

Digitális magasságmodellek és űrfelvételek alkalmazása geomorfológiai értékeléshez a Bodrogzug példáján

Szabó Szilárd – Szabó Gergely – Szabó József – Németh Gábor

1. Bevezetés, célkitűzés

A Felső-Tisza-vidéken az elmúlt években fokozódó gyakorisággal és intenzitással jelentkező árhullámok ráirányították a figyelmet a térség gátrendszerére, annak felülvizsgálatának szükségességére. Ennek szellemében gondolták újra az árvizek elleni védekezés feladatait az új Vásárhelyi-terv keretében. Az 1800-as években gátak közé szorított Tisza a hordalékát egy szűkebb területen halmozza fel, melynek következtében a hullámtér napjainkra jelentős mértékben feliszapolódott. A jelenlegi helyzetben önmagában a gátak magasítása nem elegendő, mivel a problémát csak tünetileg kezeli, ezért további védekezési módszer, árapasztó tározók kialakítása vált szükségessé. 2004-2007 között 6 ilyen tározó kialakítását tűzte ki célul a kormány.

A Tiszai árhullámok és a térség árvíz-veszélyeztetettségének kérdése, mint térinformatikai modellezési feladat jól beilleszkedett a Földtudományi Tanszékcsoport jelenlegi munkáiba. A tanszékcsoport a Felső-Tisza-vidéken már eddig is számos alkalommal végzett hidrológiai, környezetvédelmi és tájökológiai jellegű kutatásokat, ez a munka pedig szervesen összekapcsolható a már meglévő eredményekkel. A térinformatikai vizsgálatok egy jelenleg is folyamatban lévő pályázat¹ részeként készültek el. E pályázat az Alföld legfontosabb ökológiai objektumai közé számító tiszai eredetű holtmedrek ökológiai állapotfeltárását és állapotértékelését, valamint megőrzésük és revitalizálásuk lehetőségeit elemzi.

A holtmedrek szempontjából egyik kulcskérdés azok vízellátási, vízutánpótlási lehetőségeinek felderítése. A vízutánpótlás természetesen több forrásból lehetséges. A csapadék és a felszín alatti hozzáfolyás mellett az élő felszíni vizekből is érkezik vízpótlás. A jelenlegi hullámterek holtmedrei esetében kétségtelenül ez utóbbi - a begátolt folyó árhullámainak átöblítő hatása - a legkézenfekvőbb. A mentesített árterek még meglévő holtmedreibe viszont az árhullámokból legfeljebb árkatasztrófák idején érkezik frissítő víz. A felszíni vízcsera lehetőségét alapvetően két "független változó" határozza meg: egyrészt a folyó - ez esetben a Tisza - árhullámai, másrészt a hullámtér domborzati viszonyai. Előbbi az árhullám vízszintmagassága és tartóssága révén, utóbbi pedig a hullámtéri felszíni formák típusai és rendszere útján.

A munka során igen nagy mennyiségű térkép vektorizálására került sor, melynek elkészítése meghaladta volna lehetőségeinket, ezért a térbeli adatbázis kialakítását hallgatók bevonásával végeztük. Ezzel kapcsolatban bemutatjuk az alapadat-előállítással kapcsolatos speciális problémákat.

Dolgozatunkban egy kiválasztott mintaterületen megvizsgáltuk a szóba jöhető holtmedrek és más negatív ártéri formák elöntéseinek és vízcseréjének elvi forrásait. Emellett célunk volt, hogy feltárjuk a feldolgozott területre eső települések árvízi veszélyeztetettségét.

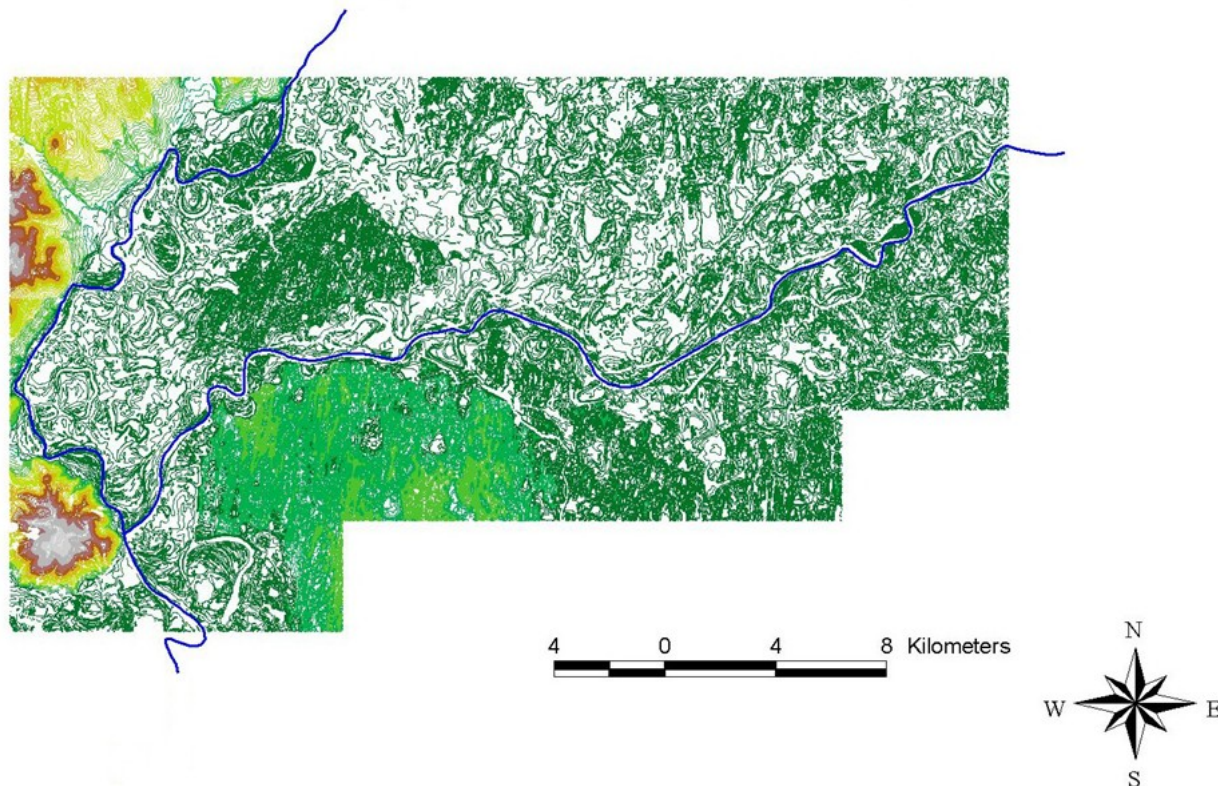
¹ A Tisza és a Felső-Tisza-vidék hidroökológiája (NKFP-3B/0019/2002), programkoordinátor: Dr. Dévai György. A tanulmány elkészültét az OTKA/T-42645 számú pályázata is támogatta.

