

1.

A FORRÁSOK

FIZIKO-CHEMIAI TERMÉSZETÉNEK VIZSGÁLATÁHOZ SZÜKSÉGES ADATOK KRITIKAI ÁTTEKINTÉSE.

IRTA

JACZEWSKI LEONARD

SZ. PÉTERVÁROTT.

Végiggyantatók
1911

THAN KÁROLY

EMLÉKÉNEK!

Jelszó: «Ha ásványos vizek képződéséről beszélünk, rendszerint általánosságban nyilatkozunk.»

ILOSVAY L.¹

Bevezetés.

A föld mélyéből a felszínre jövő források fiziko-chemiai kutatások tárgyául csak szórványosan szolgálnak. Ezek a kutatások nincsenek oly rendszerbe foglalva, mely megengedné, hogy elegendő megfigyelési adataira támaszkodva földünk e fontos jelenségének természetébe betekinthessünk.

A kutatók figyelme aránylag hosszú időn át az úgynevezett ásványvízforrásokra irányult, vagyis olyan forrásokra, melyeknek a vize gyógyító hatású. Azokat a forrásokat, melyek ivóvizet szolgáltatnak, csak a múlt század közepe felé kezdték vizsgálni, amikor a nagy, népes városok vízszükségletének észszerű fedezése életkérdésként nyomult előtérbe.

Mindamellett a források kutatásának jelenlegi állapota nem elégíti ki a geologust, aki a forrásokat a föld egyik legfontosabb életjelenségének tekinti; — azon elemek egyikének, melyek külső megjelenésük-nél fogva rendszeres megfigyelések tárgyaivá lehetnek, s amelyek felszínre hozzák kutatásaink számára elérhetetlen mélységekben történő folyamatok jeleit. Nehogy állításom alaptalannak lássék, hivatkozom a boszniai ásványos források kutatójának, LUDWIG E.² tudós wieni tanár-nak a kitünő munkájára, mely a maga nemében talán egyetlen is. Ebben a műben csak két tényező a vizsgálat tárgya, úgymint a források vízének hőmérséklete és vegyi összetétele. Csak egy forrásról, az ilidzeiről jegyzi meg, hogy a karlsbadi Sprudelhez hasonlóan lüktet, de egyetlen forrás vízhozományának az adatait sem közli. Az ásványosvízű forrásokra vonatkozó ismereteink hiányosságára megcáfolhatatlan és

¹ Földtani Közlöny XX. 389. oldal.

² LUDWIG, E. Die Mineralquellen Bosniens, Tschermak's Mineral. und Petrograph. Mitt. X. (1889). 403. old.

érdekes példa a német «Bäderbuch»,¹ melyet a leghivatottabb hatóság ad ki. Ebből megtudjuk, hogy a geologus megoldhatatlan rejtélyek egész sorozatára akad, midőn Németország leghíresebb forrásainak vegyi természetét kíséri figyelemmel; azokét, melyek a leglátogatottabb gyógyfürdőket látják el vízzel. A geologus érthetetlennek találja azt, hogyan ajánlhatják az orvosok betegeiknek egyik-másik forrásvíz használatát, amikor azokat 40—50 évvel azelőtt elemezték meg.

Így pl. a hamburgi Kaiserbrunn és Ludwigsbrunn vízének 1861-ben (FRESENIUS), az ugyanottani Ludwigsbrunn-nak 1857-ben, a wildungeni Helenenquelle és Stahlquelle vízének 1859-ben, a wiesbadeni Spiegelquellének pedig 1856-ban történt elemzési adatait találjuk a «Bäderbuch»-ban.

Karlsbadban az érkezők közt osztogatott könyvecskékben még 1879-ből LUDWIG-tól származó elemzési adatokat találunk. Ugyanezen adatokat látjuk a nemrég elhunyt CLAR² tanár balneologiai tankönyvében, melynek anyagát ő a wieni egyetemen adta elő.

A föld mélyéből a felszínre jutó forrásokra vonatkozó adatok hiányossága, mely akkor derült ki, mikor a Narsan rendellenes viselkedésének okait kutattam, arra késztetett, hogy ezeket az adatokat — legalább bizonyos mértékben rendezsem s a tényezők közül kiválasszam azokat, melyek úgy a balneologiai szempontból fontos források, mint a mindennapi vízszükségletet ellátó források vízének tanulmányozásánál feltétlenül tekintetbe veendőek.

