



GÁMA-GEO
Földtani, Informatikai és
Üzletviteli Tanácsadó KFT.

Székhely: 3519 Miskolc, Kis Kőkörtő utca 61.

Teleph.: 3519 Miskolc, Kis Kőkörtő utca 59/A.

6753 Szeged, Major u. 5/2.

HIDROGEOLOGIAI TANULMÁNY

**Boldogkőváralja K-7 OKK számú öntözőkút hozambővítéshez
szükséges többlet öntözővíz kitermelhetőségének vizsgálata a
meglevő Boldogkőváralja B-6 OKK számú vízműkútra**

2025. február



1. BEVEZETÉS

Bodnár Imre (3885 Boldogkőváralja, Kossuth u. 58.) a Boldogkőváralja, 049/1 hrsz-ú ingatlanon öntözőtelep létesítését tervezi. Ennek érdekében a részben az engedélyes tulajdonában lévő GLOBOTEL Váralja Nonprofit Kft. által üzemeltetett Boldogkőváralja K-7 OKK számú kút hozambővítését tervezi. Az öntözőtelep vízjogi létesítési engedélyezési eljárást megelőző előzetes vizsgálati dokumentációban vizsgálni kell a hozambővítéshez szükséges többlet öntözővíz kitermelhetőségének hatását a meglevő Boldogkőváralja B-6 OKK számú vízműkútra. Bodnár Imre a vizsgálatok elvégzése érdekében megrendelte társaságunktól a fenti tanulmányt.

A munka során meghatároztuk a megnövelt termelés okozta nyomásszint-változásokat, a 123/1997 Korm. rendelet 2 számú mellékletében meghatározott biztonsági tényezők alkalmazásával. A feladat végrehajtásához felhasználtuk a megrendelő által a két vizsgált kútról átadott adatokat, valamint a korábban, Szinva-Terv Bt. által 2008-ban a „Boldogkőváralja községi Vízmű hidrogeológiai védőidom terve” készített vízföldtani tanulmányt. Továbbá Fejes Zoltán „A Tokaji-hegység geotermikus és hidrogeológiai adottságainak vizsgálata” 2021-ben közölt PhD értekezését.

A hidrodinamikai modellezéshez Processing MODFLOW véges differencia szoftvert használtuk.



2. FÖLDTANI, HIDROGEOLÓGIAI ADOTTSÁGOK

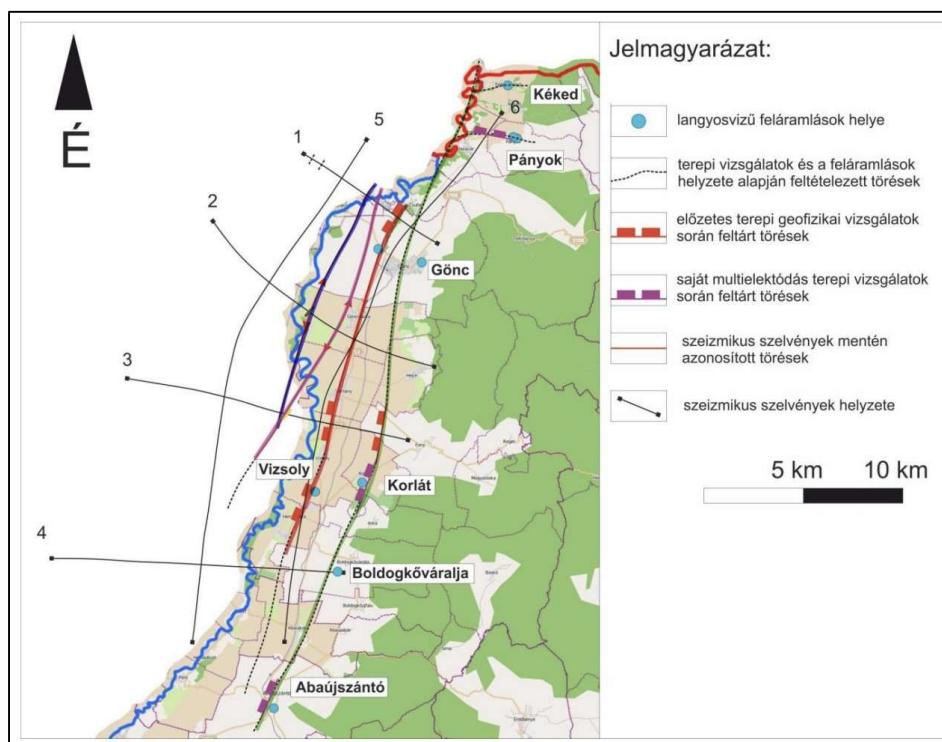
A vízbázis nagyobb földtani egység szempontjából a borsodi földtani tájegységhez tartozik, ezen belül a Boldogkőváraljai Vízmű a Zempléni-hegység vízföldtani egységéhez sorolható. A Borsodi tájegység földtani felépítése igen változatos. Megtalálható a felszínre bukkanó ó-paleozoós kristályos aljzat, 600-900 m tengerszint feletti magasságú karszthegységek, vulkáni hegységek, 300-400 m magas oligocén és neogén képződményekből felépült dombvidékek, hegyközi medencék, negyedidőszaki folyóvölgyek, hegyvidék előtéri süllyedékek. A tájegység DK-i negyede már az Alföldre esik. Hidrogeológiai jelentőségű törésvonalak húzódnak a megye területén. A változatos földtani felépítés képződményeihez, vízföldtani szempontból, négy fő vízáadó-összlet kapcsolható:

1. Negyedidőszaki (kvarter) folyóvízi kavics és homokösszlet, amely a felső 20-40 m-es szakaszában a legjelentősebb talajvízáadó, mélyebben a síkvidékeken a legjelentősebb rétegvízáadó is.
2. Fiatal harmadidőszaki (uralkodóan felső helvét és felső pannon) rétegvízáadó, amely az Alföldön kívül a dombvidékeken is elsődleges felszín alatti víztermelési jelentőségű.
3. Idősebb harmadidőszaki oligocén homokkő, eocén és miocén korú vulkanikus képződmények, amelyek a nagy törésvonalak mentén jó hasadékvízáadók.
4. Palco-mezozoós korú alaphegység felszíni és eltemetett karszt- és hasadékvízáadó tömege.

