

TERMOSZELVÉNYEZÉSI ÉRDEKESSEGEK A LUKÁCS FÜRDŐ TERÜLETÉN

Karácsonyi Sándor - Scheuer Gyula^X

Hévíz feltárási és geotermikus energia hasznosítási lehetőségeink célszerűbb kiaknázásának kérdése az elmúlt években fokozottan került előtérbe. Ezek a törekvések Budapest területén is érvényre jutottak, mivel a fővárosban a hévízfakadások kedvező adottságai régen közismertek. Budapest térségében azonban a geotermikus energia hasznosításának fokozása ellen szóltak többek között azok a körülmények, amelyek egyes fürdők hévíz ellátását szolgáló kutak és források vízhozamának, vízszintjének és hőmérsékletének hátrányos megváltozásában jelentkeztek. E tények észlelésén felül kevés vizsgálati eredmény áll rendelkezésre, amely az előidéző körülmények felderítését célozza. Ezek egyikének bemutatása esetleg hozzájárulhat az értékes gyógyviz hasznosítás jobb lehetőségének megközelítéséhez.

I. Geotermikus alapfeltételek

Földünk belsejéből állandó hőáram folyik a felszín felé. A magasabban fekvő kőzetek ezért alacsonyabb, a mélyebben fekvők magasabb hőmérsékletűek. Az egyirányú hőáramlás, a mélységgel változó hőmérséklet a kőzet hővezetőképességének és a hőáram nagyságának a függvénye. A hőmérséklet-változás szabatos értelmezéséhez így ismerni kell mind a kőzet hővezetőképességét, mind pedig a földi hőáram nagyságát ill. a hőmérséklet és hőmérsékletváltozás értékéből és a kőzetek hővezetőképességéből következtethetünk a földi hőáram nagyságára.

^X ÉVM. Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat

A földi hőáram keletkezése összefüggésbe hozható a Föld csillagkorából visszamaradt hő felhasználásával (a Föld kihűlésével) és a hasadó anyagok bomlásának felszabaduló hővel (rádióaktív bomlás). Egyed L. megállapítása szerint a hőáramot kb. 25-30 %-ban - különösen a kontinensek területén - a rádióaktív bomlásnál felszabaduló hő, míg nagyobb részben a föld hőtágulását is előidéző hőkészlet felhasználódása pótolja. A földi hőáram keletkezésére és számszerű értékére egyértelmű válasz a tudomány mai ismerete alapján nem adható, azonban egyes vizsgálatok jó tájékoztatást nyújtanak a helyi adottságok megbecsülésére, és a különböző észlelési eredmények összehasonlítására.

A kőzeteknek hővezetőképességére vonatkozó vizsgálati eredményeket - melyeket elsősorban Papp F. és Boldizsár T. határozott meg - azok földtani kora szerinti csoportosításban az alábbiakban láthatjuk:

<u>Alaphegységi kőzetek</u>		(10^{-3} cgs)
Paleozoós:	Gránit	5,62
	Gneisz	4,08
Mezozoós:	Dolomit (triász)	4,35
	Mészke " "	4,29
	Mészke (jura)	4,01
<u>Medence üledékek</u>		
Paleogén:	Homokkő (eocén)	3,99
	Agyag (oligocén)	3,2
Neogén:	Andezit (miocén)	3,6
	Riolittufa " "	4,2
	Mészke " "	3,98
	Homokkő (a. pannon)	2,81
	Homok (f. pannon)	2,5
	Agyag (f, pannon)	2,4

A fentiek szerint a hővezetőképesség és a kőzetek földtani kora kapcsolatba hozható. A kőzetek hővezetőképességének

keletkezési korokkal kimutatható kapcsolatuk alapján arra kell gondolnunk, hogy - nagyobb mélységszakaszra vonatkoztatva - a hőgradiens a mélységgel változik. (1. ábra) Ez a tendencia furásainknál végzett vizsgálatok eredményéből (1-2000 m-ig) még nem volt kimutatható, és az észlelt eltérések a hővezetőképességét helyi jelleggel befolyásoló körülményekre vezethetők vissza. A hővezetésre vonatkozó vizsgálatok laboratóriumban szerzett eredményeket jelentenek, amelyeket a kőzet rétegzettsége, a rétegződés iránya, elsősorban pedig a hézagosság, ill. a hézagokat kitöltő közeg minősége jelentősen befolyásolhatja. A hézagokat kitöltő gázok a hővezető képességet nagymértékben csökkentik, míg a folyadék növeli. Boldizsár T. legutóbb a Szentendrei hévizfeltáró furásnál vett kőzetmintákon vizsgálta a hővezetőképességet. Ennek során a természetes fekvésű kőzet hővezetőképességét közvetett úton határozta meg, és az adott esetben a folyadékkal telített és a légszáraz állapotú kőzet hővezetőképességi hányadosaként 1,73 értéket kapott. Egyes kőzetekre azonban ennél is nagyobb értékek jellemzők. A különböző hővezetőképességű kőzetek mélységi elhelyezkedése a változó települési adottságok, és az effektív hővezetést jelentősen befolyásoló tényezők eltérése ilyen mélységig az alapvető törvényszerűség érvényesülését akadályozza. Nyilvánvaló azonban, hogy a földkéreg különböző övezeteit tekintve csak ez a tendencia érvényesülhet.