Minden vizsgálat alapjául hipotézis szolgál; csakis ez önt leket a tényekbe, ez teszi azokat életképesekké.

A források kutatásánál alapul SUESS hipotézisét vesszük, mely szerint a föld felületén kibugyogó összes források két nagy csoportra osztandók, ú. m. juvenilis és vadózus forrásokra. Az előbbiekre elméletileg négy ismertetőjelet állapítunk meg; ezek: a víz lüktetésének, a víz hozományának, a víz hőmérsékletének és a víz vegyi összetételének változatlansága. Magától vetődik fel az a kérdés, mily hosszú az az időszak, mely alatt a fentemlített tényezők változatlanságát meg kell állapítanunk. Feltételeesen és ideiglenesen ez időszak tartamául egy évet veszünk, de csak azért, mert ennyi idő alatt a vadózus forrásoknál a fentemlített tényezők okvetlenül tanusítanak többé-kevésbé szembetűnő ingadozásokat.

Ilyen osztályozási vezérelv birtokában egy év leforgása alatt vég-

¹ Deutsches Bäderbuch, bearbeitet unter Mitwirkung des k. Gesundheitsamtes. Berlin, 1907.

² CLAR C. Vorlesungen über Balneologie. Leipzig und Wien, 1907.

zett megfigyelések alapján képesek leszünk a forrás természetének a pontos meghatározására s abban az esetben, ha a forrás vegyes jellegű, úgy juvenilis és vadózus vizeinek a viszonyát is meg tudjuk állapítani. Továbbá — s ez rendkívül fontos — anyagot nyerünk a juvenilis forrásokról alkotott feltevéseink vizsgálatához.

Az anyag, amelyet meglehetősen időrabló munka árán gyűjtöttem és rendeztem, dúsabb is lehetne, de az adatok válogatásánál szigorú bírálatot tartottam.

I. A forrásvizek effluctiója.

Suess a karlsbadi Sprudel ritmusos lüktetését a juvenilis forrás jellemző ismertetőjelének tartja. A víz nyugodt, egyenletes ömlését a vadózus források jellemző tulajdonságának kell tekintenünk. Gyakorlatilag szükségesnek találom, hogy valamely forrás ömlési módjainak összességét magába foglaló kifejezést használjak s erre a célra az effluctió¹ szót találom megfelelőnek.

Ennek a kifejezésnek a gyakorlati haszna abban áll, hogy szükséges a forrás vizének ömlési módját kiemelni, mint olyan fontos ismertetőjelet, mely a forrás genetikus természetét visszatükrözteti. Ha ezt a kifejezést elfogadjuk, úgy a források E. A. MARTEL² által ajánlott valódi forrásokra (sources) és álforrásokra (résurgences) való felosztása teljesen feleslegessé válik; mely megkülönböztetésnél a forrás szó elveszti eredeti jelentését és az «émergence» szóval helyettesítendő.

Az ajánlott kifejezést használva, beszélhetünk nyugodt effluctióról, időszakos effluctióról, ritmusos, állandó vagy változó ritmusú effluctióról, egyenletes vagy ritmusos gázömléstől kísért effluctióról. Ez a kifejezés akkor is alkalmazható, ha gázforrásokról van szó; beszélhetünk egyenletes és ritmusos effluctiójú gázforrásokról. Ugyancsak ezt a kifejezést kell átvinni a naftaforrásokra is.

Előttem az effluctió pontos és műszerrel végzett vizsgálatának csak két példája ismeretes, melyek egyike a Kaukázusban levő Borshomra,³ másika pedig a Japánban levő Atami-geizirre⁴ vonatkozik.

¹ A latin effluere = kiönteni igéből; e kifejezésre való figyelmeztetésért BAUDOIN DE COURTENAY tanárnak tartozom köszönettel.

² E. A. MARTEL. Le sol et l'eau, Páris, 1906, 136. old.

³ MOLDENHAUER, F. F. Megfigyelések az ásványvízforrások életéről önjelző készületek segítségével. 22 oldal. Tiflisz, 1901. (Oroszul.)

