

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A BELVÍZKÉPZŐDÉSI FOLYAMATOK
JELLEMZÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE
A BÉKÉS-CSANÁDI LÖSZHÁT TÁJEGYSÉGBEN**

Bozán Csaba

Témavezető: Dr. Tamás János DSc., egyetemi tanár



DEBRECENI EGYETEM

Kerpely Kálmán Doktori Iskola

Debrecen, 2021

1. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A globális klímaváltozás az utóbbi száz évben egyre nyilvánvalóbb hatásokkal jelentkezik, aminek jól észlelhető következményei vannak a Kárpát-medencében is (gyakoribb szélsőséges vízhiányos helyzetek, egy éven belül megjelenő vízhiányos időszakok). Hazánk síkvidéki területein a morfológiai, agrometeorológiai és hidro(geo)ológiai, valamint a talajtani adottságok miatt, természeti jelenségként, véletlenszerű ismétlődéssel rendszeresen kialakulnak egyes időszakokban térszíni elöntések (belvizek, talajvízfeltörések), illetve máskor aszályt okozó vízhiányok. Mindkét jelenség károkozása esetenként vállalhatatlan kockázatot jelent (Bozán *et al.*, 2015). Magyarország síkvidéki területeinek (45000 km²) megközelítőleg 60%-a belvív-veszélyeztetett, mely elsősorban az Alföldet és a Kisalföldet érinti (Pálfai, 2004). A néhány éves gyakoriságú elöntések által okozott károk szakértői becslések alapján több tíz Mrd Ft/éves értékű belvív-kockázatot jelentenek (Pálfai, 2006; Somlyódy, 2011). A környezeti és antropogén folyamatok eredményeként kialakuló soktényezős jelenség tanulmányozása a hazai (mezőgazdasági) vízgazdálkodás nagy múltra visszatekintő, kiemelt területe. A felhalmozott szakmai tudás óriási méretű, az elmúlt 15-20 év technológiai fejlődése pedig új fejezetet nyitott a belvív leírásában. Ennek ellenére a belvív-veszélyeztetettség és -kockázat térképezése komoly szakmai kihívást jelent. Kiváltképp, ha a jelenlegi állapoton túl a lehetséges vízkormányzási és területhasználati beavatkozásokat, illetve a környezeti trendek hatásait is számításba vesszük. Éppen ezért a vízügyi és a mezőgazdasági tervezésnek elengedhetetlen feltétele a belvív-veszélyeztetettség térképezés, mely lehetővé teszi a regionális aktív és passzív belvígazdálkodással kapcsolatos beavatkozások megtervezését és a belvívvédelmi stratégia pontosítását (Tamás, 2013). A belvív-veszélyeztetett területeken kialakított zónarendszert követve, a belvívjáráshoz jobban igazodó művelési, haszonvételi formák válthatják ki a jelenlegieket.

A belvív kialakulását meghatározó tényezők ok-okozati összefüggéseire és a földhasználat racionalizálására irányuló vizsgálataimat a Békés-Csanádi löszhát területén végeztem el.

Vizsgálataim általános célkitűzése, hogy meghatározzam a belvízzel veszélyeztetett területeket az általam létrehozott zónarendszer alapján. Ezzel lehetővé teyem a belvizekhez jobban igazodó művelési, haszonvételi formák regionális kialakítását, összeségében megalapozva a térségi vízkészletgazdálkodás fenntarthatóságát.

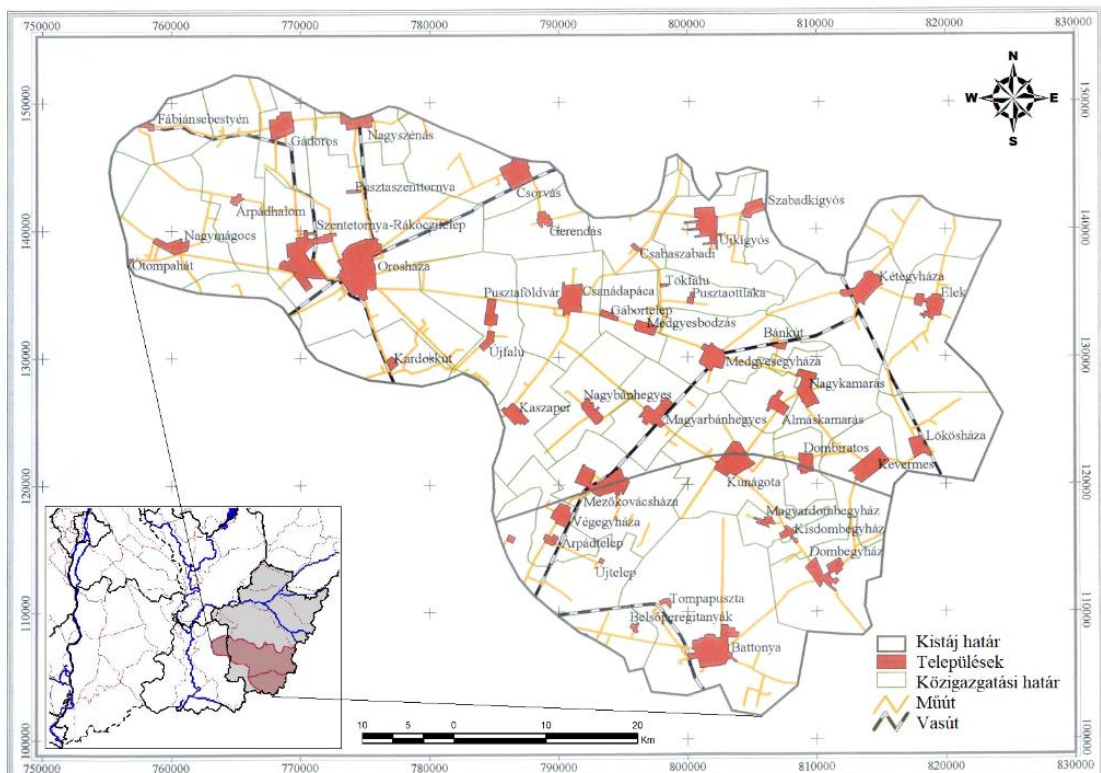
A tudományos munka célkitűzései:

1. A belvíz-veszélyeztetettséget befolyásoló főbb hatótényezők értékének meghatározása, a tényezők ok-okozati összefüggéseinek feltárása, a befolyásoló tényezők mértékének meghatározása, területi regressziós vizsgálatok alapján.
2. A talajvíz felszíni megjelenésének, feltörésének (földárja) jellemzése, szerepének meghatározása a belvíz kialakulásában.
3. A Békés-Csanádi löszhát tájegység belvíz-veszélyeztetettségének meghatározása a főbb hatótényezők alapján.
4. Földhasznosítási alternatívák meghatározása a káresemények csökkentésének függvényében.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A Békés-Csanádi löszhát jellemzése

A vizsgálati terület lehatárolásához a kistáj kataszter tájbeosztását (1. ábra) vettem figyelembe (Marosi és Somogyi, 1990).



1. ábra: A Békés-Csanádi löszhát közigazgatási térképe

A vizsgálati terület az Alföld nagytáj DK-i részén, a Körösök és a Maros folyók közének közel egy harmadát (1700 km²) fedi le. További két rész tájra oszthatjuk, a Békési és a Csanádi-hátakra (*Marosi és Somogyi, 1990*). A Csanádi-hát 400 km² kiterjedésű kis reliefű, alacsony, ármentes síkság, mely enyhén D-DNy-i irányba lejt. A Maros hordalékkúp legmagasabb központi részének déli része. A Békési-hát 1300 km²-t ölel fel, kissé tagoltabb felszínű, Ny-ÉNy-i lejtésű ármentes sík. A Maros hordalékkúp központi és északi tömegét adja. A jellegzetesen alföldi tájat elhagyott folyómedrek és fattyúágak tagolják, teszik változatosabbá. Az Alföld e részének a kialakulásában igen eltérő földtani folyamatok vettek részt. A pleisztocén folyamán az alföldi folyók majd mindegyike érintette a területet (*Sümeghy, 1944; Andó, 2002*). Az elsősorban mezőgazdasági hasznosítású kistáj talajtani adottságait a felszín közeli löszös üledékek és a talajvíz elhelyezkedése határozza meg (*Bozán et al., 2008*). Mechanikai összetételüket tekintve vályogos, közepes vízgazdálkodási tulajdonságokkal. Az alapvetően sok oldott só-tartalmazó talajvíz miatt a sófelhalmozódás az altalaj különböző szintjeiben igen gyakori jelenség. A helytelen talajművelés hatására tömörödött rétegek jöhetnek létre (eketalp), melyek a talajvíz mélybeszivárgását korlátozzák. A Békés-Csanádi löszhát területének klímáját legerősebben a kontinentális hatás jellemzi (*Andó, 1974*), mely kelet felé szárazodó, meleg, mérsékelten száraz éghajlatot jelent. A hátságon a csapadék eloszlásában és a hőmérsékletben alapvetően mutatkozik egy kelet-nyugati irányultság is. Az évi 550-620 mm csapadék, a sok napsütéses óra (2000 óra/év) és a magas párolgás, egy alapvetően vízhiányos kistájat eredményez, ahol az ariditási index kelet-nyugati irányban 1,13-1,26 között változik. A vízjárás szempontjából az egykori folyók által épített hordalékkúp-sorozatok igen változatos szemcseösszetétele a talaj- és rétegvizek megjelenésében is tükröződik (*Rónai, 1985*). A peremvidék irányából a Kárpát-medence belseje felé lejtő víztartó rétegek a Kárpátok előhegységeinek lábánál felszínre kerülnek. Az utánpótlódási zóna csapadéka közvetlen hatást gyakorol a hátsági vizek nyomásviszonyaira. A gyakran ismétlődő és nagy területre kiterjedő vízzáró üledékek miatt a rétegvizekben helyenként nagy hidraulikai nyomás alakulhat ki. Ezt a sajátos hidrológiai jelenséget, a „földárjaként” említik, amely száraz időszakban is felszíni előntést idéz elő. A sok oldott anyagot tartalmazó rétegvizek oldalirányú mozgása kis sebességű.

2.2. A geostatistikai vizsgálatok során alkalmazott módszerek

A térben folytonos jelenségeket (csapadék, hő, talajvíz) pontszerű monitoring mérések alapján – a térben folytonos becslő felszínekkel a Tobler-féle hasonlóságra vonatkozó földrajzi törvény elvére alapozva (Tobler, 1970) – az interpolációs eljárások révén határozzuk meg. Ennek előfeltételeként elvégeztem a statisztikai homogenitási és függetlenségi vizsgálatokat. Az adatsor homogenitása vagy egyöntetősége a további vizsgálatokat alapvetően meghatározta, mivel akkor tekinthetjük az adatsort egyöntetűnek, ha egyes részei ugyanolyan típusú és paraméterű eloszlásfüggvénnyel írhatók le. Az egyöntetűség eldöntésére a Kolmogorov-Szmirnov próbát ($SZD \geq 5$) alkalmaztam. Az eltérő kút adatsorok összehasonlítása érdekében azokat normalizáltam, mivel az egyöntetűség-vizsgálat során az empirikus eloszlásfüggvények összehasonlításából következtettem a kutak talajvízszintjei közötti kapcsolat szorosságára. A talajvízjárás (földárja jelenség) specifikusságára tekintettel elvégeztem valamennyi kútra a leíró statisztikai jellemzést, amellyel választ kaptam a várható értékre, a szórásra, a móduszra, a mediánra, a csúcosságra és a ferdeségre. Mivel a vizsgált adatsorunk ferdeségi eloszlást követett, ezért választottam a legjobb illeszkedést mutató Pearson III. elméleti eloszlásfüggvényt.

2.3. A belvíz-veszélyeztetettségi térképezés módszertana, a független hatótényezők értékének meghatározása

A kidolgozott és alkalmazott belvíz-veszélyeztetettségi térbeli döntéstámogatási modellt ESRI ArcGIS szoftverkörnyezetben, EOVS vetületi rendszerben végeztem. A természeti hatótényezők és a belvíz-veszélyeztetettség összefüggéseinek tisztázását célzó kutatásaimra támaszkodva 6 db független és 1 db függő hatótényező regressziós kapcsolatán alapuló veszélyeztetettségi térképezést hajtottam végre.