A hőáram nagyságára kevés és eltérő adat áll rendelkezésre. E téren is jelentősek Boldizsár T. vizsgálati eredményei. A külföldi adatok szerint a földi hőáram nagysága $1,0-1,5 \times 10^{-6}$ cal/cm² sec. Boldizsár T. vizsgálatai azt mutatják, hogy nálunk a földi hőáram nagysága eléri, sőt meghaladja a $2,0 \times 10^{-6}$ cal/cm² sec értékét. A földi hőáram keletkezésére és nagyságára, valamint a kőzetek effektív hővezetőképességére vonatkozó ismeretek nem elégségesek ahhoz, hogy ezek alapján a geotermikus alapadottságok szabatosan meghatározhatók legyenek. Így továbbra is a feltárások során nyert hőmérséklet és hőmérséklet változási értékekből kell - elsősorban helyi, jellegű - következtetésekre jutnunk.

Nagyjából vízszintes településű és zárt rétegekben tározott víz hőmérséklete azonos a hőáram és a hővezetőképesség által megszabott egyensúlyi feltétellel, s a területre jellemző geotermikus gradiens értékét követi (2. ábra). A medence üledékeinkre vonatkozóan így lehetőség nyílott a rendelkezésre álló adatok feldolgozásával egy-egy területrészben a hőmérsékletváltozás tendenciájának átlagos geotermikus gradiens meghatározására. A feldolgozás mélységétől függően az un. földtani gradiens értéke - 19,0-20,0 m/C⁰ között változhat. Az adatok szerint ezen belül szélső értéként 14,0 ill. 29 m/C⁰ geotermikus gradiens jelentkezett. Karsztvizeknél a nagyki-terjedésű és vertikális mozgást eredményező kőzetekben a folyadék mozgás iránya, a vízmozgás sebessége és az ezekből adódó bizonytalanságok miatt a statikus hőegyensúlyi állapot meghatározása nem lehetséges, mivel termodinamikusan egyensúly a folyadékmozgás irányának és intenzitásának megfelelően esetenként is eltérő módon alakul ki (2. és 3. ábra). A karsztviz mozgására és a hidrológiai törvényeire egyebekben az jellemző, hogy a karsztviz egy része állandó körforgásban van. A víz folytonos mozgása a hőutánpótlódást is jelentős részben befolyásolhatja és a természetes állapot megváltoztatása több irányú változásokra (nyugalmi vízszint, kémiai összetétel, hőmérséklet) vezethet. Karsztos területen, ezért a geotermikus adottságok felmérése még nagyobb problémát jelent, és sok esetben csak a káros utókövetkezmények mutatják az egyensúlyi helyzet felbomlását. Ezért a karsztvizek esetén - amikor is az alap összefüggéseket helyi sajátosságok is zavarják - különösen körültekintően kell eljárni és a geotermikus egyensúlyi feltételek fenntartására fokozott gondot kell fordítani.

II. A budapesti hévizek csoportosítása

Budapest és környékén a karszt- és a hévizek hőmérséklete alapján három övezetet lehet egymástól elkülöníteni (4. ábra)

- a) Budai hegység területe (vizhőfok 10-19^oC).
- b) Fedett mélykarsztok területe (vizhőfok 40-90 C^o).
- c) A karszt és hévizes források övezete (vizhőfok 20-60 C^o).

a) A Budai hegység peremvidégeitől eltekintve az egész hegységen belül csak hideg karsztvizek tárhatók fel. Az eddigi kutatások során a víz hőfoka 10-19 C^o között változott, és sehol sem emelkedett a megadott értékek fölé.

b) A fedett karsztok területén a mélyfurások közepes és magas hőmérsékletű vizeket tártak fel. A furások a medence peremétől távolodva általában egyre nagyobb mélységben érték el a karsztos kőzeteket. Budapest belterületén, a Széchenyi I. és II. sz. kutak 950-1250 m mélységből 74-76 C^o-os vizet szolgáltatnak. A fedett karsztok területén létesült az utóbbi időben Zuglóban az un. Pascal-malomi termálkut, a Széchenyi-fürdő kutjaihoz hasonló eredménnyel.

c) A karszt és hévizes források övezete a hegység közvetlen K-i peremére korlátozódik. - A különleges vízföldtani adottságoknak megfelelően - e részen érintkeznek és keverednek a különféle típusú vizek. Általánosságban a vizhőfok 20-65 C^o értéke között változik.

Lukács fürdő területén aránylag kis területre korlátozódva a tektonikai viszonyok, valamint ezzel összefüggésben a vízvezető és vizzáró kőzetek váltakozása miatt a két szélső értékű víz hőmérséklet mellett a kettő közötti átmeneteket is megtaláljuk. Lukács fürdőtől D-re és É-ra már a víz hőmérséklet csökkenést mutat. A Gellért hegy körüli források hőmérséklete 40-45 C^o között változik, és egyik sem éri el a Lukács fürdőnél mért legmagasabb hőmérsékletet. Az É-i langyos források vize 19-25 C^o között változik, így azokra a legalacsonyabb hőmérsékleti értékek jellemzők. A víz hőmérséklet alapján a három természetes forráscsoport közül az északiak langyosak (19-25 C^o), A Lukács-Császári fürdők térségében a vizek szélsőséges értékei mutatkoznak, míg a Gellérthegy környékén fakadók pedig közepes hőmérsékletűek. A hőmérsékleti értékek szerint elkülönített övezeti határok a vízföldtani adottságok alapján egymásba átmennek, nem kezelhetők merev vonalnak.

A különböző övezetben a hévizeket eltérő üzemi tapasztalatok jellemzik. A Budai hegység hidegvíz szolgáltató karsztos területén a feltárás és üzemelés közben hőmérsékleti és vízkémiai jellemzőekben lényeges változások nem voltak tapasztalhatók. A karsztvíz nyugalmi szintje azonban az elmúlt évtizedben általában csökkent, esetenként az üzemelés akadályát képezte. A fedett mély karsztok területén - a huzamos időre terjedő üzemi tapasztalatok alapján - a hévizek hőmérséklete, kémiai összetétele nem változott, az időszakos üzemi vízszint változások is elsősorban kutellenállás növekedésből származtak.

