

**Síkvidéki vízgyűjtőterület domborzatilag konvergens helyeinek feltárása a  
Fazekas-zug belvízöblözetben**

Zagyva Dániel

árvízvédelmi referens

Felső-Tisza-vidéki Vízügyi Igazgatóság, Nyíri Szakasz mérnökség

**1. Bevezetés**

A síkvidéki vízgyűjtőterületek az árvízmentesítési munkák szülöttjeként potenciális belvizes területekként tartandók számon. A belvíz fogalmának meghatározásával több neves kutató is foglalkozott, többek közt Pálfai (2001) aki több mint 50, sokszor különböző sokszor hasonló megfogalmazást gyűjtött össze.

Kialakulásában több tényező is szerepet játszik, melyeket számos oldalról lehet csoportosítani. A két nagy befolyásoló oldal a természetes és antropogén tényezők. A természeti tényezőket vizsgálva tovább oszthatók azok időbeli befolyásolásuk alapján. Rövid idő alatt hatást fejt ki a meteorológia, míg hosszú idő távlatában a terület – vagy vízgyűjtő – morfológiája. A síkvidéki vízrendezés befolyásolt összegyülekezésű folyamat, mely kulcsfogalom a jelenlegi helyzetben, hiszen az ember által alkotott rendszereken múlik a káros felszíni vizek elvezetése. (Pálfai, 2004)

A domborzat jellege egy olyan kritikus kérdés, mely több szakmát – építőmérnöki, mezőgazdálkodó - és célt – talaj termőképessége, vízelvezetés - egyesít magában.

**2. Szakirodalmi áttekintés**

**Talaj tulajdonságai**

A talajok fontos tulajdonsága azok kötöttsége és vízelvezető- és tározó képessége. A kötöttebb talajok hátrányosabbak, hiszen kisebb hézagterfogatuk van, valamint kisebb a szivárgási tényezőjük is. A talajvíz mélysége döntő tényező a belvíz elszivárgásában. Általánosságban a rosszabb vízvezetőképességű talajok lassú elszivárogtatása miatt magasabb talajvíz fordulhat elő, mely egyfajta sorbaállásra kényszeríti a felszíni vizeket. (Tomor, 2007; Pálfai, 2004; Bíró és társai, 2002)

Vizsgálendő tényező a domborzat. A technológiai fejlődés szintje lassan olyan magasságokat súrol, hogy a valóság rendkívül pontosan leképezhetővé válik. Érdekes mód a dombvidéki vízrendezés mellett a síkvidéki vízrendezés gyakorlatában is egyre nagyobb teret nyer a légi lézerekkelés (LiDAR) alkalmazása. Szatmári és társai (2012) tanulmányuk során, három mintaterületről származó különböző domborzati adatok összehasonlítása alapján megállapították, hogy a Magyarországról lévő legnagyobb felbontású DDM-5 modell nem ad pontos képet a síkvidéki vízrendezés gyakorlatához. (van Leeuwen, 2012)

A belvizek összegyülekezését segíti a domborzat konvexitása, vagyis görbülete. Ennek elemzésével elkülöníthetővé tehető a domborzat vertikális és horizontális tulajdonságai. A vertikális síkon történő irányváltozás definiálja a vízsebességet és a gyorsulást, mellyel erózió hatása számítható. A vízszintes síkon bekövetkező irányváltás pedig a lefolyási irányok konvergenciáját és divergenciáját adja meg. Síkvidéki vízrendezésben a konvergencia vizsgálendő.

Vágás (2003) megállapításai szerint a természeti jellegű folyamatokban a  $r > 0,60$  értékű korreláció már elfogadható szorosságú kapcsolatot ad, valamint Thyll és Bíró (1999) tanulmánya alapján a kedvezőtlen vízgazdálkodású talajok kialakulása és a konvexitás kapcsolata  $r = 0,73$ . Endrédy (1942) szerint a rossz vízgazdálkodás – például a szikesedés – oka az oldott sótartalom mellett a lefolyástalanság.

### **Mezőgazdasági aspektus**

Az átlagos évi 500-600 mm csapadék alig elég az öntözés nélküli gazdálkodás fenntartásához, így kiküszöbölve ezt, öntözés szükséges. A többlet víz kiadagolása a területre különösen, ha helytelenül alkalmazzák, növelheti a terület belvízi veszélyeztetettségét (Forgóné, 2000). Azonban ha a kiadagolandó vízmennyiséget hozzáigazítják az öntözendő kultúra vízigényéhez, illetve biztosítják a megfelelő tápanyagutánpótlást a talajba, akkor az öntözés nem növeli a belvív kialakulásának lehetőségét. (Kozák, 2006)

Forgónéhoz (2000) hasonlóan, Csatári (2001) is több, a mezőgazdaságihoz kötődő tényezőt határozott meg az elöntések rész okaiként. Ilyenek a mélyfekvésű, tömörödöttebb rétegű területek szántóként való hasznosítása, a kiépített csatornahálózatok szakszerűtlen használata és elhanyagolása, valamint a tulajdonos váltások következtében a földekre eső csatornahálózatok beszántása, feltöltése.

