

A KÁRPÁT-MEDENCE MAGYARORSZÁGI RÉSZÉNEK HIDROGEOLOGIAI MODELLEZÉSE

A Magyar Állami Földtani Intézet hozzájárulása a feladat megoldásához.

Tóth György¹- Rotárné Szalkai Ágnes¹- Horváth István¹

A hazai neogén medenceterületek fluidumai áramlási, migrációs és transzportviszonyainak megértése és jellemzése regionális, országos és bizonyos esetekben az országhatárainknál nagyobb térrész együttes értékelését igényli. A Magyar Állami Földtani Intézet ennek a több intézményt és több generációt foglalkoztató kutatási programnak rá eső részét a hidrogeológiai (áramlási-, transzport- és hidrogeokémiai) modellezések által is megkívánt rendszerben végezte. A **Schmidt Eligius Róbert** és **Almássy Endre** nevével fémjelzett kezdetektől (1958-63: *Magyarország Vízföldtani Atlasza*) napjaink regionális modellezéséiig számos országos kutatási eredmény született a feladat megoldása érdekében.

Elkészült és a különböző nagy-regionális modellezések számára hozzáférhető:

- a vízföldtanilag egységesen kezelhető összletek térmodellje (Magyarország Földtani Atlasza térképei, a pannóniai-pleisztocén medenceüledékek regionális anizotrópiáját megadó, szeizmikus sztratigráfiai alapon hidrosztratigráfiai térmodell),
- az országos talajvízforgalmi térkép a területi jellegű peremfeltételek megadásához,
- az országos felszín alatti vízszint-megfigyelő hálózat idősorai,
- a térbeli vízsűrűség-eloszlással korrigált térbeli „potenciál”-eloszlási térkép,
- a hideg-, termál- és telepvizek országos vízgeokémiai térképezéseinek és felméréseinek adatai, ideértve a kapcsolódó értékeléseket is.

A nagyléptékű modellezések előkészítéseként kisebb térrészekre vonatkozó hidrogeológiai értékelések készültek. Ezek közül kiemeljük az ÉK Alföld, a Közép-Alföld, a Mezőföld szubregionális modelljeit és a túlnyomásos övek szerepét vizsgáló alföldi modellt. Ugyancsak elkészültek a korjelző izotópok térbeli eloszlásának megértését segítő hosszúidejű, (több tízezer-százezer évre kiterjedő) transzportmodelljeink is.

¹ Magyar Állami Földtani Intézet

Korábbi, idevágó munkáink során a hidrogeológia és a hidrogeokémia szakterületén szerzőtársaink voltak: **Szebényi Lajos, Venkovics István, Kuchen Zoltán, Horváth Vera, Pogácsás György, Egerer Frigyes, Namesánszky Károly, Siposs Zoltán, Dér István, Erhardt György, Csaba László, Vető István, Csalagovics Imre.**

Bevezetés

Hazai medenceterületeink áramlási rendszereinek szisztematikus kutatása a Magyar Állami Földtani Intézetben az 1950-es években indult meg és mind a mai napig folytatódik. A félévszázados kutatási folyamat csatlakozik az ország más kutatóműhelyeinek hasonló célú, de gyakran a feladat más elemeit vizsgáló munkáihoz. A továbbiakban csak azon MÁFI kutatásokat ismertetjük, melyek mérföldkövet jelentettek a nagy-regionális értékelésekhez. Ezek a munkák jelenleg is hozzájárulnak a regionális modellek koncepciójának kialakításához, biztosítva egyúttal azok bemenő és kalibrációt biztosító adatainak jó részét. A kutatási eredményeket nem időbeli megszületésük sorrendjében mutatjuk be, hiszen azok mindig az adott periódusokban rendelkezésre álló anyagi és szellemi erőforrásoknak, valamint a nagyobb szakma-politikai áramlatok függvényében születtek. Voltak időszakok, mikor a költséges fúrási feltárásokra is lehetőség nyílt, máskor az olcsóbb expedíciós jellegű terepbejárásokra, mintavételekre volt mód, és volt olyan időszak is, mikor szinte csak adatfeldolgozási és értelmezési munkák folyhattak. Az összegyűlt eredmények azonban már lehetővé teszik azt, hogy azokat a modellépítés logikai sorrendjében vegyük sorra.

A medenceterületek regionális hidrogeológiai modellezési koncepcióinak alakulása

A Magyarország Vízföldtani Atlaszához készített feldolgozások során Almássy Endre és Schmidt Eligius Róbert alföldi potenciálszelvényeket készítve felismerték a medenceméretű regionális áramlási rendszert. Az Atlasz többek között ezért is fektetett nagy súlyt az országos feldolgozásokra, melyekben sorra vették szinte valamennyi olyan elemet, mely alapján legalább is egy országos méretű vázlatos numerikus áramlási modell elkészíthető lett volna. (Sajnos a múlt század ötvenes-hatvanas éveinek fordulóján az ehhez szükséges eljárások, és számítástechnikai lehetőségek még igencsak szerények voltak). A regionális koncepcionális

modell fejlődésében [Szebényi L.](#) lépett előre 1965-ben írt, az „artézi víz” forgalmának mennyiségi meghatározásával foglalkozó cikkével, melyben sorra vette azokat az elemeket, melyekkel az áramlási irányokat és nagyságokat elemezni lehet, vagyis a beszivárgási és megcsapolási részeken zajló folyamatokat, valamint a nyomás, vízminőség és hőmérséklet adatok térbeli eloszlásában rejlő lehetőségeket. (E koncepciót akkor még csak a felső 1000 méteres zónára lehetett kiterjeszteni). A koncepció alapján a MÁFI-ban az 1970-es években megkezdődtek a hegy- és dombvidéki területeken a rendszeres vízforgalmi térképezések, melyek alapján a beszivárgó területeink jó részére kvantitatív információk adhatók. Az ország plio-pleisztocén medenceterületein az akkori ismeretek alapján meghatározható vízföldtani egységekre pedig meghatározásra kerültek a fúrt kutak hidraulikai adatainak feldolgozása alapján becsülhető szivárgási tényező értékek, és a potenciálviszonyok térbeli feldolgozását követően, — legalábbis bizonyos szelvények mentén — a számítható rétegvíz-forgalom is. A regionális koncepcionális modell továbbfejlődését biztosította az a felismerés, hogy ha a víz hőmérséklete, oldott ásványi anyag- és gáztartalma által meghatározott regionális sűrűségeloszlást korrekcióba vesszük, akkor a felső pannon üledéksor aljáig követhető a regionális áramlási rendszer. (Hasonló korrekció elvégzése után a termál-karsztrendszerek áramlási viszonyai is hitelesen jellemezhetők).

