

***Geotermikus hasznosítási lehetőségek a Richter Gedeon
gyógyszergyár új központi irodaépület környezetében
SZAKVÉLEMÉNY***

Megbízó: **Zoboki Építészroda**
1061 Budapest, Andrássy út 45.

Ügyvivő: Oláh Éva vezető építész



Lorberer Árpád Ferenc

Készítette: Lorberer Árpád Ferenc

Vízügyi, Geotechnikai és Geotermikus Tervező

cím: 1068 Bp. Szondi u. 79 fsz12

e-levél: loare@t-online.hu

mobil: 30-449-7702



2020 február 27.

*Geotermikus hasznosítási lehetőségek a Richter Gedeon gyógyszergyár új központi irodaépület
környezetében*

TARTALOMJEGYZÉK

1. Célkitűzés, műszaki és szakirodalmi alapadatok.....	3
2. A Richter gyár területén és környezetében létesült kutak és földtani adatok	5
3. Földtani felépítés	7
3.1. Általános földtani jellemzés.....	7
3.2. A gyár alatti vízáadó rétegek	9
4. Helyi geotermikus hasznosítási lehetőségek megadása.....	11
4.1. Hévíz-hasznosítás saját termálkút létesítésével.....	11
4.2. Hidegvíz-termelés, kutas hőszivattyús hasznosítás.....	12
4.3. Zárt, vízkivétel nélküli hőszivattyús hasznosítás.....	12
4.3.1. Földhő-szonda-rendszerek ismertetése	12
4.3.2 Földhő-szondák telepítése a tervezett új központi irodaépületnél.....	14
5. Költség és hatékonyság összehasonlító elemzése	16
 Táblázatok:	 <i>oldalszám</i>
<i>A gyár területén fúrt vízellátó kutak alapadatai</i>	<i>5</i>
<i>A tervezési terület alatt várható felszín alatti vízáadó rétegek összegzése</i>	<i>10</i>
<i>Szondafúrás-létesítési költségek tájékoztató adatai</i>	<i>13</i>
<i>Környező szondatesztetek mérési adatai</i>	<i>14</i>
<i>Geotermikus szondamezőből kinyerhető hőmennyiségek előzetes becslése</i>	<i>15</i>
<i>Várható hőteljesítmények összegzése</i>	<i>17</i>
<i>Költségek összevetése</i>	<i>17</i>

1. Célkitűzés, műszaki és szakirodalmi alapadatok

1.1. Előzmények és a feladat megjelölése

A nagy múltú fővárosi gyógyszerárugyár új többszintes központi irodaháza a Gyömrői út mellett létesül, a nagyméretű gyárterület keleti felén, azon a területen, amely 2000-es évek előtt a Magnezit tűzállóanyag-gyártelepnek adott otthont.

Az új épület tervezése során felmerült az épület alternatív energiaforrásokkal való temperálása, elsősorban geotermikus hőszivattyús fűtési rendszer kiépítése. Első szakaszként készül ez a szakvélemény, amelynek a feladata, hogy a geotermikus adottságokról általános áttekintést és keretszámokat adjon a következő döntési fázis előtt.

A telken lehetőség van hévíz-hasznosításra, hidegvizes geotermikus hőszivattyús rendszer, vagy vízkivétel nélküli zárt szondás rendszer telepítésére is.

Anyagunkban előzetes becslést adunk mind a zárt keringtetéses rendszerű geotermikus földhőszondákkal kitermelhető hőmennyiség értékéről, mind a helyi felszín alatti vízáadó rétegek vizének hőtartalmát hasznosító rendszerek helyi telepítési lehetőségeiről, a fűtési keretszámok mellé becsült engedélyezési és kivitelezési költség-keretszámokat is megadva.

Jelen szakvéleményünk archív adatokon alapuló tudományos alapú becsléseket közöl – a földtani bizonytalanság kezeléséhez továbblépés esetén szükséges a számítások konkrét próbafúrás(ok) vagy próbakutak segítségével történő aktualizálása, pontosítása.

1.2. A helyszín geotermikus hasznosítás szempontjából meghatározó műszaki és beépítési adatai:

- A teljes gyárüzem a Vaspálya utca, Gyömrői út és Noszlopy utca közötti területre terjed ki, számos épülettel és közművel, de az épületek között kút vagy termálkút létesítéséhez szükséges méretű terület sok helyen kialakítható. A gyárüzem Gyömrői úttal párhuzamos legnagyobb hosszúsága kb. 930 méter, Noszlopy úttal párhuzamos szélessége kb. 390 méter. A Richter vállalat-csoport több más közeli telket is hasznosít a közelben.
- Közvetlenül a tervezett új központi épület mellett, elsősorban dél felé a tervezett épület területénél valamivel nagyobb szabad térrész helyezkedik el. Ez a részben parkosított, részben parkoló- és forgalmi terület adott esetben hőszivattyús célra is hasznosítható.
- A jelenlegi előzetes tervek szerint az épület földszinti padlószintje, egyben az építési nulla szint értéke = 122,9 mBf. A gyárterület jellemző eredeti terepszintje 119-122 mBf közötti, ÉK felé emelkedő jelleggel.
- Az épület alá tervezett mélygarázs az épület felszín feletti részénél jóval nagyobb területre terjed ki. Egyszintes mélygarázs létesül, az előzetes tervek szerint -4,8 m belső padlószinttel. A mélygarázst várhatóan oldalról résfalas körbezárás, lefelé pedig 70 cm. vastag lemezalap veszi körbe.

[illegible]

2. A Richter gyár területén és környezetében létesült kutak és földtani adatok

A gyárüzemtől 2020 február elején azt a tájékoztatást kaptuk, hogy saját kutat nem üzemeltetnek. -A földtani adatok alapján azonban egyértelmű, hogy az üzem a múlt században több kutat is fúratott, és ezeket évtizedekig üzemeltette. (1980-2000 közötti időszakban Kőbányán nagyon lesüllyedtek a helyi kutak vízszintjei, és a mesterséges felöltésből eredő szennyeződést is észlelték, a kutak előregedése mellett esetleg még ez okozhatta leállításukat.)

