

SZENT ISTVÁN EGYETEM
YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR

SZAKDOLGOZAT

Erdősi Zoltán

2015



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD, Eur Ing
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
ÉPÍTŐMÉRNÖKI INTÉZET
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.: +36-1-252-1270
e-mail: epitomemoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS 2014

Erdősi Zoltán

Levelező Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:	Geotermikus energia felhasználása Magyarországon
Belső konzulens:	Dr. Molnár Ildikó adjunktus
Külső konzulens:	Soltész András okl. gépészmérnök, Multi Ipari, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. ügyvezetője

A szakdolgozat beadási határideje: 2015. január 16., péntek 12⁰⁰

Budapest, 2015. január 12.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató

Szent István Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnök szak, Települési szakirány

Geotermikus energia felhasználása Magyarországon

Készítette: Erdősi Zoltán

Konzulens:

Dr. Molnár Ildikó PhD adjunktus

**Soltész András okl. gépészmérnök, Multi Ipari, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft
ügyvezetője**

Budapest, 2015.

Tartalomjegyzék

1. Bevezető	- 2 -
2. Geotermikus energia hasznosítása világviszonylatban	- 4 -
3. Magyarország geotermikus adottságai	- 10 -
3.1. Geotermikus energia hasznosítása Magyarországon.....	- 14 -
4. Geotermikus energiahasznosítás hazai szabályozása	- 24 -
4.1 Bányászat.....	- 24 -
4.2 Vízgazdálkodás.....	- 26 -
5. Jelenleg megvalósult távfűtési rendszerek Magyarországon geotermikus energia felhasználásával.....	- 29 -
5.1 Szolnoki Máv Kórház és Rendelőintézet geotermikus energia ellátása, termelő és visszasajtoló hévízkutakkal	- 29 -
5.1.1. Földrajzi elhelyezkedés	- 29 -
5.1.2 Földtani, vízföldtani viszonyok.....	- 30 -
5.1.3 Tervezett létesítmények.....	- 32 -
5.1.4 Kivitelezési költségek.....	- 40 -
5.2 Miskolci geotermikus távfűtési rendszer.....	- 41 -
5.2.1 A projekt bemutatása.....	- 41 -
5.3 Berekfürdő villamos energia előállítása geotermikus forrásból.....	- 45 -
5.3.1 Technológiai fejlesztés bemutatása	- 45 -
6 Geotermikus energia hasznosítása Magyarországon a jövőben.....	- 47 -
6.1 Szentlőrinci Távhőszolgáltatás geotermikus energiával	- 47 -
6.1.2 Projekt bemutatása.....	- 47 -
6.2 Gödöllői távfűtés geotermikus energiával	- 48 -
6.2.1 Távfűtési rendszer bemutatása	- 48 -
7. Összegzés	- 50 -
8. Felhasznált irodalom	- 53 -
9. Melléklet.....	- 54 -

1. Bevezető

A címben megjelölt tanulmány a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Építőmérnöki Intézet Infrastruktúramérnöki Szakcsoport (1074 Budapest, Thököly u. 74.) megbízása alapján készült.

A fenntartható fejlődés igénye, a fosszilis energiahordozók véges készletei olyan új energiaforrások felhasználását teszik szükségessé, amelyek történelmileg belátható időn belül nem merülnek ki, s szakadatlanul megújulnak. Ezek közé tartozik a geotermikus energia is, amely ugyancsak részben megújuló energiafajta, de óriási készletei évezredekre elegendőek. Kitermelésének módszerei, eszközei az olajiparban kidolgozottak, az olajkészletek fogyása a geotermikus energiatermelésre predesztinálja a szakmát. A geotermikus energiatermelés lehetőségeihez képest még csak az ígéretes jövő küszöbén áll

Az éghajlatváltozásról szóló nemzetközi tárgyalásokon az Európai Unió elkötelezte magát amellyel, hogy üvegházhatású gáz kibocsátását 2020-ra 20%-kal, 2050-re pedig 85-95%-kal csökkenteni fogja az 1990-es évekhez képest. Az erőfeszítések nagy részét az energiaszektorban kell felvállalnia. Amennyiben Európának sikerül 2020-ig elérnie a megújuló energiaforrásokat és az energiahatékonyságra vonatkozó célkitűzését, akkor képes lesz a jelenlegi 20%-os kibocsátás-csökkentési célértéket is túlteljesíteni.

A geotermikus energia megújuló energiának (RES - Renewable Energy Source) tekinthető, mivel a Föld belsejéből sugárzó hő gyakorlatilag korlátlan. Ahol azonban évmilliók alatt akkumulálódott egy-egy jól lokalizálható mélységi területen, ott számolni kell a veszéllyel, hogy a hő utánpótlás sebessége jóval lassabb a kitermelésnél, tehát véges a rátelepített erőmű élettartama. [1]

A geotermikus forrásból nyert energia a kitermelés megkezdésétől megbízhatóan rendelkezésre áll. A Föld hőenergiája földrajzilag nagyon elszórtan, kis koncentrációban és nagy mélységben jelentkezik, viszont kimeríthetetlen és bőséges energiaforrás. Felhasználása olyan területekre korlátozódik, ahol a földtani viszonyok lehetővé teszik egy hordozóanyag például a víz mint folyékony vagy gőz halmazállapotban a hő kinyerését mélyen fekvő magas hőmérsékletű kőzetből. A felszínre juttatva

kihasználható a geotermikus energiaforrás. A geotermikus energia felhasználásánál a legfontosabb tényező a geotermikus folyadékok hőmérséklete, amely meghatározza a fűtési célra alkalmazható berendezések típusát. A legalkalmasabb felhasználási területek azok ahol a geotermikus gradiens nagyobb az átlagosnál. Geotermikus gradiens a Föld magva felé haladva a hőmérséklet folyamatos emelkedésének átlaga.

Magyarország a Kárpát-medencebeli elhelyezkedésének következtében nagyon kedvező geotermikus adottságokkal rendelkezik. A geotermikus gradiens értéke 1,5-szer nagyobb a világtátlagnál $5\text{ °C}/100\text{m}$ a világtátlag $3\text{ °C}/100\text{ m}$. A geotermikus rendszer fő elemei: hőforrás, víztározó, hőhordozó folyadék, újratöltő medence és egy áthatolhatatlan közetréteg, mely a vízzáróságot biztosítja. A hőforrás lehet kis mélységben (5-10 km) feltörő, magas hőmérsékletű ($>600\text{ °C}$) magmatikus beáramlás, vagy alacsony hőmérsékletű rendszereknél a Föld normális hőmérséklete, amely a fentiek értelmében növekszik a mélységgel.

A szakdolgozatomban részletesen bemutatom egy alacsony hőmérsékletű geotermikus energia felhasználásával működő fűtési rendszer megvalósulását, amit napjainkban kiviteleztek a Szolnoki MÁV Kórház és Rendelőintézetben (5000 Szolnok, Versegly u. 6-8). A kórház fűtési energia igényének egy részét geotermikus energiával biztosítják. Ehhez egy termelő és egy visszasajtoló hévízkutat létesítettek.

2. Geotermikus energia hasznosítása világviszonylatban

A geotermikus energia hasznosítása a huszadik század első felében kezdődött. 1904-ben Larderellóban létesült a világ első geotermikus gőzre telepített turbógenerátora, amely 1911-re villamos erőművé bővült. 1926-ban indult Reykjavík hévíz-bázisú távfűtő rendszerének kiépítése. Az 1950 és 1990 évek között rohamos fejlődés figyelhető meg, ellenben a 90'-es években az olcsó olajár egy évtizedes megtorpanást következett. Azóta újra a gyors fejlődés szakaszában vagyunk mind az elektromos energia termelés, mind a közvetlen hőhasznosítás területén. Az elektromos erőművek beépített kapacitása 2010 nyarán meghaladta a 10.000 MW-ot 27 országban.

Geológiai sajátosságokkal bír Új-Zéland, Izland, USA és Japán egyes területei, Olaszország, ahol a földfelszínhez közelebb is már kellően magas a kőzet hőmérséklete és a talajvízből gőz fejlődik.

A földnek azokon a területein, ahol nem stabil a kéreg jelentős tektonikai tevékenység zajlik a tektonikai lemezek határán, például Izland környéke, ahol előfordulnak vulkán kitörések. Itt a felfelé irányuló hőáram különösen erős. Amennyiben a magas hőmérséklet és a kőzetek jó áteresztő képessége együtt fordul elő akkor a pórusokban felmelegedő víz gyakran gejzír formájában tör ki. A neovulkanikus területeken kutak segítségével felszínre hozott vízkészlet rendkívül magas hőmérséklete (150-250 °C) alkalmas turbinák meghajtására, ezen keresztül elektromos áram termelésére. Ezeken a helyeken a geotermikus energiával fejlesztett gőz erőműben áramtermelésre is hasznosítható nem csak távfűtésre. Általános geotermikus viszonyok esetén a lelőhely több ezer méterre van a felszíntől. A közeg szállítása veszteségekkel jár. A szállításból eredő veszteségek csökkentése érdekében a geotermikus energia lelőhelyéhez viszonylag közelre létesítik a hevítő berendezéseket.



1. ábra Működő geotermikus erőművek a világon
 Forrás: <http://www.sija.hu>

Izland a gleccserek, gejzírek, melegvízű források, aktív vulkánok, lávával borított területek országa. Éppen ezért a fentiek magyarázatával igen magas a közet hőmérséklete a földfelszínhez közel. Izland 1928-ban kezdte meg hőforrásainak kihasználását fűtési célra, a fűtés közel 90%-át geotermikus energiával oldják meg. Ez azért is figyelemreméltó, mert Izlandon szinte egész évben fűteni kell. A termelt villamos energiának közel 30%-át hét izlandi geotermikus erőműben állítják elő. A Hveragerdi távfűtési rendszer az 1500 fős települést látja el hőenergiával. Primer közegként a kútból nyert 140-145 °C-os 3,5 bar forró vízzel hőcserélőn keresztül használati meleg vizet és 80 °C-os fűtővizet állítanak elő és csak az épületekbe belépő fűtési meleg víz mennyiségét mérik, a hőmérsékletét nem. Egy tonna meleg víz 11m³ évi fűtési energiáját biztosítja, ami jelenleg 1 dollárba kerül. Izlandon 740.000 m² útfelületet fűtenek a jégmentesítés céljából. Izlandon a geotermikus energiát különböző módon hasznosítják, különböző hőmérsékletű fluidumok esetén attól függően, hogy milyen primer fűtőközeg áll rendelkezésre (2. ábra). A termálvízzel központosított hőellátás megoldható.



2. ábra Térfűtés építés közben Reykjavikban

Forrás: Magyar Épületgépészet, LVII. évfolyam, 2008/10. szám

Amikor a termálvíz fizikai és kémiai tulajdonságai kedvezőek és nem hajlamos üledékképződésre, korróziós hatást nem fejt ki a csővezetékben, akkor közvetlenül termálvíz áramlik a hőleadókban.

Amikor a termálvíz fizikai és kémiai tulajdonságai kedvezőtlenek, ilyenkor a hő hasznosításban primer közeg szerepel és a hő hőcserélőn keresztül közvetetten juttatjuk a fogyasztóhoz.

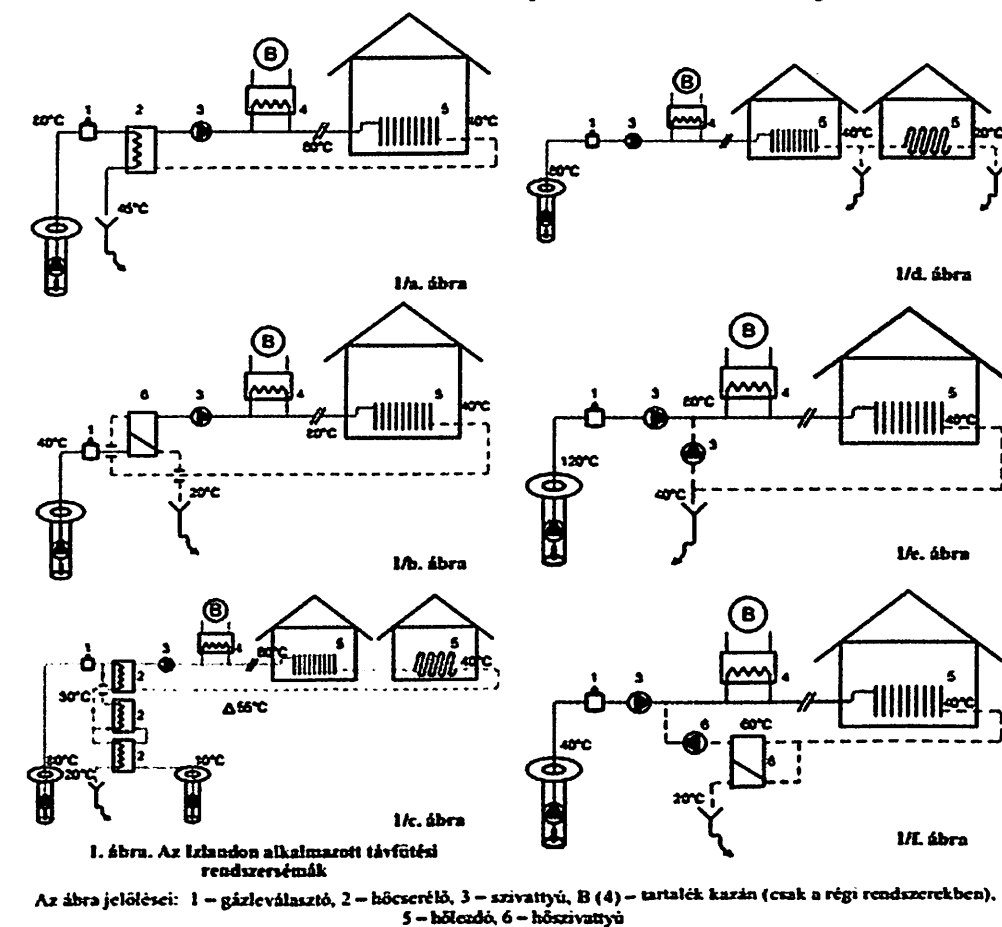
A geotermikus rendszer a termálvíz termálkútból való kitermelése és hasznosítási rendszer kapcsolata alapján lehet:

- *Nyitott*, amikor a termálvíz a termelő kútból hasznosítás után közvetlenül a víztárolóba, vagy a csatornába kerül. A termálvizet vagy a túlnyomása vagy szivattyú juttatja a fogyasztóhoz, majd lehűtve a befogadó víztározóba kerül.
- *Zárt*, amikor a felhasznált termálvizet visszatápláló furaton visszasajtolják az eredeti vízholdó rétegekbe.

Amikor a termálvíz 75 °C-nál magasabb hőmérsékletű mint a primer hőhordozó közeg a gáztalanító után hőcserélőn keresztül vezetik a hőenergiát épületek fűtésére, ezt láthatjuk (3.ábra (1/a ábra)). A vázlat szerint szekunder oldalon 80/40 °C-os közeggel tervezik a rendszert. A valóságban a szekunder előremenő víz hőmérséklete néhány fokkal mindig kisebb lesz, mint a primer előremenő.

A 3. ábra 1/c ábrája az előzőektől annyiban tér el, hogy 10 °C használati hidegvizet előfűtik a fűtési rendszerből kilépő lehűlt vízzel, majd közvetlen megtáplálású utófűtő hőcserélőben a kívánt 55 °C hőmérsékletűre felmelegítik. Törekedve arra, hogy a

termálvíz hőmérsékletét maximálisan kihasználják. Abban az esetben, amikor a termálvíz 30-50°C hőmérsékletű csak hőszivattyú segítségével lehet hőtartalmát HMV termelő és nagyobb hőmérsékletű fűtési rendszereknél hasznosítani (3. ábra (1/b ábra)). A 3. ábra 1/d ábrája azt a megoldást szemlélteti, amikor a termálvíz 100 °C-nál kisebb hőmérsékletű és minősége megfelel azoknak a követelményeknek, hogy közvetlenül a hőleadókba lehessen belevezetni, majd a lehűlt vizet a csatornába. Reykjavíkban több ilyen rendszer épült, mivel a hőenergia olcsó és a víz minősége kiváló. Ha a víz hőmérséklete 100 °C-nál nagyobb a lehűlt vízből visszakevernek az előremenő fűtővízbe, így egy kisebb hőmérsékletű kevert víz kerül a radiátorokba (3. ábra 1/c ábrája).