*Debreceni Egyetem Természetföldrajzi és Geoinformatikai Tanszék

**Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék

2. Anyag és módszer

Vizsgálatainkhoz a Bodroγκköz egy részét választottuk mintaterületnek (1. ábra). A terület határai nem természetesek, hanem a feldolgozott térképszelvények határvonalát követik, jelen vizsgálatoknál ugyanis ez tűnt a célszerűbb lehatárolásnak.



1. ábra. A választott mintaterület színfokozatos térképe

A munkát digitális magasságmodell elkészítésével kezdtük. A kis magasságkülönbségek legpontosabb visszaadása érdekében a mintaterületeket lefedő 1:10 000 méretarányú térképlapok valamennyi szintvonalát (segédszintvonalakat is!) bedigitalizáltuk (kb. 2 millió pont). A digitalizálási hibák kiszűrése után a térkép pontossága kb. 6 m. (A hibák nagyobb részét az okozza, hogy a digitalizálásnál gyakran előforduló 0,5 mm-es pontatlanság a valóságban már 5 méteres hibaként jelentkezik. Ehhez jön még a térképeknek a rajztérből a földrajzi térbe transzformálásakor keletkező 1 méter alatti hiba.) Mindezt figyelembe véve, valamint azt, hogy a domborzati adatokat 30 m-es felbontású műholdfelvételekkel kívántuk összevetni, a magasságmodell vízszintes felbontását is 30 méterben határoztuk meg.

A digitális magasságmodell alapjaként szolgáló adatbázis pontossága alapvető fontosságú volt munkánk során. Kisebb területek vizsgálata, vagy egyéni kutatási feladat esetén általában a célszerűség miatt a vizsgálatot végző maga készíti el az adatbázist, vagy részletes ellenőrzésnek veti azt alá nem saját munka esetén. Nagyobb terület elemzésénél már nem megoldható a teljes adatbázis egyéni elkészítése, viszont így az adatpontosság kérdésére nagyobb hangsúlyt kell fektetni. A térképlapok digitalizálása (vektorizálása) hallgatói részvétellel történt AutoCAD2000 szoftverben. A mintaterületet 25 db 1:10000-es méretarányú EOTR szelvényből állítottuk össze.

A magasságmodellt térbeli interpolációval állítottuk elő TIN, illetve krigeléses módszerrel ERDAS 8.5, illetve Surfer 8.0 szoftverekben. A magassági adatok és a műholdfelvételek kapcsola-

tának összefüggését a magasságmodell és a normalizált vegetációs index (NDVI) regresszió-analízisével vizsgáltuk, az IDRISI 32R2 Statistica moduljának a segítségével.

A mintaterület ill. különböző formáinak elöntés-modellezését az árvízvédelmi fokozatok tengerszintre átszámított adatai alapján végeztük el. Ezeket a Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság bocsátotta rendelkezésünkre. A domborzat szerepének pontosabb feltárása érdekében további négy szintben is meghatároztuk az elöntési felületeket, melyek 0,25; 0,5; 0,75 és 1 méterrel voltak az I. árvízvédelmi fokozat szintje alatt. Az adatokból térbeli interpolációval egy általános vízszintes térképet készítettünk, melyből a digitális magasságmodell adatait az IDRISI 32R2 segítségével kivonva az elöntésre kerülő és szárazon maradó területek kaphatók meg. Hangsúlyozzuk, hogy az így kapott térkép azt az állapotot mutatja, mely akkor állna elő, ha a területen nem lennének töltések és más, a vízmozgást akadályozó létesítmények. Az is megjegyzendő, hogy az elöntést okozó árhullámok esetén nem számoltunk a kiáradó víz lefolyási késéséből adódó köztes helyzetekkel. Az egyes elöntési magasságokhoz tartozó vízzel borított térszíneket 0,5 méteres magassági régióként is meghatároztuk.

Az elkészült domborzatmodellek, az 1:10 000-es topográfiai térképek valamint részletes terepfelvételek alapján megszerkesztettük a mintaterületek ártéri formáit bemutató geomorfológiai térképet. A negatív formák (elhagyott medrek, övzátonyok közti sarlómedrek, ártéri lapályok és fokmaradványok) egyrészt a felszíni vízmozgások lehetséges útvonalai, másrészt pedig mint mélyfekvésű területek éppen az ökológiai szempontból legértékesebb vizes élőhelyek. A pozitív formák (övzátonyok, folyóhátak) viszont a vizek mozgását terelő ill. korlátozó akadályok, ezért a vízháztartás felszíni összetevőinek meghatározó fontosságú természetes szabályozói.