Hidrometeorológiai hatótényező (HUMI): A hidrometeorológiai viszonyokat jellemző csapadék és hőmérséklet értékek (OVF, VIZIG, OMSZ) alapján az ún. Humiditási Indexet (HUMI) alakítottam ki, amely a téli félév csapadékát nagyobb súllyal veszi számításba, mint a nyári félévét, így a belvíz kialakulásának hidrometeorológiai kritériumait jobban kifejezi, mint az egyszerű összeg (Bozán et al., 2015). Nyilvánvaló, hogy a belvízi veszélyeztetettség arányos a Humiditási Index-szel, azaz annál nagyobb, minél nagyobb az index értéke. Az aktuális értékek meghatározása az alábbi összefüggés alapján történt: $HUMI = (P^*/PET)^{0.5}$, ahol, P^* = súlyozott csapadék [mm]; PET = potenciális evapotranspiráció [mm]

Domborzati hatótényező (DOMB): A felszíntagoltságra alapozott vizsgálatokhoz M=1:10000 méretarányú domborzati modellt alkalmaztam. A digitális terepmodellen 50x50 m-es rácsháló segítségével meghatároztam az egyes pixelek reliefenergia értékét, vagyis a 250 m²-en belüli magassági szintkülönbséget méterben kifejezve. A domborzati hatótényező értékeit a diszkrét pontok tengerszint feletti magasságával és az előforduló legkisebb magasságértékkel korrigáltam. $DOMB = (t.f.m./82)*relief\ energia$

Talajtani hatótényező (TAL): A tényező kidolgozása során a talajok vízforgalmi tulajdonságait számszerű értékekkel jellemeztem a Kreybig-féle talajismereti, valamint a tájtermesztési térképlapok segítségével az ATK TAKI GIS Laborban. A pontosítás érdekében a Kreybig- és a Várallyay-féle kategóriarendszer (*Várallyay et al.*, 1980a,b) is beépült a talajtani hatótényezőbe. A Kreybig-féle szikes osztályokat meg kellett osztani a Várallyay-féle felosztás megfeleltetéséhez, hogy a jellemző tulajdonságok alapján következtetni lehessen az egyes csoportok belvív-érzékenységre.

Földtani hatótényező (FT): A földtani tényező meghatározásához a felszínközeli vízzáró képződmények elhelyezkedését és vastagságát (MBFSZ) vettem figyelembe. Az egyes képződmények vízáteresztő képességét a *Rónai et al.* (1969) által kidolgozott ún. agyagossági százalék alapján értékeltem. Azt vizsgáltam, hogy az első vízzáró réteg milyen mélységben (0; 0-2; 2-4; 4-10; 10 m-nél mélyebben) helyezkedik el a felszínhez viszonyítva, és mekkora a vastagsága (0; 1; 1-2; 2-4; 4 m-nél vastagabb).

Talajvíz hatótényező (TV): A belvízhullámhoz köthető jellemző LNV talajvízállási értékeinek (OVF, KÖVIZIG, ATIVIZIG) megbízhatóságát részletesebb vizsgálattal javítottam. A kutak adatait egyenként átvizsgálva kaptam meg az évi maximumokat, amit felhasználtam a további elemzésekhez:

$$TV (LNV_{\text{átlag}}) = LNV_1 (1966-1991) + LNV_2 (1966-1991) + LNV_3 (1992-2016) + LNV_4 (1992-2016)/4$$

ahol, LNV = legmagasabb talajvízállás

Földhasználati hatótényező (FH): A földhasználati kategóriákat a CORINE CLC50 adatbázis alapján különítettem el, és osztályoztam a belvízképződésben betöltött szerepük fontossága szerint. A belvív-veszélyeztetettség térkép szerkesztéséhez az egyes földhasználati kategóriákat 0,1-5 értékekkel jellemeztem (pl.: szikes mocsarak értéke 0,1 => magas veszélyeztetettség).

A metodika alapján minél nagyobb a képzett hatótényező értéke, annál kisebb a belvízképződésnek a lehetősége.

2.4. A belvízképződés gyakoriságának (mint függő tényező) meghatározása

A veszélyeztetettségi eredménytérképek integrálását többváltozós térbeli regresszió vizsgálat alapján végzem el, melynek során a független változók a belvízképződést befolyásoló tényezők, míg a függő változó a belvízelöntések előfordulásának relatív gyakorisága. A gyakoriság meghatározásához az alábbi összefüggést alkalmaztam:

$$RF = (EW * y) / (\sum n)$$

ahol, RF = Relatív gyakoriság; EW = elöntés/pixel; y = elöntések száma; n = vizsgálati évek

A feldolgozás során 60 éves időintervallumban fellehető belvízi elöntési térképeket összegeztem (OVF, KÖVIZIG, ATIVIZIG).

2.5. Az ok-okozati összefüggések és a területi regressziós kapcsolatok vizsgálatához alkalmazott statisztikai módszerek

A területi regressziós elemzések során megvizsgáltam, hogy a hatótényezők milyen döntési súllyal vesznek részt a belvíz-veszélyeztetettségi döntéstámogatásban. Ezzel arra kerestem a választ, hogy A) a hatótényezők milyen kapcsolatban állnak egymással, illetve B) a vizsgált hat változó közül – döntően – melyik vagy melyik határozzák meg a belvízelöntés előfordulását, illetve mértékét. A megbízhatósághoz meghatároztam a korrigált R^2 értéket, a lineáris kapcsolat vizsgálatához t-próbát, illetve a független változók korrelációs mátrixát. Elvégeztem az egyes tényezők függetlenségi értékeléséhez a parciális korrelációs vizsgálatot. Az autokorrelációs elemzésekhez Durbin-Watson próbát, míg a normalitás értékeléséhez Kolmogorov-Szmirnov próbát alkalmaztam. Végül a maradékértékek és a független változók függetlenségének vizsgálata következett, mely szintén lineáris függvénykapcsolatot mutatott. A területi regressziós vizsgálatok során arra kerestem a választ, hogy a hatótényezők milyen súllyal vesznek részt a belvíz-veszélyeztetettség kialakításában. Többváltozós regressziós vizsgálat alapján meghatározható a belvíz-veszélyeztetettség mutatószáma, mely az eredményül kapott regressziós egyenlettel számolható.

2.6. A belvíz-veszélyeztetettségi mutató meghatározása és alkalmazása

Egy adott térségben előforduló szélsőséges vízháztartási jelenség értelmezésére egy belvíz-veszélyeztetettségi mutatót határoztam meg. A mutató értékének kiszámítása regressziós vizsgálaton alapul, amihez közvetlenül felhasználtam az elöntési térképet (belvíz-gyakorisági értékek), mint függő változót. A hatótényezők közötti arányok és súlyok meghatározását követően a hidrometeorológiai tényező kiemelt szerepet kapott.

Ezen tényezővel megszorozva a többi hatótényező regressziós értékeit megkapjuk a belvív-veszélyeztetettség mértékét.

$$\text{Veszélyeztetettségi Mutató} = (k - w*TT + w*FT - w*FH - w*DOMB - w*TV)*a*HUMI$$

ahol, k = konstans érték; w = súlyozó érték; a = arányosító tényező; TT = Talajtani tényező; FT = Földtani tényező; FH = Földhasználati tényező; DOMB = Domborzati tényező; TV = Talajvíz tényező; HUMI = Hidrometeorológiai tényező

A képlet alapján elkészítettem a vizsgálati terület belvív-veszélyeztetettségi mozaiktérképét. A veszélyeztetettségi kategóriák felállításához számos osztályozási lehetőség alkalmazható, melyek közül a Jenks-féle osztályképző módszert alkalmaztam (Jenks, 1967).

3. EREDMÉNYEK

A mérési eredményekre alapozottan elvégeztem a belvízképződést meghatározó főbb hidrológiai és meteorológiai tényezők statisztikai értékelését, illetve a lokálisan eltérő belvízképződés (földárja) szerepét. Meghatároztam a belvízi veszélyeztetettség kialakulásáért felelős hat fő hatótényező számszerű értékét és vizsgált terület belvíz-gyakorisági értékeit. Ezt követően került sor az ok-okozati összefüggések matematikai-statisztikai elemzésére, majd a területi regressziós kapcsolatok vizsgálata alapján kifejlesztettem egy belvív-veszélyeztetettségi mutatót, melynek felhasználásával megszerkesztettem az eredménytérképet, amit a Jenks-féle módszerrel osztályoztam, területileg differenciáltam és hozzárendeltem a területhasználati lehetőségeket.

3.1. A lokálisan eltérő belvízképződési jelenség (földárja) értelmezése

Munkahipotézisem során abból indultam ki, hogy a belvív mértékét nem a vízháztartási elemek átlagos értékei határozzák meg, hanem ezen tényezők kedvezőtlen, szélsőséges állapotainak véletlenszerű összeesése. A belvív, a káros vízbőséget eredményező vízháztartási folyamatok következménye, ezért nem elegendő az egyes időszakokhoz rendelt paraméterek számszerűsítése, hanem a felhalmozódási időszakok jellemzése is szükséges. Különös figyelmet fordítottam a talajvíz viselkedésére, ugyanis a Békés-Csanádi löszháton évszázados tapasztalat utal arra, hogy a szélsőséges nagy belvizek szoros kapcsolatban vannak a regionális kiterjedésű hidrogeológiai folyamatokkal, az ún. földárja jelenséggel. Ennek érdekében végeztem a paraméterek statisztikai értékebecslésén túl lokális területi kapcsolat-vizsgálatokat. A talajvízjárás általános sajátosságainak számszerűsítésére alkalmaztam a leíró statisztikát. Emellett

törekedtem a terület talajvízjárásának általános jellemzésére, amelyhez különböző elméleti eloszlásfüggvények illeszkedését vizsgáltam.

A talajvízállások hosszú időszora lehetőséget adott arra, hogy meghatározzam az évi maximális és minimális talajvízállás havonkénti ismétlődési gyakoriságát. Jellemző, hogy a magas vízállású kutakban mérhető maximális és minimális talajvízszintek ismétlődési gyakorisága a nyári, illetve a téli hónapokban a legnagyobb valószínűségű és alapvetően szinuszos periodicitást követ a hosszútávú trendek mellett. A mélyebb talajvízszintű kutak esetén – ahol a maximumok és minimumok évi eloszlása sokkal kiegyenlítettebb, a talajvízszintek fluktuációja a mélységgel logaritmikusan csökken – a tavaszi belvizek kialakulásában legkevésbé ezeken a területeken számolhatunk.

A Békés-Csanádi löszhát egyik geohidrológiai jellegzetessége, hogy az ősi Maros által legezőszerűen szétterített hordaléktömeg laza szerkezetű. Ennek következménye, hogy a talajvíz, ezen a jó vízvezető képességű képződményen keresztül kapcsolatban van a peremhegységre hulló csapadékkal. Ennek eredményeként a hegylábi területeken bekövetkező talajvízszín emelkedés, nyomásváltozásként terjed szét (*id. Bogárdi, 1952*), és vízfeltöréseket okozhat ott, ahol hiányzik a fedőréteg vízzáró fekéje.

Mindezen speciális feltételeket figyelembe véve kiemelten vizsgáltam, hogy mely területeken mutat eltérést a helyi időjárás, illetve hol érvényesül külső hatásként a földárja jelenség.

Elvégeztem valamennyi kútra a leíró statisztikai jellemzést, amellyel számszerű értékeket kaptunk a várható értékre, a szórásra, a móduszra, a mediánra, a csúcosságra és a ferdeségre. Feltételeztem, hogy amennyiben az egyes kutakban észlelt talajvízmozgást azonos statisztikai érték jellemez, akkor az adott jellegzetességet az egész terület általános sajátosságának lehet tekinteni. Emellett vizsgáltam azt is, hogy mindazon helyek esetében, amelyeknél az empirikus eloszlásokra azonos elméleti eloszlásfüggvények illeszthetők, a talajvízjárás azonos strukturális sajátosságúnak tekinthető. Első lépésként standardizált értékekkel meghatároztam az eloszlásfüggvények csúcosságát, mely kifejezi, hogy a függvény képe a normális eloszláshoz viszonyítva csúcsos vagy lapos jellegű-e. Azok a kutak, amelyeknél a csúcosság negatív jellegű, a szórás rendkívül nagy értéket mutat. Ha ehhez magas talajvízállás tartozik, akkor feltételezhető, hogy az ilyen területeken a talajvízszín mozgása erősen függ a helyi csapadék mennyiségétől (486 Dombegyház, 472 Kaszaper, 483 Kunágota, 430 Medgyesbodzás, 413 Orosháza). A ferdeség alapján tudunk következtetni a kutak „használatára”, pontosabban a környezetükben zajló esetleges külső zavaró hatásokra.

Abban az esetben, amikor a ferdeség pozitív előjelű (467 Kardoskút, 485 Nagykamarás), az eloszlás függvény jobbra ferde a normál eloszláshoz képest, tehát a kút vízszintingadozása (szórása) a nagyobb értékek felé torzul (mélyebb talajvízszín). Negatív ferdeség esetén balra tolódik el az eloszlás függvény (411 Fábiánsebestyén, 433 Újkígyós). Ezzel összefüggésben megvizsgáltam a kutakra jellemző sokévi, havi lineáris trendeket. Általános következtetésként megállapítható, hogy azok a kutak, ahol az empirikus eloszlásfüggvény ferdesége negatív előjelű, illetve a hozzá tartozó lineáris trend emelkedő tendenciájú, ott valószínűsíthető, hogy a kút környékén pozitív vízbeáramlás állt elő (pl. 411 Fábiánsebestyén), ellenkező esetben vízkivétel történt (pl. 436 Szabadkígyós). Mindezek alapján, nem mondhatjuk meggyőzően, hogy a kutak vízszint változása „csak” természeti jellegű, amit tovább bonyolít az a tény, hogy a kutak nagy többsége városon belül található, amely alapvetően meghatározza a kutak viselkedését. A pozitív ferdeségű kutak esetén a nagy értékek felé laposodik a függvény, a kis értékek felé pedig meredeken csökken. Ebből azt a következtetést vontam le, hogy a talajvíz felszínének van egy szélsőséges alsó határértéke. Minél mélyebben van a talajvíz szintje, annál jobban csökken a párolgás. Esetünkben a rétegvízből történő pótlás növekedése egyensúlyba kerül a talajvíz párolgási veszteségével. Ahol pozitív ferdeséget kaptam, a kutak jelentős része településen belül van, de mint minden kút esetében feltételezhető valamilyen talajvíz használat (főleg nyáron), ezért az emberi hatásokon kívül a rétegvíznek lehet kiegyenlítő, illetve stabilizáló szerepe (Orlóci, 1991).

