

A BELVÍZKÉPZŐDÉS ÉS AZ AUTÓPÁLYÁK KAPCSOLATA

BARTA KÁROLY–SZATMÁRI JÓZSEF–POSTA ÁDÁM

RELATIONSHIP BETWEEN EXCESS WATER INUNDATION AND MOTORWAYS

Abstract

It is a well-known fact that linear elements of infrastructure (railways, roads, dams) can influence surface and subsurface water movement. There is ample evidence for structures crossing old river beds but it is more difficult to prove the relationship in plains without any channel morphology. The main problem of this paper is whether there is any influence of the new motorway M43 opened in springtime 2010 near Szeged on the formation of 100–200 ha excess water inundation in its vicinity. The infiltration conditions and groundwater table were established from soil mapping and geodetic surveying. Results do confirm the significant effect of the motorway.

Keywords: excess water, motorway, soil water movement, anthropogenic impact

Bevezetés

Az 1990-es évek belvízmentes periódusát követően, az ezredforduló éveitől a csapadékosabb időszakokban (1999, 2000, 2006) ismét 200–300 ezer ha fölé emelkedett a belvízzel borított területek kiterjedése Magyarországon (SZLÁVIK L. [szerk.] 2007). Az elöntések számos olyan területet is érintettek az Alföld DK-i részén, ahol korábban nem dokumentáltak még belvizet vagy legalábbis a belvív-veszélyeztetettségi, illetve elöntés-gyakorisági térképeken a legkisebb kockázatú területekként vannak feltüntetve (BOZÁN Cs. et al. 2008; KOZÁK P. 2008; KÖRÖSPARTI J. et al. 2009). Az elmúlt bő egy évtized belvizeinek természetes okaiként a megelőző őszi és téli időszak hidrometeorológiai viszonyai, a magas talajvízállás és a tartós talajfagy jelölhetőek meg, de vélhetően igen jelentős szerep tulajdonítható az emberi hatásoknak is (PÁLFAI I. 2007; SZLÁVIK L. 2007). Ezek közül kiemelnénk a vonalas létesítmények szerepét, amelyeknek a lefolyásra gyakorolt negatív hatásait műholdfelvételeken, illetve légifényképeken is megfigyelhetjük (1. ábra).



1. ábra A 2011. március 24-én készült RapidEye felvételen a nyilakkal jelölt helyeken jól beazonosítható a visszaduzzasztás (RGB 543 hamisszínes felvétel, felbontás 5×5 m)
Figure 1 Impounding can clearly identified in the RapidEye satellite image of 24 March 2011 (RGB 543 false coloured, resolution 5×5 m)

A jelzett időszak második felében Szeged környékén több vonalas létesítmény épült. 2005 decemberében nyitották meg az M5-ös autópálya Kiskunfélegyháza–Szeged közötti szakaszát, illetve 2010-ben az M43-as Szegedtől ÉNy-ra található szakaszát. A mintaterület egy részén (MOL Rt., Algyői Bányászati Üzem) 2002–2005 között részletes talajvízszint-mérés és a talajvíztükör modellezése folyt a TEKER- (IKTA-2000) program keretében (MUCSI L. et al 2004; GEIGER J.–MUCSI L. 2005). A 2006. évi belvizes tavaszon Szatymaz környékén az M5-ös autópálya mindkét oldalán olyan helyen tapasztaltak belvizet, ahol korábban még sohasem. A jelenség gyümölcsösökben is megfigyelhető volt; sajnos, az érintett barackfa-állomány jelentős része kipusztult. Joggal vetődött fel a tulajdonosokban és a szakemberekben az a gondolat, hogy a 2005 decemberében megnyitott autópálya gátolja a felszíni és a felszínközeli vízáramlást. Az autópálya szerepét itt nem sikerült minden kétséget kizáróan igazolni, de az út két oldalán a talajvíz-áramlási irányokban jelentős eltéréseket tapasztaltunk (BARTA K.–SZATMÁRI J. 2010).

