

Kutatási Zárójelentés

OTKA- 47366

Kutatóhely: Debreceni Egyetem, ATC MTK,
Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék

Talajvízkészlet minőségi változásának idő- és térbeli elemzése a Bihari-síkon

Kutatási témavezető:

Dr. habil Tamás János DSc, Debreceni Egyetem

Kutatási eredmények kidolgozásában részt vettek:

Dr. Bíró Tibor, Debreceni Egyetem

Dr. habil Szabó Imre, Miskolci Egyetem

Dr. Kerék Barbara, MÁFI

Dr. Kuti László, MÁFI

Róth László, MÁFI

Debrecen

2007

Kutatásunk a síkvidéki területekre jellemző belvízképződés, lefolyási és beszivárgási folyamatok, a fedőréteg hidrogeológiai viszonyai, a földhasználat és a talajvíz, valamint mélyebb vízadók közötti kapcsolatrendszer regionális kockázatértékelésére irányult.

A kutatómunka első fázisa a vizsgálati célterület (Berettyó-Sebes-Körös-közi belvízrendszer) nagyméretarányú domborzati, valamint lefolyási-összegyülekezési modelljének előállítását – ezen belül mintaszelvények elemzését hidrogeológiai adatbázis feltöltését foglalta magába.

A domborzat a talajok kialakulásában és ehhez kapcsolódóan a víz- és anyagmozgásnak, a földhasználatnak és a klímának meghatározó tényezője. A kutatási területen (erősen és közepesen belvíz-veszélyeztetett terület) mérhető esésviszonyok az 1-2 %-ot is alig érik el. Vizsgálataink rámutatnak, hogy a mikrodomborzat morfológiájának feltárásában a digitális terepmodelleknek (DTM) kulcs szerepe van.

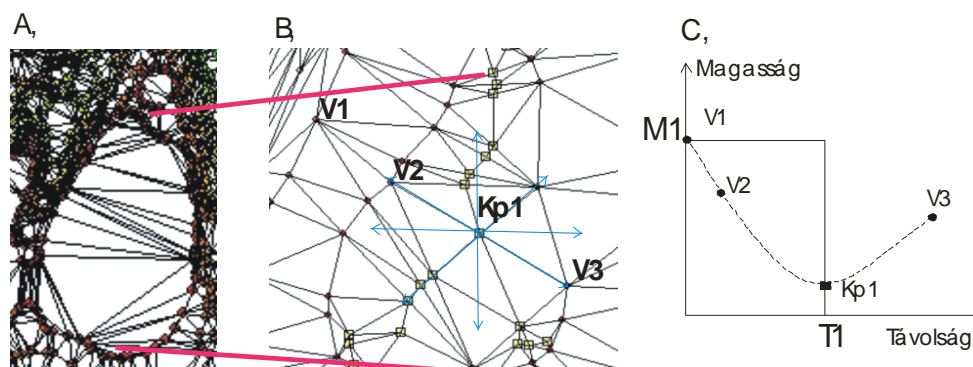
Korábban nagyfelbontású összefüggő regionális digitális domborzati modell nem készült még a vizsgálati területre. Ez idáig csak 5 méteres szintfelbontású (MH-TÉHI) modell állt rendelkezésre, mely alkalmatlan síkvidéki vízgazdálkodási feladatok kezelésére. A nagyfelbontású elemzéseink rámutattak arra, hogy az összegyülekezés leképezése különösen nehéz feladat síkvidéki területen.

A megfelelő modellezési módszer kiválasztásához több részvizsgálatot végeztünk. A magassági pontokból előállított denzitási felszín sorozat a jelsűrűség optimalizálását biztosította. A származtatott raszteres DTM ilyen kis esés és jelsűrűség mellett csak tájékoztató jellegű volt. A továbbiakban a szintvonal vertex felhasználásával számoltunk. A következő vizsgálati lépés a hidrológiai célok és számítástechnikai korlátok együttes optimalizálása volt. Az említett területen TIN/raszter és krigeléssel előállított modellt hoztunk létre. A krigeléshez elvégeztük a stacionaritási és variogram értékeléseket. A krigelést az elsőfokú trendeltávolítás után variogram függvényvel számítottuk. Megállapítottuk, hogy a mikrodomborzat esetében a krigelés, a globális területi értékelés szempontjából viszont a TIN adott jobb eredményt. A gépi idő és az elővizsgálati igény viszont a TIN modell szempontjából volt kedvezőbb. A két DTM eltérési hisztogramjának 95%-os konfidencia szintjét véve alapul mindkét modell ± 0.5 m-en belül becsülte a vizsgálati szelvény magassági értékeit.