A karszt- és hévizes források környezetében egyes esetekben az előzőekben vázolt vízföldtani sajátosságok és okok miatt már a feltárás során hőmérsékleti anomáliát észleltek. Így a Margitsziget III.sz. kutnál a felsőbb zónában feltárt magasabb hőmérsékletű vizet alacsonyabb hőmérsékletű szintek követték és ezért a kutat a furás talpmélysége felett képezték ki (5. ábra). Az üzemi tapasztalatok szerint a legjelentősebb hőmérsékleti és vízminőségi változás is ezen a területen következett be. E változásokat természetesen vízszint csökkenések is követték. Ezek között különösen jelentősek a Lukács fürdő IV.sz. kutjánál tett megfigyelések, mivel e helyen a tapasztalatokat műszeres vizsgálati eredmények teszik szabotossá.

III. Lukács fürdő IV.sz. kutjának adatai

A kutat a fürdő Duna felé eső oldalán közvetlenül az Árpád fejedelem utja melletti parkban a vizellátás rekonstrukciója során 1956-ban építették. A furat felső szakaszát 318 mm \emptyset -jű és 279 mm \emptyset -jű acélcsővel bélelték, 15,20, ill, 18,10 m mélységig, a felsőbb szinten található kavicsréteg vízének kizárása céljából. A kut további szakasza béleletlen volt. A csővezetlen szakasz közete 27 m-ig tardi-agyag, majd ettől a talpig (100,60 m) budai márga. A próba-szivattyuzás folyamán a kutból maximálisan 2280 l/p vízmennyiséget emeltek ki tartósan - 4,39 m-es üzemi vízszint mellett. A kut vízhozamafüggvénye szerint

fajlagos hozam akkor 430 l/p/m volt. Szivattyuzáskor a víz hőmérséklete $63\text{ }^{\circ}\text{C}$, nyugalmi szintje - 106,32 mAf volt.

1960-ban az FTV. Mérnökgeológiai osztálya (Kiss László) műszeres kutvizsgálatot végzett, melynek célja az üzem közben észlelt vízhozam és hőfok csökkenés okainak felderítése volt. A vizsgálat során a kut talpmélységét ellenőrizték, vízáramlás és hőmérséklet mérés történt, továbbá ellenőrző próbaszivattyuzást végeztek a kut vizadókéességének megállapítása érdekében. A kutl talpmélysége ebben az időben - 69,5 m volt. A reométerezés eredményéből kitűnt, hogy a furatban vízmozgás van még abban az esetben is, amikor a kutból vizkivétel nincs. A nyugalmi állapotban felvett termoszelvény ugyancsak nagyobb hőmérsékletváltozást a vízmozgás tényét igazolta a furatban. A nyugalmi állapot beállításával ugyanis amennyiben a furatban vízmozgás nincs, úgy hőmérséklet egyensúlyi állapotnak kellett volna bekövetkeznie, amelynél a szelvény lefutását egy közel lineáris hőmérséklet növekedés jellemzi. A furatban felvett hőmérséklet szelvény azonban szabályos hőfok emelkedést csak a bélésű sarujáig mutatott. A furat csaknem teljes csövezetlen szakaszában észlelhető volt a vízmozgás. Ezt követően a sebesség - és termoszelvényezés - 470 l/p vizkivétel mellett történt. A sebesség és termoszelvény egyaránt jelzi, hogy a kut csövezett szakasza alatt vízbeáramlás van. E helyen a felszinközeli törmelékes közet hideg vize jutott be a kutba. A hévíz ez alatt talpig terjedő szakaszon viszonylag egyenletes eloszlásban áramlott be. A kut fajlagos vízhozama próbaszivattyuzás alapján 325 l/p/m nagyságrendűnek adódott. A víz hőfok a max. vizkivétel mellett $55,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt.

A kut rendellenes üzeme és alsó szakaszának feltöltődése miatt 1965-ben felújításra és részletes vizsgálatokra került sor. Ennek keretében először a furatot talpig kitisztították, majd - 151,50 m-ig továbbmélyítették. Ezután a furást véglegesítették (6. ábra).

Próbaszivattyuzás keretében maximálisan 3500 l/p víztermelésre került sor. A próbaszivattyuzás alatt a víz hőmérséklete

a 7. ábra szerint alakult. A végleges kiképzés után ismételten műszeres kutvizsgálatot végeztek. (8. ábra) A vizsgálat eredményéből - annak ellenére, hogy a csövezett szakaszt megnövelték és gondos saruzárás történt - a saru alatt a felszinközeli hidegvizek hatása ismételten kimutatható volt. A vizsgálati eredményekből az is kitűnik, hogy 80 m terep alatti mélység közben hőmérséklet ingadozása miatt egy átmeneti szakasz jelölhető ki. A talp közelében a mérési eredmények egy alacsonyabb hőmérsékletű víz elérését jelzik. A vizsgálati eredményekből egyértelműen megállapítható, hogy a legnagyobb hatást az alsó 40-45 °C hőmérsékletű víz okozza, míg az alacsony hőmérsékletű felszinközeli hidegvíz közvetlen behatása nem jelentős.

