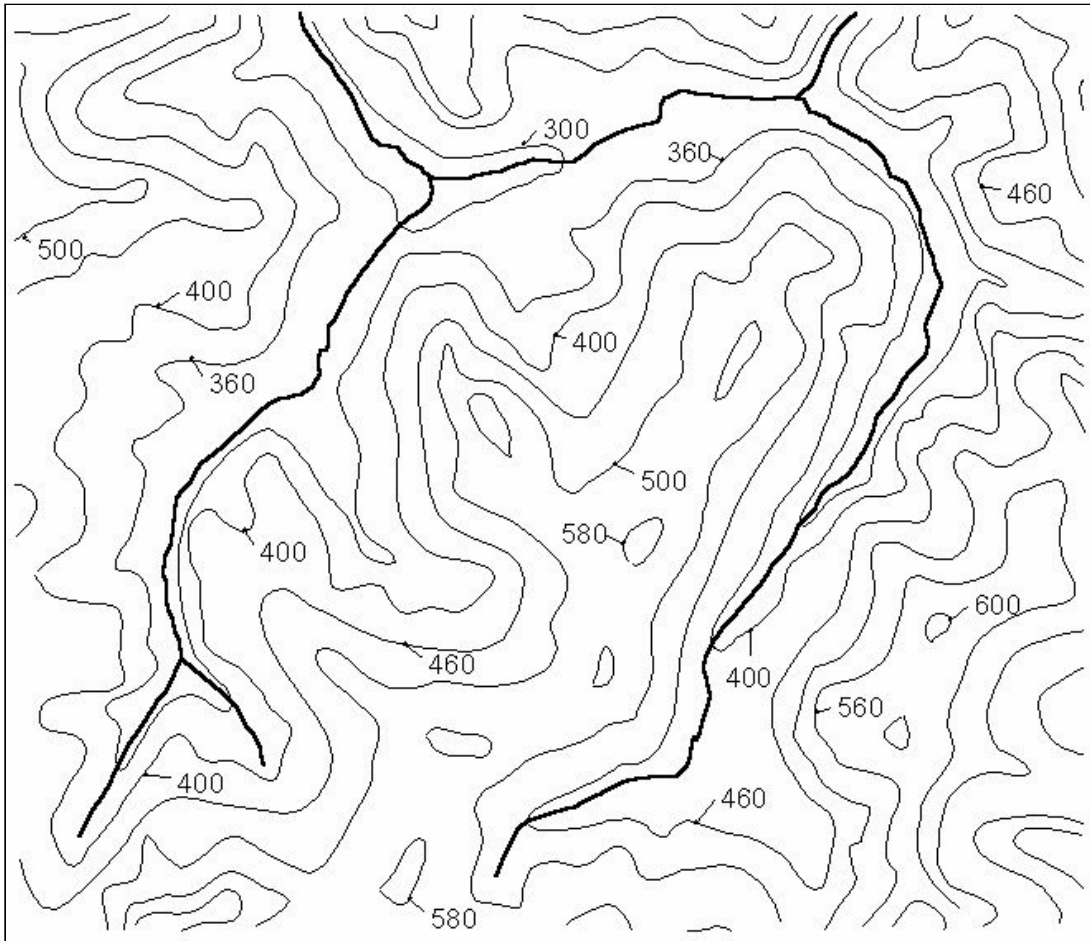
### 1. A digitális domborzatmodell elkészítése

Klasszikus módszerrel a digitális domborzatmodell előállításának első lépése a szintvonalak digitalizálása. A munka megkezdése előtt tisztáznunk kell legalább 3 kérdést.

- *Szükséges-e minden szintvonalat bedigitalizálni?* A gyakorlat azt mutatja, hogy nem. Azokon a helyeken, ahol a felszín egyenletesen lejt, a lejtő pedig kevésbé görbült, főleg minden szintvonalat bedigitalizálni, mert a felület interpolálása során helyes eredményt fogunk kapni.
- *Elegendő-e csak a szintvonalak bedigitalizálása?* A válasz erre a kérdésre is nem. A legtöbb pontatlanság a csúcsok, gerincek és völgytalpak mentén jelentkezik. Itt mindenképpen kiegészítő információkat kell adnunk a program számára. Mindenképpen meg kell jelölnünk a csúcsok értékét és a felszín függvényében más helyeken is segédszintvonalakra lehet szükség.
- *Milyen felbontással dolgozzunk?* Raszteres rendszerben el kell döntenünk a használni kívánt felbontást. Ennek méretét elsősorban a szintvonalak közötti, vízszintes értelemben vett távolság szabja meg. Vagyis a felbontás kisebb kell legyen mint a két, egymáshoz legközelebb elhelyezkedő szintvonal közötti távolság. Így elkerülhető, hogy a vonalak raszteressé alakítása során egyazon cellára különböző értékű szintvonalak kerüljenek. Figyelembe kell vennünk azt is, hogy a digitális adatbázis minden egyes rétege azonos felbontású kell legyen az elemzések sikeres elvégzése érdekében.

Miután megválaszoltuk a feltett kérdéseket nekifoghatunk a tulajdonképpeni munkának. A továbbiakban nem részletezem a digitalizálás lépéseit, csak az elvi kérdéseket. Munkám során az erdélyi Mezőség digitális domborzatmodelljét készítettem el. A terület mérete miatt 100000 méretarányú térképről dolgoztam, a térképek alapszintköze 20 m. A domborzat formája alapján úgy döntöttem, hogy nem digitalizálom be az összes szintvonalat. Döntésem helyesnek bizonyult a legtöbb lejtő esetében. Hibás volt a döntés a gerincek és a völgytalpok

