

A zalakarosi hévíz-termelés védőidomainak aktualizálása – Első kötet

A Gránit gyógyfürdő pannon termálkútjainak védőidoma

Üzemeltető, engedélyes: **GRÁNIT Gyógyfürdő Zrt.**

Cím: **Zalakaros Thermál út 1.**

Képviselik: **Cziráki József főigazgató és Varjaskéri József műszaki igazgató**

E-levél: **info@hellozalakaros.hu**

Tervező: **Lorberer Árpád Ferenc**

geológus, a Budapesti Mérnöki Kamara Tagja

Vízügyi, Geotechnikai és Geotermikus Tervező

Földtudományi Tervező és Fejlesztő Kft.

Cím : 1068 Budapest, Szondi u. 79 fszt.12

Mobil: 30-449-7702

E-levél: loare@t-online.hu & loare@freemail.hu

Skype: Lorberterv

2018 december 8

Tartalomjegyzék

Tervezői nyilatkozat.....	4
I. Feladat és előzmények bemutatása.....	5
II. A helyi pannon hévízkutak bemutatása.....	10
A pannon hévízkutak működése, a víztermelés műszaki kialakítása és fizikai jellemzői:.....	12
Pannon hévízkutak hidraulikai adatainak értékelése.....	14
A ZK6 / K-11 kút bemutatása.....	17
A ZK-9 / K-11 kút.....	20
Zalakaros K-18 és Galambok K-7 kutak jellemzése.....	22
III. Vízkémiai és izotóp-mérési eredmények értékelése.....	24
Vízkeimiai jellemzők.....	24
Izotópos vízkor-meghatározások eredményei.....	25
IV. Pannon termálvízadó földtani és hidrogeológiai jellemzői.....	26
Domborzat, hidrológia és területhasználat.....	26
Pannon rétegek rövid földtani jellemzése.....	27
Érintet termálvíztest alapadatai.....	31
Lokális hidrogeológiai adatok.....	33
V. Védőidom-számítás.....	35
Bevezető.....	35
Újfalui homokkő formáció regionális vízáramlási modellezése.....	37
Lokális sokrétegű vízáramlási modell.....	38
VI. Javasolt védőidomok kiterjedése.....	41
Belső védőidom.....	41
„Külső” és „Hidrogeológiai A” védőidomok.....	41
„Hidrogeológiai B” védőidom.....	42
VII. Vízbázis biztonságban tartási terve.....	44
VIII. Összefoglalás.....	45

Tervlapok felsorolása

1. ábra: Kijelölt pannon védőidom kiterjedése M=1:100.000
2. ábra: Pannon termálvízutak elhelyezkedése légifotón M=1:8.500
3. ábra: Termálkutak hidrogeológiai szelvénye
4. ábra: Zk6 kút belső védőidomának a térképe (északi üzemi terület 2018 évi telektérképe)
5. ábra: Zk9 kút belső védőidomának a térképe (déli üzemi terület 2018 évi telektérképe)
6. ábra: Védőidom-számítások összevetése

Mellékelt mérési jegyzőkönyvek:

- I) Kutak sokéves vízkémiai mérési adatainak összefoglalása
- II) Zk6 és Zk kút 2017 évi kúthidraulikai vizsgálata
- III) Zk9 kút 2017 évi kúthidraulikai vizsgálata
- IV) 2018 évi részletes vízkémiai mérési eredmények
- V) 2018 évi izotóp-mérési eredmények

Táblázatok:

- Gyógyfürdő pannon kútjainak azonosító adatai
- A helyi pannon hévíz-termelő kutak alapadatai
- Zk6 kút bemért koordinátái
- Zk6 kút vizében mért gáztartalmak alakulása
- Zk9 kút bemért koordinátái
- Zk9 kút vizében mért gáztartalmak alakulása
- A mért izotópos korértékek táblázatos összefoglalása
- Kúthidraulikai mérési adatok összegzése
- Sichard-képlet szerinti analitikus védőidom-számítás
- Tranziens képlet szerinti analitikus védőidom-számítást
- Regionális modellben kapott 50 éves befogási pályák kiterjedése kerekítve
- Lokális modell termelési és rétegeadatai

Tervezői nyilatkozat

A vízjogi engedélyezésre vonatkozó 18/1996. (VI.13.) számú és a védőidom-kijelölések metodikáját megadó 123/1997. (VII.18.) Korm. rendeletek alapján alulírott kijelentem, hogy a

Zalakarosi hévízkutak hidrogeológiai védőidomának felülvizsgálata

az általános érvényű és az eseti hatósági előírások, rendeletek, szabályzatok, országos /MSZ/ és ágazati /szakmai/ szabványok, valamint a műszaki előírások figyelembevételével készült, azoknak megfelel. Összhangban van az élet, az egészség, a biztonság, a környezet, a kulturális örökség és a tulajdon védelmének követelményeivel, valamint a vízügyi és környezetvédelmi normákkal és a Magyar Mérnöki Kamara Etikai szabályzatával.

A terv célja a korábbi, Kiskomáromi csatorna 165. vízikönyvi számon és 701-10/1/2006 iktatószámom kiadott határozat előírásainak aktualizálása és pontosítása. A jelenleg érvényes jogszabályi és szakhatósági előírások az adott hévíz-kitermelésre érvényesíthetők, és a továbbiakban is kialakítható a gyógyvíztermelés hosszú távú védelmét biztosító védőidom. A védőidomra vonatkozó javaslataink a helyi adottságoknak, Zalakaros rendezési tervének, a területhasználatoknak, valamint a környezetvédelmi szempontoknak is megfelelnek, azok hatékonyságát erősítik.

A terv elkészítéséhez tervezői jogosultsággal rendelkezem.

2018. december 7.

Lorberer Árpád Ferenc Geológus

Kamarai szám: **01-10689**

Tervezői kamarai kódok: **VZ-VKG, VZ-TEL, VZ-TER,**

Műszaki ellenőri kamarai kód: **MV-B, ME-VZ, MV-VZ**

Cím: 1068 Bp., Szondi u. 79 fszt. 12. *Skype:* Lorberterv *Mobil:* 30-449-7702



I. Feladat és előzmények bemutatása

A GRÁNIT Gyógyfürdő pannon kútjainak a védőidomának a meghatározását a *VITUKI Hidrológiai intézete* végezte el 1994 évben, a 712/1/2819 témaszámú anyagot az illetékes szombathelyi vízügyi hatóság is elfogadta. A további helyi értékelések mindegyike a nagyobb alaphegységi védőidomra fókuszált. A javasolt hidrogeológiai védőidom-határok a megváltozott előírásoknak megfelelően 2003-ban telekkönyvi térképre is rá lettek szerkesztve 2003-ban.

A pannon kutak felszín alatti védőidoma az alaphegységi védőidommal együtt 2006-ban került kijelölésre a *Nyugat-Dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség* Kiskomáromi csatorna 165. vízikönyvi számon kiadott határozatban. A kutak körül a gyógyfürdő egyetértésével csak belső és „Hidrogeológiai B” védőidom került kijelölésre, és ez Zalakaros egész közigazgatási területére ki lett terjesztve. A védőidom-terv javaslata eredetileg minden 460 mBf szint alá hatoló fúrás létesítésének tiltását javasolta, a kiadott határozat szerint „A tereptől 560-990 méteres közben új termelőkút csak egyedi vizsgálat esetén kerülhet sor, amennyiben az új kútnak 10%-nál kisebb hatása van a meglévő termelésekre”.

Az érvényes szabályoknak megfelelően a védőidom tízévenként akkor is aktualizálandó, ha esetleg ez idő alatt nem volt változás sem az érintett üzemeltető és ellenőrző szervek, sem a műszaki adatok, sem a vízáradó állapotát tekintve. Jelen esetben a vízügyi szabályozási környezet, a földtudományi ismeretek, valamint a vízáradó kihasználtságának változása is indokolja az újraértékelést.

Kiemelten:

- 2000 évben tudomásunk szerint már a számított pannon védőidom ismeretében került engedélyezésre a a Zalakarostól délre eső Galambok településen a Castrum Gyógykemping Kft. részére létesített K-7 kataszteri számú termálkút. A kemping létesítésekor a gyógyfürdő ekkor már meghatározott „Hidrogeológiai B” védőidomát már figyelembe vették. (A telek épp kiesik a számított védőidom-területről.)
- A pannon rétegeket a gyógyfürdőhöz jóval közelebb megcsapoló vízjogi létesítési engedély került kiadásra a Karosinvest Kft részére a zalakarosi Hotel Karos Spa ellátására szolgáló hévízkút létesítésére is. A fürdő két pannon kútját összekötő közel-É-D irányú vonal kb. felétől kb. 400 eső K-18 kút 2003-ban létesült, de csak 2006-tól termel (Üz. Eng szám: 82/1/1/2006).
- Az említette nyugat ill. dél felé eső víztermelések hatását a gyógyfürdő pannon védőidomának a méretezésekor nem vették figyelembe, viszont feltételezték, esetleges pannon földgáz-telepek termelésének a lehetőségét, emiatt keleti irányban vettek fel magasabb nagyobb biztonsági szorzókat a pannon idom esetében is. (A pannon rétegek földgáz-indikációi művelésre nem bizonyultak alkalmasnak)

- 2010 óta a Víz Keret Irányelvnek megfelelő víztest besorolások rendszerében kerül sor a vízkészlet-számításokra. Zala, Somogy és Vas megyék hévíztartói esetében ezen kívül nemzetközi együttműködések keretében is születtek olyan regionális hidrogeológiai értékelések, amelyeknek az adatai a lokális védőidom kijelölését is befolyásolhatják.

Jelen tervdokumentáció fő célkitűzései:

- A termálkutakról és környezetükről rendelkezésre álló műszaki, földtani, és vízügyi információk összefoglalása, az alapadatok aktualizálása
- A helyi hévíz-termelés állapotértékelése, az érintett porózus termálvíztestre vonatkozó új előírásoknak megfelelően.
- A fürdő közelében 2000-ben és 2003-ban létesült új közeli hévízkutak termelését is figyelembe vevő védőidom-számítás elkészítése.
- Vízjogi üzemeltetési engedély aktualizálásának előkészítése
- A víztermelés következő 10 évre szóló védettségeinek biztosítása

A jelenlegi termálvíz-kitermelés hatósági alapadatai:

Engedélyes: GRÁNIT Zrt.

Vízikönyvi szám: Kiskomáromi csatorna 165

Vízjogi üzemelési engedély száma: NYUDUVH-60-1/9/2014

Vízhasználat célja: fürdési célú termálvíz

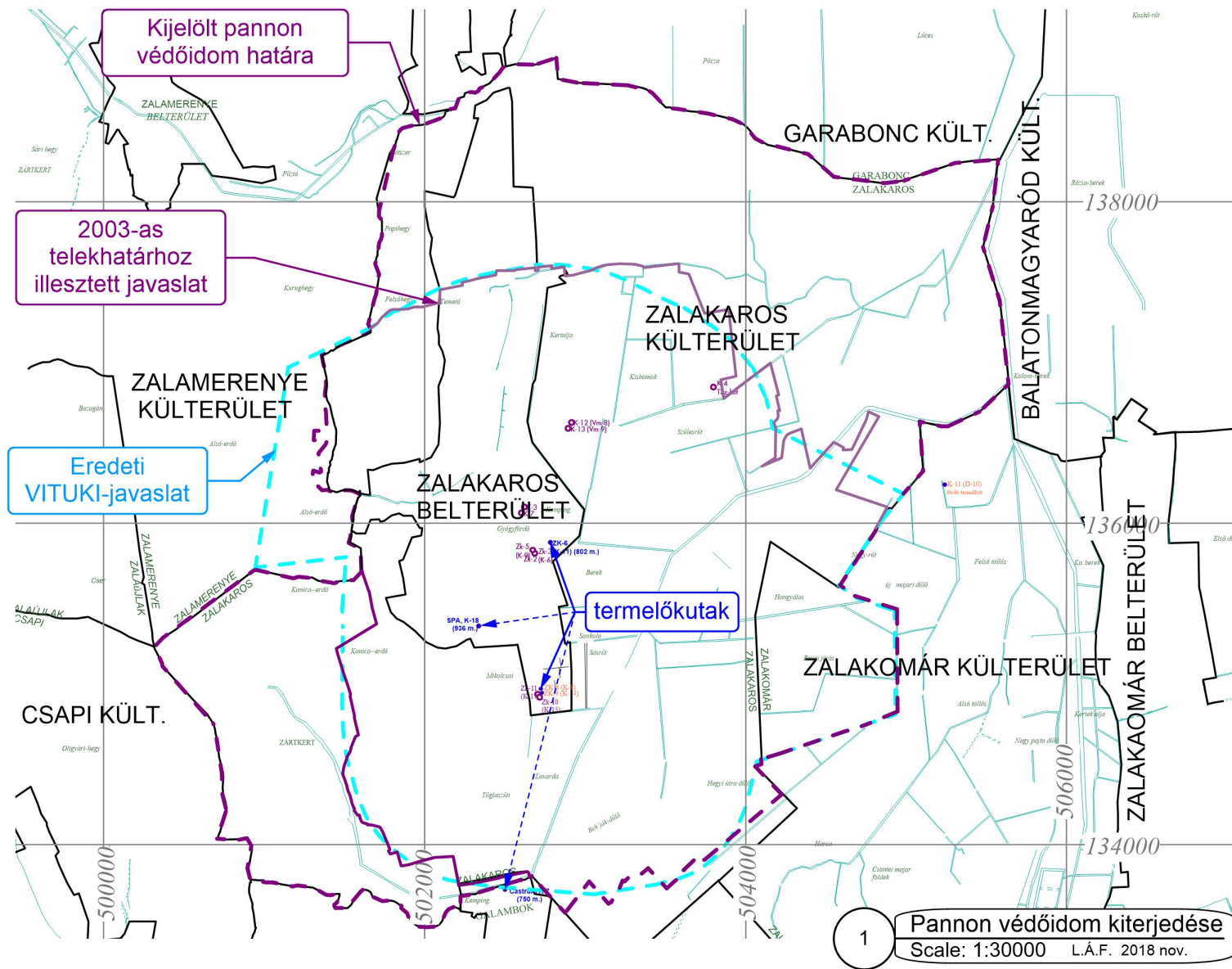
Kapcsolódó vízjogi engedélyezési eljárások: Fürdőfejlesztéshez kapcsolódó építési engedélyezések

Védőterület-kijelölő határozat: 701-10/1/2006 (NyuDuKTViF)

A következő oldalakon az érvényes, 2006-ban kiadott védőterület térképét a korábbi, 1996-os és 2003-as javaslatokkal együtt mutatjuk be. A határozattal kijelölt védőterület Zalakaros teljes közigazgatási területére kiterjed, és tartalmazza a tervjavaslatban szereplő Zalakomár valamint Zalamerenye külterületi határos részére eső pár telket is.