⁴ K. HONDA and T. TERADA. On the Geysers in Atami, Japan. The Physical Review. Vol. XXII, p. 300, New-York and London, 1906.

MOLDENHAUER két önműködő regisztráló-készüléket szerkesztett s ezek segítségével vizsgálta a Borshomban levő Katalin-forrást. Készülékei állandóan regisztrálták a forrásvíz nyomásának a változását, mászóval a lüktetések amplitudóját és periodusát, továbbá a forrás vízhozományát (débit).

MOLDENHAUER a víz nyomásának ingadozásait a kiömlő szénsav mennyiségének ingadozásával magyarázza s azt hiszi, hogy a forrás függőleges felfogócsövében a legnagyobb szénsavömlésnek a legkisebb nyomás, a legkisebb szénsavömlésnek pedig a legnagyobb nyomás felel meg.

Nem kételkedem MOLDENHAUER feltevésének a helyességében, de mivel közvetlenül nem bizonyította be, helyesebb lesz — noha a manometer pontosan mérte és regisztrálta az ingadozásokat — ha nem a víz nyomásáról, hanem a lüktetés amplitudójáról és periodusáról beszélünk.

Mikor MOLDENHAUER értekezését közrebocsátotta, amint ő maga mondja, főcélja az volt, hogy az ásványos források kezelőinek a figyelmét kutatási módszerére és készülékeire irányítsa. Sajnos azonban, MOLDENHAUER — legalább tudomásom szerint — nem talált követőkre, sőt még az általa felállított állomáson is megszűnt a készülékek működése, mihelyt ő Borshomból távozott.

MOLDENHAUER törekvése az oka annak, hogy ő csak a megfigyelések eszközlésére és «a forrás életéről szóló jelentés» elkészítésére vonatkozó példákat sorol fel s nem közöl semmitsem arról, ami jelenleg leginkább érdekel bennünket, t. i. nem ad évijelentést a forrás életéről.

Csak egy havijelentés áll 1901 januáriusról a rendelkezésünkre és az a regisztrálókészülék ugyanazon évi jan. 19-én 10 óra alatt végzett eredeti feljegyzéseinek a másolata.

A hónap közepén a hullám hossza időben kifejezve 8·97 perc, a legkisebb hosszúsága 8·6 perc s a legnagyobb 10·3 perc; a hullám közepes magassága a higanyoszlopon mérve 55·0 mm, a maximális magasság 60·6 mm s a minimális 51·0 mm.

A vízhozomány napi átlaga 9072 wedro; a maximális 9360, a minimális 8810 wedro. A hőmérsékletet, mely a megfigyelés tartama alatt egyenletesebb volt a fentemlített tényezőknél, nem termográffal, hanem higanyhőmérővel mérte; a középhőmérséklet 27·84° C., a minimális hőfok 27·8° és a maximális hőmérséklet 27·9° C. volt.

Természetesen egy hónap keretén belül eszközölt megfigyelések alapján nem lehet végérvényes következtetéseket vonni.

Abban az esetben, ha a borshomi ásványvízforrás gondnokságá-

nál a MOLDENHAUER-tól végzett eredeti megfigyelések és az ő jelentései megvolnának, a gondnokság nagy szolgálatot tenne a tudománynak, ha azokat rendeztetné és kiadná.

Japánban, Tokiótól délre, az Izu (Idsu) tartományban levő Atami-geizirt (Greenwichtől számítva körülbelül a kel. hossz. 139° és az északi szél. 35°) két éven át tanulmányozták.

Az Atami-geizir rövid leírásából tudjuk, hogy annak három függőleges nyílása van, melyek közül a középső a főnyílás, míg a két oldalsó kisebb. Ezeken kívül van még egy oldalnyílás, mely a geizir vizét egy fürdőbe vezeti. A geizir a tenger közelében fekszik és nyílása 22 méterrel van a tenger szintje fölött. A geizir vize sós, de sómentes ötöször kisebb, mint a tengervízé. Hőmérséklete a felszínen 100° C., de 1.5 m mélységben állandóan $103\text{--}104^\circ$ C. A geizir tanulmányozásánál használt készülék leírása mellett nincsenek ábrák s azért annak nem minden részlete érthető.