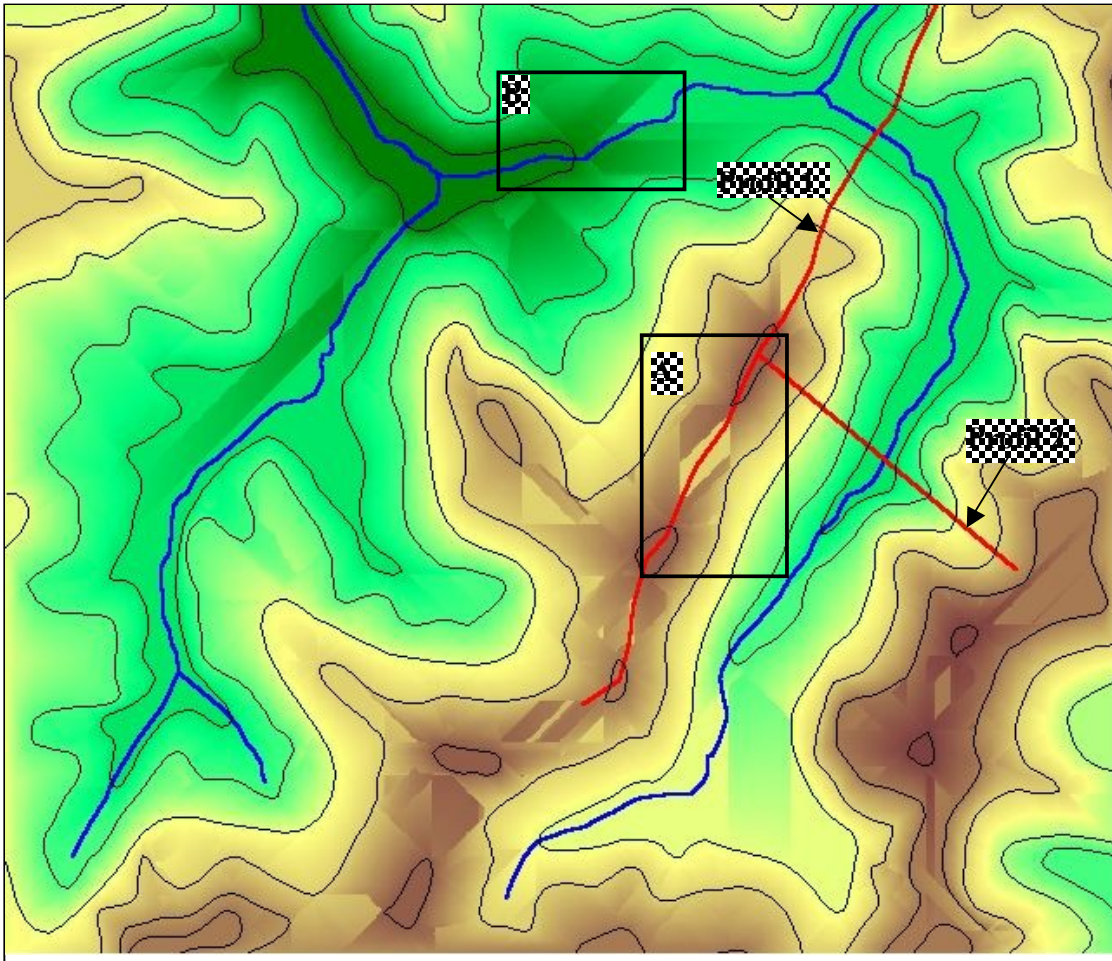
esetében. A modell pontosságának vizsgálatához egy 6\*7 kilométeres részletet használtam, mely a Mezőség legmagasabb (630 m) térségét is tartalmazza. Az 1. ábrán az illető részlet eredetileg bedigitalizált szintvonalai láthatók, néhány közülük meg van írva. A vastag vonal a vízhálózat.



1. ábra. – A tanulmányozott részlet eredeti szintvonalai

Amint látható a szintvonalak száma nem túl nagy. A domborzatmodellt az IDRISI program INTERCON moduljával készítettem el. Mivel az IDRISI raszteres rendszer, első lépésként a szintvonalakat raszteres formába kell alakítani. Ehhez előbb az INITIAL parancs segítségével létrehoztam egy üres állományt, amelyben minden cella értéke "0". Az állomány méreteit 700 oszlop és 600 sorban határoztam meg, így a felbontás 10 m lett. Ez az érték jobb, mint a teljes adatbázis felbontása de csak erre a kis részletre alkalmaztam a nagyobb pontosság kedvéért. A következőben a LINERAS parancs segítségével a szintvonalakat raszteressé alakítottam. A sarkok magasságának megadása után indítottam el a már említett INTERCON parancsot, amely a David Douglas által CONSURF néven megvalósított algoritmus IDRISI-csapat által módosított módszere. Ez az algoritmus előbb a terület négy oldalán készít szelvényeket, majd a sorok és oszlopok mentén, utána pedig a két átló mentén is. Így a raszteres rendszer minden celláján négy szelvény halad át, és minden pontban ismert a kiszámított magasság illetve

lejtés. A végső DEM celláinak értéke minden pontban a legnagyobb lejtésnek megfelelő magasság értéke lesz. Az így módon elkészült nyers DEM látható a 2. ábrán.



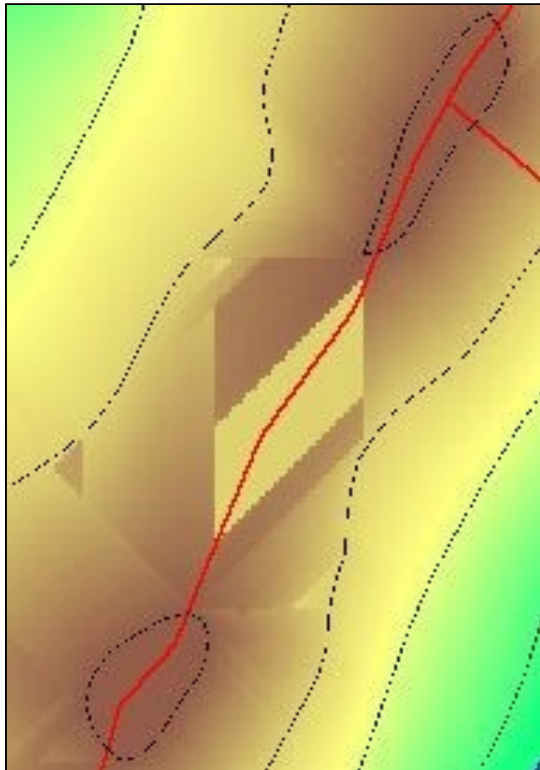
2. ábra. – A nyers digitális domborzatmodell

A rétegszínezés segítségével megfigyelhető, hogy a lejtők mentén jönnek mondható a modell. Azonban első látásra is gondok vannak a gerincek és völgyek mentén. Az A-val és B-vel jelölt kis téglalapok területét részletesebben is bemutatom, a két, pirossal jelölt vonal mentén pedig szelvények készítésével is vizsgálom a pontosságot.

## 2. A digitális domborzatmodell vizsgálata

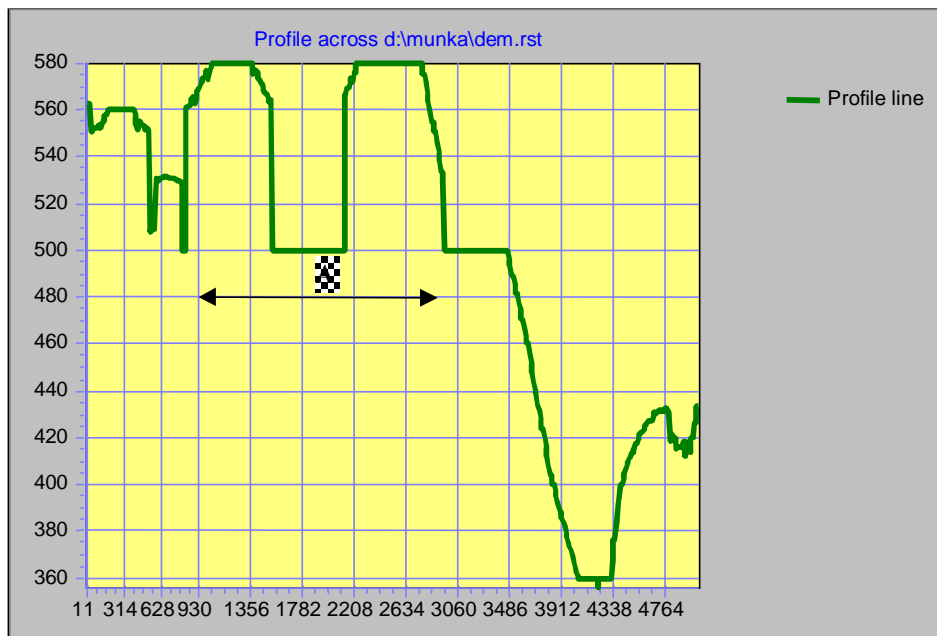
A domborzatmodell vizsgálatát két módszerrel próbáltam elvégezni. Először összehasonlítva a feltételezett valódi felszínnel. Ehhez szelvényeket készítettem és vizuálisan eldöntöttem, hogy ezek mennyire felelhetnek meg a valóságnak. Második módszerként megvizsgáltam, hogy a program által generált értékek milyen viszonyban vannak az eredeti értékekkel, ezt talán analitikus módszernek lehetne nevezni. A nyers modellt vizsgálva több helyen megfigyelhetőek vonalak, éles átmenetek. Egyértelmű, hogy itt hibák vannak. Ezek a vonalak megfelelnek az algoritmus által szerkesztett szelvények irányának. Nagyon jól megfigyelhető

ez a 3. ábrán ahol az A-val jelölt részlet látható kinagyítva. Megfigyelhető a két kiemelkedő