IV. Következtetések

a) A budapesti hévizeknél a természetes források övezetében, ahol kis területen belül különböző hőmérsékletű források fakadnak a telepített kutak vizének hőmérséklete is eltérő. A részletesebb vizsgálati eredmények alapján nemcsak horizontálisan, hanem mélység szerint is különböző hőmérsékletű vizek tárhatók fel.

b) A Lukács fürdő térségében az eddigi feltérési adatok alapján a Duna teraszának hideg vize alatt mintegy - 80 m-ig kb. 65 °C hőmérsékletű víz, míg a mintegy 120 m-ig tartó átmeneti zóna alatt 40 °C hőmérsékletű melegvíz érhető el.

c) A vizsgálati eredmények szerint az eltérő hőmérsékletű vizek egymással állandó kölcsönhatásban vannak és azok között a kiegyenlítődés folyamatos.

d) A különböző hőmérsékletű zónák vizét eltérő utánpótlódási és termelési adottságok jellemzik, így feltérásuk és igénybevételek során labilis feltételek jönnek létre. Tapasztalatok szerint a két hidegebb víz között elhelyezkedő meleg zóna vízutánpótlódási viszonyai a legkedvezőtlenebbek és a víztermelés

fokozásakor az alsó hidegebb víz jut előtérbe, akár a furólyukba közvetlenül, akár a repedés rendszereken közvetve.

f) Az egymás alatt kimutatott vizek eltérő adottságai okozzák azokat a változásokat, amelyek a területen az elmúlt időben bekövetkeztek. E változások azonban helyi hatásuk és az általános héviz feltárási és igénybevételi problémákkal csak közvetve hozhatók kapcsolatba.

g) A vizsgálati eredmények arra is rámutatnak, hogy a természetes források kilépésének térségében a mennyiségi termelés helyett a minőségi víztermelés feltételét kell megteremteni és a további káros változásokat az igények és az adottságok jobb összehangolásával kell megakadályozni.

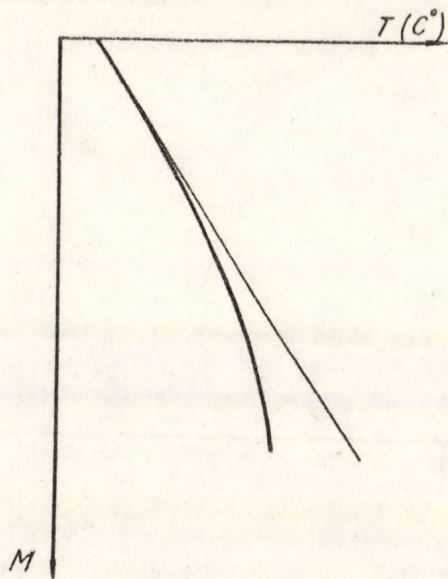
ÁBRAJEGYZÉK

1. A geotermikus gradiens mélység szerinti változása a kőzetek hővezetőképessége alapján.
2. A geotermikus gradiens alakulása:
 - a) medence üledékében;
 - b) fedett karsztos kőzetben.
3. A geotermikus gradiens alakulása karsztos kőzetben:
 - a) hideg karsztviz;
 - b) karsztos héviz esetén.
4. A budapesti karszt- és karsztos hévizek övezet-térképe.
5. A Margitsziget III. sz. furás termoszelvénye.
6. A Lukács fürdő IV. sz. kutjának szelvénye.
7. A Lukács IV.sz. kut vizének hőmérsékleti változása.
8. A Lukács IV.sz. kut vízáramlási és hőmérsékleti szelvénye.