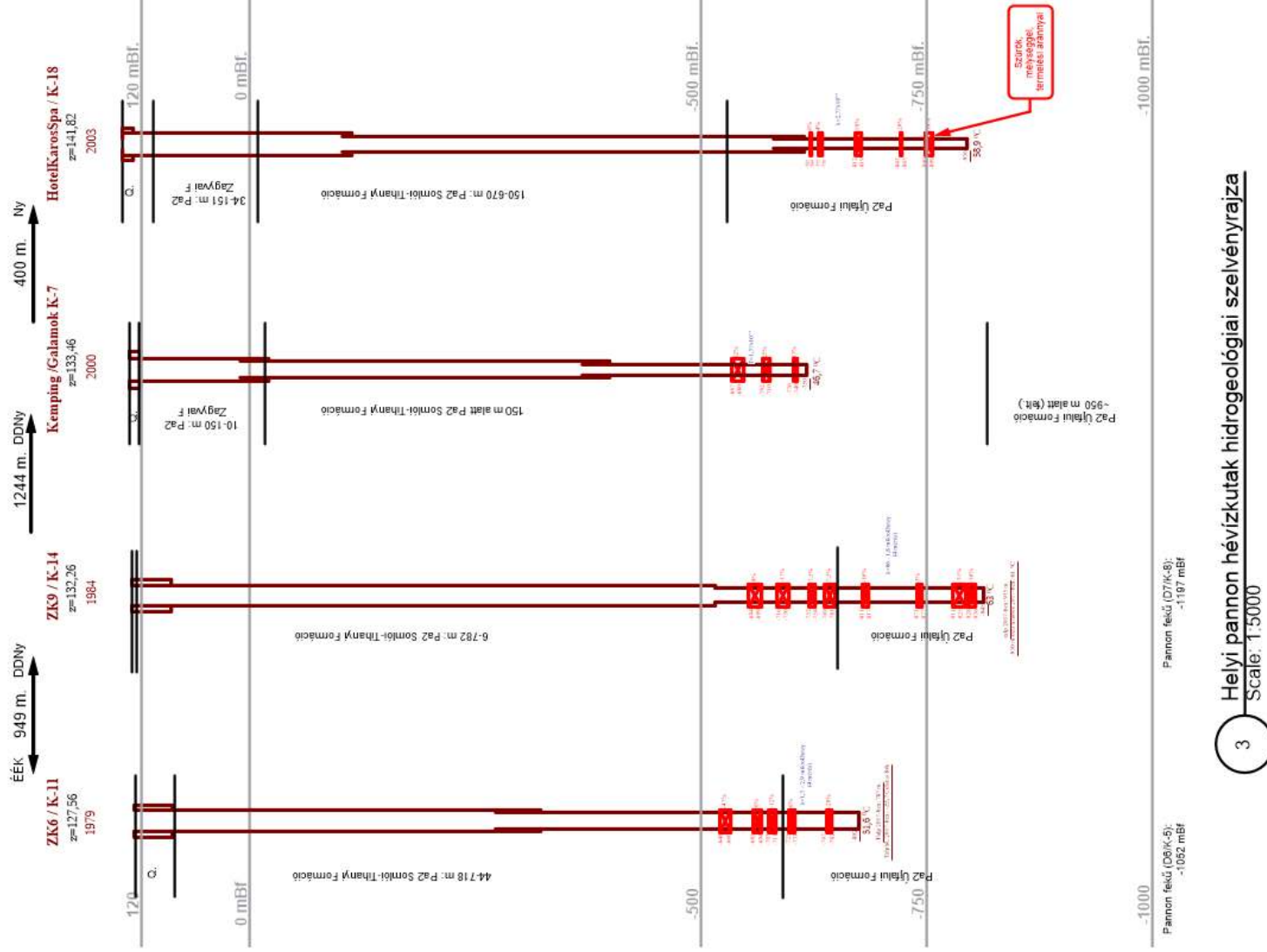
A gyógyfürdő kútjainak elhelyezkedését Zalakaroson belül szintén külön térképen ábrázoljuk.

A helyi pannon rétegvízutak adatait vertikális szelvényben is szemléltetjük.





2 Hévízkutak elhelyezkedése
Scale: 1:10000



3 Helyi pannon hévízkutak hidrogeológiai szelvényrajza
Scale: 1:5000

II. A helyi pannon hévízkutak bemutatása

A gyógyfürdő két víztermelő telepet üzemeltet, mindkettőn egy-egy pannon rétegeket termelő kút található. (Ezen kívül mindkét termelőtelepen található még egy-egy mélyebb alaphegységi gyógyvízkút, és több sekélyebb hidegvíz-termelő kút is.)

A következő oldalakon az egyes víztermelő helyek műszaki állapotát és víztermelését egyenként is jellemezzük, részletesen ismertetve a gyógyfürdő két kútjának adatait és üzemmenetét. Azonos formában vázoljuk a két másik helyi plusz hévízkút adatait is.

A fürdő kútjainak az állapotát 2018 júniusban és szeptemberben is ellenőriztük. A fürdő kútjainak geodéziai bemérését, az általunk megadott mérési pontok magassági adatainak a rögzítését 2018 szeptember 20-án aktualizálta a Bázis Földmérő Bt, anyagunkban már mindenhol csak az új adatokat szerepeltetjük. A két kút távolsága egymástól légvonalban 949 méter, É-D irányban 947, K-Ny irányban pedig 57 méter.

1. Táblázat: Gyógyfürdő pannon kútjainak azonosító adatai:

Gyógyfürdő jelölés	ZK6	ZK9
Vízügyi kataszteri szám	K-11	K-14
Hévízkút-kataszteri szám	19-194	19-223
Objektumazonosító kód	ADA766	ADA767
VIFIR kód	K191910011	K191910014
Kúttelep, helyrajzi szám	Északi telep 264/16 hrsz.	Déli telep 286 hrsz
Létesítés éve	1979	1984
Mélység	802 m.	945 m.
EOV Y (2018 szept)	502783,16	502728,23
EOV X (2018 szept)	135881,2	134941,47

2. táblázat: A helyi pannon hévíz-termelő kutak alapadatai:

Jelölés	ZK6 / K-11	ZK9 / K-14	K-18	Galambok K-7
Üzemeltető	Zalakarosi Gránit gyógyfürdő		Hotel Karos Spa	Castrum Kemping
Mélység	802 m.	945 m.	936 m.	750 m.
Szűrőzött szakaszok száma	5 db.	8 db.	5 db	3 db.
mélysége	648,4 -781,8 m.	684-936 m.	762-899 m.	667-740 m.
mBf szintje	-521 és -654 között	-552 és -804 között	-620 és -758 között	-534 és -607 között
Minősítés	termálvíz	termálvíz	termálvíz	termálvíz
Termelt víz jellemző felszíni hőfoka	43-49 °C	46-60 °C	51-52 °C	36-43 °C
Engedélyezett víztermelés - nyáron - télen	a két kútra együtt: 1681 m ³ /nap átlag és 1900 m ³ /nap csúcs 576,5 m ³ /nap és 585 m ³ /nap csúcs		átl. 208 m ³ /nap, csúcs 270 m ³ /nap,	~ 143 m ³ /nap
Jellemző víztermelés m ³ /nap l/p (üzemi napló sz.)	átl. 700 m ³ /nap - télen 0, nyáron 860 600 v. 300 v. 0 l/p	590 m ³ /nap egész évben 410, néha 130 v. 500 l/p	~ 180 m ³ /nap	~ 60 m ³ /nap
Védőidom-számításban felvett víztermelés:	950 m ³ /nap	950 m ³ /nap	200 m ³ /nap	125 m ³ /nap
Gázossági fokozat:	C	C	C	C

A kutak részletes helyszínrajzát a **2. ábrán**, közös hidrogeológiai szelvényüket pedig a **3. ábrán** mutatjuk be.

A két gyógyfürdő kút műszaki és kémiai adatainak külön-külön történő bemutatása után a kutak működését, termelését és hidraulikai adatait közösen mutatjuk be.

A pannon hévízkutak működése, a víztermelés műszaki kialakítása és fizikai jellemzői:

Mindegyik helyi kút a felső-pannon korú üledékek alsó feléből termel. Mindegyik kút elkülönülő kerítéssel körbezárt területen létesült, ahova csak a műszaki személyzet juthat be. A belső védőidomra vonatkozó előírásoknak mind a négy helyi kút környezetének kialakítása megfelel.

A kutak nyugalmi vízszintje több méterrel a terep alatt áll be, a termelés -30 méter mélységbe lehelyezett frekvenciaváltós búvárszivattyúval történik. A termelt vízhozamot a gáztalanító után elhelyezett hiteles mérőóra leolvasásával naponta rögzítik, ezen felül a kútfejszerelvényen automata rendszerű folyamatos működésű átfolyásos hozammérő és hőmérsékletmérő rendszer is működik, melynek adatai a fürdő diszpécsterszobájában levő monitoron (lásd G ábra)

A frekvenciaváltós szivattyú hozamát automatika irányítja a fő termálvízgyűjtő medence szintjének megfelelően. Az automata víztermelő rendszer minden fő eleme manuálisan is átállítható.

A kutak több réteget szűrőznek, amelyek a reométeres adatok szerint eltérő produktivitásúak, a legutóbbi mérések szerinti termelési részarányt a 3. ábrán az egyes szűrők melletti százalékértékkel jelöltük.

A kutak gázosak is, de gáztartalmuk aránylag alacsony, a víztermelésnek 2-3,5%-a gáz. A kitermelt gáztartalomnak kb. a fele nitrogén, a másik fele nagyrészt metán, és némi CO₂ (Az alaphegységi kutak gáztartalma ennél kb. százszor magasabb, de ezen belül a robbanásveszélyes metán aránya jóval kisebb.)

A buborékpont mélysége 45-58 méter terep alatt azaz e szint felett kezdődhet meg már a kútban is némi gázkiválás. Folyamatos termelés mellett a legtöbb gáz oldatban marad, és a szivattyúzott rendszeren át a gáztalanítóba kerül. (Ez onnan tudható, hogy a kútfej mintázócsapjánál mért oldott gáztartalom mindig nagyságrenddel nagyobb a szabad gáz mennyiségénél.)

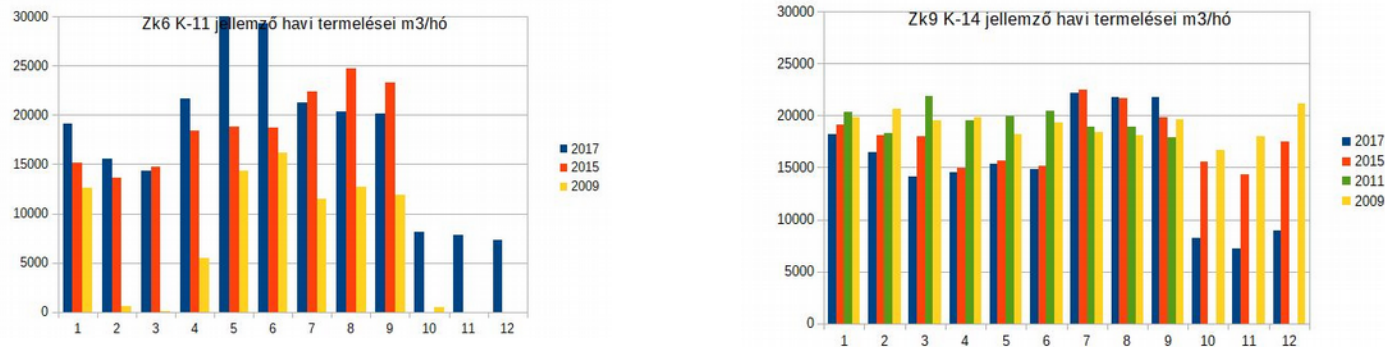
Mindkét pannon kút gáztalanítói kiemelt telepítésűek (tartálytetőn illetve toronyszerkezetben), így a gázkeverék magasabban keveredik hozzá az atmoszférához, humán környezetbe nem kerül. A szivattyúk által a gáztalanító tetejéhez felemelt fluidum a perdületes (mechanikus) gáztalanítón belül közel centrifugális körpályán haladó vízesésként kénytelen továbbáramlani, miközben a gáz nagy felületen kibuborékol és a közepén kialakított kéménykürtőben eltávozik. A gáztalanítók az ellenőrző mérések szerint megfelelően funkcionálnak, látható gőzvesztés ritkán van. A gázmentes vizet a gépházakban elhelyezett fix külső szivattyúk továbbítják a fürdő gépészeti rendszerébe.

A kútfejek a gáztartalom miatt zártak, a nyugalmi és az üzemi vízszint rögzítésére így csak a kútvizsgálatok alkalmával kerül sor párévente a hidrodinamika mérőssor keretében. A rétegek nyomásállapotát és a kút működését kütellenőrzések során végzett mélységi nyomásmérések valamivel jobban jellemzik, mint a felszínről elvileg észlelhető vízszint, bár ez esetben az eltérés nem túl jelentős (A kutak felszerelhetőek Dataqua mérőműszerekkel, ezek felszínközeli nyomás adatai értelmezhetőek lesznek).

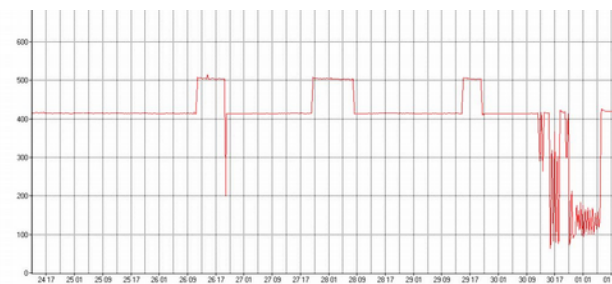
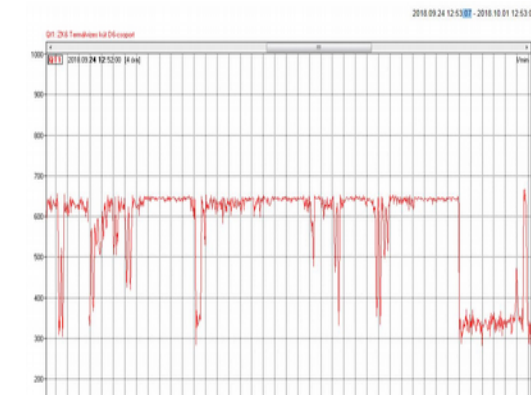
Míg a 25 fokos desztillált víz sűrűsége 997 kg/m^3 , az 50 Celsius fokosé pedig 988 kg/m^3 , a gyógyfürdő álló kútjaiban mért átlagos sűrűségek értéke 990 ill. $993,4 \text{ kg/m}^3$ értékű, azaz a felszíni vizeknél relatíve hígabbnak érződik. Ennek az az oka, hogy bár a pannon termálvizeknek is van 700-1100 mg/l sótartalma, ennél a hatásnál a vízben oldott gáz fajsúly-csökkentő és a meleg víz termális expanziójának a hatása egyértelműen erősebb. A kutak termelésének megindulásakor a hőlift ill. gázlift-hatás beindulásával a (látszólagos, felmelegedett) vízszint némileg tovább emelkedik (+~0.5 MPa értékkel), majd huzamosabb vagy nagyobb hozamú termelés hatására süllyed le az adott hozamnak megfelelő üzemi vízszint értékre.

A két kút közül egy egész évben termel, a másik a téli időszakban leáll. Az utóbbi években legtöbbször a Zk-6/K-11 kutat állították le a téli időszakban, de pár évente (pl. most 2018 telén is) a Zk-9 kút áll le, hogy a kútfelső rész és a csatlakozó szerelvények tisztítása, valamint a kútvizsgálati mérőssor ott is megtörténhessen.