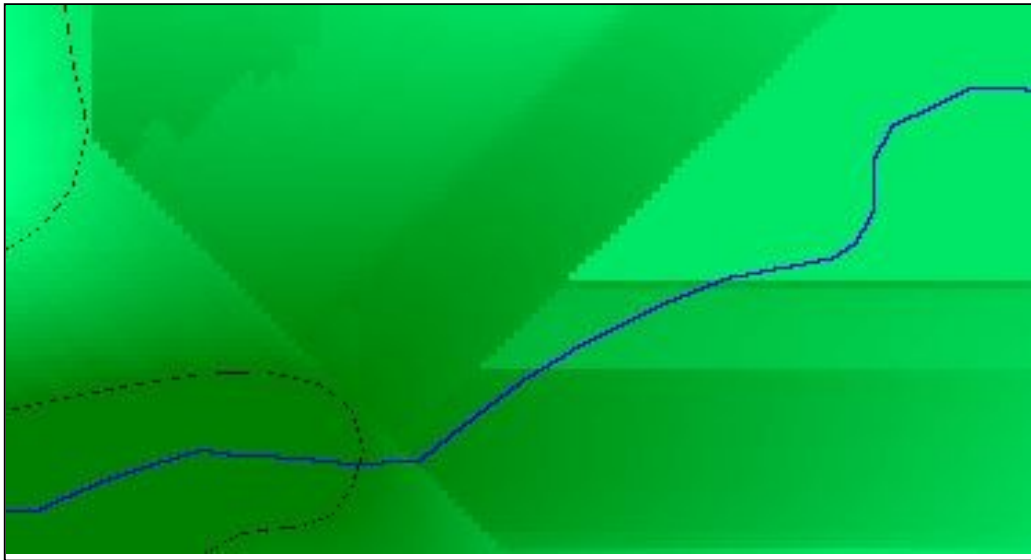
3. ábra. – a kinagyított "A" részlet

rész között egy rombusz alakú terület, amelyet az algoritmus által generált szelvények vesznek körül. A rombuszon belül – amely tulajdonképpen egy nyereg területe – a magassági értékek jelentős eltérést mutatnak a valósághoz képest. Mindez még jobban érvényesül a piros vonal mentén készített szelvény segítségével (4. ábra). Itt látható az is, hogy a zárt szintvonalakon belül, vagyis a legmagasabb térségeken belül a modell lapos felszín generált, ami szintén hiba. Egyértelmű tehát, hogy ezeken a helyeken kiegészítő információkra lesz szükség. A nyereg esetében kiegészítő szintvonalak szükségesek úgy a magaslatok, mint a völgyek irányából is. A csúcsok esetében meg kell adnunk ennek magasságát. Ez gondot jelenthet, mert ha pontot digitalizálunk ezt nem biztos, hogy a digitalizáló program megengedi, mivel egy állományon belül nem lehet vonal és pont is egyszerre. Megoldás lehet egy igen kicsi zárt szintvonal, amely bár valójában poligon, az IDRISI-ben meg lehet mondani neki, hogy az tulajdonképpen vonal. A szelvényen megfigyelhető az is, hogy a lejtők mentén az interpolálás megfelel a valóságnak, miszerint nem szükséges minden szintvonalat bedigitalizálni.



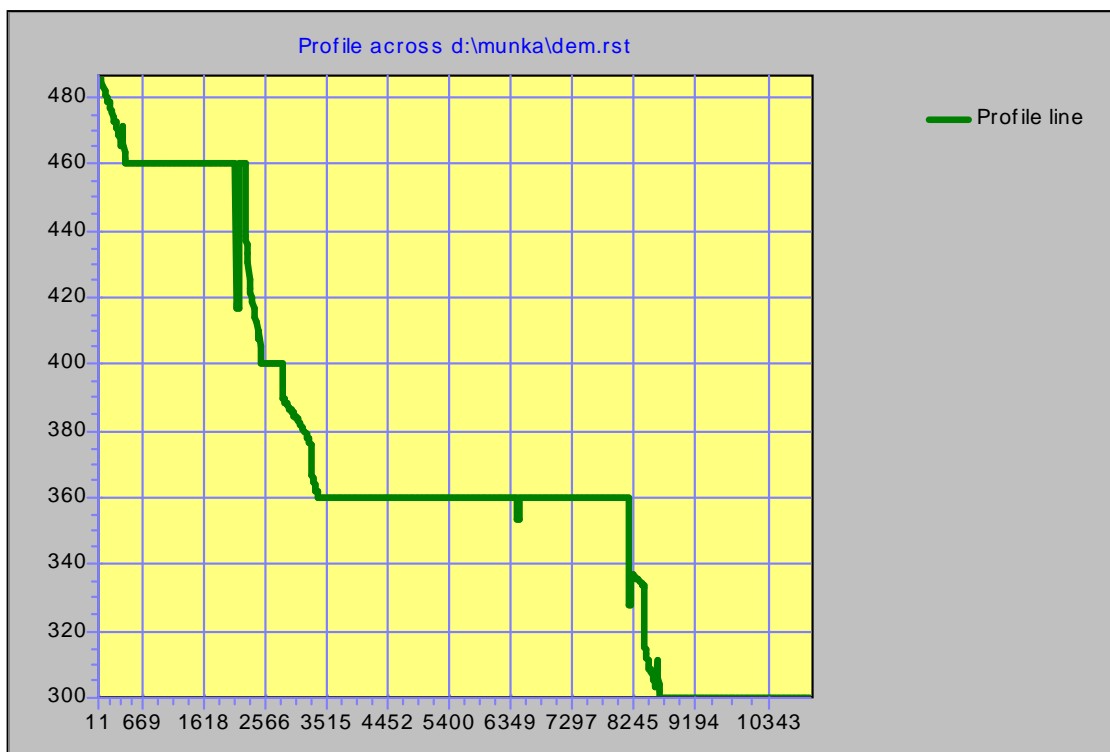
4. ábra. – Szelvény a nyereg mentén

Szintén szembevető hibák figyelhetők meg a völgy menti területek vizsgálata során (5. ábra).



5. ábra. – A kinagyított "B" részlet

Ebben az esetben a hiba annak tulajdonítható, hogy a völgytalp két oldalán, közel egymáshoz azonos értékű szintvonalak vannak. Ezekből a program vízszintes területeket generál. Ezek még jobban megfigyelhetők a völgy mentén készített szelvényen (6. ábra).



