

A felszín alatti vizek kitermelésének hatása a belvív-veszélyeztetettségre

KÖRÖSPARTI JÁNOS¹ korosparti.janos@uni-mate.hu

KAJÁRI BALÁZS¹

KEREZSI GYÖRGY¹

TÚRI NORBERT¹

SZŐCS TEODÓRA²

KUN ÉVA²

BOZÁN CSABA¹

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE), Környezettudományi Intézet (KÖTI),
Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpont (ÖVKI)

² Szabályozott Tevékenységek Felügyeleti Hatósága (SZTFH), Földtani Igazgatóság, Vízföldtani Osztály

Kivonat

A belvív kialakulásában jelentős szerepe van a talaj- és mélységi vizeknek egyaránt, különösen akkor, amikor nyomás alatt vannak. Ezeknek a felszín alatti víztesteknek a mozgását számos tényező, többek között a lokális és regionális áramlási rendszerek befolyásolják. Az emberi tevékenységek (pl.: ivóvíz kitermelés, geotermikus hasznosítás, balneológiai használat, bányászat stb.) igen jelentős hatást gyakorolnak rájuk. A belvív-veszélyeztetettség térképezés során felhasználtuk hidrológiai tényezőként a feláramlási és leszivárgási területek lehatárolását és a feláramlás mértékét tartalmazó térképeket. Ez a zónatérkép két változatban készült el. A referencia (természeti) állapot jellemzésére a kitermelés nélküli változatot használtuk fel. Jelen esetben az emberi hatás kimutatására törekszünk, így a kitermeléssel (kommunális és ipari) módosított feláramlási adatbázist alkalmaztuk a belvív-veszélyeztetettség forgatókönyv megjelenítése során. A felszín alatti vizek kitermelésének hatása a talajvízszint csökkenésén és a feláramlás mérséklésén keresztül jelenik meg. A forgatókönyv alapján a változás lokálisan jelenik meg, főként a nagy volumenű ipari kitermelések környezetében. A regionális vízrendszerekben bekövetkező változások vizsgálatára több évtizedes adatsorok elemzésével nyílik lehetőség.

Kulcsszavak: belvív-veszélyeztetettség, felszín alatti vizek, kitermelés, scenárió

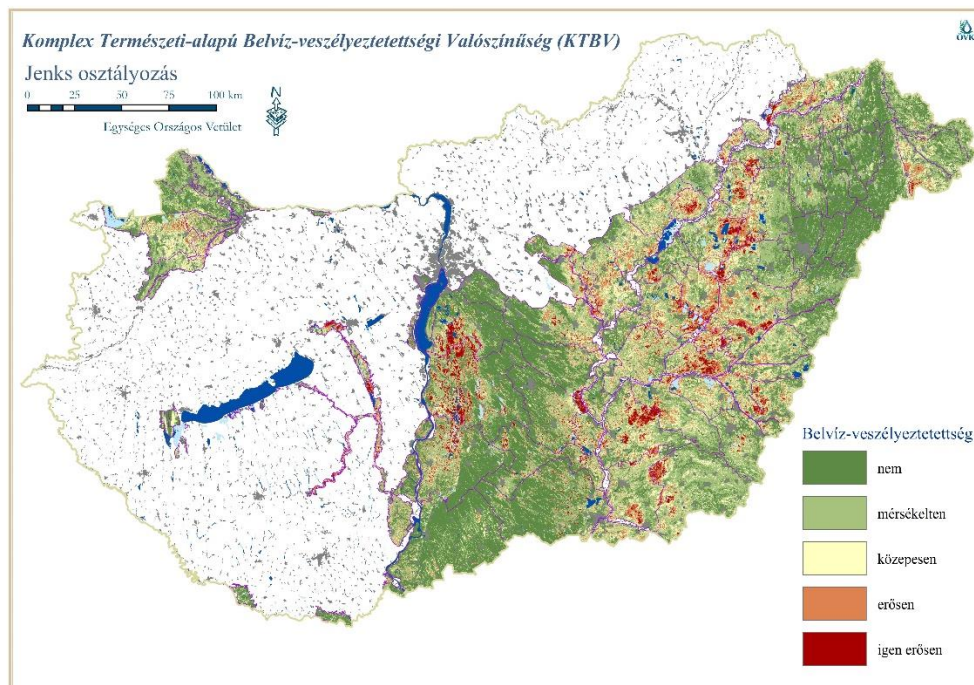
BEVEZETÉS

Magyarországon számos hidrológiai jelenség (belvív, aszály, magas talajvízállás) okoz károkat a mezőgazdasági területeken. Ezen szélsőségek közül a belvív az egyik legnagyobb területi kiterjedésű, a síkvidéki területek 47%-át érinti (Pálfai 2000). Fontosságát mutatja, hogy amértékadó elöntések néhány éves gyakorisággal akár 8-16 Mrd Ft kárt okozhatnak (Vámosi 2002; Pálfai 2006; Somlyódi 2011). Több tudományos műhely foglalkozott a belvízzel, számos aspektusból megvizsgálva, támasztották alá jelentőségét (pl. Rakonczai et al. 2001; Pálfai 2004). A Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Környezettudományi Intézet, Öntözési és Vízgazdálkodási Kutatóközpontja (MATE KÖTI ÖVKI) 2001 óta foglalkozik belvív-veszélyeztetettség térképezéssel. Az általunk alkalmazott módszer segítségével egy olyan térképet szerkesztettünk, amely az aktuális állapotok jellemzésére és értékelésére alkalmas (referencia állapot). Az emberi beavatkozások (vízkormányzás, területhasználat, vízkitermelés) hatásai csak korlátozottan jelentek meg. Ebben a dolgozatban a hidrológiai tényezőcsoport (talajvíz, feláramlási területek) esetében elemeztük a beavatkozások hatását a belvív-veszélyeztetettség mértékére. Ezért az időbeli változást megtestesítő befolyásoló tényezők elemzéséhez belvív-veszélyeztetettség forgatókönyveket készítettünk, amelyekkel megmutattuk, hogyan változik a belvív-veszélyeztetettség a felszín alatti vizek áramlási viszonyainak természetes és az antropogén tevékenység (vízkitermelés) figyelembevételével. A változások kimutatására a Komplex Belvív-veszélyeztetettség Mutató (Pálfai et al. 2004; Bozán et al. 2005) továbbfejlesztett változatát alkalmaztuk (Komplex Természeti-alapú Belvív-

veszélyeztetettségi Valószínűség, KTBV) (Körösparti et al. 2016; Bozán et al. 2017; Bozán et al. 2019). A korábbi módszertan mentén a veszélyeztetettségi térkép előállításához 6 db fő tényezőt és 17 db ún. környezeti segédváltozót használtunk fel. A jelenleg alkalmazott „Random Forest- Kríggelés (RF-K)” módszerhez 6 db tényezőcsoportba rendezve mintegy 51 db környezeti változót alkalmazunk az elemzések során. Mindezek alapján legfőbb célunk volt, hogy az RF-K módszerrel készült Komplex Természeti-alapú Belvív-veszélyeztetettségi Valószínűség (KTBV) térkép a lehető legpontosabban kifejezze a belvív kialakulásnak természeti alapjait, amely a „null” (referencia) állapotokat tükrözi.

A tényezőcsoportok egyike a talajvizet jellemzi, tartalmazza a talajvízszintek aktualizált állapotából levezetett talajvíz tényezőt és a felszín alatti áramlási viszonyokat tükröző feláramlási és leszivárgási térképet.