3. A ZEMPLÉN HIDROGEOLOGIAI FELEPÍTÉSE

A Zempléni hegységben a vulkanikus, eruptív kőzettömegek mélységükben nagy vastagságúak, így pl. a Tállya-15 jelű fúrás még 1200 m mélységben is riolittufában állt le, vagy a szerencsi termál kutatófúrás 796 m-ben hasonlóan riolittufában. A vulkáni képződményekből álló Zempléni hegység mai morfológiai arculatát a miocén végén megújuló tektonikai mozgások okozta szerkezetátalakulás formálta meg.

A hegyszerszerkezeti mozgások hatására kialakult É-D irányú törésvonalak, repedezett zónák meghatározóak a vízbeszerzés szempontjából. Ugyanígy meghatározó a K-Ny irányú törés, amely mentén történt meg a Szerencsi dombság lezökkenése is az Alföld irányába. Ezen törésvonalak mentén sorakoznak az utóvulkáni tevékenység mai megmaradt elemei a langyos vizű források. Ilyen langyos vizű források vannak, illetve voltak Kékeden, Göncön, Fonyban, Korláton, Abaújszántón, Golopon, Bekecsen és Szerencsen. Az alábbi térképvázlat szemlélteti a forráspontokat, illetve ezek összekötésében lévő É-D-i irányú fő törésvonalat, valamint a később bemutatásra kerülő szeizmikus szelvények nyomvonalát (1. ábra).

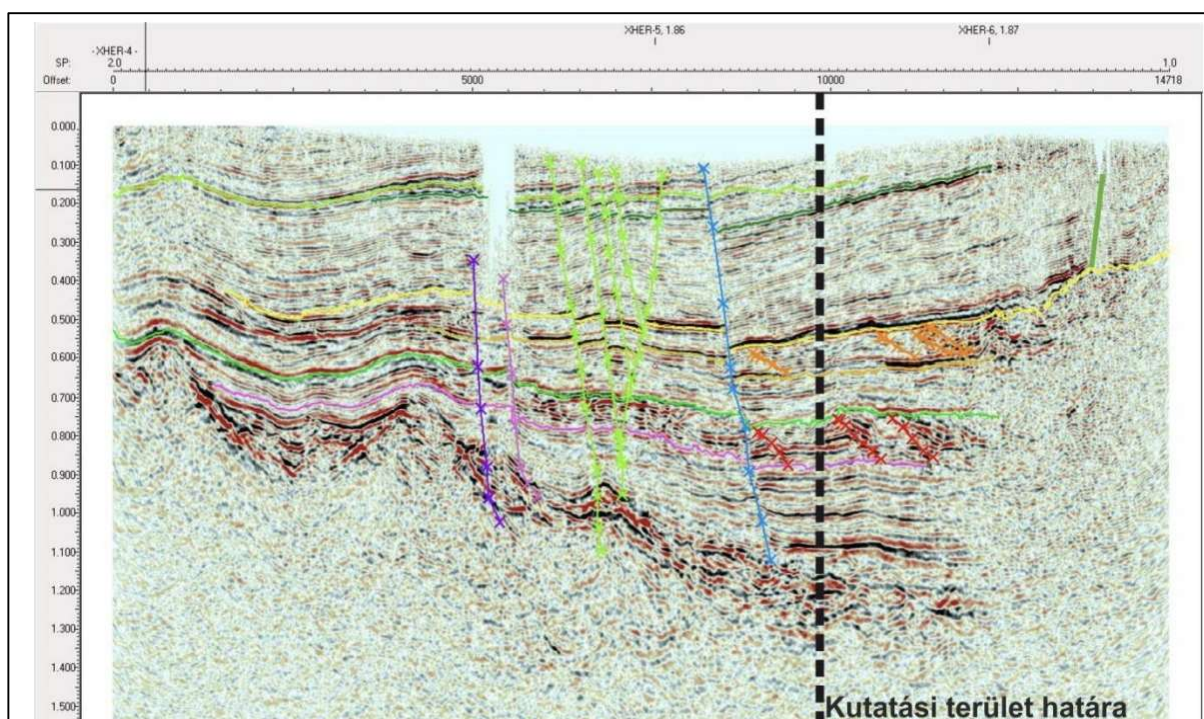


1. ábra. Szeizmikus és terepi geoelektromos vizsgálatok által kimutatott törések felszíni elhelyezkedése és a területen feltárt langyosvízű források helye (Fejes, 2021)

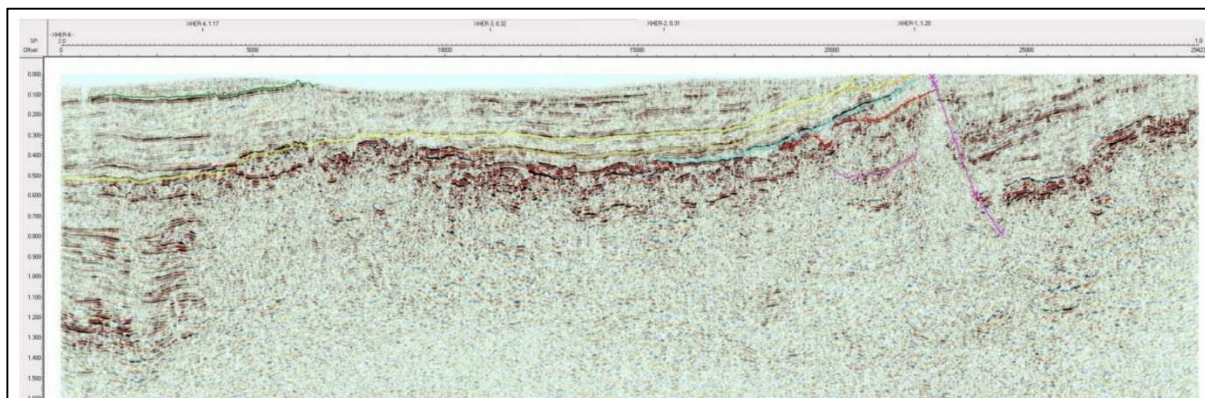
Az említett vulkanikus közettömegek üde állapotban víztározásra alkalmatlanok, ugyanakkor a bennük kialakult regionális kiterjedésű törések egymással összefüggő egységes rezervoár rendszert alkotnak a víztározás és vízvezetés szempontjából. A törészóna lényegében egy vonalmenti elhelyezkedésű vertikális víztartó. A repedésrendszerben mozgó hasadékvíz statikus és dinamikus készletnagyságát nem ismerjük, de azt biztosan tudjuk, hogy a repedésrendszerre telepített vízműkutakra jellemző évtizedek óta az állandó és nagy vízhozam, valamint a feltárási mélység függvényében a növekvő hőmérséklet.