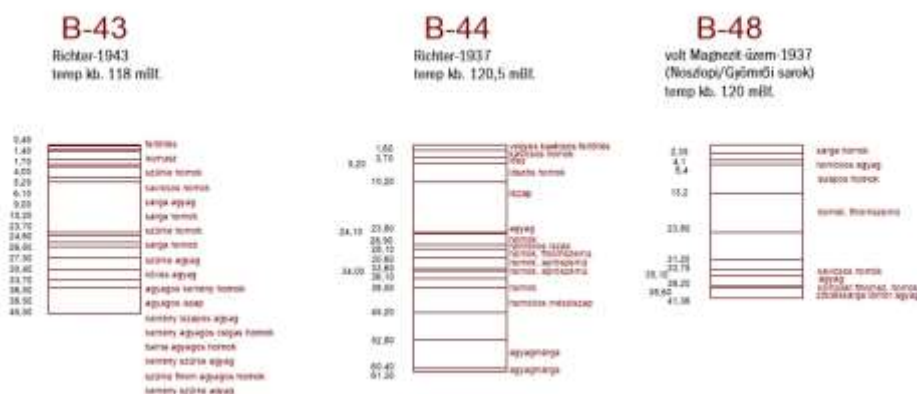
Szerencsétlen módon mind a gyógyszergyár, mind a Magnezit művek és a korábbi tűzállóagyag-gyár részére mélyített fúrások közül a mélyebbek adatai és rétegsorai nem maradtak meg a földtani adattárban, illetve egy esetben (a B51/a kútnál) a rétegsor ugyan megmaradt, de a fúrás helye maradt kérdéses.

A környező területen lemélyült fúrások elhelyezkedését az előző oldal 1. ábrája mutatja, a legfontosabb, a munka keretében feldolgozott rétegsorokat pedig a 2. és 6. ábrák és kapcsolódó táblázatok mutatják be. (A térkép a Richter gyár környékére fókuszál, sekély térképező és Metrő-fúrásokat, valamint távolabbi kútsoportokat (pl. a Kőbányai sörgyárat ellátó kutakat nem jeleztük külön.)

I.TÁBLÁZAT: A gyár területén fúrt vízellátó kutak alapadatai (sekély figyelőkutak nélkül)

Jel	Fúrás éve	Talp (m)	Leírás	EOV X	EOV Y	Vízszint (m)	Víz-hozam (l/perc)
B-42	1903	150,44	nincs rétegsor	237021	656752	-20,5	380
B-43	1922	230		236500	656718	-21,4	140-300
B-44	1937	61,3		236498	656824		
-	1954	10,7	talajvízkút, Gyömrői út 14			-2,84	
B-46	1905	105	1. Magnezit kút, adatok nélkül	236167	657084		
B-48	1937	41,36	előző felújítása	236167	657084		
B-51/a	1899	214,45	Tűzállóagyaggyár kútja, helye kérdéses	?	?	-18,8	666

1. ábra: A gyárnál készült kutak archivált rétegsorai



Kőbánya térsége földtani szempontból elég jól feltárt, bár a földtani kutatások elsősorban a kő és agyag-bányászatra, később a pincerendszerekre fókuszáltak. A felszín alatt fúrással feltárható kőzettestek ez esetben a telektől északabbra és keletebbre felszíni kőzet-kibúvásokban is tanulmányozhatóak. A vizsgálati terület tágabb környezetében viszonylag sok fúrás készült. Ezek közül azonban kevés mélyült le 100 m-nél mélyebbre, és dokumentáltságuk, adataik megbízhatósága is eltérő (többségében sajnos rossz).

A közelben az utóbbi 15 évben már hőszivattyús sekély geotermikus feltárások is voltak, a Gyáli úton keletebbre kettő, a délnyugatabbra a kerület határán levő Kőér u. 1 alatt megépült Laurus irodaháznál egy geotermikus próbafúrás készült.

A szomszéd kerületekben nyugat és észak felé 2018 és 2019 évben létesültek új hévízkutak, köztük az első fővárosi termálvizes fűtési célú kútpár (BKV-1 és BKV-2 az Őrs vezér térnél). A területhez legközelebb azonban a Népliget-1 jelű kút esik – az egyetlen olyan fővárosi kút, amelyből nem sikerült termelésre alkalmas mennyiségű hévizet kinyerni (meddő lett). A népligeti fúrás tágabb környezetében viszont részletes geofizikai felmérés is készült, ennek révén a mélyföldtani ismeretek jóval pontosabbak a főváros más területeinél.

Környező területeken végzett hasonló munkáink:

- 2018: Geotermikus Budapest kézikönyv, - Magyar Energia Hivatal kiadása - in press, szerk: Tóth
- 2017: Az Őrs vezér tér melletti BKV-járműjavítónál létesülő termálvizes kútpár előzetes hidrogeológiai modellvizsgálata értékelése
- 2008: Szakvélemény a Budapest X Kőér u. 1 ingatlan geotermikus (hőszivattyús) hasznosítási lehetőségéről
- 2007: Vízbeszerezési szakvélemény A Bp. X. Kőbányán tervezett MázsaPláza területéről

A szakvéleményhez felhasznált kiemelt szakirodalmak:

- Göbel E., Németh L. (1972): Kőbánya városközpont műszaki földtani adottságai. Földtani Kutatás XV/4.
- Gyalog L – Maros Gy -Pelikán P (2016): Budapest Geokalauz kézikönyv MFGI kiadása
- Raincsákné et al.: Budapest területének földtani és fedetlen földtani térképei 1:40000. MÁFI (1983)
- L. Rybach & B. Sanner: Ground-Source Heat-Pump systems – The European Experience GHC Bulletin March. 2000
- VDI 4640 – Richtlinie, Thermische Nutzung des Untergrundes, Erdgekoppelte Wärmepumpen VDI-Gesellschaft Energietechnik Düsseldorf, Beuth Verlag, Berlin 1998

3. Földtani felépítés

3.1. Általános földtani jellemzés

Kőbánya felszínközeli földtani felépítését három fő csoportra lehet osztani:

- A. legidősebb csoportot a miocén mészkövek alkotják (A),
- B. erre pannon korú, főleg agyagos képződmények települnek (B),
- C. Mindkettőt a terület nagyobb részén lefedik vékony, nyugati irányban fokozatosan vastagodó pleisztocén és holocén üledékek, és átalakította az emberi bányászati és feltöltő tevékenység.