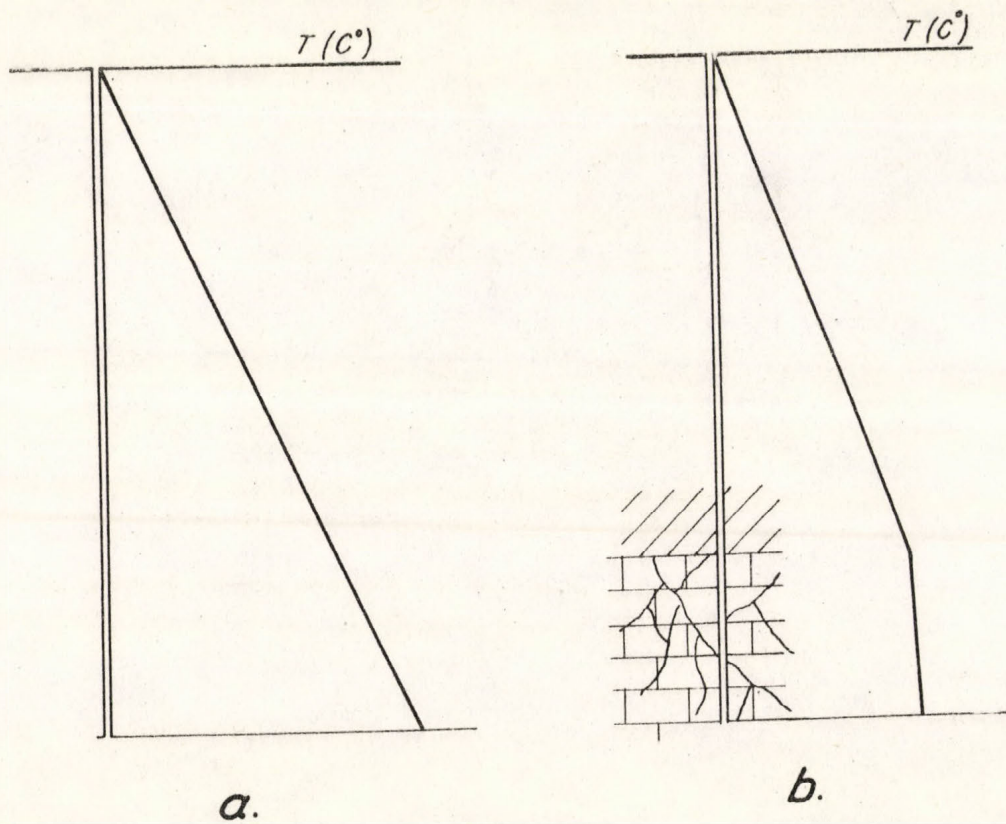
IRODALOM

1. BALYI K. - PAPP F.: Közeteink hővezetőképessége.
FÖLDTANI KÖZLÖNY, 1950. 10-12. sz.
2. BÖCKER T.: A budapesti hévizek összefüggése.
VIZÜGYI KÖZLEMÉNYEK, 1967/3 f.
3. BOLDIZSÁR T.: Geotermikus vizsgálatok a Nagy Magyar Alföldön.
BÁNYÁSZATI LAPOK. 1960. 5. sz.
4. BOLDIZSÁR T.: Földi hőáram Szentendrén.
FÖLDTANI KUTATÁS. 1965. 4 sz.
5. CSIKY, G.: A budapest környéki újabb szénhidrogén kutatások
és azok földtani eredményei. FÖLDTANI KÖZLÖNY.
1956. 4 sz.
6. EGYED L.: A föld belső felépítéséről.
GEOFIZIKAI KÖZLEMÉNYEK, 1964. 2 sz.
7. HORVÁTH J.-HORVÁTH L.: A budapesti termál-gyógyvizek össze-
függése. HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY. 1957/3.
8. JUHÁSZ J.: Javaslat a budai meleg gyógyvizek korszerűbb fel-
tárására.
HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY. 1963/3.
9. KÖRÖSI L.: Magyarország medence területeinek összehasonlító
földtani szerkezete.
FÖLDTANI KÖZLÖNY. 1963/2.
10. LÉCZFALVY S.: Hévíforrások mesterséges hévizek-feltárások hő-
utánpótlódásának néhány kérdése.
HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY. 1964/12.
11. MÁDI L.: Császárfürdő monográfiája. Bpest. 1927.
12. PAPP F.: Budapest gyógyvizei.
HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY. 1940.
13. PAPP F.: Budapest meleg gyógyforrásai. Bpest. 1942.

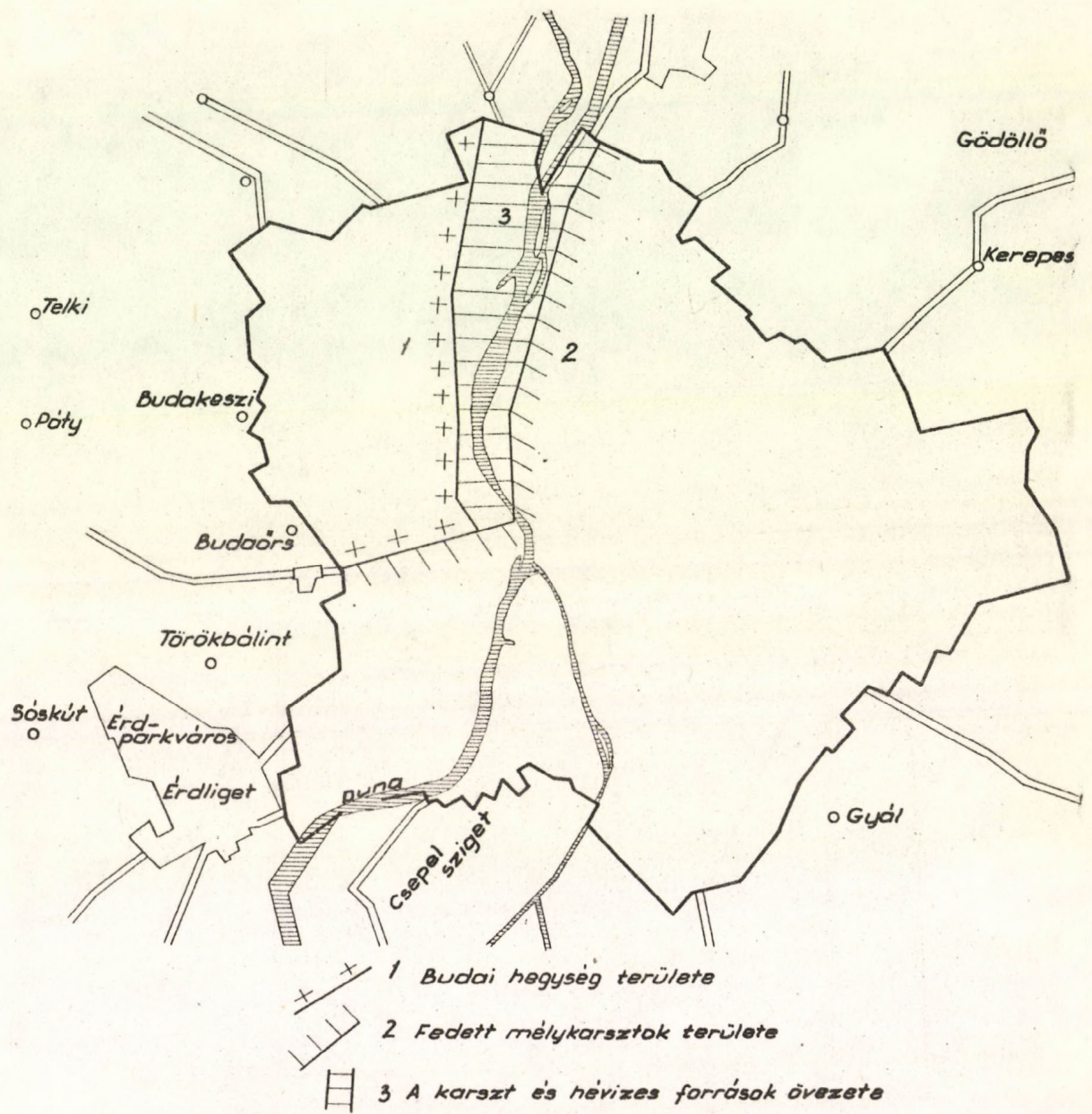
14. PAPP F.: A karsztvizek mennyiségi és minőségi viszonyairól.
AKADÉMIA ÉRTESITŐ. 1953.
15. PAPP F.: Az ásvány és gyógyvizek hidrogeológiája és fürdő-
tani leírása. Magyarország ásvány és gyógyvizei.
Bpest. 1957.
16. PÁVAI VAJNA F.: A budapesti meleg-források kérdése.
FÖLDTANI ÉRTESITŐ. 1939.
17. SARLÓ R.: Ujabb adatok a Margitszigeti hőforrások kémiai
összetételéhez.
HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY. 1949/3-4.
18. SZALONTAI G.: Budapest gyógyvizeinek minőségi változása.
HIDROLÓGIAI TÁJÉKOZTATÓ, 1962. dec.
19. SZEBÉNYI L.: A hévizeinkkel kitermelhető hőkészlet.
HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY. 1962. 3. sz.
20. VENDL A.: A városligeti új artézi kut.
AKADÉMIA ÉRTESITŐ. 1938.
21. VENDL A.: Budapest gyógyforrásai közös védőterületének
tervezete. HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY. 1944.
22. VIGH GY. - TANAI J.: Lukács fürdő termál vizellátása.
TFI. SZAKVÉLEMÉNY. 1956.