A KTBV térkép (1. ábra) a közelmúltbeli („jelen”, referencia) állapotokat tükrözi. Ez praktikusán egyben a modell bearányosítását és igazolását is megkönnyíti. Ugyanakkor az adatmodell (elsősorban a vízkitermelés hatásai) módosításával a jelenlegitől lényegesen eltérő viszonyok vizsgálata is lehetségessé vált.



1. ábra: KTBV térkép Jenks-féle osztályozással

Forrás: Bozán et al. 2019

Ehhez a scénárió módszert alkalmaztuk, amely összefoglalja és rendszerezi a jövőről már meglévő adatainkat és eredményeinket, legyen szó mennyiségi vagy minőségi információról. A forgatókönyvekben meghatározott indikátorok, vagyis referenciapontok segítségével eligazodhatunk abban, hogy melyik forgatókönyv áll legközelebb a jövőbeli állapotokhoz, és így melyik utat érdemes választanunk (Kristóf 2002).

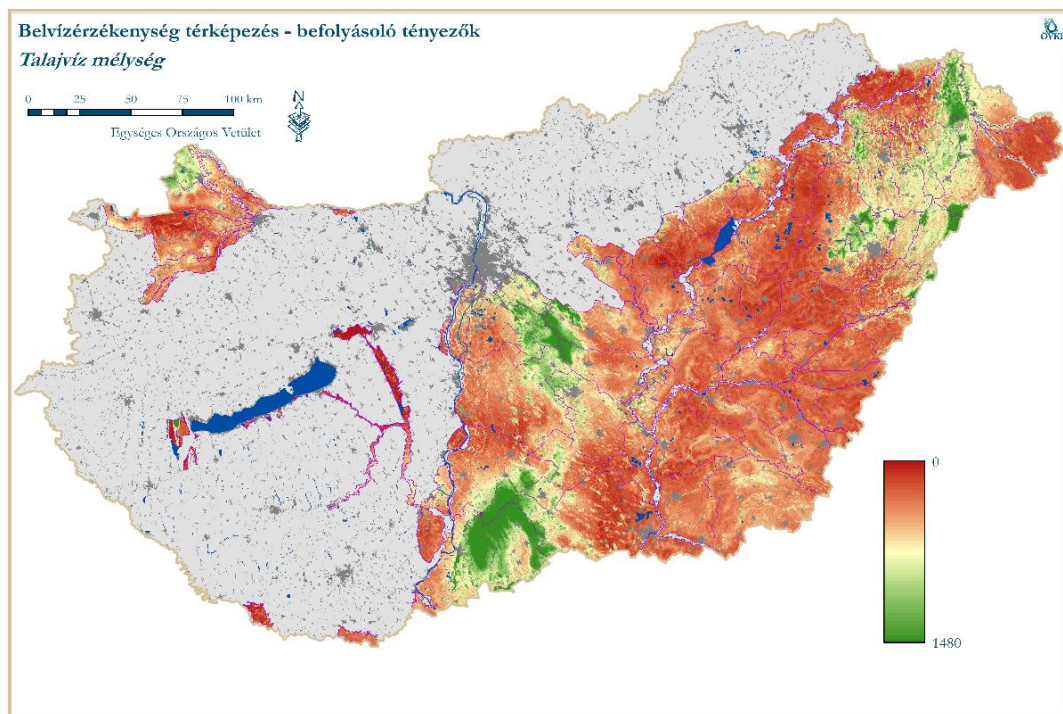
Ezzel a módszerrel bemutathatjuk a belvív-veszélyeztetettség változását minden egyes változóra lefuttatva, illetve különböző kombinált elemzéseket is elvégeztünk, amelyek során az egyes változók egymásra hatását is vizsgáltuk. Jelen dolgozatban annak kimutatását tűztük ki célul, hogy a felszín alatti vizekre gyakorolt emberi hatás (ipari és lakossági kitermelések) milyen mértékben befolyásolja a belvív-veszélyeztetettség mértékét a mezőgazdasági területeken.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A jelenlegi alkalmazott belvíz-veszélyeztetettségi térkép (Bozán et al. 2019) a bemenő adatok által meghatározott, aktuális állapotok jellemzésére és értékelésére alkalmas (referencia állapot). Az időbeli változást megtestesítő befolyásoló tényezők, elsősorban emberi hatások (pl. hidrológiai viszonyok) elemzéséhez belvíz-veszélyeztetettségi forgatókönyveket készítettünk.

A vizsgálati módszerünk a belvíz-veszélyeztetettségi forgatókönyvek (stratégiai változatok) kidolgozásának alapja, a referencia KTBV térkép. Az ebbe gyűjtött tényezők beviteli adatbázisának (elsősorban a peremfeltételek, a paraméterezés és a környezeti változók) módosításával a jelenlegitől lényegesen eltérő viszonyok vizsgálatát hajtottuk végre.

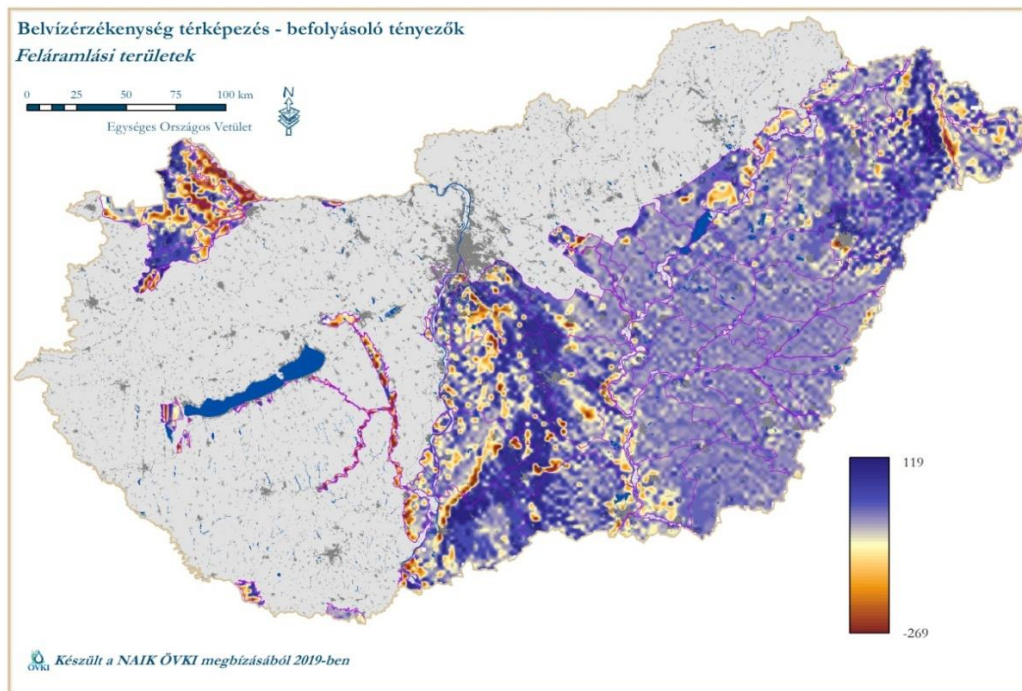
A talajvíz tényező kialakításánál, a 2015-ben felhasznált hosszú idősoros talajvízszint adatok helyett, egy újonnan létrehozott talajvízszint adatokat tartalmazó adatbázist használtunk fel, amelyet az OVF Műszaki Téradat Szolgáltató Főosztály, Adattári Osztálytól kaptunk meg elemzésre. Az 1951-2018 közötti időszakból származó talajvízkút adatokat, vízügyi igazgatóságoként válogatva kaptuk meg. Mintegy 2203 db talajvízkút adatait vizsgáltuk meg és szelektáltuk, úgy, hogy a teljes fedést adjanak a tényezőtérkép interpolációjához. A leválogatott talajvízkutak közül 1135 db talajvízkút rendelkezett megnyugtatóan hosszú idősoros adattal, valamint az utóbbi évtizedeket reprezentáló értékekkel. (2. ábra). Az adatsorok az utóbbi évtizedekben kimutatható talajvízjárási trendekhez (szárazodás) igazodva kér részre lett osztva, majd a részekből 2-2 maximális vízállás lett kiválasztva. Ezek átlagolt értékeit átlagolva készítettük el az interpolált nívófelületet, amelyet a domborzathoz is igazítottunk.