A törészónára telepített vízmű kutak helyeinek korábbi kijelölésénél kiemelt jelentősége volt a felszíni geoelektromos módszerekkel történő vízkutatásnak, mivel a törésvonal szinte csak néhány méteres horizontális kiterjedésű. A Boldogkövárakja B-6 jelű vízmű kút a már előzőekben említett É-D-i irányú fő törésvonalra (repedezett zónára) települt, melynek meglétét és irányát a Kéked, Gönc, Göncruszka, Korlát, Abaújszántó, Golop, Szerencs térségében felfakadó langyos vizű források, illetve vízmű kutak bizonyítják (2. és 3. ábra).

A törésvonalak nélküli rossz vízáadó vulkáni kőzet anyagú területeken, a völgyekben itt-ott előforduló un. tufa-homok" összlet tekinthető jó vízáadónak.



2. ábra. K-Ny –i irányú szeizmikus szelvény (az 1. ábrán 4. számú szelvény) (Fejes 2021)

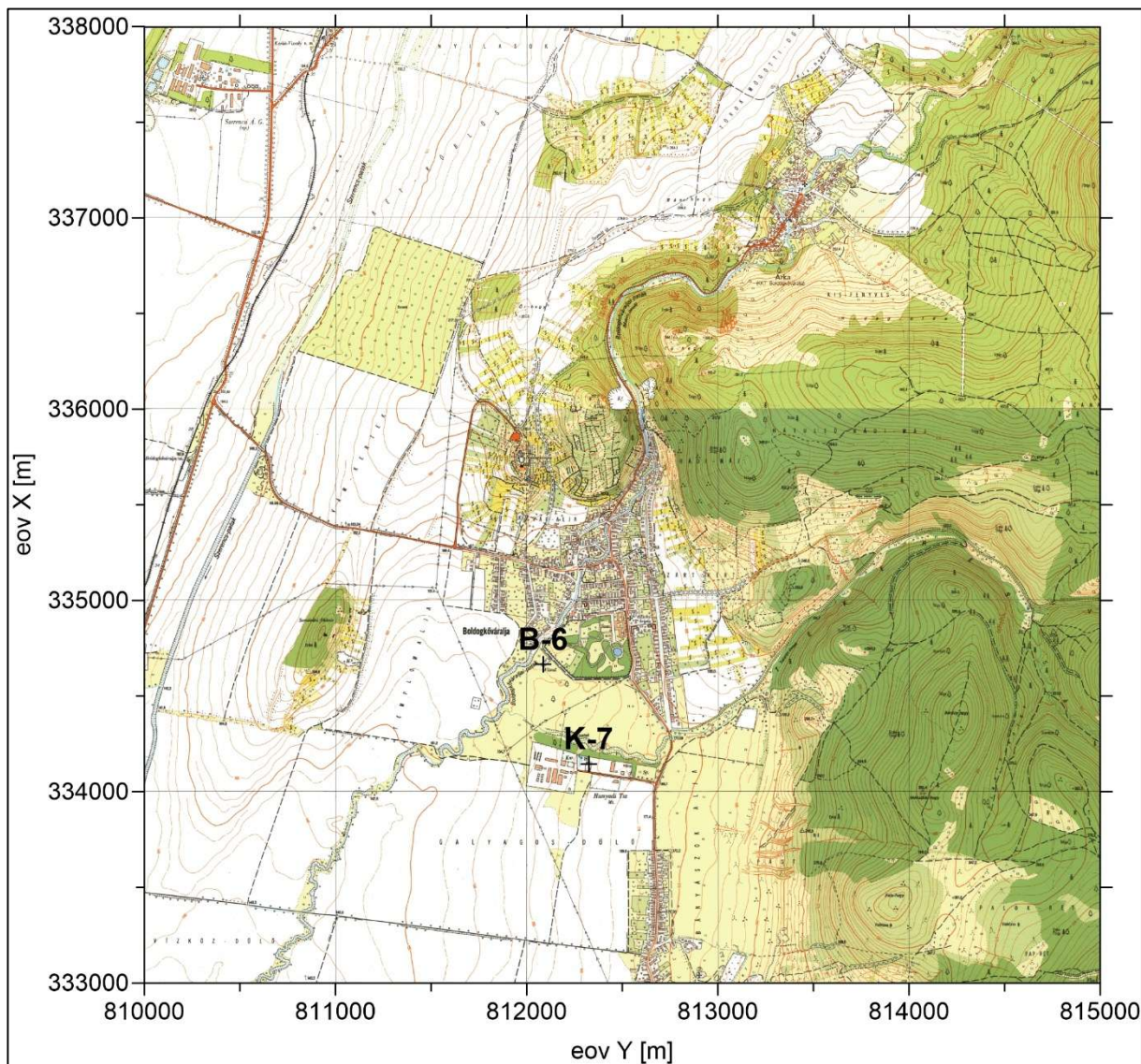


3 ábra. É-D –i irányú szeizmikus szelvény (az 1. ábrán 6. számú szelvény) (Fejes 2021)

A Boldogkőváralja, Boldogkőújfalu és Abaújalpár települések vízellátását biztosító vízműkutat 1970-ben kiviteleztek (4. ábra). A fúrás közben elért talpmélység 205,0 m volt. A fúrás a vízföldtani napló rétegsora és kormeghatározása szerint miocén időszakú vöröses szürke tömör andezitben fejeződött be. A szarmata korú vulkánikus andezit kőzetet 147,0 méterben érte el a fúró. A 147,0 m-től 205 m-ig harántolt, szálaban álló andezitben 173,9-195,9 m mélységközben repedezett kavernás törészónát tártak fel, amelyet a kút perforált csővel csapol meg. A szűrőcsőnél a szitaszövet és a kavicsolás elhagyása a Zempléni hegység törészónáira telepített vízmű kutaknál elfogadott megoldás, a kemény kőzetanyag (andezit, hidrokvarcit, átkovásodott riolittufa) miatt.