A negatív ferdeségű kutak esetén a függvény a kis értékek felé lapul és a nagy értékek irányába pedig meredeken csökken. A talajvíznek van egy olyan szintje a terepszint közelében, ahol eddig feltáratlan tényező miatt korlátozottá válik a talajvíz emelkedése. Ennek okát abban lehet megjelölni, hogy a talajvíztartó összlet horizontális értelemben nyitottá válik és a móduszt meghaladó talajvízállásoknál kialakul egy növekvő mértékű horizontális szivárgás. Ha magas talajvízállású időszakokban a területen lévő mélyebb vonulatok (pl. semlyékek) feltöltődnek, akkor megtalálni véljük azokat a nyelőket, amelyek megcsapolják a talajvizet és meggátolják annak további emelkedését, azaz negatív földárja jelenség áll elő.

Az előbbieken alapján láthatjuk, hogy a talajvízjárás valamilyen ferde eloszlást követ. Ha a talajvízszín lefelé, illetve felfelé történő mozgása elsősorban a helyi időjárás függvénye lenne, akkor valószínűleg szabályos lenne az eloszlás. Módszertanilag ez a hipotézis azzal az előnnyel járt, hogy a diszkrét statisztikák extra-, illetve interpolációja helyett az alapparaméterek eloszlása alapján célszerű a vizsgálatokat végezni.

3.2. A befolyásoló tényezők számszerűsítése és térképi megjelenítése

Hidrometeorológiai hatótényező értéke: Méréseim alapján megállapítható, hogy a Békés-Csanádi löszhát északnyugati része kevésbé nedves, mint a délkeleti rész (**2a. ábra**). A HUMI értékek előállításához 13 állomás adatait használtam fel. A HUMI 10%-os értéke 0,71-1,31 között változik.

Domborzati hatótényező értéke: A DDM (M=1:10000) és az elemzéshez használt 50x50 m-es rácsháló segítségével meghatároztam az egyes cellákra a reliefenergia értéket (0-5 közötti relatív skála érték mellett). Térképi kiterjesztését a **2b. ábra** szemlélteti. Minél kisebb a tényező értéke, annál nagyobb a szerepe a belvízelöntések kialakulásában.

Talajtani hatótényező értéke: A Kreybig, a Várallyay és a Tájtermesztési térképlapok megfeleltetésével alapján határoztam meg a talajfoltok átlagolt, illetve becsült vízvezető képességét (cm/óra), mely talajtani hatótényezőként az **1. táblázat** ötödik oszlopában jelenik meg. Térbeli kiterjesztését a **2c. ábra** szemlélteti.

1. táblázat: A Kreybig-féle talajtani és a Tájtermesztési térképek kategóriáinak kapcsolata a Várallyay-féle talaj-vízgazdálkodási kategóriával (Bozán et al., 2008)

Várallyay-féle 9 talaj-vízgazdálkodási kategória, fizikai talajféleség szerint	Korábbi vizsgálat során figyelembe vett víznyelési sebesség, IR (mm/óra)	Megfeleltethető ún. Tájtermesztési kategória	Megadott vízvezető képesség, mm/óra (Tájterm. jelkulcs alapján)	Átlagolt, illetve becsült vízvezető-képesség érték cm/óra Talajtani tényező
(1.) homok	500	(1.,3.) savanyú/karbonátos, nem humuszos homok	40-60	0,5
(1.) homok	500	(2.,4.) savanyú/karbonátos, humuszos homok	20-40	0,0
(2.) homokos vályog	325	-	-	(2,3-3,0) 2,6
(3.) vályog	125	(5.) kitűnő vályog és öntésiszap-talajok	15-30	2,3
(3.) vályog	125	(6.) felszínben savanyú, kitűnő minőségű vályog- és agyagtalajok	-	1,5*
(4.) agyagos vályog	85	-	-	(1,0-1,5) 1,3
(5.) agyag	60	(7.) Igen erősen kötött, savanyú mészigényes agyagok és vályogok	5-15	1,0
(6.) enyhén szikes, v. pszeudoglejes t.	30	(10.) enyhén szikes talajok, mezőgazd.	-	1,1**
(6.) enyhén szikes, v. pszeudoglejes t.	30	(11.) enyhén szikes talajok, feltételesen mezőgazd.	-	5
(7.) erősen szikes t.	10	(12.) erősen szikes talajok	-	1***
(8.) tőzeg, kotu	0	(9.) tőzeg és kotus talajok	-	-
(9.) sekély termőrétegű t.	-1	(8.) sekély termőrétegű talajok	-	-

* Az 5. kategóriához tartozó alsó érték.

** Az A és B szintben a művelés keverő hatása érvényesülhet.

*** A mérés a gyakorlatban nagy szórást mutat, a duzzadás és a felszíni repedezettség bizonytalanná teszi.

Földtani hatótényező értéke: A belvízelöntések előfordulásának valószínűségét a legfelső vízzáró képződmények felszínközeli elhelyezkedése, illetve vastagsága növelheti vagy csökkentheti. A földtani tényező térképét (**2d. ábra**) a **2. táblázat**ban közölt értékek felhasználásával, a többi tényezővel azonos pixel méretben ábrázoltam.

2. táblázat: Földtani hatótényező alakulása a legfelső vízzáró réteg helyzete és vastagsága alapján

Vastagság	Mélység				
	Vízzáró a felszínen	<2 m	2-4 m	4-10 m	>10 m
<1 m	0,2	1,8	3,6	4,8	5
1-2 m	0,1	1,5	2,7	4,2	5
2-4 m	0,1	0,9	1,8	3,4	5
>4 m	0,1	0,3	1,1	3,0	5

Talajvíz hatótényező értéke: A talajvízkutak vizsgálata során (25 db) arra a következtetésre jutottam, hogy az LNV átlagok alapján határolok le a belvív kialakulása szempontjából releváns, maximális talajvízszint átlagokat, mely egyben méterben fejezi ki a talajvíz tényező értékét (**3. táblázat**). A területi interpoláció ko-krigeléssel történt (**2e. ábra**). Megállapítható, hogy a talajvízfeltörés jelenségével jellemezhető területek (Maros hordalékkúp) megjelennek a talajvíz tényező térképen.

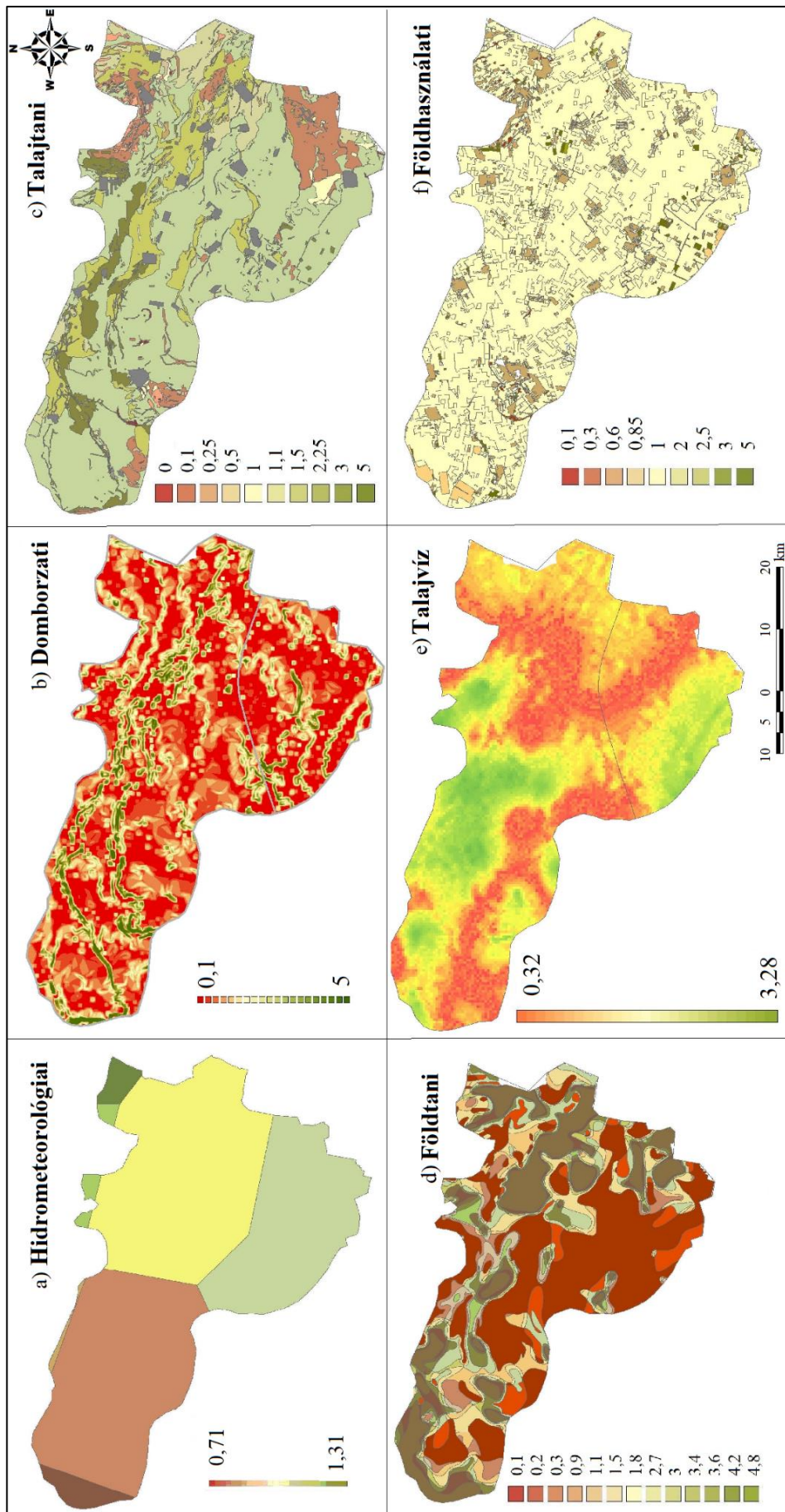
3. táblázat: A talajvíz tényező értékei (részlet a teljes táblázatból)

Sorszám/ Törzsszám	Kút	Terep mBf	LNV ₁ 1961-1991	LNV ₂ 1961-1991	LNV ₃ 1992-2016	LNV ₄ 1992-2016	LNV _{átlag} TV tényező
480/2337	Battonya	102,29	1,76	1,90	1,92	1,95	1,88
426/2314	Csanádapáca	94,48	2,14	2,19	3,18	3,20	2,67
422/2808	Csorvás	92,18	1,87	1,91	1,76	1,76	1,82
424/2810	Csorvás	89,43	0,44	0,52	1,72	1,94	1,15
486/2345	Dombegyház	102,02	0,82	0,87	1,06	1,08	0,96
...

Földhasználati hatótényező értéke: A belvív-veszélyeztetettségi térkép előállításához az egyes földhasználati kategóriákat a **4. táblázat** szerinti értékekkel jellemeztem, amelyek a belvízképződésben betöltött szerepük szerint kerültek kategorizálásra. Minél nagyobb a földhasználati tényező értéke, annál kisebb a belvív kialakulásának lehetősége (**2f. ábra**).