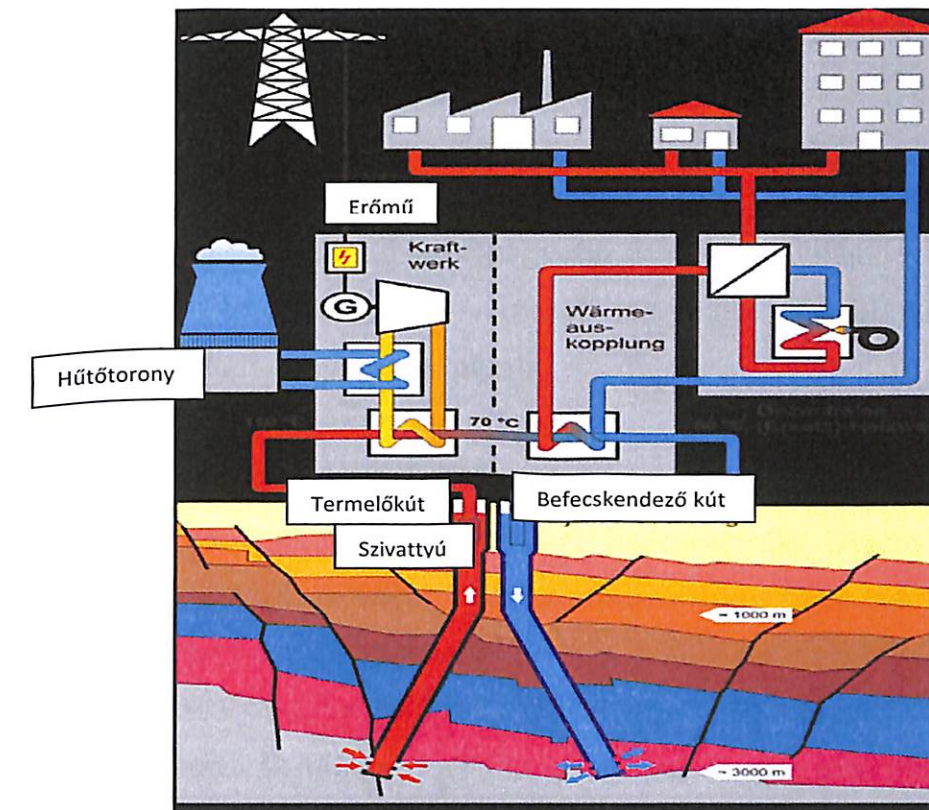
3. ábra Geotermikus fűtési rendszerek vázlata
Forrás: Magyar Épületgépészet, LVII. évfolyam, 2008/10. szám

Simbach és Braunau körzetében a bajor-osztrák együttműködéssel a regionális energiaellátást geotermikus szondával nyert energiával oldották meg. Két kútat fúrtak, az egyik 1848 m a másik kút ferde furatú 3203 m mély. A függőleges vetülete 1942 m, a hajlásszöge 67°. A kútfejen mért üzemi nyomás 5 bar. Az első kút vízszállítása 80 l/s,

a feltörő termálvíz hőmérséklete 76 °C. A második kút 1 bar nyomásváltozás hatására másodpercenként 26,5 liter vizet szállít, a hőmérséklete 81 °C. A két ország közötti megállapodás értelmében a második kút vízhozamát 74 literre növelték másodpercenként. Egy 210 m mélyre süllyesztett 130 kW teljesítményű búvárszivattyú segítségével. A fúrások beruházási költsége 4.350 EUR, együttes teljesítményük 14 MW. Simbach-Braunau távhőellátó rendszere 30 km hosszúságú és a rákapcsolt készülékek összes teljesítménye több mint 30 MW, a fogyasztók száma 500 db. A geotermikus energia ebben a fűtőrendszerben maximum 6,5 MW, melyhez 74 liter közeg áramlása tartozik. Kiegészítő energiaforrást fosszilis energiával, földgázzal biztosítják.

Ausztriában található Altheim településen 2146 m mélységről 46 liter 108 °C-os vizet hoznak fel a felszínre. A búvárszivattyú 290 m mélységben 350 kW-os energia felvételével működik. Ausztriában itt működtetik a geotermikus energiára épített legnagyobb távhőrendszert. A kút termikus teljesítménye 650 fogyasztási hellyel több mint 10 MW. A 90-es évek végéig nem szivattyúzták vissza a lehűtött termálvizet, ezért csökkent a kitermelő kutak nyomása, ezért újabb furatot kiviteleztek. Napjainkban már visszasajtolják a lehűtött termálvizet. Atheimben a kitermelt, viszonylag nagy hőmérsékletű termálvíz lehetőséget ad olyan erőművi egység működtetésére, amely szerves munkaközegre épített körfolyamatot alkalmaz.

A felszín alatti magas hőmérsékletű területekig lefúrt mesterséges kutakba vizet pumpálnak. Ha a víz felmelegedett, kiszivattyúzzák. A felszínre hozva a meleg víz lakóházak fűtésére, illetve ha elég forró, gőzturbinák meghajtására és így elektromos energia termelésre is használható



4. ábra Geotermikus erőmű egyszerűsített folyamatábrája
forrás: ESGeothermalenergy Mappingreport Hungary

A geotermikus energia felhasználásával történő elektromos energia termelés előnyei és hátrányai:

Előnyök

- A geotermikus energia használata során nem keletkeznek szennyező égéstermékek, káros anyagok (ha csak nem számítjuk ide a magas sótartalmú lehűtött vizet, amelyet vissza kell juttatni a mély rétegekbe).
- A geotermikus erőművek üzemeltetési költsége igen alacsony.

Hátrányok

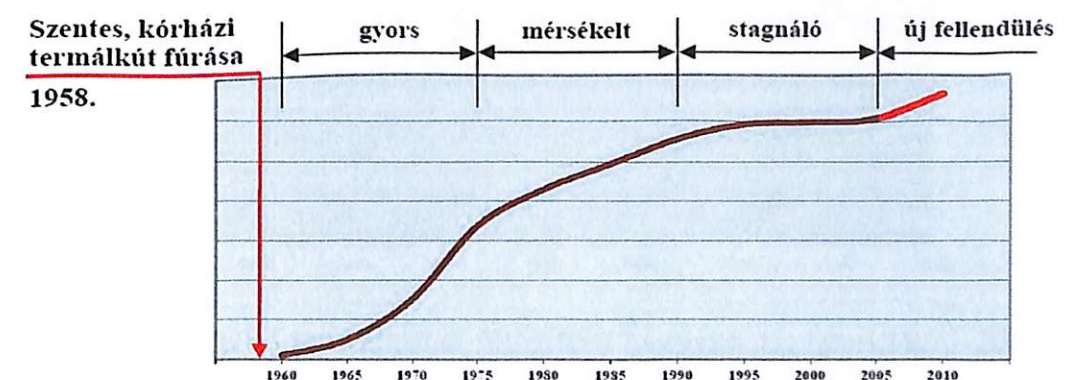
- Nem könnyű geotermikus erőművek létesítésére alkalmas helyszínt találni.
- Telepítésük költségigényes.
- A nem kellő gonddal üzemeltetett kutak kimerülhetnek, és sok esetben csak évtizedek múltán válnak újra használhatóvá.
- A kutakból szennyező, ártalmas gázok és különböző ásványi anyagok is a felszínre kerülhetnek, amelyek közömbösítése gyakran problémát okoz. [3]

3. Magyarország geotermikus adottságai

Magyarország geotermikus adottságai kiemelkedőek az európai átlaghoz képest a geotermikus gradiens értéke 1,5-szer nagyobb $50\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$, világviszonylatban $30^{\circ}\text{C}/\text{km}$, hazánkban a 30°C -nál magasabb vizeket nevezzük termálvíznek. Magyarország területének 70%-a alatt található termálvíz.

A magyarok – nemzetközi megítélés szerint (McFarland, 2002) – élen jártak abban, hogy ne csak a forrásokon kilépő vizeket hasznosítsák, hanem azokat mélyfúrású kutakkal felszínre hozzák. Közülük is Zsigmondy Vilmos neve emelhető ki, aki 1868 és 1878 között mélyítette városligeti kútját, amely 970 m mélységből $74\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os termálvizet szolgáltat kialakítása óta. Az 1900-as évek elejére a termálvizet termelő kutak fúrása általános gyakorlattá vált világszerte. Ekkor a japánok már üvegházakban használták a melegvizek hőjét. A század 20-as, 30-as éveiben Budapesten is épületeket fűtöttek az artézi kutakkal feltárt melegvízzel a Szent István Parkban, a Szabolcs utcai Kórházban és az Állatkertben.

A magyar termálvíz-hasznosítás fejlődése

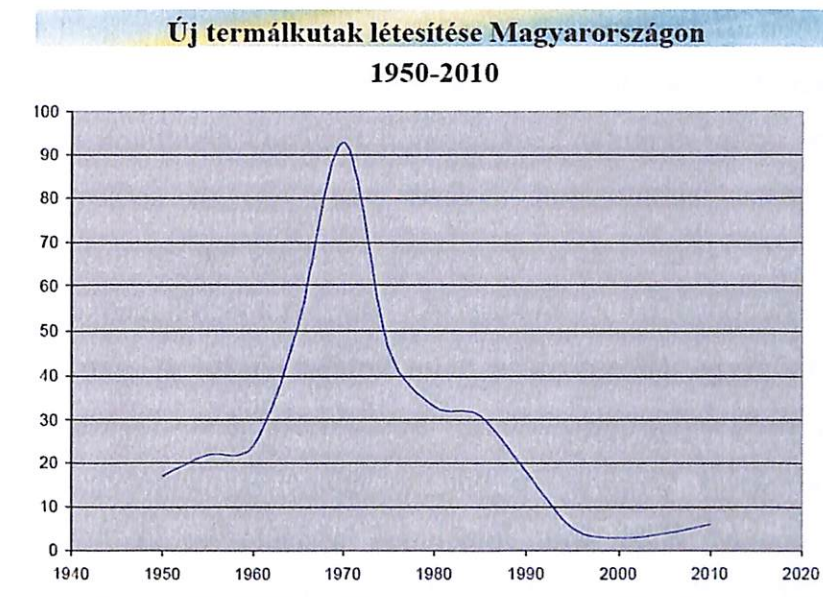


5. ábra Magyar termálvíz- hasznosítás fejlődése
forrás: Magyar Geotermális Egyesület (MGtE)

A geotermikus hőhasznosítás Magyarországon 1957-1958-ban vett újabb lendületet a szegedi termelő szövetkezetek és a Szentesi Kórház részére létesített hévízkutak fúrásával. Intenzív fejlődési fázist jelentett az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság kezdeményezésére 1963-tól a 80-as évek közepéig tartó időszak az államilag támogatott hévízkút-fúrásokkal és a medő szénhidrogén-

kutató fúrások hasznosításával. A geotermikus energiában rejlő magyarországi lehetőségek felülvizsgálata jelenleg ismét időszerű.

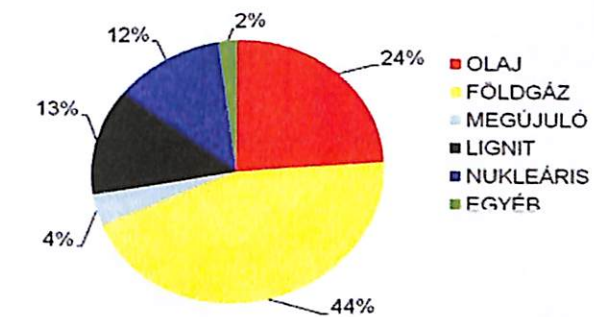
Az Európai Unió klíma és energiapolitikai kívánalmai a megújuló energiák 20%-os részesedése a teljes energiahasznosításban, az üvegház gázok emissziójának 20%-os csökkentése és 20%-os energiatakarékosság 2020-ig – megkívánják, hogy felülvizsgáljuk a geotermikus energiában rejlő "tartalékainkat". Hátrányból indulunk, ugyanis míg az Európai Unió tagországaiban a megújuló energiák részarányának átlaga 6,2%, addig nálunk mindössze 3,7% (2004), ez utóbbi érték 4,7%-ra nőtt 2006-ra (Energiaközpont Kht.) A geotermikus energia energiamérlegben való aránya Magyarországon 0,29% (Árpási, 2005), az unióban 5,5%, szintén a 2005-ös adatok alapján.



6. ábra Új termálkutak létesítése Magyarországon 1950-2010
forrás: Magyar Geotermális Egyesület (MGtE)

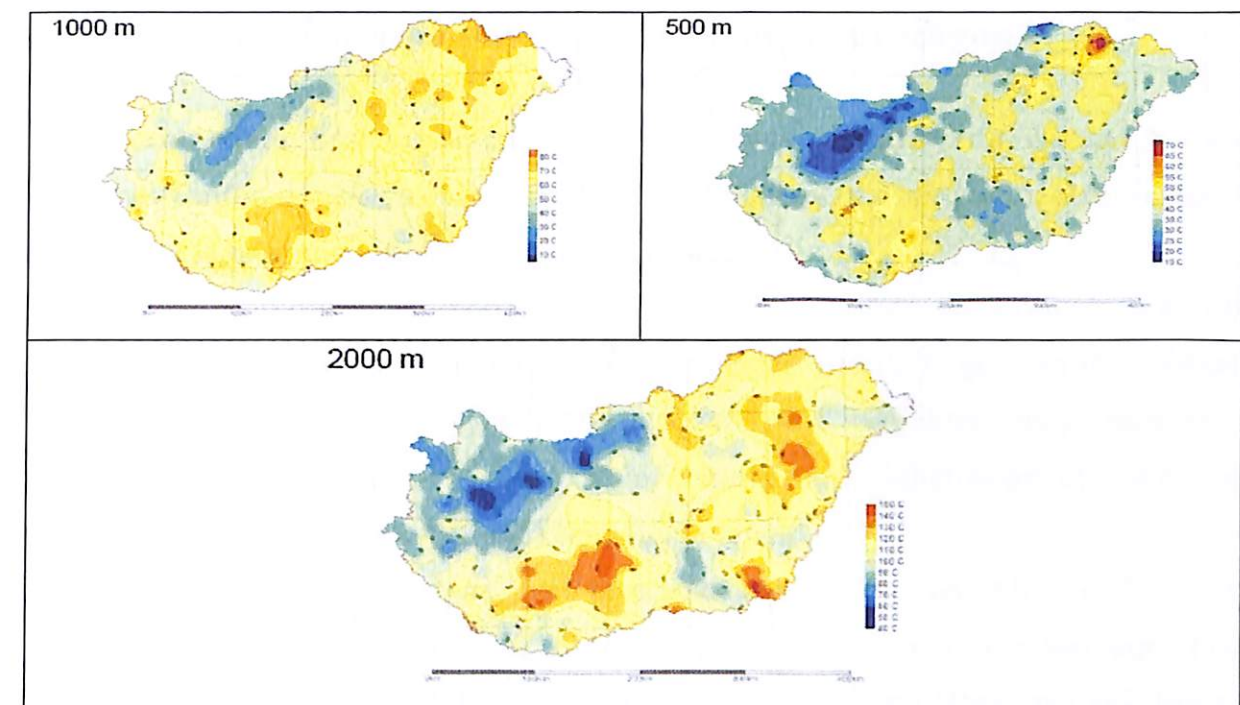
Az elmúlt évek pangása után megélénkülés tapasztalható a hazai geotermikus fejlesztésekben. Az olajipar elkötelezte magát az első geotermikus energiából 14 villamos energiát termelő kísérleti erőmű megépítésére, és a magántőke is érdeklődést mutat az önkormányzatokkal együttműködve villamos erőművek és városi távfűtő rendszerek létesítésére. A kis mélységű hőszivattyús hőcserélő kutakra alapozott egyedi fűtési rendszerek is túlléptek a családi házak méretein és az ipari hőfogyasztás felé is

nyitnak. A hazánkban rejlő adottságok nincsenek kihasználva az energiafelhasználásban.



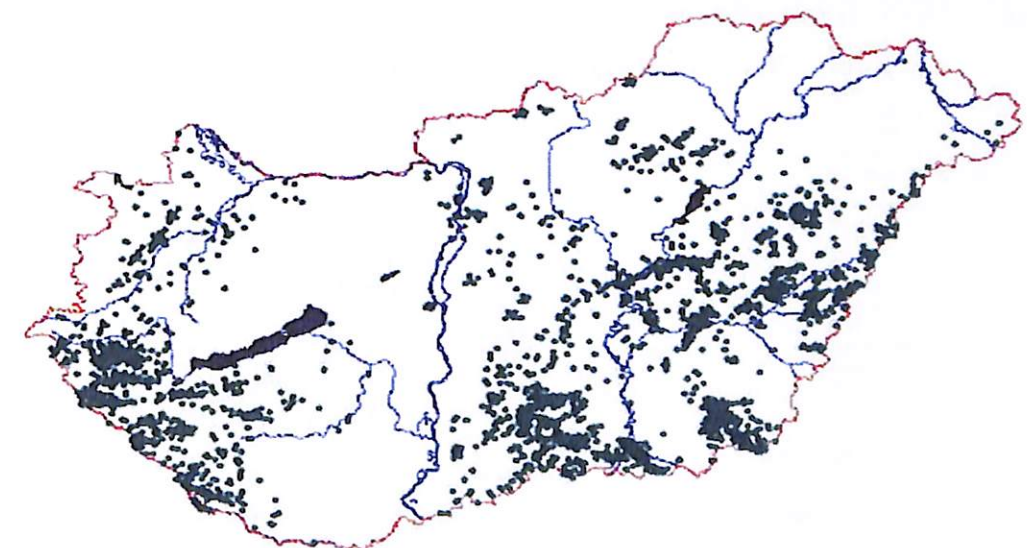
7. ábra Hazánk energiafelhasználása
forrás: Aquaprofit Zrt

A geotermikus energia hasznosítása szempontjából a kedvező felszín alatti magas hőmérsékletet a megemelkedett hőáram okozza. A felszín alatti hőmérsékletet 500 m, 1000 m és 2000 m mélységben rendre a 8. ábra mutatja. A hőmérséklet térképek készítése során az adatbázis korrigált hőmérsékletértékeinek adott mélységbe történő extrapolálását követően az így nyert értékek horizontális extrapolációja standard térképszerkesztő programmal készült (Dövényi és mtsai, 2001). Az 500 m, 1000 m és 2000 m mélységre vonatkozó térképek: 3241, 2478 és 1536 hőmérséklet adat alapján lettek megszerkesztve. A ritkuló adatok miatt az izotermák egyre simábbak lesznek a mélység növekedésével. A hőmérsékletre mindhárom mélységben jellemző, hogy a Dunántúli-középhegységben a legalacsonyabb a karsztvíz leáramlás következtében. Szintén alacsony a hőmérséklet a Kisalföld alatt és a Makói-árokban. 500 m mélységben a hideg területek kivételével az átlaghőmérséklet 35-40 °C. Az ennél magasabb hőmérsékletet, 45-70 °C a vízáramlás fűtő hatása okozza, amely a felső 500 m-ben érvényesül a legjobban. Nagyobb mélységben a víz hőmérséklete egyre kevésbé különbözik a tágabb környezet hőmérsékletétől, így az áramlás által okozott hőmérséklet anomália megszűnik. 1000 m és 2000 m mélységben a hőmérséklet a térképek általános jellemzésénél leírt regionális hatásokat tükrözi. 1000 m mélységben az átlaghőmérséklet 55-65 °C. A melegebb területeken, a Mecsekben és környékén, a Battonyai-háton és az Alföld ÉK-i részén a hőmérséklet 70 °C felett van. 2000 m mélységben az átlaghőmérséklet 110-120 °C, míg a fent felsorolt melegebb területeken a hőmérséklet eléri a 130-140 °C-ot. A mélységgel és az adatok számának csökkenésével a térképek megbízhatósága csökken.