6. ábra. – Szelvény a völgy mentén



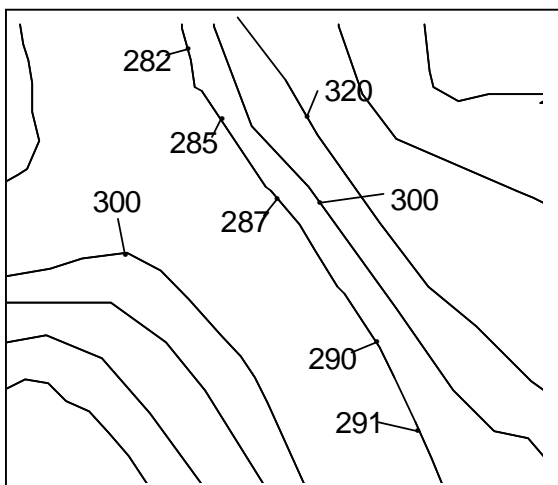
Egyértelmű, hogy itt is kiegészítő információkra lenne szükség, pontosabban kéne tudni a völgytalpvonal egyes pontjainak a magasságát.

### 3. A domborzatmodell javítása kiegészítő információk segítségével

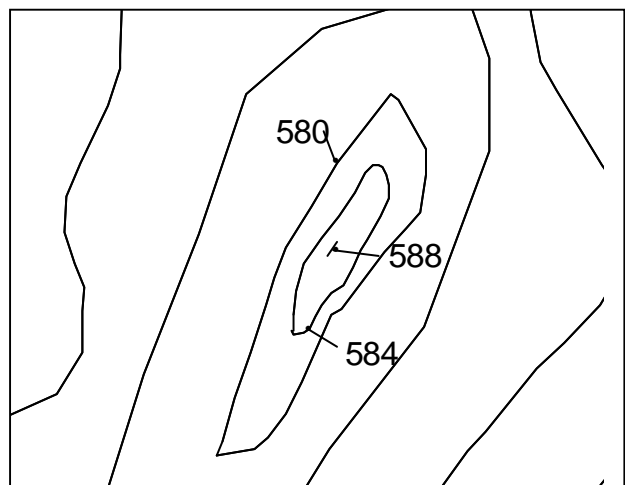
Amint az eddigiekből kitűnik mindenképpen javításra van szükség a vizsgált térségekben. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy még vektoros formában kiegészítő szintvonalakat kell behelyeznünk a megfelelő helyre. Ezek a vonalak nem minden esetben láthatóak a kiindulásként szolgáló térképen ezért sokszor szabad belátásunk szerint kell berajzolnunk őket. Magassági pontokkal is lehet próbálkozni, de ebben az esetben a már említett lehetséges gondon kívül az is problémát jelenthet, hogy a pontok csak egy-egy cella értékét változtatnák meg és – mivel ennek a területe igen kicsi – ez nem befolyásolná megfelelő mértékben az interpolálási folyamatot. A továbbiakban bemutatom a két tényleges esetben milyen megoldást találtam.

A völgyek esetében a völgytalpvonalat daraboltam fel, a térkép segítségével növekvő értékeket rendeltem a darabokhoz és az egészet behelyeztem a szintvonalak közé. Ezek az értékek láthatóak a 7. ábrán.

A csúcsok illetve nyergek esetében kiegészítő szintvonalakat alkalmaztam a csúcsok körül. Magát a csúcsot rövid vonallal egészítettem ki amint a 8. ábrán látható.