A helytelen talajhasználat, vagy éppen a túlhasználat is nagyon könnyen okozhat problémát tehát kiemelt jelentőségű a helyes művelési ág megválasztása. Az intenzív mezőgazdasági művelés hatására kialakul az eketalp réteg, mely szintén gátolja a vizek

perkolációját. Ez kikerülhető mélyszántás alkalmazásával mely növeli a vízvezető talajréteg vastagságát, így növelve az elnyelhető vízmennyiséget. Amennyiben a szántás iránya párhuzamos a csatorna tengelyével akkor gátolja a vizek befogadóba jutását, még a meglévő táblacsatorna ellenére is.

Végig vizsgálva a művelési ágakat megfigyelhető, hogy a legnagyobb belvízcsökkentő hatással az erdők rendelkeznek. Ezzel szemben a legelők az állatok miatt tömörödtebb talajréteget alakítanak ki, mely gátolja a vizek talajba szivárgását, így növelve a belvízkockázatot. Egy terület burkolása is magas arányban növelheti a belvíz lefolyásának mennyiségét és idejét is. Fontos figyelembe venni a lefolyástalan területeket is, hiszen legtöbb esetben ezek kerülnek el a legalacsonyabb magasságokon, és sokkal kötöttebb szerkezetűek. Mélyebben fekvő területek termelésbe való bevonása növelheti a kockázat értékét.

Mindezekből levonható a következtetés, hogy a helyesen megválasztott agrotechnikai módszer alkalmazása növeli a talaj hízagtérfogatát, javítva annak vízgazdálkodását és csökkentve a belvízkockázatot. (Balázs, 2015)

### **Térinformatika alkalmazása**

A megfelelő domborzati modellek előállítás és értelmezése két egymástól elválló fogalom. Mindkettőben kitárulkozni látszanak a lehetőségek, melyet sikeresen meg is ragadnak a kutatók.

A modellek feldolgozásának több célja lehet. Vizsgálhatók a belvíz kialakulásának okai (Bíró, 1999; Bíró, 2017), vagy a veszélyeztetettség mértéke (Thyll és Bíró, 1999; Bíró és társai, 2000). Jelenleg a térképezés és az elöntési területek, valamint várható térfogat előrejelzése a munka célja. A jelenség előrejelzését tekintve három módszertani csoport különíthető el. Ezek a terepi adatgyűjtés, távérzékelés és a környezeti elemek komplex vizsgálata (Tomor, 2007). Első lépésként a potenciálisan konvex helyek meghatározása a feladat, melynek bizonyítására több publikáció is fényt adott.(Lénárt és társai 1997; Bíró és társai 2001).

Belvíz térképezés, felmérések során számos egyszerűsítés történt az évtizedek alatt, tekintve a fogalom nehéz megfoghatóságát. Több évig az elöntött területek nagyságának meghatározása szemrevételezéssel történt, ami igazán pontatlannak mondható, valamint mennyiségének meghatározása is egy átlag mélység becslésével valósult meg (Bárdos–Muhoray, 2012). A térképek elkészítését megelőzi az adatgyűjtés, amely műholdas

távérzékeléssel, légifényképezésen alapuló távérzékeléssel és terepi adatfelvételezéssel történhet.

A műholdakkal készített multispektrális felvételek előnye, hogy az infravörös sávok alkalmasak nem csak a nyílt vízfelületek, hanem a túlnedvesedett talajrétegek elkülönítésére is. Megfelelő meteorológiai körülmények közt egységes, jó képminőséget ad. Hátránya a műhold észlelési sűrűségében rejlik, amit a kedvezőtlen meteorológiai viszonyok tovább ronthatnak, vagyis a tényleges feldolgozás időben csúszhat. (Rakonczai és társai, 2002)

A légifényképezés gyorsabban végrehajtható, és a jobb felbontás miatt részletesebb terület-meghatározás lehetőségét nyújtja. Azonban nagyobb kiterjedés esetén megnő a munkaráfordítás, a kisebb spektrális felbontás miatt bizonytalanabb egyes felszínek beazonosítása, melyen javíthat az egyidejű terepi mérés alkalmazása. (Rakonczai és társai, 2002)

Minden bizonnyal a terepi mérések szolgáltatják a leggyorsabb adatgyűjtést, valamint a növényzettel benőtt felszíneken is megfelelő pontossággal alkalmazható, és az előzőekhez képest olcsónak tekinthető. Ezzel szemben munkaerő igényes, a felmérők nagy száma miatt torzul az eredmény, valamint több egyszerűsítést tartalmazhat. (Rakonczai és társai, 2001) Ezért is jelent előrelépést a távérzékelte adatok feldolgozásának lehetősége, legyen az akár műholdfelvétel vagy LiDAR technológiával előállított pontfelhő. A mikrodomborzat megfigyelésére, felvételezésére csakis a Lidar képes.