A ábra: Zk-6 és Zk-9 termálkutak kutak jellemző éves termelési idősorai ($\text{m}^3/\text{hó}$, OSAP adatok)

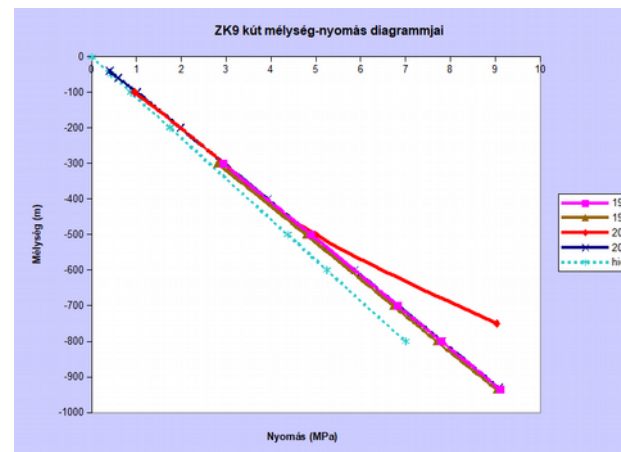
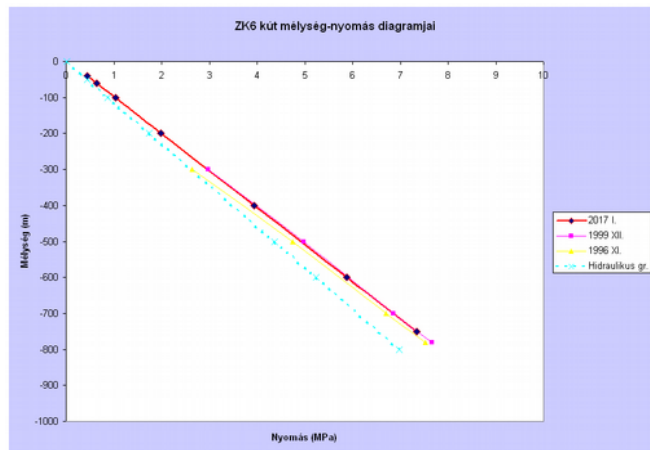


B ábra: A Zk6 és Zk9 kutak automata rögzítésű egyhetes termelési idősora 2018 szept. 24 és okt. 1 között, a nyári és téli termelési idény váltásakor (l/p)



A hévízkutakban és környezetükben történő vízmozgásokat legpontosabban a mélységi nyomások mérésével lehet megadni. A talpi nyomás illetve a szűrőzött rétegek nyomása jellemzi legpontosabban a vízadó állapotát. Összehasonlításként az alábbi, azonos léptékű mélység-nyomás diagramokon megadtuk a két vízoszlop átlagos sűrűségére felvett izoterm hidraulikus nyomásgradienseket is.

D ábrák: Gyógyfürdő pannon kútjainak mélység-nyomás görbéi (MegaPascal értékek)

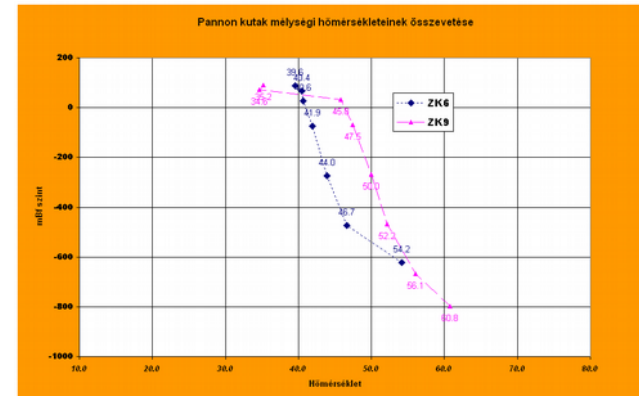
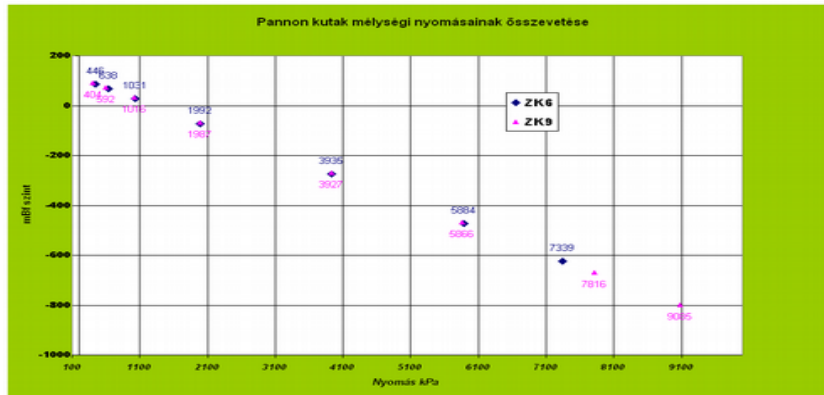


Mint látható, a rétegnyomások a hidraulikus értéknél csak enyhén magasabbak, ami arra utal hogy a rétegek közötti függőleges irányú nyomáskülönbség illetve vízáramlás elhanyagolható, vagy igen enyhén pozitív feláramlás jellegű. A különböző időben és műszerekkel mért görbék egybeesése arra utal, hogy sem a vízadó nyomása, sem a kutak műszaki állapota nem változott meg alapvetően az 1990-es évek óta. A 600-800 m között mért hasonló értékek azt is jelezik, hogy a két kút által csapolt rétegek összefüggenek.

A pontosság és a nagyobb felbontás érdekében a legutolsó, 2017 januárjában mért nyomás és hőmérséklet-értékeket nagyobb felbontásban, (kiloPascal értékben) az E ábrán együtt is ábráztuk, és a mért értékeket táblázatban is összesítettük.

A sekélyebb, déli Zk6 nyomásértékei tendenciózusan magasabbak 5-40 kPa értékkel, ami vízszintben kifejezve elvileg 0,5 – 4 méteres különbséget jelentene. E a kút azonban telente általában leáll, emiatt a mérés előtt is hosszabb ideig állhatott, mint a közel folyamatosan üzemelő Zk9 kút. A némileg eltérő gáztartalmak, és két kút közötti 2017 évben mért kiugró hőfok-eltérés is nehezíti a két adat összevetését.

E ábra: Gyógyfürdő pannon kútjaiban 2017-ben mért mélységi nyomás- és hőmérséklet-adatok összevetése



A Zk9 kút felszínközeli inverz hőmérséklet-ugrása a buborékpontot jelezheti kb.-50 m. körüli mélységben. E kút mélységi hőfoka 2017-ben minden korábbinál magasabb volt, nagyobb hozamú termelésnél felszíni kifolyó hőmérséklet is 60 fokig emelkedett. A mérési adatok arra utalnak hogy egy kedvező hatású turbulens vízáramlás alakul ki a kútban a termeléskor, bár a jelenlegi adatmennyiség alapján ez csak feltételezés.

A ZK6 / K-11 kút bemutatása

A ZK6 / K-11 kút a gyógyfürdő szabadtéri részétől ÉK-re, a zalakarosi termál-tótól közvetlenül északra eső, nagyméretű üzemi terület keleti felén található. A telek Zalakaros belterületének keleti szélére esik.

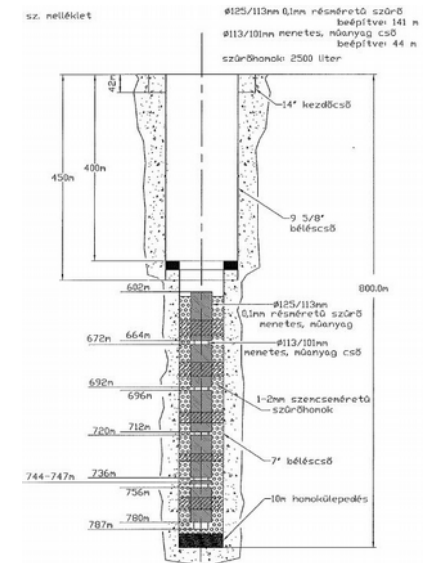
A kút egyszerű kútfej-kialakítású, a kútfejhez Ny-K irányban elhelyezett termelőcső csatlakozik mintázócsappal és nyomásmérővel, majd a termelőcső északra fordulva csatlakozik a kút mellé épült nagyméretű gáztalanító tartályhoz, és a gáztalanító nyugati falánál kivitelezett fémszerkezetű gépházhoz.



Kút bemért koordinátái (2018 Bázis földmérő Bt.)

Kút jele	ZK6 / K-11
EOV Y	502783,16
EOV X	135881,2
Z betonperem	127,56
Z alsó karima	128,48

F: Termálkút eredeti műszaki vázrajza



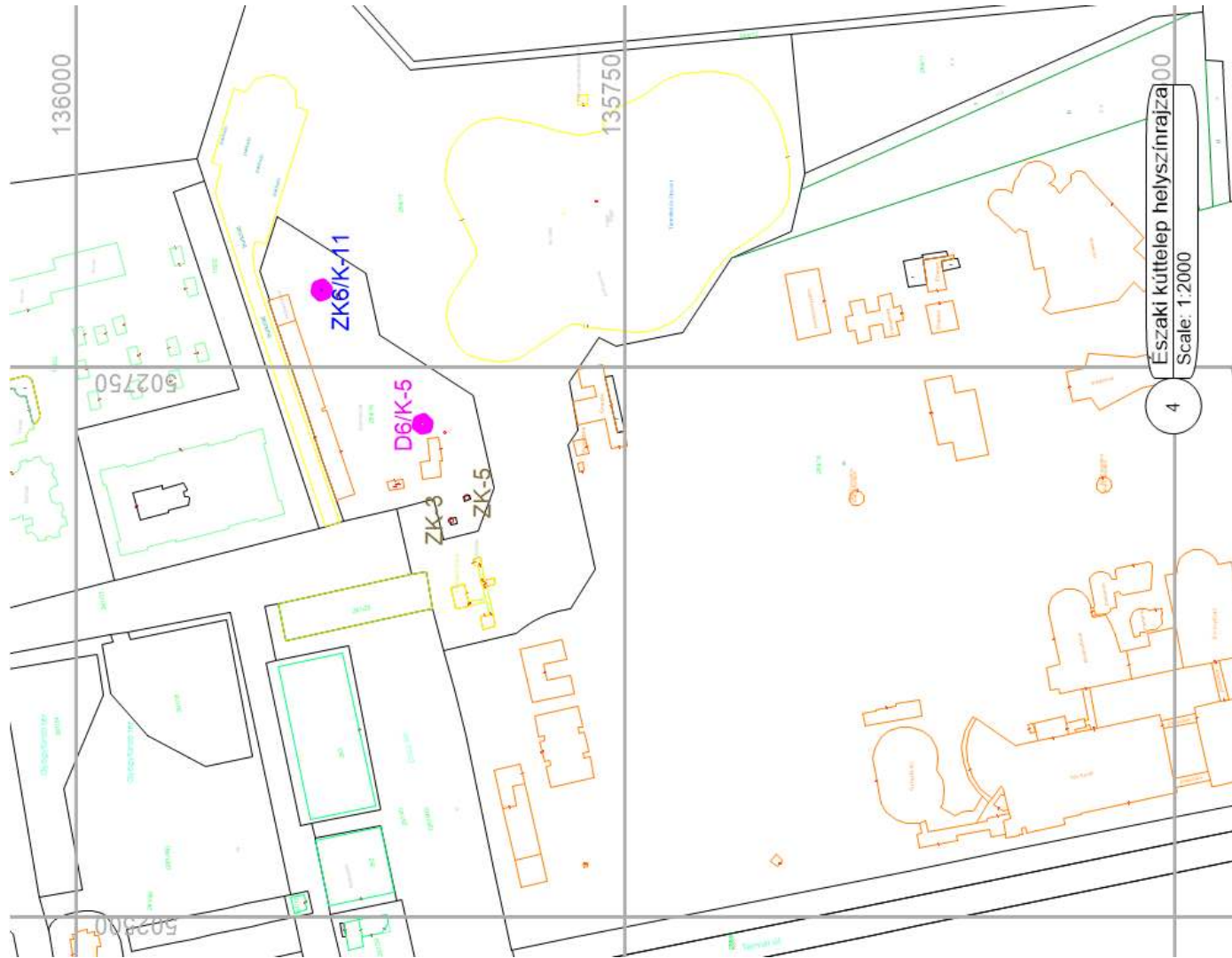
A kút csövezett mélysége 802 méter, de homokolódás miatt az ellenőrzött talp már ekkor sekélyebb volt. A kút rendszeresen, kb. 10 évente tisztításra kellett kerülnön a termelt víz nagyobb tisztasága érdekében. A következő nagyobb kúttisztítás 2021-ben esedékes.

mérés	1979	1991	1996	1999	2002	2017
Talpmélység	788,5 m.	784 m.	<788	788,5	800	787
Talpfő		53,6 °C	53,3 °C	55 °C	53,5 °C	58 °C
Felszíni hőfok	47 °C	48 °C	48 °C	47 °C	48 °C	54 °C

ZK6 / K-11 pannon kút mért gáztartalma

ZK6 / K-11	Gáz/Víz Viszony GVV(l/m ³)	Metán/Víz Viszony MVV (l/m ³)	Szeperált gáz összetétele V%	Oldott gáz összetétele V%
1991.10.22	Összes: ~ 22	Összes: ~ 20,4		
2002.12.09	Szeperált: 22,3 Oldott: 70,1 <u>Összes: 90.4</u>	Szeperált: 11,3 Oldott: 13,5 <u>Összes: 24.8</u>	O ₂ : 1,4 N ₂ : 46,7 NH₄ : 50,8 CO ₂ : 1,1	O ₂ : 1,8 N ₂ : 14,2 NH₄ : 19,3 CO ₂ : 64,7
2016.09.09	Szeperált: 13,8 Oldott: 25,2 <u>Összes: 38,9</u>	Szeperált: 7,7 Oldott: 13,3 <u>Összes: 21</u>	O ₂ : 3 N ₂ : 39,3 NH₄ : 55,6 CO ₂ : 2	O ₂ : 29,2 N ₂ : 68,2 NH₄ : 2,6 CO ₂ : 0
2017.01.12.	Szeperált: 9,2 Oldott: 21,1 <u>Összes: 30.3</u>	Szeperált: 3,62 Oldott: 7,87 <u>Összes: 11.53</u>	O ₂ : 1,6 N ₂ : 58,3 NH₄ : 39,2 CO ₂ : 0,9	O ₂ : 5,3 N ₂ : 27,3 NH₄ : 52,9 CO ₂ : 14,5
2018.10.15.	Szeperált: 7,7 Oldott: 29,6 <u>Összes: 37,3</u>	Szeperált: 3,2 Oldott: 13,5 <u>Összes: 16,7</u>	O ₂ : 0 N ₂ : 48,5 NH₄ : 51,7 CO ₂ : 0,8	O ₂ : 0 N ₂ : 33,8 NH₄ : 51,2 CO ₂ : 15

A kút gáztartalma fluktuál, időnként kiugróan magas. A kiépített elég nagy méretű gáztalanító után mért gáztartalom értéke az eredetinek 5-25%-a (MVV_{old} = 0,03) volt az ellenőrzéskor, azaz az elég magas metántartalom leválasztása megfelelően működik. Megfelelő rendszeres karbantartása továbbra is szükséges!.



Északi üzemi terület 2018
évi geodéziai felmérési
térképe
= belső védőterület térképe

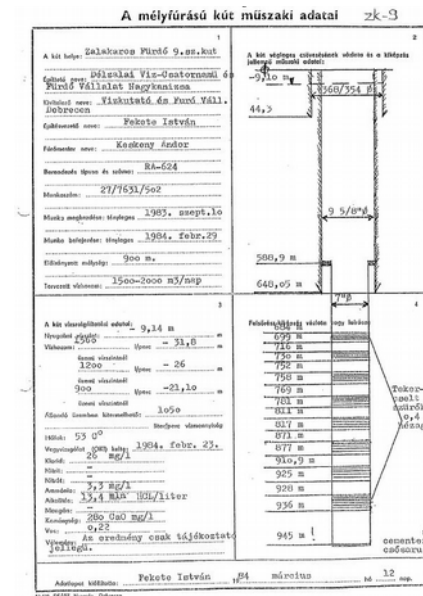
A ZK-9 / K-11 kút

A 941 méter mély Zk9 pannon kút a déli víztermelő telepen, a kerítés kapujától kissé délnyugatra található.