A domborzatmodellezés mellett nagy hangsúlyt kapott a mintaterület űrfelvétel interpretációval történő vizsgálata. Ehhez egy LANDSAT-7 erőforráskutató műhold által 2001. augusztus 8-án készített felvételt használtunk. A műhold szenzorai a felszíni objektumok visszavert és kibocsátott sugárzásait multispektrális módban, 7 különböző hullámhossz-tartományban (csatornán) érzékelik. Közülük elsősorban a 3. (0,63-0,69 mikrométer), a 4. (0,76-0,90 mikrométer), és az 5. (1,55-1,75 mikrométer) csatornákat használtuk a vegetáció állapotának és mennyiségének (biomassza) megállapítására. Térbeli felbontásuk kb. 30 méteres. Mellettük ellenőrzésre felhasználtuk a műhold pankromatikus csatornáját is, melynek térbeli felbontása 10 méteres. A nyers adatbázis a légkör, a folyamatosan mozgó érzékelő műhold, valamint a földfelszín görbülete miatt torzítva adja vissza a földrajzi-topográfiai viszonyokat, ezért az űrfelvételt először földi illesztőpontok (GCP) segítségével vetületi rendszerbe transzformáltuk. A felvételen az ekkora területre javasolt GCP darabszámnál többet (37db) vettünk fel, hogy a rektifikáció után a lehető legnagyobb pontossággal tudjuk a felvételt a 10 000-es topográfiai térképekkel egybevetni. A művelet során köbös konvolúciót alkalmaztunk, mert ez a módszer változtatja meg legkevésbé a műholdfelvétel eredeti reflektancia-értékeit. A rendelkezésünkre álló topográfiai térképek EOVS vetületi rendszerűek, így az űrfelvételt is ebbe transzformáltuk.

Az űrfelvételt a domborzatmodellre ráfeszítve, közvetlenül vizsgálhattuk a felszínborítás és a geomorfológia kapcsolatát. A 3. és a 4. csatorna felhasználásával elkészítettük a terület Normalizált Vegetációs Index (NDVI) térképét, majd az ellenőrzött osztályba sorolás műveletével kinyertük a felvételtől a mintaterületek felszínborítottsági kategóriáit. Az elkészült tematikus térképek természetesen csak a felvétel készítésének pillanatában adott növényzeti-nedvességi viszonyok alapján tükrözik a mintaterületek felszínborítását. A felszínborítási kategóriák elemzése az egyébként nehezen azonosítható felszíni formaelemek pontosabb felismerését is segíti.

3. Eredmények

3.1. A digitalizálás és a digitális magasságmodell előállításának tapasztalatai

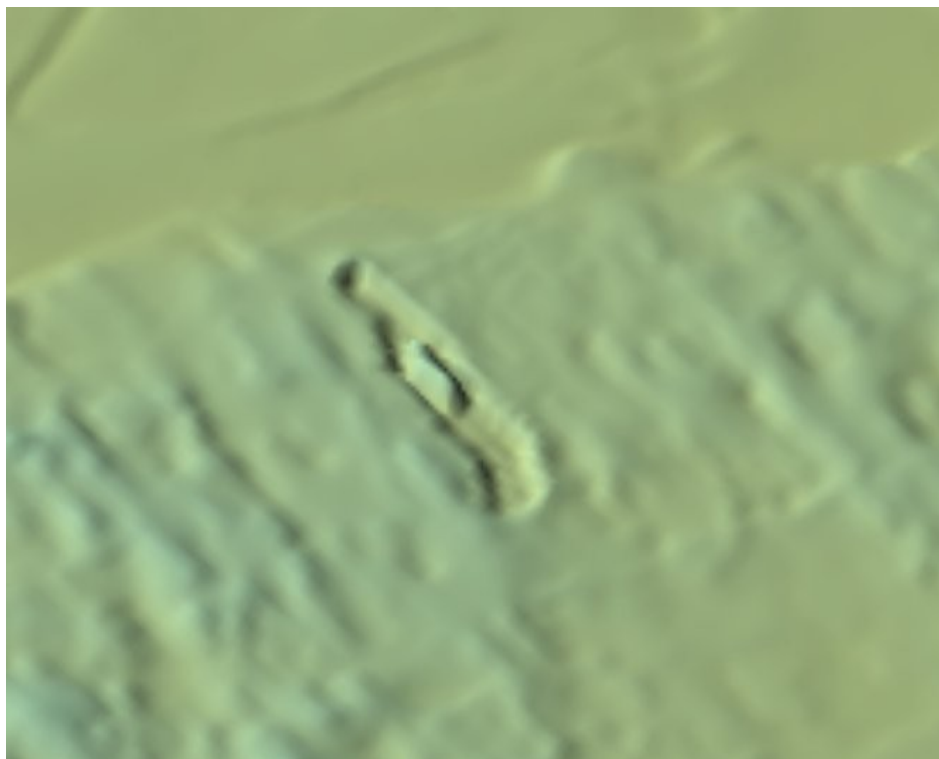
A digitalizálási munka minőségére vonatkozóan több, nem várt problémával szembesültünk, melyek egyik alapvető oka a széttagolt digitalizálás, a másik pedig a helyenként nem megfelelő pontosság volt.

Előbbi főként a szelvényhatárokon okozott gondot, hiszen a szélek digitalizálásakor a nem megfelelő vonal-lezárás elcsúszást okozhat a szomszédos szelvénylapon. Szélsőséges esetben akár a legközelebbi szomszédig is elcsúszhat a szintvonal, ami az alapadatsorban már drasztikus hibaként jelenik meg. Ha több szelvényt egy ember készít, ez a veszély nem áll fenn, hiszen a szelvényhatároknál követni tudja a szintvonalak futását.

A nem megfelelő pontosság a szelvénylapok egészét érintő veszélyforrás, és alapvetően két nagy területen volt tapasztalható.