8. ábra: A hőmérséklet eloszlása különböző mélységekben (Dövényi és mtsai, 2001 után)
forrás: miskolci-geotermia.hu

Hazánkban a geotermikus energia felhasználásánál figyelembe vehető a nagyszámú szénhidrogén-kutató fúrás újrahasznosításának lehetősége ezzel csökkenthető lenne a projektek bekerülési költsége, ezáltal a megtérülési idő is csökkenne.



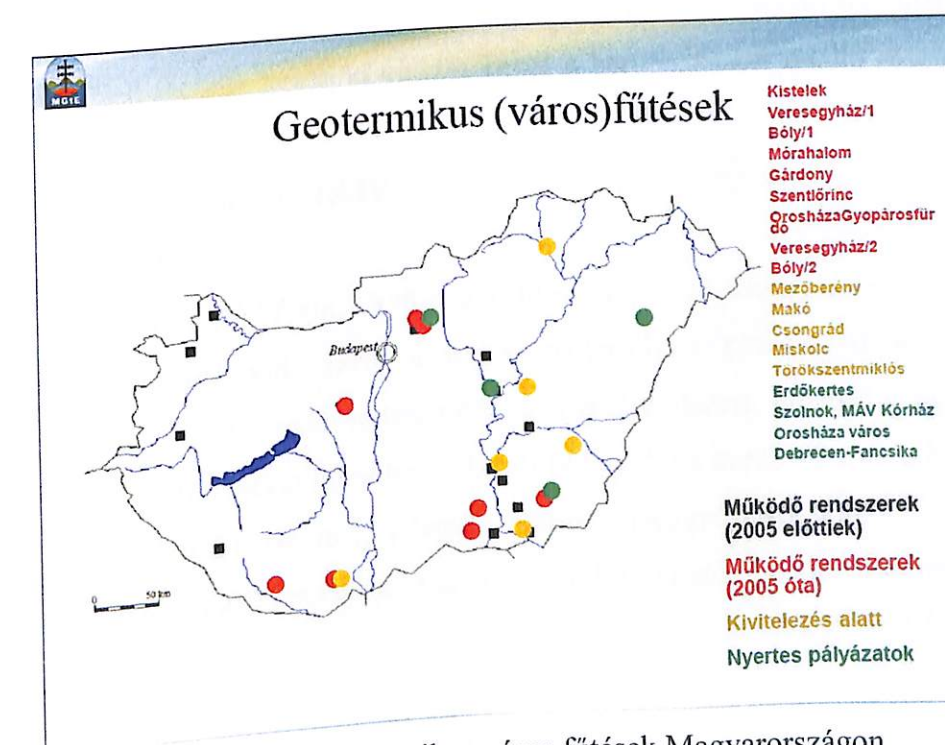
9. ábra Meddő CH kutak Magyarországon
forrás: Aquaprofit Zrt

3.1. Geotermikus energia hasznosítása Magyarországon

A hazai termálvizek hasznosítása már több százéves múltra tekint vissza. A rómaiak idején híres fürdőhelynek számított Buda. A rómaiak nem csak fürdőzésre, hanem már fűtési célokra is hasznosították a hazai termálvizet.

Bár hazánkban komoly hagyományai vannak a termálvíz hasznosításának, s az elmúlt években is mind több kezdeményezés és beruházás indult a geotermikus készletek hőenergetikai felhasználására. Az eddig megvalósult projektek még messze nem aknázzák ki a földünk mélyében rejlő energetikai lehetőségeket. Az ország hévízkészlete nagyjából 500 milliárd köbméterre tehető.

2012-ben valósult meg az Európai Unió támogatásával a Fővárosi Állat- és Növénykert új geotermikus fűtési rendszere. A korszerű geotermikus rendszer lényege, hogy a Széchenyi fürdő termálvizének hőjével biztosítják az állatkerti létesítmények fűtését. A fürdő területén egy hőcserélő egység került beépítésre, ezt köti össze egy szigetelt távhővezeték-pár, mely a fürdő gépházát, az állatkertben kialakított hőközponton keresztül fűti az állatkert épületeit. Az új geotermikus rendszer 26 darab épületet és 80 000 m³ légtérrel lát el termálhővel.



10. ábra Geotermikus város fűtések Magyarországon
forrás: MGTE



11. ábra A hódmezővásárhelyi visszasajtoló-kút látképe
forrás: Lázár, 2008/

Hódmezővásárhelyen az első termálkutat 1954-ben fúrták a városi fürdők medencéinek ellátására. Ezt követte 1968-ban városi kórház fűtését célzó 1800 m mély kút megépítése. 1994-ben megkezdődött a geotermikus közműrendszer kiépítése.

A projektnek kettős célja volt. Egyrészt 1000-1300 m mélységből feltárható 43-50 °C hőmérsékletű hévízzel kiváltani a helyi távfűtőművekben hideg ivóvízből földgázzal előállított és szolgáltatott HMV-et. Másrészt 2000 m mélységből kinyerhető, jó minőségű 80°C hőmérsékletű termálvíz hőtartalmának minél szélesebb felhasználása földgáz kiváltása céljából úgy, hogy a már nem hasznosítható, lehűlt folyadék a feltárás rétegéhez közeli rétegbe kerüljön vissza. Tehát a beruházás két önálló részből tevődik össze:

használati meleg víz –HMV
fűtési rendszer

1994-ben elkészült a HMV kút, 1996-ban a fűtési kút, 1998-ban a második HMV kút és az első visszasajtoló kút, ezzel a teljes geotermikus közműrendszer első része megvalósult. 2003-ban tovább fejlesztették a közműrendszert, mégpedig úgy, hogy az első Mátyás utcai termálkút korábban felszíni befogadóba került vize és a hódói főkút visszasajtolásra kerülő, de még jelentős hőmennyiséggel bíró 40-45 °C-os vizének felhasználásával, elkészítették a városi uszodát ellátó rendszerbővítést. Ennek köszönhetően az uszoda fűtését és HMV-ét ez a termálenergia biztosítja. A Mátyás utcai termálkút lehűlt fluiduma az uszoda körüli járda jégmentesítése után 2007-ben megépített második számú visszasajtoló kútba kerül.

A geotermikus közműrendszer működése

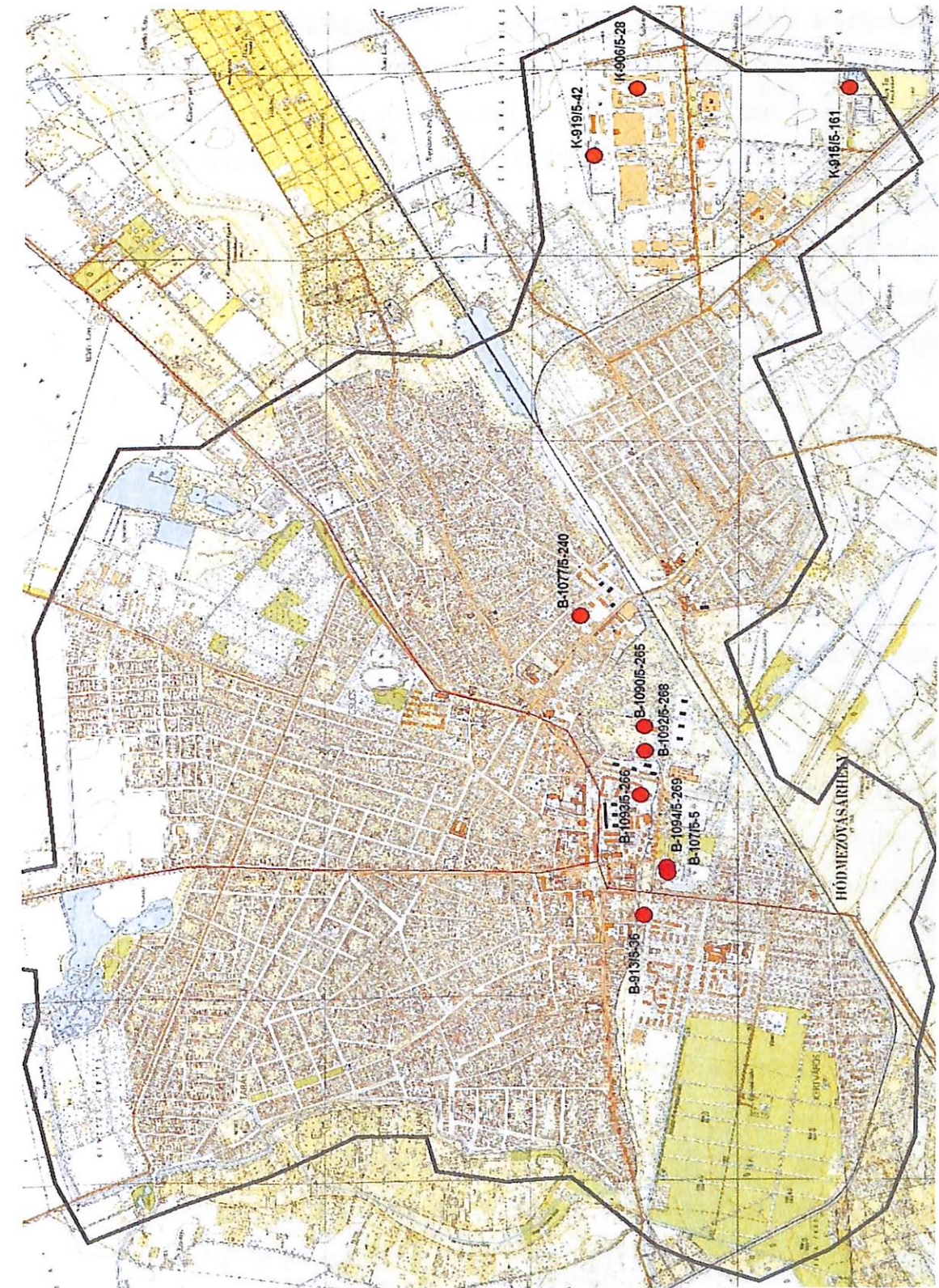
Használati melegvíz ellátó rendszer 3000 lakás és közületi fogyasztót, valamint kilenc közintézményt lát el HMV kutakból kinyert termálvízzel. Alaphelyzetben a HMV kútnál lévő tárolóból szivattyú táplálja a négy fűtőművet összekötő távvezetékbe a vizet, melyből három lakótelepen további nyomásfokozókkal a korábbi távhő-elosztó hálózatokon keresztül jut a fogyasztókhoz a kút vize.

Az egyik ágnak a kiindulópontja a 2014 m mélységű termálkút, ami téli időszakban $60 \text{ m}^3/\text{h}$, nyári időszakban $25\text{-}30 \text{ m}^3/\text{h}$, 80°C hőmérsékletű fűtővizet szolgáltat.

A másik fűtési termálhálózat kiindulópontja a 2300 m mélységű termálkút. A kút télen $60 \text{ m}^3/\text{h}$, nyáron $3\text{-}4 \text{ m}^3/\text{h}$ 86°C -os fűtési közeg búvárszivattyú kitermelésével elégíti ki a Mátyás utcai lakótelep 600 darab, $90/70^\circ\text{C}$ hőlépcsőjű távfűtött lakás hőszükségletét és a HMV cirkulációs hőpótlását.

Szolgáltatási adatok, üzemi paraméterek (Forrás: www.datek.co.hu):

- Kitermelt és szolgáltatott HMV mennyisége kb. $150.000 \text{ m}^3/\text{év}$;
- HMV szűkített önköltsége kb. $70\text{--}80 \text{ Ft}/\text{m}^3$ (hagyományos technológiával kb. $500\text{--}600 \text{ Ft}/\text{m}^3$);
- Kitermelt fűtési termálvíz mennyisége kb. 580 ezer $\text{m}^3/\text{év}$, a visszasajtolott mennyiség kb. 400 ezer $\text{m}^3/\text{év}$;
- Szolgáltatott termál fűtési hőmennyiség kb. 65 ezer $\text{GJ}/\text{év}$;
- Fűtési termálenergia előállítás szűkített önköltsége (visszasajtolással együtt) kb. $650\text{--}750 \text{ Ft}/\text{GJ}$ (hagyományos, gázos technológiával jelenleg elérhető $2.800\text{--}3.000 \text{ Ft}/\text{GJ}$);
- Fűtés és termál HMV együttesen kiváltott földgáz mennyisége kb. 2650 ezer $\text{m}^3/\text{év}$;



12. ábra Hódmezővásárhely geotermikus közműrendszere
forrás: www.datek.co.hu

Szentes közigazgatási területe Magyarország legnagyobb hévízfeltáró tevékenységének színtere és Európa legsűrűbb geotermikus mezej. A kutak közül 5 a város belterületén található, további 16 kút szekunder vize vagy a város belterületén, vagy a belterületi határtól 1-2 km távolságra kerül a felszíni befogadóba.

A termálvizet közintézmények fűtésére hasznosítják a legnagyobb százalékban. Termálvízzel fűtik a megyeházát, városházát, bíróságot, iskolákat, egyházi épületeket és még a szállodát és 2635 lakást is. A városnak nincs nagyfogyasztói szerződése földgázra, a termálvíz évente 2 200 000 m³ földgázt vált ki. Évente 2290 tonna CO₂ nem kerül a légkörbe.

A kertészetben és az állattenyésztésben a termálenergia új fejlődési irányokat bontakoztatott ki. A termálvízre alapozott kertészet két típusa alakult ki: üvegházi és fóliasátras zöldségtermesztés, dísznövénytermesztés

Veresegyház 1999. július 1-jén kapott városi rangot, de a lakosság szám növekedése és a dinamikus fejlődés azóta sem állt meg. A 2001-ben még 10 520 lelket számláló város 2009-re már 16 000 főre gyarapodott. Ezt a fejlődést a város intézményi struktúrája is követte, az elmúlt 10 évben több óvoda és iskola is épült, illetve került felújításra. A város 1991-ben döntött úgy, hogy belevág egy olyan energetikai projektbe, ami az épületek fűtési és melegvíz igényének kielégítését tűzte ki célul, geotermikus energia felhasználásával.

A rendszer kiépítésének kezdete

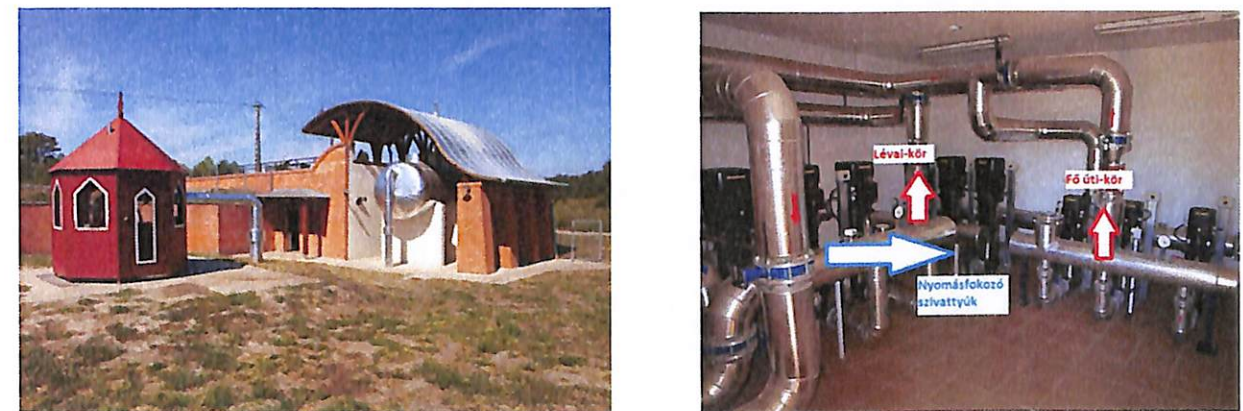
Veresegyház termálvizes rendszerének kiépítése 1987-ben kezdődött, amikor elsősorban idegenforgalmi okokból megfűrték a város első kútját, a B-15 jelű kutat, amiből 67°C-os termálvizet nyertek. A kút vizét később gyógyvízzé is minősítették. A termálvizet eleinte csak a pár száz méterre található helyi fürdőben hasznosították, de a többlet hőenergia tartalom jelentkezése miatt kézenfekvő lehetőségnek bizonyult, hogy ezt fűtésre is felhasználják. Ennek nyomán 1993-ban valósult meg az első fogyasztó, a Fabriczius József Általános Iskola geotermikus fűtése és használati melegvízzel való ellátása. Így már az iskola hőcserélőin energetikailag hasznosított termálvizet vezették a gyógyfürdőbe. Négy évvel később a Művelődési Ház, a Zeneiskola és az Óvoda is csatlakozott a geotermikus közműre, majd a 2001-ben megépült Mézesvölgyi Általános Iskola, melynek hőenergia igényét a kezdetek óta termálenergiával biztosítják.