Általánosságban kétféle geizirkitörési-típust különböztetünk meg, melyeknél a kiszökkenő víz nem tér vissza a geizirbe.

Az első, a normális jellegű kitörés naponta ötöször ismétlődik, a második típus, mely szilajabb jellegű és melyet «nagawaki»-nak neveznek, ezelőtt kb. havonként egyszer, most azonban csak évenként egy-



1. ábra. Az Atami geizir effluctiógörbéjének egy része.

szer-kétszer észlelhető. A rendes kitörések körülbelül két óra hosszat tartanak s a kitörési folyamatnak három szakasza különböztethető meg.

A két óráig tartó kitörés után három órai szünet következik.

A kétórás kitörés automatikus feljegyzéséhez egy-két óra alatt megforduló hengerrel ellátott regisztrálókészüléket állítottak fel; a napenkénti ingadozás feljegyzésére szolgáló készülék hengere 24 óra alatt fordult körül.

A kétóránként ismétlődő normális kitörési időszak feljegyzéséhez használt készülék a geizir nyílásánál felakasztott ingából állott. Ingául egy rézrúdra akasztott nehéz ólomgolyó szolgált.

A majdnem vízszintesen kilövelt víz és a vízgőz nyomása impulzust adtak az ingának, melynek lengéseit megfelelő átvitel révén a regisztráló-henger jegyezte, mely egy teljes fordulatot két óra alatt végzett.

A gőz hatásának e megállapítására egy léghőmérőhöz hasonló

készüléket szerkesztettek, mely azonban nem a főnyílás, hanem az egyik oldalnyílás szájánál nyert elhelyezést és szintén el volt látva regisztráló-készülékkel.

A geizir naponkénti életfolyamatának a feljegyzésére használt készülék NAKAMURA rendszere szerint volt szerkesztve s úgy látszik, hogy szerkesztésénél a higanymanometer elvét vették alapul.

A leírt készülék segítségével görbéket kaptak, melyek a naponkénti és kétóránkénti effluctiót egyaránt mutatják. Ugyanez a készülék feljegyzett két rendellenes nagawaki-kitörést és pedig 1905 jan. 14 én és 1905 máj. 26-án. Az előbbi körülbelül 15 óra hosszát tartott és egészen váratlanul tört ki.

A legutóbbi időben az Atami-geizir közelében több kutat fúrtak s valamennyi 24 óránként 300 köbméter meleg vizet adott, mely a föld felszínétől számítva 8 m-re szökött fel.

A kutak azonnal befolyásolták a geizir vízhozományát, a regisztráló készülékek a rendes kitörések ritkulását jelezték s a görbék jel-



2. ábra. Az Atami geizir «nagawaki» görbéjének egy része.

lege is jelentékenyen megváltozott. A kitörések száma 24 óránként átlag két-háromra csökkent. Ekkor elhatározták a kutak betömését, minek megtörténte után a kitörések száma 24 óránként négy-ötre emelkedett.

HONDA és FERADA megjegyzik, hogy megfigyeléseiknek a légnyomás ingadozásával történt összehasonlításakor kitűnt, hogy alacsony légnyomás közeledtével a kitörések késnek, míg magas légnyomásnál gyorsabban következtek be.

Mint már fentebb megjegyeztük, csak a borshomi Katalin-forrás és az Atami-geizir effluctió-típusaira vonatkozólag vannak regisztráló-készüléktől feljegyzett adatok.

Ezeken kívül létezik még néhány leírás, mely más forrástípusok effluctióját igen világosan ismerteti.

Elsősorban a Dagadó-forrást említjük, mely a Kodru-Moma-hegységben, Kalugyer közelében fakad. A kristálytisza, kellemes ízű forrásvíz hőmérséklete 10—11° C, csak egy alkalommal mérték 12° C-t.

Néhai PETHŐ GYULA¹ a forrást következőképpen írja le:

¹ A m. kir. Földt. Int. évi jelentése, 1902. 9. oldal.

A forrás a mészkőből álló hegy sziklás lejtőjének egy csészeformájú mélyedéséből fakad. Vékony mészköréteg alatt szilárd kvarcithomokkó van, mely a forrás közelében északon és keleten előtűnik.