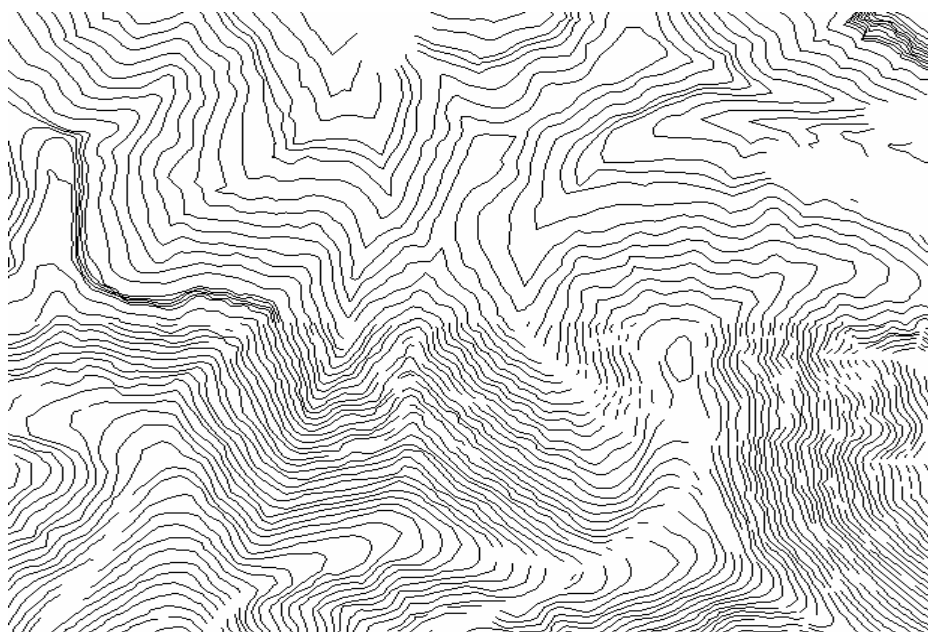
A digitalizálás során a rosszul elhelyezett vertexek csökkentik a DEM pontosságát, rosszabb esetben – például ha a vertex elcsúszása olyan nagy hogy a szintvonalak keresztezik egymást - interpolációs hibát okozhatnak.

Szintén durva hibának minősül a digitalizálandó objektumhoz tartozó rekordban téves attribútum adatok megadása. A szintvonalak esetében ez az attribútum a magassági érték, ennek helytelen megadása pedig a szintvonal környezetében rossz domborzatmodell interpolálását eredményezi. A 2. ábrán egy ilyen hibát mutatunk be, ahol a hallgatók rossz magassági értéket adtak egy szintvonalnak és ennek következtében egy árok keletkezett a hosszanti dűnében. Tekintettel a digitalizált terület nagyságára a hibás magassági adatok sokszor csak az interpoláció elvégzése után, vizuálisan szűrhetők ki. Ennek folytán az interpolációt többször kellett elvégezni.



2. ábra. Példa a hibás attribútum-adat (magassági érték) megadására

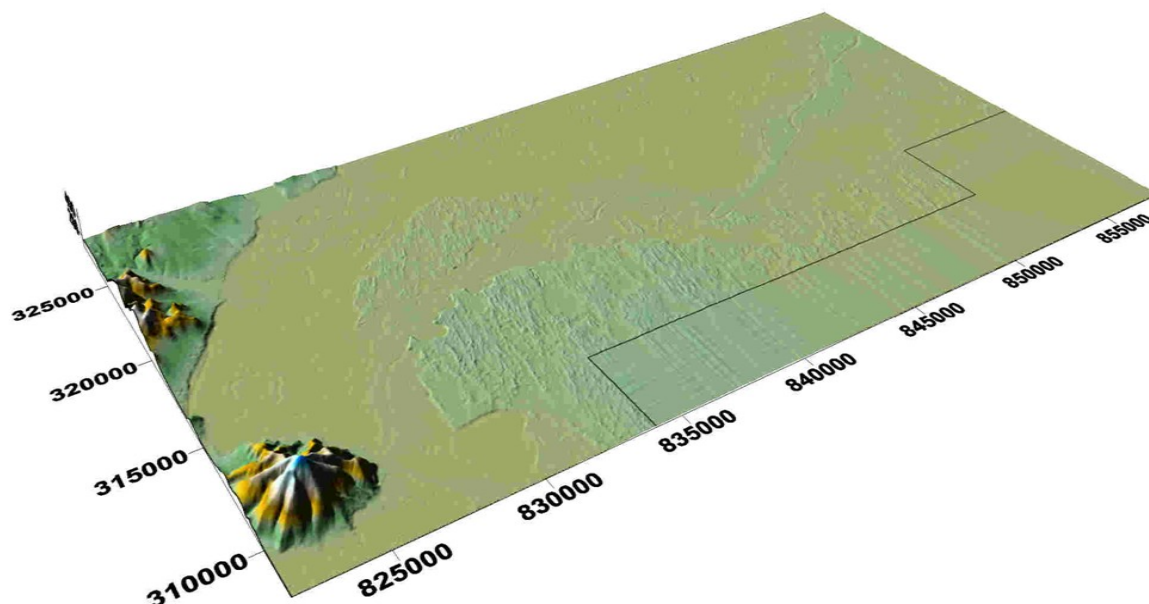
Külön megemlítenő, hogy egyes esetekben az érintkező szelvényeknél nem egyezett a szintvonalak sűrűsége (3. ábra). Ez nem a hallgatók hibája, egyszerűen a térképen ennyi szintvonalat jelöltek a térképek.



3. ábra. Példa a szelvények találkozásánál a különböző szintvonalssűrűsége

3.2. Digitális magasságmodell alkalmazása az előtött térszínnek meghatározásában

Az elkészült alapadatok segítségével végrehajtottuk a többféle interpoláció műveleteit (4. ábra).