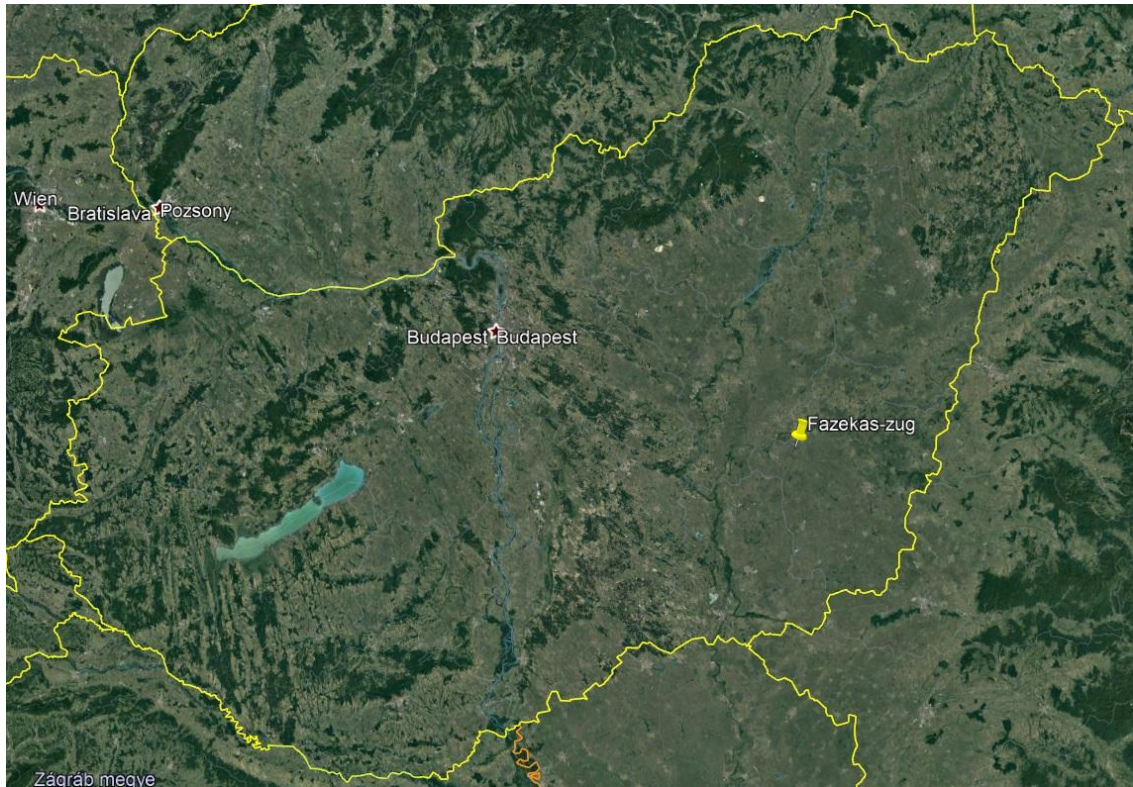
A LiDAR, és a belőle előállított digitális terepmodellek alkalmazása a jövőben elengedhetetlen lesz a síkvidéki vízrendezés tervezésében. A légi lézerszkennelés eredményeként egy georeferált ponthalmaz állítható elő, mely tartalmazza a felszínt valamint a felszínen elhelyezkedő objektumokat (épületek, műtárgyak, növényzet), és ezek magassági értékeit.

Az adatgyűjtés célja leggyakrabban a későbbi munkák segítését szolgáló magassági pontok felvételezése. A felmérés részletessége állítható a négyzetméterenkénti pontszámok növelésével. Ezzel kis részletek is láthatóvá válnak a modellen, azonban nagyban meghosszabbítja a feldolgozás idejét.