A mai felszín a XIX. és részben XX. századi földmunkák eredménye. Kőbánya nagy részén valóban intenzív bányászkodás folyt – A gyárról északra levő kiemeltebb zónában egymás mellett bányászták az építőköként használt mészkőt, és a téglagyártásra felhasználható kövér agyagot.

Az agyagbányák mély gödreit – és sok helyen a mészkő-udvarokat is – utólag igyekeztek a legkülönbözőbb anyagokkal feltölteni: iszapos homok, homokliszt, mészkőtörmelék, mészszip, építési törmelékek, és nagy mennyiségű háztartási hulladék is került elhelyezésre. E feltöltött területek és a mészkő-pincék járatrendszerei feletti területek egy részét utólag parkosították. A Richter-teleptől közvetlenül nyugatra és délre, a BKV-járműtelepnél és a Vaspálya-utca vonalában a város terjeszkedése előtt mocsaras tó volt, innen indult ÉNy felé a feltöltések révén szintén teljesen megszűnt Városligeti-patak.

4/a-b ábrák: A Városligeti-patak és a feltöltött bányaterületek elhelyezkedése (kék, piros, és szürke)



- A) A legfiatalabb rétegcsoporthoz a pleisztocén, holocén folyóvízi kavics, kavicsos homok, lepelhomok és a belőlük keletkezett futóhomok. Az ópleisztocén során az Ős-Duna főága Kőbányán folyt keresztül, alakította ki teraszát és rakta le hordalékát. A negyedidőszaki képződmények általában 10-15 m vastagságúak, nem ritkán 3-5 m vastag kavicsrétegekkel.
- B) A fiatal folyóvízi üledékek alatt *pannon korú agyagos képződményeket* találunk, főként kőzetlisztes agyag és agyagmárga, helyenként homokos, homokos kavicsos közbetelepüléssel. A terület a pannon-tó nyugati partszegélye közelében található – a Népligettől ÉNy-ra már nem maradt meg pannon üledék, és az északabbi kiemeltebb mészkőhegy körül is elvékonyodik. A pannon kőzetrétegek ennek megfelelően dél felé és kelet felé vastagodnak pár métertől akár 60-100 méter szintig. A rétegek

diszkordánsan települ az alatta fekvő szarmata rétegekre enyhe (3-5°) délies dőléssel (6, 10). A vegyes anyagú, több vízadót is tartalmazó összlet heterogenitása ellenére is inkább vízzáró.

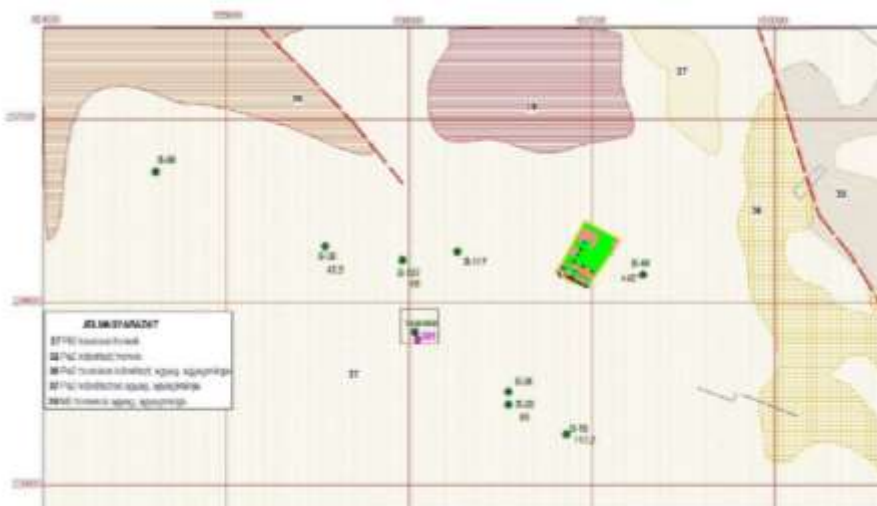
- C) Kőbánya fő tömegét mészkő alkotja – a területtől északra ez alkot kiemelt, bár a későbbi pannon üledék-lerakódás hatására ma már nagyrészt eltemetett hegyet. A Jászberényi út mentén a felszínen is mészkő-rétegek jelennek meg. A miocén korú meszes összlet belül is három alrészre tagolható. A mészkő csoporton belül a legfiatalabb, legfelső helyzetű a *szarmata durva mészkő*-rétegcsoporthoz képződményei a Tinnyei Formációba („csökkentsósvízi - mészkő”) tartoznak. Ebben a képződményben található a kőbányai pincerendszer, s ezt szolgáltat alapanyagul az évezredes kőfejtésekhez. Ősmeradványokban gazdag, heterogén kőzet 2 fő változattal. A sárgásfehér, bontott durvaszemű ooidos mészkő erősen porózus kőzet, lazán cementált, kézzel morzsolható. A finomszemű fehéres szürke durva mészkőváltozat porozitása alacsonyabb. Ezen túl kavicsos, kagylós változatai, valamint mészmárga is megjelenik a tágabb környezetben. A rétegösszlet általánosságban DNy-i enyhe (6-8°) dőlésű, bár az ÉK-DNy-i, illetve ÉNy-DK csapású vetők mentén elvetett és kibillentett blokkok változatos, leginkább délies döléseket mutatnak. A rétegek dél felé kivastagodnak, maximális vastagságuk 40-50 m. Mélységbeli elhelyezkedésük a töredezettségből kifolyólag változatos (5, 6), a DNy-i fúrási adatok alapján ott már 30-50 m mélyre süllyed.