4. ábra. A mintaterület digitális magasságmodellje

A teljes területen meghatároztuk azoknak a településeknek a körét, ahol egy potenciális gátszakadás előtéssel fenyeget. A holtmedrek vízutánpótlását csak a Bodrogzug és a rakamazi Nagymorotva területén belül vizsgáltuk.

A veszélyeztetett települések a Bodrogtóban a következők:

1. fokozat

Természetes küszöbök (j: jobb part; b: bal part) jelenlétének köszönhetően mind a Bodrog, mind a Tisza partján több település (vagy legalábbis egy része) védettséget élvez:

- *Bodrog*: Tokaj (b), Bodrogkeresztúr (b), Bodrogkisfalud (b), Szegi (b), Olaszliszka (b), Vámosújfalud (j), Sáradsány (j);
- *Tisza*: Rakamaz (j), Tokaj (j), Kenézlő (j), Balsa (j), Gávavencsellő (j), Tiszabercel (b) és a keleti részen is (egy holtmederben - j), Tiszakarád (j), Tiszatelek (b), Tiszacsermely (j), Cigánd (j).

Gátak nélkül Tiszacsermely, Tiszakarád, Tiszatelek, Györgytarló települések teljesen víz alá kerülnek, a többi esetben a belterületi határvonal gyakran egybeesik az elöntött területek határával (pl. Rakamaz, Gávavencsellő). Tiszabercel és Paszab települések esetében ez már csak részben igaz, mivel feltehetően a területi terjeszkedés miatt olyan részeket is beépítettek, melyek egy ilyen kiöntés alkalmával víz alá kerülnek.

2. fokozat

A *Tiszán* már csak néhány olyan területet találunk, amely természetes küszöbként funkcionálhat, ilyen pl. Zalkod és Szabolcs települések környéke, Balsa térségében pedig a folyó bal partja.

A *Bodrog* esetében az előző árvízvédelmi fokozathoz képest a helyzet nem változik, az elöntött területek nagysága nő.

Gátak nélkül továbbra sem kerül elöntés alá Rakamaz, Tímár, Szabolcs, Viss, Zalkod, Kenézlő, Balsa, Gávavencsellő, illetve kis mértékben romlik Tiszabercel és Paszab helyzete.

3. fokozat

Mind a *Tisza*, mind a *Bodrog* esetében természetes gátat már kizárólag csak a homokbuckák képeznek, egyrészt a Nyírség északi vonalában, másrészt pedig a Viss – Zalkod – Kenézlő települések által körbefogott területen.

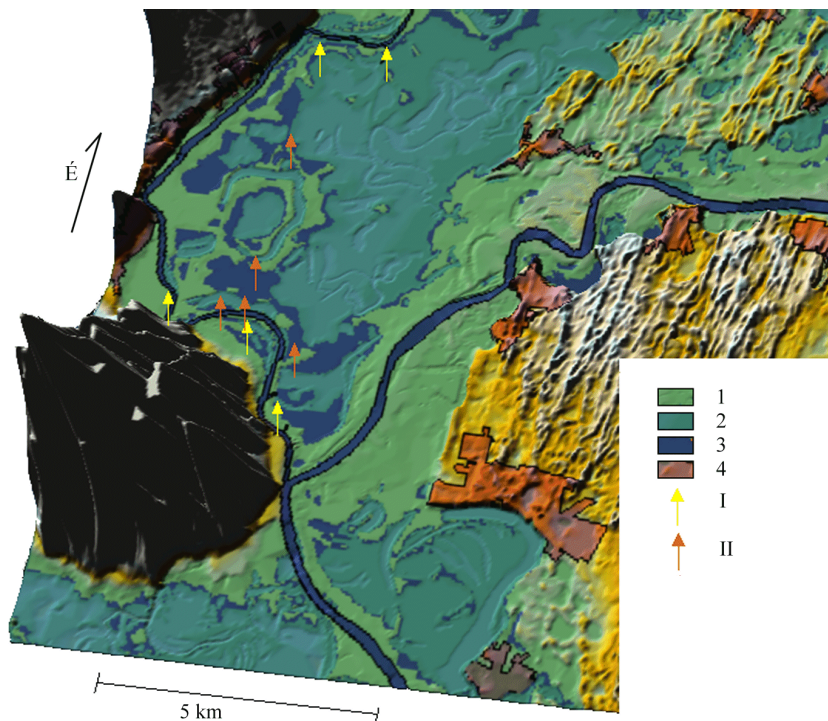
A gát nélküli elöntési állapot alapján Viss, Zalkod, Kenézlő, Tiszabercel, valamint Paszab települések belterületén romlik a helyzet a 2. árvízvédelmi fokozathoz képest. Újabb települések nem kerülnek teljes egészében víz alá.

Az egyes árvízvédelmi fokozatok esetén elöntött terület nagysága a Bodrogtóban az 5. és 6. ábra szerint alakul, területi kiterjedéséről az 1. táblázat tájékoztat. A munka során a terület kis magasságkülönbségei miatt fontosnak láttuk az I. árvízvédelmi készültségi fokozat alatti vízszintmagasságok elemzését is. Ezért került sor az I. árvízvédelmi fokozat alatti 0,25-0,5-0,75-1 méteres szintek vizsgálatára is.