A kút 2018-ban bemért koordinátái (Bázis földmérő Bt.)

Kút jele	ZK9 / K-14
EOV Y	502728,23
EOV X	134941,47
Z betonperem	132,26
Z alsó karima	132,68

A kút ellenőrzött talpmélysége az 1990-es években az eredeti kivitelezésnek megfelelő 941 m, majd 2002-2017 között már csak 935 méter volt. (Szereléskor beleehetett egy csődarab vagy szivattyú.)



G ábrák: Termálkút 2018 évi bemért pontjai és eredeti műszaki rajzának másolata:

A 2017 évi hidrodinamika szerint a kútbeli áramlás turbulens. Álló kútban a vízoszlop sűrűsége inhomogén módon nő lefelé. A vízoszlop átlagsűrűsége 993,4 kg/m³ 1102 mg/l sótartalom mellett. A Zk9 kút hőmérséklete erősen eltér a Zk6 kúttól (E ábra), és időben is változóknak tűnik, az 1999-es mérés óta lassan nő. A 2017 évben az álló kútban mért hőmérséklet a kúttalpon 60,8, -40 méterben 35,2 Celsius fok volt, ám termeléskor a felszínen mért hozam is elérte a 61 Celsius fokot, azaz a kútbeli hővesztéség lényegében megszűnt.

Mérés Zk9	1984	1996	1999	2002	2017
Talpfő		55,5 °C	55,5 °C	58,8 °C	60,8 °C
Felszíni hőfok	53 °C	53,3 °C	50,5 °C	58,9 °C	60,8 °C

A hőmérséklet és a rétegyomás változása között kapcsolat nem mutatható ki - a kialakult pozitív geotermikus anomália értékeléséhez hosszabb időszor szükséges. A vízáradó nyomásszinje a létesítéskorinál kissé magasabb, kismértékű további emelkedés várható a közeljövőben is.

Mérés Zk9	1984	1996	1999	2002	2017
Nyugalmi vízszint	-9.14	-11.38	-6.73	-10,24	-7.83
Talpnnyomás (MPa)	-	~904	912.2	903.8	908,5

A kút termelőcsöve 3 m magasságban halad át, így csatlakozik be a kb. 6 m. magas toronyban kialakított gáztalanítóhoz. A felszínen a kútfejnél és a gáztalanító lejövő termelővezetékénél is van lehetőség a víz mintázására, a szeparált és oldott gáztartalom ellenőrzésére.

ZK9 /K-14 pannon kút mért gáztartalmak

ZK9 // K-14	Gáz/Víz Viszony GVV(l/m ³)	Metán/Víz Viszony MVV (l/m ³)	Szeparált gáz összetétele V%	Oldott gáz összetétele V%
1993.12.09	Összes: ~14,2	Összes: ~87		
1996.11.20			N ₂ : 43,1 NH₄: 57,9 C1 (CO ₂): 1,6	N ₂ : 43 NH₄: 55,4 C1 (CO ₂): 1,5
2014.03.13	Szeparált: 1,6 Oldott: 22,2 <u>Összes: 23,8</u>	Szeparált: 0,36 Oldott: 8,79 Összes: 9,2	O ₂ : 9,3 N ₂ : 54,9 NH₄: 34,5 CO ₂ : 1,3	O ₂ : 8,7 N ₂ : 35,6 NH₄: 39,6 CO ₂ : 16,1
2016.09.21	Szeparált: 13,8 Oldott: 25,2 <u>Összes: 38,9</u>	Szeparált: 7,7 Oldott: 13,3 Összes: 21	O ₂ : 3,0 N ₂ : 39,93 NH₄: 55,6 CO ₂ : 2	O ₂ : 5,3 N ₂ : 27,3 NH₄: 52,9 CO ₂ : 14,5
2017.01.12.	Szeparált: 42,3 Oldott: 28,2	Szeparált: 26,3 Oldott: 12,7	O ₂ : 1,1 N ₂ : 34,9	O ₂ : 5,5 N ₂ : 27,5

A 2017 évi gázmintavétel leírása szerint 1 liter vízből 0,05 liter gáz volt szeparálható 3,5 perc alatt. Az adatok arra utalnak hogy a kitermelt fluidumnak 4-7%-a gáz, aminek több mint a fele metán. A gáz összetétele állandó, mennyisége a kevés mérési adat alapján lassan növekszik (hibahatáron belül, több adat kell igazolja). A gáztalanító a 2018 évi ellenőrzés szerint kitűnően működik, szeparálgató gáz a gáztalanító után már nincs, és az előremenő vízben maradó oldott metán aránya is csak MVV=0.5 l/m³.

	<u>Összes: 70,5</u>	<u>Összes: 39,1</u>	NH₄ : 62,3 CO ₂ : 1,7	NH₄ : 45,2 CO ₂ : 21,9
2018.10.15.	Szeparált: 10,9 Oldott: 36,7 <u>Összes: 47,6</u>	Szeparált: 5,6 Oldott: 15,9 <u>Összes: 21,5</u>	O ₂ : 4,3 N ₂ : 41,9 NH₄ : 51,6 CO ₂ : 2,1	O ₂ : 1,4 N ₂ : 19,6 NH₄ : 43,2 CO ₂ : 35,8

Zalakaros K-18 és Galambok K-7 kutak jellemzése

A galamboki kemping kútja a számított pannon védőidomon kívülre esik, a kút a kempinghez vezető út déli oldalán külön elkerített telken található (lásd az oldalsó fotón). A kemping kútja a Zk9 kúttól légvonalban 1243,5 méterre esik.

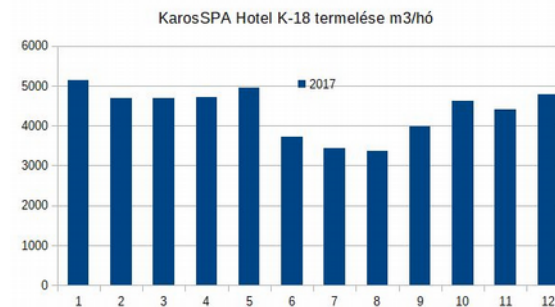
A Karos SPA kútja a Zalakaros Konica utca mellé, a fürdő telkének nyugati, magasabb terepszinten levő végébe esik, a telken belül a stand kútjaitól legtávolabb kivitelezhető helyszínen létesült. A két gyógyfürdő kutat összekötő egyenestől nyugatra kb. 400 méterre esik, az északitól 697, a délitől 573 méter távolságra. A kutak műszaki alapadatait a 3. ábra szelvényén a fürdő-kutakkal együtt ábrázoltuk.

A kutakban mért vízszintek a fürdőnél mért vízszintekhez hasonlóak, termelésük állandó,

A kemping kútjának vízhozama az engedélyezettnél kisebb volt terepfelmérésünk alkalmával.



Kút jele	K-18 Hotel SPA	Galamok kemping K-7
EOV Y	502336,3	502500,7
EOV X	135360,2	133719
terep	141,87	133,46
mélység	936	750
taplhó	58	46,7
Nyugalmi vízszint	-21,1 és -21,9 között = 120 -121 mBf.	-9.1 m. ~124,4 mBf
Üzemi vízszint	-35,4 m	kb. -35 m.





Déli üzemi telep 2018 évi
geodéziai felmérési térképe

= belső védőterület térképe

III. Vízkémiai és izotóp-mérési eredmények értékelése

Vízkémiai jellemzők

A gyógyfürdő pannon kútjairól rendelkezésre álló reprezentatív, kútvizsgálatkor vett vízminták legfontosabb adatait a kutak létesítéséig visszamenően összegyűjtöttük, és kutanként négy külön táblázatba rendeztük, külön bemutatva a kationok, anionok, általános vízkémiai komponensek és pár specifikus helyi komponens értékeit.

Az eredményeket tartalmazó táblázatokat *I. mellékleteként* közöljük.

(A kitermelt víz minőségének ellenőrzésére a fürdő évente több alkalommal végeztet szűkebb körű kémiai és bakterológiai méréseket is a tisztiorvosi előírásoknak megfelelően. E mintavételekre azonban minden esetben már a gáztalanítás után, legtöbbször a vízellátó rendszer termelvény távolabbi pontjain kerül sor, emiatt a vízáadó réteg valós kémiai jellemzésére kevésbé alkalmasak, így értékelésünkben sem szerepeltettük őket.)

Az adatok alapján egyértelmű, hogy mindegyik kút vízminősége a létesítés óta végig állandó. A mért komponens-értékek kismértékű változása az analitikai mérések szórási hibahatásán belül mozog. (A Zk-6/K-11 kút esetében a legkorábbi három mérés 1979, 80 és 91 évből ammóniára és káliumra irreális kiugró értéket mutatnak, amely biztos nem rétegeredetű.)

A Zk9 kút sótartalma, hőfoka és némileg a klórtartalma is magasabb a sekélyebb Zk6 kútnál mért értékeknél, de alapvetően mindkét víz minőségi szempontból ugyanabba a nátrium-hidrogénkarbonátos csoportba tartozik, és ugyanez vonatkozik a Hotel Karos Spa és a Galamboki Castrum kemping kútjára is.

Ez a kémiai összetétel a felsőpannon termálvizekre általánosan jellemző, lehetővé teszi elkülönítésüket mind az alaphegységi karsztkutak vizétől, mind pedig a sekély hidegvíz-kutak vizétől is.

Izotópos vízkor-meghatározások eredményei

A védőidom-kijelölési munka keretében a Földtudományi Tervező Kft. alvállalkozó bevonásával megvizsgálta a hévizes és a gyógyvizes kutak vizének C14 izotópos korát. Az ásványvíz-vizsgálat keretében 2018 végén trícium-mérés is készült. (Mérési jegyzőkönyvek mellékelve.)

Hasonló mérésre legutóbb a VITUKI védőidom-számításának a keretében került sor. A közelben a Hotel Karos SPA esetében és a jóval távolabbi Gelsei fürdőnél mértek vízkorokat 2011-ben a magyar-szlovén határ menti hidrogeológiai együttműködési projekt keretében.

A mért izotópos korértékek táblázatos összefoglalása

		1996 (VITUKI lab.)			2011 (T-Jam, Hydrosys Lab.)			2018 (Radiöko lab)	
		C ¹⁴ kor	δ18O H ₂ O %	Kalibrált C ¹⁴ kor	C ¹⁴ kor	δ18O H ₂ O %	Kalibrált C ¹⁴ kor	C ¹⁴ kor	Kalibrált C ¹⁴ kor
Gelse K-5	995 m. 42 °C				23.300 év	-11,37	15.700 év		
Zalakaros SPA K-18	936 m. 53 °C				22.800 év	-11,1	16.000 év		
GRÁNIT Gyógyfürdő Zk6/K-11	802 m. 47 °C	34.100 év	-11,9	25.400 év				24.030 év	26.600 év
GRÁNIT Gyógyfürdő Zk9/K-14	945 m. 55 °C	34.500 év	-11,7	22.700 év				24.600 év	29.400 év

A kutak tehát a mérések szerint döntően a történelem előtti időszakban beszivárgott vízből származik, a víz oxigénizotóp-arányának 10 körüli értéke egyértelműen a jégkorszaki eredetet jelzi. A fürdő kútjainak 18 év különbséggel megmért kalibrált korértékek eléggé hasonlóak, de szén-izotóp mérések szórása igen jelentős lehet, így a két azonos kútra vonatkozó adatsorból más következtetés jelenleg nem vonható le.

Az eredmények arra utalnak, hogy a Hotel Karos SPA kútja valamivel több fiatal komponenst kap, ami azzal magyarázható, hogy a kiemeltebb hátsági zónához közelebb található (de ezt is több mérés kellene megerősítse).

IV. Pannon termálvízadó földtani és hidrogeológiai jellemzői

Domborzat, hidrológia és területhasználat

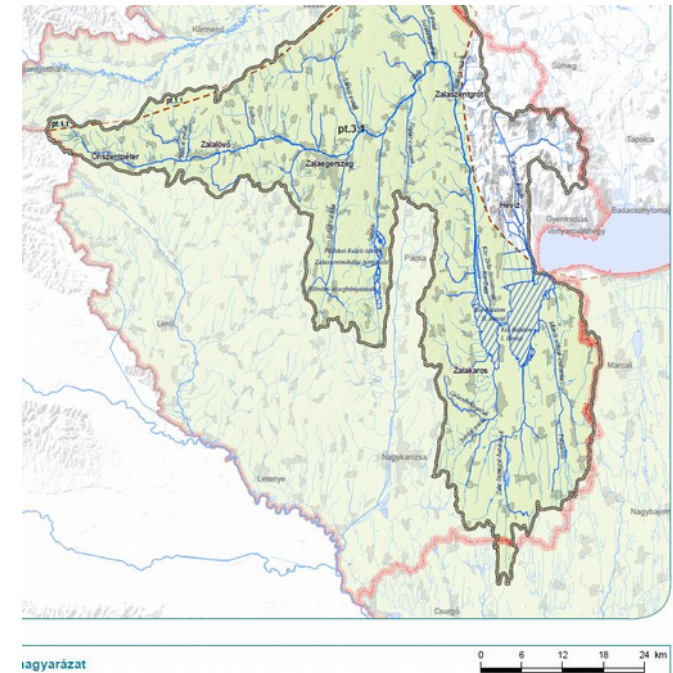
Zalakaros és környéke a zalai-dombság keleti végébe esik. A Zalakaros nyugati felén húzódó hátság éles morfológiai határvonalat képez, amely elválasztja a nyugati dombos vidéket és a keleti északkeleti Balatoni-Nagyberek és Kis-Balaton süllyedék területét. A Zalakarosi nyugati külterületén haladó É-D irányú hátság vonalában húzódik a Dél-Dunántúl egyik fő regionális, felszíni vízválasztója, e mentén húzódik a Dráva és a Sió vízgyűjtő-gazdálkodási egység határa is (*H ábra, porózus hideg vizes tároló térképe*).

A terület vízfolyásai közül legfontosabbnak a Zalakomár mellett futó fő vízgyűjtő csatorna, és ennek két legfontosabb nyugatról érkező megtáplálása a Galamboki vízfolyás és a Garabonci malomárok. A vizsgált kutakhoz legközelebb az ún. Bánya-völgyi árok esik, ill. ennek mellékága, amely a strand területétől keletre halad el, és amelybe a termál-tó lefolyása is történik.

A terület É-D, másodlagosan ÉNy-DK-i éles vonalak menti tagoltsága a morfológia alapján igen szembetűnő. Zalakaros-Zalakomár térségében a legalacsonyabb terület 100-120 mBf, jellemzően kb. 110 mBf. Ez fokozatosan nő kb. 122 mBf értékig NyDNy felé, majd hirtelen morfológiai váltással szinte egyenes É-D irányú határral, kb. a Zalakaros vonalában haladó fő utca vonalában, gyorsan kezd emelkedni a térszín kb. 175 mBf. szintig. A környező magaslatok a 180 mBf szintet is elérik.

Gazdasági szempontból Zalakaros legfontosabb területhasználati tevékenysége a rekreációs, konkrétan fürdő-használat. A mezőgazdasági művelés szintén intenzív, de sok a Natura-természetvédelmi besorolású a vizes és erdős terület is, a vizsgált kutaktól keletre is ez a jellemző. Bányászati művelés a településtől keletre folyik, régebben létesített olajkutak közel folyamatos után-termelésével. Külön földgáz-termelés nincs, csak a termeléssel együtt kijövő éghető gázok helyi hasznosítása. A pannóniai kőzetekben több kisebb olajindikációt is vizsgáltak, de egy sem volt termelésre alkalmas, a bányászat csak az alaphegységi rétegeket érinti.