### **3. Anyag és módszer**

#### **Földrajzi elhelyezkedés**

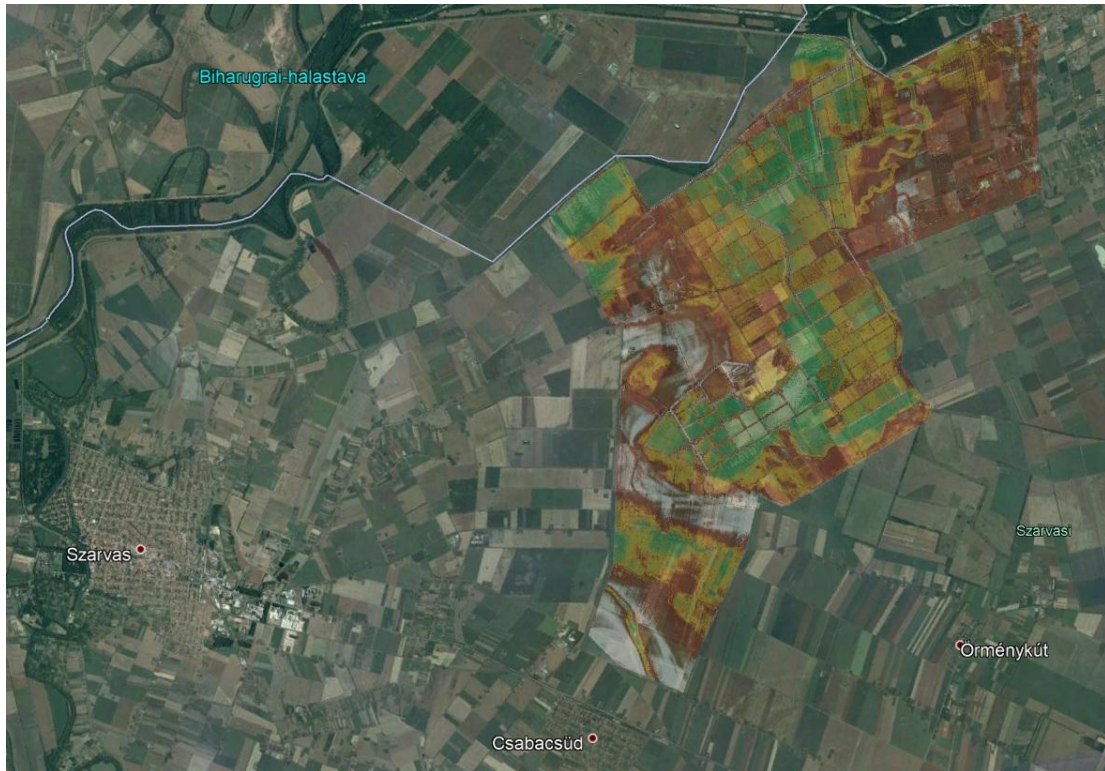
Békés megye Magyarország délkeleti részén fekszik. Északról Hajdú-Bihar megye határolja, nyugatról Jász-Nagykun-Szolnok és Csongrád megyék, délről és keletről a román határ. Székhelye Békéscsaba. (1. ábra)



1. ábra Fazekas-zugi belvízöblözet elhelyezkedése (Google Earth, 2018)

Magyarország tájbeosztása szerint a terület egésze a Körös-Maros középtáj északi részén, Békési-sík kistáján terül el, Békés és Jász-Nagykun-Szolnok megye területén, melynek teljes területe 1.250 km<sup>2</sup>. (Marosi-Somogyi, 1990) Összesen 18 db település található rajta.

A vizsgálandó mintaterület (2. ábra) kiterjedése 48 km<sup>2</sup>, a teljes öblözet 22%-a. Jellemzően mezőgazdasági területek találhatók rajta, külön kiemelve a Horváthpusztai halastavat.



2. ábra Belvízöblözet lehatárolása (Google Earth, 2018)

A belvízöblözet, és hozzátartozó csatornahálózat teljes egészében a Körös-vidéki Vízügyi Igazgatóság (KÖVIZIG) működési területén helyezkedik el. A KÖVIZIG területe 4.108,10 km<sup>2</sup>, melyen 10 db belvízrendszer, ezen belül 28 db belvízöblözet található. Mindezeket kiegészíti 8 db állandó belvíztározó, melyek összes térfogata 10,46 millió m<sup>3</sup>.

A terület a szarvasi szakaszmérnökség kezelésébe tartozik. A 12.09-es mezőberényi belvízrendszer 5 csatornát foglal magába, melyek összes hossza 43.205 m.

### **Talajtani tulajdonságok**

Szarvas térségének talajképződési folyamataiban döntő szerep jutott a víznek. A víztöbblet kialakulását elősegítették földtani, geomorfológiai és hidrológiai adottságok is, melyek ahhoz vezettek, hogy hidromorf szikes és réti talajok, valamint ezek altípusai alakultak ki.

Kiválóan elkülöníthetővé tehetők az egykor vízzel borított-és mentett területek, vagyis a magasabb és mélyebb részek. Jellemzően a mélyebb övezetek a víznek való kitettségük miatt inkább agyagos üledékek a talajképzők, míg a magasabb területeken lösz a jellemző. (Tóthné, 1997)



### **Domborzati viszonyok**

A KÖVIZIG teljes területe mélyfekvésű, kedvezőtlen talajadottságú, így fokozott belvízi veszélyeztetettségnek van kitéve. A káros elöntések mind mezőgazdasági területeket mind belterületeket is veszélyeztetnek.

A mintaterület szinte egész kiterjedésében síknak nevezhető. A kistáj tengerszint feletti magassága 83-92 mB.f. között változik. Jelenlegi állapotát tekintve a kéregmozgások és szabályzások módosították a vízjárást, valamint ezzel párhuzamosan az éghajlat pedig a hőmérséklet és csapadék változásán keresztül befolyásolta a felszín alakulását.