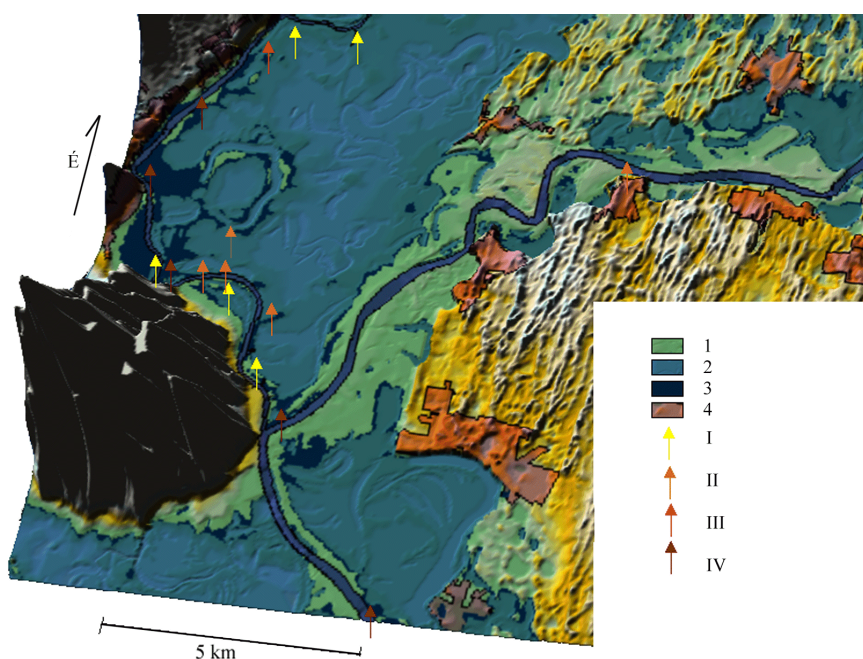
Az 5. ábrán jól látható, hogy az általunk modellezett legalacsonyabb elöntés (1 méterrel az I. készültségi fokozat alatt) is jelentős területek borít el. Újra hangsúlyozzuk, hogy a munkának ebben a fázisában nem vettük figyelembe azokat az antropogén művi elemeket, melyek befolyásolhatják a víz mozgását. Így mind a töltésen futó utak, mind a csatornák vízkormányzó szerepét figyelmen kívül hagytuk. A munka további fázisaiban természetesen céljaink között szerepel ezen módosító tényezők figyelembe vétele is.

Az 5. és 6. ábrán jól azonosíthatók azok a pontok, ahol a nagyobb vízállások alkalmával víz juthat az ártérre. Ezeket az „árvízi kapukat” nyílakkal jelöltük, az árvízvédelmi készültségi fokozatoknak megfelelően különböző színekkel. Vizsgálatunk hibája, hogy a kisebb vízállásoknál is elöntést jelez az alacsonyabb térszíneken, akkor is, ha a víznek nincs meg a közvetlen lehetősége a bejutásra. Az árvízi kapuk területi elemzése ezt a hibát korrigálja, mivel ezeken keresztül valósulhat meg a víz kifolyása a mélyedésekbe, holtmedrekbe. Eredményeink alapján a víz két irányból juthat be a Bodrogtóba: egyrészt a Bodrog mentén sorakozó fokok mentén, másrészt pedig az ábrázolt

területen kívülről, északkeleti irányból. A rakamazi Nagy-morotva esetében egyetlen tiszai árvízi kapu biztosítja a terület vízutánpótlását (6. ábra, 2. táblázat).



5. ábra. A Bodrogzug és a rakamazi Morotvaköz különböző vízállásokhoz tartozó teoretikus elöntési térképe I. (1: elöntési szinteknél magasabb területek; 2: az I. árvízvédelmi fokozattól 1 méterrel alacsonyabb vízszintnél mélyebb fekvésű területek; 3: az I. árvízvédelmi fokozattól 0,75 méterrel alacsonyabb vízszintnél mélyebb fekvésű területek; 4: települések; I.;II.: a vízmozgást szabályozó természetes „árvízi kapuk”[az egyes kapuk a vízállás emelkedésének megfelelő sorrendben válnak aktív vízvezetőkké, amit a nyilak sötétítő színe jelez])



6. ábra. A Bodrogzug és a rakamazi Morotvaköz különböző vízállásokhoz tartozó teoretikus elöntési térképe II. (1: elöntési szinteknél magasabb területek; 2: az I. árvízvédelmi fokozattól 0,5 méterrel alacsonyabb vízszintnél mélyebb fekvésű területek; 3: az I. árvízvédelmi fokozattól 0,25 méterrel alacsonyabb vízszintnél mélyebb fekvésű területek; 4: települések; I.,II.,III.,IV.: a vízmozgást szabályozó természetes „árvízi kapuk”[az egyes kapuk a vízállás emelkedésének megfelelő sorrendben válnak aktív vízvezetőkké, amit a nyilak sötétítő színe jelez])

A víz tehát elsősorban a Bodrog irányából érkezik a belső területekre. A Bodrogzugba való behatolásának másik lehetősége, hogy az ábrázolt területen kívülről, a Viss-Zalkod-Kenézli közötti futóhomok terület északi oldalán lévő mélyfekvésű átjárón folyik be. A kisebb kiöntések során nem jut minden mélyedésbe víz a terület természetes morfológiája mellett sem, ezen a művi elemek csak tovább rontanak. A természetes vízutánpótlás biztosítása fontos lenne a táji rendszer működésének stabilizálásához.