A korábban folyóhátak által közrezárt hajdan mocsaras lápos, ma belvizes területeken az alacsony jelsűrűség következtében a klasszikus rács vagy raszter modellek lefolyástalan mikro-depressziókat generálnak. Ezek a mikrodepressziók általában geodéziailag fel nem

mért területeket jelentenek. A felszíni hidrológiai modellek ebben az esetben futáshiba mellett vagy lamináris leperszerű lefolyást vagy kifolyástalan katlant (sink) generálnak. Az általunk mikro-domborzati elemzésbe bevezetett kombinatív eljárással ez nagyrészt megszüntethető vált (1. ábra). A modellt kétféle eljárás alapján ellenőriztük. A területen távérzékeléssel (Landsat TM; TETRACAM) lehatárolt belvízfoltok idősoros vizsgálata és a terepi geodéziai felmérés alapján végzett számítások egyaránt igazolták a modell megbízhatóságát. A mintaterületen a nem korlátos rács modell korábban 48,8 % lefolyástalan területi hányada 0,6 %-ra csökkent 90%-os konfidencia szinten belül ($r^2=0.89$). A mikrodomborzati eredmények hatással lehetnek a síkvidéki nagyméretarányú talajterképezés gyakorlatára is.

Az elkészített nagy pontosságú terepmodell ilyen módon alkalmassá vált a síkvidéki területek felszíni és felszín alatti lefolyási viszonyainak értékelésére, mely alapvetően meghatározza a vizsgált területek vízháztartási viszonyait.



1. ábra Lefolyástalan mikrodomborzati katlant (a) esetében alkalmazott 8 irányú parabola keresés (b) távolság –magasság függvénye (c)

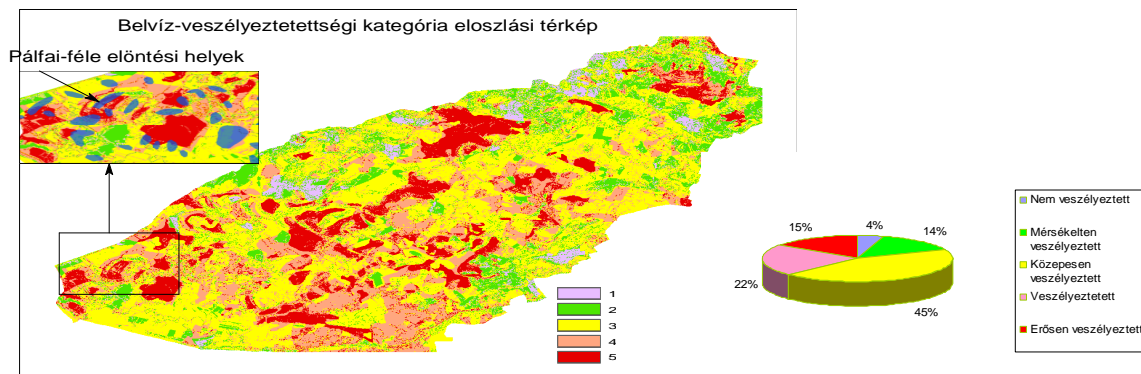
Összegyülekezési viszonyok pontossági méréséhez az adatsűrűség alapján optimalizált TIN/raszter domborzati modellre (2. ábra) lefuttatott összegyülekezési vízhálózatot és a tényleges vektorizált állandó vízfolyások térbeli pontosságát mértük össze. Megállapítható, hogy nagy összefüggő területek értékelésére a TIN / raszter modell kombináció jól használható. Az extrém sík területeken a konvexitási vizsgálatok is csak nagy adatsűrűség mellett adnak jó eredményt.

A vizsgálati területre vonatkozóan a MÁFI geohidrológiai adatbázisának feltöltését is elvégeztük. A TIVIZIG kezelésében lévő talajvíz figyelő kutak 30 évre kiterjedő észlelési adatait statisztikailag elemeztük (trend, periodicitás, autoregresszív komponens vizsgálatok).

A vizsgálati terület talajvízjárési viszonyait jelentősen befolyásolja a térségre jellemző belvízképződés. A sekély vízadók hidrogeológiai viszonyainak teljes körű vizsgálatához ezért értékeltük a kutatási területet jelentő Berettyó-Sebes-Körös-közi belvízrendszer belvíz-veszélyeztetettségi kockázatát.