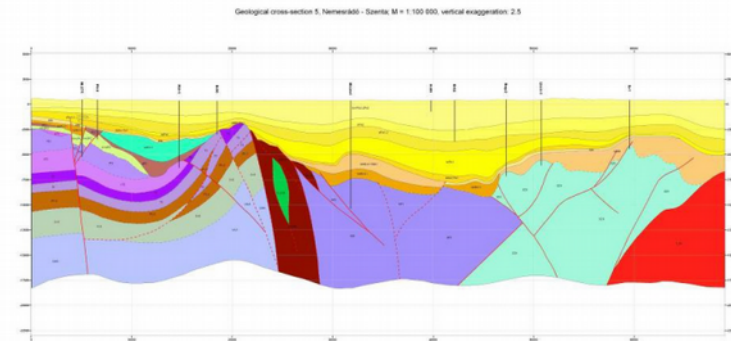
H ábra: Zala VgyT-egység zalakarosi részének kiterjedése



Pannon rétegek rövid földtani jellemzése

A terület felszínközeli üledékeinek települése kis dőlésű, oldalirányban alapvetően folytonos üledékes szerkezetekből áll, jóval egyszerűbb az alaphegység erősen tektonizált pikkelyes, nagyszerkezeti zónák mentén többszörösen kiékelődő szerkezetinél. Ezt mutatja be a *I ábra* szelvénye, amelyen a pannon üledékeket különböző árnyalatú sárga szín reprezentálja.

*I ábra:
Nagylengyel-Nagykanizsa vonalában haladó
ÉNy-DK irányú mélyföldtani szelvény
(MFGI 2011, T-jam adatbázis alapján)*



Az alaphegység elnyúlt ÉÉNy-DDK irányú pászmás és redős szerkezeti részben gyűrt szerkezetek, kiemelt felboltozódásokkal, amelyeknek a hatása még a negyedkori domborzatban és a legfiatalabb tektonikus elemekben is érezhető. (Fodor L. Magyarai Á és Mike K. alapján)

A zalakarosi terület a Balaton-zóna felé esik, amely a Beleznai és a Budafai antiklinálisok közé esik. A nagyobb sávolyi, és kisebb zalakarosi kiemelkedések a hasonló nagyobb szerkezetek közötti medencerészen belüli kisebb, lokálisabban kiemelt köztes szerkezetnek számít. A helyi üledékviszonyok is aránylag egyszerűbbek, bár a pannon üledéklerakódással egyidejű, és azt követő tektonizmus hatása lokálisan itt is kimutatható. A pannon fekszik a zalakarosi északi kútcsoport kiemelt részén környékén miocén, a délitől keletre levő kiemelkedésnél pedig triász mészkő.

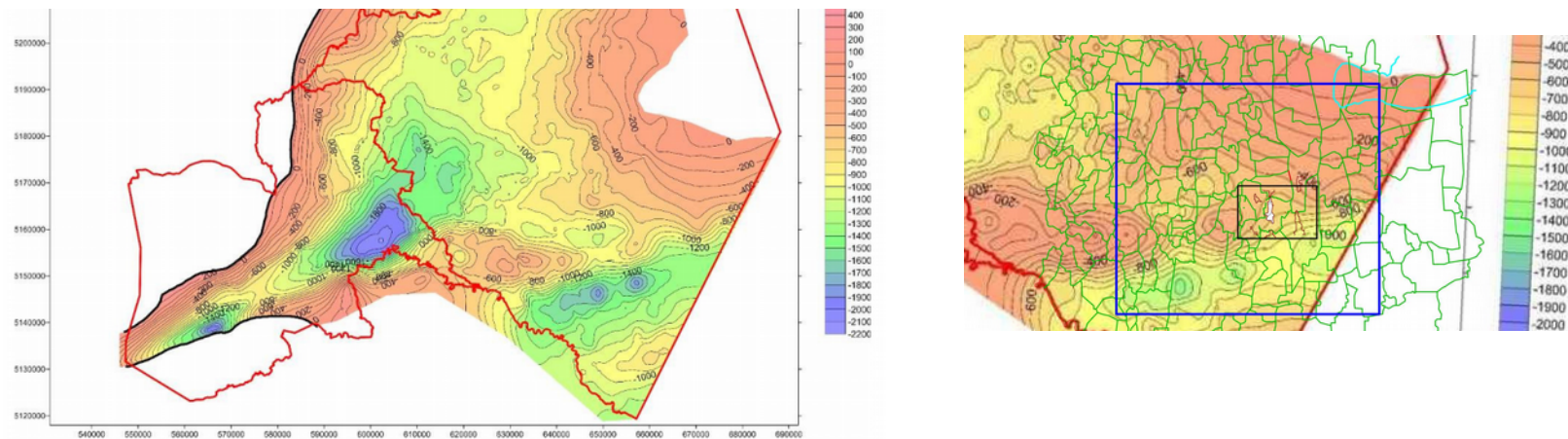
A területen a miocén és pannon üledéklerakódás fokozatosan feltöltötte az erősen tagolt alaphegységi felszínt. A mélyebb területeken a miocén rétegsor folyamatos, az alsó-pannon rétegek lerakódása a szarmata törmelékes formációk folytatása. A lerakódó rétegek csökkensósvízi illetve édesvízi környezetben keletkezett iszapos üledékek voltak. Az alsó-pannon Endrődi márga formáció (régőbbi név: Drávai agyagmárga formáció) jellemző vastagsága 100-400 méter, jellegzetes egyveretű, vízzáró jellegű agyag.

Az Endrődi márga felett a pannon Szolnoki formáció ún, turbidites üledéksora következik több száz méter vastagságban, ez az egység települhet egy vagy két szintben is a zalai területen. (A T-Jam értékelése szerint két szintben jelenik meg a formáció a vizsgálati hely közelében lemélyült Garabonc-1 fúrás esetében is.) A szolnoki formáció vegyesebb anyagú rétegei felett a masszív aleuritből álló Algyői-formáció következik. Ezt szintén hagyományosan az alsó-pannon korba sorolják, az Endrődi és Algyői rétegek egyveretű vízzáró jellegű rétegei a zalakarosi mélyfúrások karotázs-szelvényén is jól elkülöníthető, ez képezi a felső-pannon hévízes üledéksor vízzáró fekvését.

A felső-pannon az alsó-pannon rétegeken túlterjed, esetenként közvetlenül települ felfűtöttebb miocén vagy kréta üledékekre.

A felső-pannon rétegek kezdő rétegtani egysége az Újfalui formáció. A rétegsorban a pélit (iszap és agyag) sűrűn váltakozik a homokos üledékekkel. A porózus homokrétegek a medence feltöltődése során mozgó deltafront lerakódásaként jöttek létre, így regionálisan eléggé összefüggő vízadó rétegeket alkotnak. - Ez a deltafront-képződmény tekinthető hévizes szintnek a pannon üledékgyűjtő területén. Az Újfalui formációt szűrőzik a zalakarosi pannon kutak is.

I ábra: Pannon deltafront (hévizes réteg) fekszíntje regionális léptékben UTM-hálózatban és a tetőszintje EOVBa forgatva, a regionális és lokális hidrogeológiai modellterületek jelzésével



A deltafront-réteg, azaz a fő hévizes réteg alsó és felső határfelületére vonatkozóan is regionális összegző térkép készült fúrások és szeizmikus szelvények újraértékelése segítségével, amely a T-Jam adatbázis nyilvános publikációi illetve a MÁFI évi jelentés 2011 évi publikáció révén nyilvánosan elérhető. (A szlovén egyeztetés miatt UTM-rendszerben készült térképek EOVB-hálózatba beforgatott egyik felületét mutatjuk be az I ábrán.)

A térképen is észlelhető, hogy a pannon porózus deltaüledékek rétegek vastagsága ÉNy felé csökken, a Keszthelyi-hegység kiemelt blokkjánál a réteg már teljesen megszűnik, de Zalakarosnál ugyanez a réteg már 1000 méter alatt kezdődik, és több száz méter vastagságú.

Az Újfalui formáció felső része már kiegyenlítettebb deltasíkság-környezetben rakódott le. A homokleplek elnyúltabbak, sokkal szétszakadozottabbak, és gyakoriságuk is kisebb, bár a regionális vízáadó jellegük itt is megmarad. Ezt a felső szintet 2011-ben a T-Jam adatfeldolgozás már Tihanyi-Somlói-formáció néven különítette el, és ezt a besorolást közöltük a 3. ábra hidrogeológiai szelvényén is.

Az elsősorban DNy-felől ÉK és K felé történő üledék-lerakódásnak megfelelően a szlovén területeken még kavicsos rétegek is előfordulnak a felső-pannon rétegsorban, addig Zalában már csak homokos és homoklisztes üledékek, a Balatoni peremi zónánál pedig helyenként már a mocsári eredetű lignit rakódott le ugyanazon időintervallumban.

Ugyanez játszódott le a felfelé finomodó turbidit-rétegek ritkulásával vertikális metszetben is, időben a jelenkor felé haladva. A Újfalui homokkő formáció felett a Zagyvai (Somlói) formáció, majd pannon tó elmocsarasodását és végső feltöltődését reprezentáló, mindössze pár tíz méter vastag Hansági formáció rakódott le. A Zagyvai-Somlói (régábbi megnevezés szerint levantei korú Rábaközi formáció) formáció iszapos rétegei regionális elterjedésűek, felettük már csak a negyedkori üledékek következnek.

A negyedkori rétegek kialakulásában kisebb részben az elsősorban Ny-K irányú főbb vízgyűjtő, nagyobb részben viszont a hozzájuk becsatlakozó É-D irányú haránt-szerkezetek játszanak szerepet.

A terület a pliocén óta emelkedik, emiatt a közel É-D irányú völgyek szélcsatornává alakultak, és hosszabb ideig fejthették ki mind üledéklerakó, mind pedig erodáló hatásukat, kimélyítve a jellegzetes elnyúlt dombhátaikat. A kiemeltebb hátaknál így a negyedkori fedő helyenként hiányzik, vagy csökkent vastagságú.

A mélyebb terepszintű részek, pl. a Kis-Balaton mocsara ma is üledékgyűjtőként funkcionál.

A mélyföldtani adatok, a légifotók és űrfotók tektonikus értékelése, illetve a pannon rétegek ÉNy felé nem túl távol eső felszíni kibúvása is arra utalnak hogy a helyi pannon rétegsorban kisebb vetők is lehetnek, amelyek a vízáadó rétegek nagyobb vertikális összeköttetését biztosítják.

A helyi üledékes rétegsor sok helyen igen gyors vastagság-növekedése, és települése is többirányú, részben a felső-pannon üledékrétegeket is érintő vetőszerkezetekre utal. Az alsó-pannon üledéksor általában a szarmata üledékekre települ, de a kiemelkedéseknél többféle triász és miocén alapkőzet is megjelenik közvetlenül a pannon rétegek alatt, mint az a J ábrán is megfigyelhető (a fürdőhöz legközelebb kelet felé a D9 és D-11 jelű meddő olajkutató fúrásoknál.)

A vízáadó rétegek elhelyezkedése alapján a Galamboki kemping K-18 kútja a fürdő rétegetől eltérő, magasabb helyzetű, kisebb vízáteresztő-képességű homokrétegeket termel. A Hotel Karos Spa kútjában beszűrözött rétegek viszont valószínűleg részben azonosak a fürdő által termelt mélyebb rétegekkel.

Az alsó-pannon feküszintek eltérése a gyógyfürdő két telepén létesült mélyfúrásokban 113 méter. A felső-pannon deltaképződmények magassága is eltérő, de a differencia már csak kb. 60 méter. A kutak közötti 949 távolsága mellett elvileg a rétegmélység-eltérést magyarázhatja a vízáadó üledékek ferde dőlésé de ilyen nagy meredekség esetén valószínűbb, hogy a két kút között egy vető vagy vetőcsoport húzódik, amely a pannon időszakban is még aktív volt (ún. szinszediment szerkezet).

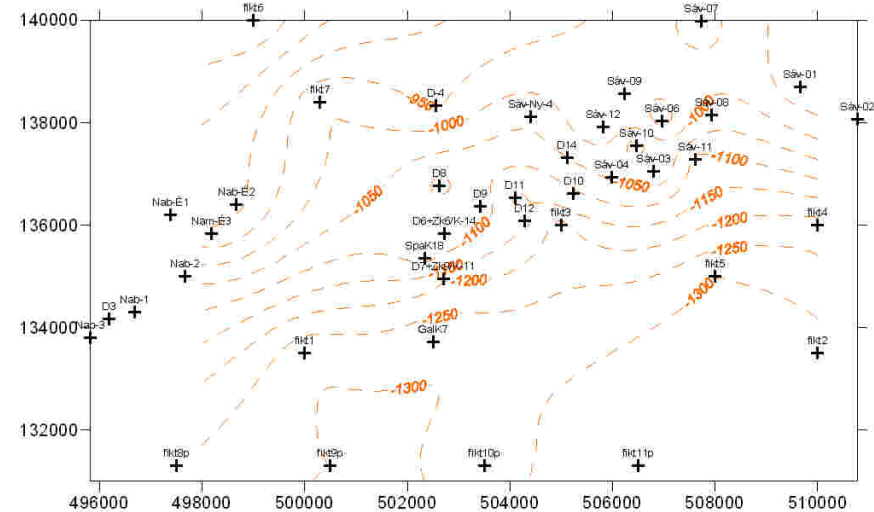
A modern szeizmikus mérések jellemzően folyamatos üledékretegeket mutattak ki még vetőkkel szabdalta helyzetekben is a hazai pannon üledékes medencékben. Ez a nagyszámú kis elvetésű, csapatokba rendeződő ívelt (lisztrikus) vetődéseknek köszönhető.

Vízföldtani szempontból ez azt jelenti, hogy a vetődések elhanyagolhatóak, a vető mentén a mozgás során szétkenődő agyag szigetelő hatásának elhagyása a nagyobb biztonság javára történő tévedésnek felel meg.

A gyógyfürdő-kutak kutak szivattyúesztjeinek értékelése arra utal, hogy a fürdő két kútja között feltételezhető vető vízáró jellegű (agyagszétmosódásos) a déli kút közelébe esik (100-300 méterre), és a Karos SPA kútja felé is elnyúlik, illetve annak a környezetében alkalmasint több keresztező tektonikus elem is lehetséges, A helyi vetőszerkezetek pontos leírására és vízföldtani modellben való szerepeltetésére a Zalakaros belterületére is kiterjedő tervezett újabb 3D szeizmikus mérés adatainak a nyilvánosságra kerülése után lesz majd lehetőség.

A munka keretében a Zalakaros közvetlen környezetéről a VITUKI által készített felső-pannon feküszint-térképet újraszerkesztettük és egyszerűsítettük, a neotektonika elhanyagolásával kapott térkép a J ábrán látható.