2. ábra: KTBV talajvíz tényezőcsoport: talajvízmélység

Forrás: Bozán et al. 2019

Kiemelt feladatként kezeltük a feláramlási (talajvízfeltörés) és leszivárgási zónák meghatározását, mely igen jelentős környezeti változó a belvíz jelenség kialakulásában. Ezért megbízásunk alapján a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat (MBFSZ) elkészítette Magyarország síkvidéki területein a felszín alatti vizek feláramlási és leszivárgási területeinek lehatárolását és a feláramlás mértékét tartalmazó térképek friss termelési adatokkal aktualizált változatát is (3. ábra).



3. ábra: KTBV talajvíz tényezőcsoport: feláramlási területek

Forrás: Bozán et al. 2019

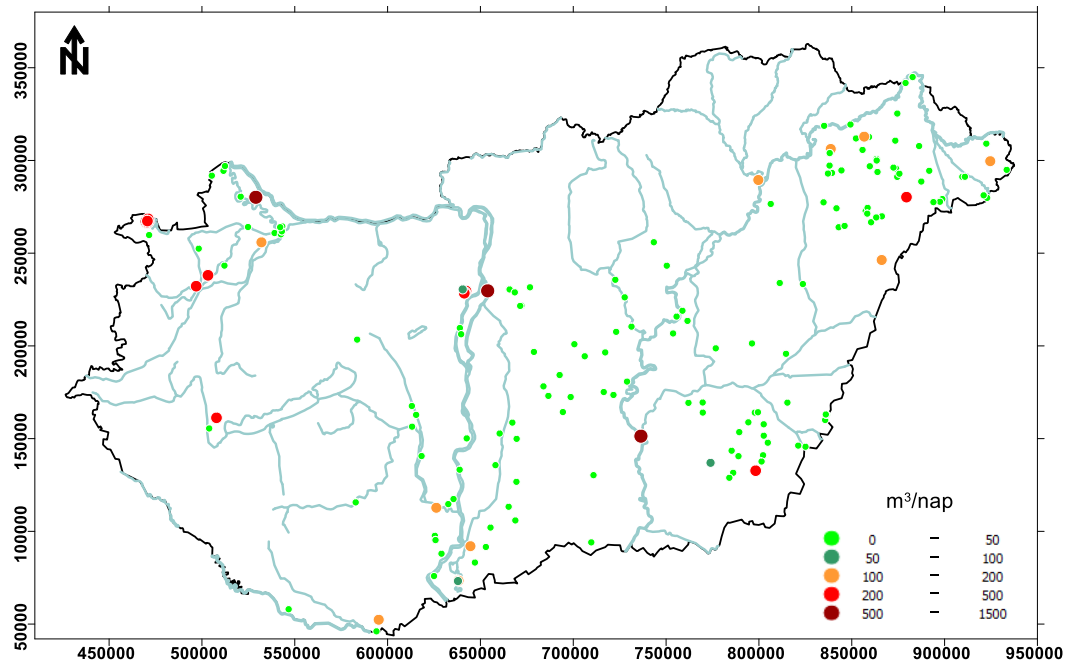
A talajvíz mozgását nagy mértékben befolyásolják a rétegvizek áramlási rendszerei és a vízáró rétegek elhelyezkedése a rétegyomás átadásával. A felszín alatti vizek belvízképződésben betöltött szerepének tisztázásához el kell különíteni a feláramlási (talajvízfeltörés) és leszivárgási zónákat.

A veszélyeztetettségi térkép készítésénél (KTBV) a természetes állapotok kihangsúlyozása volt a cél, ezért a termelés nélküli állapotot mutató térképet használtuk az elemzésnél. Jelen esetben pont az antropogén tevékenységek hatásait szeretnénk megmutatni, ezért a szcenárió készítésénél az aktualizált termelésekkel korrigált térképeket vettük figyelembe.

A VISUAL MODFLOW komplex modellezési programcsomag segítségével készült a vízföldtani elemzés az MBFSZ Vízföldtani osztályán. A modellezéshez számos határfeltétel és tulajdonság definiálására van lehetőség, mint például: forrás, kút, folyó, megcsapolás „drain”, csapadék beszivárgás „recharge”, állandó hidraulikus potenciál érték „Constant Head” stb.

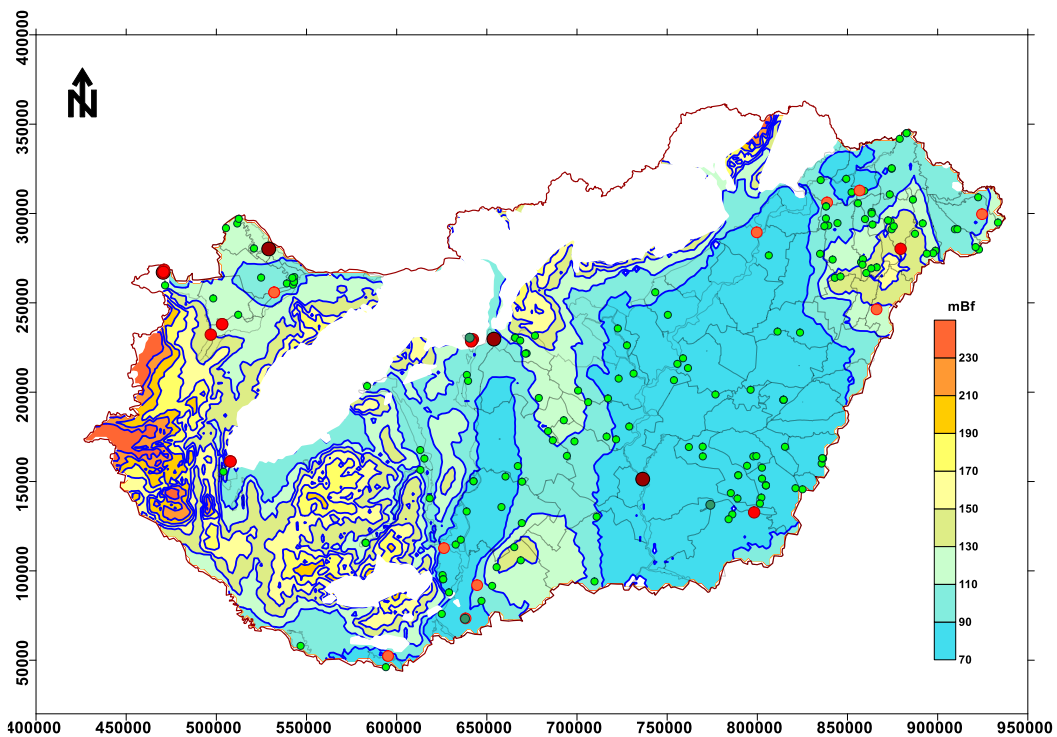
Az új víztermelési adatok összehasonlításra kerültek a 2018-as modellezés során (a 2008–2015 közötti termelések alapján) felhasznált termelési adatokkal, amely szerint 146 db új termelési rekord keletkezett (új kút vagy többlettermelés), melyek helyenként nem csak a sekély porózus víztestet érintő vízhasználatokat jelentik (MBFSZ 2019).