A belvíz-veszélyeztetettségének megállapítására a viszonylag állandó jellegű és térben nagyfelbontású, digitálisan magas minőségű kiváltó tényezők raszteres kategória-térképeinek előállításából indultunk ki. Ezek a következők voltak: szivárgási tényező, maximális tározókapacitás, konvexitás, művelési ág, 5 %-os valószínűségű talajvízszint.

A befolyásoló tényezők osztályközökbe történt sorolásával az eredeti dimenziókat normalizáltuk. A gyakorlati alkalmazásához egy egyszerű, egyenlő osztályközű 5 kategóriás kategóriatérképet készítettünk (2. ábra).



2. ábra A belvíz-veszélyeztetettség a Berettyó-Sebes-Körösközi belvízrendszerben

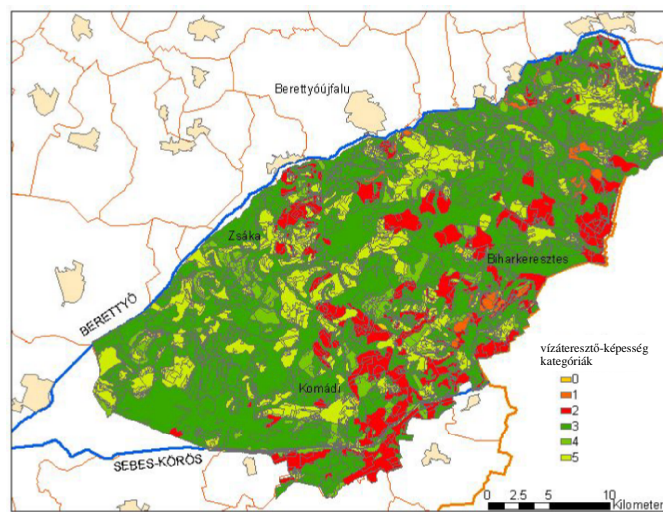
A talajvizek sérülékenységi vizsgálatához olyan térképrétegek előállítására törekedtünk, melyek mind a hidrogeológiai tulajdonságokat, mind az antropogén behatásokat megfelelően interpretálják.

A talajvizek és a sekély vízadók szennyezettségét valószínűségi alapon vizsgáltuk. Ehhez a felszín alatti vizek sérülékenységi vizsgálatában már széles körben elterjedt DRASTIC-EPA modell módosított változatát használtuk, mely elsősorban a kimosódásokat legjobban indikáló oldott nitrogénformák által okozott elszennyeződések előrejelzésére fejlesztettek ki. A létrehozott térinformatikai rendszerbe integrált és módosított DRASTIC modell a felszín közeli vízadók elszennyeződésének térbeli kockázati értékeiket súlyozva, rangsorolva hozta létre a kockázati fedvényt. A főkomponens analízis alapján a meghatározó döntési faktorok a

vizsgálati térben: a földhasználat, a fedőréteg vízáteresztő-képessége , valamint a sekély vízadó mélysége.

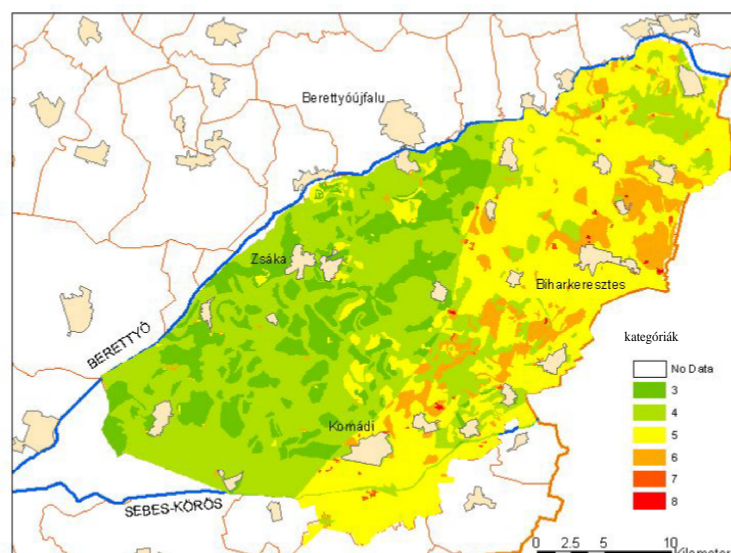
A sérülékenységet meghatározó faktorokra pontozási rendszert alkalmaztunk. A földhasználati kategóriarendszert a CORINE (CLC-50) adatbázis és a Landsat TM ellenőrzött osztálybasorolása alapján térképeztük. A vízáteresztő-képesség osztályozását 1:10000-es méretarányú talajgenetikai térképek segítségével végeztük, amelyet saját helyszíni furásainkkal ellenőriztünk.