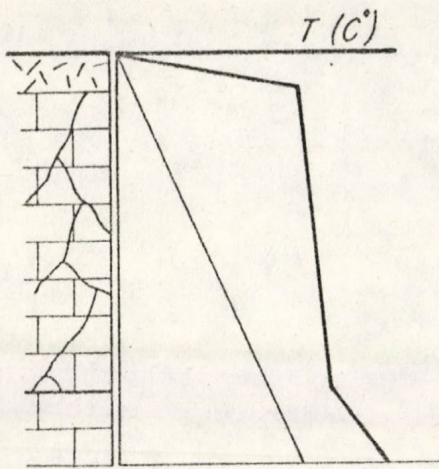


1. ábra

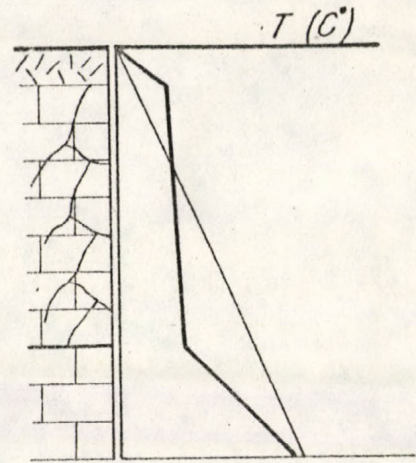


2. ábra



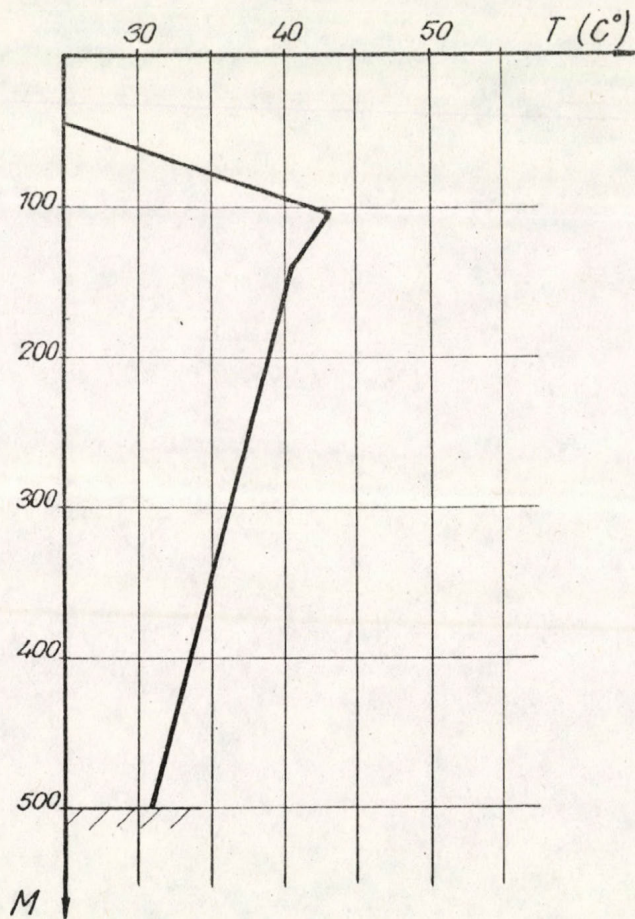


b.