A Zempléni hegység és annak D-i részét képező Szerencsi dombság vulkánikus kőzeteiben kialakult törésrendszerekben tárolt hasadékvíz kémiai összetevői közül általában magasabb a vas és mangántartalom, de van olyan vízbázis is, ahol ez nem jelentkezik. Egyedileg előfordul a magasabb szulfidtartalom is. Ezen kémiai összetevők nagyságrendje helyileg attól függ, hogy a töréses zónákban áramló hasadékvíz a külön fajta eruptív kőzetanyagból milyen ásványi anyagokat old ki. A nitrát azokon a területeken található, ahol a repedésrendszer sekély mélységben helyezkedik el és felette minimális vastagságú a fedőkőzet. (pl. Szerencs vízmű kút). Ilyen területeken a mélyből feláramló hasadékvíz keveredhet a felső talajvízzel. A földtani adottságok miatt általában a zempléni vízbázisokon megtalálható az arzén is. A Boldogkőváraljai vízmű kútjának vizében a vas Fe 0.1 mg/l, a Mn 0.08 mg/l, az arzén As 30 ug/l nagyságrendű. A víz hőfoka a langyos víz kategóriába sorolható a 22,3 C-al.

A Boldogkőváralja K-7 jelű öntözőkút hasonlóan lett kiképezve ugyanarra a vízáadó rétegre, mint a B-6 jelű vízműkút, tőle mintegy 570 m-re dél-dékeletre. Az öntöző kút a kavernás zónát némileg kisebb mélységben, 153,1-178,5 m közötti intervallumban szűrőzi (4. ábra).



4 ábra. Boldogkőváralja térségének topográfiai térképe a vizsgált 2 kút helyének feltüntetésével.

4. A MEGNÖVELT VÍZTERMELÉS HIDRODINAMIKAI MODELLJE

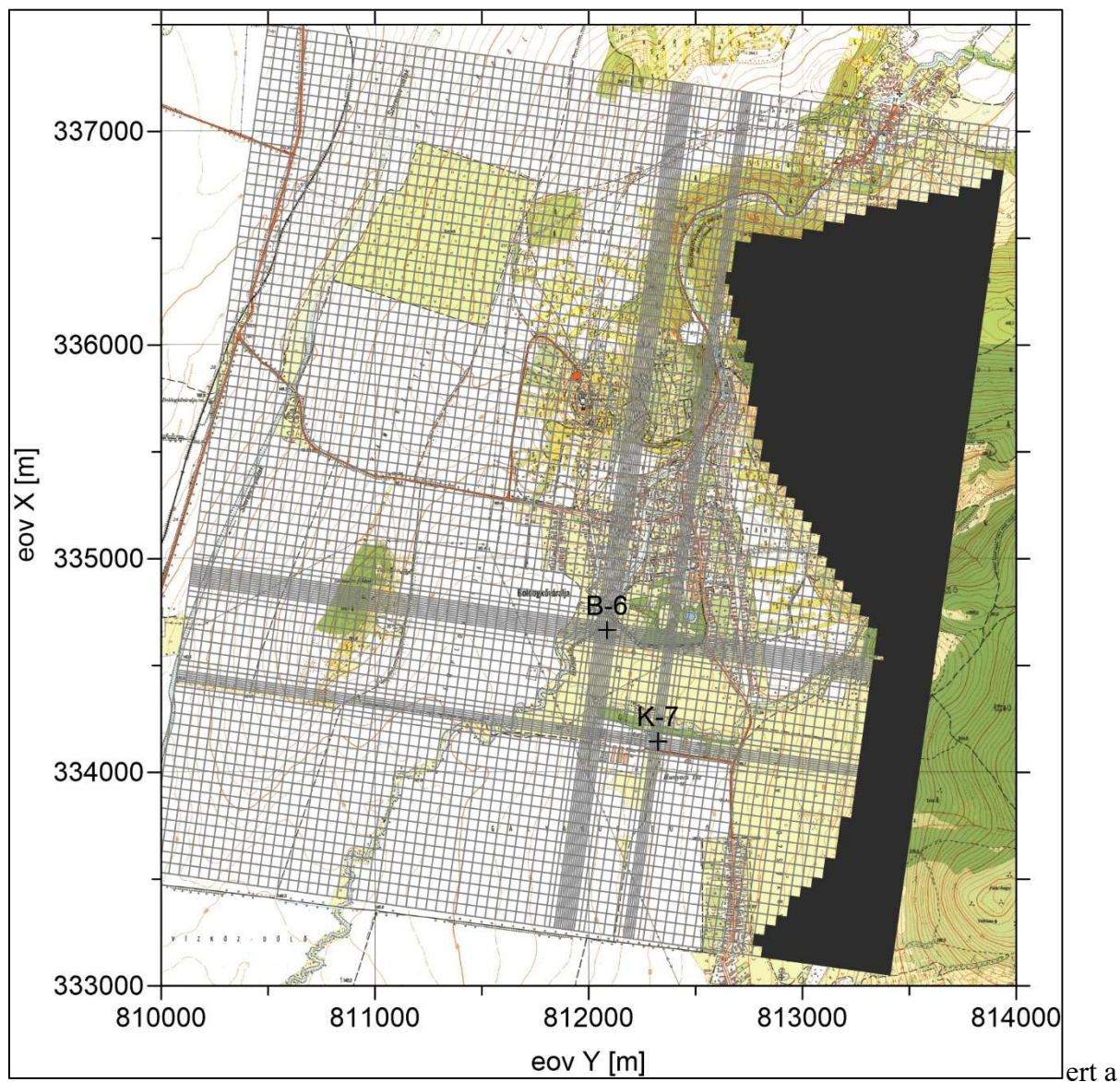
4.1. alkalmazott szoftverek

A hidrodinamikai számítások során a Processing MODFLOW Pro környezet 8.0.43 verzióját (©WebTech360, Inc., 2003) használtuk fel. A szoftver a MODFLOW klónok egyike, amely egyrészt a hasonló klónokhoz (Visual MODFLOW, GMS, GW Vistas, Processing MODFLOW for Windows stb.) hasonlóan a nemzetközi gyakorlatban elfogadott változat, kiterjedt kalibrációs referenciákkal rendelkezik, ugyanakkor a többi klónhoz képest több MODFLOW csomagot támogat, a Surfer for Windows térképszerkesztő és térmodellező szoftverrel jól összekapcsolható.