4. táblázat: A földhasználati tényező értékei a földhasználati kategóriák szerint (részlet a teljes táblázatból)

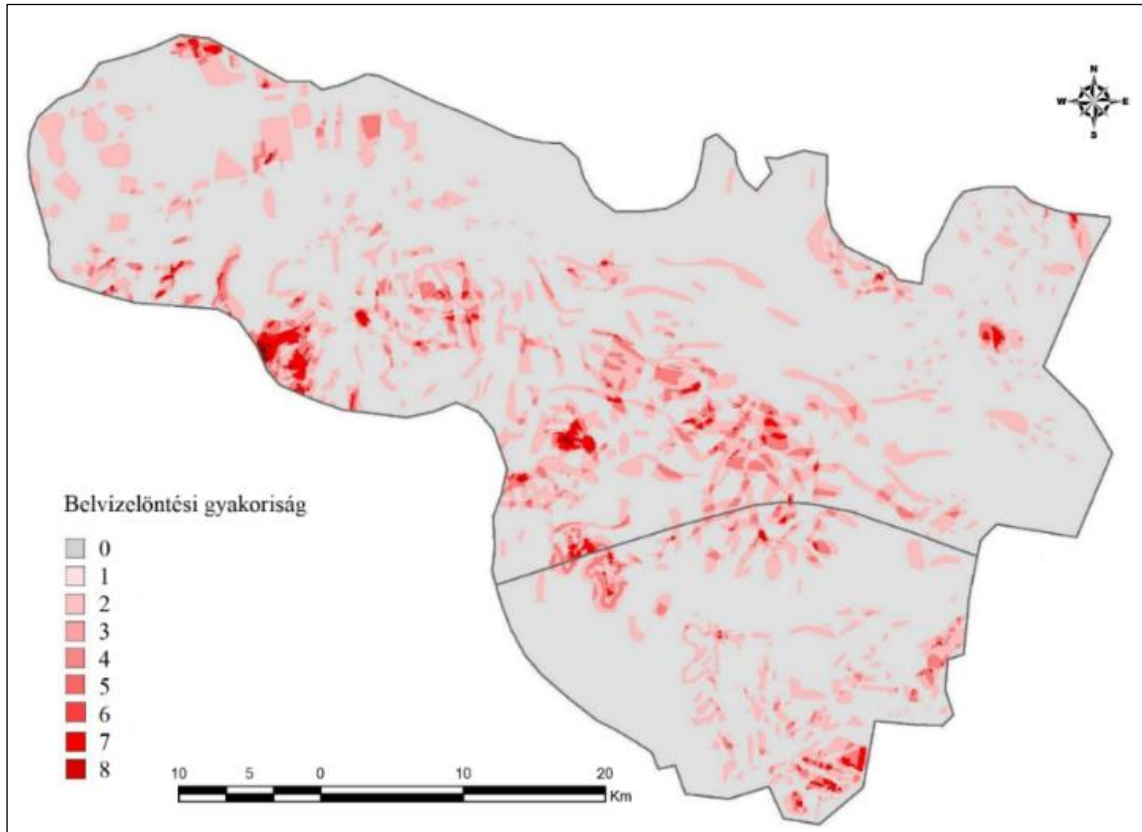
Földhasználati kategória	Földhasználati tényező
1. Mesterséges felszínek	0,6-1,0
2. Mezőgazdasági területek	
2.1. Szántóföldek	0,3-1,0
2.2. Állandó növényi kultúrák	2,5
2.3. Legelők	0,6
2.4. Vegyes mezőgazdasági területek	0,5-2,0
3. Erdők és természetközeli területek	
3.1. Erdők	1,0-5,0
3.2. Cserjés és/vagy lágyszárú növényzet	0,6-3,0
3.3. Növényzet nélküli, vagy kevés növényzettel fedett nyílt területek	0,3-0,6
4. Vizenyős területek	0,1
5. Vízfelületek	0,1



2. ábra: A belvíz kialakulását befolyásoló tényezők térképi megjelenítése

3.3. A belvíz előfordulási gyakoriságának értéke és területi eloszlása

A gyakorisági értékek területi eloszlását összesíti a **3. ábra** a különböző években előfordult elöntések figyelembevételével. A gyakorisági értékek színskálájának erőssége megfelelően jellemzi a vizsgálati területen előforduló belvízi elöntések kialakulásának veszélyét.



3. ábra: A belvíz előfordulási gyakoriságának értéke és területi eloszlása

3.4. A belvízképződés ok-okozati összefüggései

Vizsgálataim során arra kerestem a választ, hogy az alkalmazott hat tényező közül melyik vagy melyikék és milyen mértékben határozzák meg az elöntést. A lineáris összefüggési vizsgálat laza pozitív kapcsolatot mutatott (R -érték: 0,336) a független tényezők és a függő tényező között. Az elemzések alapján megállapítottam, hogy valamennyi tényező pozitívan befolyásolja az elöntést. A vizsgálat során igazolódott, hogy a tényezők hatása jelentős az elöntésre, viszont az is feltételezhető, hogy csak részben függetlenek egymástól. Parciális korrelációs vizsgálatot végeztem (**5. táblázat**), amely alkalmas az egyes tényezők szerepének meghatározására. A parciális korrelációs koefficiensek alapján a legnagyobb térbeli változékonysággal bíró talajtani tényező határozza meg leginkább az elöntési modell térbeli viselkedését, majd a földhasználati, domborzati, talajvíz, földtani és végül a hidrometeorológiai tényező.

5. táblázat: A hatótényezők ok-okozati összefüggései

		Coefficients ^a										
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations			Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF	
1	(Constant)	,900	,060		15,053	,000						
	talaj	-,360	,011	-,336	-32,604	,000	-,308	-,306	-,302	,809	1,237	
	foldtan	,033	,005	,071	6,415	,000	-,056	,063	,059	,706	1,417	
	landuse	-,025	,015	-,016	-1,665	,096	-,058	-,016	-,015	,935	1,069	
	relief	-,017	,004	-,042	-4,201	,000	-,081	-,041	-,039	,851	1,175	
	meteo	,625	,056	,110	11,072	,000	,039	,108	,103	,876	1,141	
	talajvíz	-,017	,002	-,071	-7,089	,000	-,071	-,070	-,066	,847	1,181	

a. Dependent Variable: elontes

Az adatsor önmagával való kapcsolatát autokorrelációs vizsgálattal határoztam meg Durbin-Watson próbát alkalmazva, ahol a bizonytalan tartomány 0,5-1,5 közötti értékintervallumban van. Esetünkben a próba 0,730 értékű, mely alapján a bizonytalan tartományba esik. A hibatagok vizsgálata során azt is megvizsgáltam, hogy normál eloszlásúak-e vagy sem, amit Kolmogorov-Szmirnov próbával ellenőriztem, melynek alapján nem normál eloszlású a maradék, így ez a feltétel nem teljesült. Mindez általában azzal magyarázható, hogy a csoportok varianciái nagymértékben különböznek egymástól, amit a csoportokon belüli kiugró értékek okoznak. A magyarázat egyrészt az adatsorok térbeli varianciájában keresendő (hidrometeorológiai tényező alacsony, míg a talajtani tényező magas térbeli varianciája), másrészt pedig a tényezőértékek meghatározásának metodikájából, ami összefüggésben a belvíz jelenség értelmezésével, kifejezetten a szélsőértékekre fekteti a hangsúlyt (pl. minél inkább jellemző a felszínközeli magas talajvízállás, annál nagyobb a valószínűsége a belvíz kialakulásának). Összességében a belvíz mértékét nem a vízháztartási elemek átlagos értékei határozzák meg, hanem a befolyásoló tényezők kedvezőtlen, szélsőséges állapotainak véletlenszerű összeesése.

Az elvégzett vizsgálatok célja az volt, hogy bizonyítsam a kapcsolatot a befolyásoló tényezők és az elöntés között. Ezt statisztikailag igazoltam, azonban a vizsgálatok utolsó szakaszában az is bebizonyosodott, hogy nem minden feltétel teljesült ahhoz, hogy a kapcsolatokat egyértelműen lineáris módon lehet/lehessen leírni. Ez azt a következtetést vonja maga után, hogy a lineáris függvénykapcsolatok bizonyítását igazoló módszerektől eltérő metódusokat is alkalmazni kell, majd összehasonlítani az eredményeket.

3.5. A Komplex Belvíz-veszélyeztetettségi Mutató (KBM) meghatározása és térképi megjelenítése

Az előző fejezetben bemutatott vizsgálat képezte az alapját a befolyásoló tényezők és a belvíz-gyakorisági értékek területi regressziós kapcsolatainak vizsgálatához, melynek során arra kerestem a választ, hogy a hatótényezők milyen szereppel (súllyal) bírnak a

belvív-veszélyeztetettség szempontjából. Két- és többváltozós regressziós vizsgálatokat végeztem. A függő változó a belvív-gyakorisági érték volt, mellyel minden független tényezőérték negatív összefüggésben van, tehát minél magasabb a hatótényező számszerű értéke, annál kisebb hatása van a belvív-elöntések kialakulására.

A kétváltozós kapcsolat-vizsgálat során bizonyossá vált, hogy a domborzati tényező mutatja a legszorosabb kapcsolatot, ami könnyen magyarázható tekintettel arra, hogy az összegyülekezett belvizek a terep mélyebb vonulataiban jelennek meg. Ehhez képest lazább kapcsolat tapasztalható a földtani, a földhasználati, a talajvíz és a talajtani hatótényező esetében. A többváltozós vizsgálatok alapján viszont a talajtani hatótényező az, amely a legnagyobb hatással van belvívelöntések kialakulására, ugyanis itt a legmagasabb a parciális korrelációs együttható értéke (-0,306), illetve annak abszolút értéke. Sorrendben követi a talajvíz, a domborzati, a földhasználati és a földtani hatótényező (6. táblázat).

6. táblázat: A többváltozós vizsgálatok eredményei

	Konstans	Talaj (TT)	Földtan (FT)	Földhasználat (FH)	Domborzat (DOMB)	Talajvíz (TV)
Parciális korrelációs együttható		-0,306	0,063	-0,016	-0,041	-0,070
Nem standardizált koefficiens (B)	0,900	-0,360	0,033	-0,025	-0,017	-0,017

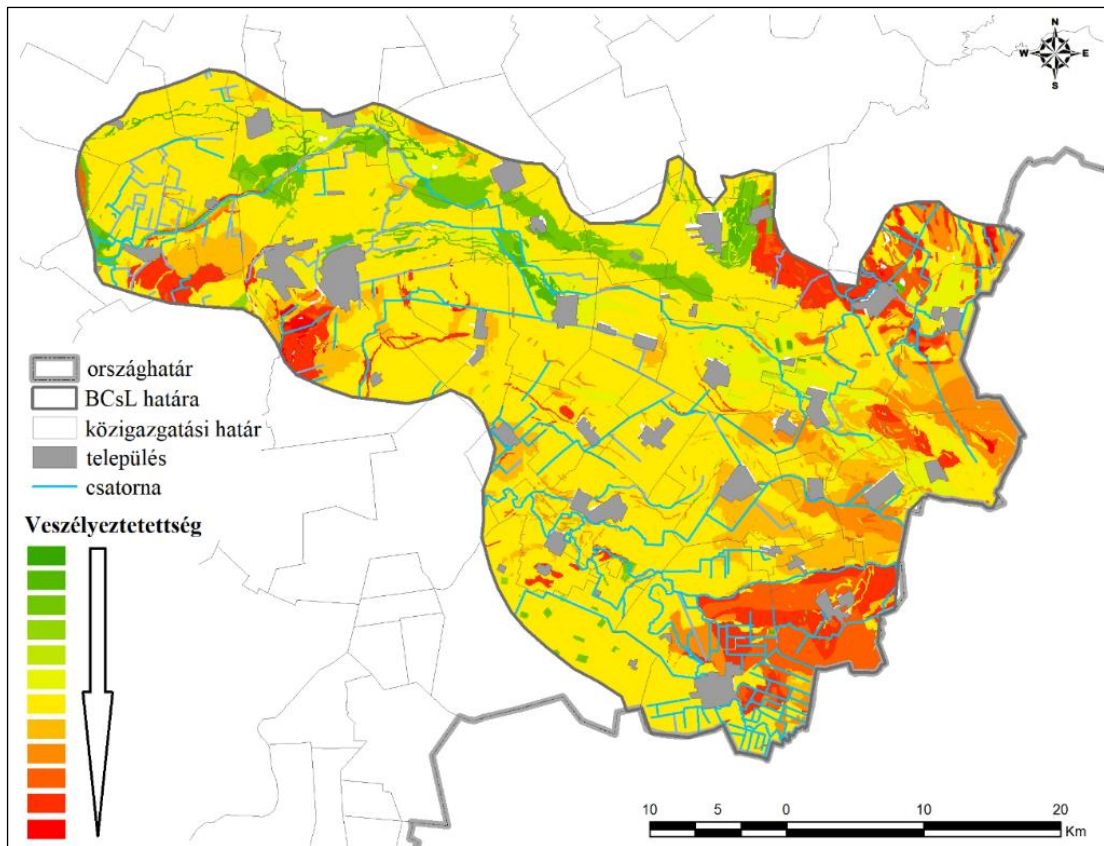
A többváltozós kapcsolat-vizsgálat eredménye alapján az alábbi regressziós egyenlettel határozható meg a Belvív-veszélyeztetettség Mutatószáma (BM):

$$BM = 0,9 - 0,360*TT + 0,033*FT - 0,025*FH - 0,017*DOMB - 0,017*TV$$

A regressziós egyenletben megjelenő változók és a korrelációs együtthatók lényegében egyformán mutatják a változók szerepét, illetve súlyát (nem standardizált koefficiens, B), ugyanis értékhatáraik, illetve átlagértékük gyakorlatilag azonos tartományt fednek le. A többszörös korrelációs együttható értéke $R = 0,336$, mely statisztikailag nem jelent szoros kapcsolatot, azonban a hidrológiai statisztikai vizsgálatok során még elfogadhatónak tekinthető.