A rendszer bővítésének második szakasza

2004-ben az önkormányzat pályázatot nyújtott be a meghirdetett KIOP energiagazdálkodás környezetbarát fejlesztési programra egy nagyobb léptékű termálprojekt tervével. A támogatás elnyerése nyomán 2006–2007-ben egy bruttó 333 millió forintos beruházás valósulhatott meg, melynek 40%-a vissza nem térítendő támogatás volt. Ennek keretében a geotermikus rendszerre újabb 27 épületet csatlakoztattak, így az akkori összes önkormányzati épület termálvízellátásban részesült. Megépült a termelőkút melletti szivattyúház, illetve lefektettek 6 km nyomvonalhosszú termál távvezetékét. Az önkormányzat lemélyített egy kutat visszasajtolás céljából – a K-23-as jelű kutat - mivel a 1995/LVII. törvény szerint a kizárólag energetikai célokra hasznosított termálvizet (kivéve kertészet) kötelező visszatáplálni Magyarország területén. A nyelőkút mellé telepítettek egy 20 m³-es tároló tartályt, valamint egy visszasajtoló gépházat, melyben elhelyezték a vízszűrő berendezéseket és a besajtoló szivattyúcsoportot. A B-15 jelű termelő kutat felújították és kitisztították.

A rendszer bővítésének harmadik szakasza

Később a városnak újabb lehetősége nyílt pályázni, ezúttal a KMOP keretében egy bruttó 656,5 milliós projektre. A sikeres pályázatnak köszönhetően a város a költségek 60%-ára vissza nem térítendő támogatást nyert el.

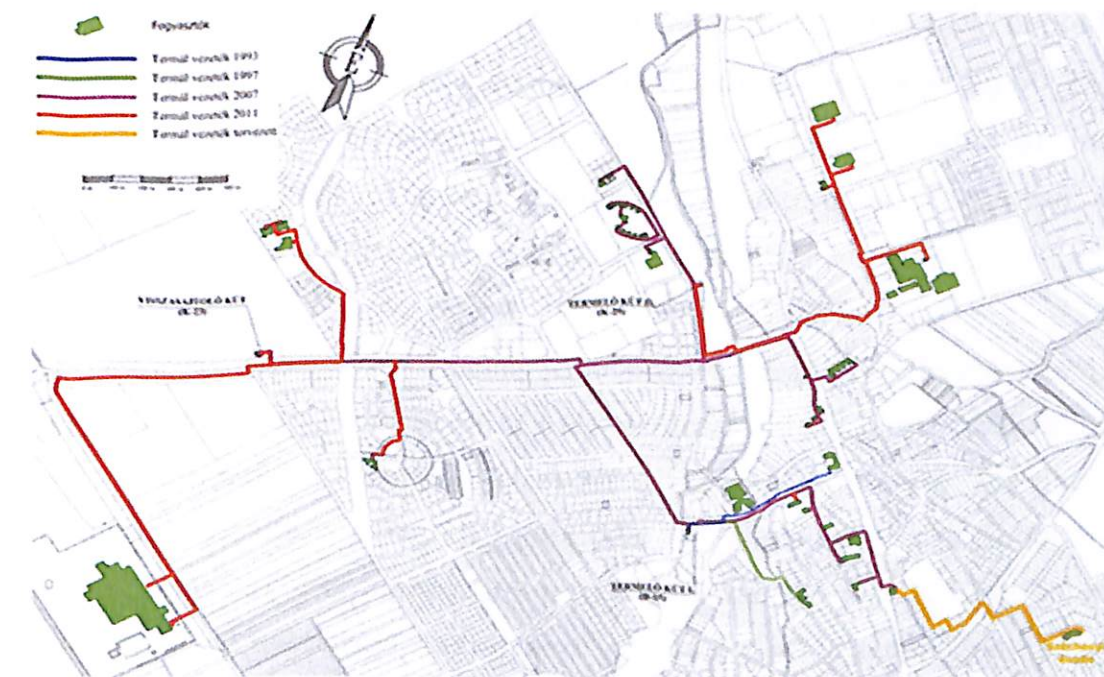


13. ábra: K-25 jelű termelőkút és gépház
forrás: : Magyar Energetika 2013/6. szám/

Ennek segítségével lemélyítették egy új termelő kutat - a K-25 jelűt – mivel az első termelő kút kapacitása már nem volt elegendő az új igények kielégítésére. A beruházás keretein belül 2011-ben megvalósult tehát az új termelőkút, ami mellett szivattyúházat építettek a hozzá tartozó termálvíz-hasznosító berendezésekkel együtt. A nyelőkút

gépházában a megnövekedett vízmennyiség miatt 2 új vízszűrő berendezést és 3 új visszasajtoló szivattyút szereltek be. Ebben a fejlesztési szakaszban lefektettek több mint 6 km nyomvonalhosszú termál távvezeték. Megvalósult a villamos erőátvitel, valamint az irányítástechnikai szerelés és a központi távfelügyelet bővítése is, így „on-line” kapcsolat jött létre - az eddigiekhez hasonlóan - az új hőközpontok és a központi számítógép között, ezzel megteremtve a távolsági irányíthatóságot és ellenőrzését a bővített rendszernek. Az új önkormányzati fogyasztókra kívül rácsatlakozott a geotermikus közműre két nagyfogyasztó is, a Sanofi Aventis Gyógyszergyár és a GE (General Electric) Turbinagyár, melyek a jelenlegi rendszer fogyasztásának körülbelül 50%-át teszik ki. Az ipari fogyasztók letelepülésével nemcsak hogy sok munkahelyet teremtettek a térségben, de az önkormányzatnak bevétele is származik az energiahordozó eladásából. A gyárak pedig évente több millió forintot spórolnak meg azzal, hogy olcsó helyi, környezetbarát energiával oldják meg épületeik fűtését és HMV ellátását.

Geotermikus közműhálózat részei



14. ábra: Veresegyház geotermikus közműrendszere
Forrás: Magyar Energetika 2013/6. szám

A termálrendszer zónákra van osztva, a különböző körök nyomvonala a 14. ábrán látható. A legelső kör a Fabriczius kör volt, amelybe a Fabriczius József Általános

Iskola, a 2001-ben épült Mézesvölgyi Általános Iskola, az 1997-ben létesített termál vezetékre csatlakoztatott Művelődési Ház, Zeneiskola, Piros Óvoda, illetve a 2011-ben épített Fabriczius József Általános Iskola új szárnya tartozik bele. A rendszer bővítése során még 5 kör jött létre. A Fő úti kör, az Innovációs-kör és a Ligetek-kör a 2007-es fejlesztések során alakultak ki. Az egyes körökbe a következő épületek tartoznak bele:

- Fő úti kör: Katolikus Templom, Régi Hivatal, Idősek Otthona, Katolikus Plébánia, Szent Pió Idősek Klubja, Kompakt Hőközpont
- Innovációs-kör: Református Parókia, Mozi, Fő téri Üzletház, Innovációs Központ, Posta, Református Iskola, Polgármesteri Hivatal
- Ligetek-kör: Misszió Egészség Központ, Gyermekliget Óvoda, Meseliget Bölcsőde

A 2011-es bővítés után pedig a nagyfogyasztókat is magába foglaló két kör jött létre:

- Lévai-kör: Sanofi Aventis Gyógyszergyár, Juko Kft., Mey Hungária Varroda, GE Aviation
- Turbinagyár-kör: Óvoda, Idős Otthon, GE Energy Turbinagyár

Az eddig megvalósult rendszer beépített teljesítménye 6,5 MW ebből 6 MW a fűtés és 0,5 MW a HMV, az éves hasznosított geotermikus energia pedig 60 TJ, mellyel 2 millió m³/év földgázkiváltást érnek el. Ez azt jelenti, hogy azoknál az intézményeknél és gyáraknál, amelyek részei a geotermikus közműnek, átlagosan 98%-ban tudják termálenergiával helyettesíteni a fosszilis hőenergiát.

Veresegyház önkormányzatának jövőbeni bővítési és fejlesztési céljai közé tartozik, hogy lakossági fogyasztókat is rá tudjon csatlakoztatni a geotermikus közmű rendszerre, hogy mindenki számára elérhető legyen a helyi, környezetbarát termál-energiahasznosítás, ezzel függetlenítve a lakosságot az import energiahordozók felhasználásától. Ez, sajnos, számos problémát vet fel. Először is ez sok új, de kis termálenergia felhasználású fogyasztó csatlakozását jelentené, ami nagyon szétaprózottá tenné a rendszert. Ráadásul minden fogyasztónál meg kellene teremteni a megfelelő körülményeket a termálenergia felhasználásához, amivel jelentősen nőnének a beruházási költségek is. A két termelőkút kapacitása már nem lenne elegendő a tervek szerinti fogyasztók igényeihez, ezért új termelő kutat kellene lemélyíteni, amit csak pályázati erőforrás segítségével tudnának megvalósítani. Ezen kívül geológiai

szempontból mérlegelni kellene, hogy az új termelőkút lemélyítése nem befolyásolná-e a másik két termelőkút vízáadó képességét és hőmérsékletét. A másik elképzelés: kertészetek létesítése termálhő ellátással; ez egy pontban jelent nagy igényt, egyszerűbb a rendszer és a hozzá tartozó rendszerelemek kiépítése, és jobb az ár-érték aránya is, mint lakossági fogyasztók esetében. Mind e mellett növelni tudnák a foglalkoztatottak számát a városban. Az üvegházak megépítése azonban drága, erre befektetőket kell találni, vagy szintén pályázati erőforrásból lehetne megoldani a finanszírozását. Az önkormányzat szeretné az azóta épült, vagy eddig még nem sorra kerülő épületeit is rácsatlakoztatni Veresegyház geotermikus közműrendszerére. Az említett elképzelések közül talán ez volna a leginkább megvalósítható. Egy lehetséges fogyasztó rácsatlakoztatása a közműre A térkép DK-i részén található az úgynevezett Innovációs-kör, ahol még vannak további bővítési, fejlesztési lehetőségek, melyre a fűtési kör elnevezése is utal. Például a Széchenyi Óvoda korszerűsítendő épülete is Veresegyház ezen részén található - pontos helyszínét a térképen sárgával tüntettem fel (14. ábra), amelyet a város szeretne rácsatlakoztatni a geotermikus közműre. Ehhez több dolgot kell mérlegelni.

Az Óvoda geotermális közműre való csatlakozás feltételeinek megteremtéséhez, először is ki kell építeni a távvezetékrendszert az utolsó fogyasztótól az épületig, melynek körülbelül 1 km a nyomvonalhossza. Az utolsó fogyasztó után telepíteni kell egy nyomásfokozó állomást, ami eljuttatja a vizet az óvodáig. Ennek szerelvényei a két darab nyomásfokozó szivattyú - amiből az egyik üzemel, a másik tartalék - két darab visszacsapó szelep, egy darab szennyszűrő, a gépészeti szerelvények (szelepek, csapok, mérők) és az összekötő korrózióálló vezeték, melyből az előremenő vezeték lesz csak leszigetelve, a visszatérő nem. Az új hőközpont rendszerbe illesztéséhez be kell szerelni egy nyomáskülönbség szabályozót, mellyel be lehet állítani azt, hogy a hőközponton mennyi nyomás essen. Ahhoz, hogy a hőközpontot le lehessen választani a rendszerről - ha valami gond van vagy a szükséges karbantartási munkálatokhoz -, be kell építeni egy elzáró szelepet.

A hőközpontban egy lehetséges alternatíva a termálvizes rendszer kapcsolásának kialakítására: két darab párhuzamosan kapcsolt lemezes hőcserélő, amiből az egyik a fűtési körnek a másik pedig a HMV-nek adja át a hőjét. A hőcserélők előtt szűrőket kell elhelyezni, ezzel óvva azt a szennyeződésektől és a korrodálódástól. Ezen kívül a hőcserélők elé szükséges egy-egy motoros szelepet is beépíteni, a térfogatáram szabályozására. Bimetál hőmérőt és nyomásmérőt az előre- és a visszatérő vezetékben

is szükséges. A közös termál visszatérő ágba be kell építeni egy hő- és egy térfogatáram mérőt, mellyel a hőmennyiséget tudják mérni./*Forrás: Magyar Energetika 2013/6. szám/*

4. Geotermikus energiahasznosítás hazai szabályozása

4.1 Bányászat

Az ásványi nyersanyag-gazdálkodás stratégiai okokból nem került a közösségi jog tárgyi hatályába, megmaradt a tagállamok szuverenitásában, döntési kompetenciájában, bár ez a tendencia megváltozni látszik. Az 1993. évi XLVIII. törvény a bányászatról (Bt.) célja az ásványi nyersanyagok bányászatának, a geotermikus energia kutatásának, kitermelésének, a szénhidrogén szállító vezetékek létesítésének és üzemeltetésének, továbbá az ezekhez kapcsolódó tevékenységeknek a szabályozása, az élet, az egészség, a biztonság, a környezet és a tulajdon védelmével, valamint az ásvány- és geotermikus energiavagyon gazdálkodásával összhangban. A törvény hatálya alá tartozik a geotermikus energia hasznosítása, valamint a felszín alatti víz termelésével együtt nem járó kutatása és kinyerése. Nem tartozik azonban hatálya alá a geotermikus energiát hordozó felszín alatti vizek kutatása és kitermelése (1.§).

Bányászati tevékenységnek minősül a felszín alatti víz kutatásával és kitermelésével nem járó geotermikus energia kutatása, kinyerése és hasznosítása, és bányavállalkozónak minősül az energetikai célra kinyert geotermikus energia vízjogi engedély alapján történő hasznosítására jogosult jogi vagy természetes személy, illetve jogi személyiséggel nem rendelkező társaság (49.§). A geotermikus energia a földkéreg belső hőenergiája (49.§).

Az ásványi nyersanyagok és a geotermikus energia természetes előfordulási helyükön állami tulajdonban vannak (3.§), egybehangzóan a Polgári Törvénykönyv 96. és 172.§-aival. Az energetikai célra kinyert geotermikus energia a hasznosítással a bányavállalkozó tulajdonába megy át. A bányafelügyelet engedélyezi a geotermikus energia kutatását, kinyerését és hasznosítását, beleértve az ehhez szükséges föld alatti és felszíni létesítmények megépítését és használatba vételét, amennyiben az nem érinti felszín alatti vizek felszínre hozatalát (5.§), és e tevékenységeket az engedélyben foglalt feltételek szerint kell gyakorolni.

A geotermikus energia kutatásának engedélyezésére és a kutatás hatósági felügyeletére a földtani kutatás engedélyezésének és hatósági felügyeletének szabályait kell megfelelően alkalmazni (22/B.§), amelynek követelményei egy egyszerűsített ásványi nyersanyagkutatásának felelnek meg a 203/1998. (XII. 19.) Korm. rendelet a bányatörvény végrehajtásáról (BtVhr.) 6.§ (9) szerint. Geotermikus energiát kinyerni a földkéreg e célra elhatárolt részéből (geotermikus védőidom) szabad, amelyet a

bányavállalkozó kérelmére a bányafelügyelet jelöl ki. A geotermikus védőidomon belül a jogosult írásbeli hozzájáruló nyilatkozata nélkül geotermikus energia kinyerését szolgáló létesítmény más részére nem engedélyezhető.

Ha a bányavállalkozó a geotermikus energia kutatására, kinyerésére, hasznosítására vonatkozó szabályoktól eltérően vagy az engedélytől eltérő módon gyakorolja tevékenységét, a bányafelügyelet a bányavállalkozót bírsággal sújthatja, a tevékenység folytatását felfüggesztheti, az engedélyt visszavonhatja, és elrendelheti az eredeti állapot helyreállítását, vagy, ha ez már nem lehetséges, a tájrendezést (41. §).

A bányafelügyelet (MBFH) hatósági felügyelete keretében műszaki-biztonsági, munkavédelmi, építésügyi hatósági, építésfelügyeleti, ásványvagyon-gazdálkodási, piacfelügyeleti és földtani hatásköröket gyakorol (43. §). A bányafelügyelet hatáskörébe tartozik továbbá (44. §):

- a geotermikus energia kutatása, energetikai célra történő kinyerése és hasznosítása, az ehhez szükséges létesítmények és berendezések építése, használatbavétele és üzemeltetése,
- a földtani közeg és az ásványi nyersanyagok kutatottsági szintjének növeléséhez és az adatok nyilvántartásához fűződő állami érdek érvényesítése,
- a földtani közeg által okozott veszélyek és káros folyamatok elleni védelem szempontjainak érvényesítése,
- a földtani közeg hasznosítási lehetőségeinek számbavétele, értékelése és a hasznosítás földtani feltételeinek meghatározása.

A bányafelügyelet látja el a mélységi vizek felszínre hozatalára irányuló, bányászati technológiával végzett munkálatok hatósági biztonságtechnikai felügyeletét is. A vízvagyon védelmét szolgáló intézkedéseket a környezetvédelmi és a vízügyi hatóságnál kezdeményezi (45. §). A bányafelügyelet vezeti az állami ásványi nyersanyag és geotermikus energiavagyon nyilvántartást (25. §), valamint a geotermikus védőidom nyilvántartást (22/B. §).

A bányafelügyelet építésfelügyeleti hatáskörét és eljárását a 96/2005. (XI. 4.) GKM rendelet szabályozza, ennek tárgyi hatályában szerepel a geotermikus energia felszín alatti víz kitermelését nem igénylő kinyerésének és energetikai célú hasznosításának létesítményei az épületgépészeti berendezések kivételével, azaz a mai hazai gyakorlat szerint a geotermikus hőszivattyúk.