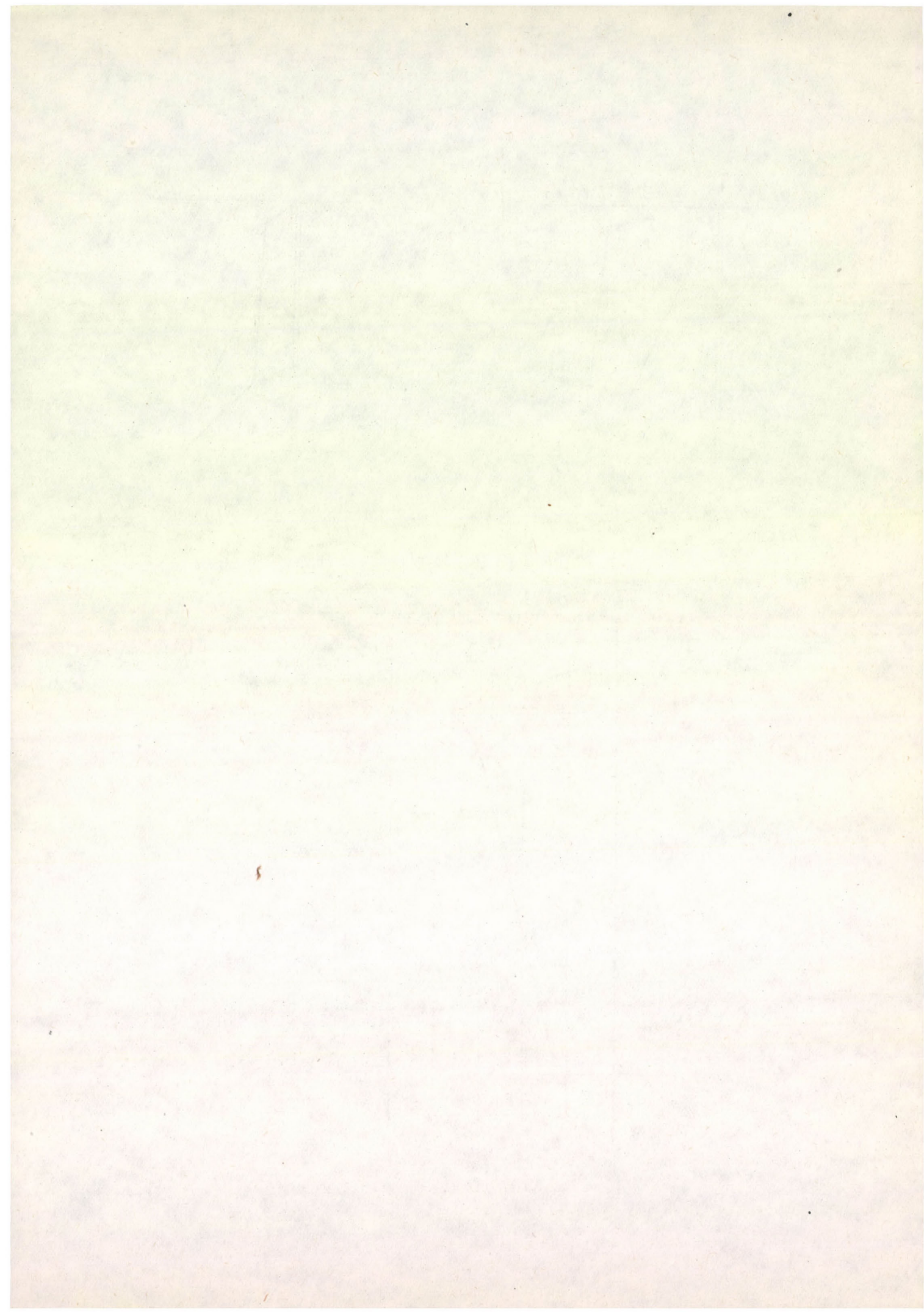


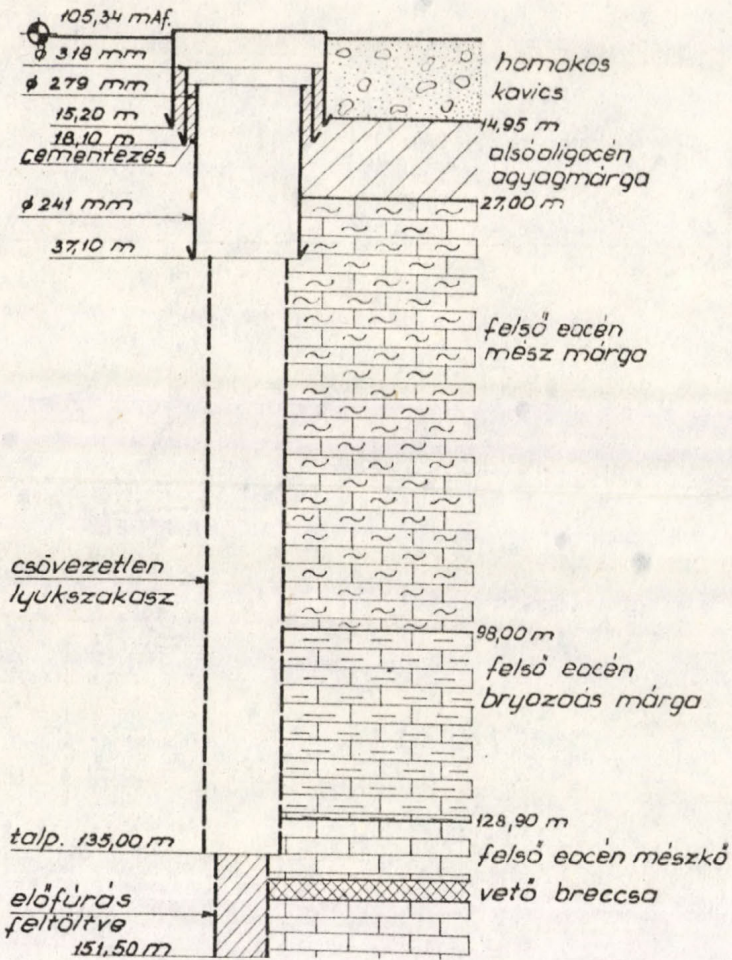
a.