A partközeli-zátony üledékként lerakódó szarmata mészkő keletkezésével egy időben heteropikus fáciesként az ősi medence mélyebb részein homokos agyag, agyagmárga és agyagos homok rétegek keletkeztek, az üledékek között gyakran tufabemosódások tarkítanak. Gyakori a homok és agyag egymásba való átmenete, valamint a vastag rétegek rövidtávú laterális kiékelődése. A szarmata mészkő és az alatta elhelyezkedő badeni lajtamészkő közé helyenként a szintén szarmata, a területen 10-25 m vastag szürke márga, agyag, agyagmárga, agyagos mészkőből álló Kozárdi Formáció települ.

A mészkő csoporton belül a legidősebb képződmény a badeni (régiben torton) *lajtamészkő*. A szürkésfehér színű, elég porhanyós, inhomogén likacsos durva mészkő a Rákosi Mészkő Formációhoz tartozik. A rétegcsoporthoz 6-8 m vastag, 5-6°-os DDNy-i dőléssel jellemezhető. A fehér, fehéres szürke, sósvízi faunában gazdag ooidos kőzet nem egységes kifejlődésű: laza, homokos változatok mennek át iszapos-agyagos rétegekbe. Sok helyen összefüggő, tömött kis hézagterefogatú padokból áll, ismét más helyen darabos-homokos szerkezetű. A kőzetanyag tömör, még a porózus zónákban is.

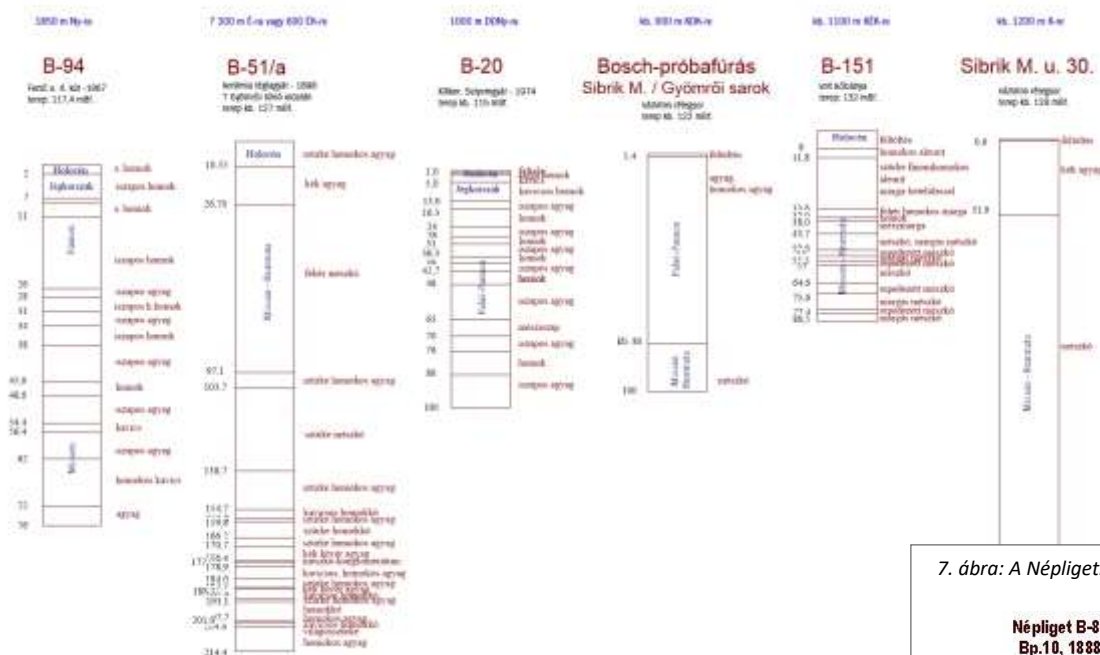
A terület töredezett, vetőkkel szabdalva. Fő csapásirányok: ÉNy-DK-i, ÉK-DNy-i, és É-D-i.

5. ábra: A környék egyszerűsített felszíni földtani térképe a tervezési helyszín és az ismert vetődések jelölésével (barna színnel a miocén réteg tetőszintjének becsült magasságát adtuk meg)



6. ábra: A Richter gyárhoz közeli, feldolgozott mélyebb rétegsorok

(felső sorban kékekkel az új épület közepétől való távolságot és irányt adtuk meg, a rétegek mellett a relatív mélységek szerepelnek)



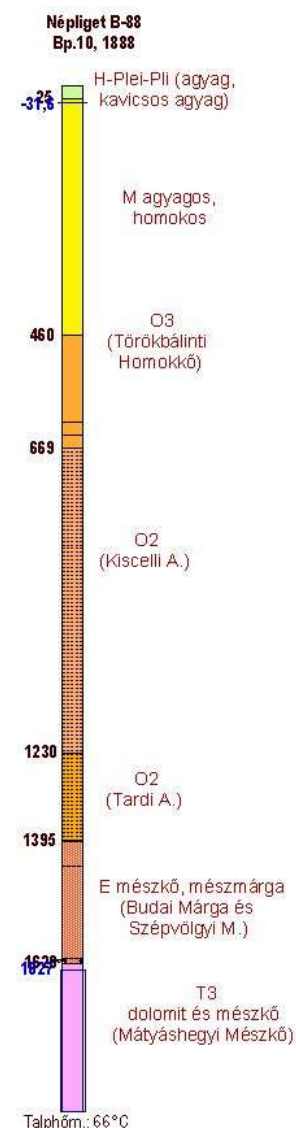
A mélységi rétegek felépítése nyugaton a népligetben lemélyült 1888 m-es és 700 m-es fúrások, ÉNy-on a józsefvárosi pályaudvaron most készült kút, és északon az Őrs vezér terei termálvizes kútpár alapján közelíthető.

Az oldalsó ábrán a legközelebbi népligeti fúrás rétegsorát közöljük, kb. ugyanezen rétegek várható a helyszín alatt is. A miocén rétegsor alatt több száz m vastag agyagos vízzáró rétegek (Bádeni Agyag, Kiscelli Agyag, Tardi Agyag Formációk) helyezkednek el. Ezek alatt kis vastagságban eocén márga és/vagy mészkő várható, esetleg némi konglomerátum, majd 1700-2100 méteres mélység alatt kezdődik a valódi termál-karsztos, dolomit anyagú alaphegység. A Kiscelli agyag és az eocén márga rétegei várhatóan a gyár alatt, mint a népligetben feltárt értékeknél vastagabbak. A hévizes alaphegység felett, a Tardi Agyag helyett a BKV-2 fúráshoz hasonlóan esetleg itt is megjelenhet a Kiscelli formáció „alsó homok” tagozata, teljesen kihasználatlan hévízadóként.