A kitermelt ásványi nyersanyag és geotermikus energia után az államot részesedés, bányajáradék illeti meg. A kitermelő az általa kitermelt geotermikus energia után, annak

értéke 2%-ának megfelelő bányajáradékot fizet (20.§), ezt önbevallásként teljesíti. Nem kell bányajáradékot fizetni a kitermelt geotermikus energia 50%-át meghaladóan hasznosított mennyisége után. A hasznosított geotermikus energiamennyiség a bányavállalkozó által kitermelt, +30°C-ot meghaladó hőmérsékletű energiahordozóból kinyert energiamennyiség energetikai célra hasznosított része (GJ-ban). E vonatkozásban nem minősül bányavállalkozónak, aki vízjogi engedély alapján geotermikus energiát gyógyászati, balneológiai, valamint vízellátási célra használ, még abban az esetben sem, ha azt másodlagos felhasználással energetikai célra is hasznosítja (BtVhr. 34. §). A 118/2003. (VIII. 8.) Korm. rendelet szerint energetikai célra hasznosított geotermikus energia esetében a kitermelt geotermikus energia után keletkező érték a kitermelt, +30°C-ot meghaladó hőmérsékletű energiahordozóból kinyert energiamennyiségnek (GJ) és a meghatározott fajlagos érték (Ft/GJ) 49 szorzatával képzett összeg (Ft). A fajlagos érték meghatározásának képletét két fő (és két al) kinyerési típusra közli:

- ha a geotermikus energia vízkitermeléssel jár együtt;
- ha a geotermikus energia kinyerése hőközvetítő anyagnak a földkéregben történő recirkuláltatásával történik.

A bányavállalkozónak mérnie kell az energiahordozó hőmérsékletét a kinyerésre szolgáló berendezés bemeneti és kimeneti pontján, valamint a felhasznált energiahordozó mennyiségét.

/Forrás: Mádlné Dr. Szőnyi Judit PhD, egyetemi docens ELTE, A geotermikus energiahasznosítás nemzetközi és hazai helyzete, háttér tanulmány, 2008/

4.2 Vízgazdálkodás

Az energetikai célú termálvíz hasznosítással kapcsolatos legfontosabb jogszabályok listája

312/2005. (XII. 25.) Kormányrendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól szóló 220/2004. (VII. 21.) Kormányrendelet módosításáról; (A kibocsátási határértékek teljesítésére vonatkozó, ún. türelmi idő meghosszabbítása az energetikai célú termálvíz hasznosítás esetében, 2012. december 31-ig.)

379/2007. (XII. 23.) Kormányrendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó szabályokról (hatályát veszítette 2010. május 14-én, helyette jelenleg a 147/2010. (IV. 29.) Kormányrendelet hatályos); (A Vgtv. 2003. évi módosításának végrehajtásáról szóló rendelet, 4 évvel később jelent meg!) (A zárórendelkezések között megerősítette, hogy a

meglévő létesítményekre nem vonatkozik a visszasajtolási kötelezettség!) (De ebben már nem szerepeltek egyáltalán a felszín alatti vizek minőségét megőrizni hivatott szabályok.)

147/2010. (IV. 29.) Kormányrendelet a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról (hatályos: 2010. május 14-től); (Ekkor terjesztették ki egyértelműen /rendeletileg is/ a visszasajtolási kötelezettséget a meglévő létesítményekre is!)

307/2010. (XII. 23.) Kormányrendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól szóló 220/2004. (VII. 21.) Kormányrendelet és a települési hulladékkezelési közszolgáltatási díj megállapításának részletes szakmai szabályairól szóló 64/2008. (III. 28.) Kormányrendelet módosításáról (hatályos: 2010. december 30-tól). (A türelmi idő meghosszabbítása - pályázatechnikai okok miatt - szennyvíztisztítókra, valamint gyógy- és termálfürdőkre. Kivétel: az energetikai célú termálvíz hasznosítás!)

1002/2012. (I. 11.) Korm. határozat a mezőgazdasági termelés területén energiahasznosítás céljából kitermelt termálvíz visszatáplálására vonatkozó kötelezettség felfüggesztéséről:

A Kormány egyetért azzal, hogy a mezőgazdasági termelés területén a kizárólag energia előállítás céljából kitermelt termálvíz visszatáplálására vonatkozó kötelezettség mind a már megvalósult, mind pedig a jövőben létesülő kitermelő kutak vonatkozásában 2015. június 30-ig felfüggesztésre kerüljön oly módon, hogy a vízhasználat a visszatápláló kút létesítési engedélye nélkül is engedélyezhetővé váljon ezen időpontig, valamint a vizek hasznosítását, védelmét és kártételeinek elhárítását szolgáló tevékenységekre és létesítményekre vonatkozó általános szabályokról szóló 147/2010. (IV. 29.) Korm. rendelet 78. (4) bekezdésének b) pontjában szereplő mentesítés 2020. december 22. napjáig maradjon hatályban.

Az előző bekezdésben foglaltak végrehajtása érdekében a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. törvény módosításáról, a felszínen maradó víz elhelyezésével kapcsolatos jogszabályi környezet felülvizsgálatáról, továbbá a vízjogi engedélyek módosításáról és az engedélymódosítás költségére vonatkozó jogszabályok felülvizsgálatáról készüljön előterjesztés a Kormány részére. A jogszabályok felülvizsgálata során figyelemmel kell lenni a környezetvédelem jogszabályi védelmi szintjével kapcsolatos alkotmányossági követelmények érvényesítésére. Felelős: vidékfejlesztési miniszter Határidő: 2012. február 1.

A Kormány felhívja a vízgazdálkodásért felelős minisztert, hogy készítse előterjesztést a termálvíz mezőgazdasági termeléshez kapcsolódó, kizárólag energia előállítás céljából történő kitermelésének hosszabb távú – a gazdasági és fenntarthatósági szempontokat egyaránt figyelembe vevő – szabályozásának megvalósításához szükséges feladatokról és azok ütemezéséről, különös tekintettel egy egységes mérési rendszer és adatbázis kialakítására. Felelős: vidékfejlesztési miniszter Határidő: 2012. május 31.

A Kormány visszavonja az önkormányzati feladatok elősegítése céljából egyes Nemzeti Földalapba tartozó termőföldek önkormányzatok részére történő átadásáról szóló 2063/2006. (IV. 3.) Korm. határozatot.

5. Jelenleg megvalósult távfűtési rendszerek Magyarországon geotermikus energia felhasználásával.

5.1 Szolnoki MÁV Kórház és Rendelőintézet geotermikus energia ellátása, termelő és visszasajtoló hévízkutakkal

Kivitelezés előzményei

A Szolnoki MÁV Kórház és Rendelőintézet (5000 Szolnok, Verseggy u. 6-8) fűtési energia igényének egy részét geotermikus energiával kívánta biztosítani. Ehhez egy termelő és egy visszasajtoló hévíz kutat létesítenének. A termelő kútból kitermelt termálvizet hőcserélőn át lehűtve visszasajtolnák a hévíztároló öszzetbe. A térség földtani adottságai szerint egy 950 m mélység előirányzatú kútból 800-900 l/p, 56-57C°-os termálvíz kitermelésére számítanak. Ennek visszasajtolását kell biztosítani energetikai hasznosítást követően. A termálvízből nyerhető hőenergia 15 C-os hőlépcsővel 840 kW. Ez a Kórház 1390 kW-os csúcs hőigényének biztosításához felhasznált gázmennyiség döntő részét képes kiváltani. A kórház területére korábban már elkészült egy 950 m-es hévízkút terve. Ennek vizét balneológiai célra kívánták hasznosítani, az energetikai felhasználást nem tervezték. Fűtési célú hasznosítás esetén a vízgazdálkodási törvény előírásainak megfelelően a lehűlt vizet vissza kell sajtolni. A környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet szerint a vízvisszasajtolás előzetes környezeti vizsgálat kötelees tevékenység.

5.1.1. Földrajzi elhelyezkedés

Szolnok a Közép-Tisza vidéki közép tiszai ártér Szolnoki-ártér Kistájon Budapesttől délkeletre 100 km távolságra, 89 mBf magasságon található. A város arculatát a Tisza alakította ki, árterei a folyótól messze elnyúlnak, nagy kanyarulataival, elhagyott meder részeivel, morotváival, holtágaival és az ezeket kísérő dombokkal, partokkal, erdős ligeteivel az Alföld egyhangú síkjától elkülönül. A Tisza szabályozása előtt a város területének nagy része vízzel borított terület volt, csak a történelmi városközpont és a város nyugati határa volt szárazulat. Szolnoknál a Tisza középszakasza jellegű közepes vízhozama 520 m³/sec. Általában március és április hónapokban tetőzik, hozama 3079 m³/sec, szeptember és október hónapokban a vízszállítása minimális, mindössze 62 m³/sec. A vízszint ingadozása eléri a 10 m-t is. Szolnok északi oldalánál a Zagyva

folyik a Tiszába, melynek átlagos hozama $9 \text{ m}^3/\text{sec}$. A Tiszához hasonlóan hozama ingadozó, árvízkor $364 \text{ m}^3/\text{sec}$, minimális hozama $0,17 \text{ m}^3/\text{sec}$.

5.1.2 Földtani, vízföldtani viszonyok (forrás: a beruházás építési engedély terve)

Földtani felépítés

Szolnok térségének földtani felépítését a szénhidrogén kutató fúrások adataiból ismerjük, jóllehet a 3000 m mélységben feltételezett kristályos alaphegységet nem érték el. A tiszaligeti fúrásokból kitűnik, hogy az ismeretlen mélységbe süllyedt kristályos aljzatot ismeretlen vastagságú újpaleozoós és mezozoós rétegek, valamint kréta paleogén flis képződmények fedik be, és azok fölé tekintélyes vastagságban harmad és negyed időszi üledékek települtek. A fúrásokban a miocén üledék vastagsága 150-200 m. Az alsó pannóniai összlet hévíz feltárára alkalmatlan, azonban a Szo-1, 9, 11 és 18 kútban alsó pannóniai homokkő kőolajat adott. Kisebb földgáz lelőhelyeket találtak Szolnok Hajtó tanya és Szandaszőlős alsó pannóniai rétegeiben. A felső pannóniai, hévíztermelő üledéksor fektűje 1100-1200 m, vastagsága mintegy 500 m, felette 300 m vastagságú agyagos kifejlődésű levantei üledékek találhatók. A város ivóvízellátásában a felszín alatti 300 m vastag pleisztocén rétegek porózus szintjei a legjelentősebbek. A vízminőség a gyengébb vízáadó képességű felső szakaszban valamivel jobb, a vastartalom azonban itt is határérték fölötti. Az alsó szakasz vas és ammónia, valamint újabban az arzén tartalom miatt szorul kezelésre.

Vízföldtani viszonyok

Az előzőekben vázolt földtani felépítés határozza meg a térség vízbeszerzési lehetőségeit, a hidrogeológiai viszonyokat. Ivóvíz beszerzés céljából a pleisztocén összlet felső és alsó szakasza a legalkalmasabb. Az 50-100 m közötti szakaszban találunk jelentősebb homokszinteket, majd a 250-350 m közötti alsó szakasz tartalmaz jelentős vízhozamú kút telepítésére alkalmas rétegeket. A vízminőség a gyengébb vízáadó képességű felső szakaszban valamivel jobb, a vastartalom azonban itt is határérték fölötti. Az alsó szakasz vas és ammónia, valamint újabban az arzén tartalom miatt szorul kezelésre. A 350-600 m közötti levantei képződmények kevés, gyenge vízáadó képességű homokszintet tartalmaz. A vízminőségre a növekvő ammónia és összes oldott sótartalom jellemző. A 600 m alatti felső-pannon üledéksor számos, jelentős vastagságú homokréteget tartalmaz. Mélységéből adódóan ez az összlet már hévizet tárol. Felső szintje 600-780 m közé tehető, melyre néhány langyos vízű

termálkút települt 44-46 °C-os. A víz nátrium hidrogén-karbonátos egyszerű termálvíz 1400-1600 mg/l összes oldott sótartalommal. A felső-pannon képződmények középső szintjében 820-940 m között helyezkednek el a térség hévízkútjait tápláló legjelentősebb homokrétegek. Erre települt a város hévízkútjainak többsége. A feltárt víz 50-57 °C-os hőmérsékletű, nátrium-hidrogén-karbonátos, a mélységgel növekvő klorid tartalommal. A szint felső szakaszán az összes oldott sótartalom 1600-1700 mg/l, az alsón 2100-2700 mg/l. A víz jód és fluor tartalma is jelentős. A felső-pannon összlet alsó 1000-1200 m közötti szakaszában nagy vastagságú kompakt homokkő rétegeket találunk, melyek ugyancsak jelentős hévízmennyiséget szolgáltatnak. A város néhány hévízkútja erre a szintre települt. A víz hőmérséklet itt meghaladja a 60 °C-ot. A víz itt már kifejezetten nátrium-hidrogén-karbonátos-kloridos, az összes oldott sótartalom 7700-12000 mg/l közötti és vízkőkiválásra hajlamos. 1200 m alatt alsó-pannon összlet található, ami vízfeltáráshoz alkalmas porózus szinteket már nem tartalmaz. Az egyes szintek vízáradó képességét, szivárgási paramétereit a rájuk telepített kutak adatai alapján határozhatjuk meg. A pleisztocén összletre telepített kutak közül a felső 50-100 m közötti szakaszt megnyitották a gyengébb hozamúak, 100-500 l/p közötti vízhozam 10-30 l/p/m fajlagos hozam jellemzi. A szivárgási tényező 1,0-1,5 m/nap. Az alsó-pleisztocén összletre telepített kutak között találunk 6-700 l/p vízhozamúakat is. A fajlagos vízhozam itt 20-50 l/p/m. A szivárgási tényező 1,5-3,5 m/nap. A teljes szint transzmisszibilitását a homokrétegek figyelembe vételével 170-200 m²/nap-ra tehetjük. A felső-pannon összlet felső szintjére telepített kutak vízhozama 5-600 l/p, a fajlagos vízhozam 40-60 l/p/m. A szivárgási tényező 6-7 m/nap közötti. A transzmisszibilitás 90-100 m²/nap. A felső-pannon középső szintjére telepített kutak vízhozama 900-1200 l/p. A fajlagos vízhozam a mélységi nyomásmérések alapján 80-90 l/p/m. Jellemző, hogy a magas gáztartalom és a hőlift miatt az üzemi vízszint megközelíti, vagy meghaladja a lehűlt állapotú nyugalmi vízszintet. A valós szintadatok csak a mélységi nyomásmérések alapján határozhatók meg. Erre a szintre telepített kutak átlagos transzmisszibilitása a nyomásemelkedési görbék alapján 190 m²/nap, a szivárgási tényező 3,5 m/nap. A felső-pannon összlet alsó szintjére telepített kutak vízhozama 1000-1400 l/p. A fajlagos vízhozam 100 l/p/m körül alakul. A jelentős gáztartalom miatt az egyébként lehűlt állapotban negatív kutak is kifolyó vizet szolgáltatnak. A Damjanich Uszoda hévízkútjának a lehűlt nyugalmi szintje már az 1960-as évek végén is 27 m körül alakult, a +1,0 m-en kifolyó víz mennyisége mégis elérte az 1500 l/p-et. A mélységi nyomásmérések alapján a kút 1296 m³/nap-os

vízhozamához 12,7 m-es depresszió tartozik. A térség kútjainak eredeti nyomásszintje kis mértékű pozitívitást mutatott, azaz a mélységgel nőtt a rétegnyomás. Az 1970-1972-es évről rendelkezünk közel egyidejű vízszintmérési eredményekkel. Látható, hogy a lakossági kutak által régóta depresszionált 50-100 m közötti szinttől eltekintve, a nyomás a mélységgel nő, egészen az 1000 m alatti szintig, melynek nyomása lényegesen kisebb. A kutak víztermelésének hatására a rétegnyomások jelentősen csökkentek. A leginkább igénybevett 250-300 m, valamint 800-900 m közötti szakaszon a nyomáscsökkenés elérte a 15-20 m értéket. A kútfej-nyomások az ugyancsak jelentős gáztartalom csökkenés hatására még ennél is nagyobb mértékben csökkentek. A MÁV B-55 kat. sz. kútjában +28 m-ről -32,1 m-re csökkent a kútfejnyomás, azaz a csökkenés elérte a 6 bar-t. A mélyebb alsó szintnél a csökkenés mértéke kisebb, a mélységi nyomás mintegy 8 m, a kútfej-nyomás 15 m-t csökkent. Ugyancsak egyidejű vízszintmérés adatunk van a B-102 kat. sz. kút 1990-ben történt kivitelezésekor. A kútban 260-280 m közötti rétegpróbát végeztek, a nyugalmi vízszint 79,4 mBf volt. A következő 340-370 m közötti próbánál 81,5 mBf, a legalsó 680-699 m közötti rétegnél pedig 84,9 mBf (értéket) mértek. A nyomásviszonyok erőteljesen függenek az adott szint helyi igénybevételétől, egyes területeken a depresszió nagyobb, így a nyomáskülönbségek is változnak. A felső-pannon összlet középső szintjében tapasztalható igen jelentős -20,0 m körüli nyomáscsökkenés és még jelentősebb 50-60 m közötti kútfej-nyomás csökkenés nem vezethető le csupán a helyi termálvíz kivételek hatásából. A gáztartalom igen nagy mértékű csökkenése mellett a térség szénhidrogén termelésének a hatása is jelentkezik. Még intenzívebb ez a hatás a felső-pannon alsó szintjében, ahol a nyomás viszonyok már az 1960-as évek végén is kisebbek voltak a hidrosztatikusnál.

5.1.3 Tervezett létesítmények

A geotermikus fűtéssel kapcsolatban szükséges létesítmények:

Termelő kút

Előírányzott mélysége: 950m

Várható vízhozam: 800-900 l/perc

Kitermelhető termálvíz várható hőmérséklete: 57°C

A kútfejet hőszigetelt kútház védi.