### **Klimatikus tulajdonságok**

Az éghajlat inkább kontinentálisként határozható le, meglehetősen hideg téllal és meleg nyárral. Arid besorolású területnek minősül, melyre jellemző az aszályos nyári időszak, ugyanakkor a kora tavaszi időszakban gondot okozó őszi-téli felhalmozódott csapadékokból kialakult vízfelesleg.

A csapadékháztartása jobb az alföldi átlagnál, ugyanis a területtől légvonalban mindössze 60–70 km-re emelkednek az Erdélyi-szigethegység igen magas, 1.800 métert is meghaladó láncai (Béli-hegység, Bihar-hegység, Vigyázó-hegység), ezért megugrik az éves csapadék-mennyiség, 550–600 mm-re. Azonban ez a mennyiség térben is időben rendkívül egyenlőtlen eloszlást mutat.

Az évi napsütéses órák száma is magas országos viszonylatban. Az éves napfénytartam átlagosan 2.000-2.500 óra. A legtöbb napsütés átlagosan júliusban éri a területet, mivel ekkor a legkevesebb a felhőzet mennyisége.

A relatív nedvesség a hőmérséklet évi járásának tükörképe, azzal fordított arányosságban áll. Legnagyobb értékeit a téli hónapokban veszi fel, minimuma nyár közepén alakul. (Tóthné, 1997)

### **Vízrajzi adottságok**

Az országot vizsgálva elmondható, hogy a KÖVIZIG területén legnagyobb a csatornasűrűség. Az Igazgatóság kezelésében 726 km állami tulajdonú belvízcsatorna van, aminek több mint fele kettős hasznosítású. Ezek vízelvezető képességének megtartása és karbantartása kiemelt feladat. Gyomaendrőd, Szarvas, Hunya, Örménykút települések, valamint Mezőberény külterületének belvizeit gyűjti össze a Fazekaszugi öblözet és a Malomzug-Décsipusztai-csatornán keresztül kapcsolatban áll a Szarvas-Békésszentandrás holtággal.

Folyóvizeket nézve keresztül folyik a területen a Fehér,- Fekete,- Kettős,- Sebes-és a Hármaskörös, Berettyó, Száraz-ér, Hortobágy-Berettyó, melyek a Vízyűjtőgazdálkodási terv alapján erősen módosított illetve mesterséges csatorna besorolással rendelkeznek.

Állóvizeket vizsgálva 5 természetes tó található a területen, valamint több halastó. Nagyobb állóvíznek sorolható a Biharugrai halastó, Kákafoki-holtág és a Békéscsabai Téglagyári tavak.

### **Lézer alapú távérzékelés alkalmazása**

A vizsgált Fazekaszug öblözet felmérése a Halászati és Öntözési Kutatóintézet kérésére történt meg adatszolgáltatás végett, „A mezőgazdasági vízszolgáltatás infrastruktúrájának állapotfelmérése, racionalizálási lehetőségei és a potenciális mezőgazdasági vízhasznosítási lehetőségek felmérése a Mezőgazdasági Vízhasználat Adattár (MVA) kialakítása érdekében” nevű kutatáshoz. A légi lézerszkennelés és a digitális mérőkamerás felvételezés végrehajtására 2013. május 10-én került sor.

A felmérést követően készült egy klasszifikált LAS kiterjesztésű pontfelhő UTM és EOVS vetületi rendszerben 1x1 km-es blokkokban. Ezen felül két darab 1-1 m felbontású TIFF kiterjesztésű digitális domborzat modell (DDM) és digitális felszín modell (DFM), szintén UTM és EOVS vetületi rendszerben. Legfontosabb különbség a két modell közt, hogy a felszín modell a domborzati adatokon túlmenően tartalmazza a különböző tereptárgyak magassági értékét is.

### **Térinformatikai eszköz használata**

A bemutatott elemzések elvégzéséhez választott szoftver az ArcMap 10.2.2. volt. Általános feldolgozások során elkészült a vizsgált területrészlet digitális domborzat modellje, lejtések elemzése és a görbület, vagyis konvexitás vizsgálata.

Jelenleg legfontosabb, vizsgált tényező a görbület, melynek matematikai megközelítését Zevenbergen és Thorne (1987) jegyezte fel az alábbi formulában:

$$K_H = \frac{\left(\frac{\delta^2 z}{\delta x^2}\right)\left(\frac{\delta z}{\delta y}\right)^2 - 2\left(\frac{\delta^2 z}{\delta x \delta y}\right)\left(\frac{\delta z}{\delta x}\right)\left(\frac{\delta z}{\delta y}\right) + \left(\frac{\delta^2 z}{\delta y^2}\right)\left(\frac{\delta z}{\delta x}\right)^2}{p^{3/2}}$$