A pannóniai-pleisztocén üledékeket harántoló alapfúrások, a regionális szeizmikus szelvényfeldolgozások és fúrt kutak karottázs-adatainak együttes értékelése alapján a 1980-as évek közepére meghatározhatóvá váltak a regionális rétegzettség, és ennek megfelelően a regionális anizotrópia irányok is. Ennek alapján jobban érthetőbbé váltak a termálvizekig követhető alacsony oldottanyag-tartalmú vizek előfordulásai. Az, hogy a vizek kémiai összetételének térbeli eloszlása és az áramlási viszonyok között ilyen jól meghatározható a kapcsolat, indította el a MÁFI és a Miskolci Egyetem közös országos vízgeokémiai kutatási programját. A beszivárgási területektől a megcsapolási övekig végzett, a nyomkomponensekre is kiterjedő vizsgálatok, illetve a közben kiépített vízkémiai adatbázisok feldolgozásai nemcsak azt mutatták ki, hogy a vízminőségi adatok fontos áramlásjelzők, de egyúttal a regionális modellek kalibrációjához felhasználható tényezők is. A vízgeokémiai értékelések kimutatták azt is, hogy a regionális áramlási rendszer feküjének felvett felső-alsó pannóniai határ nem zárt. A zárt határ feltételezése csak a vízkészletek számításánál tartható, a termálvizekben található oldott anyagok eredetének értékelésénél, már az alaphegységi zónáig ismerni kell a víz nyomás-, és minőségi viszonyait. A koncepció tehát ekkor tovább fejlődött és az értékelésekhez feldolgozásra kerültek a szénhidrogén-kutatásból származó

minőségi és nyomásadatok is. Az adatok vízgeokémiai mélyszelvények mentén készített feldolgozásai jól mutatták a felső regionális áramlási rendszer és az alatta levő, alig áramló, sok helyen túlnyomásos rendszer kapcsolatát. Az alaphegységi tárolórészekben pedig helyenként olyan vízösszetétel is jelentkezett (pl. extrém magas hőmérsékletet indikáló alkotók), melyekből e nagy mélységek termohalin-konvekcióját is sejteni lehet. Azon hazai nagy regionális modellezéseinknél, melyek a víz összetételét, vagy a vízáramlásokhoz kapcsolódó egyéb alkotórészek (pl. szervesanyagok, széndioxid és egyéb gázok) mozgását kívánják meghatározni, már számolni kell a túlnyomásos övekkel és termohalin konvekciós jelenségekkel is. A MÁFI a medencebeli vizek szervesgeokémiai adatfeldolgozásaival járult még e feltáratlan mélyrégió értékeléséhez.

A Magyar Állami Földtani Intézet hozzájárulása a hazai regionális hidrogeológiai (áramlási- és transzport-) modellek megvalósításához.

A továbbiakban néhány reprezentatív ábra és térkép [\(1-9. ábrák\)](#) segítségével ismertetjük a regionális hidrogeológiai modellezések számára szükséges kutatások MÁFI által eddig végzett részét, mégpedig a következő, a modellezés által megkívánt rendszerben:

A regionális modellezések koncepcionális megalapozása.

A regionális modellezések hidrosztratigráfiai egységeinek megadása.

A regionális hidrosztratigráfiai egységek vízföldtani tulajdonságainak megadása

A regionális áramlási rendszerek peremfeltételeinek megadása.

A regionális áramlási rendszerek kalibrációjához szükséges adatok biztosítása.

És végül egy összefoglaló térképen mutatjuk azon területeket, ahol a MÁFI szubregionális és regionális áramlási- és esetenként transzport-modelleket készített, vagy ahol a modellezés jelenleg is folyik.

Irodalom

Almássy E. - Schmidt E. R. (1958):

Szelvények az alföldi mélységi vizek nyomásállapotának jellemzésére. - In: Schmidt E. R. főszerk. et al., 1962: Magyarország Vízföldtani Atlasza. Magyar állami Földtani Intézet kiadv., Budapest, p. 73.

Egerer F., - Namesánszky K., - Tóth Gy. (1985):

Hidrogeokémiai kutatások Észak-Magyarországon. (Hydrogeochemical studies in N-Hungary). — *Földt. Kut. XXVII. 4.*, pp. 37–43.

Horváth V., - Tóth, Gy. (1984):

Nógrád megye és környéke vízföldtani térképe. (Hydrogeological map of the Nógrád County and the surroundings.) - In: Horváth V., Tóth Gy. *Nógrád megye és környéke vízföldtani atlasza. Földt. Int. Adattár. Kézirat.*

Horváth V., - Pogácsás Gy., - Simon E., - Tóth Gy., - Várkonyi, L. (1987):

A magyarországi pannóniai s.str.-nál fiatalabb üledékek vízföldtani célú tagolása földtani és geofizikai adatok alapján. — *A Magyarhoni Földtani Társulat 1987. évi vándorgyűlésén elhangzott előadások kivonata, Budapest, p. 45.*

Kuchen Z., - Nagy, P., - Tóth, Gy. (1991):

A Magyar Állami Földtani Intézet mélységi vízfigyelő kútjainak észlelési adatai. 1982—1988. (Observations between 1982 and 1988 of Hungarian Geological Surveys groundwater monitoring wells.) - *Földt. Int. kiadvány.*

Liebe, P., - Lorberer, Á., - Tóth, Gy. (1984):

Thermal waters of Hungary. — *Excursion Guidebook. 27th Internat. Geol. Congress Moscow, URSS, 1984.*, pp. 1–52.

Rónai A. (1961):

Az Alföld talajvíztérképe. - *A MÁFI alkalmi kiadv. Budapest, p. 104.*

Rónai A. (1985):

Az Alföld negyedidőszaki földtana - *Geologica Hungarica, Ser. Geologica, Tom 21. Inst. Geol. Hung. Budapest, p. 446.*

Rónai A. (1982):

A Magyar Állami Földtani Intézet mélységi vízmegfigyelő kútjainak észlelési adatai 1967–1981. - *Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest, 1982.*

Rotárné Szalkai Á., et al. (2001):

A Magyar Állami földtani Intézet Országos Vízföldtani Megfigyelőhálózata. *MÁFI Évi Jel. 1996-ról Budapest, pp. 48-112.*

Szebényi L. (1965):

Az artézi víz forgalmának mennyiségi meghatározása. - *Hidrológiai Közlöny* 45. évf. 3. szám, pp. 125-130.

Szebényi L. (1972):

Magyarország hegyvidéki területeinek felszín alatti vízforgalma. - *MÁFI Évi Jel. 1971-ről Budapest*, pp. 221-228.

Szebényi L. (1977):

Rétegvíz nyugalmi vízszintjének hosszú periódusú változása az Alföld DK-i részén. - *MÁFI Évi Jel. 1975-ről Budapest*, pp. 333-340.

Siposs Z., - Tóth, Gy. (1989):

Vízföldtan (Hydrogeology) M=1:1 000 000. - In *Magyarország Nemzeti Atlasza (National Atlas of Hungary)* (ed. Pécsi M. et al.), *Kartográfiai Vállalat, Budapest*, pp. 46-47.

Schmidt E. R. főszerk. et al (1962):

Magyarország Vízföldtani Atlasza. - *Magyar Állami Földtani Intézet kiadv., Budapest*, p. 73.

Tóth Gy. (1982):

INWESP számítógépes vízföldtani adatbázis. (INWESP: the hydrogeological computer database.) - *Földt. Int. Adattár. Kézirat*.