A hidrodinamikai számításokat a MODFLOW-96 és MODFLOW-2000 public domain USGS verziójával végeztük el. Az eredmények megtekintéséhez, értelmezéséhez, valamint az áramvonalak és elérési idők meghatározásához a PMPATH 98/NT program 8.0.43 verzióját (©W-H. Chiang & W. Kinzelbach, 1991-2013) használtuk fel. A felsorolt szoftverek jogosítják.

4.2. Modell felépítése

A modellel Boldogkövárja térségének 3,5 x 4 km-es térségét vizsgáltuk. A terület alsó harmada közelében találhatók a vizsgált kutak, mivel az utánpótlódásuk alapvetően észak felől, a korábban tárgyalt törérendszeren keresztül történik. A modellezett térrész határai kellően távol vannak attól, hogy a modellezett térrészen belül a nyomás és hőmérséklet-szinteket jelentősen befolyásolnák, amit a modellezés során a számítási eredmények vissza is igazoltak. A modellezett területrészt 50 x 50 m-es cellákra osztottuk, mely cellákat a modell terület közepén, a meglévő kutak környezetében 10 x 10 m-es cellákra sűrítettük. A modell hálót kis mértékben K-i irányba elforgattuk, hogy a fő utánpótlódást biztosító törésvonal merőleges legyen a modell északi szélére. A modell K-i oldalán, a 250 m feletti szálban álló kőzetből álló, részt inaktívvá tettük, mert szerepe a vízforgalomban elhanyagolható (5. ábra).

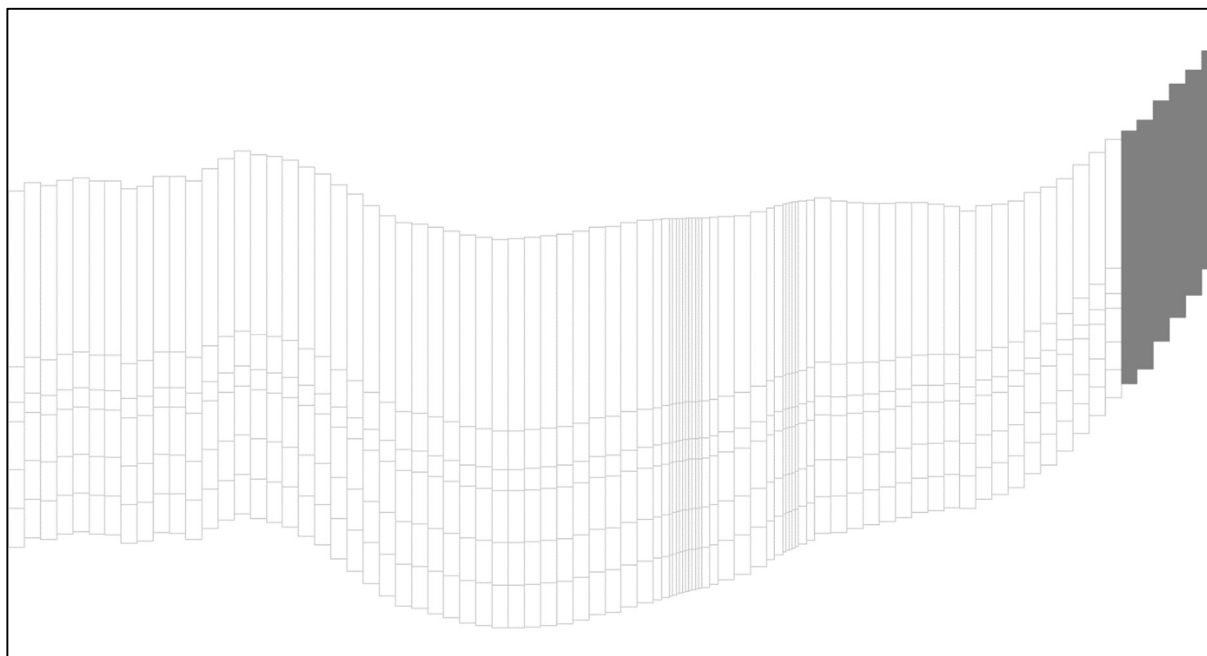


5. ábra. A modell hálókiosztása az inaktív terület jelölésével (fekete)

A modellt a meglévő kutak rétegsora alapján építettük fel. Mivel a modellben nem cél az összes környező fúrásban harántolt réteg modelladaptációja, ezért a vizsgált rétegösszletet vízáadó rétegekben domináns vízáadó szintekre – és elsősorban vízrekesztő képződményekkel jellemezhető – vízlassító szintekre osztottuk. A modellezés során a felső 250 m-es tartományt 6 réteggel szimuláltuk (1. táblázat), az ez alatti rétegek szerepe a vízforgalomban a elenyésző. A rétegleírások alapján a rétegek K-felé fokozatosan elvékonyodnak (6. ábra).