Az első vízadó mélységének térképezése a MÁFI adatbázisa alapján történt (3. ábra).



3. ábra A vízáteresztő-képesség kategóriatérképe

A sérülékenységi eredmény térképet a három fedvény összegzésével és újraosztályozásával kaptuk meg (4 ábra).

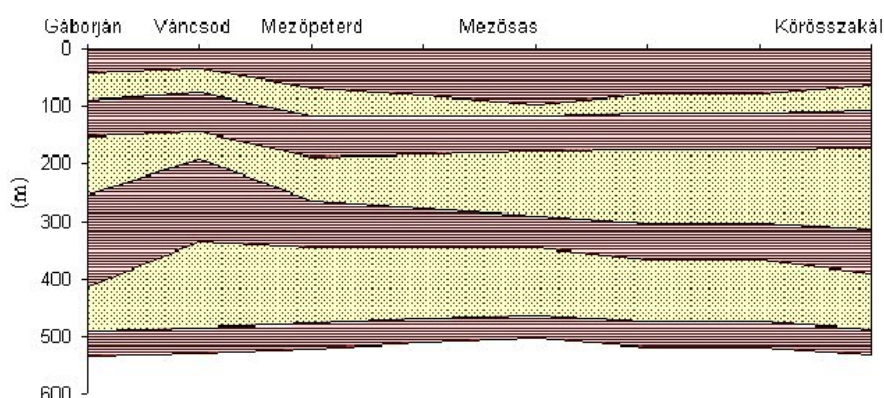


4. ábra Sérülékenységi kategóriák

Az értékeléshez használt végső pontrendszer a következő volt: igen nagy kockázat (8), nagy kockázat (7), közepes kockázat (6), kis kockázat (4-5). A modell kalibrációjához a vizsgálati területen fúrásokat létesítettünk, melynek eredményeképpen a talajvíz lokális nitrát szennyezettségét értékeltük.

A kutatási munka egy másik fázisában elvégeztük a kísérleti terület ivóvízbázisának sérülékenységi vizsgálatát is. Ehhez felhasználtuk a területen létesített ivóvíz kutak adatait (rétegsorok, szivattyúzási próbák, termelési adatok).

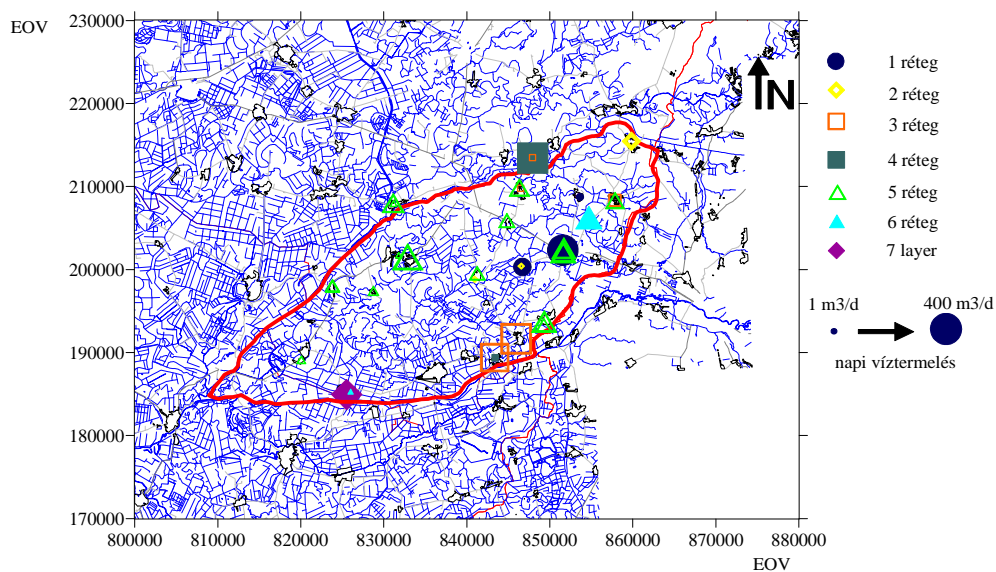
Első lépésként a vízföldtani rétegek digitális modelljét állítottuk elő (5 ábra).