Tóth Gy. (1986):

Magyarország talajvízforgalmi térképe. M=1:500.000. (Groundwater balance map of Hungary. Scale 1:500.000.) - *Magyar Állami Földtani Intézet kiadványa, Budapest*

Tóth Gy. (1986):

A Magyar Állami Földtani Intézet felszín alatti vízmegfigyelő hálózata. (Res.: The subsurface Water Monitoring Network of the Hungarian Geological Institute). — *Földt. Kutatás. XXIX. (1986) 4., pp. 91-96.*

Tóth Gy. (1989):

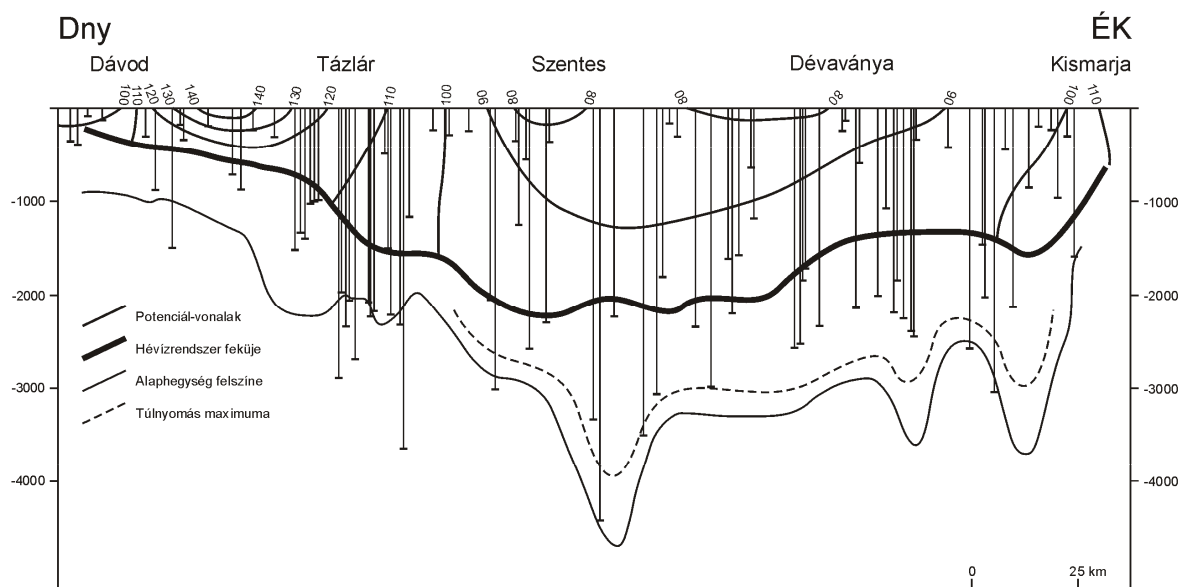
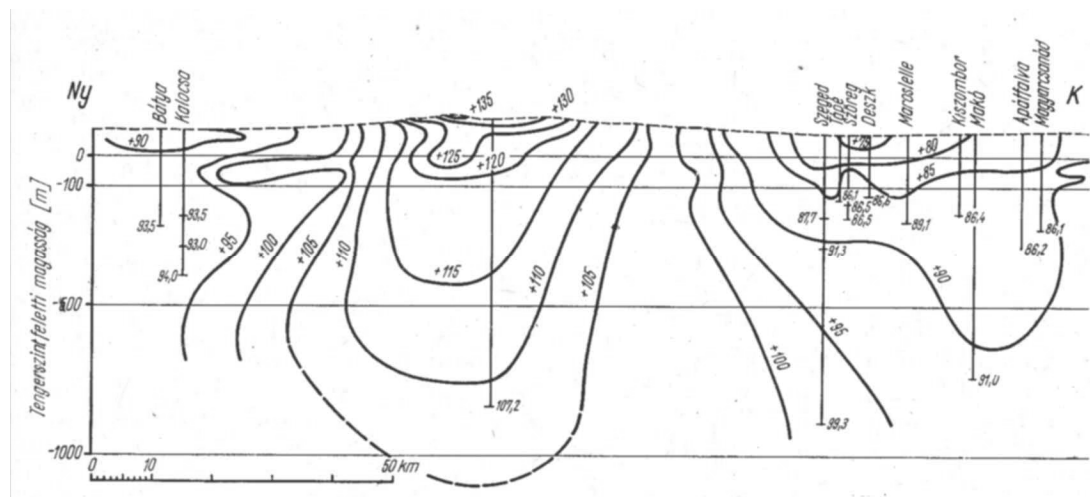
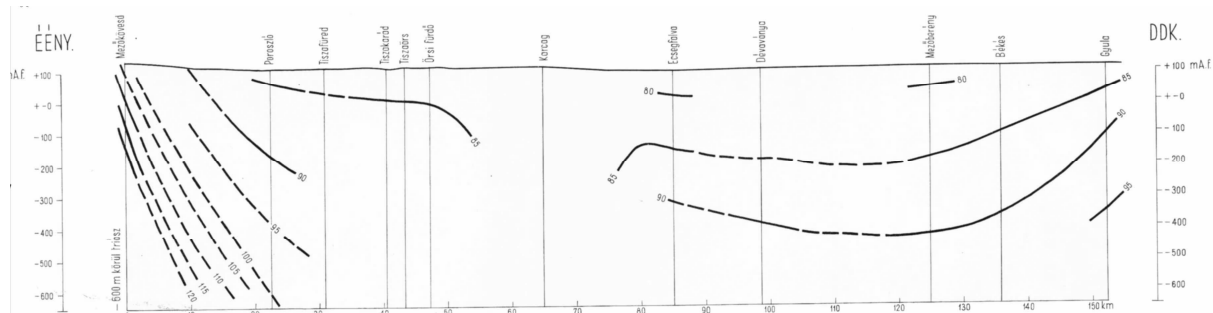
Ásvány- és hévizek (Mineral and Thermal Waters) M=1:1 500 000. – In: *Magyarország Nemzeti Atlasza (National Atlas of Hungary)* (ed. Pécsi M. et al.), *Kartográfiai Vállalat, Budapest*, p. 74.

Tóth Gy., - Egerer F., - Namesánszky K. (1985):

Magyarország Vízgeokémiai Atlasza. (Hydrogeochemical atlas of Hungary.) M=1:1 000 000. — *Földt. Int. kiadvány. Kézirat*.

Tóth Gy., - Vermes J. (1982):

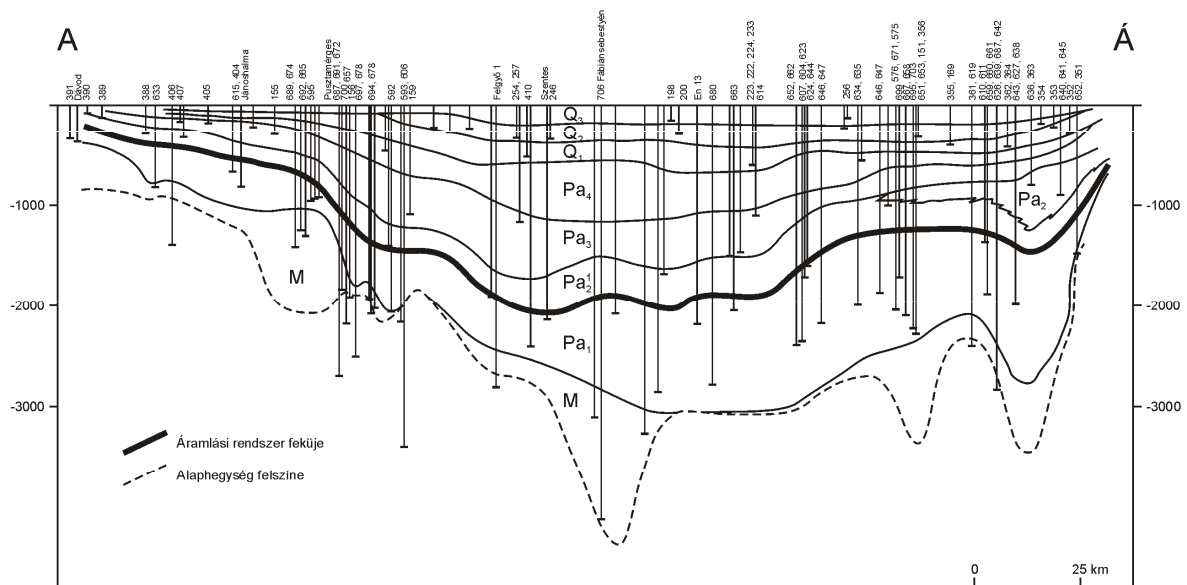
Vízvezető porózus litofáciesek vízföldtani jellemzőinek albumszerű összefoglalása.
(Hydrogeological characters of aquifer porous lithofacieses.) - *Földt. Int. Adattár. Kézirat.*



1. ábra

A regionális modellezések koncepcionális megalapozása.