1. táblázat. A bodrogzugi mintaterület különböző árvízvédelmi fokozatoknál előtött magassági régiói 0,5 méterenként (km²-ben)

Árvízvédelmi fokozatok	93,50-94,00 m	94,00-94,50 m	94,50-95,00 m	95,00-95,50 m	95,50-96,00 m	96,00-96,50 m	96,50-97,00 m	97,00-97,50 m	97,50-98,00 m
I. fok - 1m (az I. fok alatt)	1,17	7,36	1,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I. fok - 0,75m (")	1,17	7,76	5,48	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I. fok - 0,5m (")	1,17	7,76	7,03	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I. fok - 0,25m (")	1,17	7,76	7,59	5,66	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
I. fok	1,17	7,76	7,59	6,59	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00
II. fok	1,17	7,76	7,59	6,90	2,31	1,58	0,41	0,00	0,00
III. fok	1,17	7,76	7,59	6,90	2,31	1,63	0,70	0,50	0,44

2. táblázat. A rakamazi mintaterület különböző árvízvédelmi fokozatoknál előtött magassági régiói 0,5 méterenként (km²-ben)

	94,00-94,50m	94,50-95,00m	95,00-95,50m	95,50-96,00m	96,00-96,50m	96,50-97,00m	97,00-97,50m
I. fok - 1m (az I. fok alatt)	2,43	4,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I. fok - 0,75m (")	2,43	4,78	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
I. fok - 0,5m (")	2,43	5,04	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00
I. fok - 0,25m (")	2,43	5,04	2,11	0,12	0,00	0,00	0,00
I. fok	2,43	5,04	2,29	0,42	0,00	0,00	0,00
II. fok	2,43	5,04	2,32	0,75	0,40	0,04	0,00
II-III. fok	2,43	5,04	2,32	0,75	0,41	0,08	0,01

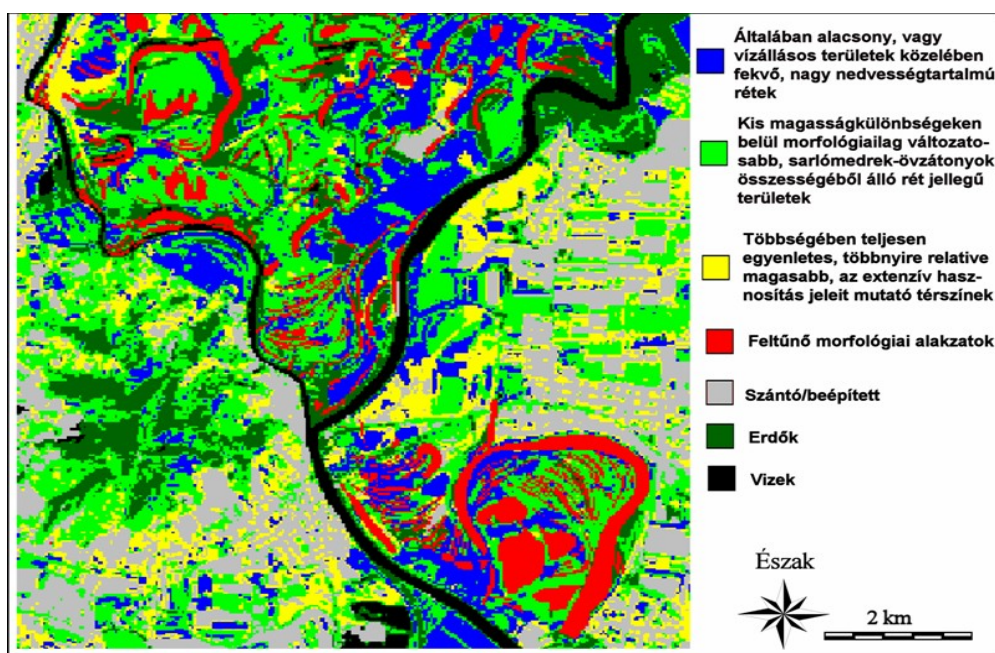
3.3. A műholdfelvételek és a digitális magasságmodell elemzése

Az űrfelvétel interpretációval elsősorban az volt a célunk, hogy segítségével könnyebben és pontosabban elválaszthassuk egymástól az **eltérő ökológiai jellegű morfológiai típusokat**, megkönnyítve ezzel a helyszíni geomorfológiai felvételezést és kiegészítve annak hiányosságait. Ezt úgy értük el, hogy digitális kiértékelés különböző hamisszín kombinációi közül kiválasztottuk azokat a kompozitokat, amelyek a különböző típusú növényzeti fedettséget a legjobban jelzik (pl. 7. ábra), és azt ráfeszítettük egyrészt a digitális terepmodellre, másrészt a geomorfológiai térképre.



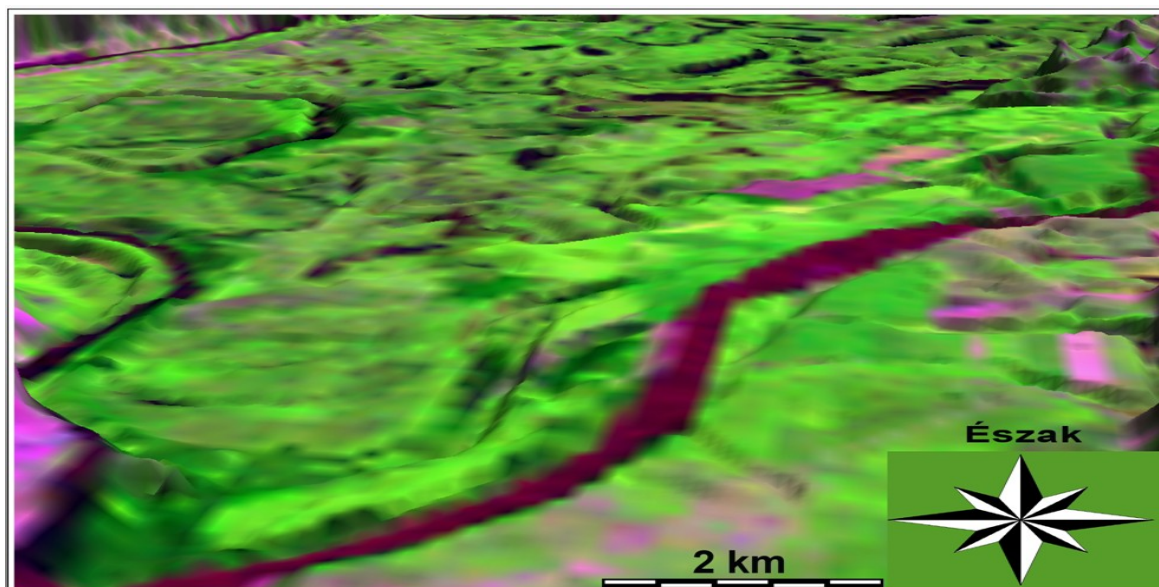
7. ábra. A mintaterület domborzatmodellje a ráfeszített űrfelvétellel.