J ábra: A felső-pannon rétegek talpszintje Zalakaros környezetében (mBf)



Érintet termálvíztest alapadatai

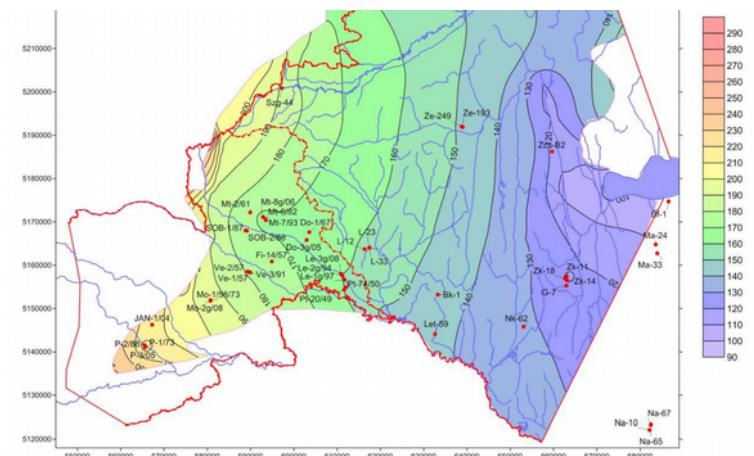
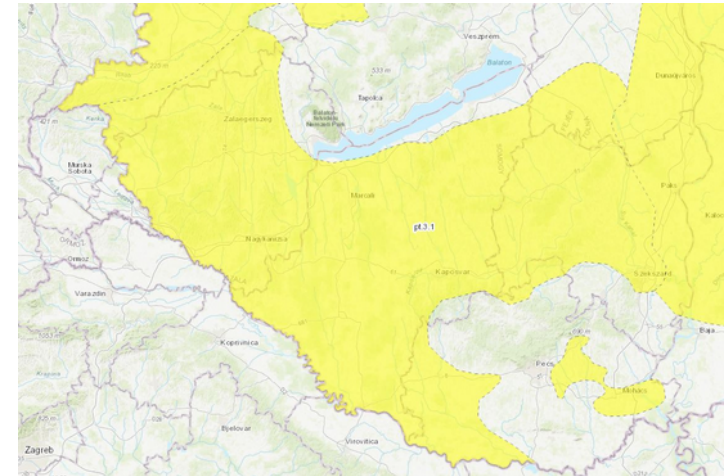
A zalakarosi hévizes kutak víztermelése a p.t.3.1 jelű, dél-dunántúli porózus termálvíztest megnevezésű egységből történik (lásd H és K ábrák)

- A víztest minőségi állapota: JÓ
- A víztest mennyiségi állapota: JÓ
- Víztest állapotát regisztráló legközelebbi monitoring kút helye: Nagykanizsa
- Víztestet nagy részére kiterjedő publikus állapotértékelések: 2011-T-Jam projekt & 2016 évi VGT összesítés
- A víztestet legintenzívebben a Muraközben, Szlovéniában és a szomszédos Lenti-ben használják, e termelések azonban Zalakarostól igen távol esnek a zalai vízszint-eloszlást nem befolyásolják. (L ábra)

	Becsült vízhozam		Becsült vízhozam
Lenti	~ -1200 m ³ /nap	Szlovénia össz.	~ -5500 m ³ /nap
Letenye	~ -100 m ³ /nap		
Marcali	~ -200 m ³ /nap	Horvátország	~ -5000 m ³ /nap
Nagyatád	~ -700 m ³ /nap		
Nagykanizsa	~ -220 m ³ /nap	Ausztria	~ - 700 m ³ /nap
Szombathely	~ -500 m ³ /nap		
Szentgotthárd	~ -110 m ³ /nap	Zalakaros gyógyfürdő	- 1300 m ³ /nap, ami a teljes termelés kb. 8%-a
Zalaegerszeg	~ -200 m ³ /nap		
Egyéb kisebb kutak	~ -250 m ³ /nap		

L ábra: Termálvizes réteg modellezett üzemi vízszintjei (T-Jam projekt online adatbázisa alapján)

K ábra: Érintett termálvíztest kiterjedése (VGT állomány alapján)

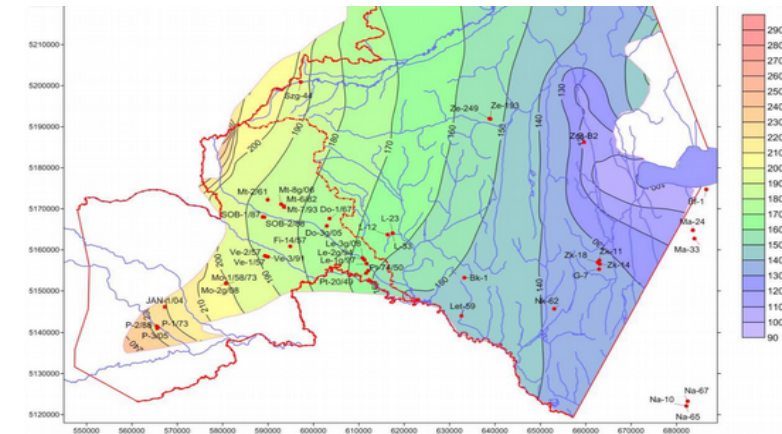


22. ábra Számított head a 6., termálvízartó rétegben (a Mura és Újfalui Formációók felső-miocén – pliocén delta front üledékei) (termelt állapot)

M ábra: A termálvízadó réteg számított eredeti, termelések előtti nyomás-szintjei (T-Jam adatbázis szerint)

A felszíni vízvásztó hatása a felső-pannon feküszint környékének homokos deltafront-rétegig nem terjed ki. A felszínközeli zónák vízmozgását a közeli dombhátak domborzata határozza meg, de ezek a lokális és intermedier áramlási pályák a vizsgált termálvízadó rétegig nem hatolnak le. A hévízadó áramlását már csak a regionális rendszer beszivárgásai (illetve mesterséges termelési) befolyásolják, ez a minimum 25.000 éves vízkor-adatok alapján is egyértelmű.

Zalakaros térségében a termálvizes rétegben a dominánsan nyugatról keletre történő vízáramlás ÉK-i irányba fordul. Ez részben a Balaton, és Kis-Balaton megcsapolási zónáinak, részben pedig a pannon rétege ugyanebben a zónában történő elvékonyodásának köszönhető.



19. ábra A Mura/Újfalui rendszerre számított head- természetes, (termelés előtti) állapot

A víztest nagy részére kiterjedő sokréteges, a felszíntől az alaphegységig terjedő, az összes egybefüggő porózus rétegre kiterjedő vízföldtani szimuláció készült a térségről a T-Jam projekt keretében. Az ekkor készült hatréteges regionális modell az előző oldal táblázatában felsorolt hazai víztermelések hatását is figyelembe vette, hatásukat megvizsgálta. A felszínig terjedő 8-réteges MODFOW állományt megtekintve, a közzétett anyagok alapján a termálvizes rétegre vonatkozó külön regionális modellt állítottunk fel Zalakaros tágabb környékére vonatkozóan, azaz a konkrét feladathoz illeszkedve aktualizáltuk hévízes hidrogeológiai modellt (részletesebben lásd az V. fejezetben).

A zalakárosi nyomás és vízszint-adatok arra utalnak, hogy a termálvizes réteg eredeti, egészen enyhén artézi jellegét már a nyolcvanas évekre elvesztette, és kilencvenes évek első felében még tovább csökkentek a rétegnyomások. Ezután kb. 1995-től kismértékű regenerálódás indult meg, ami alkalmasint még ma is tart. A regenerálódáshoz a vízdíjak emelkedése mellett alkalmasint a dél-dunántúli kisebb pannon szénhidrogén-mezők kevésbé gazdaságos termelésének leállása is hozzájárult. A maradék regionális jellegű nyomásesés mértéke a zalai területen 4-8 méter. A víztermelések a regionális szivárgást irányát és esését a modelleredmények szerint ezen a területen alapvetően nem változtatták meg.

A termálvízadó réteg nyomása ÉK felé csökken, a gradiens Zalakaros tágabb környékén 0,5-1 m/km, azaz max 1 ezrelék.

Lokális hidrogeológiai adatok

Zalakarosnál az eredeti nyomásszint kb. 132 mBf lehetett, ami a legmélyebb üzemi szint az intenzív zalai olajbányászat és a Zalai vízmű strandüzemeltetési időszakában lesüllyedhetett ~118 mBf szintig. A jelenlegi részlegesen regenerálódott vagy legalábbis stabilizálódott nyomásszintek magassága 121-125 mBf közötti.

A kutak rendszeres részletes hidrodinamikai vizsgálatának az előnye a kútsztek többszöri megismétlése, a vízáadó szivárgási paramétereinek többszöri független vizsgálata. A gyógyfürdőnél nemcsak a transzmisszivitás, de a tranziens modellekhez szükséges tárolási tényező, és a távolhatás is ismert. A védőidom-kijelölés keretében a kúthidraulikai adatokat Excel táblában összesítettük, a fő adatokat külön táblázatban is közöljük:

Táblázat: Kúthidraulikai mérési adatok összegzése

Mért paraméter	Mérés éve	ZK6 / K-11	ZK9 / K-14	K-18 (Hotel)	Galambok K-7	
Tesztelt szivárgási tényező – Geoinform mérés	2017	2,18 m/nap	1,25 m/nap	? $2,4 \times 10^{-5}$ m/nap (Vikuv)	$1,37 \times 10^{-12}$ m ² (Vikuv)	
	2002	2,65 m/nap	1,25 m/nap			
Tesztelt szivárgási tényező – Vikuv mérés	1999	4,95 m/nap	3,42 m/nap			
	1996	1,88 m/nap	2,31 m/nap			
Rétegvastagság (m)		51 m.	81,1 m.			
Transzmisszivitás	2017	112 m ² /nap	101 m ² /nap			
	1992 (Phare)	96 m ² /nap	121 m ² /nap			
Megkutattottsági sugár	2017	1025 m.	298 m.			
Tározási tényező	2017	96.6×10^{-6}	151×10^{-6}			

A Geoinform Kft által mért adatokat jellemzőbben tekintjük, mint a szignifikánsan különböző VIKUV-mérések adatait.

A termelt vízáadók becsült maximális k-tényezője eszerint kb. 3 m/nap, a jellemző átlagos szivárgási tényező pedig 2 m/nap.

Inhomogén eloszlás esetén a északabbi telepen levő Zk6/K-11 kút tágabb környezetére megadható érték 2,6 m/nap, ami dél és nyugat felé is csökken, a Zk9 kút környékén már csak 1-2 m/nap, míg a Karos Spa és Galambok térségében kisebb mint 1 m/nap.

A rétegvastagságtól független transzmisszivitás értékek hasonló volta a gyógyfürdő-kutak körüli vízadók egységes hidraulikus jellegére utal. A 2017 évi nyomásemelkedési görbék alakja nem utalt vetődésre. Ezzel szemben viszont a Geoinform által közölt megkutatottsági sugár-értékek eltérése jelentős, olyannyira, hogy a Zk6 kútnál megadott 1025 m. érték a két kút távolságánál is nagyobb. Ezen adat alapján a gyógyfürdő két pannon kútja között egy vízzáró jellegű vetődés húzódik, amely déli a Zk9 kúthoz jóval közelebb esik, és valamelyest korlátozza a kút körkörös utánpótlódását. Ugyanez a logika (és domborzat) arra is utal, hogy a Hotel Karos Spa kútja körül több hasonló keresztező vető is lehetséges. E feltételezés igazolása vagy cáfolata csak a térség 3D szeizmikus mérése és/vagy többkutas kütteszt értékelése után várható. (A közölt eltéréseket magyarázhatja a szűrőzött rétegek vastagságának és mélységének eltérése is.)

V. Védőidom-számítás

Bevezető

A zalakarosi pannon termálkutak védőidomának kijelölése eredetileg még analitikus módszerrel történt, numerikus, közelítő képlet alapján. (A számítógépes számítások és a teljes védőidom-kijelölés az alaphegysége fókuszált.)

A védőidom 2018 évi aktualizálása keretében négyféle védőidom-számítást végeztünk el:

1. Az alkalmazott analitikus módszer számítását megismételjük
2. Összefoglaljuk a konkrét kutakra és a tágabb területre vonatkozó T-Jam modell eredményeit
3. A pannon hévízes rétegre (Újfalui formációra) végeztünk regionális modellszámítást
4. Lokális többrétegű modellszámítást végzünk a szűrőzött szintek alapján

A felszínalatti rétegekben történő fluidum-áramlás szivárgási egyenletei jól ismertek, véges számú elem esetén megoldható differenciál-egyenletek. A szükséges számítások számítógép használatával gyorsan megoldhatóak, így a természetes és az ember által befolyásolt vízmozgások is szimulálhatók. A hidrogeológiai modellezés Magyarországon elfogadott, és régóta alkalmazott módszer. A terület vizsgálatát a hazai gyakorlatban legáltalánosabban használt MODFLOW programcsomagok segítségével végeztük el. Kevés input adat esetén a jelen védőidomnál 2008-ban alkalmazott közelítő képletekhez hasonló pontosságú eredményt kaphatunk, ahogy azonban az adatmennyiség nő, az eredmények fokozatosan, üzem közben is pontosíthatóak.

Korábbi analitikus védőidom bemutatása, és aktualizálása

A VITUKI 1996 évi dokumentációjában a nyomás alatti tárolók távolhatását megadó Sichardt-képletet, és egy nempermanens állapotra vonatkozó, Theis-Jacob módszer általánosításának tekinthető közelítő képletet alkalmaztak, (melynek a leírás szerinti számszerű rekonstrukciója nehéz). Az eredeti paraméterek és az azóta megismert paraméterek és a feltételezett víztermelések is különböznek.

Paraméter	Kútbeli leszívás	Réteg k-tényezője	Számított elsődleges befogási sugár
Jelenlegi adatok szerint (950 m ³ /nap)	4-7 m.	2-3 m/nap = 2,3 - 3,5 x 10 ⁻⁵	106 ill. 214 m.
1996-ban feltételezett (1100 m ³ /nap)	14,5 m.	5,9 m/nap = 6,8 x 10 ⁻⁵	205 ill. 352 m.

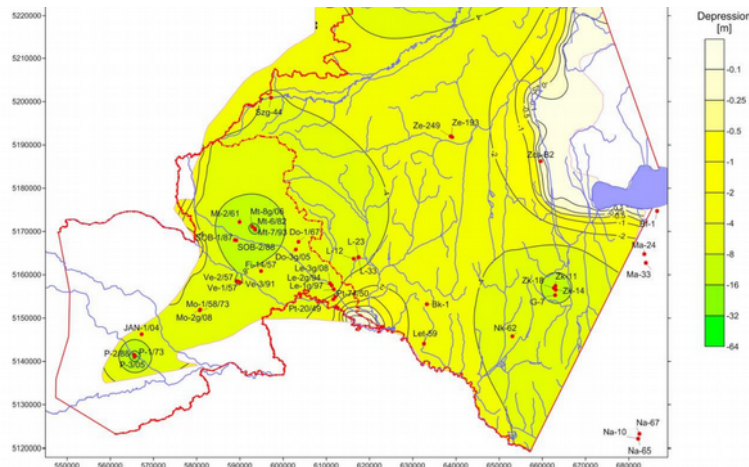
A Sichard-képlet realitását már 1996-ban is elvetették, és inkább egy második, nempermanens analitikus képletre hagytak, amely a képletben a víztermelés hozama nem szerepel, szerepét részben a mért visszatöltődési idő helyettesíti (ami azonban sokszor a méréstől függ).

E számítás szerint 1996-ban alapján $R=491$ méteres hatástávolságot határozott meg a VITUKI. Ezt az értéket még egy hármas biztonsági szorzóval felszorozva adták meg a kutak körüli hidrogeológiai védőzóna $r=1,5$ km sugarát.