ahol

$K_H$  – görbület értéke

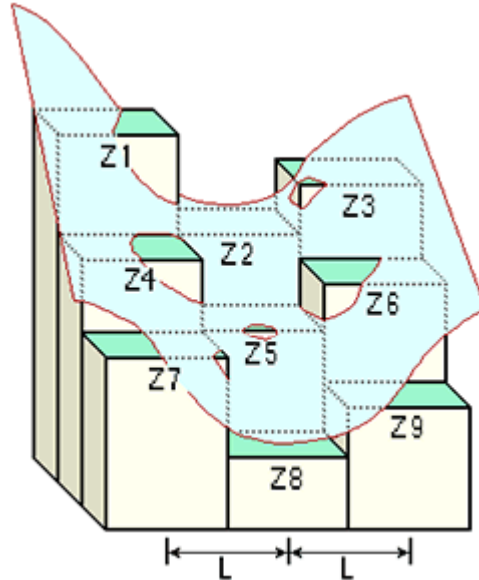
x,y,z – tér három koordinátája



$$p = (\delta z / \delta x)^2 + (\delta z / \delta y)^2$$

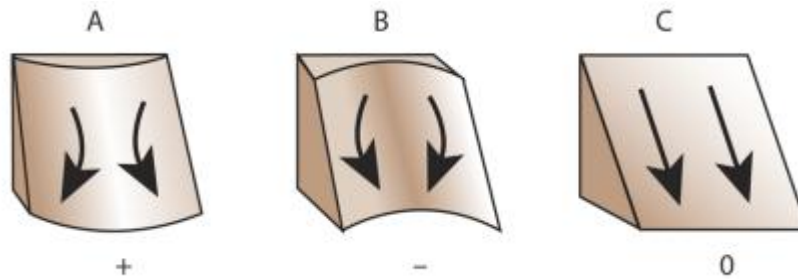
Felhasználásakor az eszköz a felszín görbületét celláról cellára kiszámolja, mely értékekre egy negyedfokú poligont számol. (3. ábra)

$$Z = Ax^2y^2 + Bx^2y + Cxy^2 + Dx^2 + Ey^2 + Fxy + Gx + Hy + I$$



3. ábra Görbület eszköz működési elve

Eredménye egy raszteres térképlap, mely negatív, pozitív és nulla értékekkel rendelkezik. A pozitív értékek helyén a felszín konkáv, tehát széttartó, negatív értékek esetén konvex vagyis összetartó, és nulla esetén sík. (4. ábra)

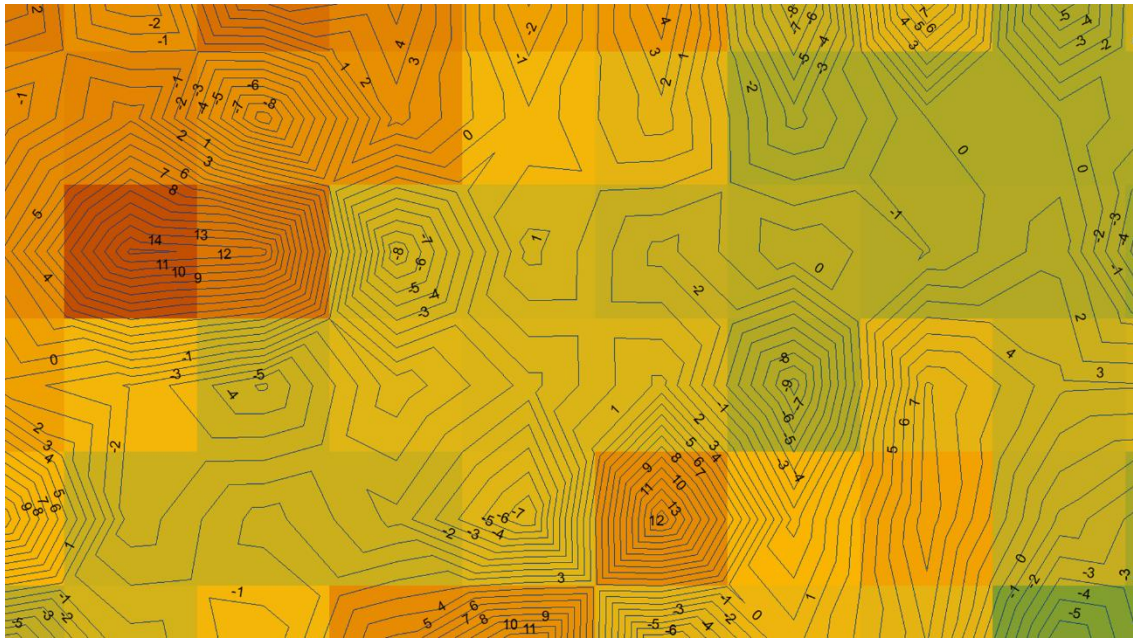


4. ábra Konvexitás értelmezése horizontális síkon

A létrejött raszteres állomány kiegészítéseként, szemléltetés végett megalkothatók az azonos értékeket összekötő izovonalak.

#### 4. Eredmények

A görbületi elemzéseket figyelemmel kísérve könnyen megállapíthatók a lefolyástalan terepmélyedések. Az elemek újra osztályozásával elkülöníthetők a pozitív és negatív értékkel rendelkező térrészek. Az 5. ábra reprezentálja a létrehozható rasztert, illetve az azon lévő izovonalakat. Az értékek jelentése a 4. ábra alapján értelmezhetők.