A felső szelvény Almássy E. és Schmidt E.R. potenciálszelvénye az Alföldről 1958-ból (Magyarország Vízföldtani Atlasza). A középső szelvényen Szabényi L. délföldi nyomásszelvénye a -1000 méteres mélységig, 1965-ből. Az alsó szelvény Tóth Gy. szelvénye 1985-ből, a nyomás, hőmérséklet és oldott anyagok, gázok okozta sűrűségeloszlás korrigálásával és a túlnyomásos öv megadásával.



2. ábra

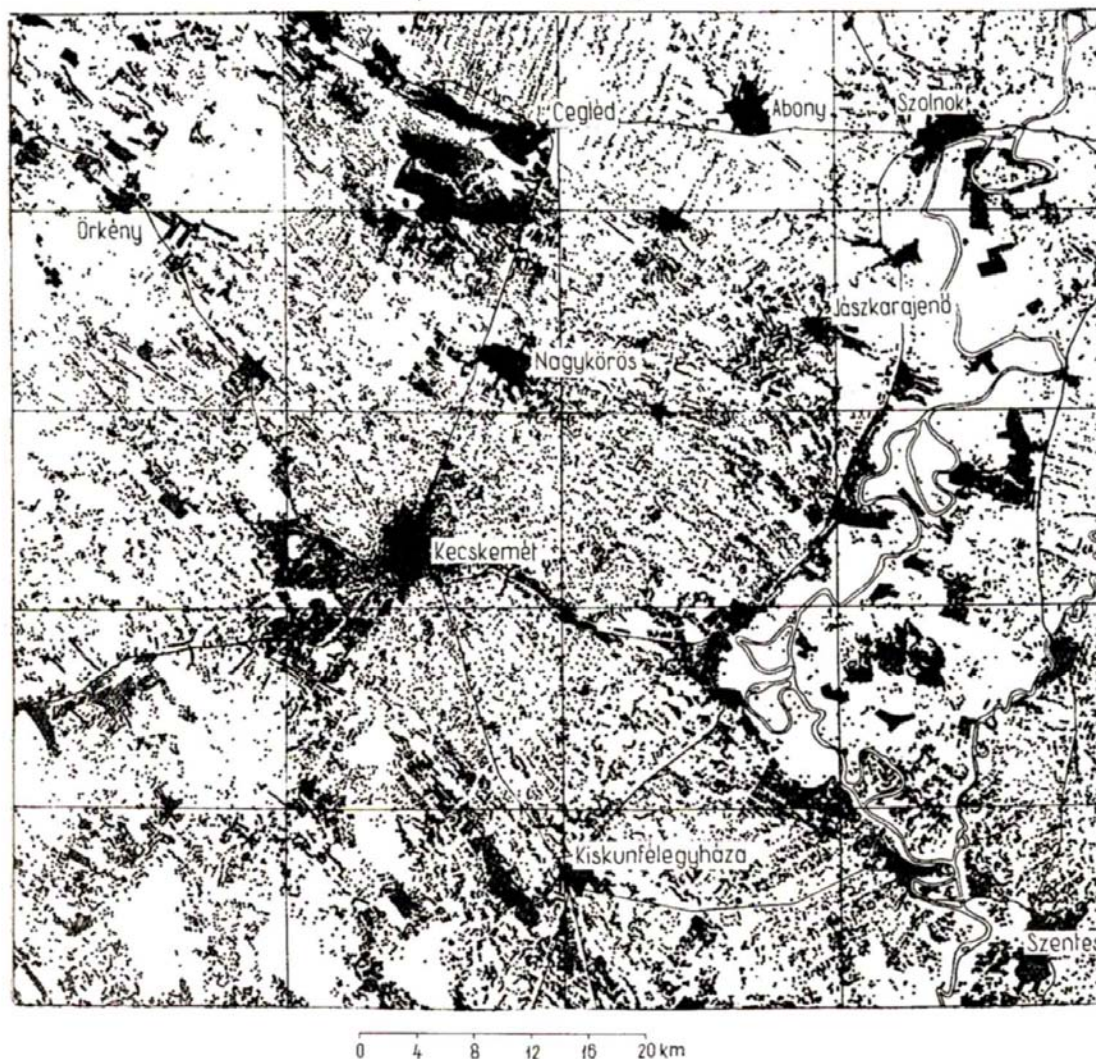
A regionális modellezések hidrosztratigráfiai egységei térbeli helyzetének és tulajdonságainak megadása.

A szelvény a földtani alapfúrások, a fúrt kutak geofizikai szelvényei és regionális szeizmikus sztratigráfiai szelvények értelmezésével készült. A rétegek megfelelő térbeli anizotrópia értékei biztosítják a modellezés számára szükséges információkat.

A fenti szelvény a hidrosztratigráfiai egységek MÁFI-nál lévő részének csak egy részét reprezentálja. A regionális modellekhez mindezek mellett az 1:500.000 földtani térképsorozat egyes szelvényei, valamint azoka a digitalizált hidrosztratigráfiai egységek használhatók, melyek a MÁFI Vízföldtani Főosztályán elérhetők. (Ez a felszíntől az alaphegységig valamennyi regionális egység fekvő, vagy vastagságadatait tartalmazza.)