Paraméter	Hidraulikus diffúzió	Nyomásemelkedés ideje	Számított befogási rádiusz
Jelenlegi adatok szerint	? $2,95 \times 10^{-6}$ v. $\sim 8,1$	23 óra = 92000 sec	? 1228 méter
1996-ban megadott értékek	? $1,3 \times 10^{-6}$ v. $1,6 \times 10^{-4}$	2 óra = 9200 sec.	? 491 méter

A modernebb küttesztek alapján (más képlet alapján) a Geoinform által megadott „megkutattottsági sugár” is hasonló hatástávolságnak felel meg ez esetben, ennek az értéke 1025 méter volt, ami jó egyezést ad a régi képlet 2017-es mérésekre alkalmazott adataiból számított 1228 m védőtávolságnak.

A Földtani Intézet 2011 évi modellszámításának eredményei



26. ábra Depresszió a modell 6. rétegében, a Mura és Újfalu Formációk felső-miocén-pliocén delta front üledékeinek termál víztartójában mindkét ország termálvízkivételeinek figyelembe vételével

A 2011-es modell eredményeit a nyilvános publikált adatok alapján ismertetjük. A MODFLOW-modell jelenleg is megvan a vizsgált víztest nagy részét lefedi, használatát elsősorban az UTM-rendszerű koordinatához nehezíti. (K, L, M, N, O, P ábrák)

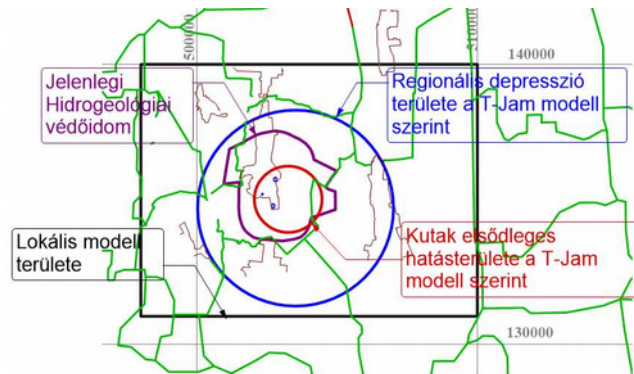
A modell 8 rétegű, a felszíntől a miocén rétegekig terjed, a zalakarosi kutak a 6-os számú nyomás alatti réteget termelik.

Szlovéniában és Lenti térségében -50 méteres nyomásesések is kialakulnak, de ezek befogási zónája jól láthatóan elkülönül.

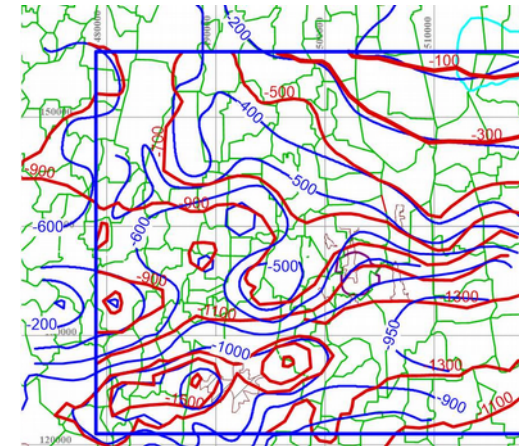
A modell eredménye szerint a zalakarosi kutak körül kialakuló maximális depresszió értéke 8-18 méter közötti - ez a valós mért adat több mint kétszerese. A becsült elsődleges befogási zóna a VITUKI által kijelölt védőidomnál kisebb, a regionális depresszió területe kissé nagyobb.

N ábra: A T-Jam modellben számított depressziók

O ábra: A T-Jam modellben számított hatásterületek



P ábra: Hévízes Újfalui formáció alsó és felső határa regionális modellünkben



Újfalui homokkő formáció regionális vízáramlási modellezése

A nagy területre kiterjedő modell 200x200 méteres alaprácshálóval készült, területe Ny-K ill. É-D-i irányítottságú, 40x35 km-es téglatest.

Modellperemek EOY koordinátái: K-Ny irányban: 479000 < EOY Y < 519000 és É-D irányban: 121.000 < EOY X < 156000

A modell felső és alsó határfelületét a T-Jam modell alapján vettük fel és a *P ábrán* mutatjuk be. A kiindulási vízszintek teljes területre vonatkozó eloszlását az *M ábra* mutatja. Minden kút ezt a réteget termeli, a nagykanizsai, gelsei kutak és Galambok K-7 is (amely valóságban inkább a fentebbi deltasíkság nem pedig a deltafront-üledékeket tárta fel.)

A vízáramlás-szimuláció szerint a modell nyugati felén 150 mBf míg az ÉK-i saroknál kb. 98 mBf a nyomásszint.

A zalakarosi pannon kutak üzemi nyomásszintje 124-128 mBf közötti. A hévíz-termelés hatására kialakuló üzemi depresszió értéke kb. 5-8 méter.

Mindkét adat jól egyezik a tapasztalatokkal. (A MÁFI 2011 évi sokréteges modellénél az adatok kedvezőbbek, náluk a valóságnál nagyobb depresszió jött ki, de a vízáradó állapota azóta is javult valamelyest.)

A gyógyfürdő két kútja és a Hotel Karos Spa kútja összefügg, közös depressziós teret alakítanak ki, és kölcsönösen módosítják az egyes áramlási pályákon történő befogásokat. A Galamboki és a még távolabbi Nagykanizsai termelések hatásterülete már ebben a léptékben is elkülönült, illetve amennyiben esetleg van is némi közös regionális depressziós hatásuk, ennek a mértéke mindenképpen kisebb mint 0.2 méter.

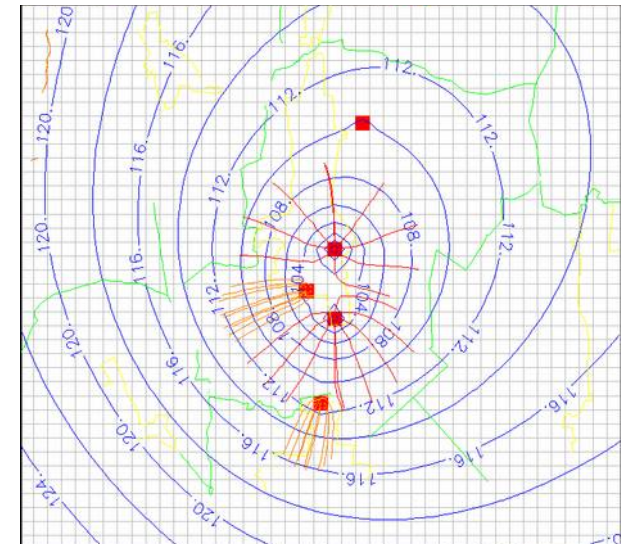
Regionális modellben kapott befogási pályák lefutása

A zalakarosi termelés hidrogeológiai hatása a modell szerint minimum 1 km, maximum 3 km távolságra kihat. A kutak utánpótlás elsősorban nyugatról történik, a víztermelés hatására kialakuló helyi depresszió miatt azonban északnyugat, és dél felől is történik hozzááramlás, a keleti utánpótlás korlátozottabb.

A regionális modellben cellasűrítést nem végeztünk, azaz a víztermelések is a reálisnál nagyobb felületen történnek, és a befogási pályák indulópontja is a kút 50 m sugarú környezete, de az 50 éves „Hidrogeológiai B” védőidom meghatározására is teljesen alkalmas.

Táblázat: Regionális modellben kapott 50 éves befogási pályák kiterjedése kerekítve:

Gránit gyógyfürdő kút:	Nyugat felé	Kelet felé	Észak felé	Dél felé
Északi telep ZK6/K-11 kút	530 m.	300 m.	400 m.	360 m.
Déli telep Zk9/K-14 kút	460	330	280	500 m.



Lokális sokrétegű vízáramlási modell

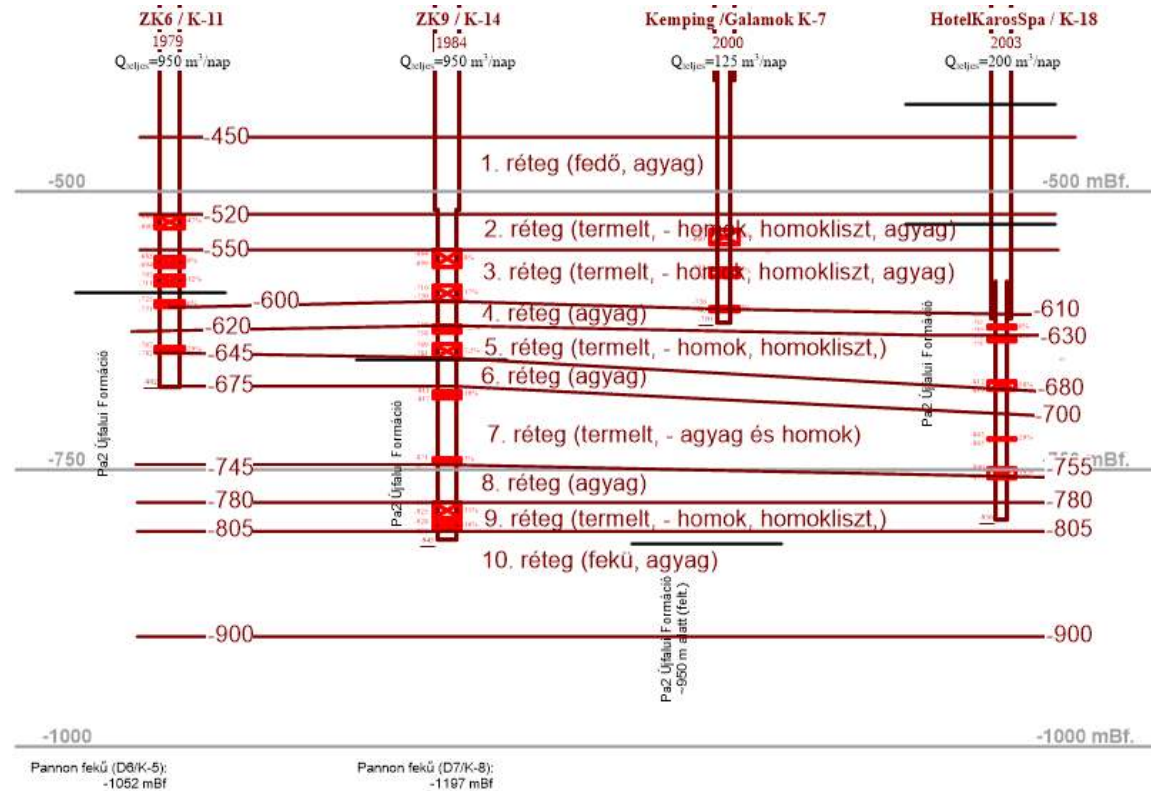
A lokális modell felállításával az volt a célunk, hogy a földtani adatoktól kevésbé függő, ugyanakkor a terület rétegzett, enyhén eltérő nyomású vízadóhoz és a szűrőzött mélységekhez igazoló modellt készítsünk, így az eddigiektől eltérő közelítést is alkalmazzunk. Ezáltal az pannon üledékes területeken gyakran alkalmazható, oldalirányban a modellhatárig terjedő vízadóból és vízzárókból álló, hidraulikusan összefüggő rétegzett hidrogeológiai rendszert vizsgáltunk. A kutak potenciális egymásrahatását tekintve ez a modell alapvetően a lehető legrosszabb esetet szimulálja. Ezt csak részben ellensúlyozza az, hogy az egyes rétegek termelését a kútgeofizikai mérésekkel megadott vízhozam-százalékok alapján adtuk meg.

A rétegek helyzetét itt csak a szűrőzött szakaszok alapján határoztuk meg, bár összehasonlításul a kimutatott formáció-határok mélységeit is jeleztük az Q ábrán. A rétegek magassága adott, a feküszint az L ábra felső-pannon feküfelszinnel is párhuzamos.

Az általunk lokálisnak nevezett modell területe is túlnyúlik a jelenlegi védőidomon, kiterjedése K-Ny irányban 12 km, É-D irányban pedig 9 km. Határai $498000 < EOY < 510000$ és $131.000 < EOY < 140000$ A 100x100 méteres alapfelbontás kiinduló hálózata 120 oszlopból és 90 sorból állt össze, amit a kutak környékén besűrítettünk.

Lokális modell felépítése és alapadatai

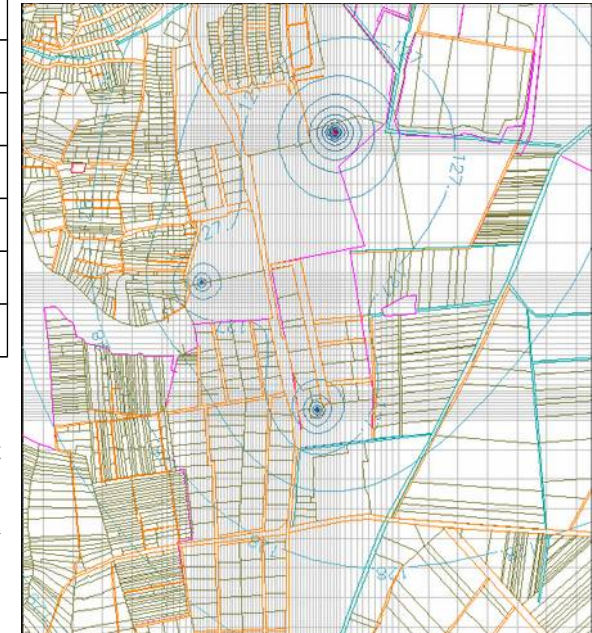
	Gránit Zk6 m ³ /nap	Gránit Zk9 m ³ /nap	Kemping K-7 m ³ /nap	Hotel K-18 m ³ /nap
	950 max	950 max	125 max	200 max
	700 átlag	590 átlag	60 átlag	180 átlag
1				
2	47% 446		62% 78	
3	24% 228	25% 237	38% 47	
4				
5	29% 262	15% 142		62% 124
6				
7		13% 124		38% 76
8				
9		47% 446		
10				



Lokális modellben kapott üzemi vízszintek a kutaknál

R ábra: Üzemi vízszintek eloszlása az 5. modellrétegben

kút	Termelt réteg	2	3	5	7	9
Zk6 K-11	üzemi szint	~ 121	~ 123 mBf	~ 122 mBf	-	-
	depresszió	~ 5 m.	~ 4 m.	~ 6 m.	-	-
	Termelés	-446 m ³ /nap	-228 m ³ /nap	-262 m ³ /nap	-	-
Zk9 K-14	üzemi szint	~127	~ 123 mBf	~ 125 mBf	~ 126 mBf	~ 121 mBf
	depresszió	-	~ 5 m.	~ 3 m.	~ 2,5 m.	~ 6 m.
	Termelés	-	-237 m ³ /nap	-142 m ³ /nap	-124 m ³ /nap	-446 m ³ /nap

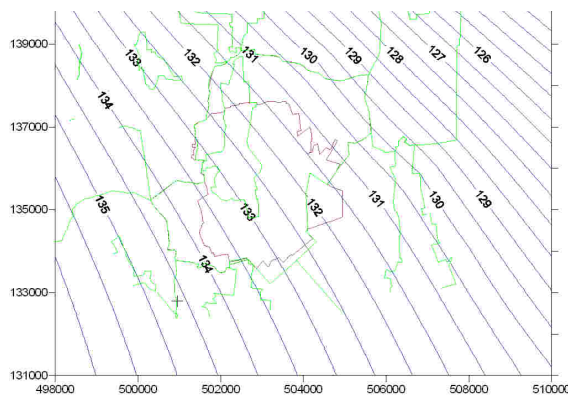


A lokális modell a hidrodinamikai mérés 1000 méteres távolhatását igazolta.