5. ábra. Vízföldtani hossz-szelvény Gáborján és Körösszakál között

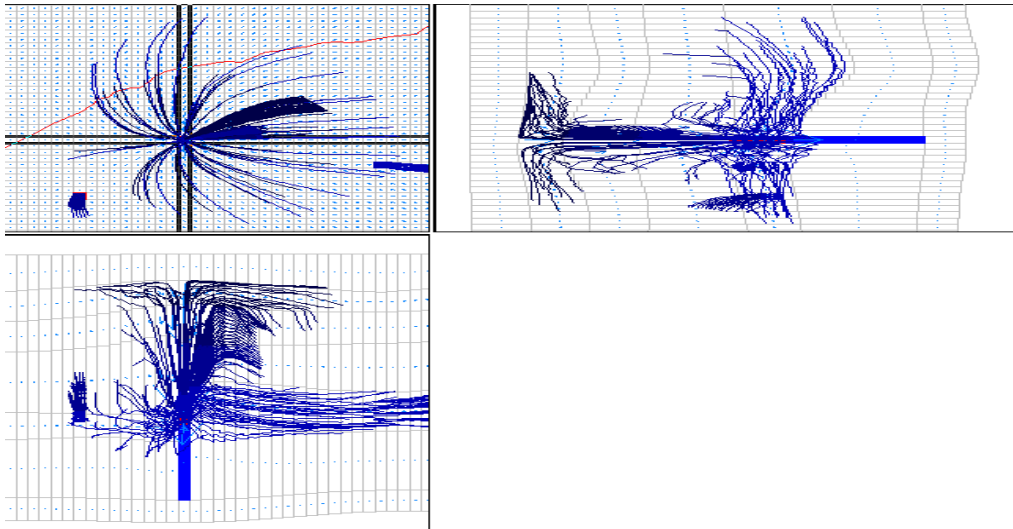
A 20 vízműkút rétegsora alapján kijelöltük a vízvezető és vízrekesztő rétegeket. Az üledékképződést figyelembe véve 7 fő réteg volt elkülöníthető. A vizsgált területre a 7 összevont vízföldtani szelvény felhasználásával elkészítettük a geohidrológiai izometrikus viszonyokat leíró modellt.

A rétegek horizontális és vertikális szivárgási tényezőit Dupuit módszerével számítottuk a szivattyúzási próbák adatai alapján. Minden egyes réteg, valamennyi fúrásponthoz meghatároztuk az effektív porozitási és a transzmisszivitási értékeket. A rétegek nyomás adatait a nyugalmi vízszintekből interpoláltuk. A kutak szűrőzési mélységeit és termelési adatait a 6. ábrán mutatjuk be.



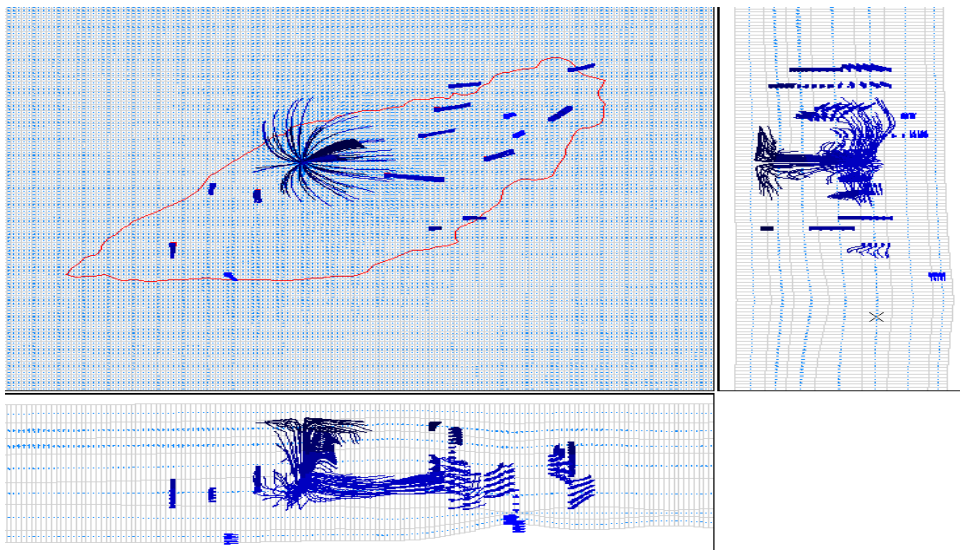
6. ábra. A vizsgált összes réteg termelési adatai