A szabálytalan formájú csészealakú mélyedés 8·8 m hosszú, legnagyobb szélessége 2 m, mélysége alig több 0·6 m nél.

A víz a csészébe egy üregegen át jut, melyben állandóan van víz; legalább azokon a napokon, melyeket PETHŐ a forrásnál töltött, állandóan volt benne.

A forrás effluctiójának jellege az itt következő leírásból tűnik ki.

PETHŐ üresen találta a csészét, csak az üreg szájánál csillámlott egy kis vízfelület. Egyszerre meglehetősen fokozódó zúgás hallatszott. A víz a földalatti csatornán felhatolva kiszorította a levegőt s ez okozta a zúgást. Néhány perc múlva a víz kibuggyant az üregből és két perc alatt 62 cm-nyi oszlopban megtöltötte a csészét. Ekkor a víz egy része kezdett lefolyni a lejtőn, ezzel egyidejűleg azonban a víz kiömlése csökkent, mire több víz már nem folyt le a lejtőn. A csészében megmaradt víz lassanként visszaszivárgott az üregbe, illetőleg a csatornába és 14·5 perc alatt teljesen eltűnt. Az egész időszak tehát a víz megjelenésétől a víz eltűnéséig 16·5 percig tartott. A kifolyt víz mennyisége összesen mintegy 8—12 hl-nyi lehetett.

Másfél pernyi szünet után a víz újból megjelent, de az emelkedés csak másfél percig, a visszaszivárgás pedig 14 percig tartott. A víz mennyisége is kisebb volt és csak 53 cm-nyire emelkedett. Most 44 percig tartó szünet állt be, melynek letelte után ismét fakadt víz a forrásból.

PETHŐ négy napig tanulmányozta a forrást és tapasztalatait összehasonlította SCHMIDT 1860—1861-ben végzett megfigyeléseivel.

Elsősorban azt állapította meg, hogy a szünetek hossza 1·5 perc és 2 óra 16 között ingadozik; emellett, úgylátszik, a rövid szünetek sorozata hosszú szünetekkel váltakozik.

A víz emelkedésének és lefolyásának ideje 1—3 percig tart.

Az irodalomban nem találtam újabb és teljesebb adatokat a Dagadó-forrásra vonatkozólag, de a fentebbiek bizonyítják azt, hogy: 1. nincs alapja annak a föltevésnek, hogy e forrás működésében a gázok bármi szerepet játszanak; 2. hogy a Dagadó-forrás effluctiója sajátos típust képvisel, melyet a magyar a «Dagadó»-melléknévvel jelez.

Kassától északkeletre 20 km-re van Ránk-Herlány-fürdő, melynek forrása 404 m mélységből 6 óránként 18 m magas vizoszlopot lövel ki. Búziás-fürdő forrásának VARGHA¹ szerint szintén ritmusos effluctiója van, mely percenként 50—65-ször ismétlődik.

¹ Földtani Közlöny. XXXIV. kötet (1904), 508. old.

A karlsbadi Sprudel lüktetéseinek leírására a legszorgosabb utánjárás mellett sem akadtam.

Saját forrásmegfigyeléseim nagyon korlátoltak. Szibériában volt alkalmam néhány hévforrás megfigyelésére, melyeket a helybeli lakosság «Arschane»-nak nevez. Mindezek a források — így pl. a Nilowkolostor forrása és a Kitoi-folyó melletti forrás — igen kevés vizet adnak. Ritmusos effluctiót egyiknél sem konstatáltam, noha lehet, hogy van ritmusos effluctiójuk és csak én nem vettem azt akkor észre.

A Jatschurowka-Kárpátok északi lejtőjének egyetlen hévforrása széles nagy kútba van foglalva, kevés vizet szolgáltat és effluctiójának nincs szabadszemmel látható ritmusa.

Budapest rendkívül vízdús hévforrásai közül a Margitsziget hévforrásai és a város fölött a Duna jobbpartján fekvő, úgynevezett régi római fürdők forrásai igen alkalmasak közvetlen megfigyelések eszközülésére.

A Margitszigeten a felfogócső vége a földszínétől mintegy 4 m magasságban van s a víz legelőször egy csészealakú medencébe folyik, ahonnan mesterséges sziklafal mentén zuhatagokban ömlik a vízvezetékbe.