A modellbe beépített új objektumok elhelyezkedését, a termelt mennyiség szerint csoportosítva, a 4. ábra mutatja. Látható, hogy a legnagyobb víztermelések Darnózselin, Budapesten és Csongrádon jelennek meg



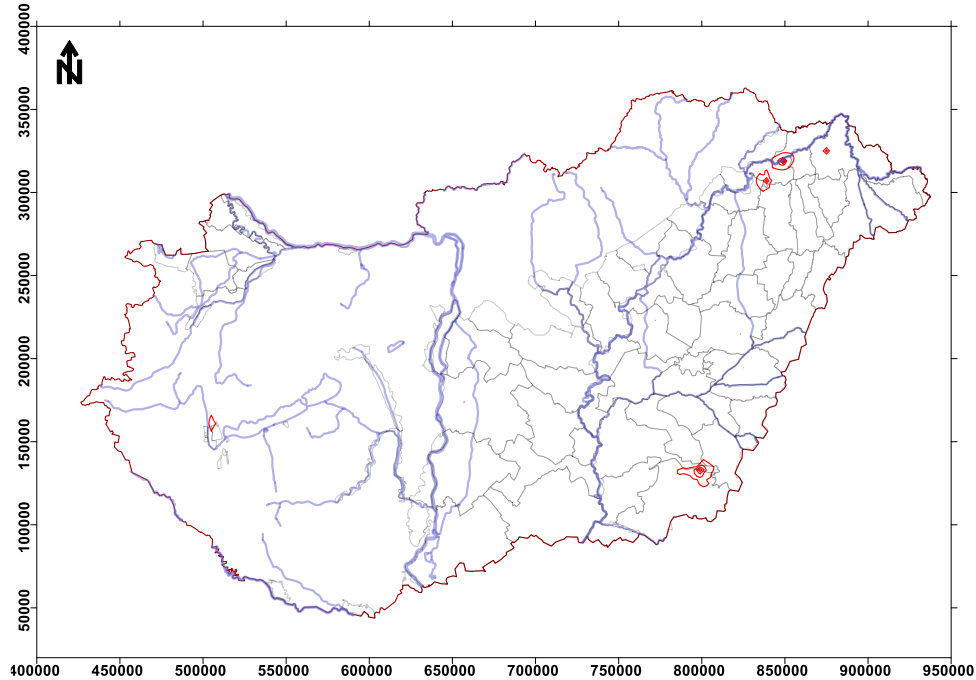
4. ábra: Új termelések a 2018-as évben készült modellezés során használt termelési adatokhoz képest
 Forrás: MBFSZ 2019

Az új (2015-2018-as termelésekre vonatkozó medián) adatokkal aktualizálásra került a vízföldtani modell. Ezen új modellfuttatások eredményeként, az aktualizált talajvízszint térképet a 5. ábra mutatja be. Látható, hogy a talajvízdomborzat alapján is kirajzolódnak a leáramlási és feláramlási területek.



5. ábra: Az új (2015–2018-ra vonatkozó medián) termelési adatokkal aktualizált talajvízszint térkép (a termelési pontok és a belvízvédelmi szakaszokat feltüntetésével)
 Forrás: MBFSZ 2019

A 6. ábra megmutatja a 2018-as modell talajvízszintjének és az aktualizált (2015-2018-as termelésekre vonatkozó medián) talajvízszintek különbségét, azaz a depresszióját. Látható, hogy a belvízvédelmi szakaszok területére eső, nagyobb területet érintő talajvízszint süllyedések DK-en Medgyesegyháza, ÉK-en Ibrány és Gávavencsellő térségében alakultak ki.



6. ábra: Az új termelési adatokkal aktualizált talajvízszint különbség térkép (méter), a 2008–2015 közötti termelésekkel számítottához képest

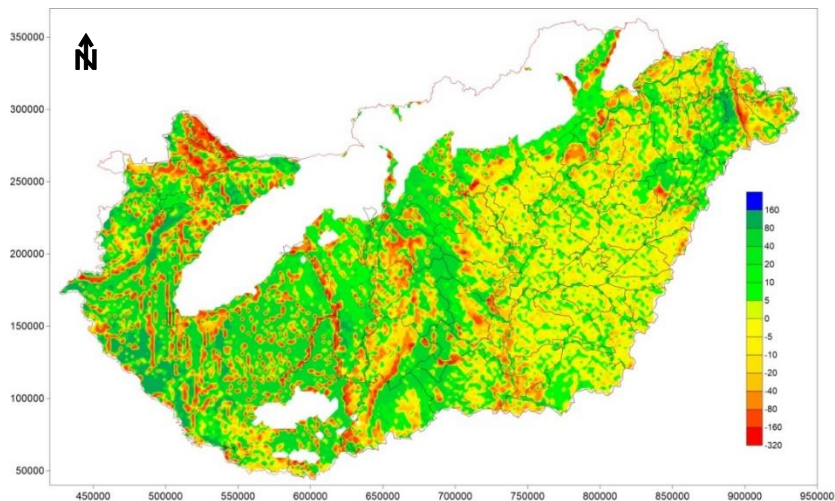
Forrás: MBFSZ 2019

EREDMÉNYEK

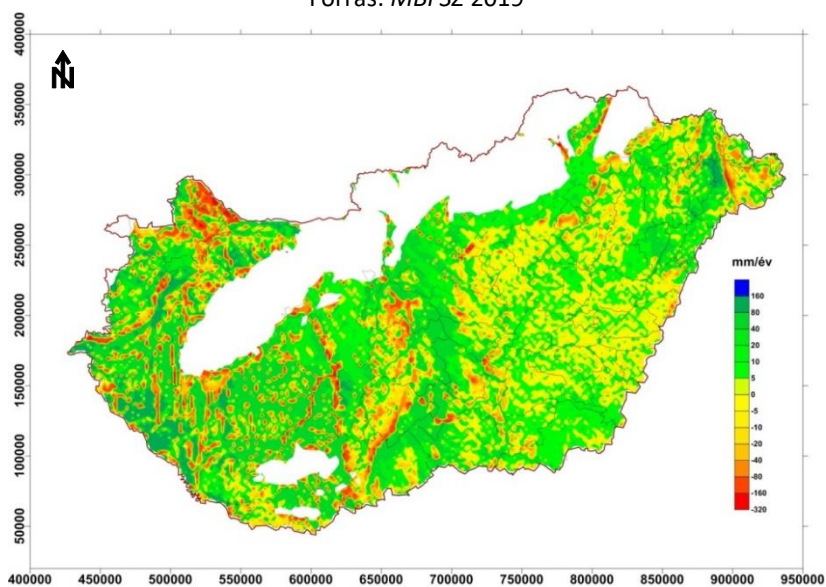
Egyes esetekben, amikor a megfelelő hidrológiai és geológiai viszonyok megvannak, a belvizek mennyiségéhez hozzájárul a felszín alatti vizekből kiáramló (feláramló) víz is. Ezeknél a depressziós területrészeknél, a talajvíz szintje a felszín és a felszín alatti 2-3 méteres mélység között ingadozik.