3.2. A gyár alatti vízáadó rétegek

A 6. ábrán bemutatott rétegsorok esetében is jól érzékelhető, hogy az északabbi fúrásokban vékony pannon fedő alatt kis mélységben megjelenik a miocén mészkő, míg délebbre jóval mélyebben jelenik meg ugyanez a szint. A mészkő felett sok esetben jellegzetes vastag kék kövér agyagréteg is található. Az 51-es és 151-es fúrás rétegsora azt is jól mutatja, hogy a miocén mészkő is igen vegyes anyagú, sok alréteget tartalmaz.

7. ábra: A Népligeti mélyfúrás rétegszlopa



A tervezési területen a szarmata mészköves szint bizonyosan 5 méter alatt van, alkalmasint 80-100 méteres mélységben. A jobb vízadó bádeni lajtamésző további 40-80 méterrel lejjebb lehet. A miocén rétegekből alsó szintjéből 1000-2000 l/perc hozam is kitermelhető; a felsőbb rétegek hozamértékei jóval erősebben szórnak, 85-200 l/perc közöttiek. A rétegek nyomásszintjei a 2000-es évek óta emelkednek, azaz sok év szünet után ismét mód lehet vízkitermelésre. A sörgyári kutak termelése nem befolyásolhatja jelentősen a Richter környékét a köztes kiemeltebb mészkő-magaslat miatt.

A pannon rétegsorban ezen a területen az agyag gyakoribb a homokos vízadóknál, bár, vékonyabb korlátozott kiterjedésű homok vagy meszes homokkő rétegek is előfordulnak, főleg a rétegsor felső részén. Ezek a felszínközeli feltárások szerint 2-2,5 m vastag homokrétegek valószínűleg csak kis vízmennyiség kitermelésére alkalmasak, de a lentebbi vagy fenti vízkitermeléstől teljesen függetlenül hasznosíthatók. A várható hozam 140-350 l/perc között változhat. E rétegeket csapolták meg a gyár korábbi kútjai is.

A kavicsos-homokos anyagú talajvíztartó vastagsága 2-7 m között változik a vizsgált területen, a talajmechanikai fúrások részletesen feltárják az egész gyárterületen. A víztartó vastagsága kicsi, a vízminőség várhatóan nem állandó, gyenge, és a vízhozama is kicsi. Talajvíz hasznosítását csak öntözési célra tudjuk javasolni.

II. TÁBLÁZAT: A tervezési terület alatt várható felszín alatti vízadó rétegek összegzése

szám	szükséges feltérési mélység	Réteg megnevezése	Kőzetanyag	Szaturált vízadó rétegek vastagsága	Várható vízhozam m ³ /óra	Hőfok °C
1	15 m	Talajvízadó	homok	3-7 m	2 - 4	14
2	75 m	Pannon homokos rétegek	homok, iszapos homok	2-8 m. több szintben	8 - 14	15
3	~140 m.	Szarmata Tínyei mészkő	mészhomokkő, repedezett mészkő	4-20 m. több szintben	10 - 35	15
4	~250 m.	bádeni lajtamésző	mésző, konglomerátum	10-70 m. több szintben	40-100	17
(5)	700 m.	oligocén Törökbálinti F.	homokkő	10-40 m. több szintben	0 - 60	25
(6)	~1650 m	oligocén alsó homok	homokkő	0 – 100 m.	0 - 100	~65
(7)	~1800 m.	eocén Szépvölgyi, Budai F.	márga és mészkő	25-125 m.	5-80	~70
8	~2100 m.	felső-triász alaphegység	dolomit vagy tűzköves dolomit	0-300 m.	2-150	~76

A táblázatban zárójelbe tett rétegszámok azokat a rétegeket jelölik, amelyek megléte és/vagy vízadó-képessége bizonytalan.

4. Helyi geotermikus hasznosítási lehetőségek megadása

4.1. Hévíz-hasznosítás saját termálkút létesítésével

A fővárosi termálkarszt-tároló Kőbánya térségében is jelen van, és gázmentes, ásványvíz-minőségű termálvizet tartalmaz. Hőhasznosítási cél esetén egy kitermelő és egy visszatápláló kútból álló kútpárokat érdemes telepíteni. A termálvíztest minősítése jó, azaz a visszatáplált téli hőhasznosítás mellett lehet mód a karsztvíz egy részének saját célú felhasználására is.

A gyárterület mérete lehetővé teszi saját termálvizes kitermelő-betápláló kútpár létesítését is – de ilyen célra társulhatnak is közeli létesítményekkel, pl. a BKV déli metró-szerelő üzemével. A BKV másik, Őrs Vezér terei metró-üzeménél 2019 óta már üzemel egy hasonló kútpár, úgy, hogy a két kút távolsága csak 173 méter – A Richter gyáron belül ennél nagyobb terület áll rendelkezésre.

A közeli geofizikai mérések és fúrások alapján a Richter-terület környékén az alaphegység mélyre süllyedt helyzetben van, a fő termálvízadó réteg tetőszintje a felszíntől mérve 1800 és 2050 méter közötti.

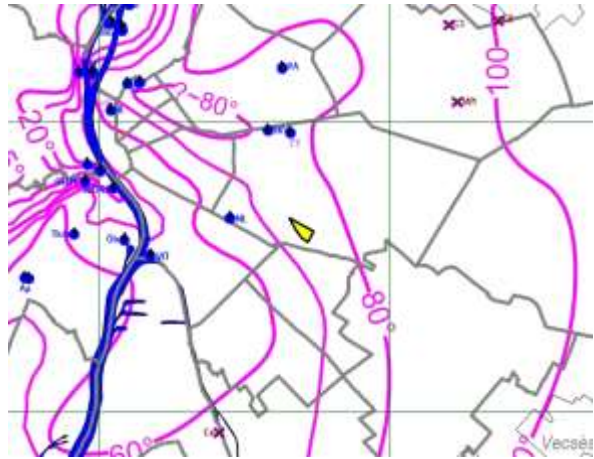
Elvileg három termálvizes vízadó is lehetséges a gyár alatt, de sajnos ez esetben arra is van esély, hogy a kút a népligetűhez hasonló tűzköves, karsztos üregek nélküli alaphegységi rétegeket és agyagmárgás eocén üledékeket tár csak fel, így vízbeszerzésre alkalmatlannak vagy túl kis vízhozamúnak bizonyul. A sikertelen, meddő mélyfúrás esélye a gyárnál becslésünk szerint kb. 25%.