A TALAJVÍZKUTAK SŰRÜSÉGE AZ ALFÖLD KÖZEPÉN

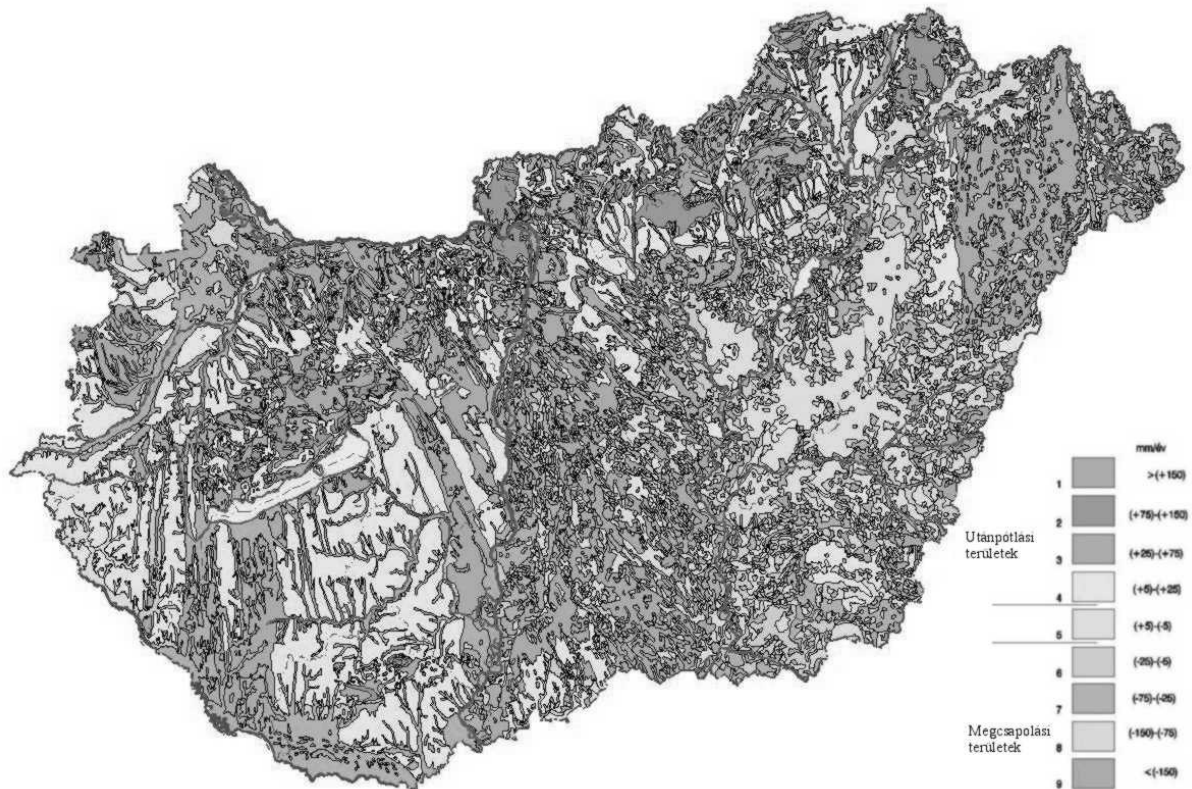
1 pont 1 kutat jelent



3. ábra

A regionális modellezések peremfeltételeinek megadása

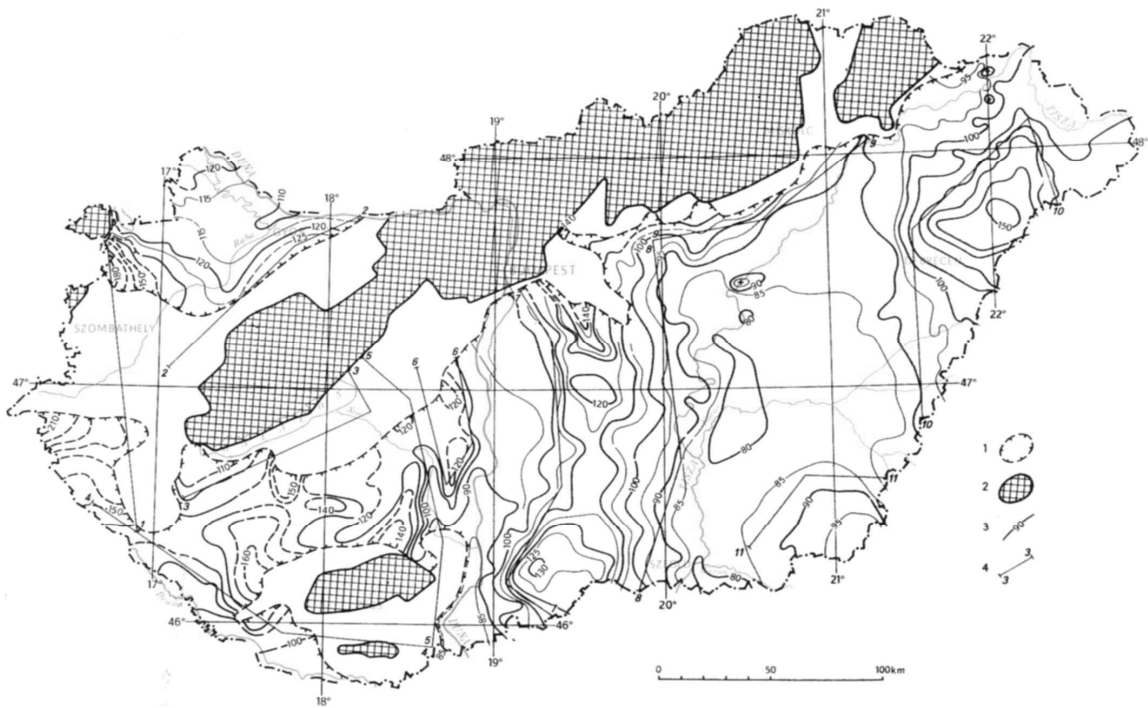
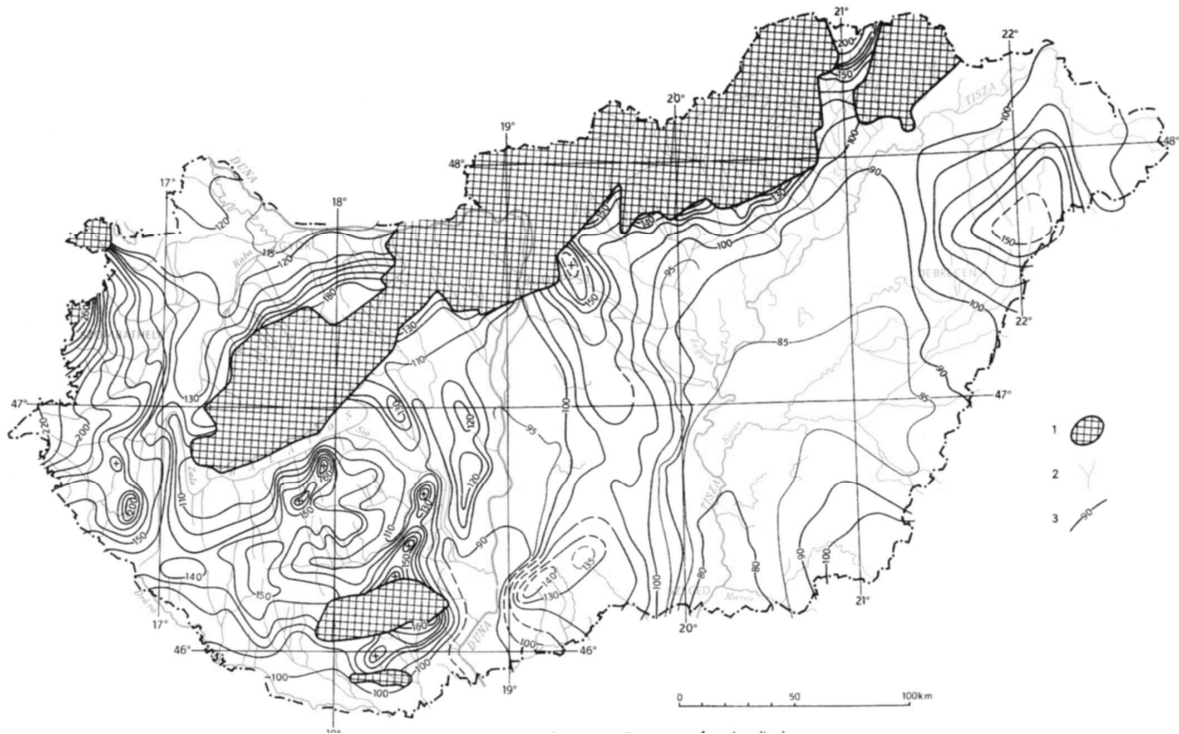
A fenti ábra a MÁFI 1950-es évekbeli országos talajvízfelméréseire utal, jelezve az országos munka méretét. A felmért ásott kutak szintjeit Rónai András vezetésével az Alföld, a Kisalföld és a Mezőföld egy részére feldolgozták, megadva a talajvíz térbeli helyzetét. A feldolgozásra nem került részek adatai az MGSz adattárában hozzáférhetők. A síkvidéki és pannon dombvidéki területeken az 1960 évektől napjainkig folytatódó térképezés során sekélyfúrásokkal és újabb felmérésekkel további területekről elérhetők az egyes regionális modellezések számára vagy peremfeltételt, vagy kalibrációs alapadatbázist jelentő talajvíz-domborzati kép.