A teljes országra vonatkozó talajvízforgalom számítások, vagyis a talajvízbe beszivárgó és onnan kiáramló vízmennyiségek különbségek (2×2 km-es cellákra), természetes (termelés nélküli) és talaj- és rétegvíz-termelések módosított változatban is elkészültek.

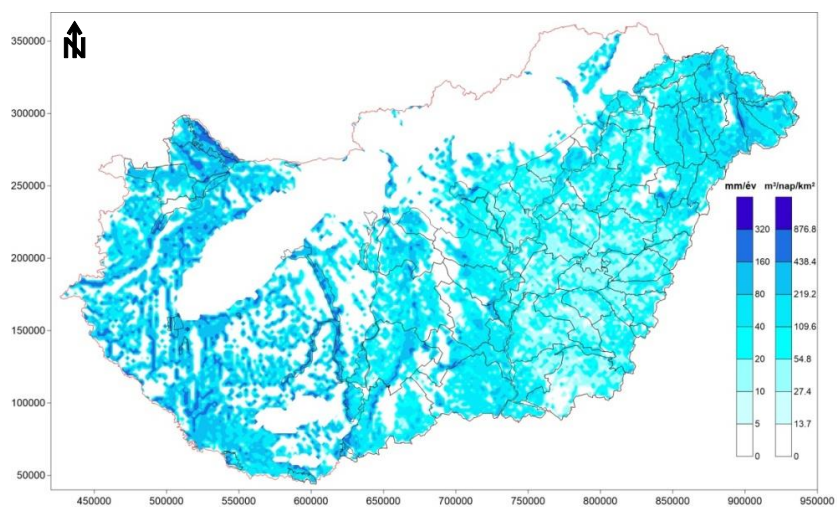
A 7. ábra a természetes állapotra, vagyis termelés nélküli állapot mellett számított talajvízforgalmi térképet mutatja be. A 8. ábra a termeléses változatot szemlélteti, a 2015-2018 években megjelenő új termeléseket is tartalmazó állapotot tükröző medián értékkel. A talajvízből, természetes (termelés nélküli) állapotban kiáramló víz mennyiségi eloszlását a 9. ábra szemlélteti, míg a 10. ábra a fent bemutatott termelési variánshoz tartozó talajvízből kiáramló mennyiségi eloszlásokat mutatja.



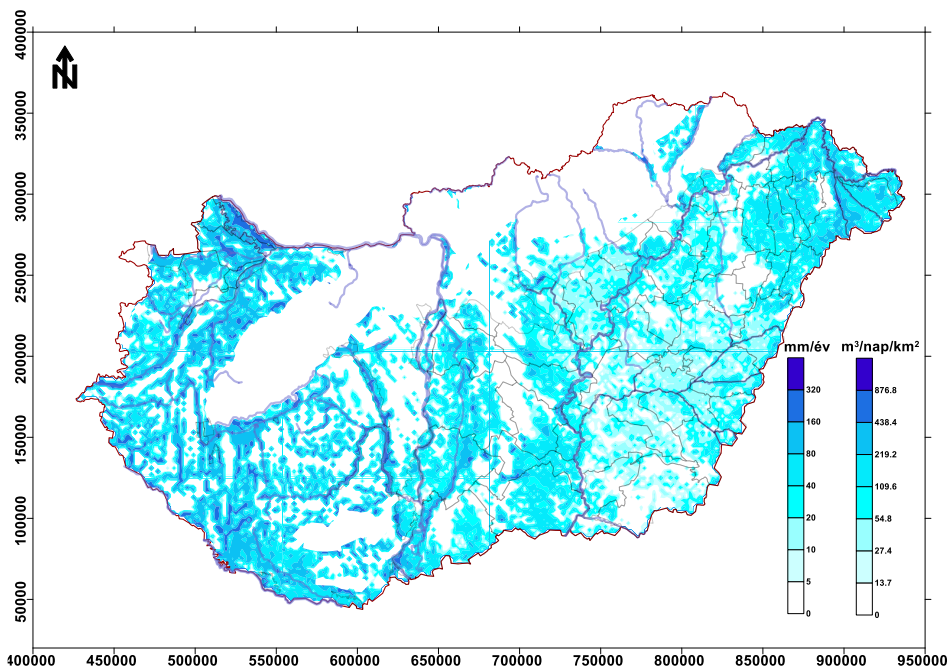
7. ábra: Számított talajvízforgalmi értékek természetes (termelés nélküli) állapotra [mm/év]
 Forrás: MBFSZ 2019



8. ábra: Számított talajvízforgalmi értékek termeléses állapotra [mm/év]
 Forrás: MBFSZ 2019



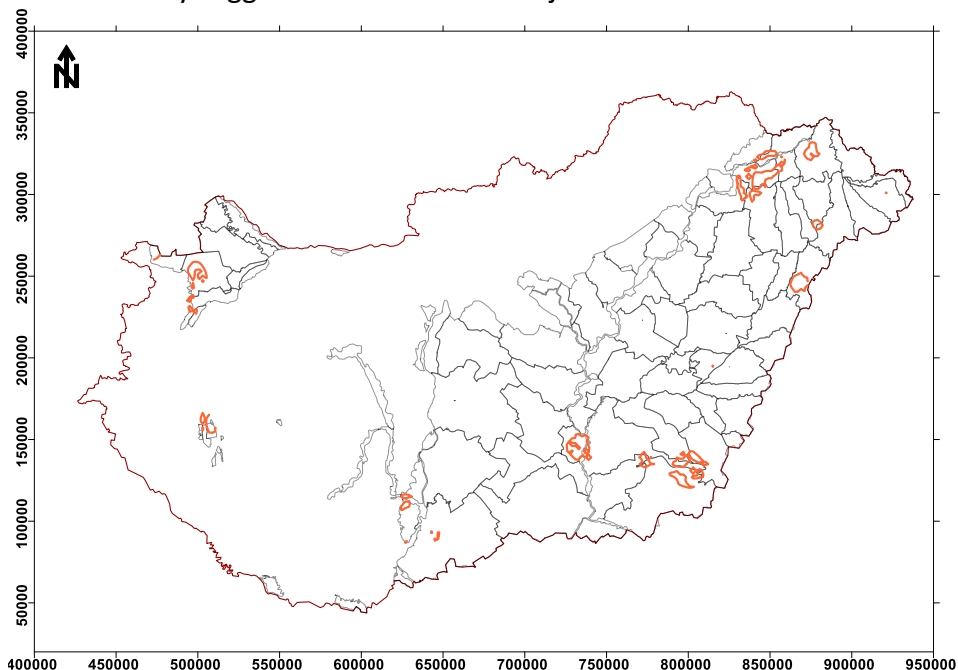
9. ábra: Számított talajvízből kiáramló vízmennyiség természetes (termelés nélküli) állapotra [mm/év], illetve [m³/nap/km²] mértékegységben megadva
 Forrás: MBFSZ 2019



10. ábra: Számított talajvízből kiáramló vízmennyiség termeléses állapotra [mm/év], illetve [m³/nap/km²] mértékegységben megadva