2010 tavaszán az újonnan megnyitott M43-as autópálya É-i oldalán lépett fel hasonló jelenség, aminek a sajtóban is igen nagy visszhangja volt (FEKETE K. 2010a, b). Az M43-as sándorfalvi csomópontjától Ny-ra az úttöltés mindkét oldalán – de különösen az É-i oldalon – a becslések szerint 200 ha-nál is nagyobb kiterjedésű terület került víz alá. A területen gazdálkodók az autópályát okolták a belvízborítottság miatt. Tény, hogy a leendő autópályát kísérő vízvezető rendszer még nem volt kiépítve, és a távolabbi csatorna-átereszekről is nehéz volt eldönteni, hogy betöltik-e funkciójukat.

Kutatásunk célja annak eldöntése volt, hogy a talajvízáramlásban, illetve a belvízi esemény létrejöttében, a felszíni vizek mozgásában kimutatható-e az autópálya befolyásoló hatása. A beszivárgási viszonyok jellemzéséhez részletes talajtani vizsgálatokat végeztünk az autópálya mindkét oldalán, illetve geodéziai módszerekkel meghatároztuk a belvízfoltok és a talajvíztükör domborzatát. Eredményeink számszerűen is alátámasztják terepi tapasztalatainkat: ezek szerint az autópálya komoly áramlási gátja az É-ről D felé irányuló felszíni, illetve felszínközeli vízmozgásnak.

A mintaterület kiválasztásának szempontjai és jellemzése

A Szeged és Sándorfalva között elhaladó M43-as autópálya-szakasz és a 4519-es jelű összekötő út (csongrádi út) csomópontjánál egy kb. 1 km-es szakaszt jelöltünk ki, ahol belvízi problémák jelentkeztek 2010 tavaszán (2. ábra). Az út ezen a szakaszon, a Do-



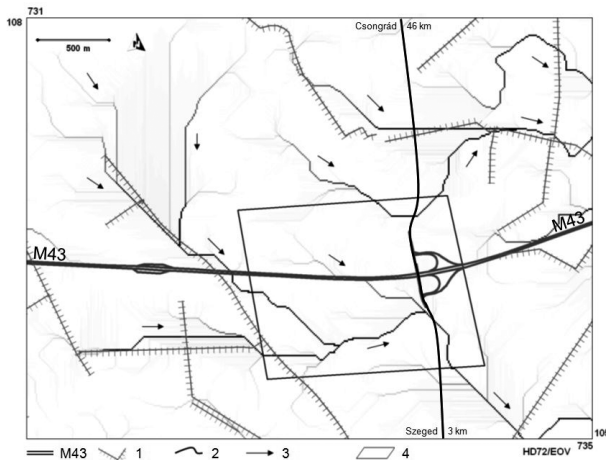
2. ábra A belvízhelyzet az M43-as út megnyitását követően (2010. május 7. – balra) és csaknem egy évvel később (2011. március 31. – jobbra)

Figure 2 Excess water conditions just after opening motorway M43 (7 May 2010, left) and nearly 1 year later (31 March 2011, right)

rozsmá–Majsai-homokhát felől érkezve, a Dél-Tisza-völgy nevű kistáj D-i részét keresztezi (DÖVÉNYI Z. [szerk.] 2010).

A mintaterület a 78–80 m tszf-i magasságú, kis relatív reliefű ártéri sík peremén helyezkedik el. Az ártéri sík felszínét túlnyomórészt 15–20 m vastagságú holocén rétegösszlet építi fel, amely a legfelső öntésiszapból réti agyagba, agyagos iszapba, majd lefelé egyre durvuló folyóvízi üledékbe megy át. Ebből a mintaterület infúziós löszből álló magaslatként emelkedik ki (DÖVÉNYI Z. 2010).