4. ábra

A regionális modellezések peremfeltételeinek megadása

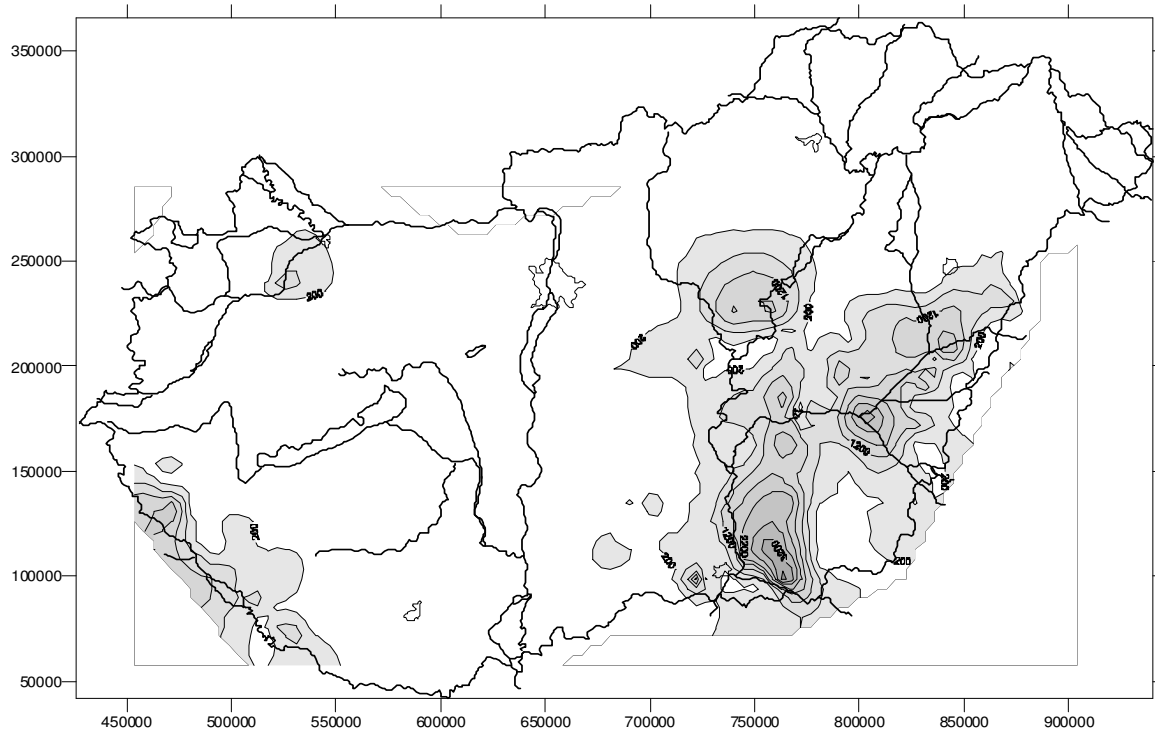
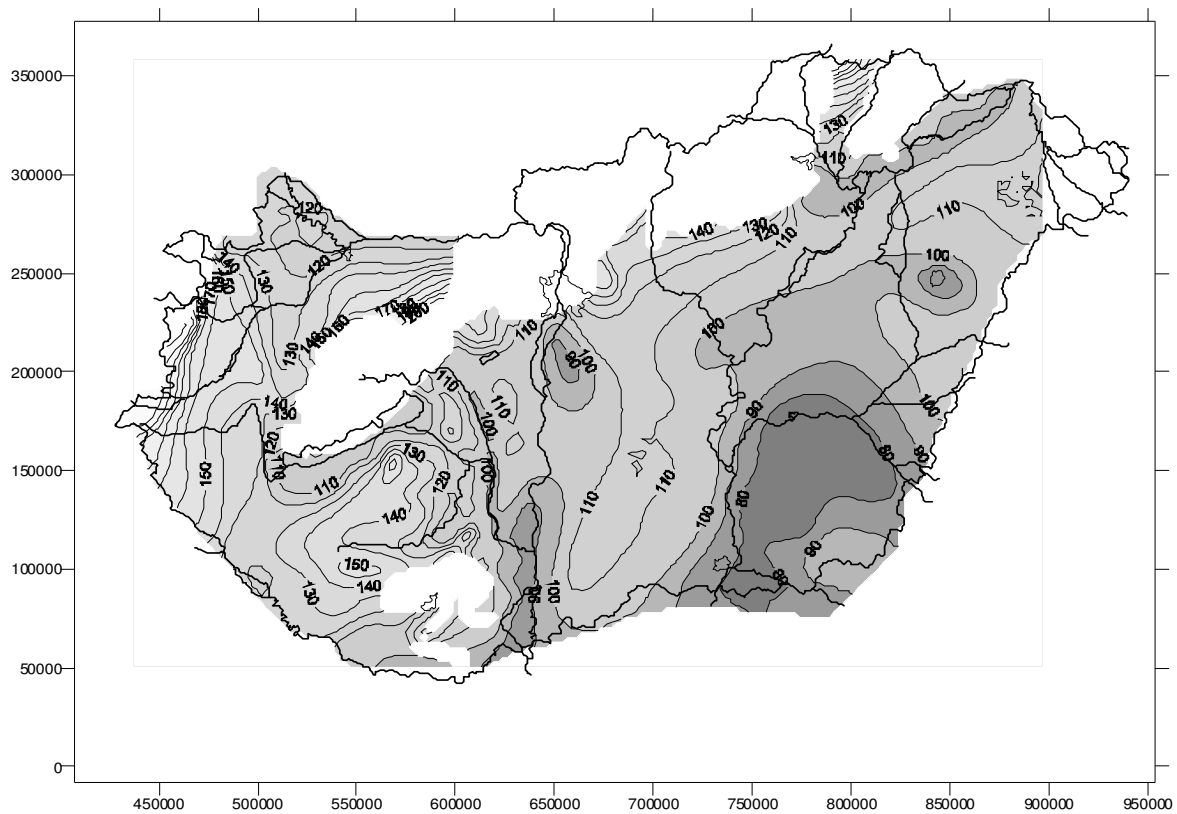
A fenti térkép a talajvizet tápláló beszivárgás, illetve az azt megcsapoló párolgás összegzett értékét, azaz a függőleges talajvízforgalmat mutatja, sokéves átlagra. A térkép az előzőekben említett talajvízfelmérések, a hegy és dombvidéki területek vízföldtani térképezései alapján, a háromfázisú zóna vizsgálatával készült 1:500.000 méretarányú térkép kicsinyített változata. A regionális modellezések számára a vízháztartási adatokra való kalibrációt segíti.