Modell réteg sorszáma	A réteg fedő-fekü mélysége B-6 jelű kútnál [m Bf]	Horizontális szivárgási tényező [m/d]	Vertikális szivárgási tényező [m/d]	Porozitás	A réteg jellege
1.	158 : 143	1,5	0,06	0,1	talajvízadó, homok, agyagos homok
2.	143 : 42	2	0,08	0,08	homok, iszapos agyag
3.	42 : 22	0,5	0,005	0,03	agyag
4.	22 : 11	4	0,4	0,04	kavernásodott riolittufa
5.	11 : -16	2	0,2	0,03	andezit
6.	-16 : -38	6	0,8	0,04	repedezett andezit

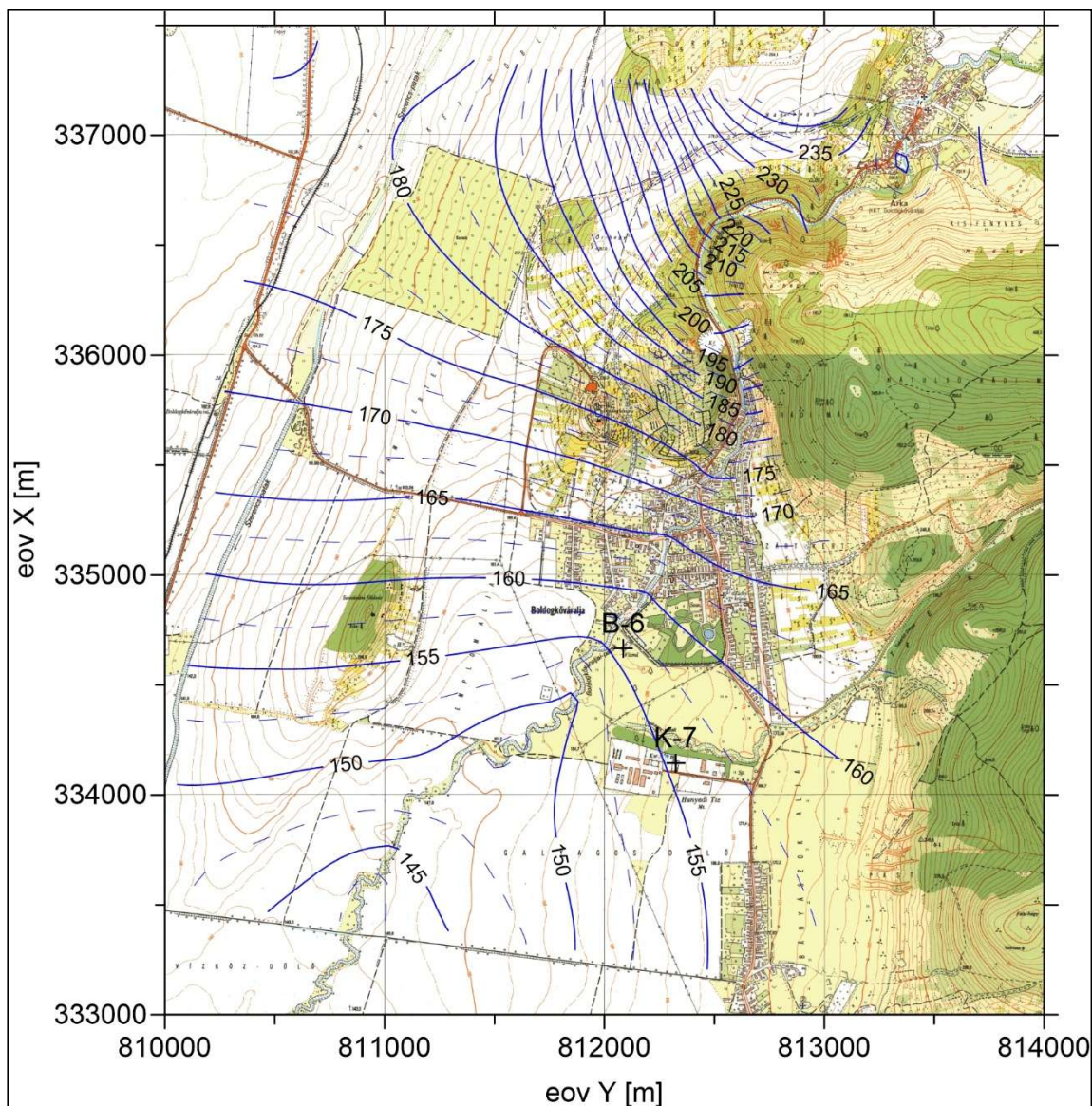
1. táblázat. A modell vertikális tagolása a rétegek hidrodinamikai paramétereivel



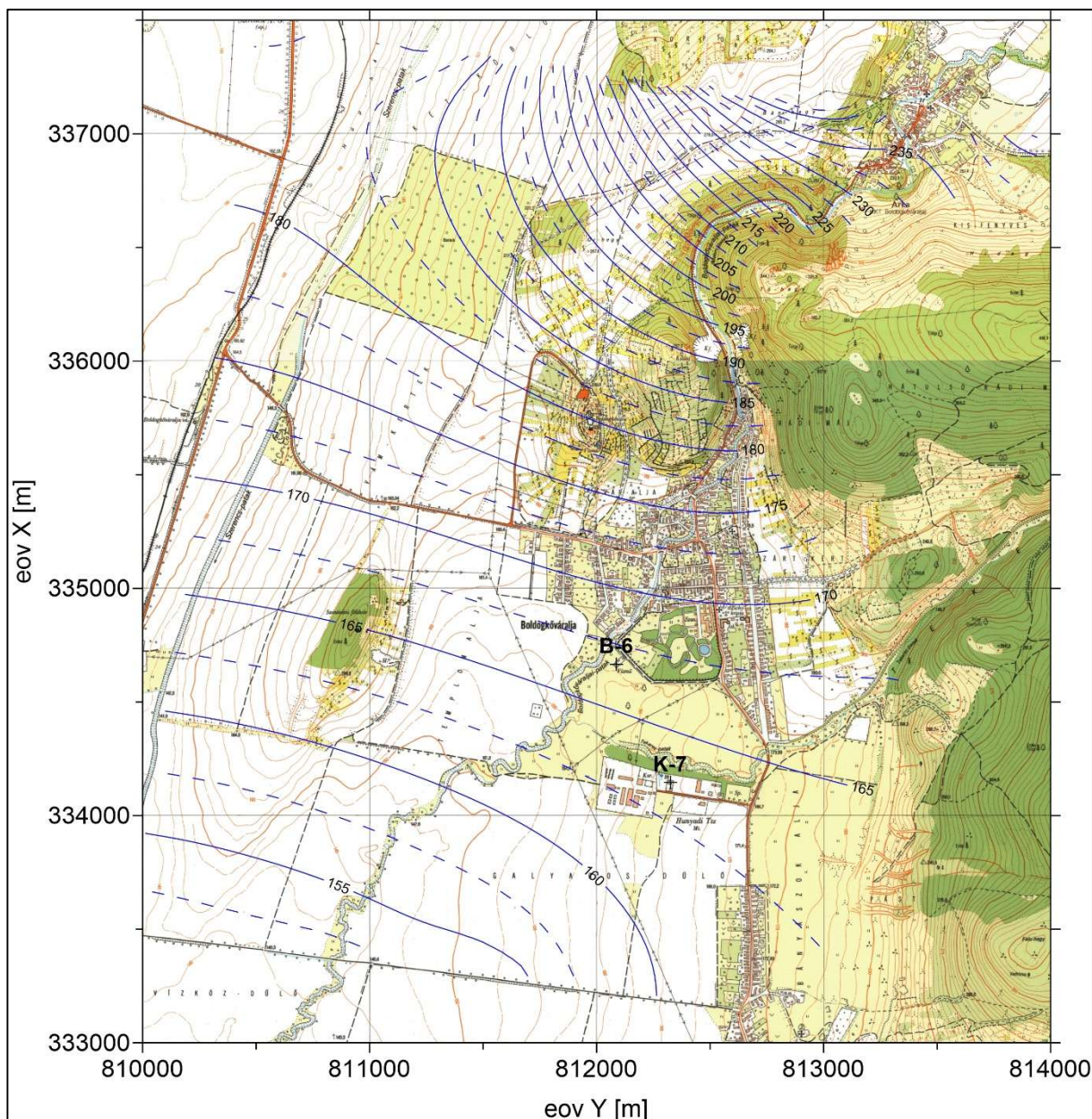
6. ábra. A Modell Ny-K –i irányú szelvénye a B-6 jelű kút mentén