Nappal, mikor nyitva van a fürdő, mely vizét egy oldalesővön át kapja, az effluctió ritmusa könnyen megfigyelhető, de persze az ilyenkor eszközölt megfigyelés nem mértékadó. Megtekintettem a forrást este, miután a fürdőt becsukták és a fürdőszolga állítása szerint az egész víz a felső felfogócsőbe tódult. Ilyenkor a ritmus pontosan megfigyelhető, a lüktetések időköze 2—7 mp.

A lüktetések néha gyengébbek, néha erősebbek. A forrásra felügyelő személyzet nem tudott felvilágosítást adni, vannak-e változások az effluctio jellegében.

A margitszigeti forrás felfogócsőve rendkívül alkalmas fizikai megfigyelések eszközülésére.

A Római-fürdő forrásai egy igen sekély tó fenekéből fakadnak. A tó vize teljesen átlátszó és zöldes sugarakat vet vissza. A tófenék mészkódarával van borítva s a víz kibuggyanásakor mészkóda-felhőket ragad magával.

A számos forrás közül ötöt figyeltem meg. Vibbőségük különböző, de valamennyinek van ritmusos effluctiója; rövid ideig tartó megfigyelésem alapján meg kell jegyeznem, hogy a lüktetések közötti szünetek nem egyenlő hosszúak s úgy látszik, a bővizű forrásoknál rövidebbek.

A bővizű forrásoknál az egyes lüktetések között 1—2—3 mp-nyi szünetet, a kevesebbvizű forrásoknál 4—6 mp-nyi szünetet észleltem.

Az időt számolás útján állapítottam meg, minél fogva időméréseim

csak relativ értékűek s alapjukon csak a ritmusos effluctió jelenlétét konstatálhatjuk.

A fent elsorolt tényekből — ha azok kis számúak is — kitűnik, hogy a források effluctiója komplikált jelenség, melyben pontos, számokban kifejezett megfigyelések nélkül nem igazodhatunk el.

Miután a naftageologia terén szerzett ismereteim összessége arra készítet, hogy a naftának juvenilis eredetet tulajdonítsak — természetesen jelen esetben az itt végbemenő folyamatok ciklusát másképen fogom fel, mint azt SUESS a vízre vonatkozó feltevéseinél teszi — érdeklében állt megtudni, vannak-e a nafta- és gázforrások effluctiójára vonatkozó megfigyelések. Az irodalomban még a fontanirozásra vonatkozólag sem találtam pontos, számszerinti adatokat, azonban a forrás-tulajdonosoknak biztosan vannak, ha a naftaforrásokról nem is, úgy legalább a gázforrásokról az adott esetekben használható adataik, mivel gázforrásokat és gázvezetékeket alig lehet manometer nélkül kezelni. A fentebbiek alapján könnyű belátni, mennyire kívánatos, hogy regisztráló-készülékek segítségével az ásványos források, a fúrásokból felszökő vizek, a nafta- és gázforrások effluctiója megfigyeltessék.

MOLDENHAUER és NAKAMURA készülékei, melyek a higanymanometer elvén alapszanak, úgylátszik céljuknak teljesen megfelelnek. MOLDENHAUER Borshomban a laboratóriumában állította fel a regisztráló-készülékét, de a körülmények nem mindig ilyen kedvezőek s valószínű, hogy legtöbbször a készüléket biztos burkolatba helyezve magánál a forrásnál kell felállítani.

Nafta- és gázforrásoknál azok nyomásának megfelelően a higanymanométert fémmanométerrel kell helyettesítenünk s a regisztrálókészüléket erős kamrában kell elhelyezni.

Főlöszleges volna az effluctio megfigyeléséhez használandó készülékek szerkesztésének részleteiről beszélnem. Minden egyes esetben a vibzóságnek, a lüktetések erejének, a ritmus jellegének s végül a felfogás jellegének megfelelően más-más készüléket kell választanunk és a regisztrálókészüléket naponkénti vagy rövidebb lejáratú hengerrel el-látnunk.

A higany- és fémmanométereken kívül néha talán finomabb és érzékenyebb készülékeket kell alkalmazni, melyek a fiziológusok által használt sphygmographok mintájára szerkesztendők.