5. ábra

A regionális modellezések peremfeltételeinek megadása

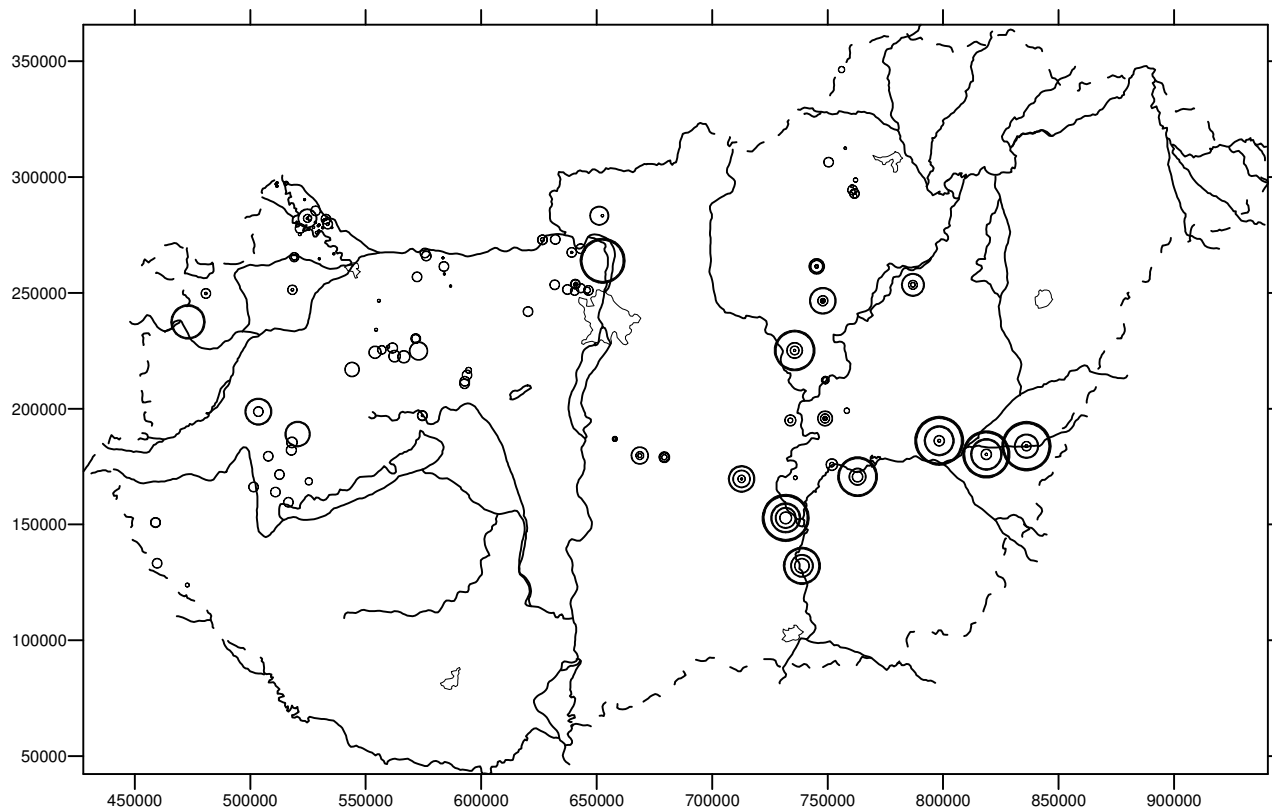
A felső térkép országosan mutatja a modellezés peremfeltételeként használható alluviális völgszint-térképet. Az alsó térkép a plio-pleisztocén medenceüledékek felső 150 méteres részére a kútkataszteri adatok feldolgozásával készült potenciálszint térképet mutatja be. Mindkét térkép Szebényi Lajos munkája 1975-ből, és az első rétegvíz-forgalmi értékelés mellékleteként készült.



6. ábra

A regionális modellezések kalibrációjához szükséges adatok megadása

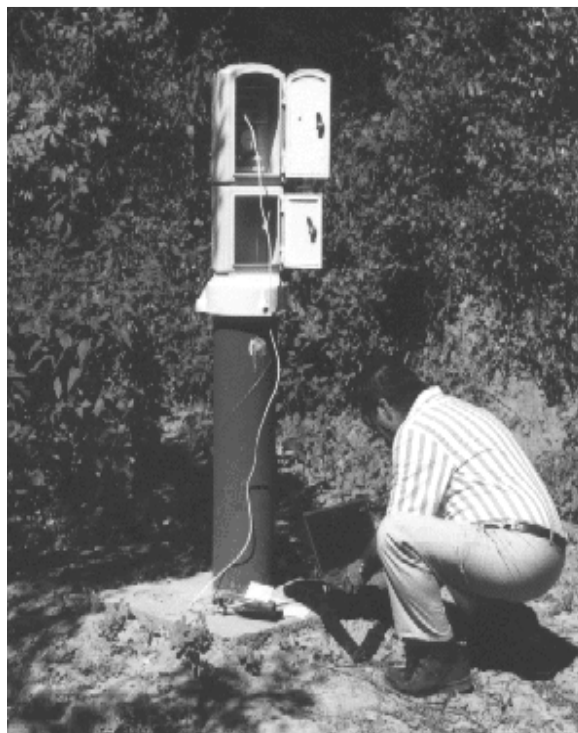
A felső térkép a felső pannóniai termálvizek sűrűség-korrekció alapján megadható potenciálviszonyait (mBf), az alsó térkép a szénhidrogén feltárások során megismert túlnyomás mértékét mutatja be (m, hidrosztatikus feletti túlnyomás).

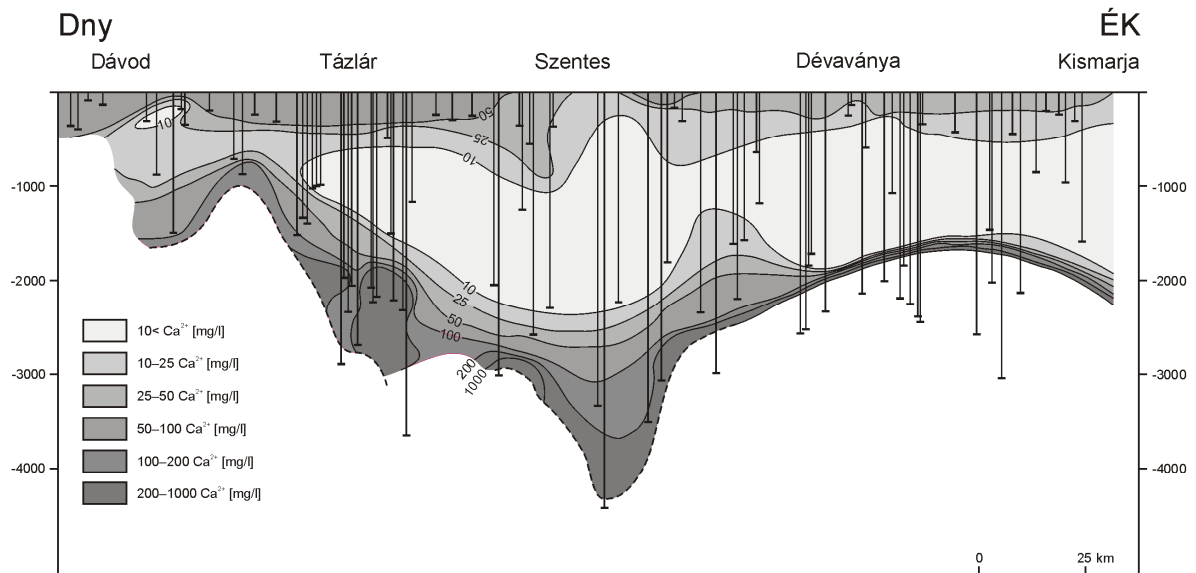
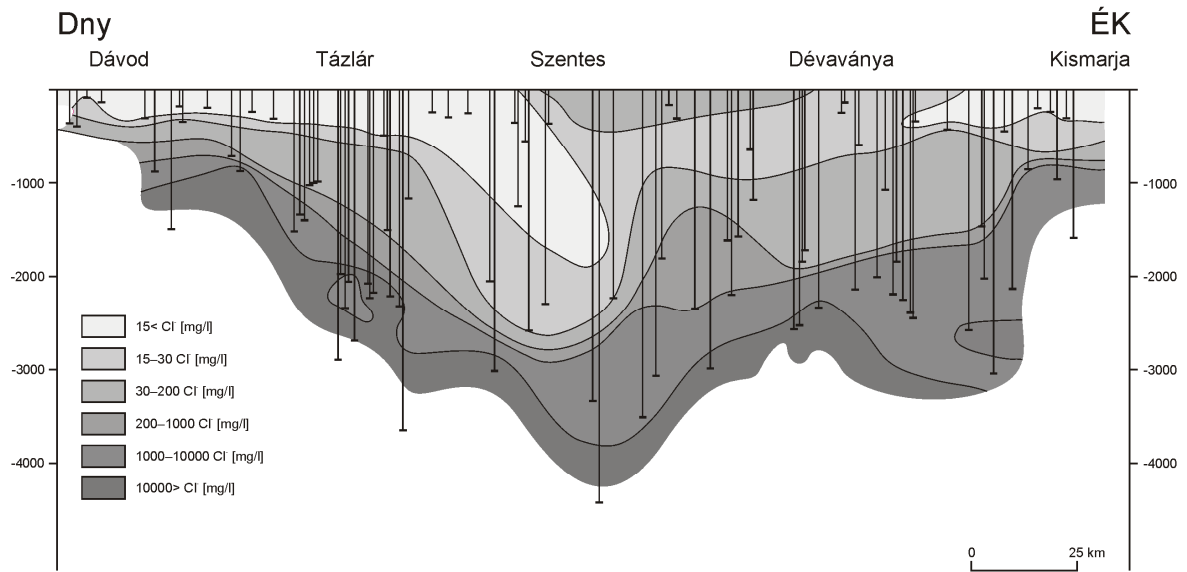