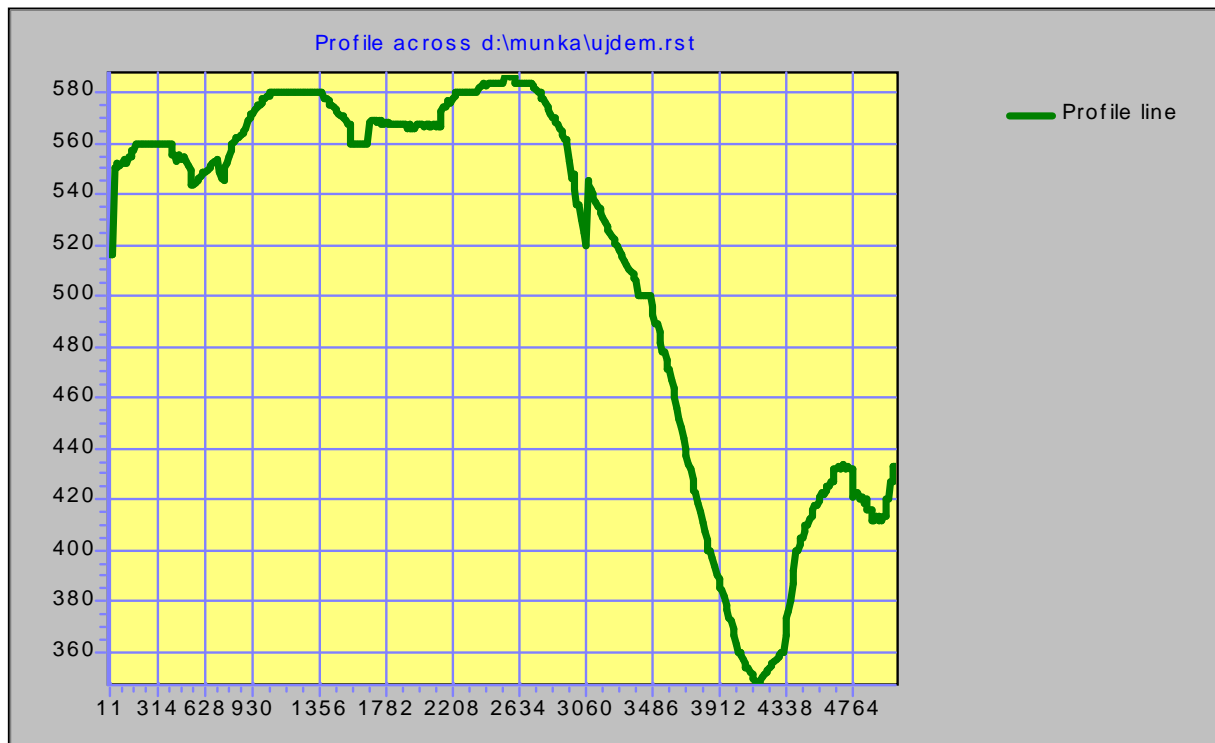


7. ábra. – A völgytalpvonal értékeinek kiegészítése

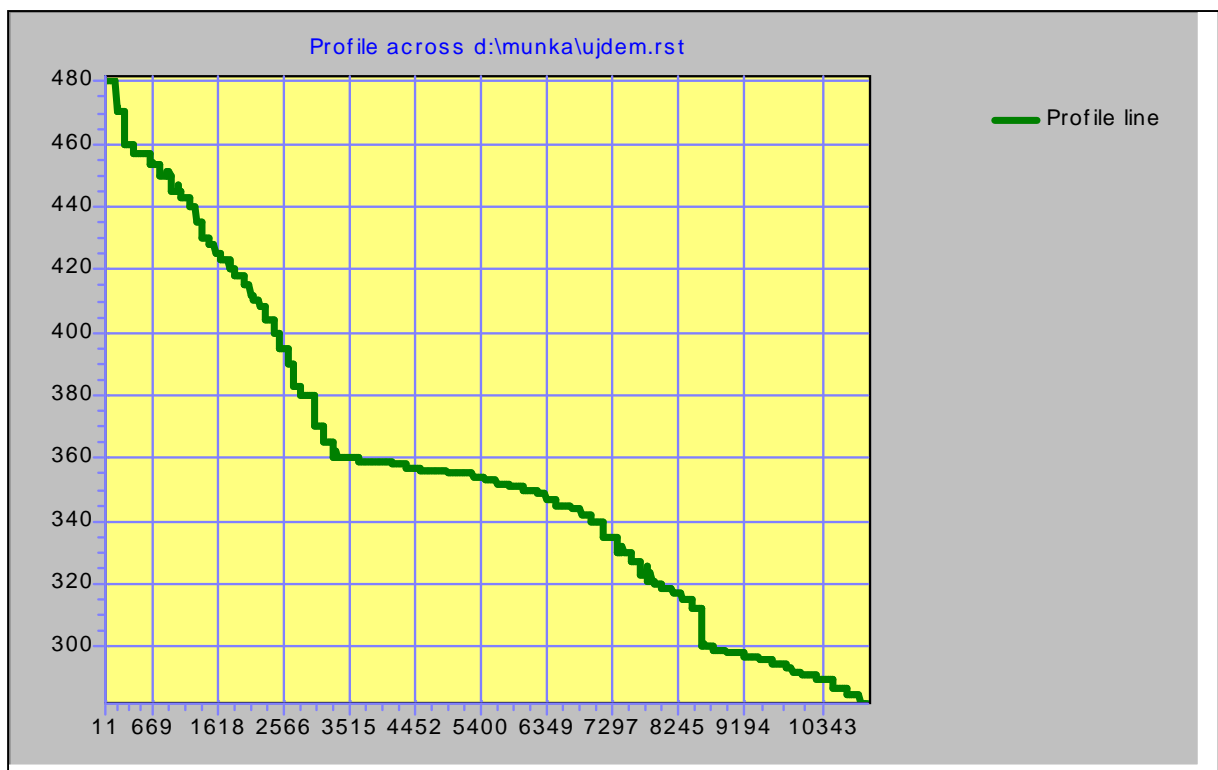


8. ábra. – A csúcsok környékének kiegészítése

Az ily módon kiegészített vektoros állományt a már ismertett módon átalakítottam raszteressé és újból generáltam a domborzatmodellt. Az így nyert modellen újra szelvényeket készítettem és megvizsgáltam a kapott eredményt. Amint a két szelvényen látható – 9. és 10. ábra – a felszín kezd hasonlítani a valósághoz. A nagyon durva hibák megszűntek. A nyereg esetében eltűnt a mesterséges, eredetileg rombusz alakú mélyedés, a nyereg magassági értékei közelebb állnak a valósághoz. A csúcsokról eltűnt a lapos felület. A völgy esetében megszűntek a nagyterjedésű lapos "teraszok".



9. ábra. – Szelvény a kiegészített domborzatmodellen a nyereg mentén



10. ábra. – Szelvény a kiegészített domborzatmodellen a völgy mentén

Látványos javuláson ment át a javított modell, de ha részletesebben megnézzük, továbbra is látunk kis "érdességeket". Ezeket az állomány szűrésének segítségével fogjuk eltüntetni.

#### 4. A domborzatmodell javítása szűrés segítségével

A távérzékelésből ismert digitális szűrők sikerrel alkalmazhatók a domborzatmodellek javítására is. Persze nem mindegy, hogy milyen szűrőt alkalmazunk. A szűrők alapvetően úgy működnek, hogy a raszteres állomány fölött átfut egy páratlan számú sorból és oszlopból álló ablak. Az ablak középső cellájának értéke újraszámolódik valamilyen algoritmus szerint. A domborzatmodell javítására azok a szűrők alkalmasak, amelyeknek simító hatásuk van. Ilyenek a MEAN, MEDIAN és GAUSSIAN. Ezek hatására a helyi egyenetlenségek eltűnnek. A szűrőket több lépésben kell alkalmazni. Tisztában kell lennünk azzal, hogy a simító hatás végletekig való alkalmazása a felszín teljes "kivasalását" eredményezi és persze nem ez a célunk. Valójában tehát az történik, hogy egy adott terület szélső magassági értékei módosulnak. Meg kell tehát találni azt a szűrőt amely az apró hibák eltüntetése mellett nem változtatja meg túlságosan a terület magassági viszonyait. Próbálkozásaim során előbb a MEAN (átlag) szűrőt próbáltam ki. Ez a szűrő méreteit tekintve lehet 3\*3-as, 5\*5-ös vagy 7\*7-es. Általában elmondható, hogy minél nagyobb méretű a szűrő, annál erőteljesebb a simító hatása. Az alkalmazott algoritmus a következő: a szűrő minden cellájához tartozik egy érték, a 3\*3-as esetében 1/9, az 5\*5-ös esetében 1/25, a 7\*7-es esetében 1/49. A szűrőbe eső minden egyes cella értéke szorozódik az illető számmal a középső cella pedig felveszi a szűrőbe eső 9, 25 illetve 49 cella összegének az értékét. A szűrés által elért hatás már kevésbé értékelhető vizuálisan, ezért rátérek az analitikusnak keresztelt módszerre. Ennek lényege, hogy kihasználva az IDRISI által felkínált lekérdezési lehetőségeket megvizsgálom, hogy az eredetileg bizonyos értékű vonalaknak milyen értékek felelnek meg szűrés után. A domborzatmodell előkészítése során előállítottam egy olyan állományt, amelyben a szintvonalak raszteres formában vannak. Ezt átkodolással (ASSIGN) átalakítottam egy olyan állománnyá, amely segítségével elvégezhető a lekérdezés, ez lesz a "feature definition image" az "EXTRACT" modul számára. Ezután elvégeztem az előbbi alfejezetben leírt módon javított domborzatmodell szűrését a MEAN 7\*7-es szűrővel háromszor egymás után. A lekérdezés elvégzése során kapott eredményeket az 1. táblázat tartalmazza.

<b>Eredeti</b>	<b>285 (282)</b>	<b>320.00</b>	<b>400.00</b>	<b>585 (588)</b>	<b>Átlag: 441.917</b>
<b>Mean 1</b>	<b>284.71</b>	<b>320.89</b>	<b>400.25</b>	<b>585.28</b>	<b>441.909</b>
Mean 1 – Eredeti	-0.29	0.89	0.25	0.28	-0.01
<b>Mean 2</b>	<b>285.61</b>	<b>321.25</b>	<b>401.41</b>	<b>584.43</b>	<b>441.908</b>
Mean 2 – Eredeti	0.61	1.25	1.41	-0.57	-0.01
<b>Mean 3</b>	<b>286.42</b>	<b>321.55</b>	<b>402.38</b>	<b>583.77</b>	<b>441.914</b>
Mean 3 – Eredeti	1.42	1.55	2.38	-1.23	-0.003

1. táblázat. – A MEAN szűrés összehasonlító eredményei

A táblázat első sorában az eredeti szintvonalak értéke található. A két szélső érték mellett zárójelben a bedigitalizáláskor szándékosan hamisított érték van. Erre azért volt szükség, mert a szűrés során a szélső értékek annál nagyobb mértékben módosulnak minél kisebb területet foglalnak el. Így például a valójában 585 m-es csúcsot 588 m-es értékre hamisítva, már az



első szűrés után megközelíti a valódi értéket. Megfigyelhető, hogy a szűrések ismétlése által a szűrt és az eredeti érték közötti különbségek egyre nagyobbak. Ugyanakkor a terület átlagértéke alig változik.