A mélységi hévíz várható hőfoka 65-75 Celsius fok, hőcserélős fűtésre és termálvizes, vagy sima hőszivattyús gépészettel is hasznosítható. A várható hasznos fűtési hőteljesítmény előzetes becslésünk szerint legalább kb. 1500 -7000 kWatt (elvileg esetleg adszorpciós fűtés is lehetséges).

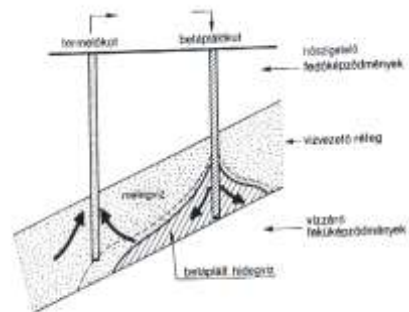
Amennyiben az első, feltáró mélyfúrás nagyobb vízhozamú vízbeszerzésre esetleg alkalmatlannak bizonyul, az elkészített fúrólyuk átalakítható vagy kis vízhozamú kúttá, vagy nagy mélységű zárt duplacsöves hőszondává – ez utóbbinak a hasznos hőteljesítményét előzetesen kb. 800 kW értékűnek becsüljük (bár erre nézve mért értékek nem igazán állnak rendelkezésre).

Hévízkút-pár engedélyezéséhez vízjogi létesítési engedély és környezetvédelmi hatástanulmány is szükséges. A létesítési engedély birtokában megújuló energiaforrás-hasznosításként pályázati pénzforrások is rendelkezésre állnak a szükséges jelentős befektetéshez. A gyártól távolabb DK felé a repülőtér környezetében merült fel a FŐTÁV és a Budapest Airport részéről is hasonló kezdeményezés.

8. ábra: Fővárosi termálvízadó becsült hőmérséklet eloszlása (A gyár területét sárga színnel jelöltük)



9. ábra: Hévízes kútpár felszín alatti visszasajtolásának folyamatábrája (Liebe P.: 1988 nyomán)



4.2. Hidegvíz-termelés, kutas hőszivattyús hasznosítás

A Richter-gyárüzem saját, ipari célú vízfelhasználása feltehetőleg elég jelentős, így a jelenlegi vízdíjak mellett nagy eséllyel megtérülő befektetés lenne saját külön vízellátó kút létesítése. A miocén mészkő repedezett, porózusabb szintjeiből - ugyanabból a rétegből, amelyből a sörgyári kutak is termelnek – 1000 – 2000 m³/nap 15-17 Celsius fokos ipari vízbeszerzésre lehet mód. A kitermelt vizet a gyógyszeripari felhasználás előtt érdemes hőszivattyús gépházba vezetni, fűtési és hűtési idényben hasznosítani.

A várható vízminőség és fúrási mélység a vízigények, vízelvezetés, esetleg vízkezelés függvényében külön vízbeszerzési tervben becsülhető -előzetes adatokat a II. táblázatban közöltünk.

A feltárt legjobb rétegekre természetesen saját geotermikus kútcsoportot is lehet létesíteni, a kitermelt és nyáron hűtésre, télen fűtésre felhasznált vizet ugyanazon rétegbe visszatáplálva. A tervezett új központi épület környezetében egy miocén kúthármas bizonyosan kialakítható, a gyár teljes területén pedig akár négy ilyen rendszer is létesíthető. Egy-egy kút a helyigénye minimum 10x10 méter, inkább 12x20 m, a kutakat ez esetben is egymástól legalább 100 méterre érdemes elhelyezni.

Pontos hozamérték és fúrási mélység megadásához a bádeni korú rétegek aljáig hatoló próbafúrást érdemes létesíteni. E keresőfúrás lemélyítése során több különböző mélységben kell próbaszűrőzéseket végezni, és értékelni, a kútban végig kútgeofizikai mérést végezni, majd a kutat a feltárt legjobb alsó vízadóra kell stabilan kiépíteni. Az első kút létesítését és tesztelését követően a többi – alkalmasint sekélyebb – kút hozamadata már pontosan becsülhető és a gépészeti számításokhoz felhasználható.

A kőbányai mészkövekben tárolódó hidegvíz hasznosításával egy kúthármassal kinyerhető hőmennyiség becsült értéke a vízhozamtól függően 700-2700 kW között lehet. Hűtésre és fűtésre is alkalmazható zárt szondás rendszerrel nagyobb hatékonysággal, jellemzően 4 feletti COP-értékkel. Vizes hőszivattyús rendszer folyamatos karbantartást és szűrést igényel, a várható élettartalma kb. 20 év. Vízjogi engedélyezési terv birtokában létesíthető.