ábra 7. ábra

A regionális modellezések kalibrációjához szükséges adatok megadása

A térképen a MÁFI Országos Vízföldtani Megfigyelő-hálózatát mutatjuk be. A körök nagyságával az észlelő-kutak mélységét reprezentáltuk. A koncentrikus körök így a többszintes kútcsoportokat jelzik. A hálózat elsősorban a regionális komplex vízföldtani térképezések, alapszelvény-fúrások során kiépített kutakból tevődik össze, és az ország különböző pontjain méri a felszínalatti vízszintek változásait. A kúthálózat főként azokon a területeken rögzíti a változásokat, amelyek a jelentős víztermelésektől távol esnek, így módon kiegészíti, illetve összekapcsolja a vízügy és a környezetvédelem víztermelésekhez és más objektumokhoz kapcsolódó rendszereit. Az említett megfigyelő-kutak az ország egész területét behálózzák és érintik valamennyi felszínalatti víztípust (talajvíz, rétegvizek, karsztvizek, termásvizek, repedezett vízadóknál tárolt vizek). A több évtizedes megfigyelés eredményeként pótolhatatlan értékű adatbázis jött létre. A MÁFI Országos Vízföldtani Megfigyelő-hálózatán belül az ország különböző pontjain, összesen 175 db észlelőkút rendszeres mérésére került sor, egységes módon regisztrálva és feldolgozva a szintadatokat.

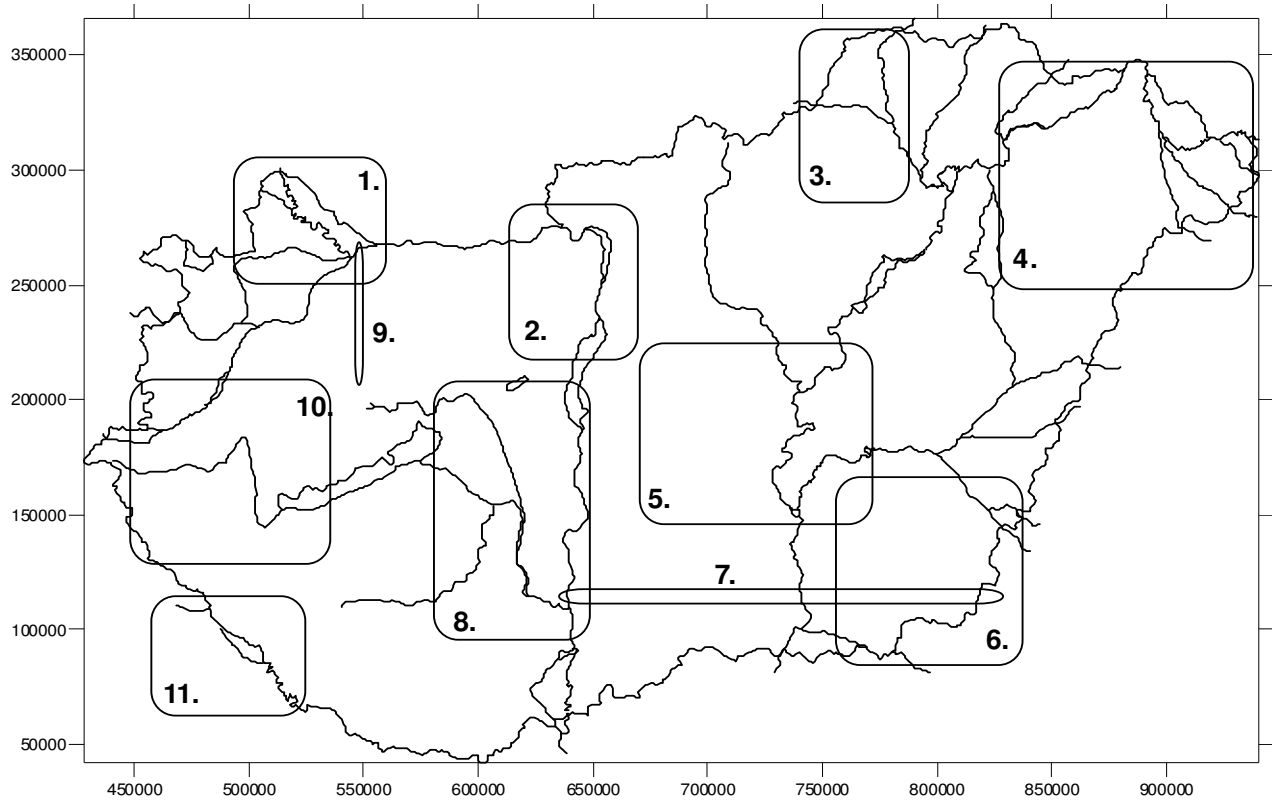




8. ábra 8. ábra

A regionális modellezések kalibrációjához szükséges adatok megadása

A két szelvény a MÁFI és a Miskolci Egyetem által végzett országos vízgeokémiai felvételezés nyomán készült az 1. ábra alján bemutatott délföldi szelvényben. A felső szelvény a konzervatív klorid-tartalom eloszlásával jól jellemzi a regionális áramlási viszonyokat a felső pannóniai és fiatalabb medence-üledékekben. A mélyebb régiókban feltételezhetően a részben túlnyomós övek, részben termikus konvekció hatására lassan mozgó fosszilis vizek hatását tükrözi. Az alsó ábrán az ioncsere-folyamatokat és a regionális áramlásokat egyaránt tükröző kalcium tartalom, eloszlását mutatjuk be.



9. ábra

A MÁFI által eddig végzett, vagy jelenleg folyó szubregionális és regionális modellezések területei

1. Szigetközi régió
2. Budapesti termálkarszt a kapcsolódó medenceterületekkel
3. Bükk-Agtelek régió és a kapcsolódó medenceterületek
4. ÉK Magyarország felső pannóniai és plio-pleisztocén rétegvizei
5. Közép-Alföldi régió felső pannóniai és plio-pleisztocén rétegvizei
6. DK Alföldi régió felső pannóniai és plio-pleisztocén rétegvizei
7. Délalföldi mélyszelvény (a túlnyomásos zóna vizsgálatával)
8. Mezőföldi régió pannóniai és plio-pleisztocén rétegvizei
9. Bakony-Kisalföldi mélyszelvény
10. Hévízi tó környezete, (termálkarszt a kapcsolódó medenceterületekkel).
11. A Dráva völgye pannóniai és plio-pleisztocén rétegvizei