A továbbiakban a GAUSSIAN szűrőt próbáltam ki. Ez a szűrő már bonyolultabb algoritmust használ a középső cella értékének kiszámításához. Két méretben használható. Az 5\*5-ös szűrő cellaértékeinek szorzói a következőképpen oszlanak meg:

1/121 2/121 3/121 2/121 1/121  
2/121 7/121 11/121 7/121 2/121  
3/121 11/121 17/121 11/121 3/121  
2/121 7/121 11/121 7/121 2/121  
1/121 2/121 3/121 2/121 1/121

A 7\*7-es szűrő cellaértékei a következők:

0/192 1/192 2/192 2/192 2/192 1/192 0/192  
1/192 2/192 5/192 6/192 5/192 2/192 1/192  
2/192 5/192 8/192 11/192 8/192 5/192 2/192  
2/192 6/192 11/192 12/192 11/192 6/192 2/192  
2/192 5/192 8/192 11/192 8/192 5/192 2/192  
1/192 2/192 5/192 6/192 5/192 2/192 1/192  
0/192 1/192 2/192 2/192 2/192 1/192 0/192

Többszöri próbálkozás után a 7\*7-es szűrőt választottam. Az összehasonlítás eredményeit a 2. táblázat tartalmazza.

Eredeti	285 (282)	320	400	585 (588)	Átlag: 441.917
<b>G1</b>	<b>283.85</b>	<b>320.79</b>	<b>401.07</b>	<b>586.03</b>	<b>441.9128</b>
G1 – Eredeti	-1.15	0.79	1.07	1.03	-0.0042
<b>G2</b>	<b>284.6</b>	<b>320.6</b>	<b>401.57</b>	<b>585.36</b>	<b>441.9104</b>
G2 – Eredeti	-0.4	0.6	1.57	0.36	-0.0066
<b>G3</b>	<b>285.18</b>	<b>320.54</b>	<b>401.87</b>	<b>584.84</b>	<b>441.9102</b>
G3 – Eredeti	0.18	0.54	1.87	-0.16	-0.0068

2. táblázat. – A GAUSSIAN szűrés összehasonlító eredményei

Megfigyelhető, hogy az eltérések értéke sokkal kisebb, és érdekes módon – bizonyos vonalak esetén – csökken a szűrések ismétlése által. Az átlagmagasság esetén a különbségek milliméteres nagyságrendűek. A továbbiakban megismételtem az ellenőrzést a teljes térképi részlet összes szintvonalára. A 3. táblázat tartalmazza a három MEAN és a három GAUSSIAN szűrés összes eredményét, valamint a különbségeket. A táblázat utolsó sora a különbségek átlagát tartalmazza. Az oszlopokban lévő különbségek a szűrt értékek és a szintvonalak névleges értéke között értendők.

Szintvonal	Eredeti	M1	M1 – Sz.	M2	M2 – Sz.	M3	M3 – Sz.	G1	G1 – Sz.	G2	G2 – Sz.	G3	G3 – Sz.
Átlag	441.87	441.86		441.85		441.85		441.86		441.86		441.86	
300	300.57	301.80	1.80	302.34	2.34	302.80	2.80	301.35	1.35	301.76	1.76	302.08	2.08
360	360.83	361.81	1.81	362.27	2.27	362.64	2.64	361.46	1.46	361.79	1.79	362.06	2.06
400	400.25	400.64	0.64	400.79	0.79	400.91	0.91	400.50	0.50	400.62	0.62	400.72	0.72
440	438.63	438.93	-1.07	439.05	-0.95	439.16	-0.84	438.80	-1.20	438.91	-1.09	438.98	-1.02
460	459.62	459.15	-0.85	458.88	-1.12	458.67	-1.33	459.34	-0.66	459.16	-0.84	459.01	-0.99
500	500.03	500.58	0.58	500.81	0.81	500.97	0.97	500.38	0.38	500.57	0.57	500.70	0.70
540	540.02	539.07	-0.93	538.58	-1.42	538.16	-1.84	539.41	-0.59	539.08	-0.92	538.80	-1.20
560	559.26	557.77	-2.23	557.03	-2.97	556.42	-3.58	558.36	-1.64	557.82	-2.18	557.39	-2.61
580	579.86	578.78	-1.22	578.21	-1.79	577.73	-2.27	579.18	-0.82	578.79	-1.21	578.47	-1.53
600	601.03	600.43	0.43	599.98	-0.02	599.54	-0.46	600.65	0.65	600.41	0.41	600.18	0.18
Átlag			-0.11		-0.21		-0.30		-0.06		-0.11		-0.16

3. táblázat. – Az összes, eredetileg bedigitalizált szintvonal összehasonlító vizsgálata

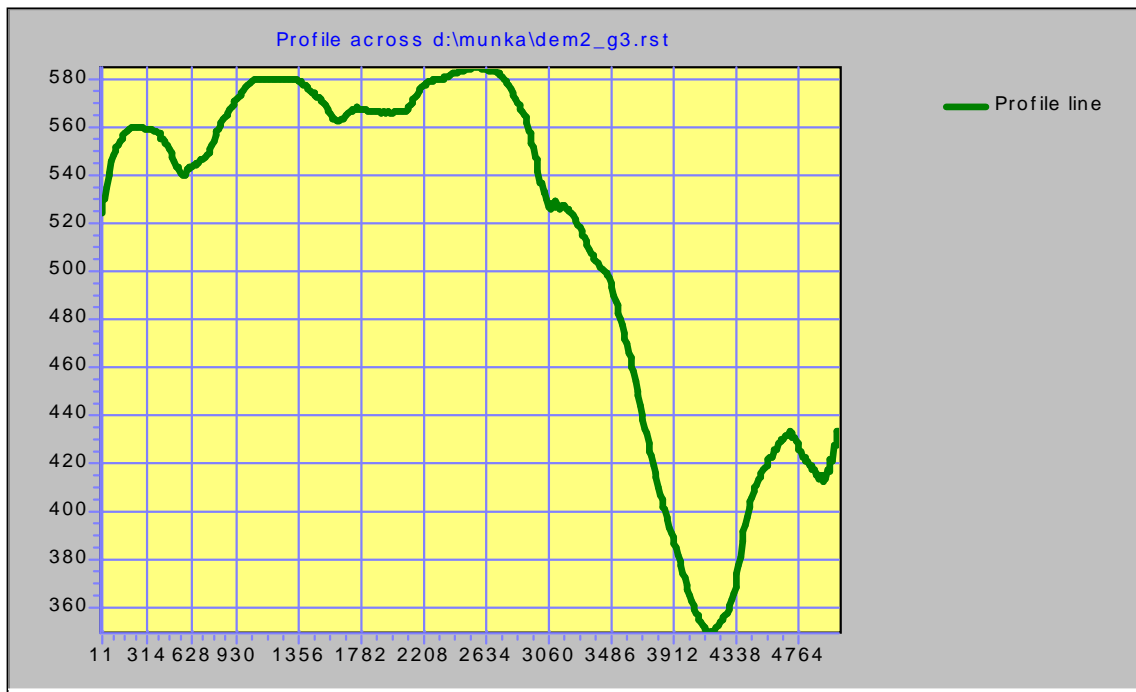
Megállapítható, hogy a GAUSSIAN szűrés minden esetben kisebb eltérést eredményez, a különbségek átlaga is itt a legkisebb. Látszik, hogy a különbségek enyhén növekszenek a szűrések ismétlése által, de így is elhanyagolható értékűek. Ha azt mondjuk például, hogy egy 300 m-es szintvonal helyén 302 m-es cellák vannak, de ez az egész 100000-es méretarányú térképről készült akkor szerintem ez nem egy nagy eltérés és bőven megfelel a további alkalmazásoknak. Azt is megvizsgáltam, hogyan változnak az egyes domborzati lépcsők átlagértékei a szűrés hatására. Az eredmények a 4. táblázatban láthatók.