A hatótényezők közötti arányok és súlyok kiszámítását követően a hidrometeorológiai tényezővel megszoroztuk a regressziós egyenlettel kapott Belvív-veszélyeztetettségi mutatót, megkapva a **Komplex Belvív-veszélyeztetettségi Mutatót (KBM)**, mely alapján 50x50 méteres pixel méretben megszerkeszthető a Békés-Csanádi löszhát Komplex Belvív-veszélyeztetettségi térképe (4. ábra).

$$KBM = (0,9 - 0,360*TT + 0,033*FT - 0,025*FH - 0,017*DOMB - 0,017*TV)*5*HUMI$$



4. ábra: A Békés-Csanádi löszhát Komplex Belvív-veszélyeztetettségi térképe

A színek a belvízi veszélyeztettség fokozatait jelzik. A legkevésbé veszélyeztetett területeken (zöld, sárga) a KBM értéke alacsony, a narancssárga a vöröses felé a közepesen, míg a mély vörös területek az igen erősen veszélyeztetett kategóriába sorolhatók.

A löszhát azon területein nagyobb a veszélyeztettség, ahol az egykor nagy kiterjedésű löszpuszta gyepek maradványai, illetve a szolonyec szikesek találhatóak. Erősen veszélyeztetett területek a Kígyósi-puszta, a Csanádi-puszta, a Tompapusztai löszgyepek és Kardoskút szikes foltjai. A a löszhát K-i határán található Maros hordalékkúp területén a talajvíz feláramló jellege miatt jelentős a veszélyeztettség. Az Orosházától D-re található területek a földárja jelenség egyik fő színtere. Ennek a területnek a talaj- és rétegvizei kapcsolatban vannak a hordalékkúp és az utánpótlódási zóna hidraulikai nyomás alatt lévő vizeivel.

3.6. A tényezőtérképek és a KBM alapján levezethető belvízi veszélyeztettség kategorizálása/osztályozása

A tényezőtérképeket és a KBM alapján levezetett eredménytérképet a Jenks-féle módszerrel osztályoztam. Fontos megjegyezni, hogy a tényezőtérképek is

veszélyeztetettségi térképként értelmezhetők, ugyanis a belvíz kialakulása szempontjából releváns befolyásoló tényezők számszerű értékei determinálják a veszélyeztetettség mértékét. Ezzel a megoldással a területi kiterjedést is lehet számszerűsíteni.

Hidrometeorológiai hatótényező: A Jenks-féle osztályozást követően látható (**7. táblázat**, illetve **5a. ábra**), hogy a veszélyeztetettség mértéke K-Ny-i irányban csökken, amit a heglábi térszín, vagyis az utánpótlódási zóna közelsége magyaráz.

7. táblázat: A hidrometeorológiai hatótényező területi osztályozása veszélyeztetettségi kategóriák szerint

Hidrometeorológiai hatótényező osztályközbe sorolása	Veszélyeztetettségi kategória	Területi kiterjedés (ha)	Területi kiterjedés (%)
1,220 – 1,310	Igen erős	43 167	26,6
1,165 – 1,219	Erős	63 714	39,2
1,131 – 1,164	Közepes	23 466	14,5
1,104 – 1,130	Mérsékelt	15 448	9,5
1,084 – 1,103	Nem	16 571	10,2

Domborzati hatótényező: A Jenks-féle kategorizálást (**8. táblázat**) követően az **5b. ábra** alapján látható, hogy az egyöntetűen sík, kis relief energiájú területek veszélyeztetettsége igen jelentős. A főként mezőgazdasági és füves területek esetén csak az egykori folyómedreket követő csatornák völgyei jelentenek kivételt.

8. táblázat: A domborzati hatótényező területi osztályozása veszélyeztetettségi kategóriák szerint

Domborzati hatótényező osztályközbe sorolása	Veszélyeztetettségi kategória	Területi kiterjedés (ha)	Területi kiterjedés (%)
0 – 1	Igen erős	51 712	43,8
1 – 2	Erős	37 011	31,3
2 – 3	Közepes	24 668	20,9
3 – 4	Mérsékelt	3 700	3,1
4 – 5	Nem	981	0,9

Talajtani hatótényező: A löszhátnak azon területein nagyobb a talajtani okokra visszavezethető veszélyeztetettség (**9. táblázat**, illetve **5c. ábra**), ahol az egykor nagy kiterjedésű löszpuszta gyepek maradványai, illetve a szolonyec szikések találhatók (Kígyósi-puszta, Csanádi-puszta, Tompapusztai löszgyepek, Kardoskúti szikések).

9. táblázat: A talajtani hatótényező területi osztályozása veszélyeztetettségi kategóriák szerint

Talajtani hatótényező osztályközbe sorolása	Veszélyeztetettségi kategória	Területi kiterjedés (ha)	Területi kiterjedés (%)
0 – 0,5	Igen erős	21 268	12,8
0,5 – 1,1	Erős	2 682	1,6
1,1 – 1,5	Közepes	11 340	6,8
1,5 – 3	Mérsékelt	119 906	72,2
3 – 5	Nem	10 785	6,6

Földtani hatótényező: A **10. táblázat** és az **5d. ábra** jól szemlélteti, hogy azok a területek, ahol jelentős vastagságú infúziós lösz vagy jó vízáteresztő képességű folyami homok halmozódott fel, azok kismértékben (nem) veszélyeztetettek (20%), viszont

azokon a területeken, amelyek tartósan vízzel borítottak voltak és finomabb üledékfrakció rakódott le, igen erős a földtani okokra visszavezethető veszélyeztetettség (48,1%).

10. táblázat: A földtani hatótényező területi osztályozása veszélyeztetettségi kategóriák szerint

Földtani hatótényező osztályközbe sorolása	Veszélyeztetettségi kategória	Területi kiterjedés (ha)	Területi kiterjedés (%)
0 – 0,3	Igen erős	78 052	48,1
0,3 – 1,1	Erős	12 837	7,9
1,1 – 1,8	Közepes	24 497	15,1
1,8 – 3,6	Mérsékelt	14 450	8,9
3,6 – 5	Nem	32 453	20,0

Talajvíz hatótényező: A Jenks-féle kategorizálást (**11. táblázat**) követően az **5e. ábra** jól szemlélteti, hogy a löszhát K-i határán található Maros-hordalékkúp területén a talajvíz feláramló jellege miatt jelentős a veszélyeztetettség. Az Orosházától D-re található területek a földárja jelenség egyik fő színtere. Ennek a területnek a talaj- és rétegvizei kapcsolatban vannak a hordalékkúp és az utánpótlódási zóna nyomás alatt lévő vizeivel.

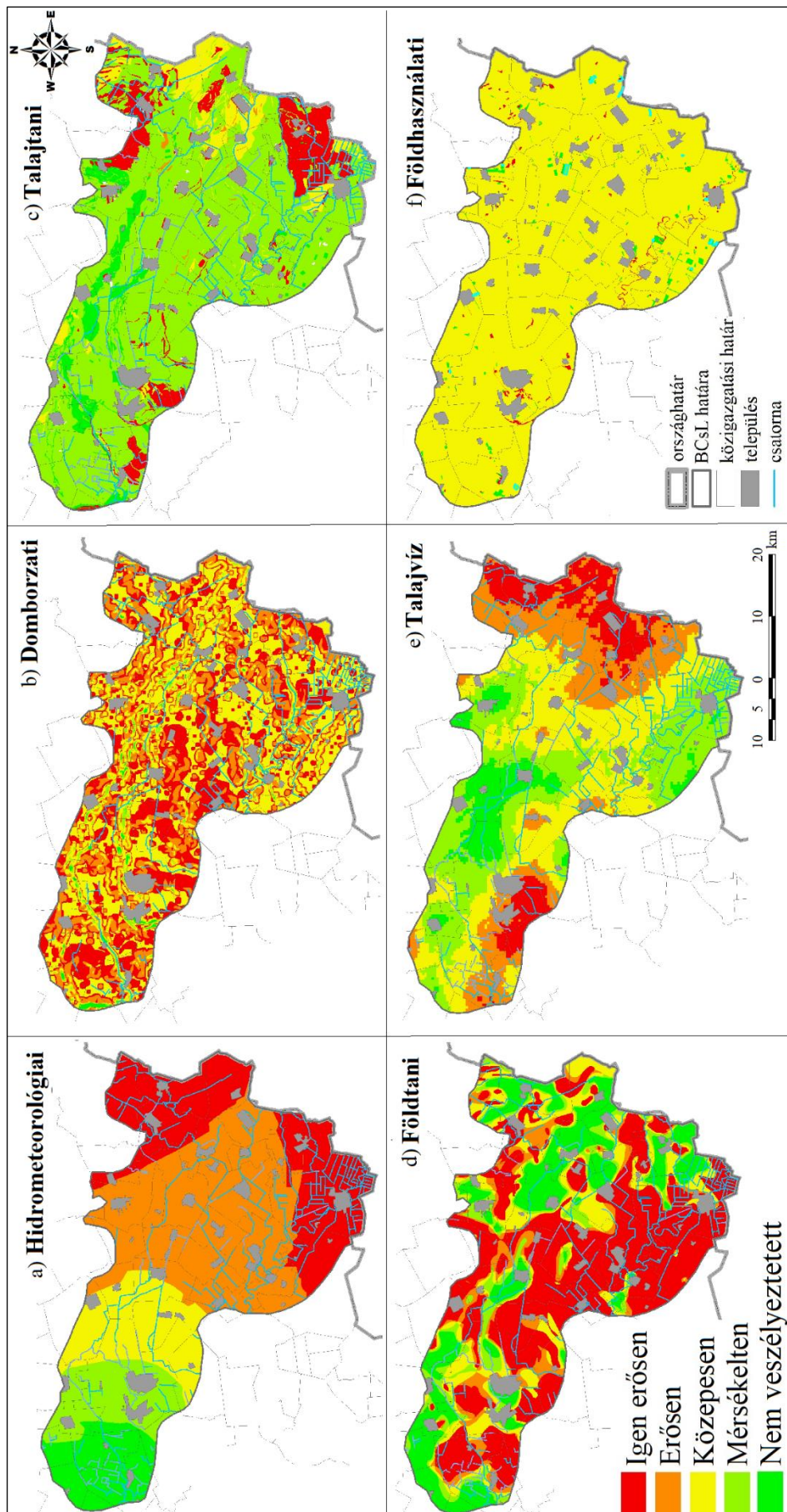
11. táblázat: A talajvíz hatótényező területi osztályozása veszélyeztetettségi kategóriák szerint

Talajvíz hatótényező osztályközbe sorolása	Veszélyeztetettségi kategória	Területi kiterjedés (ha)	Területi kiterjedés (%)
0,40 – 0,83	Igen erős	19 699	12,3
0,84 – 1,26	Erős	32 582	19,9
1,27 – 1,70	Közepes	52 237	32,2
1,71 – 2,14	Mérsékelt	43 777	27,0
2,15 – 2,58	Nem	14 036	8,6

Földhasználati hatótényező: A **12. táblázat** és az **5f. ábra** alapján is szembevetendő, hogy a löszhátra földhasználati oldalról elsősorban a közepesen veszélyeztetett kategória jellemző – ami agrotechnikai beavatkozásokkal, okszerű belvíz-gazdálkodással, termőhely-specifikus növényzettel, stb. javítható –, hiszen a terület egy-két erdőfolttól és mezsgye társulástól eltekintve a mezőgazdasági termelés színtere.