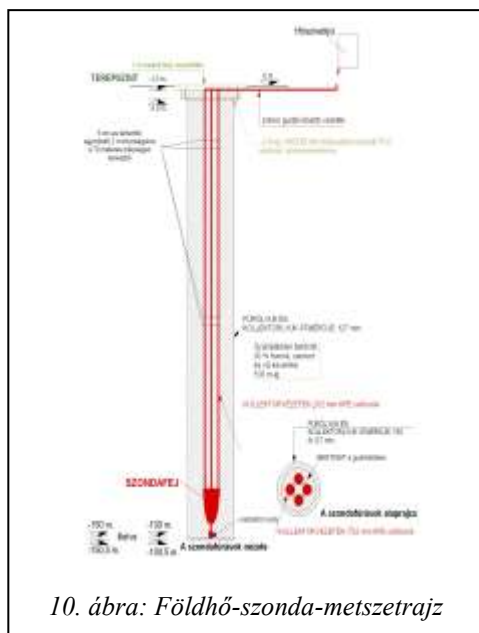
4.3. Zárt, vízkivétel nélküli hőszivattyús hasznosítás

4.3.1. Földhő-szonda-rendszerek ismertetése

A fűtés és hűtés gépészeti berendezése a hőszivattyú, amely áram mellett a föld hőjét hasznosítja nagyméretű hőforrásként és hőtartálékként. A geotermikus hő kinyeréséhez pedig egy mesterséges csővezeték-rendszer kerül beépítésre a felszín alá, legtöbbször vertikális furatokba. 32 vagy 40 mm. vastag, U alakú, végig zárt, nyomásálló csövek kerülnek lehelyezésre az egyes fúrógéppel kivitelezett fúrólukakba. Ezután a fúrással kialakított lyuk többi része is feltöltésre kerül a vízadó rétegeket egymástól biztonságosan elszigetelő agyagos tömedékelő-anyaggal. Az így kialakított U-csövekben a hőszivattyú gépbe épített motor keringtet hőcserélő folyadékot (fagyállóval kevert vizet) az épület fűtése vagy hűtése érdekében a gépnél módosítva a beérkező folyadék hőmérsékletét.

A kivitelezett szondafúrások élettartalma a jelenleg működő rendszerek alapján több mint harminc év. Geotermikus szondafúrások telepítése révén tehát a telek értéke az épület hasznosításától függetlenül is nő, bár nehezen számszerűsíthető módon.

Az épületbe átadott hőmennyiség a folyadék földalatti mozgása során utánpótlódik, a geológiai környezettől átveve a hőt. A kivenni kívánt hőmennyiséggel arányos mértékben kell növelni a közetrétegekkel jól érintkező felületet, azaz több ill. mélyebb fúrást kell létesíteni.



10. ábra: Földhő-szonda-metszetrajz

A rendszer fűtési üzemelése során tehát a talajréteg az egyes szondafúrások körül a feltárt mélységig kismértékben lehűl. A szondák körül egy-egy hőgyűjtő terület alakul ki, amelynek kiterjedése elsősorban a közetréteg jellemzőitől függ, a feltárt mélységben is egyes rétegekben eltérő lehet.

Amennyiben a hőszivattyús rendszert rosszul méretezik, túl nagy hőelvonás esetén a visszatérő folyadéknak elegendő idő és felület híján nem tud a kellő geotermikus hőmérsékletre visszamelegedni. (Amennyiben viszont túlméretezik a fúrásszámot, a keringtető szivattyú áramfogyasztása lesz a szükségesnél nagyobb.)

A hőszivattyús rendszer kétirányú, azaz nyári hűtési és téli fűtési használata, növeli a hatékonyságot, segíti a természetes közet-hőmérséklet visszaállítását.

A geotermikus földhő-szonda-fúrások hatásterülete lefelé csak kismértékben terjed ki – magukba gyűjtik a föld geotermikus gradienséből eredő hőt, de leginkább oldalirányból kapnak hő-utánpótlást. Ennek következtében az egymás mellé telepített szondák a teljes szondamező hatásfokát leronthatják, különösen szoros, körbezárt telepítés esetén a közepre eső szondák hatásfoka csökken le mivel ezek környékén tartósan lehűlhet (vagy felmelegedhet) az oldalsó közettömeg. A Richter gyárüzem esetében még nagyszámú szondafúrás is elhelyezhető úgy, hogy a hőgyűjtő hatásterület semmi esetre se terjedjen ki szomszéd telekre.

Földhő-szonda-fúrások leggyakoribb mélysége a fúrás kiindulási mélységétől számított 100 méteres mélység, de elég gyakoriak a 150 méteres mélységig lenyúló és a 80 méteres szondák is. Az alkalmazott mélység sok esetben leginkább a rétegek fúrhatóságától, esetleg a hőmérséklet-eloszlástól függ.

III. TÁBLÁZAT: Szondafúrás-létesítési költségek tájékoztató adatai

	100 v. 80 méter mély szondák	150 méter mély szondák
Fúrási ár jellemző értéke	4200 Ft/méter	6000 Ft/méter
Hazai kivitelezők becsült száma	Kb. 15	Kb. 9
Előregyártott 4x32 mm-es dupla U-szondacső becsült ára	95.000 Ft/db.	150.000 Ft/db.
Szondacső-választék hazai forgalmazóval	6 gyártó	3 gyártó
10-szondát kiszolgáló osztó-gyűjtő egység	kb. 800.000 Ft + ÁFA	

Földhő-szonda-fúrás mélygarázs alá is telepíthető, a fúrógépet daruval vagy rámpával lejuttatva a víztelenített munkagödörbe. Fagyásveszély ez esetben nincs, viszont az alaplemezen egy vagy több nagyobb méretű szigetelt áttörést kell kialakítani. A függőleges csövek oldalirányú összekötéséhez megfelelő védő homokágyról is kell gondoskodni, az alapozási rétegrendet eszerint kell módosítani. Épületen kívüli fúrásmező némileg biztonságosabban és hidraulikailag kedvezőbben kialakítható, csoportosított utólag is szabályozható osztó-gyűjtő aknák beiktatásával.

4.3.2 Földhő-szondák telepítése a tervezett új központi irodaépületnél

Kőbánya területén a felszínközeli geotermikus gradiens az országos átlagnál kisebb, 20 méter és 200 méter között végig kb. 15 °C kőzet-hőmérséklet várható. A kb. 100-150 m között várható porózus, szaturált mészkőrétegekből és a felszínközeli homokos rétegből átlag feletti hőleadás várható, a 35-80 méter közötti agyagos rétegek gyengébb adottságúak.