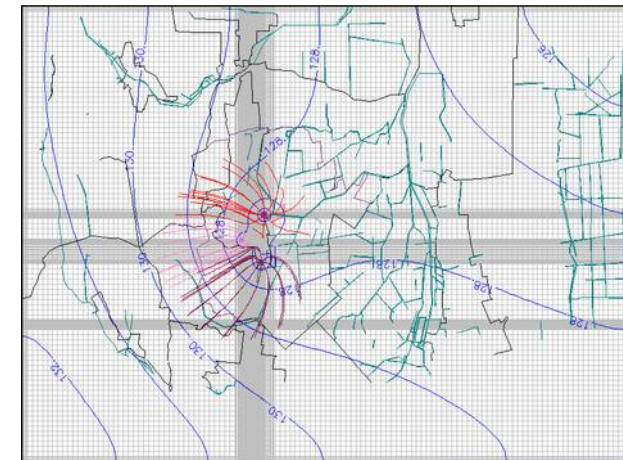
A kutak legerősebben az 5. modellrétegben hatnak egymásra, ennek a szintnek a feltételezett nyomáseloszlását jelenítettük meg a telektérképre vetítve az oldalsó R ábrán.

Mivel a regionális modell alapján felvett kiindulási vízszintek ebben a kivágatban alapvetően NyDNy felől történő áramlást jeleztek, a kutak befogási pályái is elsősorban DNy felé terjedtek ki, az analitikus számításoknál és a regionális modellnél aszimmetrikusabb eredményt hoztak ki.

Lokális modell kiindulási vízszintjei:



Lokális modell modellezett üzemi vízszintjei és befogási pályái az 5. modellrétegben



VI. Javasolt védőidomok kiterjedése

Belső védőidom

Mindkét víztermelési hely belső védőterülete rendezett, körbekerített üzemi terület. Ugyanezen telek már kijelölésre került belső védőidomként a hideg vizes kutaknál is (és egyben ez a gyógyvizes kutak belső védőidoma is). A közös belső védőidom a felszíntől az alaphegységig (2700 m-ig) terjed ki. A belső védőidom esetében tehát változásra nincs szükség.

„Külső” és „Hidrogeológiai A” védőidomok

A Gránit gyógyfürdő kútjainál külön „külső” és a „Hidrogeológiai A” védőidom kijelölésére nem került sor, és ezt jelenleg sem kéri az üzemeltető. Indoklás: A hidrodinamikai mérés szerint a Zk6 kútnál megadható „megkutattottsági sugár” 1025 m. sugarú, azaz ekkora területre kihat a víztermelés elsődleges nyomáshulláma. A vízrészecskék befogási zónája ennél kisebb, 200-500 méter sugarú területre terjed ki, azonban a mérési és modelladatok szerint szakmai alapon a két védőidom sem egymástól, sem a nagyobb terület védelmét biztosító 50 éves „Hidrogeológiai B” védőidomtól nem különíthető el.

Amennyiben szükségessé válik a gyógyfürdő pannon kútjainak belterületi telekhatárokhoz igazított fél éves (külső) és 5 éves „Hidrogeológiai A” védőidomának megadása, ezt a Hotel Kros SPA kútjának egyidejű azonos védőidomaival együtt kell kijelölni.

Külön intézkedésre emiatt nincs szükség, a két kút elkülönülő külső védőidomának a kijelölését 2018-ban sem javasoljuk, helyette egységes hidrogeológiai védőidom őrizendő meg (lásd alább).

Az 1996 évi kijelölés az akkori jogszabály szerint csak egységes hidrogeológiai védőidomról beszélt. A leírás alapján az akkor megadott területre a szigorúbb, kb. a mai „Hidrogeológiai A” védőidomnak megfelelő korlátozásokat érvényesítettek.

A termálkutak mélységi, védett rétegeket termelnek, a vízkorok 25.000 évnél idősebbek, azaz a védőidomoknak felszíni metszetük nincs.

„Hidrogeológiai B” védőidom

Az 1996 évi kijelölés az akkori jogszabály szerint csak egységes hidrogeológiai védőidomról beszélt. A leírás alapján az akkor megadott területre a szigorúbb, kb. a mai „Hidrogeológiai A” védőidomnak megfelelő korlátozásokat érvényesítettek.

A pannon termálkutak víztermelésének hosszú távon is hatékony védelmét ez esetben az 50 éves befogási terület biztosíthatja, ez magában foglalja a MÁFI és a GeoInform által megadott nyomáscsökkenési zónákat és az általunk modellezett befogási területeket is.

A pannon védőidom által érintett telkek térképe és a telekszámok listája a hatóságnak külön dokumentumként leadásra került a kijelölt védőidom megalapozásaként (Babér 2001 Bt 2003 évi tervdokumentációja). A 2003-ban javasolt pannon védőidom kiterjed Zalakáros bel- és külterületének nagy részére, keleten Zalakomár külterületének kis részét és, északnyugaton Zalamerenye három pár határos külterületi telkét foglalta magába.

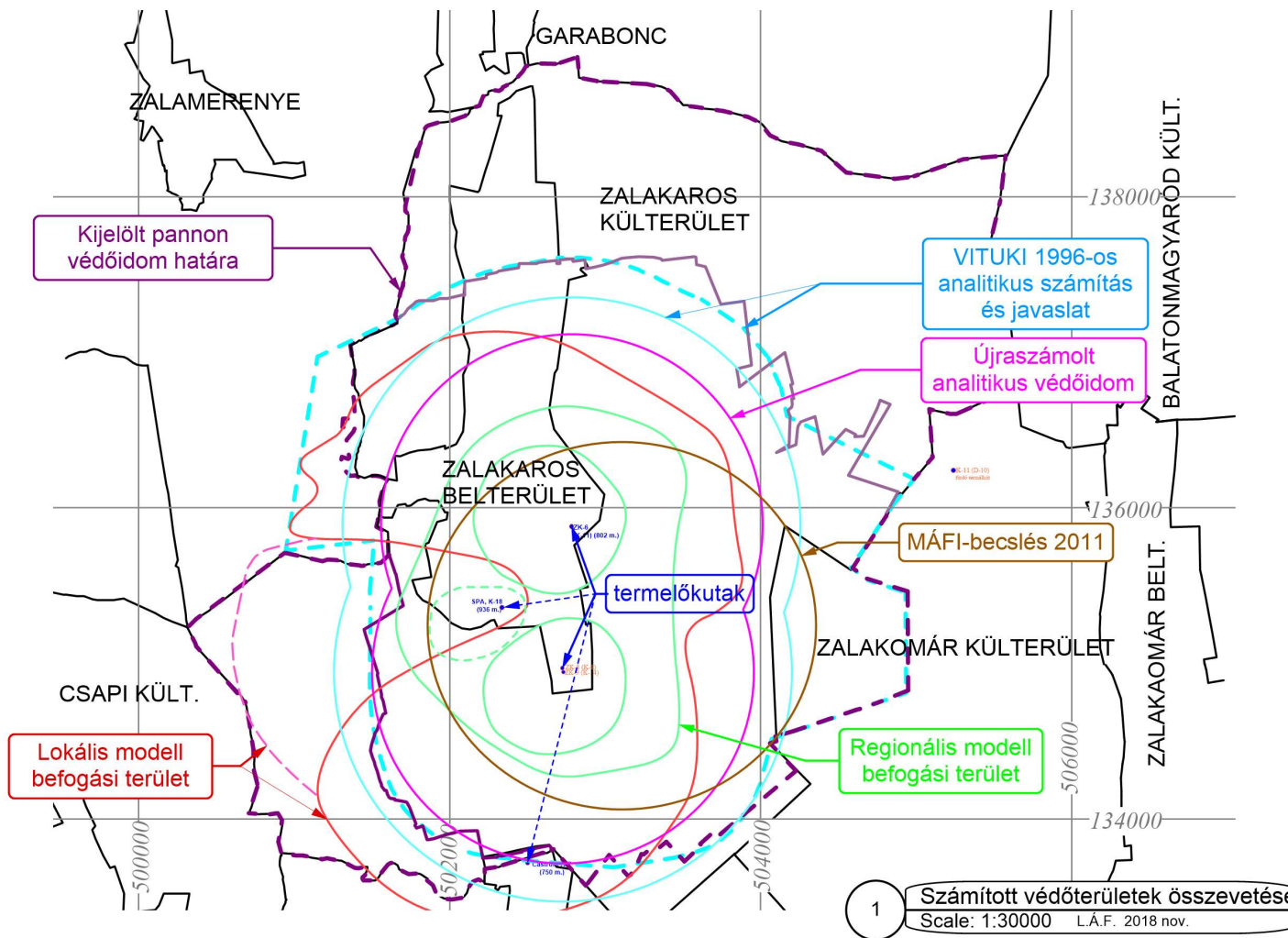
A Kiskomári-csatorna /165 számú hatósági védőidom-kijelölő határozat a védőidomot Zalakáros teljes bel-és külterületére kiterjesztette, ennek következtében a 2003-as telekkönyvi javaslatához képest északkelet és délnyugat felé is jelentősen megnövelte. A kutakat üzemeltető Gránit Gyógyfürdő Zrt. tulajdonosa Zalakáros városa, a saját közigazgatási terület teljes körű és egységes védelme az üzemeltető részéről indokolt, és a hatósági oldalról is érthető. A védőidom méretének megnövelését az időközben engedélyezett Hotel Karos Spa kútjának üzeme is indokolhatta, a DK-i kiterjesztés hatása ilyen értelemben mindenképp szerencsés volt..

2018 évi aktualizáló értékelésünk szerint a korábbi hidrogeológiai védőidom a kutak védelmét eddig is megfelelően biztosította.

A korábban kijelölt védőidom megnövelése nincs szükség, de csökkentése sem indokolt. (Adott esetben a védőidom mérete módosítható úgy hogy csak Zalakáros közigazgatási területére terjedjen ki, ez szükség esetén még elfogadható méretű csökkenést és egyszerűsítést jelentene.) Mivel a pannon védőidom mély felszín alatti korlátozásai a mezőgazdasági területhasználatot, és az esetleges öntözést sem befolyásolják, a területhasználat nem indokolja a korábbi biztonsági védőidom csökkentését, egyszerűbb annak megőrzése.

A fentiek alapján a 2006 évben kijelölt pannon biztonsági védőidom területi kijelölésnek megőrzését javasoljuk.

A felsőpannon termelések –400 és –800 mBf szintek közötti köztettestből történnek. A felszíni morfológia változékonysága következtében a teljes védőidom biztonságos védelmére a terepszinttől számítva 500 métertől egészen 1500 méterig terjedő mélységköz védelmét javasoljuk.



VII. Vízbázis biztonságban tartási terve

A termálvizes réteget egyedül termelőkutakkal hasznosítják, ennek megfelelően a védőidomot alapvetően csak új kutak létesítése fenyegeti. A felső-pannon rétegekben nem ismert se kitermelhető nyersanyag, se szennyeződés. A pannon rétegek földgáz-tartalma az eddigi mérések szerint igen alacsony, műrevaló telep feltárása új 3D szeizmikus mérések után se valószínű.

A védőidom- terv javaslata eredetileg a teljes területre a 460 mBf szint alá hatoló termálkút létesítésének tiltását javasolta. A Kiskomári-csatorna / 165 sz. 2006-os védőidom-kijelölő határozat szerint *„A tereptől 560-990 méteres mélységközben a védőidom-területen új termelőkút csak egyedi vizsgálat esetén kerülhet sor, amennyiben az új kútnak 10%-nál kisebb hatása van a meglévő termelésekre.”*

Ezt javasoljuk szigorítani, kiegészíteni az alábbiakkal: *Minden új pannon termálkút csak az üzemi vízszint alá beépített, percnkénti adatrögzítésre képes nyomásmérő műszerrel kell rendelkezzen, és létesítés utáni második év végéig csak monitoring célt szolgálhat. A terepi monitoring adatok és a alapján a védőidom figyelembevételével kell a kútból kitermelhető maximális hozamot meghatározni.*

A pannon termelőkutak mellett monitoring kút nincs. - Egy új kút létesítése esetén ez a helyzet legalább időlegesen megváltozik, és számszerű monitoring idősor alapján pontosítható a védőidom a következő felülvizsgálatakor.

A termelt Újfalui formáció teljesebb körű védelme érdekében a továbbiakban a védőidom határokat a tereptől számított 500 – 1500 méter közötti mélységközre javasoljuk kiterjeszteni.

A kutak hosszabb távú megőrzése érdekében szükséges üzemeltetői feladatok:

- Kútvizsgálat, és mélységi nyomásmérés legalább háromévente
- Gázminta-vétel a kútfejnél és a gáztalanító után is kétévente
- Részletes vízkémiai mérés elvégzése minimum kétévente,
- C¹⁴ izotópos vízkor-meghatározás legalább minden védőidom-felülvizsgálat alkalmával
- Üzemi napló, víztermelési adatok és OSAP adatlapok, ellenőrző kémiai és bakteriológiai mérések előírtas vezetése, adatrögzítése

A következő tíz évre javasolt műszaki fejlesztések:

- Gépészeti adatrögzítő automatika fejlesztése, a teljes üzemi adatsor archiválási lehetőségének megteremtése
- Folyamatos üzemi vízszint-rögzítés kiépítése, a termelőcső mellé beépített nyomásmérő műszer segítségével (pl. Dataqua)

VIII. Összefoglalás

A zalakárosi Gránit gyógyfürdő két darab, felső-pannon homokos rétegeket megcsapoló kúttal rendelkezik. A kutak 1979-ben illetve 1984-ben létesültek, 802 ill. 945 m mélységűek, enyhén gázos termálvizes termelnek. A kutak vízminősége és műszaki állapota is jelenleg is kitűnő, termelésre hosszú távon is alkalmasak, védelmük mindenképp indokolt.

A Zk6/K-11 és Zk9/K-14 kutak hidrogeológiai jellemzésére és védőidom-számítását legutóbb 1996-ban végezte el a VITUKI Hidrológiai intézete. A pannon kutak biztonsági védőidomát 2006-ban jelölte ki a *Nyugat-Dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség* Kiskomáromi csatorna 165. vízikönyvi számú határozatában.

Jelen dokumentáció egységesen értékeli és rögzíti a kutak jelenlegi állapotát, összefoglalja az érintett vízáadó rétegről rendelkezésre álló ismereteket, és ezek alapján aktualizálja a korábbi védőidom-kijelölést.

A vízkivétel a *p.t.3.1* jelű, „*dél-dunántúli porózus termálvíz*” megnevezésű víztestből történik, amelynek az állapota mind mennyiségi, mind pedig a minőségi szempontból jó. A termelt réteg az felső-pannon deltaüledékekből álló Újfalui formáció. A réteg elhelyezkedése alapján a védőidom magassági lehatárolását pontosítottuk, a továbbiakban a tereptől számított 500 – 1500 méteres mélységköz védelmét javasoljuk.

Az adott, sok kutat együtt védő belső védőidomok mellett egységes „Hidrogeológiai B” védőidom került kijelölésre. A hatóság által kijelölt védőidom Zalakáros teljes közigazgatási területére kiterjed, ezen kívül Zalamerenye és Zalakomár településeknek csak pár pár szomszédos külterületi telkét tartalmazza.

A védőidom újraszámítására négy különböző számítást is végeztünk. A számításokban az érvényes vízjogi engedély szerinti maximális, kutanként 950 m³/nap folyamatos termelést tételeztünk fel, ami a valós termelésénél nagyobb. A környező hasonló víztermelések adatait szintén figyelembe vettük. Az eredmények alapján a kijelölt védőidom-terület a kutak védelmét a továbbiakban is képes biztosítani, növelése nem indokolt.

A kijelölt védőidom következő 10 évre történő megújítását javasoljuk.