A vízföldtani modell alkalmas volt olyan térbeli hidrodinamikai számítások elvégzésére, mely az aktuális termelési adatok mellett lehatárolta a kutak tápterületeit. A sérülékenység értékeléséhez a jogszabályilag is elfogadott 50 éves elérési időt választottuk (7. ábra). A hidrodinamikai modellezéseket Processing Modflow környezetben végeztük.



7. ábra. A furtai vízműkút 50 éves elérési idejű idomát meghatározó áramlási útvonalak

Általában megállapítható, hogy felső elsősorban holocén réteg vízzárósága miatt a legtöbb idomoknak nincs felszíni metszete, csak megközelítik azt. A vizsgált terület valamennyi vízműkútjára és szűrőzött rétegre megszerkesztett 50 éves elérési idejű idomok felszíni és kétirányú keresztmetszeti rajzát a 8. ábrán mutatjuk be.



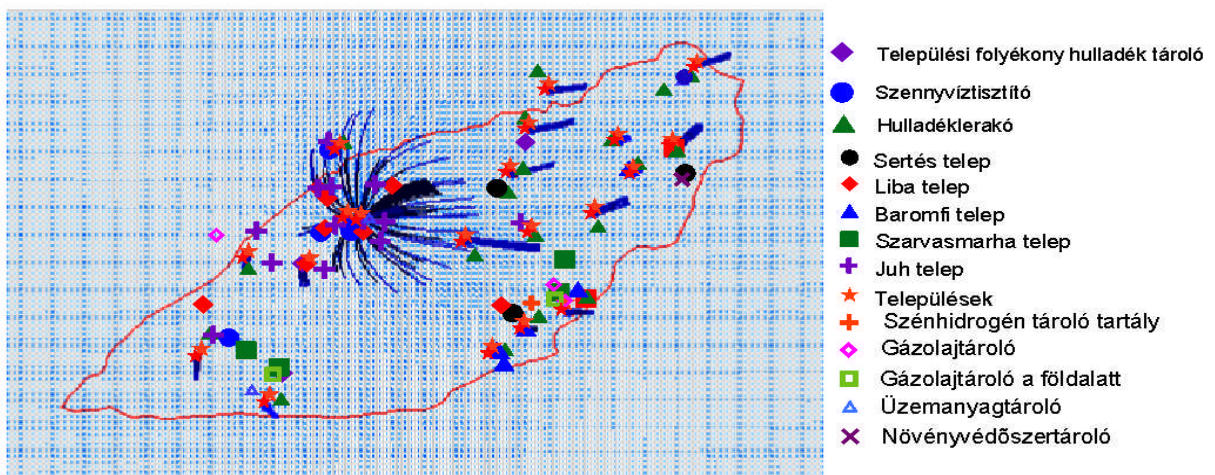
8. ábra. 50 éves elérési idők a vizsgált területen

Az ábrából jól kivehető, hogy az elérési időhöz tartozó tápterület, tekintettel az azonos rétegben lévő szűrőzött összletekre, elsősorban a termelt vízhozam határozza meg. Azaz amennyiben a jövőben jelentősen nőnek a vízigények, a kutak védőidomai is megnőhetnek és