A mintaterületen vadátjáró teszi lehetővé az autópálya két oldala közötti átjárhatóságot, egyszersmind a tervezett geodéziai mérések egyszerűbb és pontosabb elvégezhetőségét is. A kiválasztott területen lokálisan DK-ies vízáramlási irányt feltételezhetünk, amit a DDK-re található laposabb mélyedések alapján valószínűsíthetünk. Ezt később a területről készített DDM segítségével igazolni tudtuk (3. ábra). A DDK-i terület 78–79, míg a mintaterület 79–81 m tszf-i magasságú, a jellemző magasságkülönbség tehát 1–3 m. Az autópályát kísérő termőföldeken nagytáblás szántóföldi művelést (búza, kukorica) folytatnak.



3. ábra A Szegedtől É-ra elhelyezkedő mintaterület és környéke a természetes lefolyási irányok bemutatásával.

– 1 – csatorna; 2 – mederszerű képződmény; 3 – lefolyási irány; 4 – mintaterület

Figure 3 The study area north of Szeged showing runoff directions. – 1 – canal; 2 – inferred channel; 3 – flow direction; 4 – study area

Módszerek

DDM készítése és felhasználása

Az autópálya építését megelőző lefolyási irányokat a mintaterület 4 × 3 km-es tágabb környezetében nagy felbontású digitális domborzatmodell segítségével állapítottuk meg. Az 1 : 10 000-es méretarányú topográfiai térképek szintvonalait QuantumGIS-ben digitalizáltuk, majd az összes lerakott törésponthoz ArcGIS-ben rendeltük hozzá a vízszintes koordinátákat, végül az attribútumtáblát szövegfájlba exportálva Surferben hoztuk létre a 6641 pontból álló, szabályos gridet. Az interpolációs eljárások közül a lehető legjobban simított, mégis torzulásmentes *Radial base function method Thin plate spline* algoritmusát választottuk (KOVÁCS B. – SZANYI J. 2005), aminek eredményét 10 m-es rácshálóban (összesen 12 ezer pont) mentettük ki ASCII XYZ formátumú szövegfájlba.

A shapefájllá konvertálást Access-ben, majd a raszterre alakítást ArcGIS-ben végeztük el, megőrizve a 10 m-es felbontást. A mélyedések a *Fill* eszközzel feltöltésre kerültek, utána pedig a *Flow Direction*-nal meghatároztuk a lefolyási irányokat. A *Flow Accumulation* funkcióval minden egyes pixelhez hozzá lehetett rendelni a hozzátartozó vízgyűjtő területet (pixelszámot), ezzel megjeleníthetővé vált a lefolyási hálózat.

Talajtani vizsgálatok

A terület talajtakaróját az autópálya mindkét oldalán megmintáztuk. Összesen 3 szelvényből szintenként begyűjtött talajmintákon az alábbi vizsgálatokat végeztük el: Aranyféle kötöttség (MSZ-08-0205:1978 szerint), pH, karbonáttartalom, sótartalom (MSZ-08-0206/2:1978 szerint), humusztartalom (MSZ 21470/52:1983 szerint), valamint a szántott rétegnek és az alatta elhelyezkedő eketalp-rétegnek meghatároztuk az alapvető vízgazdálkodási tulajdonságait (porozitás, szántóföldi vízkapacitás, térfogattömeg) és a vízvezető képességét (MSZ-08-0205:1978 szerint).

Geodéziai mérések és feldolgozások

Az autópálya É-i és D-i oldalán 15–15 furatot mélyítettünk, amelyekben cm-es pontossággal meghatároztuk a nyugalmi talajvízszinteket. A furatok peremmagasságát *Leica Sprinter* digitális szintezővel mértük be. A pontos talajvíz- és belvíztükör meghatározásához a részletes geodéziai felmérés az említett 30 ponton túlmenően kiterjedt a nyílt belvízfoltok széleinek a felmérésére is. A mért vízszintek és a geodéziai felmérés eredményeképpen az abszolút vízszinteket is meghatároztuk. A mérési adatokból az interpolációt az ERDAS, illetve a Surfer szoftver segítségével végeztük el. Az elméleti alapon kiválasztott számos interpolációs eljárás közül kettő adott reális, „használható” eredményt: a *krigelés* és a DDM létrehozásánál is alkalmazott *Radial base function method Thin plate spline* algoritmus.