3. ábra

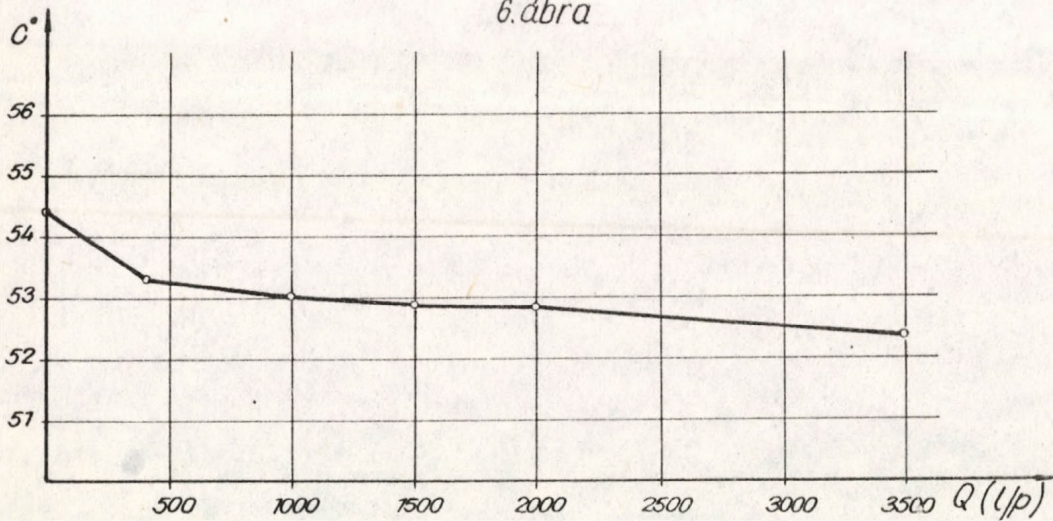


5. ábra

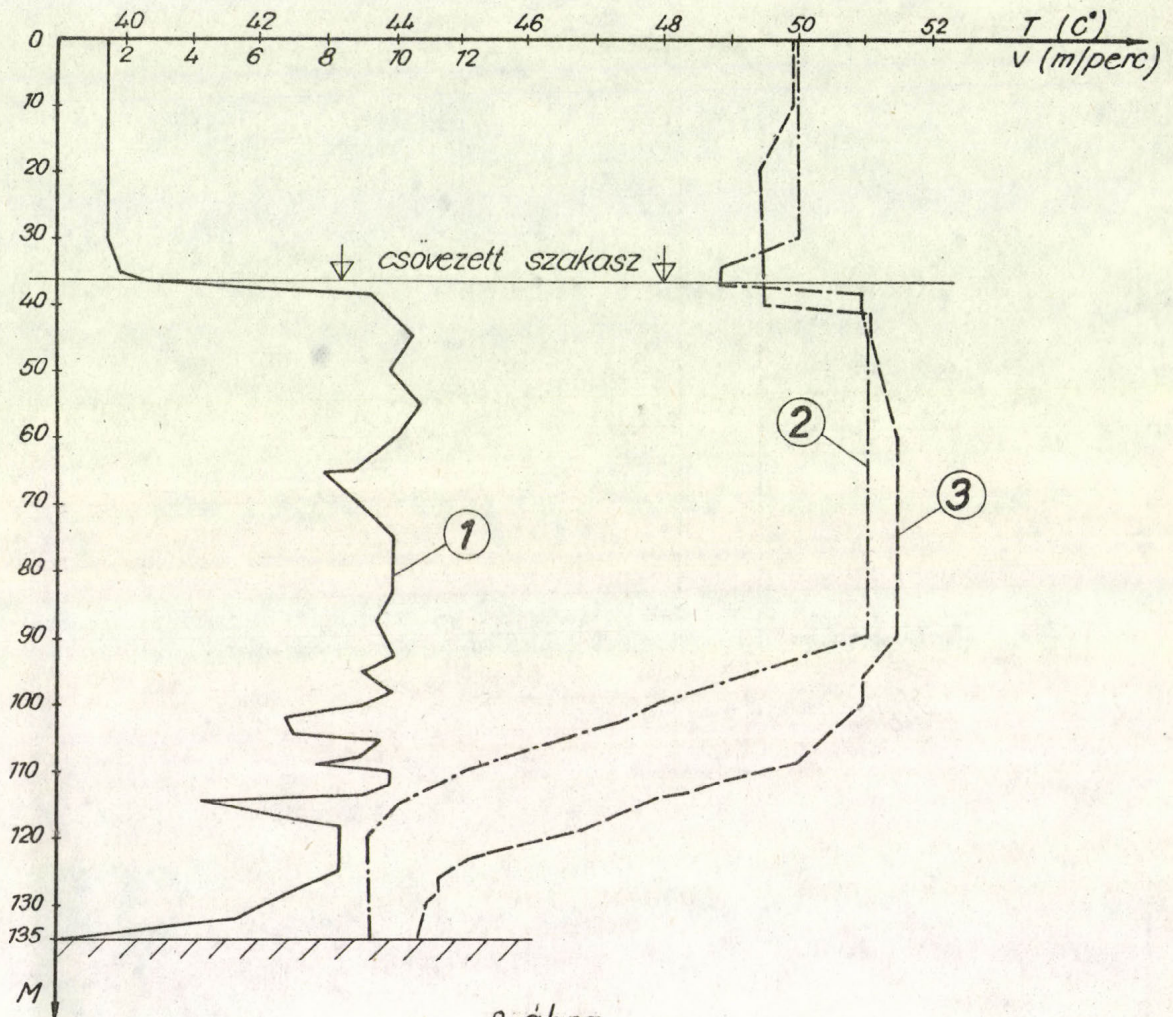




6. ábra



7. ábra



8. ábra

68/8500

Karácsonyi S.
Scheuer Gyula