Forrás: MBFSZ 2019

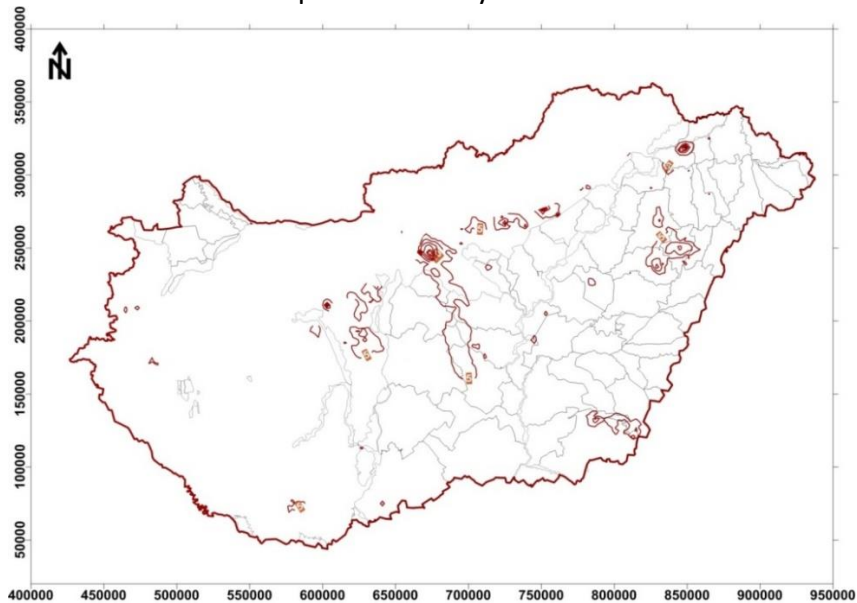
A 11. ábra a 2008-2015 évek termeléseinek mediánjai melletti talajvíz kiáramláshoz képest a 2015-2018 évben megjelenő új termelések hatását szemlélteti. A narancssárga vonalak a 0,5 mm/év kiáramló mennyiséggel csökkenő értékeket jelzi.



11. ábra: Az új (2015-2018 medián) termelésekkel kiegészített talajvíz kiáramlás csökkenésének 0,5 mm/év értékhez tartozó burkológörbéi, a 2008-2015 évek medián termeléseikhez képest

forrás: MBFSZ 2019

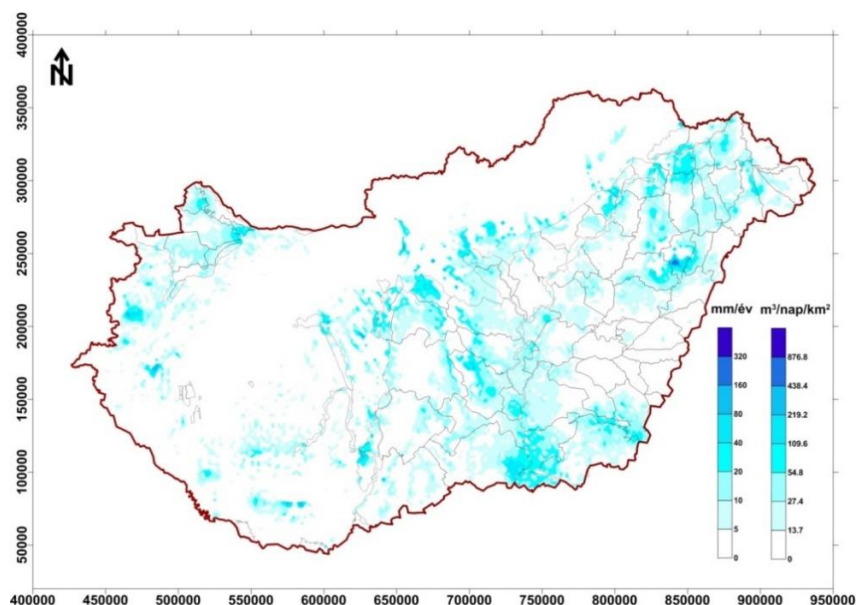
Az összehasonlító vizsgálatok kapcsán az új, 2015-2018 közötti termelések hatása került viszonyításra a termelés mentes, természetes állapothoz is. Az új termelések okozta depressziókat a termelés nélküli állapothoz viszonyítva a 12. ábra szemlélteti.



12. ábra: Az új (2015-2018 medián) termeléseket tartalmazó vízkivételek hatására megjelenő depressziók a természetes állapothoz viszonyítva (méter)

forrás: MBFSZ 2019

A 13. ábrán a kiáramló talajvíz mennyiségének különbsége látható, a termelt és a termelés nélküli állapotban. A pozitív számok (ahogy a depresszió esetében is) csökkenést jeleznek, vagyis azt mutatják meg, hogy mennyivel csökken a termelés hatására a kiáramló vízmennyiség a termelés nélküli (természetes) állapothoz képest. A legnagyobb csökkenés a Kösely-felső nevű belvízvédelmi szakasz területén érzékelhető (MBFSZ 2019).



13. ábra: Számított talajvízből kiáramló vízmennyiség csökkenés a természetes (termelés nélküli) állapothoz viszonyítva az új termelésekkel kiegészített vízkivételek esetén [mm/év], illetve [m³/nap/km²] mértékegységben megadva

forrás: MBFSZ 2019

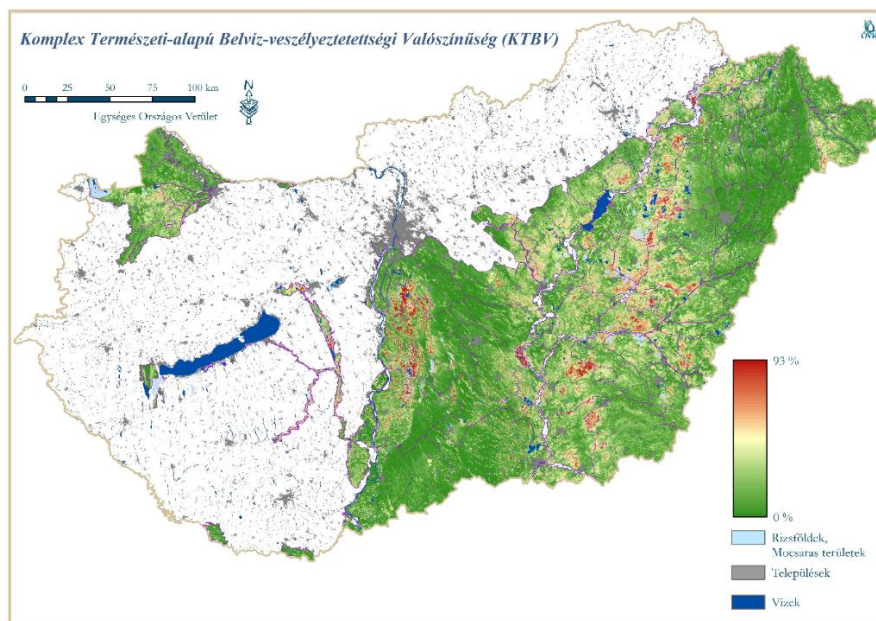
A térképek a beszivárgási területeken lévő cellákat pozitív értékekkel mutatják, illetve a kiáramlási területeket negatív értékekkel, (mm/év dimenzióban).