Eredmények

A természetes lefolyási viszonyok meghatározása

Az előzetes várakozásoknak megfelelően a vizsgált 4×3 km-es területen a felszíni lefolyás DK-ies irányú (3. ábra). Ennek kapcsán érdemes megfigyelni azt is, hogy az itt kialakított csatornahálózat (drainage system) rendkívül jól illeszkedik a természetes lefolyási viszonyokhoz, mint ezt a terület Ny-i és ÉK-i részén láthatjuk. Sajnos éppen a szűkebb mintaterület csatornahálózata hiányzik, így az autópálya megépítésével egyidőben elengedhetetlen lett volna egy – nemcsak az útpályáról lefolyó vizek összegyűjtésére alkalmas – vízvezető hálózat kialakítása. Eredményeink egy másik problémára is felhívják a figyelmet: a csongrádi úti felüljáró megépítésével nem zárható ki annak a lehetősége sem, hogy a felüljáró D-i előterében a Ny-ról K felé irányuló vízmozgás is akadályoztatva van, azaz az autópálya D-i részén is megnövekedhet a belvízi kockázat. Erre a talajvízszintek értékelésekor még utalni fogunk.

Talajtani eredmények

Terepi és laborvizsgálataink egyértelműen igazolták az agrotopográfiai térképen jellemzőként feltüntetett talajtípus meglétét. Eszerint az autópálya mindkét oldalán löszön

kialakult, vályog fizikai féleségű réti csernozjom talajokat találunk, amelyek Szeged környékének legjobb minőségű termőtalajai. 50–60 cm vastag, sötétbarna A-szintjük humusztartalma >2%. A 20–25 cm vastag B-szint humusztartalma már csak 1%, s hosszabb-rövidebb átmenet után, 80–100 cm-en érjük el a lösz-alapkőzetet, amelynek fizikai félesége itt homokos vályog. A talajtakaró A-szintjében 2–9% karbonáttartalmat mértünk, amely a B-szinttől kezdve már mindenütt 13–15% fölé emelkedik. A humuszos talajszintek sótartalma elenyésző, de 1 m-nél mélyebben már 0,08–0,11% sótartalmat észleltünk, ami a réties jelleget eredményező talajvíz közelségét jelzi. Az agrotopográfiai térkép kedvező vízgazdálkodási kategóriájúként tünteti fel a területet, ám mi az adott fizikai féleséghez képest alacsony értékeket mértünk. A vízvezető képesség legnagyobb értékei a szántott rétegben 0,3–0,4 mm/h között voltak, de előfordultak egy nagyságrenddel kisebb értékek is. Az eketalp-réteg K-tényezője minden mérési helyen 0,01 mm/h-nak adódott (KUN Á. 2011). Az igen alacsony értékek a több évtizedes nagyüzemi művelés miatt előrehaladott fizikai degradációra utalnak. Bár a mért értékek alapján még az eketalp-réteg sem tekinthető vízzárónak, de nagyobb csapadékmennyiség esetén a jelentős vízgyűjtőű területeken átmenetileg összegyülekezési belvizek kialakulására is van esély. Mindenesetre ezek az alacsony értékek a belvízképződésnek kedveznek, és különösen fontossá teszik a felszíni víz gravitációs lefolyásának biztosítását.