Visszasajtoló kút

Előírányzott mélysége: 850 m

Visszasajtolandó vízhozam: 800-900 l/perc

Visszasajtolandó termálvíz (I. lépcsőben) várható hőmérséklete: 42°C

A tervezett kútfej-szerelvények a terepszintre kiemelve, a várható gáztartalom miatt szellőzőcsővel ellátottak. A kútfejen a szabvány szerinti szerelvények, vízhozam és vízszintmérés lehetősége kialakításra került. A kútfej-szerelvényeket hőszigetelt kútház védi. A visszasajtoló hévízkútnál a kútfej teljesen zárt, a visszasajtolási nyomás és hozam, valamint a hőmérsékletmérés kialakításra került. A kútfejet itt is hőszigetelt kútház védi.

Kitermelő- hő hasznosító rendszer:

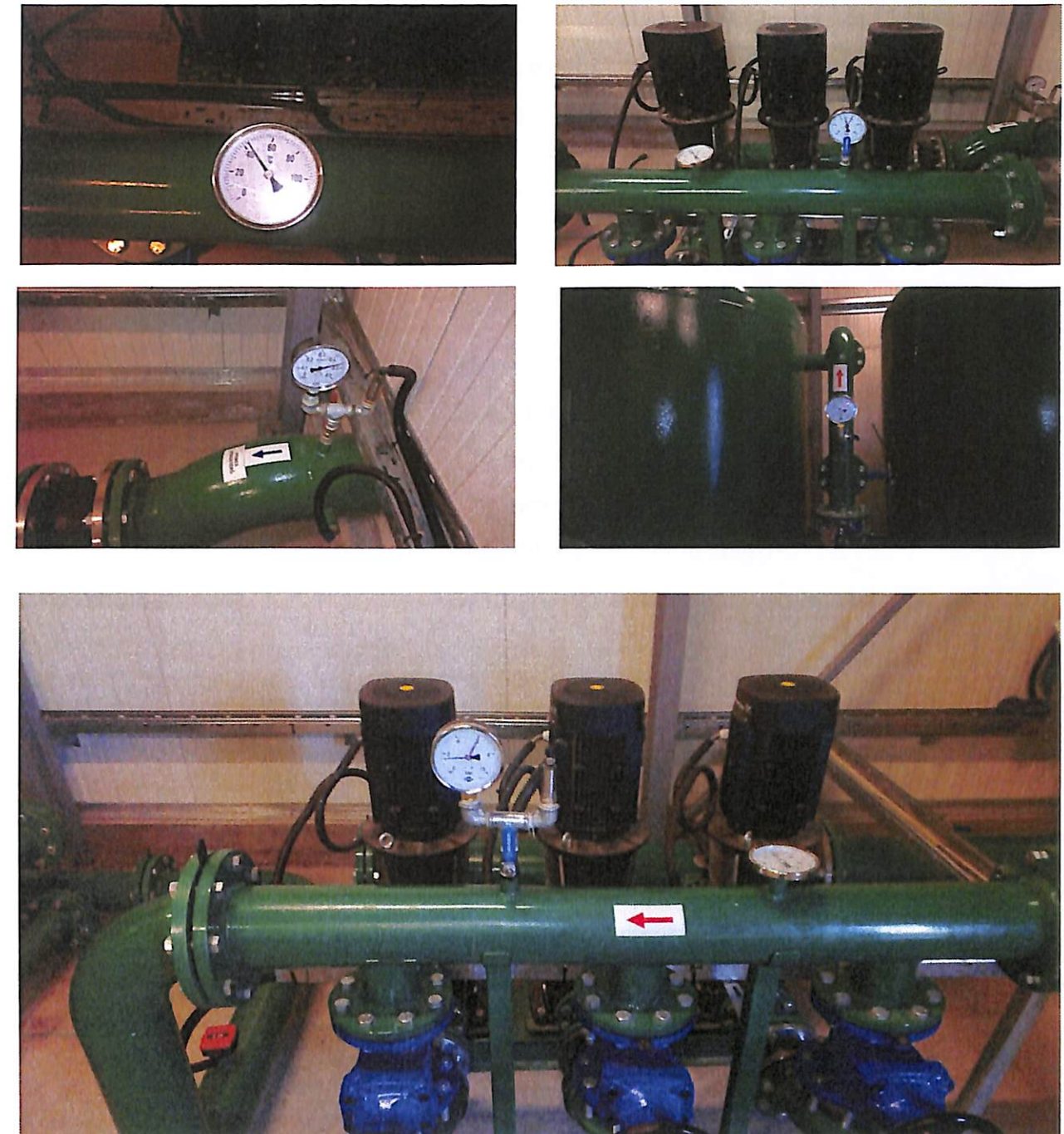
A termelőkút búvárszivattyúja egy gázalanítón át egy kb. 30 m³-es hévíztárolóba juttatja a termálvizet. Innen egy a kazánházban elhelyezett szivattyú egység a hőközpont hőcserélőjébe továbbítja. A búvárszivattyú és a hálózati szivattyú frekvencia vezérelt, a hőigény függvényében történik a víztermelés. A gázalanításon kívül más beavatkozás nem történik, a víz zárt rendszerben halad a visszasajtoló kútig. A vízvezeték hőszigetelt, fektetése földárókban történt.

A visszasajtoló rendszer:

A lehűlt termálvíz a hőközponttól egy lehűlt víztárolóba kerül kb. 15 m³, melyből a visszasajtoló szivattyúk egy durva majd egy finom szűrőn át visszajuttatják a visszasajtoló kútba. A szűrés min. 5µ-ig szükséges. A szűrők visszamosathatók, a zagyvizet a szennyvíz csatornába vezetik.

Vezérlés:

A termelést és visszasajtolást PLC felügyeleti rendszer kíséri figyelemmel. A termelt és visszasajtoló termálvíz mennyisége, hőfoka és nyomásértéke regisztrálásra kerül. A szivattyúk vezérlése frekvencia váltóval tervezték.



15. ábra A szentesi gépház képei

A tervezett hévízellátó rendszer sémája:

Kitermelő kút → Hőhasznosítás → Mikroszűrés, kiegyenlítő tározás → Visszasajtolás

A technológiai folyamat során anyagfelhasználás nem történik. A hőközpontban csúcskázán biztosítja a csúcsigényt. A 35 C-ra lehűlt víz mikroszűrés után a visszasajtolásra kerül. A visszasajtolás várhatóan maximum 6 bar nyomással történik. Amennyiben a visszasajtolási nyomás ennél magasabbra emelkedik,

kompresszorozással, tisztítószivattyúzással kell a kolmalációt (beszivárgás) megszüntetni. A geotermikus energia hasznosítás során leszámítva a mikroszűrés kellékeit anyag felhasználás nem jelentkezik.

Kutak adatai

TERMELŐ HÉVÍZKÚT

Mélysége: 950 m	
Csővezése: 0,0-30,0 m-ig	355 mm Ø acélcső cementezve
0,0-300,0 m-ig	244,5 mm Ø acélcső cementezve
250,0-850,0 m-ig	176 mm Ø acélcső cementezve
800,0-950,0 m-ig	114 mm Ø JOHNSON szűrővel
Vízhozam:	800-900 l/p (1.000 m ³ /nap)
Víz hőmérséklet:	57°C

VISSZASAJTOLÓ HÉVÍZKÚT

Mélysége: 850 m	
Csővezése: 0,0-30,0 m-ig	355 mm Ø acélcső cementezve
0,0-300,0 m-ig	244,5 mm Ø acélcső cementezve
250,0-740,0 m-ig	176 mm Ø acélcső cementezve
700,0-850,0 m-ig	114 mm Ø JOHNSON szűrővel
Visszasajtolási vízhozam:	800-900 l/p (1.000 m ³ /nap)
Víz hőmérséklet:	42°C

Termelő kút kivitelezése

A termelő kút kivitelezését végző fűrőberendezés felvonulását és felszerelését követően kb. 30 m-ig 355,6x4 mm átmérőjű iránycsövet kell beépíteni és cementezéssel szigetelni. A szükséges cement mennyisége:

cement 15 q
víz 0,8 m³

A cementkötés után 12 ¼ átmérőjű fűróval 300 m-ig mélyítendő a furat, majd geofizikai szelvényezés után be kell építeni és felszínig palástcementezéssel szigetelni a 244,5x8,9 mm átmérőjű biztonsági csőakatot. A szükséges cement mennyiség:

cement 147,5 q

víz: 8 m³

A cementkötés és a cementdugó kifúrása után 8 ½"-vel mélyítendő a furat 855 m mélységig, majd 6" átmérővel a talpig, 950 m-ig ismét komplex geofizikai szelvényezés végzendő, az alábbi mérésekkel:

- ellenállás
- PS
- mikro ellenállás
- természetes gammasugárzás
- termo bőség

Az ennek alapján kijelölt saruzási mélységig a biztonsági csőakat saruja fölött kb. 50 m-ben elhelyezett könnyen oldóval be kell építeni, és a biztonsági csőakat saruja fölött 30 m-ig palástcementekezéssel szigetelni a 7" átmérő záró rakatot. A palástcementekezés anyagszükséglete:

cement 80 q

víz 4,3 m³

A cementekezés után a cementdugót ki kell fúrni, majd 320 mm-es bővítő fúróval a lyukat felbővíteni. A kijelölt szűrőzendő rétegek szintjében JOHNSON típusú szűrővé kiképzett 114,3x5,21 mm átmérő csőakatot központosítókkal és kb. 800 m-ben elhelyezett könnyen oldóval kell beépíteni. A körülötte lévő gyűrűs teret a réteg szemcseösszetételének megfelelő, várhatóan 1-3 mm átmérő osztályozott kavicsal kell kitölteni, a záró rakat saruja fölött kb. 40 m-ig. Itt a szűrőcső eloldható, és a csőhöz 4 ½"/7" átmérőjű tömszelencével lezárandó. A 7" átmérőjű csőakatot a beépített könnyen oldónál ugyancsak el kell oldani, és a csőközt 7"/9 5/8" tömszelencével lezárni. Az öblítő iszap leemelése után szűrőmosatás, majd tisztító kompresszorozás végzendő, a maximális homokmentes vízhozam eléréséig. Ezen érték 80-60-40%-val háromlépcsős próbaszivattyúzás végzendő, közben megtörténhetnek a szabványban rögzített hidrodinamikai mérések:

- talpmélység ellenőrzés
- reométerezés
- kapacitás mérés
- nyomásemelkedés mérés
- nyomás gradiens mérés
- hőmérséklet szelvényezése
- víz és gáz mintavétele

A vett mintából komplett ásványvíz-minősítő vizsgálat valamint gázvizsgálat szükséges.
A kút földtani és műszaki adatainak rögzítésével el kell készíteni a vízföldtani naplót.
Ebben rögzítendő a kút bemért X-Y-Z koordinátái.



16. ábra Termálkút kivitelezése

A Termelő kút csővezetése	355,6x4 mm Ø acélcső MSZ3741
0-30 m-ig	244,5x8,94 mm Ø acélcső API
0-300 m-ig	177,8x6,94 mm Ø acélcső API
250-850 m-ig	114,3x5,21 mm Ø acélcső API
800-950 m-ig	

amely a kijelölt szakaszban KO anyagú JOHNSON típusú szűrővé van kiképezve.
Csővezési tervünk előirányzat, a tényleges földtani adatok alapján módosulhat.

Visszasajtoló kút kivitelezése
A visszasajtoló kút mélysége 850 m. A fúróberendezés átállását követően körülbelül
30 m-ig 355,6x4 mm átmérőjű spirálhegesztett acél iránycsövet kell beépíteni, és
felszínig palástcementezéssel szigetelni. A palástcementezés anyagszükséglete:

cement 14 q
víz 0,7 m³

A cementkötés után 12 ¼" átmérőjű fúróval 300m-ig mélyítendő a furat, majd geofizikai szelvényezést követően be kell építeni, és felszínig palástcementezeéssel szigetelni a 244,5x8,9 mm átmérőjű acélcsövet. A palástcementezés anyagszükséglete:

cement 120,5 q

víz 6,5 m³

A cementkötés és a cementdugó kifűrása után 8 ½" átmérővel folytatható a fűrás 740 m-ig, majd innen a talpig 6"-val. Ebben komplex geofizikai szelvényezés történjen, a termelőkútnál leírtak szerint. A fűrás során, a termelőkút geofizikai szelvénye alapján kijelölt homokrétegekből 2 darab magmintát kell venni, 5 m-es magcsővel. A magminta szemeloszlási vizsgálata alapján határozható meg az alkalmazandó szűrőkavics pontos átmérője.

A geofizikai szelvény alapján pontosított saruzási mélységig körülbelül 740 m-ig be kell építeni, és a biztonsági csőszakat saruja fölött 40m-ig palástcementezeni a 177,8x6,91 mm átmérőjű API acélcsövet. A palástcementezés anyagszükséglete:

cement 65 q

víz 3,5 m³

A cementkötés után a furat 320 mm átmérőre felbővítendő, majd központosítókkal építendőbe, a szűrővé kiképzett 114,3x5,21 mm átmérőjű acélcső. A körülötte lévő gyűrés teret a réteg szemcseösszetételének megfelelő kavicsszórással kell kitölteni, a záró rakat saruja fölött 40 m-ig. Itt a szűrőszakat eloldható, és a csőköz 41/2"/7" átmérőjű tömszelencével lezárandó, ugyancsak eloldandó és 7"/95/8" Ø tömszelencével lezárandó kb. 250 m-ben a záró rakat és a biztonsági csőszakat közötti gyűrés tér is. Az öblítő iszap leemelése után itt is elvégzendő a termelő kútnál leírt tisztító és próbaszivattyúzás, hidrodinamikai vizsgált, víz és gázminta vétel. A tisztító és próbaszivattyúzás alatt 2 óránként meg kell mérni a termelő kút nyugalmi vízszintjét is. A vett vízmintából itt elegendő egy általános vízkémiai és gázvizsgálat.

A visszasajtoló kút csővezetése

0-30 m-ig

0-300 m-ig

250-740 m-ig

700-850 m-ig

355,6x4 mm Ø spirálhegesztett acélcső MSZ 3741

244,5x8,94 mm Ø acélcső API

177,8x6,91 mm Ø acélcső API

114,3x5,21 mm Ø acélcső API

amely a kijelölt szakaszban KO anyagú, JOHNSON típusú szűrővé van kiképezve.

Kút-felső rész kiképzése

A termelőkút fölé a terepszintre kiemelt, hőszigetelt műanyag kútházat terveztek, 1,0x2,2x1,2 m bel mérettel

A kútba építendő búvárszivattyú előzetes adatai:

$$Q=800 \text{ l/p}$$

$$H=60 \text{ m}$$

Beépítését 80m-ig irányozták elő. A kútfej teljesen zárt, a szellőzést, NA 100-as szellőzőcső biztosítja, 3 m magassággal. A kútlezárás után a szerelvényt egy csőívvvel csatlakozik az NA 80 karimás szerelvénytárhoz, ami vízórából, visszacsapó szelepből, Tolózáró, feszítőből, víz és gáz mintavételi csapból áll.

A visszasajtoló kút kút-felső részét ugyancsak a terepszint fölé kiemelve műanyag kútházzal tervezték. A kútfej itt is teljesen zárt, a visszasajtoló vízmennyiséget vízórára, a visszasajtolási nyomást nyomástávadó a hőmérsékletet távadós hőmérő felügyeli. A kút-felső rész kiképzés terveit az 1 sz. és a 2 sz. melléklet mutatja be.



17. ábra A kút-felső rész kiképzések

5.1.4 Kivitelezési költségek

2. táblázat: A beruház költségáblázata

Ssz:	Tétel (komplex tételek)	Mennyiségi egység	Mennyiség	Egységár nettó Ft
		klt	1	2 265 807
1	Gáztalanító GMT-1200 bekötve, beüzemelve	klt	1	7 035 928
2	Hévíz tároló 30 m ³ bekötve, beüzemelve	klt	1	5 448 492
3	Hálózati szivattyú egység 1000 l/p, 40 m bekötve, beüzemelve	klt	1	13 952 603
4	Villamos működtetés, vezérlés, felügyelet, épületfelügyeleti rendszerhez való illesztés beüzemelve	klt	1	5 008 627
5	Konténer a szivattyúk részére	klt	1	7 035 928
6	Lehűtővíz tároló bekötve, beüzemelve	klt	1	5 946 146
7	Visszasajtoló szivattyú egység 1000 l/p, 60 m bekötve, beüzemelve	klt	1	28 517 559
8	Durva és finomszűrő, automatikus visszamosással bekötve, beüzemelve	klt	1	5 915 105
9	Új víz-víz üzemű 840 kW-os lemezes hőcserélők bekötve, beüzemelve			
10	Termálvíz vezetékek az új lemezes hőcserélőkhöz, szerelvényekkel bekötve, beüzemelve	klt	1	4 895 814
10.1	DN 125 varrat nélküli acélcső idomokkal dokumentáció szerint komplett	klt	1	12 448 541
10.2	DN 100 varrat nélküli acélcső idomokkal dokumentáció szerint komplett	klt	1	4 497 985
10.3	DN 32 varrat nélküli acélcső idomokkal dokumentáció szerint komplett	klt	1	868 639
10.4	DN 125 PN 25 elzáró szerelvény dokumentáció szerint komplett	klt	1	5 361 616
10.5	DN 100 PN 25 szabályzó szerelvény dokumentáció szerint komplett	klt	1	1 461 112
10.6	DN 32 PN 25 elzáró szerelvény dokumentáció szerint komplett			
11	Villamos energia ellátás			
11.1	Új 0,4 kV-os elosztó, lemez szekrénybe szerelt készülékekkel, szerelőlapos kivitelben, kapcsolási rajznak megfelelően, működőképesen, bekötve, beüzemelve	klt	1	18 603 471
11.2	Transzformátor csere az E.ON 2011.04.22.-i levelében foglalt műszaki tartalommal. A dokumentáció III. mellékletében csatolt levélben foglalt feltételeknek megfelelő tervezési és kivitelezési tételakkal, komplett.	klt	1	8 395 413
12	Primer rendszer elhelyezése épületben, szükséges átalakítási, felújítási munkákkal, teljes körűen	klt	1	2 055 779
13	A feladat komplex elvégzéséhez szükséges kiviteli tervezési munkák (primer rendszer, automatika, elosztó stb.)	klt	1	1 240 231
14	Termelőnkút létesítése, 950 m talpmélységgel, komplett	klt	1	64 902 845

15	Visszasajtoló kút létesítése 850 m talpmélységgel, komplett	kl	1	60 716 645
16	kútfejek kiépítése szerelvényekkel mechnaikai és kitörésvédelemmel, komplett	kl	2	941 097
17	Dokumentációban részletezett búvárszivattyú nyomócsővel, komplett	kl	1	5 730 108

A fentiek alapján a beruházás költsége: 275.000.000.- Ft

5.2 Miskolci geotermikus távfűtési rendszer

A projekt előzménye

Miskolc Megyei Jogú Város Önkormányzata abból indult ki, hogy a város fűtőművének földgázfelhasználása és károsanyag-kibocsátása csökkenthető a megújuló energia felhasználásával, ami végső soron egy tisztább, élhetőbb várost biztosít a miskolciak számára. Az önkormányzat tulajdonában lévő MIHŐ Kft. és a PannErgy közösen azzal a céllal alapította meg 2009 augusztusában a Miskolci Geotermia Zrt. projektcéget, hogy Magyarország egyik legnagyobb városának egy igen jelentős részét megújuló forrásból származó hőenergiával lássa el.