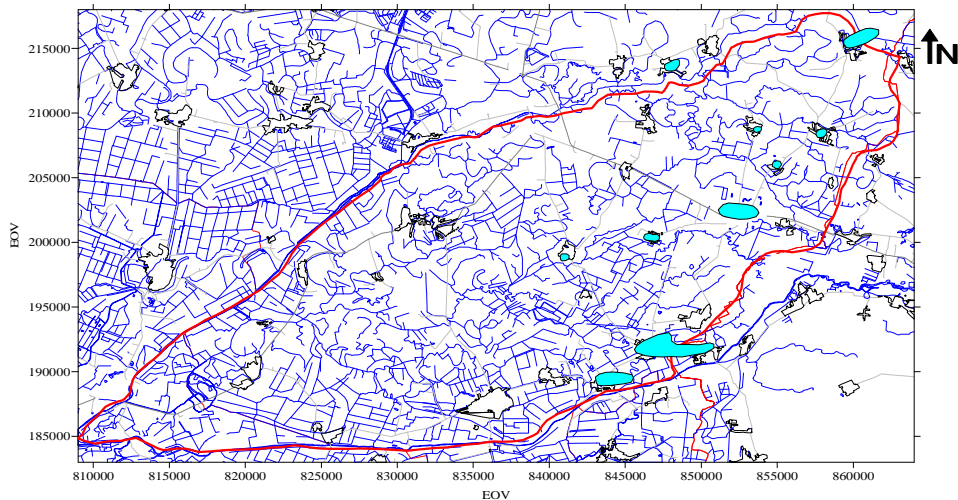
akár nagyobb felszíni metszetet is képezhetnek. Ilyen módon nem csak a jelenlegi, de a megemelt vízhozammal érintett területek, valamint a távlati vízbázisok lehatárolása is szükségessé válhat a felszín alatti vizek elszennyezésének elkerülése érdekében.

Az antropogén hatások teljesebb körű értékeléséhez a vizsgálati területen lévő valamennyi pontszerű forrás is felmérésre került (állattartó telepek, hulladéklerakók, tartályok, stb.).

A források térbeli eloszlásának ismeretében összevetettük a források helyeit és a hidrodinamikai modellezés eredményeként kapott elérési időkhöz tartozó idomok kiterjedéseit (9. ábra). Megállapítható, hogy számos szennyezőforrás létesült és üzemel legtöbbször a kutak tápterületei felett. Mivel a védőidomoknak csak tíz helyen van felszíni metszete (10. ábra), így közvetlen veszélyt egyelőre azok nem jelentenek. Ugyanakkor hosszútávon várható, hogy az első vízrekesztő réteg alatt megjelenjenek a szennyezések, melynek következtében a még el nem szennyezett ivóvízbázisokban megjelenjenek a felszíni eredetű szennyeződések.



9. ábra. A források helyeit és az elérési időkhöz tartozó felszín alatti területek



10. ábra. A vízműutak védőidomainak felszíni metszetei

Összefoglalás

A kutatás eredményeinek összefoglalásaként megállapítható, hogy a talajok rossz vízvezetőképessége miatt belvízképződésre hajlamos sík vidéki területek talajvízjárása szoros összefüggést mutat a mikrodomborzati és talajtani viszonyokkal. Az extrém sík területek domborzatmodelllezési hibái összetett HydroGIS technológiával nagymértékben megszüntethetők. A talajvizek sérülékenységének lehatárolásában nagy jelentősége van a nagyfelbontású terepmodelleknek, melyek kijelölik, nem csak a felszín alatti konvergencia, de a talajvíz-anomáliákra hajlamos területeket is. A vizsgált területen a gyenge vízvezetőképességű alluviális eredetű holocén rétegekben lévő talajvizek a 1,5 méteres vízszint alatt viszonylagos védettséget élveznek. A mikrodomborzati modellt kiegészítve a belvízképződést befolyásoló egyéb meghatározó tényezőnek a térképezésével, jól lehatárolhatók a vízháztartási többlettel jellemezhető területfoltok, ahol a talajvíz dinamikus egyensúlya a beszivárgási és hozzáfolyási többlet hatására magasabb relatív maximumokat eredményez.

Azokon a területeken, ahol a talajvíz monitoring hálózat nem megfelelő kiépítettségű a regionális kisléptékű minőségváltozások követésére, kockázatelemzési módszerek bevezetésével lehet a talajvizeket érő terhelések becslését elvégezni. Ehhez ugyanakkor olyan mintaterületek kijelölése szükséges, ahol az alkalmazott módszerek jól validálhatók. A már kidolgozott, általában súlyozáson és indexáláson alapuló eljárások helyi kalibrációját elvégezve jól alkalmazhatók a talajvizek sérülékenységének értékelésében.

A talajvizek mennyiségi és minőségi térbeli változékonyságának elemzésekor különösen azokra a területekre kell nagyobb hangsúlyt helyezni, ahol a jelenlegi és a távlati ivóvízbázisok hidrogeológiai védőidomai felszíni metszeteket képeznek.

Ezen szempontok alapján a vizsgálati területre elkészítettük és validáltuk a nagyfelbontású térbeli döntéstámogatási rendszert.

Debrecen, 2007-02-26.

Dr. Tamás János
témavezető