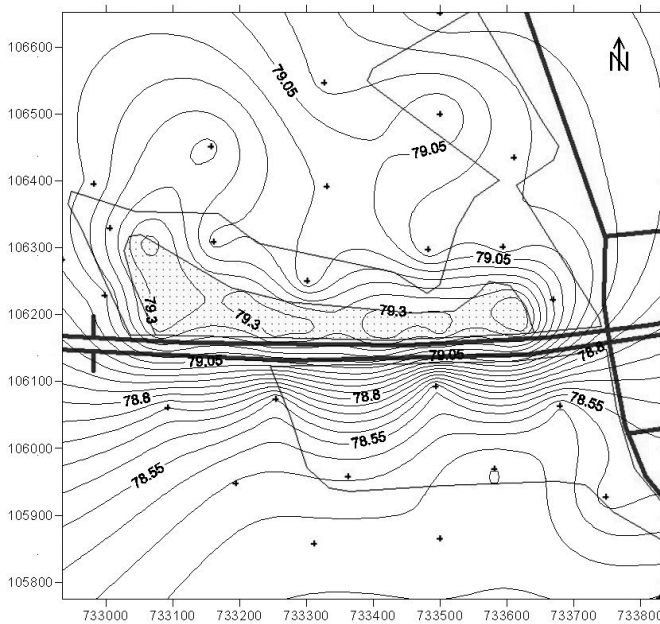
Belvízszintek és talajvízszintek az autópálya két oldalán

A furatokban a talajvízszintek mélysége 15 és 135 cm között változott, a talajvíz legmélyebben az É-i, legmagasabb térszín alatt, illetve a sándorfalvi úttól K-re eső DK-i területeken helyezkedett el. Ez azért volt meglepő, mert ez a vizsgált terület egyik legalacsonyabban fekvő sarka. A talajvíztükör tszf-i magassága 78,1 és 79,3 m között volt a furatokban. Az előre megtervezett 30 furaton túlmenően néhány ponton a terepen megfigyelt belvízfoltok vízfelszínének tszf-i magasságát is meghatároztuk. A legjelentősebb belvízfolt az autópálya É-i oldalán, közvetlenül a töltés tövében, K–Ny-i irányban hosszan elhúzódva volt megfigyelhető. Tekintettel a 2010. május 6-i délutáni zivatarra, amikor 22–23 mm csapadék hullott a környéken, a vízszinteket május 7-én újból lemértük, így a két egymást követő napról külön tudunk talajvízszint-térképeket szerkeszteni. A nyers adatok elemzéséből négy momentumot emelünk ki:

1. Az átlagos vízszint az autópályától É-ra fekvő 15 pontban mindkét napon kb. 50 cm-rel magasabb volt, mint a pálya D-i oldalán.
2. A legmagasabb vízszinteket mindkét oldalon közvetlenül az autópályát kísérő furatsorban figyeltük meg; ettől É, illetve D felé távolodva a talajvíztükör egyre alacsonyabbra került.
3. A második napra a furatokban, de a két oldalon átlagosan is a talajvízszint 25–40 cm-t emelkedett, és a pálya D-i oldalán is belvízfoltok alakultak ki. Ezek minimum 25 cm-rel alacsonyabban helyezkedtek el, mint az előző napi É-i folt.
4. Az autópálya és a csongrádi út által közrezárt DK-i terület három furatában az abszolút vízszintek mindkét napon minimum 30 cm-rel elmaradtak a DNy-i területnegyed legközelebbi furataiban mért vízszintektől, sőt itt még a második napon sem alakult ki belvízfolt. Ezek megerősítik azt a korábban említett felvetést, ami szerint *az új felüljáró által érintett területeken a víz Ny–K-i irányú mozgása is korlátozott.*

Mindkét napra vonatkozóan megszerkesztettük a vizsgált terület talajvíztükrének izovonalas térképét. Mivel ezek jellegüket és a belőlük levonható következtetéseket tekintve hasonlóak voltak, a továbbiakban csak a május 6-i állapot elemzését részletezzük. Az inter-

polációba a furatokban mért talajvízszinteken kívül a belvízfoltok adatait is bevontuk, sőt az interpolációs hibák csökkentése céljából az említett É-i belvízfoltot „körbebástyáztuk” 79,33 m tszf-i magasságú pontokkal. Tekintettel arra, hogy a két vonalas létesítmény által határolt síknegyedek közül az ÉK-iben nem történt mérés, az eredményeket jelentős extrapolációs hibák terhelték. Kénytelenek voltunk a mintaterületet szűkíteni, ezért a csongrádi úttól K-re eső térszíneket kihagytuk a vizsgálatból. Az alkalmazott interpolációs eljárások közötti különbségek a vizsgált területen 5 cm alatt voltak. További elemzés céljából ezek közül a krígeléssel kapott felületet választottuk ki (4. ábra).