5.2.1 A projekt bemutatása

Az előzetes várakozásokat is felülmúlták azok a kedvező eredmények, amelyekkel az első kút megfúrása során, 2010 őszén szembesült a beruházó. A Mályi kútban mintegy 2300 méter mélységében található a termál tározó, és az innen feltörő víz, mind a hozam (150 l/s), mind a hőmérséklet tekintetében (105°C) kitűnő alapot jelentett a további fúrásokra. A meglévő termelő kút mellé egy újabb termelő kút, és három visszasajtoló kút megfúrására került sor. A beruházás műszaki célja, hogy a geotermikus energia betáplálásra kerüljön a rendszerhez legközelebb lévő Miskolc Avas hőközvet fűtési rendszerbe, amely az ott lévő panel épületeket látja el hőenergiával.

A termálkútból kinyert hőtéljesítményt csővezetéseken és hőcserélőkön keresztül jut el a hőfogyasztókhoz, és a lehűlt folyadék kerül visszasajtolásra. A rendszer működtetésének egyik alapkövetelménye volt, hogy a fogyasztók adott pillanatnyi hőtéljesítmény-igényének függvényében szabályozni lehessen a rendszert a termálkút szivattyújának vízkitermelésével, valamint a keringető szivattyúk vízzállítással. Ennek megvalósítása érdekében számos ponton szükség van a hőmérséklet, a nyomás és

a térfogatáram mérésére, amely adatok alapján a központi távfelügyeleti rendszer irányítja a geotermikus fűtőművet.

2013. május 7-én indították el a Miskolci Geotermikus Projekt keretében megvalósított geotermikus hőszállító rendszert, amellyel megkezdődött a hőenergia szállítása Miskolc Megyei Jogú Város felé. Ezzel elindult Közép-Európa legnagyobb geotermikus fűtőműve.



18. ábra Miskolci geotermikus fűtőmű
forrás: PannErgy Zrt.

A geotermális hőenergia hasznosítás rendszere az alábbi jól elkülöníthető, helyileg is elválasztható részegységekből épül fel:

- Mályi kitermelő kutak szivattyúval, szűrővel, gáztalanítóval, vízkezelő egységgel
- Termálvíz vezeték a Mályi kitermelő kutak és a Kistokaji Hőközpont között
- Kiskokaji Hőközpont
- Visszasajtoló vezetékrendszer
- Kistokaji visszasajtoló kutak
- Szekunder oldali vezeték I. ütem- Avasi Hőközpont
- Szekunder oldali vezeték II. ütem- Tatár utcai Hőközpont

A Miskolci Geotermikus Projekt eredményeként 2013 májusa óta Miskolc Avas városrész távfűtésének és HMV ellátásának meghatározó része geotermikus forrásból történik, nyáron 5-8 MWth, télen 30-35 MWth hőteljesítménnyel.

2014. szeptember 9-én adták át a Miskolci Geotermikus Projekt második fázisában megépített Tatár utcai Hőközpontot.



19. ábra Tátra utcai hőközpont
forrás: PannErgy Zrt.

A Miskolci Geotermikus Projekt második ütemében a geotermikus forrásból nyert hőenergia, a belvárosi fogyasztókhoz történő eljuttatására alkalmas távvezetékrendszer épült a Tatár utcai fűtőműig, ahol egy új hőátadó állomás épült így lehetőség nyílik a Miskolc Belváros, továbbá a Miskolci Egyetem területén jelentkező fűtési-, és használati melegvíz hőigényének részleges geotermikus energiával történő ellátására. Ezen beruházással elérhető az eredeti tervekben szereplő 780.000 GJ éves primer hőleadás. Második fázis éles üzemindulása a 2014-es fűtési időszak kezdetére valósult meg.

A Miskolci Agrokultúra Kft. – Miskolc Város Önkormányzat leányvállalata – által, létesített 7000 m²-es fóliasátnak a geotermikus rendszerre történő csatlakoztatása 2013 év végén megtörtént, amellyel együtt a mezőgazdasági termelés is bekapcsolódott a geotermikus energiahasznosításba.

A Miskolci Távhőszolgáltatás geotermikus energiával történő zavartalan kiszolgálása mellett a Társaság az 5 éves megállapodás értelmében megújuló hőenergiával látja el Borsod-Abaúj-Zemplén Megye egyik legjelentősebb ipari fogyasztóját a Takata Kft-t, amely így hőenergiáját teljes egészében geotermikus forrásból fedezi.

A már működő Miskolci Geotermikus Rendszer mellett egy olyan rendszer kerül megvalósításra Kistokajban, amely lehetőséget biztosít a beruházó eddigi meglévő hőpiacának további bővítésére. A kialakítás alatt lévő rendszer a miskolci fűtési körzetből visszaérkező víz hőenergiáját fogja tovább hasznosítani. Ennek a

beruházásnak a megvalósulásával lehetőség nyílik Kistokaj térségében az ipari és lakossági fogyasztók geotermikus rendszerbe kapcsolására, ezáltal megvalósítva a kétlépcsős geotermikus hőhasznosítást.

A geotermikus fűtőmű rendszer két hidraulikai kört tartalmaz:

- geotermikus kör: a termelő kutakat a visszasajtoló kutakkal összekötő szigetelt hőtvárvetések,
- szekunder kör: szigetelt távvezeték pár, amely a termál hőcserélő állomást köti össze az avasi hidraulikai központtal.

Miskolci Geotermikus Projekt számokban

- Hőkapacitás: 50-60 MW
- Hozam (kutanként): maximum 150 l/s
- Termelő kutak száma: 2
- Beruházási költség: 25 millió EUR
- Kifolyási hőmérséklet: 95, 105° C
- Termelő kutak mélysége: 1500-2300 m
- Visszasajtoló kutak száma 3
- Geotermikus hőigény: 800-1100 TJ

A kutak jellemzői

3. táblázat: A kutak paraméterei

Kút neve	Kút típusa	Mélység	Folyadék hőmérséklet	Hozam és nyelőkapacitás
MAL-PE-01	termelő kút	2305 m	105 C	6600-9000 l/perc
MAL-PE-02	termelő kút	1514 m	95 C	800 l/perc
KIS-PE-01	visszasajtoló kút	1737 m		1600 l/perc
KIS-PE-01B	visszasajtoló kút	1093 m		5600 l/perc
KIS-PE-02	visszasajtoló kút	1058 m		7000 l/perc

/forrás: www.miskolci-geometria.hu/

5.3 Berekfürdő villamos energia előállítása geotermikus forrásból

Előzmények

A Berekfürdő Energia Kft. technológiai fejlesztésének következtében, geotermikus forrásból kinyert metánból állít elő villamos energiát, valamint hőt értékesít a helyi fogyasztóknak. A berekfürdői projekt villamos energia teljesítménye 320 kW, míg hőteljesítménye 450 kW.

5.3.1 Technológiai fejlesztés bemutatása

A Berekfürdő Energia Kft. beruházásával a Berekfürdőn található termál-kutak metán kísérőgázát villamos- és hőenergia előállítására használja fel, majd az így előállított energiát értékesíti: a villamos energiát az országos hálózat számára, a hőenergiát pedig a strand és a környező középületek fűtésére. A beruházás keretében a 90-95%-ban metánt tartalmazó kísérőgáz leválasztásra kerül a termálvízből, majd zárt belső csővezetéken keresztül a kiserőműbe jut, és ott elégve termeli az energiát. A berendezések egy erre a célra épült, környezetébe illeszkedő épületben helyezkednek el, így a lehetséges zajszint is minimális.



20. ábra Kiserőmű Berekfürdő
forrás: PannErgy

A beruházás célja, hogy a szennyezés megelőzésével párhuzamosan hazai, környezetbarát forrásból származó energia előállítás történjen. A beruházás megvalósítása által az üvegházhatású gázok kibocsátása csökken, a hasznosítóból csupán vízgőz, és a metánnál a klímát lényegesen kisebb mértékben károsító szén-

dioxid kerül a légkörbe. Az üzem egyszerre csökkenti a környezetszennyezést, valamint a térség és egyben hazánk függőségét a fosszilis import energiahordozóktól.

A hosszú távon is fenntartható beruházás jelentős üvegházhatású gázkibocsátást előzmeg, 470 tonnával csökken az éves metán-kibocsátás. Ennek köszönhetően – figyelembe véve a kiserőmű energiatermelése által okozott közvetett hatást is – széndioxid egyenértékben kifejezve hozzávetőlegesen 12 ezer tonnával csökken az üvegházhatású gázok kibocsátása.

Energiatermelési kapacitás

Villamos-energia: 2.300 MWh/év

Hőenergia: ~10.000 GJ/év

/forrás: www.miskolci-geometria.hu/

6 Geotermikus energia hasznosítása Magyarországon a jövőben

6.1 Szentlőrinci Távhőszolgáltatás geotermikus energiával

Előzmények

A geotermikus projekt egyik legfontosabb feltétele a megfelelő vízbázis jelenléte, a kitermelt energiának a helyi távfűtési rendszerekben történő hasznosításához jogilag, gazdaságilag stabil üzleti és finanszírozási modellre van szükség. Szentlőrinc Város Önkormányzata megalapítja a Szentlőrinci Geotermia Zrt. projektcéget.

6.1.2 Projekt bemutatása

A 2009 tavaszán indult sikeres fúrás eredményeként az 1800 méter mély kútból kitermelhető víz mintegy 86 C fok hőmérsékletű, hozama pedig meghaladja a 25 l/s-ot. A szentlőrinci kútból kitermelt geotermikus hőenergia-mennyiséggel teljes mértékben kiváltásra került Szentlőrinc korábban földgázalapú távhőszolgáltatása.

A Szentlőrinci Geotermia Zrt. 2010 júniusában 15 évre szóló, és további öt évre meghosszabbítható szerződést kötött Szentlőrinc Város Önkormányzatával, és ennek alapján a város jelenlegi távhőrendszerét üzemeltető távhőszolgáltató cég számára szállítja a geotermikus energiaforrásból származó hőenergiát. 2011 januárjától a projekt eredményeként – 3 MW hasznos hő teljesítményű egy termelő és egy visszasajtoló kútból álló geotermikus fűtőrendszer – körülbelül 900 lakás fűtése a gáznál olcsóbb és a

környezetet egyáltalán nem szennyező geotermikus energiával történik. Cél, hogy a jelenlegi 20-21.000 GJ/ év fogyasztásról növekedjen a felhasznált elsődleges energia mennyisége, és hasznosításra kerüljön a másodlagos hőenergia is. Jelenleg folyik annak felmérése, hogyan lehet a kihasználatlan kapacitásokat is hasznosítani.

A projekt megvalósulása Szentlőrinc város szintjén csökkenti az import energiától való függőséget, és a hazai előállítású energiahordozó felhasználással a hazai értékettermést növeli. A megújuló energia felhasználása által éves szinten mintegy 26 tonnával csökken az üvegházhatású gázok kibocsátása – mely elsősorban szén-dioxidot és nitrogén-oxidokat jelent. Az energiatakarékossággal és a kibocsátott káros anyagok mennyiségének csökkentésével a projekt elősegíti a fenntartható fejlődést.

6.2 Gödöllői távfűtés geotermikus energiával

Előzmény

2010 májusában Gödöllő város Önkormányzata úgy dönt, hogy a távhőszolgáltatásához szükséges energiát geotermikus források felhasználásával kívánja előállítani. Ezért létrehozzák a Gödöllői Geotermikus Zrt. -t, Gödöllő 30.000 lakossal rendelkezik, hőpiaca elérheti a 27000 MWh-t.

6.2.1 Távfűtési rendszer bemutatása

A gödöllői projekt cég 2011 novemberében befejezte a GOD-PE-01 jelű első kút fúrási munkálatait, amely során a fűrőfej 2.130 méteres mélységben elérte a vízáadó triász korú mészkő réteget számottevő repedezettség érintése nélkül. A gödöllői térség geológiai jellemzői komplexebbek, mint azt az előzetes kutatások alapján feltételezni lehetett, ezért szükség van a kút környezetét érintő kiegészítő és elemző vizsgálatokra. A kút hőmérsékleti térképe mintegy 1.920 méteres mélységben mutat anomáliát, azaz olyan fedőlemez áttörést, amely a mélyebb rétegekből fűtött, de hőmérséklete még így is alacsonyabb az országos átlagnál (mintegy 77-80 C). A hőmérsékleti anomália geotermikus aktivitást mutat. A keleti részről kitermelt termásvíz a kút téregységében kerülhet majd visszasajtolásra, így szinte eltűnik a lehűlés kockázata. A szakvélemények azt igazolják, hogy a GOD-PE-01 jelű megfűrt kút visszasajtoló kútként hasznosítható.



21. ábra GOD-PE-01 Kút fúrása
forrás: PannErgy Zrt.

A 3D modellezés eredménye azt mutatja, hogy a beruházás egyszerűsödik. A termelő és visszasajtoló kutak távolsága megegyezik a kiépítendő távvezeték hosszával mintegy 9 km, nem kell dupla előremenő és visszatérő távvezeték építeni. A munkák megkezdése esetében nehézséget okoz, hogy a projekt helyszín közelében természetvédelmi terület húzódik, így a kút kijelölése esetében az eddigieknél jóval

több szempontot kell figyelembe venni. A fűrés esetleges környezeti terhelését a Társaság egyezteti az érintett erdőgazdasággal. A földtani modellezés eredményeképpen meghatározható a termelőkút lehetséges helye.

A projekt további előrehaladása érdekében folytatódik a megvalósítási koncepció véglegesítése. Folyamatosan zajlik a legfrissebb geológiai információk begyűjtése, amelyek alapján meghatározhatóak a további kiegészítő műveletek.

A városban található távfűtés energiaforrása teljes egészében kiváltható geotermikus energiával. Megfelelő vízhozam és hőfok esetén villamos energia termelése is felmerülhet.

7. Összegzés

A termálenergiát az egyik legjelentősebb megújuló energiahordozóként aposztrofálják Magyarországon. Elsősorban a termálvízzel előállított termálenergia hasznosítása balneológiai, ill. a vízgyógyászati célokat szolgál, de a mezőgazdasági és kommunális területen is hasznosítják.

A készletek világviszonylatban is jelentősek, viszont a termálhő hasznosítás mértéke a lehetőségektől elmarad. Az Európai Unió mint ismeretes a megújuló energiák hasznosításának mértékére vonatkozóan jelentős növelést ír elő.

Ennél az energiánál a potenciális felmérési adatok azért is sajátosak, mert részben megújíthatók. Ezen kívül az integrált hasznosítási projektekben több lépcsős hasznosítással, megfelelő gazdasági támogatással igen nagymértékben lehetne a hatásfokot növelni. (Nagyon sok helyen 30°C-os elfolyó vizekkel találkozunk. Ezt hőszivattyú alkalmazásával felhasználhatjuk.

A geotermális energia hasznosítási üteme világszerte rendkívül gyors és nem csak az aktív vulkanikus területeken, hanem a viszonylag kedvezőtlen hőfluxus értékekkel rendelkező régiókban (Svájc, Németország) is. Új dimenzióba helyezte a földhő hasznosítását világszerte a hőszivattyúk elterjedése.