II. A források vízhozománya.

A vízhozomány valamely forrás természetének jellemző ismertetőjele.

Egyike azoknak az ismertetőjeleknek, melyeknek alapján E. A. MARTEL¹ a forrásokat valódi forrásokra (source-) és álforrásokra (résurgence) osztja fel. Szerinte a mérsékelt vízhozomány fontos ismertetőjele a valódi forrásoknak, míg a jelentékeny vízhozomány az álforrásokat jellemzi.

Fentebb említettük, hogy a vízhozomány változatlanágát a juvenilis eredetű források ismertetőjelei közé számítjuk s ennél fogva a források vízhozományának rendszeres mérései a tudományra nézve nagyon értékesek.

A juvenilis források vízhozományának adatai azonban csak akkor tudományos értékűek, ha biztosan megállapítottuk, hogy a juvenilis víz nem keveredett vadózus vízzel, ha biztos az, hogy a felfogóberendezésen kívül a forrásnak nincsen más lefolyása és ha a mérések pontossága megfelel a forrás vízbőségének. Az irodalomból összegyűjtött adatok közül csak nagyon kevés felel meg ezeknek a feltételeknek, sőt mondhatjuk, hogy kizárólag a borshomi forrásnak MOLDENHAUER-től eszközölt megfigyelései kielégítőek. A többi megfigyelések mind csak relatív értékűek, ami annak az eredménye, hogy meglehetősen hosszú időn át valószínűleg egy- és ugyanazon módszerrel eszközölt megfigyelések sorozatából állnak; s így az ezek segítségével nyert áttekintés alapján vonhatunk le következtetéseket, melyeknek még gyakorlati hasznuk is van. Így pl. a Pjatigorski-források csoport vízhozományának jelentékeny ingadozását tekintve, az a kérdés merül fel, hogy megbízható-e a szóbanlévő források felfogóberendezése? A karlsbadi forrásoknál pedig észrevettük, hogy a vízhozománynak nagyobb ingadozásai határozott bizonyítékai annak, hogy szükség van a felfogóberendezés megvizsgálására. A felfogóberendezés tökéletlensége egyaránt okozhatja a forrás vízbőségének a növekedését és csökkenését; az előbbi esetben vadózus vizek beszívárgását kell feltételeznünk, az utóbbiban pedig a víz a hibás felfogóberendezésen át elfolyik.

Vadózus víz hozzászívárgásánál a víz vegyi összetételében többé-kevésbé észrevehető változásnak kell történnie.

A kaukázusi ásványos vizek kezelősége minden év tavaszán külön bizottsággal megvizsgáltatja az ásványos forrásokat, s ilyenkor meg-

¹ MARTEL E. A.: Le sol et l'eau. Paris, 1906. p. 136.

határozzák a víz hozományát, hőmérsékletét és egynéhány jellegzetes alkotórészét.

Az ilyen meghatározásoknak már jelentékeny értékük van, mivel az 1903—1907-ig terjedő időszakon át az évek körülbelül ugyanabban a szakában végeztek.

Noha a közreadott adatok sorában nincsenek a meghatározások módjára vonatkozó feljegyzések, mégis feltételezhető, hogy azok többségéből megegyezők voltak.

A megfigyelések 37 forrásra vonatkoznak s az alább közölt I., II. és III. számú táblázatban vannak összeállítva.¹

A táblázatokra és az azok alapján készült görbékre² vonatkozólag (3. ábra) megjegyzendő, hogy azokban közöltem a vízhozományon (Q) kívül a víz hőmérsékletére (T) és vegyi összetételére ($FeO : H_2S$ -hez) vonatkozó adatokat is. Főleg azért tettem ezt, mert az összes megfigyelt tényezők ingadozásai között bizonyos mértékben fennálló összefüggést ez a csoportosítás feltűntetheti, s mert fejtegetéseim későbbi részleteiben ezekre az adatokra szükségünk lesz. Az eredeti megfigyeléseket némileg át kellett dolgoznom.

¹ Kizárólag nyomdatechnikai szempontok miatt maradt ki a XVI. pjatigorski-csoporthoz tartozó 3. sz. meleg kénforrás. Görbéi a megfelelő számok alatt találhatók.