4.3 Modellezés eredménye

A korábbi tanulmányok is megállapították, hogy a tárgyi területen feláramlás tapasztalható, azaz az alsó repedezett andezites szintben mintegy 9 m-rel magasabb a vízszint, mint a talajvízadóban. Az induló vízszinteket ennek megfelelően állapítottuk meg (7. és 8. ábra).

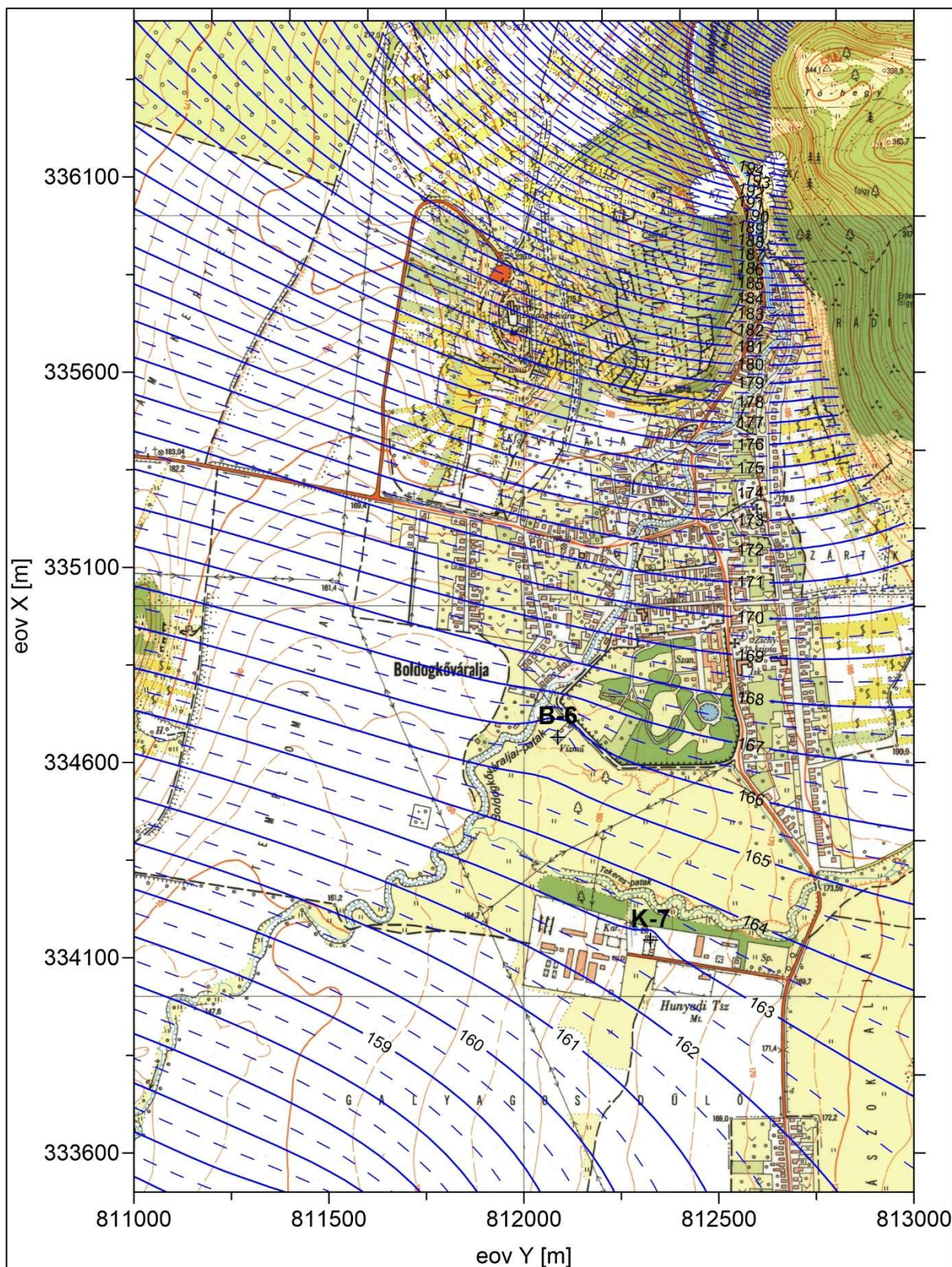


7. ábra. A talajvízadó képződmény vízszintje a modellezett területen



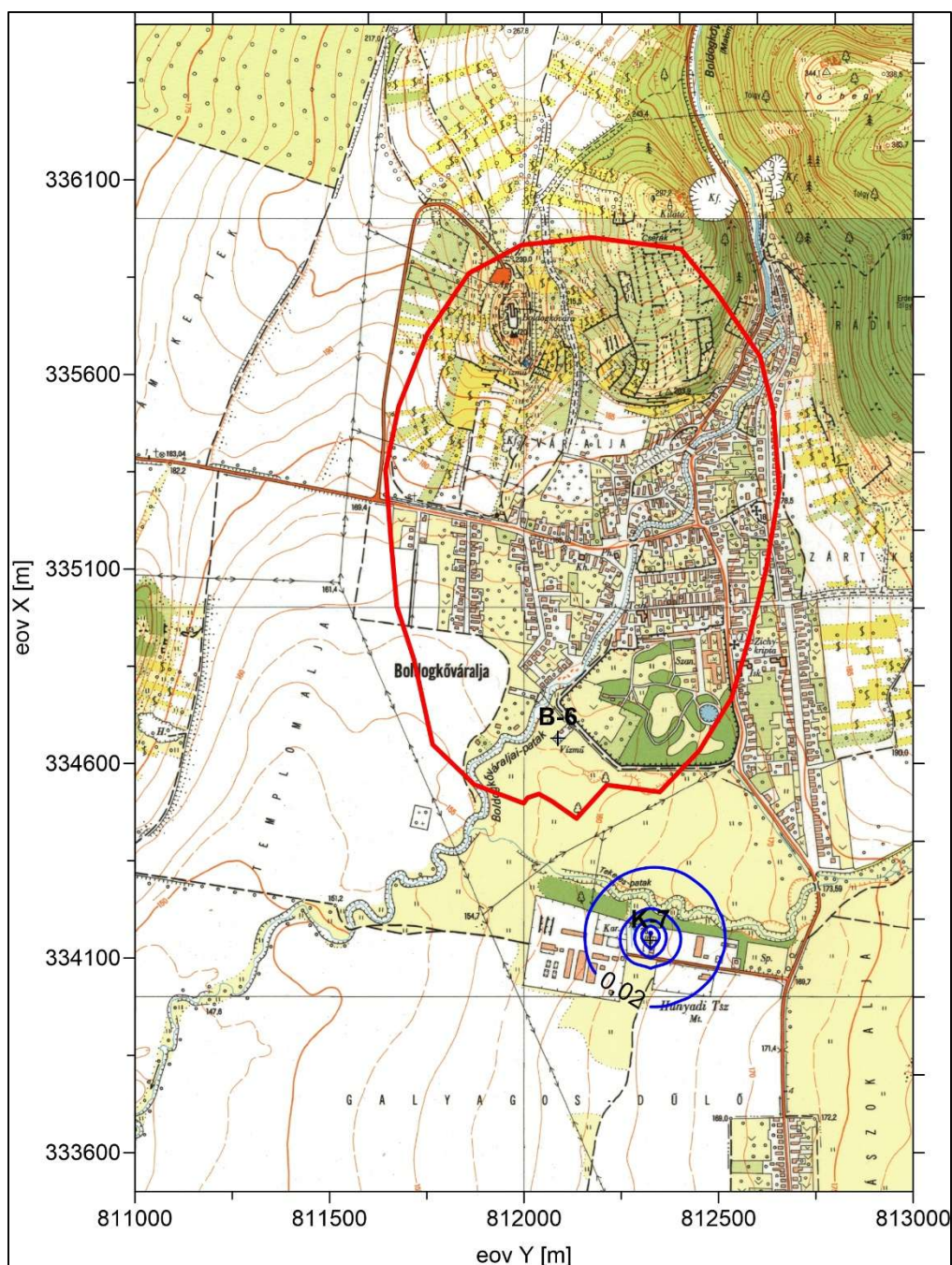
8. ábra. A repedezett andezit vízáadó (6. modellréteg) vízszintje a modellezett területen

A modellezés során a vízműkút termelését $200 \text{ m}^3/\text{d}$ hozammal adtuk meg ($73\,000 \text{ m}^3/\text{év}$), míg az öntözőkút jelenlegi termelését $33 \text{ m}^3/\text{d}$ hozammal ($12\,000 \text{ m}^3/\text{év}$). Ezt tervezik évi $2\,500 \text{ m}^3$ hozammal növelni, ami $7 \text{ m}^3/\text{d}$ hozamnövekedést jelent. Ezt követően kirajzoltuk a termelt 6. modellrétegben kialakuló vízszinteket (9. ábra).



9. ábra. A B-6 és K-7 jelű kutak termelésének hatására kialakuló vízszintek a 6. modellrétegben