5. ábra Horizontális görbületet ábrázolása

A térképek tulajdonságait vizsgálva meghatározható azok kiterjedése. A teljes terület 50,67 %-a került a konvergens térképrészletre. Ebből következik, hogy gyakorlatilag a terület fele mindössze a domborzat oldaláról belvívveszélyeztetettnek tekinthető.

Természetesen az elkészített vizsgálatok mellé egyéb kiegészítő elemzések is készíthetők. Érdekes megvizsgálni a terep lejtésének nagyságát - ugyanis a belvív kialakulásából kritikus lejtésnek mondható az 1-2 % alatti tereplejtés – mellyel árnyalhatóvá tehető a feldolgozás. Ezekkel párhuzamosan érdemes megvizsgálni a dombvidéki területek elemzésének alapvető tulajdonságát, a kitettséget. A délkelet-délnyugat felé néző területek jobban felmelegednek, ezáltal jobban párologhat a felszíni vízborítás.

## 5. Összefoglalás

Domborzati oldalról közelítve a síkvidéki területek ilyen szintű elemzésével lehetőség nyílik arra, hogy minimális szinten csökkenthető legyen a belvív kialakulásának az esélye. Azonban ehhez nagyfokú összefogás szükségeltetik az agrár és a vízügy oldaláról, félre téve az ellentéteket, valamint a megnem értettséget. Ilyes fajta felméréseket érdemes elvégezni Magyarország több, belvízzel veszélyeztetett területén, hiszen pontosíthatóvá válnak a veszélytérképek.

Problémaként hat a károk mértékének megfelelő kárpótlás díja. Ezt befolyásolja a termőtalaj minősége, a terület érzékenysége, az előntés kiterjedése és nem utolsósorban az előntött termény. A kár elszenvedése sokszor könnyebb megoldásnak minősül a mezőgazdaság számára a kártalanítás mértéke miatt.

Domborzat vizsgálatok alapján a terület több mint fele belvízzel veszélyeztetettnek tekinthető. Ez azért is nevezhető kiemelkedően jelentős aránynak, hiszen a domborzat ember által befolyásolható, tehát világosan rávilágít, hogy a belvíz elleni beavatkozás első lépése talán itt tehető meg.

A kritikus belvíz helyzetek megoldásához azonban nem elég csupán a megfelelő modellek elkészítése, azonban mégis annak alapjaként szolgálnak. Legtöbbször az elnagyolt térképek feldolgozása volt a kiinduló pont, melyeket további interpolációk használatával pontosítottak, bár ezek megbízhatósága a nyilvánvaló okok miatt korlátozott. Mindezekből kiindulva a dolgozat tartalma igazolni látszik, hogy a belvízkutatásban létjogosultsága van a sokkalta részletesebb domborzat adatoknak és ezek felmérésének. Ezek előállítása költséges, azonban helyes elemzésével hosszútávon csökkenthetők a belvízérzékeny területek kiterjedése, ezáltal várhatóan a kialakuló belvízkárok is.

A teljes terület értékelésén túl kiemelkedő jelentőségű a kisebb egységek elkülönítése az elemzések során. A lokális depressziók mikro-vízgyűjtőterületének meghatározása után könnyen meghatározható azok potenciális tározó képességük. Ezek ismeretében tervezhetőbbé válik a felszíni elöntés elvezetése vagy más helyen való tározása.

Az ilyen jellegű adatok ismerete megkönnyítheti a mezőgazdasági terület belvívveszélyeztetettségi osztályba sorolását, illetve azok újra gondolását. Ezen túlmenően érdemes átgondolni egy terület nagyfokú veszélyeztetettsége esetén a kártérítés összegének csökkentését. Amennyiben a gazdálkodó számára alátámasztható és kimutatható a művelés alá vont földrészlet veszélyes mivolta, onnantól kezdve saját belátása szerint kell cselekednie.