Lépcső	Eredeti	M3	M3 – E	G3	G3 – E
>300m	295.89	296.47	0.58	296.18	0.30
300-400m	363.31	363.76	0.45	363.56	0.25
400-500m	449.21	449.13	-0.08	449.17	-0.05
500-600m	539.51	539.01	-0.50	539.25	-0.27
>600m	603.83	601.71	-2.12	602.64	-1.19

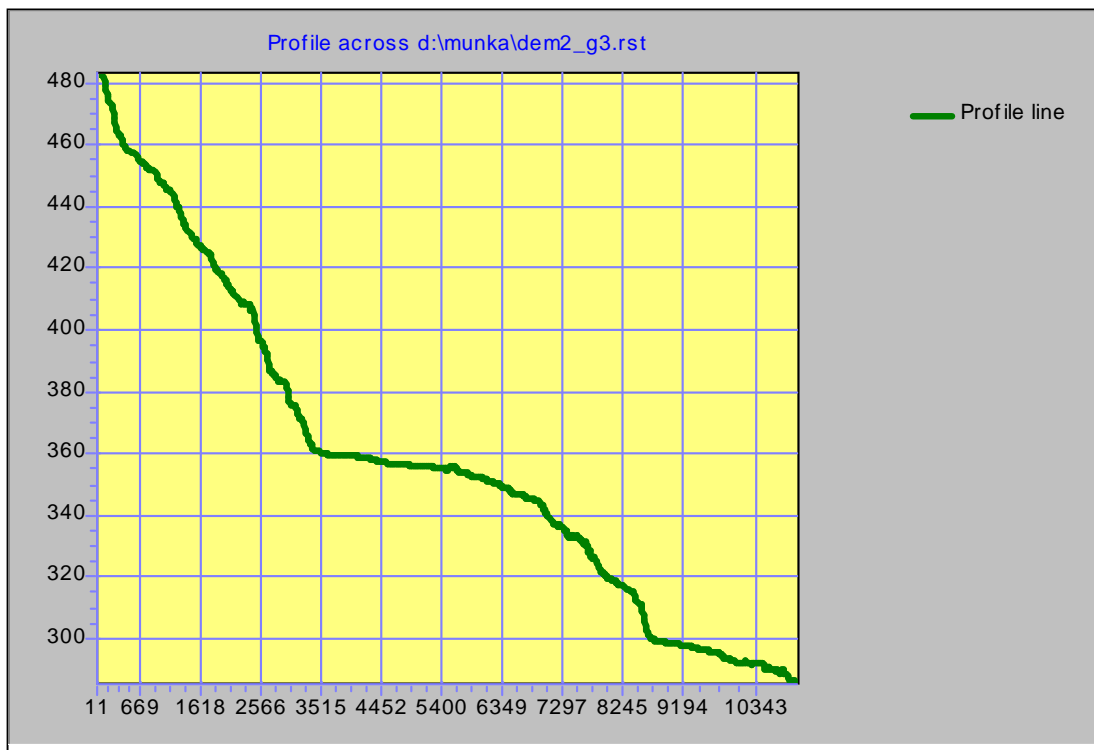
4. táblázat. – A domborzatlépcsők átlagos magasságának változása a szűrés hatására

Itt is megfigyelhető, hogy a változás kisebb a GAUSSIAN szűrés esetében. A 600 m-nél magasabb lépcső nagyobb mértékű változása annak tulajdonítható, hogy ez a térség csak nagyon kicsi területet foglal el.

Mielőtt végső következtetéseket vonnánk le a domborzatmodell pontosságát illetően, nézzük meg még egyszer a szelvényeket. Most a kiegészített és háromszor GAUSSIAN szűrővel szűrt modellen készítettem a szelvényeket, amelyek a 11. és 12. ábrán láthatók. Mindkét esetben látható, hogy az apróbb részletek tekintetében is javulás történt a 9. és 10. ábrákhoz viszonyítva.



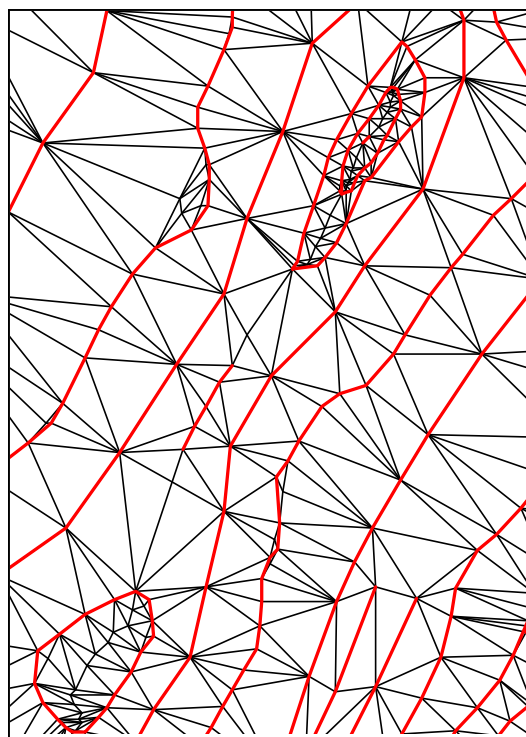
11. ábra. – Szelvény a kiegészített és szűrt domborzatmodellen a nyereg mentén



12. ábra. – Szelvény a kiegészített és szűrt domborzatmodellen a völgy mentén

## 5. A domborzatmodell elkészítése TIN segítségével

Amint az eddgiekből látható az egyszerű INTERCON parancs segítségével, megfelelő kiegészítések után jó minőségű domborzatmodell állítható elő. Az IDRISI 32-es változata újabb lehetőséget kínál. A vektoros rendszerek ismert domborzatmodellezési eljárása a TIN (Triangulated Irregular Network) vagyis szabálytalan háromszög rendszer. Ez a rendszer igen látványosan modellezi a felszínt, segítségével a vektoros rendszereken belül sok elemzés végezhető. A háromszögek csúcsai a vektoros szintvonalak töréspontjai. A 13. ábrán a már ismert "A" részlet TIN modellje látható a már ismertetett kiegészítések után. Megjegyzem,



13. ábra. – Az "A" részlet TIN rendszerben

hogy ebben az IDRISI változatban lehetőségünk van kényszeríteni a programot, hogy mesterségesen vegye figyelembe a völgyeket és a gerinceket (Bridge and Tunnel Edge Removal opció). Ha ezt beállítjuk, akkor például a völgyek két oldalán, az azonos szintvonalak közé húz egy mélyebb vonalat amely a völgytalpot helyettesíti. A gond csak az, hogy ezt a vonalat pontosan a két azonos értékű vonal közé húzza. Ez akkor okoz kellemetlen meglepetést, ha egy hossz-szelvényt akarunk készíteni egy aszimmetrikus völgy mentén. Ebben az esetben a szelvény vonala igencsak hullámos lesz mivel az "igazi" vonal többször keresztezni fogja a program által szimmetrikusan behúzott vonalat. Ez tehát azt jelenti, hogy az előbbieken javasolt kiegészítések itt is esedékesek. Mivel az eredeti dolgozatom nagy része raszteres rendszerben készült és így szándékoztam elemzéseket végezni, nem foglalkozom a TIN modellel, hanem bemutatom annak lehetőségét,