A 9. ábrán is látható, hogy a K-7 jelű kút megnövelt termelése alig okoz változást a vízszintben, mutatva a vízáadó réteg rendkívül jó vízáadóképeségét. Ahhoz hogy meghatározzuk az öntözőkút hozamnövelése miatt kialakuló depresszió értékét először lefuttattuk a modellt a jelenlegi termelési adatokkal, majd ezt kezdeti értéknek beállítva lefuttattuk a növelt hozammal és ezt követően kirajzoltuk a depresszió értékét (10. ábra).



10. ábra. A K-7 jelű öntözőkút megnövelt hozamának vízszintekre gyakorolt hatása (depressziója) m-ben kifejezve



A 10. ábrán feltüntettük a B-6 jelű kútnak az Észak-Magyarországi Környezetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség 2658-6/2009 számú határozatában megállapított 50 éves elérési időhöz tartozó védőidomát.

Ez alapján megállapítható, hogy a növelt hozam miatt kialakuló 0,02 m-es depresszió sem érinti a B-6 jelű kút megállapított védőidomát. Tehát **az öntözőkút növelt hozama nem lesz hatással a B-6 jelű vízműkút termelésére, várható hatásai nem érik el a vonatkozó hatályos vízügyi és vízvédelmi jogszabályokban meghatározott káros értéket.**

Miskolc-Szeged, 2025. február 26.

Dr. habil. Szanyi János
ügyvezető, okl. hidrogeológusmérnök