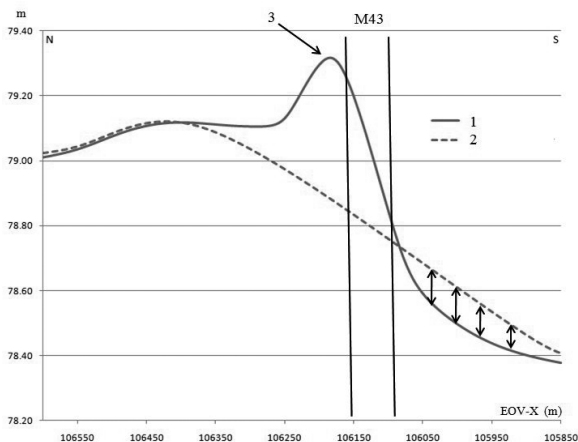
4. ábra A 2010. május 6-i talajvíztükör az M43-as két oldalán. A keresztek a furatok helyét jelölik.
(Az EOV-koordinátahálózat m-ben ábrázolva)

Figure 4 Groundwater table along the motorway M43 on 6 May 2010.
Crosses show boreholes (coordinates are in meters)

A kapott felület egyik legfontosabb jellemzője a környező talajvíztükör fölé emelkedő „belvízdomb”, amely éppen a talaj gyenge vízvezető képessége miatt tud tartósan fennmaradni. Szembetűnő a D-i oldal lényegesen nagyobb gradiense, ami önmagában még lehetne a délies irányú talajvíztükör következménye is, bár lényegesen eltér a felszín DK-ies lejtésétől (MARTON L. 2009). A kérdés eldöntésére újabb talajvízszint-térképet szerkesztettünk, mégpedig úgy, hogy az interpolációs eljárásból kihagytuk a belvízfoltot és az azt övező furatokat (az autópályától D-re is). Ezzel az volt a célunk, hogy eltávolítsuk a belvízfolt által okozott „talajvízdombot” és megkapjuk a jelentős április-májusi csapadékhullás előtti eredeti, „zavartalan” talajvíztükört.

A kapott eredményekből szerkesztett É–D-i irányú szelvényeket az 5. ábrán tanulmányozhatjuk.

A belvízdomb eltávolítása után azt tapasztaltuk, hogy – még az É-i oldal jóval alacsonyabb kiindulási vízszintjével számolva is – az interpolált talajvízfelszín az autópálya D-i oldalán 10–15 cm-rel magasabbnak adódott a ténylegesnél.



5. ábra É–D-i irányú metszet a talajvíztükörről a belvízfolt figyelembevételével, ill. anélkül (2010. máj. 6).

– 1 – víztükör a belvízfolt figyelembevételével; 2 – talajvíztükör belvízfolt nélkül; 3 – belvízfolt

Figure 5 N to S profile of the groundwater table across the M43 motorway with and without excess water on 6 May 2010.

– 1 – groundwater table with regard to the excess water inundation;

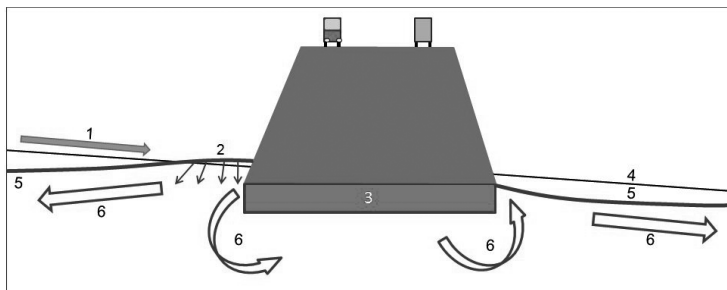
2 – without regarding inundation; 3 – patch of excess water inundation