A friss, 2015-2018 közötti termelési adatokkal kiegészített modelleredmények kijelölik azon területeket, ahol a 2008-2015-ös állapothoz képest megjelenő új termelések nagyobb területet érintő talajvízszint süllyedéssel jellemezhetőek. A néhány helyen megjelenő depressziós terek közül, a medgyesegyházai és az ibrányi termelések okoznak nagyobb depressziós hatást. A talajvíz forgalmára vonatkozó jelentősebb hatások a Hanságon, DK-Alföldön, Közép-Alföldön, valamint ÉK-Magyarországon jelennek meg, mely értékek 0,5-8,5 mm/év közöttiek.

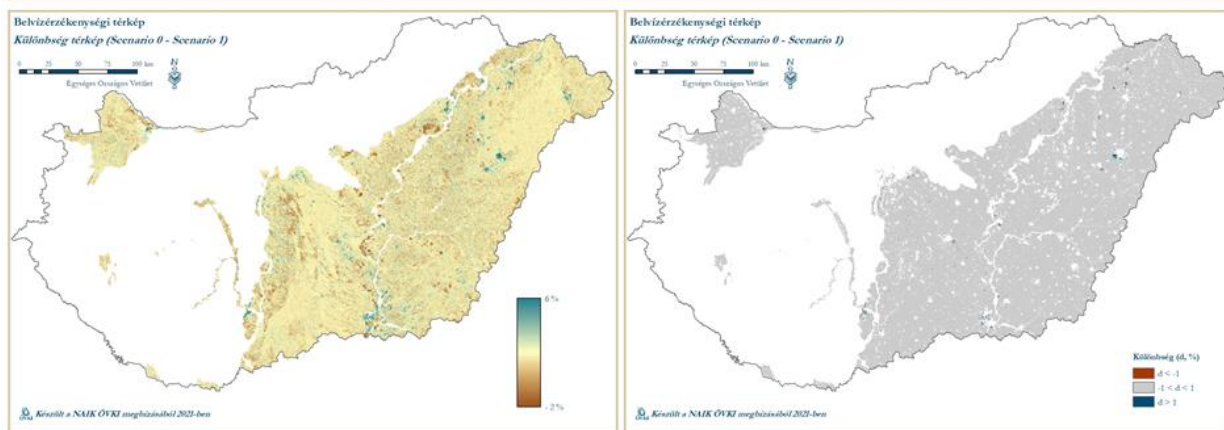
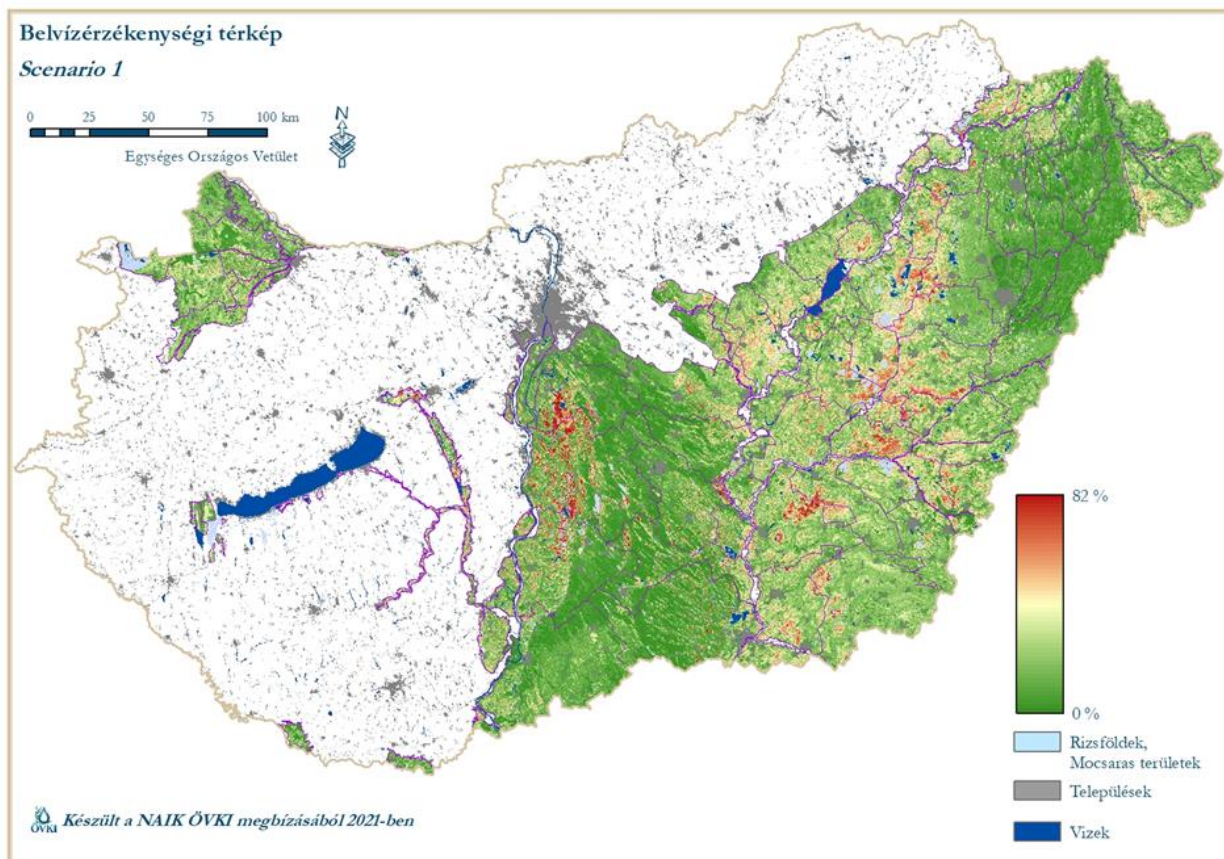
A talajvíz mozgását számos tényező, többek között a rétegvizek áramlási rendszerei befolyásolják. Azonban az emberi tevékenységek (pl.: ivóvíz kitermelés, geotermikus hasznosítás, balneológiai használat, bányászat) is igen jelentős hatást gyakorolnak rá. A felszín alatti vizek belvízképződésben betöltött szerepének tisztázásához el kell különíteni a feláramlási (talajvízfeltörés) és leszivárgási zónákat, amelyet kiemelt feladatként kezeltünk.

Az alap (Scenario0) térkép (14. ábra) készítése során a természetes állapotok kihangsúlyozása volt a cél, ezért a termelés nélküli állományokat, térképeket vontuk be az elemzésbe. A stratégiai forgatókönyvek esetében pont az antropogén tevékenységek hatásait szeretnénk megmutatni, ezért a predikciók (Scenario1) (15. ábra) készítésénél az aktualizált termelésekkel korrigált térképeket vettük figyelembe. Az ehhez szerkesztett segédterképek a különbség irányát és az eltérés mértékét mutatják.