IV. TÁBLÁZAT: Környező szondatesztek mérési adatai

100 m-es próbafúrás helye	talphő	hővezető-képesség
Kőér u. 1. (irodaház)	-	2,4 kW/mK
Gyömrői út 90.	14,1 °C	1,83 kW/mK
Gyömrői út 104. (Bosch)	13,8 °C	1,55 kW/mK

A kőzetrétegekből kinyerhető hőmennyiség pontosabban csak próbafúrás és egy próbaszonda kiépítése után határozható meg a feltárt kőzetrétegek termikus jellemzői alapján. A fenti táblázat hővezető-képesség-adatainak a szórása a jelentős, nem átlagolható, nagyobb új rendszer kiviteli szintű tervezése során ezért saját próbaszondát és tesztelést javasolunk.

Az új központi épületnél várható becsült szonda-hatékonyság:

- 100 méteres szondák esetében kb. 55 W/m, azaz szondánként 5,5 kW
- 150 méteres szondák esetében kb. 65 W/m, szondánként kb. 9,7 kW

A tervezett épület környezetében sok helyen lehet szondafúrásokat telepíteni. A három fő opció:

- A tervezett, kb. 62,6 x 61,5 méteres mélygarázs alatt biztonságosan elhelyezhető kb. 50 darab szondafúrás.
- A mélygarázs mellett, az épület délre kinyúló részéig terjedő, 31,6 x 61,5 méter területű zónában gond nélkül elhelyezhető további 60 darab szondafúrás (hat 10-es sorba rendezve). Üzemeltetés és kivitelezés szempontjából ez tűnik a legyszerencsebb helyszínnek.
- A közeli nagyobb beépítetlen területen pedig hat-méterenkénti elhelyezéssel számolva akár 250 szonda is elhelyezhető.

A fenti három lehetőség nem zárja ki egymást, szükség esetén kombinálhatóak.

V. TÁBLÁZAT: Geotermikus szondamezőből kinyerhető hőmennyiségek előzetes becslése

fúrásmező	50 db. szonda (mélygarázs alatt)	60 szonda (új épület mellett)	Együtt 110db. szonda	250 db szonda a délebbi területen
100 méter mély szondafúrás	~280 kW	~320 kW	600 kW	~1300 kW
150 méter mély szonda	~480 kW	~580 kW	~1050 kW	~2200 kW

5. Költség és hatékonyság összehasonlító elemzése

Az egyes műszaki alternatívák kiemelendő jellemzői:

Termálvíz-alapú geotermikus fűtőmű (1800-2100 m mélység, kútpár)

- Környezetbarát módon kiválthatja a jelenlegi központi kazánház rendszerét a tél nagy részén.
- Az év egészében HMV és ipari fűtési, esetleg ipari vízigény ellátására szolgálhat
- Siker esetén saját hévizes medence ellátására is hasznosítható
- Hűtési hasznostásra nincs lehetőség
- 100 milliós nagyságrendű kockázati tőkét igényel – sikertelen meddő fúrás esélye kb. 25%
- Több hónap előkészítést igényel, jelentős tervezői és engedélyezési hatósági díjakkal jár
- Más közeli területfejlesztőkkel együtt is megvalósítható, (pl. BKV metróüzem)
- Állami, banki energetikai pályázati támogatással, esetleg kutatási céltámogatással is kombinálható
- *Közelgi megvalósult referenciák:* BKV járműjavító, Veresegyház városi fűtőrendszer, Vácrátóti arborétum

Hidegvíz-hasznosítással működő hőszivattyús rendszer (140 - 250 m mélység, kúthármas)

- Fűtésre és hűtésre is alkalmas
- Energetikailag hatékony, de folyamatos karbantartást igényel
- Feltehetőleg az épület hőigényének csak egy részét tudja fedezni.
- A várható hőteljesítmény előzetesen csak tág határok között becsülhető,
- Ipari vízellátással kombinálható - saját vízellátó kút létesítése után érdemes kútcsoportok kialakítása felé továbblépni
- Kis helyigényű
- *Fővárosi megvalósult referenciák:* ELMŰ központi épület, Bara-hotel

Geotermikus szondafúrások (80, 100 vagy 150 m. mélységgel, igény szerint 50-300 db.)

- Fűtésre és hűtésre is alkalmas, stabil működésű, bevált rendszer
- Nincs karbantartási költség
- Hőigényre méretezhető, gépházanként optimalizálható
- Jelentős területigényű, (felszín alatt)
- Fúrási költség jelentős
- Gyorsan kivitelezhető, 120 m fúrás-mélység alatt engedélyezést se igényel
- *Fővárosi megvalósult referenciák:* Telekeom irodaház, TESCO Récsei, Múcsarnok stb.

A bemutatott geotermikus módszereket kockázat, tervezői, kivitelei és üzemeltetési költségek, illetőleg a várható kinyerhető energiamennyiség szempontjából érdemes összehasonlítani.

VI. TÁBLÁZAT: Várható hőteljesítmények összegzése

Módszer	Fűtési teljesítmény	Hűtési teljesítmény	Kockázat	Szükséges feltárási mélység
Hévízkút-fúrás, termálvizes fűtőmű	2-7 MW	-	nem elhanyagolható	2000 méter
Hidegvízes kutakra alapozott hőszivattyú	700-2700 kW	700-2700 kW	közepes	140 – 250 m.
Zárt földhő-szondákra alapozott hőszivattyú	300 -2000 kW	300 -2000 kW	Alacsony (próbafúrás után)	80 - 150 m.

VII. TÁBLÁZAT: Költségek összevetése (becsült nettó összegek):

Módszer	Tervezői és engedélyeztetési költségek	Első fúrás <i>fajlagos</i> és teljes költsége (teszteléssel)	Becsült teljes földoldali kiviteli költség	Becsült karbantartási költség
Hévízkút-fúrás	8,5 Milliő Ft.	~ 150.000 Ft/méter 310 Milliő Ft.	kb. 850 Milliő Ft.	~900.000 Ft/év
Hidegvíz-kutas hőszivattyús rendszer	5 Milliő Ft.	~ 100.000 Ft/méter 30 Milliő Ft.	kb. 100 Milliő Ft.	~ 800.000 Ft/év
Földhő-szonda-fúrás	4,2 Milliő Ft. (próbafúrással együtt)	~ 7000 Ft/méter 3,2 Milliő Ft. *	30-250 Milliő Ft. hőigény ill. szondaszám függvényében	0-200.000 Ft/év