12. táblázat: A földhasználati hatótényező területi osztályozása veszélyeztetettségi kategóriák szerint

Földhasználati tényező osztályközbe sorolása	Veszélyeztetettségi kategória	Területi kiterjedés (ha)	Területi kiterjedés (%)
0 – 0,3	Igen erős	1 669	1,0
0,3 – 0,6	Erős	6 514	4,0
0,6 – 1	Közepes	151 512	93,3
1 – 3	Mérsékelt	290	0,2
3 – 5	Nem	2 344	1,5



5. ábra: A Békés-Csanádi löszhát egyes tényezőtérképeinek osztályozása

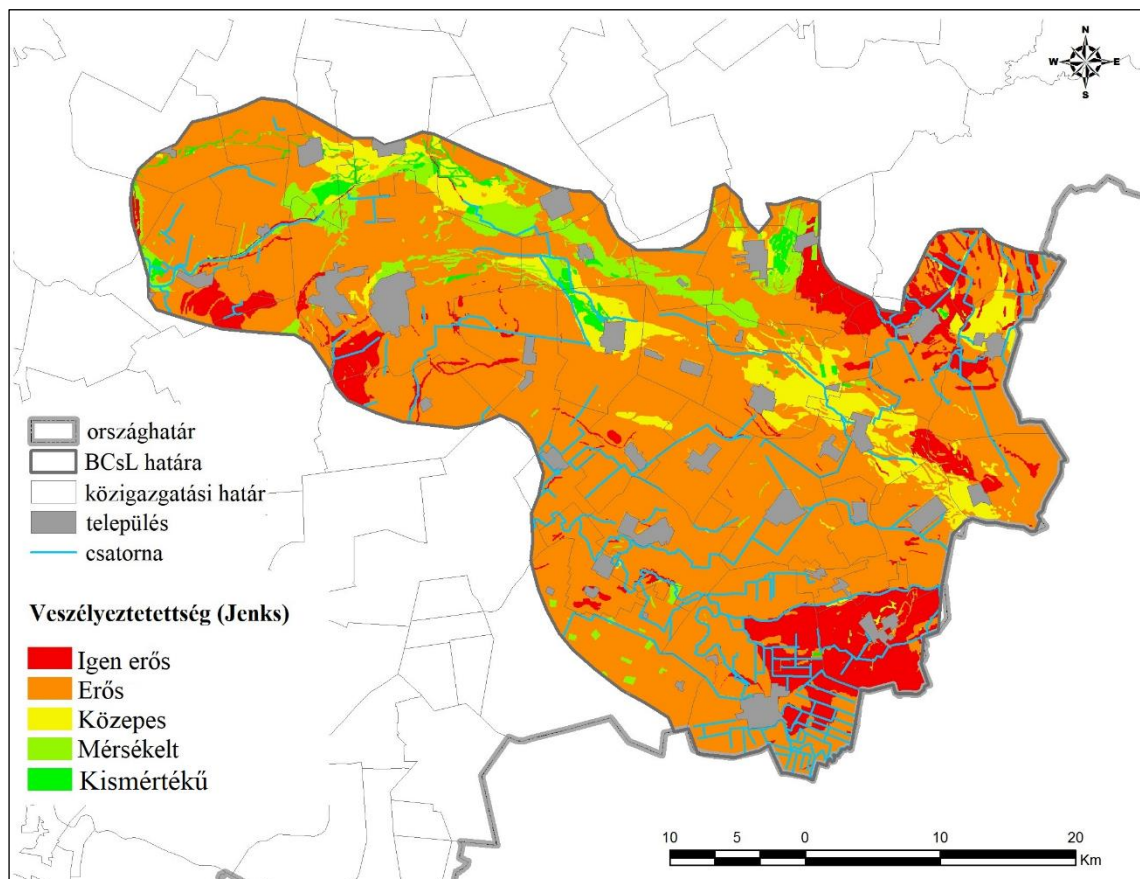
3.7. A Komplex Belvív-veszélyeztetettségi Mutató értékei alapján végzett területi lehatárolás

A KBM eredménytérkép értékei a Jenks-féle módszerrel kerültek leválogatásra (6. ábra), melynek térbeli megoszlását és területi kiterjedését a 13. táblázat tartalmazza.

13. táblázat. A KBM alapján szerkesztett eredménytérkép veszélyeztetettségi kategóriái és kiterjedése

KBM osztályközbe sorolása	Veszélyeztetettségi kategória	Területi kiterjedés (ha)	Területi kiterjedés (%)
0 – 1	Igen erős	19 641	12,4
1 – 2	Erős	114 898	72,5
2 – 3	Közepes	12 824	8,1
3 – 4	Mérsékelt	8 681	5,5
4 – 5	Nem	2 351	1,5

A 13. táblázat adataiból kitűnik, hogy a KBM 5 kategóriás területi osztályozása alapján a löszhát igen erősen és erősen veszélyeztetett. Az eredménytérképen jól lehet differenciálni a különböző mértékben veszélyeztetett területeket. Igen erősen és erősen veszélyeztetett területeket találunk a Békés-Csanádi löszhát 85%-án.



6. ábra: A KBM 5 kategóriás területi lehatárolása

3.8. A KBM-re alapozott területhasználati lehetőségek

A területi lehatárolást az egyes veszélyeztetettségi kategóriákhoz igazítva végeztem el, így a kismértékben, mérsékelten, közepesen, erősen és az igen erősen veszélyeztetett területekhez hozzá lehet rendelni a földhasználati lehetőségeket.

A Békés-Csanádi löszhát *igen erősen és erősen belvív-veszélyeztetett területrészein* (19 641 és 114 898 ha) célravezető megfontolás a mezőgazdasági termelés ésszerűsítése, racionalizálása. A természet során magas kockázattal számolhatunk. A nagy kiterjedésű erősen belvív-veszélyeztetett lehatárolás azzal magyarázható, hogy az állandó hatótényezők (talajtani, földtani, domborzati) a belvízképződés feltételeit teremtik meg. Ami természetesen nem jelenti azt, hogy ezeken a területrészeken minden tavaszi időszakban kialakul belvízi elöntés. Mindezek alapján a gazdálkodó jelentős mértékben kiszolgáltatott az ún. évjárat-hatásnak (*Tamás és Bozán, 2009; Nagy és Nagy, 2018*). Azt, hogy milyen időszakban és mely területeken alakul ki tavaszi vízborítás, az időben változó tényezők (hidrometeorológia, talajvíz) határozzák meg. Mindezek mentén célszerű megfontolni az igen erősen veszélyeztetett területek művelési ágának módosítását. Ezeken a területeken feltétel nélkül javasolható az erdőgazdálkodás (*Tóth, 2000*) vagy éppen a nádgazdálkodás (*Ruttkay et al., 1964*). Ha a területen jó vízzáró réteget találunk, akkor a halastavi (multifunkcionális) hasznosítás is megfontolandó (*Tasnádi, 1997*). Szolonyeces réti talajon megfelelő megoldás lehet a rizstermesztés is (*Simonné, 1983*). Végezetül pedig a gyepgazdálkodás és a legelőgazdálkodás is számításba lehet venni (*Petrasovits és Balogh, 1969; Vinczeffy, 1993*).

A *közepesen belvív-veszélyeztetett területrészek* (12 824 ha) megfontolandó a termőhelyspecifikus természetstechnológiák (művelés és növényzet) alkalmazása. Fontos hangsúlyozni az okszerű talajművelésben (*Thyll et al., 1983; Ligetvári, 1999*) rejlő lehetőségeket (mélyszántás, mélyítő szántás, mélylazítás, területi drénezés, céldrénezés). A káros eke- és tárcsatalp jelenségek megszüntetése az egyik legfontosabb feladat (*Salamin, 1966; Petrasovits és Balogh, 1969; Birkás és Gyuricza, 2000; Zsembeli et al., 2015; Blaskó, 2015*). Meg kell fontolni a kései vetésidőjű kultúrák, fajták alkalmazását. Másodvetésű növényekkel gazdaságosan hasznosítható a terület. Kiválóan termesztethők a különböző takarmánynövények. Emellett a gyümölcsösök telepítése (*Andrásfalvy, 1973*) is szóba jöhet, tekintettel a kisebb gyakorisággal elforduló belvízi eseményekre.

A *mérsékelten, illetve nem belvív-veszélyeztetett területrészek* (8 681 és 2 351 ha) a konvencionálisan alkalmazott agrotechnikai beavatkozások és növénytermesztési

technológiák alkalmazása kockázat nélkül vállalható. Az időszakos túlnedvesedést a nagy vízigényű növények képesek ellensúlyozni.

A **14. táblázatban** összefoglaltam a javaslatokat, amelyek a belvizes területek hasznosításával, használatával kapcsolatban szóba jöhetnek.

14. táblázat: A területhasznosítási lehetőségek (Bozán et al., 2011)

Hasznosítási ágazat	Megjelenési forma	Megvalósítási műveletek
Parlag	- gondozatlan, elhanyagolt parlagterületek károsak; - kártevő, kórokozó és gyomgöcként tekintendők	Nem javasolható, nem fenntartható
Termőhely-specifikus természetstechnológia	- késői vetésű növények alkalmazása; - rövid tenyészidejű fajták (FAO 200-400); - hektáronkénti tőszámot csökkenteni kell (70-80%), emellett 20-40%-kal meg kell növelni a kijuttatott műtrágya-, illetve szerves trágya mennyiségét, figyelembe véve a szakaszos, kisadagú kijuttatás lehetőségét. - a növényvédelemre is nagyobb hangsúlyt kell fektetni, mivel a kultúrnövények kezdeti fejlődése vontatottabb lesz, szemben a gyomok agresszivitásával.	Kukoricahibridek (FAO 200-400), silókukorica (alacsonyabb FAO számú fajták) Széles- és takarmánynövények (kőles, a muhar, a szudánifű, a fehér mustár és a kukorica csalamádé) Hagyományos termesztési múlttal rendelkező növények (rizs, rostkender, napraforgó, káposzta, gyógynövények, lucerna fűmag). Takarmánycirkok (szudánifű, seprűcirkó) Fehérjedűs takarmánynövények (szarvaskerep, őszi búkköny (szőszös- és Pannonbúkköny), sárga csillagfűrt, fehér somkóró, vörös here, lódihere, korcsere, réti komócsin, egyiptomi (alexandriai) here, fonák (perzsa) here
Erdősítés	- tájidegen agresszív fajok visszaszorítása (gyalog akác); - őshonos erdőállományokat kell előnyben részesíteni.	Telepítésre javasolható fafajok: fehér fűz, kőrisek, fekete dió, nyárfafélék, kanadai nyár, tölgy, zöld juhar, hársak, éger, szilek, mocsári ciprus.
Gyepesítés	- belvizes területeken a gyepek őszi telepítése javasolt; - a gyepek jellemző tulajdonsága a jó nedvességtűrősségük.	Gyepesítés: réti ecsetpázsit, a hernyópázsit és a zöld pántlikafű, selyemperje, tarackos tippán, réti csenkesz, kékperje, sovány perje. Javasolt vetőmagkeverék: réti csenkesz 25%, réti perje 40%, tarackos tippán 20%, fehér here 10%, szarvaskerep 5%.
Rét-, legelőgazdálkodás, legeltetési állattartás	- időszakos elöntés hasznos is lehet, viszont a hosszan tartó elöntéseket nehezen tudják elviselni; - telepítéskor figyelembe kell venni, hogy milyen mértékben bírják a tiprást, illetve fontos tulajdonság a sarjadóképesség is; - közvetlen tápanyag-visszapótlás; - extenzív állattartás.	Legeltetésre javasolt vetőmagkeverék: réti csenkesz 25%, réti perje 40%, tarackos tippán 20%, fehér here 10%, szarvaskerep 5%. Cigája juh, szőke mangalica, szürke marha, őshonos baromfi-félék
Gyümölcsösök	- biotermelés	Szilva, dió, esetleg alma
Nádgazdálkodás	- termesztésének alapfeltétele, hogy a víz áramoljon; - tápanyagszűrési funkció	Nád, sás, gyékény
Rizstermesztés	- nagy hő- és vízigény; - megfelelő felületkialakítás - nagy víztartó képességű talaj	Multifunkcionális (pl. rizs-hal, hal-kacsá stb.)
Gyógy- és drognövénytermesztés	termeszthető időnként nedves, nyirkos területeken	ánizs, fodormenta, édesgyökér, orvosi lestyán, konyhai és az édes kömény
Vízvisszatartás és tározás	- szűrőmező (nádas, sásos, gyékényes) alkalmazása; - tározás céljára kialakított területek	Belvızıtározók, más célt szolgáló tározók, halastavak, holtágak, övgátolt legelők, volt folyóvízi medrek, időszakos- és szükségűtározók
Halastavak, multifunkcionális tógazdaságok létesítése	- multifunkcionális vizes élőhely	Őshonos fajok
Turizmus – ökoturizmus	- vonzó infrastruktúra kiépítése (parkolás, étkezés, pihenőhelyek, megfigyelő pontok, tanösvények, prospektusok, térképek, információs táblák, kölcsönzők, idegenvezetők, reklám stb.)	Holtágak, arborétumok, kastélyparkok, táj- és természetvédelmi területek, kunhalmok, multifunkcionális halastavak, stb.
Vadászati hasznosítás	- jó táplálékellátottság szükséges - áradások hatását kiküszöbölni - mesterséges vadmentő dombok	Nagy- és apróvadak
Természetvédelmi területek növelése	- hirtelen emelkedő, magas vízszint káros hatású - invazív fajok terjedésének megakadályozása - puffer területek kijelölése	Nemzeti Parkok; Védett területek, Természetmegőrzési területek, SPA, pSCI
Vizes élőhelyek fenntartása és kialakítása	- biodiverzitás fenntartása; - tájészttikai értékek fenntartása; - megfelelő mennyiségű és minőségű víz	Természetes és mesterséges tavak, víztározók, csatornák, holtágak, wetland-ek, eltemetett folyómedrek, mélyfekvésű területek stb.

Az időszakosan jelentkező szélsőséges vízmozgás speciális, többcélú tájhasznosítást igényel. Egyes értelmezések szerint a belvízzel erősen veszélyeztetett területek mezőgazdasági hasznosítását teljes mértékben kerülni kell, helyette a természetvédelem vehetné át a vezető szerepet. Itt azonban meg kell jegyezni, hogy a természetvédelemi beavatkozásoknak is jelentős költsége van – külön kiemelve az állami szerepvállalás szükségességét –, melynek megtérülését csak az ökológiai szolgáltatások által nyújtott bevételektől remélhetjük. Ezzel ellentétben a másik értelmezés jóval komplexebb, integrált szemléletű, együttműködésen alapuló megközelítést jelent, miszerint a táblaszintű mezőgazdasági fejlesztéseket és beavatkozásokat össze kell hangolni a térségi (vízgyűjtő szintű vízkészlet-gazdálkodás) és tájgazdálkodási stratégiákkal.

4. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

1. A belvív-veszélyeztetettség és a befolyásoló tényezők kapcsolatának összefüggését matematikai-statisztikai módszerekkel vizsgálva meghatároztam a Békés-Csanádi löszhát belvízi elöntését befolyásoló hat tényező (talajtani, földtani, domborzati, földhasználati, talajvíz, hidrometeorológiai) 0-5 közötti relatív skála értékét, illetve a belvízi elöntést okozó hatótényezők prioritási sorrendjét. A kapott eredmények szerint a talajtani adottság >>>>> a földhasználat típusa >>>> a domborzat jellegzetessége >>> a talajvízmozgás >> a földtani adottságok > és a hidrometeorológiai viszonyok sorrend a jellemző.
2. Igazoltam, hogy a Békés-Csanádi löszháton a talajvízfeltörés (földárja) jelensége érvényesül. Az eredményeim alapján alátámasztottam, hogy a Pearson-III eloszlási statisztikai modell a terület egészére vonatkozóan elfogadható közelítés a talajvízjárás lényegi törvényszerűségeire.
3. Kifejlesztettem a Komplex Belvív-veszélyeztetettségi Mutatót ($KBM = (0,9 - 0,360 \cdot T + 0,033 \cdot FT - 0,025 \cdot FH - 0,017 \cdot D - 0,017 \cdot TV) \times 5 \cdot HUMI$) a területi regressziós vizsgálatok alapján és ezt figyelembe véve megszerkesztettem a Békés-Csanádi löszhát belvív-veszélyeztetettségi térképét.
4. A hatótényező térképeket és a KBM integrált térképet a Jenks-féle módszerrel osztályoztam. Térhelyes adatok alapján összesítettem a Békés-Csanádi löszhát belvív-veszélyeztetettségi kategóriák szerinti területi eloszlását, miszerint a vizsgált terület 1,5%-a nem, 5,5%-a mérsékelten, 8,1%-a közepesen, 72,5%-a erősen, míg 12,4%-a az igen erősen veszélyeztetett kategóriákba sorolható.
5. Meghatároztam a Békés-Csanádi löszhát belvizes területeinek hasznosítási lehetőségeit, melyeket differenciáltan hozzárendeltem a veszélyeztetettségi kategóriákhoz. A lehetőségek fő elemét a termőhelyspecifikus termesztéstechnológiában (művelés és növényzet) jelöltem meg.

5. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

1. Mind a hatótényező-térképek, mind pedig a KBM térkép térhelyesen alkalmasak arra, hogy a belvíz kialakulásának ok-okozati összefüggéseit feltárva lokális és a regionális döntéshozatali folyamatok során mérvadó információkkal szolgáljanak.
2. A belvíz keletkezési okainak értelmezésével javaslat tehető a belvízöblözetek és rendszerek fejlesztésére, ezen belül is elsősorban az alsórendű csatornahálózatok módosítására, hogy a jelenlegi vízrendezettségi állapotot egy-egy öblözetben belül a levezetési prioritásokra építő cél-állapottal lehessen felváltani.
3. A vizsgálati területre elkészült belvíz-veszélyeztetettségi térkép, illetve a hatótényezők alapján levezetett veszélyeztetettségi térképek lehatárolják azokat a területeket, ahol a beavatkozás szükséges. Megállapítható, hogy adott területen melyik tényező a leginkább felelős a belvíz kialakulásáért, így lehetőség nyílik pl. a talajtani okokból kialakult belvízhelyzet közvetlen kezelésére pl. agrotechnikai megoldásokkal.
4. A földhasználat racionalizálásához a belvízi veszélyeztetettség mértéke megmutatja, hogy mely területeken érdemes a földhasználat módjában változtatni, amelyre konkrét javaslatokat dolgoztam ki (pl. extrém veszélyeztetett területek kivonása a művelés alól; vizes élőhelyek létrehozása; tározók kialakítása, stb.).
5. Az eredmények segítik a döntéshozókat nagyobb léptékű programok előkészítésében (pl. Vízyűjtő-gazdálkodási Terv, Klímaadaptációs Terv, Meliorációs program, stb.), illetve konkrét beavatkozási pontok (pl. vízkormányzó művek fejlesztése/rekonstrukciója, öntözésfejlesztés, talajlazítás) meghatározásában és kivitelezésében. A földhasználati és vízgazdálkodási kérdések ágazatpolitikai stratégiai és operatív döntések meghozatalához módszertani érv- és háttéranyagot mutattam be.

6. FELHASZNÁLT IRODALOM JEGYZÉKE

- Andó M.: 1974. Békés megye természeti földrajza. [In: *Krajko Gy.* (szerk): Békés megye gazdasági földrajza] Békés megyei Tanács Végrehajtó Bizottsága, Békéscsaba. 13-84.
- Andrásfalvy B.: 1973. A Sárköz ősi ártéri gazdálkodása. *Vízügyi Történeti Füzetek*, 6: 75.
- Birkás M. – Gyuricza Cs.: 2000. A talajhasználat és a klimatikus hatások kapcsolata. [In: *Birkás M.–Gyuricza Cs.* (szerk.): *Talajhasználat – Műveléshatás – Talajnedvesség*] Szent István Egyetem, Gödöllő. 10–43.
- Blaskó L.: 2011. Talajvédelem és talajhasználat belvizes területeken. [In: *Patay I.* (szerk.): *Belvíz: Okok, következmények, megoldások*] MTA Agrártudományok Osztálya, Budapest. 39–51. ISBN: 978-963-508-619-1.
- Bogárdi J.: 1952. A csapadék és hőmérséklet hatása a talajvíztükör változására. *MTA Műszaki Tudományok Osztálya Közleményei*, 5. 4: 33–60.
- Bozán Cs. – Bakacsi Zs. – Szabó J. – Pásztor L. – Pálfi I. – Körösparti J. – Tamás J.: 2008. A belvíz-veszélyeztetettség talajtani összefüggései a Békés-Csanádi löszháton. *Talajtani Vándorgyűlés*, 2008. május 28-29., Nyíregyháza. *Talajvédelem Különszám*, 43–53. ISSN: 1216-9560; ISBN: 978-963-9909-03-8.
- Bozán Cs. – Körösparti, J. – Pásztor, L. – Pálfi, I. 2011.: Utilisation of excess water hazarded areas in Békés County of Hungary. *Növénytermelés 60 Supplement 3*. 349-352. DOI: 10.1556/Novenyterm.60.2011.Suppl.3.
- Bozán Cs. – Körösparti J. – András G. – Túri N. – Kun Á. – Valentinyi K. – Pásztor L.: 2015. Kedvezőtlen vízgazdálkodási állapotú mezőgazdaságilag művelt területek nagy felbontású belvíz-veszélyeztetettségi térképezése Magyarország síkvidéki területein. Megbízó: ÁKK 2014 Konzorcium, OVF. NAIK ÖVKI, Szarvas. 69.
- Hanusz I.: 1895. A nagy Magyar Alföld földrajzi jellemképekben. Metzger Béla Kiadása, Kecskemét. 297.
- Jenks G.F.: 1967. „The Data Model Concept in Statistical Mapping”. *International Yearbook of Cartography*, 7: 186–190.
- Ligetvári F. (szerk): 1999. *Mezőgazdasági vízgazdálkodás 2. Vízrendezés*. Debreceni Agrártudományi Egyetem Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Főiskolai Kar, Szarvas. 165.
- Marosi S. – Somogyi S.: 1990. Magyarország kistájkezelési I.-II. MTA FKI, Budapest. 1023. ISBN: 9789637395093.
- Nagy J. – Nagy O.: 2018. Fenntartható agrárgazdálkodás a klímaváltozás tükrében – Sustainable agricultural management in view of climate change. *Magyar Tudomány*, 179. 9: 1327–1335. DOI: 10.1556/2065.179.2018.9.6.
- Orlói I.: 1991. Rendszerelvű kutatások a Tisza hazai vízgyűjtőjén. *Hidrológiai Közöny*, 71. 4: 202–208.
- Pálfi I.: 2004. *Belvizek és Aszályok Magyarországon. Hidrológiai tanulmányok*. VITUKI, Budapest. 492.
- Pálfi I.: 2006. *Belvízgyakoriság és belvízkárok Magyarországon. Hidrológiai Közöny*, 86. 5: 25–26.
- Petrasovits I. – Balogh J.: 1969. *Növénytermesztés és vízgazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*. 248.
- Rónai A.: 1985. *Geologica Hungarica, Az Alföld negyedidőszaki földtana. Műszaki Kiadó, Budapest*. 412.
- Rónai A. – Boczán B. – Kilenyi É. – Wein Gy. – Széles M.: 1969: *The Geological Atlas of the Great Hungarian Plain*. Szolnok. MÁFI, Budapest. 15. + térkép
- Ruttkay A. – Tilesch S. – Veszprémi B.: 1964. *Nádgazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*. 260.
- Salamon P.: 1966. *Vízrendezések. Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem, Mérnöki kar, Szakmérnöki tagozat, Mérnöki Továbbképző Intézet kiadványa (M. 166.), Kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest*. 283.
- Simonné K.I. (szerk.): 1983. *A rizs termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*. 292. ISBN: 963-231-647-9.
- Somlyódy L. (szerk.): 2011. *Köztestületi Stratégiai Programok: Magyarország vízgazdálkodása: Helyzetkép és stratégiai feladatok. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest*. 336.
- Sümegey J.: 1944. *A Tiszántúl. M. Kir. Földtani Intézet. Budapest*. 208.
- Tamás J.: 2013. *Gazdálkodás belvizes és aszályos területeken. Szaktudás Kiadó Ház Zrt., Budapest*. 152.
- Tamás J. – Bozán Cs.: 2009. Analysis of water stressed biomass productivity based on remote sensing data on the Békés-Csanád Loess Plateau. VIII. Alps-Adria Scientific Workshop, Neum, Bosnia-Herzegovina. *Cereal Research Communications*, 37 (Suppl.): 505–508. DOI: 10.1556/CRC.37.2009.Suppl.4
- Tasnádi R.: 1997. *A Szegedi Fehértó halgazdasága. A régmúltól 1990-ig. Szegedi Mezőgazdasági Termelő és Szolgáltató Kft., Szeged*. 168. ISBN: 963-04-8025-5.
- Thyll Sz. – Fehér F. – Madarassy L.: 1983. *Mezőgazdasági talajcsövezés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*. 321. ISBN: 963-231-608-8.
- Tobler W.: 1970. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, 46. (Suppl.): 234–240.
- Tóth B.: 2000. Az aszály- és belvízhatást mérséklő erdőművelési technológiák. II. rész. [Führer E. (szerk.): *Az aszály és a belvíz érvényesülése a Nagyalföld erdőművelésében*]. Erdészeti Tudományos Intézet Kiadványai, 14: 91. ISSN 1417-5495, ISBN 963-7349-27-8.
- Várallyay Gy. – Szűcs L. – Murányi A. – Rajkai K. – Zilahy P.: 1980a. Magyarország termőhelyi adottságait meghatározó tényezők 1:100.000 méretarányú térképe. *Agrokémia és Talajtan*, 29. 1-2: 35–76.
- Várallyay Gy. – Szűcs L. – Rajkai K. – Zilahy P. – Murányi A.: 1980b. Magyarországi talajok vízgazdálkodási tulajdonságainak kategóriarendszere és 1:100000 méretarányú térképe. *Agrokémia és Talajtan*, 29. 1-2: 77–112.
- Vinczeff I. (szerk): 1993. *Legelő- és gyepgazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest*. 400.
- Zsembeli J. – Szűcs L. – Tuba G. – Czibalmos R.: 2015. *Nedvességtakarékos talajművelési rendszer fejlesztése Karcagon. [In: Madarász B. (szerk.) Környezetkímélő talajművelési rendszerek Magyarországon: elmélet és gyakorlat]. MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, Budapest*. 122–133.

7. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMÁJÁBAN SZÜLETETT PUBLIKÁCIÓK



**DEBRECENI
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**
H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/274/2020.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Bozán Csaba
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola
MTMT azonosító: 10044982

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (4)

1. Körösparti, J., **Bozán, C.**, Pálfai, I., Orlóci, I., Kuti, L., Pásztor, L.: A Belvív-veszélyeztetettség térképezésének fejlődése.
TSF Tudományos Közlemények. 7 (1-3), 611-615, 2007. ISSN: 1587-6179.
2. **Bozán, C.**, Körösparti, J., Pálfai, I., Pásztor, L., Kuti, L.: Mezőgazdasági területek belvízkockázati értékelése.
TSF Tudományos Közlemények. 7 (1-2), 431-436, 2007. ISSN: 1587-6179.
3. **Bozán, C.**, Körösparti, J.: Földárja a Dél-alföldön.
Hidrol. Közöny. 85 (3), 7-13, 2005. ISSN: 0018-1323.
4. **Bozán, C.**, Körösparti, J.: A talajvízjárás statisztikai vizsgálata a Békés-Csanádi löszháton.
Hidrol. Közöny. 83 (5), 257-262, 2003. ISSN: 0018-1323.

Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

5. **Bozán, C.**, Körösparti, J., András, G., Túri, N., Pásztor, L.: Inland excess water hazard on the flat lands in Hungary.
Columella. 4 (1), 45-48, 2017. ISSN: 2064-7816.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2017.4.1.suppl>
6. Tamás, J., **Bozán, C.**: Analysis of water stressed biomass productivity based on remote sensing data on the Békés-Csanád Loess Plateau.
Cereal Res. Commun. 37 (Suppl.), 505-508, 2009. ISSN: 0133-3720.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/CRC.37.2009.Suppl.4>
7. **Bozán, C.**, Tamás, J.: Land use risk evaluations on the Békés-Csanád loess plateau.
Cereal Res. Commun. 36 (4), 615-618, 2008. ISSN: 0133-3720.





Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (4)

8. **Bozán, C.**, Takács, K., Körösparti, J., Laborczi, A., Túri, N., Pásztor, L.: Integrated spatial assessment of inland excess water hazard on the Great Hungarian Plain.
Land Degrad. Dev. 29 (12), 4373-4386, 2018. ISSN: 1085-3278.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ldr.3187>
IF: 4.275
9. Pásztor, L., Körösparti, J., **Bozán, C.**, Laborczi, A., Takács, K.: Spatial risk assessment of hydrological extremities: Inland excess water hazard, Szabolcs-Szatmár-Bereg County, Hungary.
J. Maps. 11 (4), 636-644, 2015. ISSN: 1744-5647.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/17445647.2014.954647>
IF: 1.435
10. Pásztor, L., Pálfai, I., **Bozán, C.**, Körösparti, J., Bakacsi, Z., Szabó, J.: Quantifying and mapping lowland excess water hazard.
Advances in GeoEcology. 40, 185-190, 2009. ISSN: 0722-0723.
11. **Bozán, C.**, Körösparti, J., Pásztor, L., Pálfai, I.: GIS-based quantifying and mapping of excess water inundation hazard on the South Great Hungarian Plain.
Sci. Bull. Polytech. Univ. Timisoara. Trans. Hydrotech. 53 (67/2), 119-122, 2008. ISSN: 1224-6042.

Magyar nyelvű konferencia közlemények (12)

12. **Bozán, C.**, Körösparti, J., András, G., Túri, N., Pásztor, L.: A belvíz-veszélyeztetettség térképezés kihívásai.
In: Kihívások a mai modern mezőgazdaságban : tudományos konferencia előadásai. Szerk.: Futó Zoltán, Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 138-143, 2016. ISBN: 9789632695945
13. Körösparti, J., **Bozán, C.**: Belvizes területek alternatív hasznosítási lehetőségeinek értékelése, és a belvíz tározására alkalmas területek lehatárolása Békés megyében.
In: A Magyar Hidrológiai Társaság által rendezett XXXI. Országos Vándorgyűlés dolgozatai, Magyar Hidrológiai Társaság, Gödöllő, 1-18, 2013. ISBN: 9789638172310
14. Körösparti, J., **Bozán, C.**: Szabolcs-Szatmár-Bereg megye belvíz-gazdálkodási lehetőségeinek felmérése a belvíz-veszélyeztetettségi térképezés segítségével.
In: Magyar Hidrológiai Társaság XXX. országos vándorgyűlés. Szerk.: Szilávik Lajos, Magyar Hidrológiai Társaság, Budapest, 1-20, 2012.
15. Körösparti, J., **Bozán, C.**: Hajdú-Bihar megye belvíz-veszélyeztetettségi térképezése.
In: Magyar Hidrológiai Társaság XXIX. Országos Vándorgyűlése. Szerk.: L. Szilávik, Magyar Hidrológiai Társaság, Budapest, 1-19, 2011.





16. Körösparti, J., **Bozán, C.**: Jász-Nagykun-Szolnok megye belvív-gazdálkodási lehetőségeinek felmérése a belvív-veszélyeztetettség térképezés segítségével.
In: VII. Alföldi Tudományos Tájégzdálkodási Nap : intézeti tudományos diákköri konferencia : 2011. november 17. : Magyar Tudomány Ünnepe : konferenciakiadvány. Szerk.: Barancsi Ágnes, Hernyák Gábor, Szolnoki Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Fakultás, Szolnok, 1-5, 2011. ISBN: 9789638933911
17. Körösparti, J., **Bozán, C.**: Nagy felbontású digitális terepmodell alkalmazása a 74-es mezőberényi belvívrendszer belvív-veszélyeztetettség térképezésében.
In: Magyar Hidrológiai Társaság XXVIII. országos vándorgyűlés. Szerk.: Szlávik Lajos, Magyar Hidrológiai Társaság, Budapest, 1-18, 2010. ISBN: 9789638172259
18. Körösparti, J., **Bozán, C.**, Pásztor, L., Kozák, P., Kúi, L., Pálfai, I.: GIS alapú belvív-veszélyeztetettség térképezés a Dél-alföldön.
In: Magyar Hidrológiai Társaság XXVII. országos vándorgyűlés. Szerk.: Szlávik Lajos, Magyar Hidrológiai Társaság, Budapest, 1-14, 2009. ISBN: 9789638172235
19. **Bozán, C.**, Bakacsi, Z., Szabó, J., Pásztor, L., Körösparti, J., Tamás, J.: A belvív-veszélyeztetettség talajtani összefüggései a Békés-Csanádi löszháton.
Talajvédelem. Különszám, 43-53, 2008. ISSN: 1216-9560.
20. Körösparti, J., **Bozán, C.**: A földárjás területek vízgazdálkodási problémái.
In: A Magyar Hidrológiai Társaság XXVI. Országos Vándorgyűlése. Szerk.: Szlávik Lajos, Magyar Hidrológiai Társaság, Miskolc, 1-10, 2008.
21. **Bozán, C.**: Az Alföld különleges hidrológiai jelensége, a földárja.
In: IV. Alföldi Tudományos Tájégzdálkodási Napok. Szerk.: Kalmár, Imre, Tessedik Sámuel Főiskola Mezőgazdasági Főiskolai Kar, Mezőtúr, 1-5, 2004.
22. Pálfai, I., **Bozán, C.**, Herceg, Á., Kozák, P., Körösparti, J., Kuti, L., Pásztor, L.: Komplex Belvív-veszélyeztetettség Mutató (KBM) és Csongrád megye ez alapján szerkesztett belvív-veszélyeztetettség térképe.
In: A magyar földrajz kurrens eredményei: II. Magyar Földrajzi Konferencia. Szerk.: Barton Gábor, Dormány Gábor, SZTE TTK Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged, 1-6, 2004.
23. **Bozán, C.**: Az időszakosan fellépő káros vízbőség közvetlen hatása néhány búzafajtára.
In: "Juteco 2002" : "Tessedik Sámuel Jubileumi Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Tudományos Napok" : Szarvas, 2002. augusztus 29-30. : előadások és poszterek összefoglalói. Szerk.: Szabóné Komlovszky Ildikó, Tessedik Sámuel Főiskola Mezőgazdasági Víz- és Környezetgazdálkodási Főiskolai Kar, Szarvas, 1-7, 2002. ISBN: 9632027191





Idegen nyelvű konferencia közlemények (10)

24. **Bozán, C.**, Körösparti, J., Pásztor, L., Pálfai, I.: Excess water hazard mapping on the South Great Hungarian Plain.
In: Proceedings of the 13th International Conference on Environmental Science and Technology. Ed.: T.D. Lekkas, University of the Aegean, Mitilini, 1-8, 2013.
25. **Bozán, C.**, Körösparti, J., Pásztor, L., Pálfai, I.: Utilisation of excess water hazarded areas in Békés County of Hungary.
Növénytermelés. 60 (3), 349-352, 2011. ISSN: 0546-8191.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1556/Novenyterm.60.2011.Suppl.3>
26. **Bozán, C.**, Körösparti, J., Pásztor, L., Kuti, L., Kozák, P., Pálfai, I.: GIS-based mapping of excess water hazard in Csongrád County (Hungary).
In: International Symposia Risk Factors for Environment and Food Safety and Natural Resources and Sustainable Development, Faculty of Environmental Protection, University of Oradea, Oradea, 977-985, 2009.
27. Pásztor, L., Pálfai, I., **Bozán, C.**, Körösparti, J., Szabó, J., Bakacsi, Z., Kuti, L.: Digital mapping of lowland excess water hazard.
In: Proceedings of the 15th International Congress of ISCO, Soil and Water Conservation, "Climate Change and Environmental Sensitivity". Ed.: Kertész Á., Várallyay Gy., Németh T., Füleky Gy., Sisák I, Geographical Research Institute of Hungarian Academy of Sciences, Budapest, 1-4, 2008. ISBN: 9789639545205
28. **Bozán, C.**, Körösparti, J., Pásztor, L., Kuti, L., Pálfai, I.: Mapping of excess water hazard in the region of south Hungarian Great Plain.
In: XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. Ed.: Mitja Brilly, Mojca Sraj, Slovenian National Committee for the IHP UNESCO, Ljubljana, 1-7, 2008.
29. Pásztor, L., Pálfai, I., **Bozán, C.**, Körösparti, J., Szabó, J., Bakacsi, Z., Kuti, L.: Spatial stochastic modelling of inland inundation hazard.
In: AGILE 2006 : Proceedings of the 9th AGILE conference on geographic information science : shaping the future of geographic information science in Europe. Ed.: J. Suarez, B. Markus, University of West Hungary, Székesfehérvár, 139-143, 2006.
30. **Bozán, C.**, Pálfai, I., Pásztor, L., Kozák, P., Körösparti, J.: Mapping of excess water hazard in Békés and Csongrád counties of Hungary.
In: ICID 21st European Regional Conference Integrated Land and Water Resources Management: Towards Sustainable Rural Development : Conference Proceedings, [s.n.], [Frankfurt], 1-4, 2005.
31. **Bozán, C.**, Körösparti, J., Pásztor, L., Kozák, P., Pálfai, I.: Mapping of excess water hazard in Csongrád county of Hungary.
In: 19th ICID Congress and 56th IEC Meeting, Use of Water and Land for Food and Environmental Sustainability, [s.n.], Beijing, 1-9, 2005.





32. Pásztor, L., Pálfai, I., **Bozán, C.**, Körösparti, J., Bakacsi, Z., Szabó, J.: Quantifying and mapping lowland excess water hazard.
In: Fourth International Conference on Land Degradation. Ed.: A. Faz, R. Ortiz, Garcia, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, 1-4, 2004.
33. **Bozán, C.**, Körösparti, J.: Water uprush on the Békés-Csanád loess plateau.
In: XXIIInd Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management : Erosion, sediment transport and sedimentation. Ed.: E. Soukalová, Brno University of Technology, Brno, 1-8, 2004.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

34. **Bozán, C.**, Körösparti, J., Andrási, G., Túri, N., Pásztor, L.: A belvív-veszélyeztetettség Magyarországi síkvidéki területein.
In: 42. Meteorológiai Tudományos Napok: A vízgazdálkodás meteorológiai vonatkozásai. Szerk.: Szalai Sándor, Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 11, 2016. ISBN: 9789639931121

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (4)

35. **Bozán, C.**, Túri, N., Kerezsi, G., Körösparti, J.: Applicability of inland excess water hazard maps.
In: Abstract book : 17th Alps-Adria Scientific Workshop. Ed.: by Kende Zoltán, Szent István Egyetemi Kiadó Nonprofit Kft., Gödöllő, 100-101, 2018. ISBN: 9789632697345
36. Körösparti, J., **Bozán, C.**: Mapping of excess water hazarded areas in Hungary.
In: International Conference: Natural and artificial Ecosystems in the Somes - Cris - Tisa River Basin : abstracts book, "Vasile Goldiş" Western University of Arad, Arad, 23, 2010.
37. Pásztor, L., Pálfai, I., **Bozán, C.**, Körösparti, J., Bakacsi, Z., Szabó, J.: Regionalization of lowland excess water hazard.
Geophys. Res. Abstr. 10, 1-2, 2008. ISSN: 1029-7006.





38. **Bozán, C.**, Körösparti, J., Pásztor, L., Kozák, P., Herceg, Á., Kuti, L., Pálfi, I.: Applicability of GIS techniques in excess water hazard mapping on the South Great Hungarian Plain.
In: XXIII. Conference of the Danube Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management : Conference Proceedings. Ed.: Stevan Bruk, Tioslav Petkovic, Ministry of Science and Environmental Protection of the Republic of Serbia, Belgrád, 122, 2006.

A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 5,71

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):
5,71**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2020.10.01.