A geotermikus energia kinyeréséhez – a hőszivattyúk kivételével – vizet vagy gőzt kell kitermelni. A geotermikus energia felhasználásának módjai:

- a) hőszivattyúval segített hőhasznosítás,
- b) közvetlen hőellátás,
- c) kapcsolt villamos energia és hőtermelés

a) A hőszivattyús rendszerekhez nincs feltétlenül szükség a felszín alól történő vízkivételre. A hőt szolgáltató közeg lehet felszíni vízfolyás, talajvíz, néhány méteres mélységben a talajhő és a földhő 150-300 méteres mélységig. A hőszivattyús rendszert télen fűtésre, nyáron hűtésre lehet alkalmazni. A hőszivattyúval segített hőellátás legnagyobb előnye, hogy gyakorlatilag mindenütt, családi házas és tanyasi szórt elhelyezkedésű lakóépületeknél is alkalmazható. A hőszivattyúk másik alkalmazási módja, mikor „hulladékhőt”, vagyis olyan hőt, amely különben a környezetbe távozna,

hasznosítunk. Ez a hő lehet akár lehűlt 30-40° C-os termálvíz, de ipari folyamatoknál keletkező meleg víz vagy levegő formájában jelentkező hulladékhő is.

b) Geotermikus energiavagyonunk döntő részét jó hatásfokkal és nagy mennyiségben közvetlenül hőellátásra (lakóépület fűtés, használati melegvíz előállítás, üvegház fűtés, terményszárítás, stb.) tudjuk felhasználni, mert kitermelhető termálvizeink hőmérséklete 100° C-nál alacsonyabb.

c) A villamosenergia-termeléshez a jelenlegi technológia mellett – kielégítő hatásfok eléréséhez – legalább 120° C-os vízre van szükség. Ilyen hőmérsékletű víz elegendő mennyiségben 2500-3000 m mélységben és korlátozott kiterjedésű víztárolókban áll rendelkezésre az országban. Az áramtermelési potenciált nem ismerjük pontosan. Ha az első geotermikus erőművek megépülnek, és ezzel párhuzamosan a földtani és technológiai tapasztalataink bővülnek, a potenciál jobban becsülhető lesz. Jelenlegi ismereteink alapján 10-100 MW elektromos potenciál becsülhető. A rendelkezésre álló áramtermelési potenciált is érdemes kiaknázni, mert a villamos energiatermeléshez közvetlen hőhasznosítás társítható, amellyel kb. 10-szer annyi hő hasznosítható, mint a megtermelt elektromos áram. Példaként szolgálhatnak számunkra az ausztriai és németországi geotermikus erőművek, melyek kapcsolt villamosáram-termelő és hőellátó üzemmódban működnek.

A sekély, talajcsöves kollektoros elrendezéseknél, a földhő hasznosítása már nem annyira gazdaságos. Az elfolyó vizek hőtartalmának hasznosítása viszont rendkívül gazdaságosnak bizonyul (kommunális csatorna vízhőjének hasznosítása, ipari technológiai vizek hasznosítása stb.). Több évtizedes tapasztalat alapján megállapították, hogy ezek a számítógépes programokkal vezérelt hőszivattyúk különösen azokban az országokban gazdaságosak, ahol nem magas az áramköltség.

A Kárpát-medence rendkívül nehezen leírható és műszakilag nehezen megfogalmazható, bonyolult hidrodinamikai rendszerrel rendelkezik. Vannak olyan nagy teljesítményű kutak, amelyek 25 éve ugyanabból a rétegből termelnek és a nagy vízfelhasználás mellett is (kórházi melegvíz ellátás pl.) néhány óra alatt helyreáll a termelőszint. Ezt igazolja és a helyzet bonyolultságát is mutatja, hogy az utóbbi években a kitermelés mértékének csökkenése, és ésszerűbb energetikai felhasználása átlagosan az Alföldön a termálvíz-adó rétegek vízszintjének emelkedését igazolja.

A geotermikus energia nagy mennyiségben rendelkezésre álló hazai energiaforrás, ezért csökkenti az importenergiától való függést. Továbbá a kutatás, kiépítés, karbantartás,

ipari és mezőgazdasági alkalmazások hazai munkahelyeket teremtenek és tartanak meg. A földhő „fenntartható” módon használható. A kitermeléssel kivett hő a termelés befejezése után kb. ugyanannyi idő alatt pótlódik 95%-os szinten, mint a kitermelés ideje volt. A geotermikus energia felhasználásával CO₂ kibocsátást lehet megtakarítani.

A rendelkezésre álló minimum 60 PJ/év hőmennyiségből jelenleg mindössze 3,6 PJ/év (2006) hőt hasznosítunk energetikai céllal. Kizárólag a felszín alatti vizekkel 26-38 PJ/év (2003) hőt termelünk ki, melynek csupán kevesebb, mint 10%-át használjuk fel energetikai célra, a többi a vízzel elfolyik. A balneológiai hasznosítás előtt vagy után a hőmérséklettől függően a vizet lehűtik, többnyire hőenergiájának hasznosítása nélkül. Ez a helyzet a Szeged városát ivóvízzel ellátó termálvíz esetén. A budapesti 22-55 C-os langyos- és termálforrások is természetes úton, hőenergiájuk hasznosítása nélkül kerülnek a Dunába. A 2005-ös adatok alapján a geotermikus energia energiamérlegben való aránya Magyarországon 0,29%, az Unióban 5,5%. Az összes megújuló energiatípus között mindössze 6,6%-kal szerepel a geotermikus energia. Elmondható, hogy Magyarország a kiemelkedően jó természeti, földtani, geofizikai, hidrogeológiai adottságok ellenére, a kinyerés és hasznosítás terén mind relatív, mint abszolút értelemben az elmaradottak közé tartozik. Lehetőségeink jobb kihasználásával a geotermikus energia az ország energia-mérlegében legalább 5%-kal részesedhetne, mint megújuló, környezetbarát és hazai energiaforrás.

8. Felhasznált irodalom

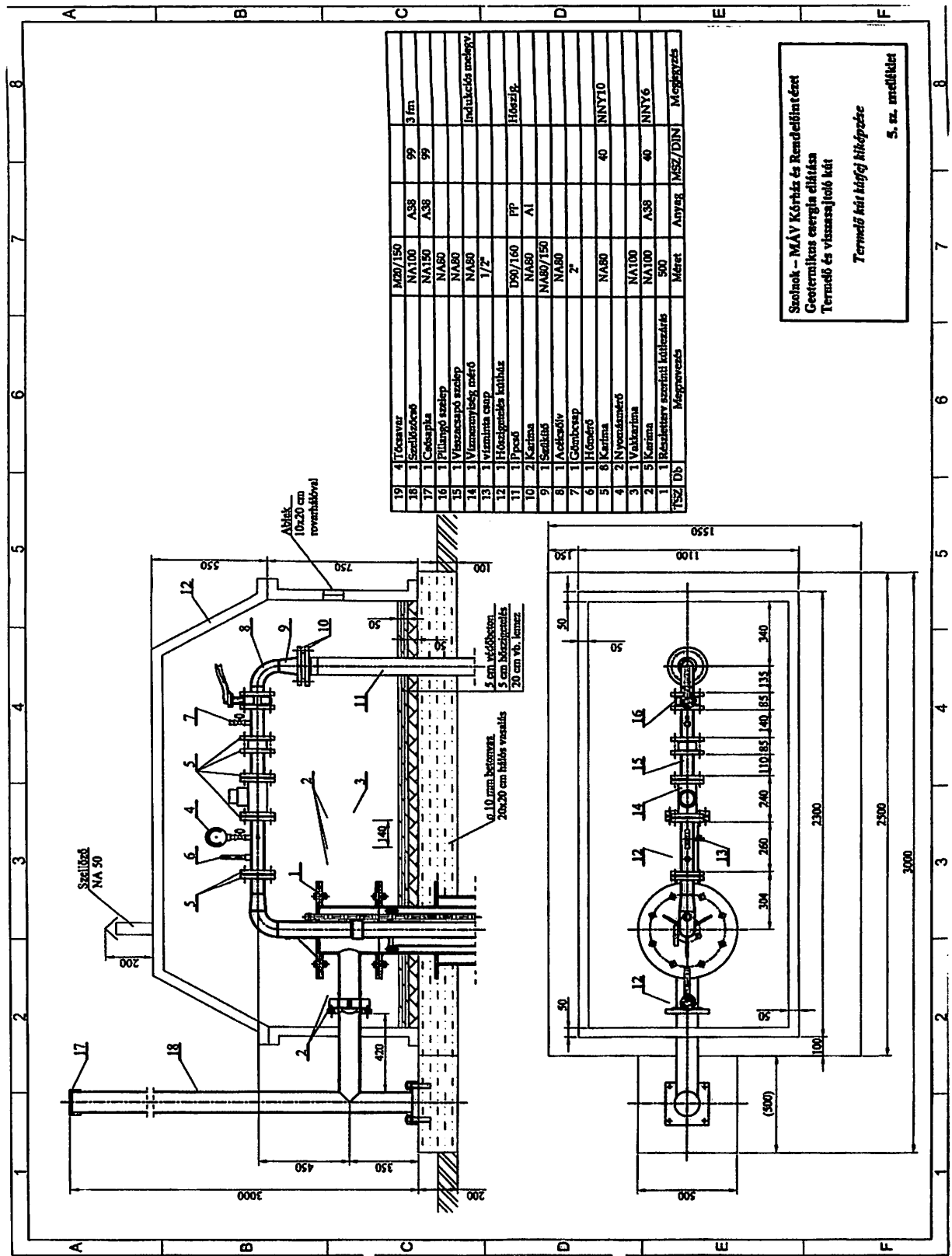
- [1] Dövényi, P., Drahos, D. és Lenkey, L. (2001): Magyarország geotermikus energia-potenciáljának feltérképezése felhasználás növelése érdekében. Hőmérsékleti viszonyok. Jelentés a Környezetvédelmi Alap Célelőirányzat részére. ELTE, Geofizikai Tanszék, 1-10.
- [2] Lázár, J. (2008): Komplex hasznosítás Hódmezővásárhelyen, Kistelek, Geotermia a XXI. században szakmai fórum, 2008
- [3] Magyar Épületgépészet, LVII. évfolyam, 2008/10. szám
- [4] Mádlné Dr. Szőnyi Judit PhD, egyetemi docens ELTE, A geotermikus energiahasznosítás nemzetközi és hazai helyzete, háttér tanulmány, 2008
- [5] Megújuló Energia Kézikönyv, Poppy Seed, 2010
- [6] Nagygál János okl. gépészmérnök Magyar Geotermális Egyesület (MGtE) XV. Energia Café
- [7] Reményi Károly: Megújuló energiák, Akadémia Kiadó, 2007
- [8] Szolnoki Máv Kórház és Rendelőintézet energetikai rendszerének korszerűsítése KEOP pályázat

Internet

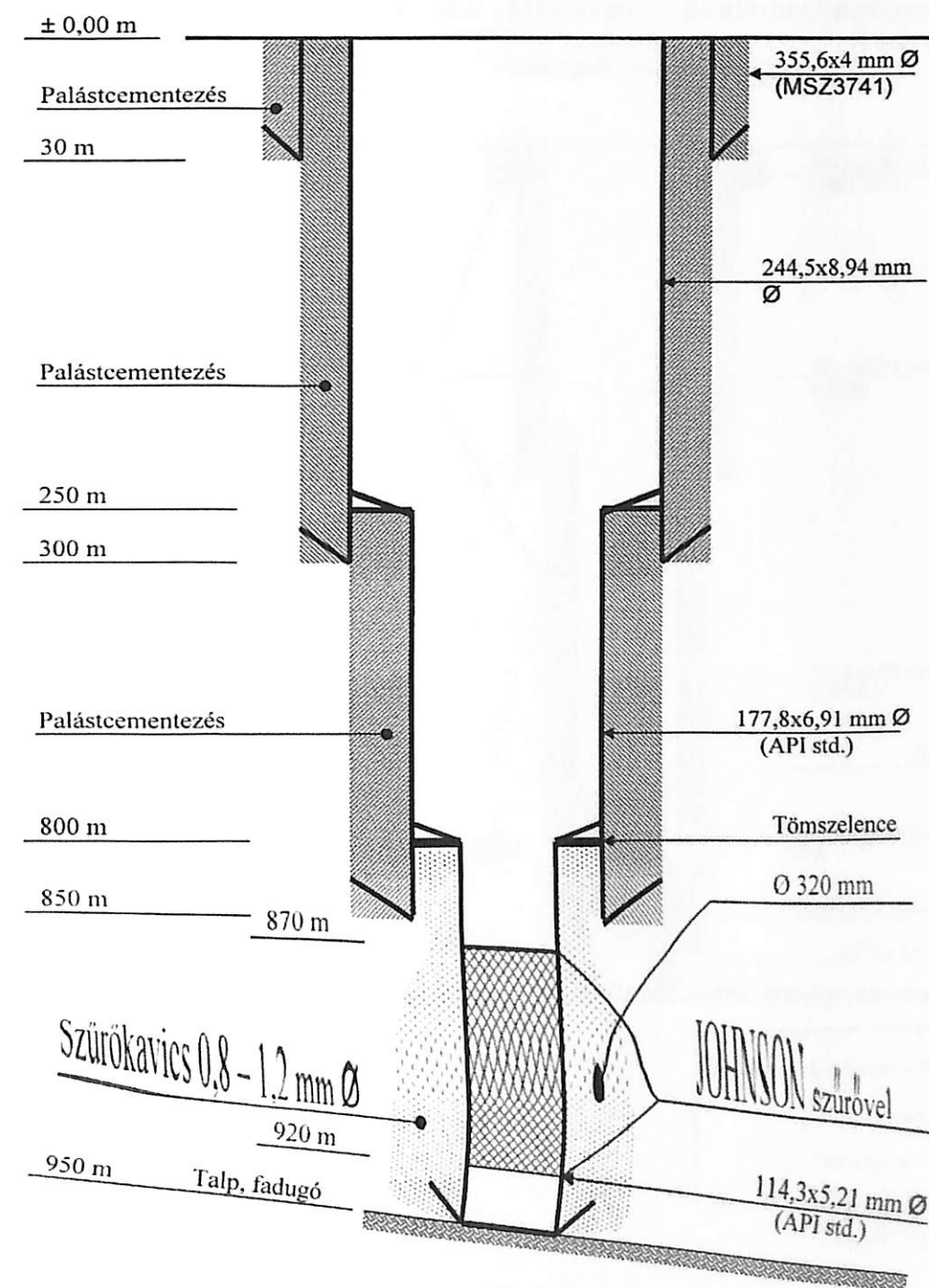
- [1] www.data.hodmezovasarhely.hu/docs/strategiak_koncepcio/megujulo_energia/6_fejezet.pdf
- [2] www.sija.hu
- [3] www.energiakaland.hu/energiaotthon/energiaforrasok/geotermikus_energia
- [4] www.aquaprofit.hu
- [5] www.miskolci-geotermia.hu

9. Melléklet

1. számú melléklet



CSÖVEZÉSI TERV – TERMELŐ KÚT



Szolnok, MÁV Kórház és Rendelőintézet

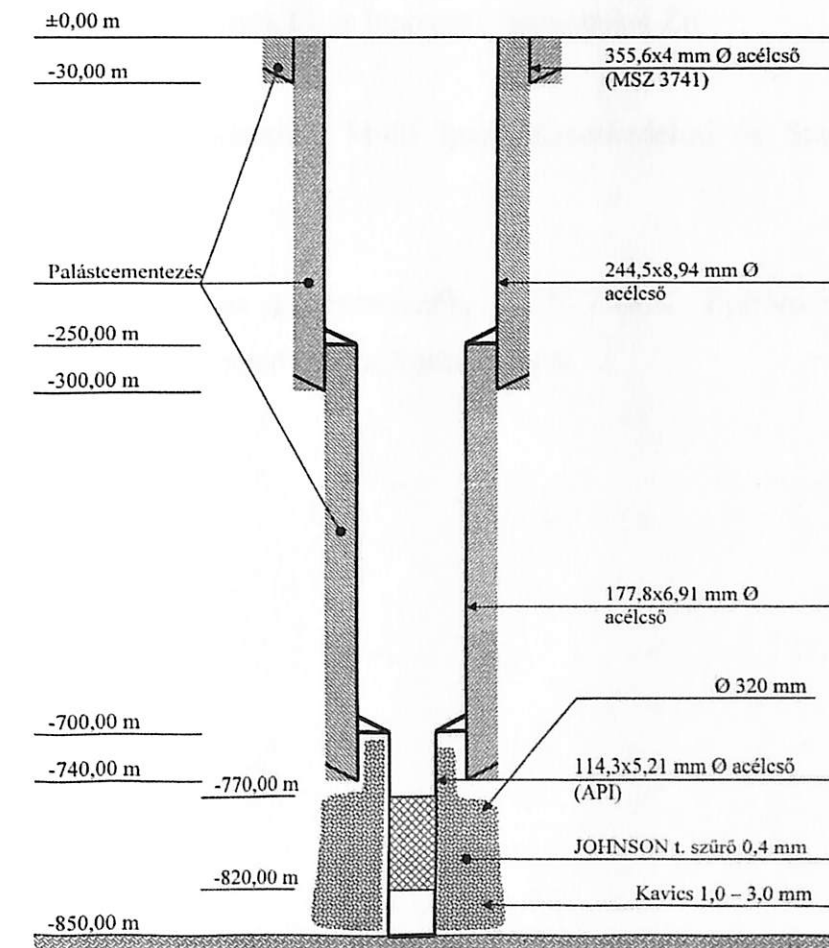
3. sz. melléklet

Csővezési terv – Termelői

3. számú melléklet

SZOLNOK – MÁV KÓRHÁZ ÉS RENDELŐINTÉZET

Visszasajtoló kút csövezési terve



Szolnok, MÁV Kórház és Rendelőintézet

4. sz. melléklet

Csővezési terv – Visszasajtoló kút

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni mindazoknak a segítségét, akik támogatták a szakdolgozatom elkészülését.

Szloszjár Gábor okl. Építőmérnök Elios Innovatív Energetikai Zrt.

Soltész András okl. Gépészmérnök Multi Ipari, Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.
ügyvezetője, konzulensem

Dr. Molnár Ildikó okleveles gépészmérnök, SZIE-YMÉK Építőmérnöki Intézet
Infrastrukturamérnöki Szakcsoport tanára, konzulensem