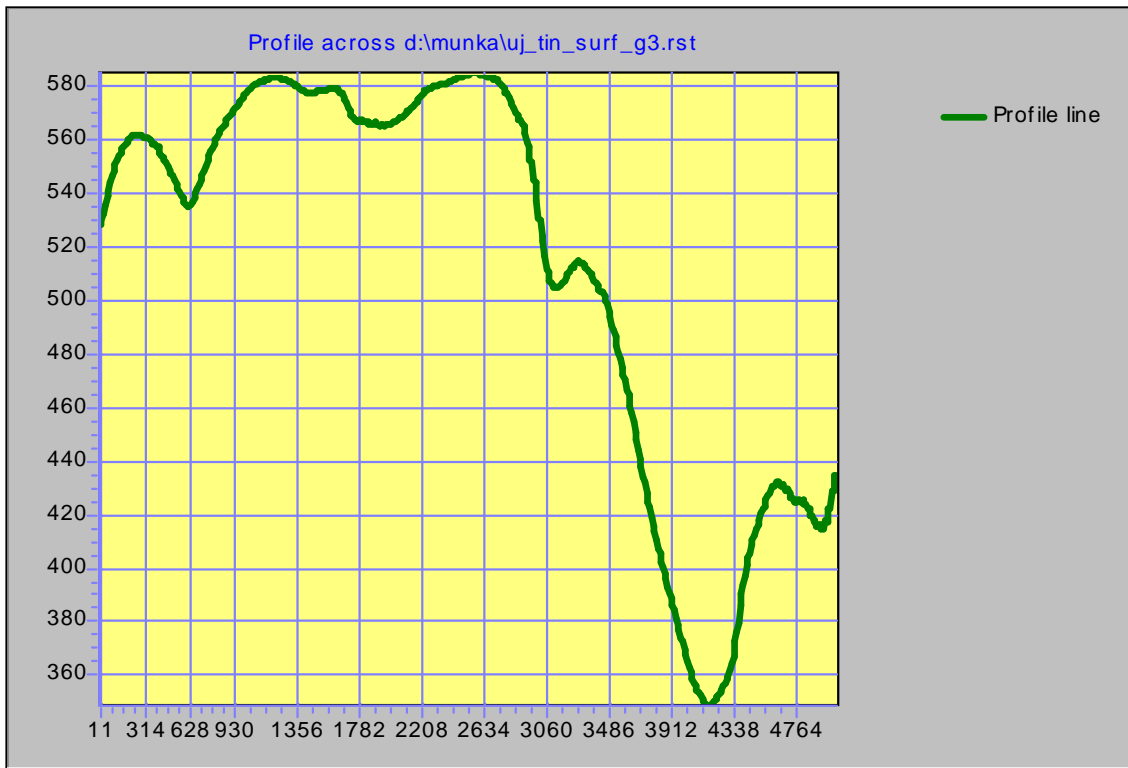
hogyan lehet a TIN-ből raszteres domborzatmodellt előállítani. Erre szintén a 32-es IDRISI nyújt segítséget a TINSURF modul segítségével. Előbb a kiegészített szintvonalakból generáltam egy TIN

modellt a már említett Bridges and Tunnels opcióval, majd ebből a TINSURF segítségével előállítottam az előbbiekkal azonos méretű raszteres állományt. Ezt szintén szűrtem a GAUSSIAN szűrővel háromszor, majd az így kapott eredményt az előbbiekhöz hasonló módon elemeztem. Az 5. táblázat tartalmazza az összehasonlító elemzés eredményeit.

Szintvonal	300	360	400	440	460	500	540	560	580	600
TINSURF	301.73	361.81	400.60	438.66	458.53	500.31	539.44	558.25	578.8	600.41
Különbség	1.73	1.81	0.60	-1.34	-1.47	0.31	-0.56	-1.75	-1.19	0.41

5. táblázat. – A TINSURF és a névleges szintvonalértékek összehasonlítása

Ha a kapott eredményeket a 3. táblázat eredményeihez hasonlítjuk, kiderül, hogy az ottani értékeknél is kisebb különbségek jellemzik ezt a módszert. A különbségek átlaga ebben az esetben  $-0,14$ , ami szintén kisebb, mint az eddigi értékek. Végezetül az így kapott modellen is készítettem egy szelvényt (14. ábra) amely az eddigieknél is jobb eredményt nyújt.



14. ábra. – Szelvény a nyereg mentén a TINSURF-el készült modellen

## 6. Következtetések

Egy digitális domborzatmodell pontossága nagyon fontos a segítségével elvégzendő elemzések pontossága érdekében. Egy ilyen modell klasszikus eszközökkel történő elvégzése nagy mennyiségű és pontos munkát igényel, s ez a munka arányosan nő a terület nagyságával és tagoltságával. Az elvégzett és az előbbieken bemutatott vizsgálatok alapján a következő tanulságok vonhatók le:

- Nem elegendő csak a térképen található szintvonalak digitalizálása, mindenképpen kiegészítő információkra van szükség.
- A gerincek esetében a nyergek és a csúcsok környékén van szükség kiegészítő szintvonalakra. A csúcsokat minél kisebb zárt görbeként, vagy apró vonalként célszerű digitalizálni. A csúcsok magassági értékét nagyobboknak kell megadni, mint a valóságban.
- A völgyek esetében minél több kiegészítő szintvonalra van szükség, főleg azokon a helyeken, ahol a szintvonalak keresztezik a völgytalpvonalat. Ideális lenne megadni a völgytalpvonal magassági értékeit, de ez eléggé bonyolult művelet. A terület szélén lévő legalacsonyabb pontok értékét kisebbnek kell megadni mint a valóságban.

- Bár ellentmondásos az előbbi kijelentéssel, mégis azt kell mondani, hogy nem szükséges az összes szintvonal digitalizálása. Az egyenletes lejtők mentén erre nincs szükség.
- Mindenképpen szükség van a modell szűrésére, de vigyázni kell a "túlszűrésre". Csak a simító hatású, a szélső értékeket nem túlságosan befolyásoló szűrők alkalmasak
- Elemzések elkezdése előtt érdemes a domborzatmodell pontosságát minél több módon megvizsgálni.

Megjegyzem, hogy a fenti állítások a raszteres rendszerű, IDRISI-vel készült modellekre érvényesek. Jelenleg sok program kínál különböző – esetleg ennél jobb – megoldást a domborzat modellezésére. Mindenképpen érdemes megvizsgálni egy adott modell pontosságát. És ne felejtjük el, hogy ha térképről dolgozunk, mindig számolnunk kell a térkép pontatlanságával amely a méretarányból és az általánosítás mértékétől függ. Ideális lenne a domborzatmodelleket terepi mérések adataiból előállítani, talán erre nyújt megoldást a távérzékelés.

#### Irodalom:

Imecs, Z. (2004) – *Aplicații în hidrologie ale Sistemelor Informatice Geografice–studiu de caz Câmpia Transilvaniei*, doktori értekezés, kézirat.

\*\*\* (1995), *IDRISI User's Guide*, Clark University, Mass. USA.