## 6. Irodalomjegyzék

- (1.) Balázs B. (2015): Belvív-veszélyeztetettség vizsgálata alföldi mintaterületen. Doktori (PhD) értekezés, Debreceni Egyetem, Debrecen, 230p.
- (2.) Bárdos Z. – Muhoray Á. (2012): A belvív kialakulása és az ellene való védekezés lehetőségeinek vizsgálata, Hadmérnök, 7. évf. 1. 78-90 p.
- (3.) Bíró T. (1999): A belvizek kialakulásának térinformatikai elemzése. In: IX. Országos Térinformatikai Konferencia, Szolnok, Magyarország, 1-10 p.
- (4.) Bíró T. (2017): Amikor sok víz van a területen – Belvív, Magyar Tudomány, 178. évf. 10. 1216-1227 p.
- (5.) Bíró T. – Thyll Sz. – Tamás J. – Lénárt Cs. (2000): Térinformatikai módszerek alkalmazása a belvív-veszélyeztetettség térképezésében, In: Borsosné Pallagi Nóra (szerk.). A Magyar Hidrológiai Társaság XVIII. Országos Vándorgyűlése, Budapest, Magyar Hidrológiai Társaság, 754-760 p.
- (6.) Bíró T. – Tamás J. – Lénárt Cs. (2001): belvíztérképezés a területfejlesztés szolgálatában, In: Dormány G. – Kovács F. – Péti M. – Rakonczai J. (szerk), A földrajz eredményei az új évezred küszöbén: A Magyar Földrajzi Konferencia tudományos közleményei, Szeged, Szegedi Tudományegyetem TTK Természeti Földrajzi Tanszék, 14-15 p.
- (7.) Bíró T. – Tamás J. – Lénárt Cs. – Tomor T. (2002): A belvív-veszélyeztetettség térbeli elemzése „A térinformatika szerepe az agrárstruktúra átalakításában és a vidékfejlesztésben” konferencia-kiadvány, Acta Agraria Kaposváriensis, 14 p.
- (8.) Csatári B. (2001): A Tisza vidék problémái és fejlesztési lehetőségei. Tisza Vidék kutatás Fejlesztési program összefoglalója, Kecskemét, Fejlesztési prioritások- A belvízvédelmé stratégiai kérdései.
- (9.) Endrédy E. (1941): A szikesek keletkezésének kérdéséről, Öntözésügyi Közlemények 3. évf. 1., Magyar Királyi Országos Öntözésügyi Hivatal
- (10.) Forgóné Nemcsics M. (2000): Belvízkár elhárító rendszerek fejlesztésének mezőgazdasági megalapozása földrajzi információs rendszerrel. Doktori (PhD) értekezés. Széchenyi István Egyetem, Gödöllő, 137p.
- (11.) Kozák P. (2006): A belvízjárás összefüggéseinek vizsgálata az Alföld délkeleti részén, a vízgazdálkodás európai elvárásainak tükrében. Doktori (PhD) értekezés. Szegedi Tudományegyetem, Szeged. 104 p.
- (12.) Lénárt Cs. – Tamás J. – Bíró T. (1997): Digitális terepmodellek (DTM-ek) használata a vízgazdálkodásban, In: Bezdán Mária (szerk.), Magyar Hidrológiai Társaság XV. Országos Vándorgyűlése, Budapest, Magyar Hidrológiai Társaság, 880-892 p.

- (13.) van Leeuwen, B. (2012): Artificial neural networks and geographic information system for inland excess water classification. Doktori (PhD.) értekezés. Szegedi Tudományegyetem. Szeged.
- (14.) Marosi S.-Somogyi S. (1990): Magyarország kistájkatasztere I.-II. MTA Földtudományi Kutató Intézete
- (15.) Pálfai I. (2001): A belvíz definíciói, Vízügyi Közlemények. 83. évf. 3. 376-392p.
- (16.) Pálfai I. (2004): Belvizek és aszályok Magyarországon, Közlekedési Dokumentációs Kft, h.n.
- (17.) Rakonczai J. - Mucsi L. - Szatmári J. - Kovács F. - Csató Sz. (2001): A belvizes területek elhatárolásának módszertani lehetőségei. Magyar Földrajzi Konferencia, Szeged 2001. ISBN 963 482 544 3
- (18.) Rakonczai J. – Csató Sz. – Mucsi L. – Kovács F. – Szatmári J. (2002): Az 1999. és 2000. évi alföldi belvízelöntések kiértékelésének gyakorlati tapasztalatai. In: Vízügyi Közlemények Különszámai IV. kötet – Elemző módszertani tanulmányok az 1998-2001. évi ár- és belvizekről, Budapest
- (19.) Szatmári J, - Szíjj N. – Mucsi L. – Tobak Z. – van Leeuwen B. – Lévai Cs. – Doleschall J. (2012): Comparing LIDAR DTM with DEM-5 of Hungary. In: Geiger J. – Pál Molnár E. – Malvic T. (Eds.), New horizons in Central European geomathematics, geostatistics and geoinformatics, Institute of Geosciences, University of Szeged, 151-159p.
- (20.) Thyll Sz. és Bíró T. (1999): A belvíz-veszélyeztetettség térképezése, Vízügyi Közlemények 81. évf. 4. 709-718 p.
- (21.) Tomor T. (2007): Térinformatika alkalmazási lehetőségei a környezeti konfliktusok kezelésében. Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem, Debrecen, 154 p.
- (22.) Tóthné Hanyecz K.: Szarvas környékének klimatikus, talajtani és hidrológiai vizsgálata, A Puszta, 14. évf, 1997, 192–203 p.
- (23.) Vágás I. (2003): Alföldi belvizeink elvezetése, hozzászólás. Hidrológiai Közlöny, 2003. 1. 62-64 p.
- (24.) Zeuberger L.W. – Thorne C.R. (1987): Quantitative analysis of land surface topography. Earth Surface Processes and Landforms 12. 47-56p.