Az összehasonlítás vizuálisan megerősítette azt az előzetes feltételezést, hogy az árterek különböző magasságú szintjeinek növényborítottsági, sőt földhasznosítási típusai az űrfelvételekről – azok felbontási határain belül - jól meghatározhatók (8. ábra).



8. ábra. Az űrfelvételből származtatott földhasznosítási típusok

Mivel a különböző magassági szintek általában geomorfológiailag is eltérő formatípusokat jelentenek, így az interpretálás valóban (bár áttételesen) segítette a terület geomorfológiai felvételezését (9. ábra).



9. ábra. Az űrfelvétel és a DEM kapcsolata.

Tapasztalataink alapján a módszer más területeken is használható lesz. Ez annak ellenére kimondható, hogy a digitális magasságmodell és a műholdfelvételek értékeinek korrelációs vizsgálata azt mutatta, mintha a két változó (a tengerszint feletti magasság és a normalizált vegetációs index) nem lenne kapcsolat ($r=0,21$; $p<0,05$). Az elemzést kisebb terület egységeken belül, 0,5 m-es szintekre bontva is elvégeztük, de a korrelációs együttható értéke ekkor sem lett 0,3-nél nagyobb. Ennek oka feltehetőleg az, hogy a műholdfelvételek pixelintenzitás-értékeinek nagy a szórása, ugyanazt a tájfelületet túl sokféle érték írja le. Emellett a kis magasságkülönbségek ellenére a terület mikromorfológiailag igen változatos. Mindezek következtében a vizuális kiértékelés során még megfigyelhető összefüggések a digitális feldolgozáskor már eltűnnek. A kérdés mindenképpen további vizsgálatra érdemes, és a legújabb, jóval nagyobb térbeli és spektrális felbontású űrfelvételek annak sikeres megoldását prognosztizálják.

4. Összefoglalás

Munkánknak ebben a fázisában messzemenő következtetéseket nem kívánunk levonni, de a digitális magasságmodell alapján így is jól látható néhány összefüggés:

- ki tudtuk jelölni azokat a településeket, melyeket egy esetleges gátszakadás veszélyeztet,
- azonosíthatók az áradások kialakulását gátló természetes küszöbök és a vizet a holtmedrekbe vezető árvízi kapuk,
- az űrfelvételek jó kisegítő eszköznek bizonyulnak a geomorfológiai formák térképezésénél;
- a magasságmodell és az űrfelvétel között nem találtunk szoros kapcsolatot, melynek okát abban látjuk, hogy a növényzetet nem a tengerszint feletti magasság határozza meg, hanem a (különböző abszolút magasságú és relatív helyzetű) morfológiai formák.

A digitalizálás módszertani vonatkozásaival kapcsolatban a következő megállapításokat tehetjük:

- nagy mennyiségű digitalizálandó térkép esetén elkerülhetetlen segéderő bevonása, vagy kész adatbázis beszerzése,
- mindkét módszer esetén szükséges az elkészült adatbázis tüzetes átvizsgálása, mely nemcsak az elsődleges alapadatbázist kell hogy érintse, hanem a további lépések során (interpoláció, űrfelvétellel történő összevetés, elöntés) is végig fontos szempont kell hogy legyen.

Irodalom:

- Borsy Z. 1953: A Bodrogek felszínének kialakulása, Földrajzi Értesítő, pp. 409-419
- Borsy Z. 1969: Bodrogek, In: A tiszai Alföld, Szerk. Marosi S. – Szilárd J., Budapest, pp. 33-36
- Borsy Z. – Félegyházi E. 1982: A vízhálózat alakulása az Alföld északi részében a pleisztocén végétől napjainkig, Szabolcs-Szatmári Szemle, 3. pp. 23-32.
- Borsy Z. Lóki J. – Félegyházi E. 1988: Bodrogek, ember-táj-mezőgazdaság, Szerk. Fehér A., Miskolc, p.239
- Dévai Gy- Müller Z. 1998: A Tiszabercel és Gávavencsellő közötti Tisza-hullámtér természeti állapotának jellemzése és környezetminőségi értékelése; Studia Odonatol. Hung. 4. pp. 83-97.
- Szabó J. (koord): Az észak-alföldi régió fejlesztésének környezeti, társadalmi, gazdasági és kulturális kérdései, OM pályázati beszámoló, Debrecen, 1998, kézirat. p. 35.
- Szabó J. – Sütő L. 2002: Az egyedi tájérték kataszterezés néhány elvi kérdése és gyakorlati tapasztalatai a Cserehát példáján, Magyar Geomorfológus Találkozó - 2002 – előadásai, Eger, in print
- Szabó J. – Tóth Cs. – Félegyházi E. 2000: Az élettelen természeti értékek védelme és környezetkímélő hasznosítási lehetőségei a Tisza-vidéken (Kisköre feletti magyarországi szakasz), MÉM Tisza Program 2000, pályázati tanulmány, p. 13.
- Szabó J. – Tóth Cs. - Félegyházi E. 2003: Tájértékek és folyóvízi felszínfejlődés – Tisza menti vizsgálatok alapján, Előadás a Magyar Földrajzi Társaság Vándorgyűlésén, Nyíregyháza
- Tóth, Cs.- Félegyházi, E. - Szabó J. 2001: The study of the middle Tisza region dead riverbeds from the aspect of landscape rehabilitation; In: Man and landscape, Eds: L. Buzek, M. Rzetala, Ostrava-Sosnoviec, pp.148-155.