A vizsgálatok szerint a legnagyobb pozitív irányú különbség 6,08%-os volt a 09.06. Kösely felső belvíz-védelmi szakaszon volt megfigyelhető. Ennek következtében bekövetkező belvíz-veszélyeztetettség növekedés mintegy 8398 hektárt érint, ez a vizsgálati terület 0,2%-a. A veszélyeztetettség csökkenését az 1. scenárióban 1471 hektáron mutattuk ki (0,04%), a legnagyobb negatív eltérés 1,94%, a 08.02. Tiszavalk-Sulymosi, 10.05. Jászkeséri, 11.02. Dongérei belvízvédelmi szakaszokon volt megfigyelhető (1. táblázat)



14. ábra: Komplex Természeti-alapú Belvíz-veszélyeztetettségi Valószínűség referencia térkép (Scenario0)



15. ábra: Víz kitermelés hatása (scenario1)

| | Különbség (d,%) | Terület (ha) |
|---------|-----------------|--------------|
| sc0-sc2 | d < -1 | 1 471 |
| | -1 < d < 1 | 4 062 317 |
| | d > 1 | 8 398 |

1. táblázat: területi különbség

KÖVETKEZTETÉSEK, DISZKUSSZIÓ

A scenárió vagy forgatókönyv olyan jövőelképzelés, amelynek elsődleges célja a tervezés, a stratégiaépítés, vagy a lehetőségek számbavétele valamilyen párbeszéd elindításához. Mivel egy forgatókönyv a scenárió módszer alkalmazása során alakul ki, ezért az egy jól megalapozott, jellemzőkkel és adatokkal alátámasztott jövőváltozatot jelent. A jellemzők és az adatok, amelyeket felhasználva kialakul a forgatókönyv, mennyiségi és minőségi adatokat tartalmaznak. A scenáriók általában minőségileg eltérőek mind a jelentől, mind egymástól. (Kristóf 2002).

Az ÖVKI-ben kifejlesztett belvív-veszélyeztetettségi térképezésnél alkalmazott mutató a KTBV a természeteshez közeli (referencia) állapotokat tükrözi. Ugyanakkor az adatmodell (elsősorban a meteorológiai és hidrológiai, de leginkább az antropogén tényezők) módosításával a jelenlegitől lényegesen eltérő viszonyok vizsgálata is lehetségessé válik, oly módon, hogy a beavatkozások hatásait vagy a vízkészletek jövőjére vonatkozó feltételezéseket is figyelembe vesszük. A veszélyeztettség mértékét számos különböző hatótényező alakítja, amelyek elsősorban a területhasználathoz, a vízgazdálkodáshoz és az éghajlati viszonyokhoz köthetők.

A belvív kialakulásában jelentős szerepe van a talaj- és mélységi vizeknek egyaránt, különösen akkor, amikor nyomás alatt van. Éppen ezért az MBFSZ elkészítette a feláramlási területek lehatárolását. Jelen esetben az emberi hatás kimutatására törekszünk, így a kitermeléssel (kommunális és ipari) módosított feláramlási adatbázist alkalmaztuk a belvív-veszélyeztetettségi forgatókönyv megjelenítése során.

Az eredmények értelmezése és további felhasználása szempontjából fontosnak tartjuk az alábbiak figyelembevételét:

- A számítási eredmények egy nagy-regionális modell 2x2 km-es celláira vonatkoznak. A cellaméretek gyakran meghaladják a ténylegesen kiáramlással érintett területrészeket, ezért az értelmezéseknél, illetve a térinformatikai feldolgozásoknál erre figyelemmel kell lenni.
- A számítások jó segítséget adnak további feldolgozásokhoz, például a talajvízből felszín felé áramló, adott vízminőséggel jellemzett mennyiségek meghatározásához, azonban figyelemmel kell lenni az értékeléseknél arra, hogy a felszínen és annak közelében ezeket a vizeket további tranziens hatások (hígulások, keveredések, bepárlódások) érhetik.

Továbbra is érdemes szem előtt tartani, hogy bizonyos belvives körzeteknél a jelen modell további fejlesztése lehet indokolt. Ilyen körzetek, például a szigetközi felszíni víztáplálású területrészt, a felszíni víz duzzasztott részeinek körzete, kiemelten a Tisza-tó és a Ráckevei-Soroksári Duna-ág (RSD) körzete, valamint a Balatontól délre található, felszíni lecsapolással folyamatosan befolyásolt körzet. A friss, 2015-2018 közötti termelési adatokkal kiegészített modelleredményeink kijelölik azon területeket, ahol a 2008-2015-ös állapothoz képest megjelenő új termelések nagyobb területet érintő talajvízszint süllyedéssel jellemezhetőek (MBFSZ 2019). A forgatókönyvek készítésénél a változások bemutatására szolgáló tényezőket egyesével lefuttattuk, az így készült KTBV térképeket hasonlítottuk össze a 0 állapottal (az aktualizált adatokkal lefuttatott, természeti tényezőket tartalmazó veszélyeztetettségi térkép). Az elemzéshez a 0 állapothoz generált pontkészleteket használtuk fel.

Minden futtatás után készült változástérkép, ami azonosíthatóvá teszi a változások helyeit. Készült továbbá egy „különbség” térkép is, amely a változás mértékét és irányát mutatja be (15.ábra).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A projekt megvalósulását az Országos Vízügyi Főigazgatóság, a Víziterv Environ Kft. és az O14230 A mezőgazdasági vízgazdálkodás fejlesztését (öntözéses gazdálkodás, belvízgazdálkodás, földhasználat racionalizálás) célzó kutatások c. program támogatta.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Bozán Csaba—Körösparti János—Túri Norbert—Kerezsi György—Kajári Balázs (2019): AKK Belvízi veszélyeztetettség felülvizsgálata. Készült VIZITERV Environ Kft. megbízásából. 85 p. <https://www.vizugy.hu/vizstrategia/documents/81E46637-D6E2-469B-A482-298613A06132/1.%20melleklet%20Belvizi%20veszelyterkepezes%20eredmenyei.pdf>

Bozán Csaba—Körösparti János—Andrási Gábor—Túri Norbert—Pásztor László. (2017): Inland excess water hazard on the flat lands in Hungary. COLUMELLA: JOURNAL OF AGRICULTURAL AND ENVIRONMENTAL SCIENCES 4(1, suppl): 45-48.

Körösparti János—Bozán Csaba—Andrási Gábor—Túri Norbert—Takács Katalin—Laborczi Annamária—Pásztor László (2016): Geostatistikai módszerek alkalmazása a belvíz-veszélyeztetettség térképezésben. In: Szilávik, Lajos (szerk.) Magyar Hidrológiai Társaság XXXIV. ORSZÁGOS VÁNDORGYŰLÉS Debrecen, 2016. július 6-8., 15 p.

Kristóf Tamás 2002. A scenárió módszer a jövőkutatásban. Jövőtanulmányok 19. BKÁE Jövőkutatási Központ, Budapest.

MBFSZ Vízföldtani Osztály (2019): A felszín alatti vizek feláramlási és leszivárgási területeinek lehatárolása Magyarország síkvidéki területein, a felszínre kiáramló vizek mértéke—aktualizált termelési adatokkal készült változat — (Készült a NAIK ÖVKI megbízásából) Témafelelős: Dr. Szócs Teodóra (MBFSZ). Jelentés kézirat. Budapest.

Pálfai Imre (2004): Belvizek és Aszályok Magyarországon. Hidrológiai tanulmányok. VITUKI, Budapest. 492.

Pálfai Imre (2006): Belvízgyakoriság és belvízkárok Magyarországon. Hidrológiai Közlöny, 86(5): 25-26.

Rakonczi János—Mucsi László—Szatmári József—Kovács Ferenc—Csató Szilvia (2001): A belvizes területek elhatárolásának módszertani lehetőségei. Magyar Földrajzi Konferencia, Szeged. 14. ISBN-963-482-544-3.

Somlyódy László (szerk.) (2011): Köztisztületi Stratégiai Programok: Magyarország vízgazdálkodása: Helyzetkép és stratégiai feladatok. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest. 336.

Vámosi Sándor (2002): A belvizek hatása az alföldi régiók fejlesztésére. Doktori (PhD) értekezés, Debreceni Egyetem, Debrecen.