Következtetések

Bár az autópályának a belvízképződésben betöltött jelentős szerepe már az első terep-bejárásnál valószínűnek tűnt, hatását mindenképpen egyértelmű és számszerű adatokkal kívántuk alátámasztani. Eredményeink alapján az alábbi bizonyítékokat fogalmazhatjuk meg az autópálya visszaduzzasztó szerepére vonatkozóan:

1. A 2. nap (2010. május 7.) mérései alapján az autópálya É-i és D-i oldalán található belvízfoltok tszf-i magasságában mutatkozó 25 cm-es különbség *egyértelműen rávilágít arra, hogy a gravitáció által irányított felszíni lefolyást lezárja az autópálya töltése. A domborzatmodell által kimutatott lefolyási irányok alapján az ÉNy felől érkező felszíni víztöbbletnek a területről gravitációs úton DK felé kellett volna távoznia.*
2. Az autópálya töltésepítéséhez kapcsolódó altalaj-tömörödésnél jóval kisebb hatású – és csak rövid szakaszon érvényesülő – felüljáró-építés hatása is kimutatható a csongrádi út Ny-i és K-i oldalán mért vízszintekben.
3. Figyelembe véve a többféle interpoláció által adott, a talajvízszintre vonatkoztatott maximum 5 cm-es eltéréseket, a belvízfolt által okozott „talajvízdomb” eltávolítása utáni interpolációval kapott különbségtérkép, majd a keresztmetszetekben mutatkozó 10–15 cm-es vízszint-különbségek alapján kijelenthetjük, hogy a felszíni vizek áramlásában gátként működő autópálya a talajvizek korlátozott felszín alatti kommunikációjáért is felelős.

Az M43-as két oldala között az autópálya alájában levő tömörített löszös üledékek alatt nyilván van hidrológiai kommunikáció, amit alapvetően a hidrosztatikai nyomáskülönbség, a Darcy-törvény irányít, de mint a 6. ábrán látható, ez jelentősen lelassítja a D-i és az É-i oldal vízszintjeinek kiegyenlítődsét.



6. ábra Az autópálya szerepe a felszíni és a felszín alatti vízáramlás módosításában. – 1 – felszíni összegyűlekezés; 2 – belvíz; 3 – tömörített töltésalap; 4 – felszín; 5 – talajvíztükör; 6 – a talajvízáramlás iránya

Figure 6 The role of motorway in modifying surface and subsurface water flow. – 1 – surface runoff; 2 – excess water; 3 – compacted embankment base; 4 – surface; 5 – groundwater table; 6 – direction of groundwater flow

Összefoglalás

Munkánkban arra a kérdésre kerestük a választ, hogy a vonalas létesítmények közül az utóbbi években megnyitott autópályák milyen mértékben befolyásolják a felszíni és felszín közeli vízáramlási rendszereket, s ennek következtében milyen szerepet játszanak a belvizek kialakulásában, illetve a belvízfoltok kiterjedésében. Korábbi kutatásainkat követően a 2010 áprilisában megnyitott M43-as autópálya Szegedtől É-ra fekvő szakasza mentén kb. 1 km²-es mintaterületet jelöltünk ki, amelyen komoly mezőgazdasági károk keletkeztek a 2010-ben. Vizsgálataink kiterjedtek a természetes lefolyásviszonyok domborzatmodellén alapuló megismerésére, a beszivárgásban és a belvízképződésben szerepet játszó talajadottságok meghatározására és elemzésére, valamint a Ny–K-i irányú útpálya két oldalán a talajvízdomborzat geodéziai méréseken alapuló meghatározására.

Eredményeink igazolják kezdeti feltevésünket, ami szerint az autópálya töltése a felszíni vízáramlást teljes egészében blokkolja, míg a felszín alatti vizek (talajvizek) kommunikációját erőteljesen korlátozza, s ezzel markáns talajvízszintbeli különbségeket eredményez az autópálya É-i és D-i oldalán, illetve nagy kiterjedésű belvízfoltokat hoz létre az É-i oldalon. Vizsgálataink alapján a Szegedet Csongráddal összekötő úton épített felüljáró hatása is kimutatható az autópálya D-i oldalának talajvízáramlásában.

BARTA KÁROLY

SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged

barta@geo.u-szeged.hu

SZATMÁRI JÓZSEF

SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged

szatmari@geo.u-szeged.hu

POSTA ÁDÁM

SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, Szeged

posta@geo.u-szeged.hu

IRODALOM

- Agrotopográfiai térképsorozat, 27-es lap (Szeged). M = 1:100 000. – Kartográfiai Vállalat, Budapest. 1985–1986.
- BARTA K. – SZATMÁRI J. 2010: Antropogén hatások a belvíz-képződésben. Esettanulmány az M5 autópálya szatymzai szakaszának talajvízáramlásban betöltött szerepéről. – Hidrológiai Közlöny, 90. 2. pp. 23–25.
- BOZÁN Cs. – BAKACSI Zs. – SZABÓ J. – PÁSZTOR L. – PÁLFAI I. – KÖRÖSPARTI J. – TAMÁS J. 2008: A belvíz-veszélyeztetettség talajtani összefüggései a Békés–Csanádi-löszháton. – Talajvédelem különszám. Talajtani Vándorgyűlés, 2008. május 28–29. Nyíregyháza. pp. 43–52.
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) 2010: Magyarország kistájainak katasztere. – MTA FKI, Budapest. pp. 190–194.
- FEKETE K. 2010a: Csak foltokban csillog a belvíz a megyében. – Délmagyarország, 2010. április 22. Szeged.
- FEKETE K. 2010b: Egyre nagyobb a mocsár a szántóföldeken. – Délmagyarország, 2010. június 5. Szeged.
- GEIGER J. – MUCSI L. 2005: A szekvenciális sztochasztikus szimuláció előnyei a talajvízszint kisléptékű heterogenitásának térképezésében. – Hidrológiai Közlöny, 85. 2. pp. 37–47.
- KOVÁCS B. – SZANYI J. 2005: Hidrodinamikai és transzportmodelllezés, II. – GÁMA-GEO Kft., Miskolc. pp. 68–86.
- KOZÁK P. 2008: A belvízgazdálkodás/belvízreform feltételrendszere az Alsó-tiszai tapasztalatok alapján. – Magyar Hidrológiai Társaság XXVI. Országos Vándorgyűlése. Miskolc, 2008. július 2–4. (<http://www.hidrologia.hu/vandorgyules/26/>)
- KÖRÖSPARTI J. – BOZÁN Cs. – PÁSZTOR L. – KOZÁK P. – KUTI L. – PÁLFAI I. 2009: GIS alapú belvíz-veszélyeztetettségi térképezés a Dél-Alföldön. – Magyar Hidrológiai Társaság XXVII. Vándorgyűlése. Konferencia Proceedings CD-ROM (ISBN 978-963-8172-23-5). 2009. július 1–3. Miskolc. pp. 1–14.
- KUN Á. 2011: A belvízfoltok szerepe a talajdegradációban. – Diplomamunka, Szeged. pp. 30–37.
- MARTON L. 2009: Alkalmazott hidrogeológia. – ELTE Eötvös Kiadó, Budapest. pp. 314–317.
- MSZ 21470/52:1983
MSZ-08-0205:1978
MSZ-08-0206/2:1978
- MUCSI L. – KISS R. – SZATMÁRI J. – BÓDIS K. – KÁNTOR Z. – DABIS G. – DZSUPIN M. 2004: Felszín alatti vezetékek környezetszennyező hatásainak felmérése távérzékeléses technológiával. – Geodézia és Kartográfia, LVI. 4. pp. 3–8.
- PÁLFAI I. 2007: Szélsőségesen nedves vízháztartási helyzet a Tiszántúll DK-i részén 2006-ban. – Hidrológiai Közlöny, 87. 2. pp. 62–65.
- SZLÁVIK L. (szerk.) 2007: A Duna és a Tisza szorításában. – A 2006. évi árvizek és belvizek krónikája. Budapest. 9.