² S-re vonatkozólag csak egy görbe áll rendelkezésre. A római számok a táblázatok számai.

I. A Pjatigorski csoport forrásai.

Év	T. C ^o .	H ₂ S.	Q.	T. C ^o .	H ₂ S.	Q.	T. C ^o .	H ₂ S.	Q.	T. C ^o .	H ₂ S.	Q.
	I. Nagy be- omlás.			II. A tó.			III. Tóbiás-forrás.			IV. A Tóbiás forrás oldal- esatornája.		
1903	35,0	1,4	—	37,5	0,5	3561,0	48,12	3,4	305,4	26,25	0,0	175,6
1904	30,31	0,3	—	36,25	0,5	5475,3	48,12	3,2	284,7	29,37	0,2	263,5
1905	32,81	1,5	—	40,0	0,6	21081,6	47,5	0,1	277,4	26,25	0,1	187,8
1906	40,62	2,7	—	31,25	1,1	1581,1	47,81	3,2	224,2	27,5	0,1	175,6
1907	40,62	2,7	—	31,87	0,6	5214,8	47,5	3,3	217,2	27,5	3,3	178,7
	V. Belső Mihály- forrás.			VI. Külső Mihály forrás.			VII. Alexander- Nikolai- Sabanejew forrás.			VIII. Sabanejew- forrás oldal- esatornája.		
1903	36,87	3,4	21,7	35,62	2,4	162,1	48,75	3,5	4216,3	43,12	2,6	421,6
1904	35,31	3,3	23,4	34,06	3,0	150,5	48,12	3,4	3720,0	41,87	2,1	390,4
1905	46,87	3,4	22,4	35,0	3,4	152,5	47,5	3,3	4216,3	41,25	2,0	412,3
1906	34,37	3,2	18,0	34,68	2,3	131,7	48,75	3,4	4517,4	40,93	2,1	301,0
1907	34,68	3,3	17,8	33,75	2,7	117,1	47,5	3,4	4080,2	40,31	3,0	305,4
	IX. Belső Erzsébet-forrás.			X. Külső Erzsébet-forrás. Mindkettő együtt.			XI. Miklós-forrás.			XII. Woronyow- forrás.		
1903	25,5	0,8	—	28,75	1,7	113,3	39,68	1,4	32,9	42,5	3,4	15,4
1904	26,87	0,8	—	28,75	1,5	146,4	40,0	1,0	61,9	42,5	3,2	23,4
1905	26,25	1,3	—	28,75	1,7	160,9	38,12	1,1	65,8	42,81	3,4	19,8
1906	25,5	0,5	—	28,12	1,0	130,0	40,62	1,9	84,1	39,31	3,3	14,7
1907	25,5	0,4	—	28,43	1,3	124,0	—	—	—	40,31	3,3	14,7
	XIII. Ermolov Alexander-forrás.			XIV. Meleg kényszerforrás. 1. sz.			XV. Meleg kényszerforrás. 2. sz.			XVII. Kabardii forrás.		
1903	48,12	3,4	7130,5	26,25	0,0	585,6	25,5	0,0	1171,2	35,0	0,3	1405,4
1904	47,5	3,4	6725,1	24,68	0,0	376,4	25,0	0,0	1505,8	34,37	0,3	1393,2
1905	47,81	3,4	6505,2	24,37	0,0	1317,6	25,0	0,0	397,7	34,06	0,6	1756,8
1906	47,81	3,3	8300,8	25,0	0,0	1239,5	25,0	0,0	244,0	34,37	0,5	1505,7
1907	48,12	3,4	6100,0	23,75	0,0	1171,2	24,37	0,0	229,1	34,37	0,5	1505,7

II. Az Essentuki-csoport forrásai.

Év	T. C°.	FeO.	Q.	T. C°.	FeO.	Q.	T. C°.	FeO.	Q.	T. C°.	FeO.	Q.
	XVIII. Alkalikus sós forrás 17. sz. Nyugati fúrás.			XIX. Alkalikus sós forrás. 17. sz. Keleti forrás.			XX. Alkalikus sós vasas forrás. 18. sz.			XXI. Kénsavas alkalikus sós forrás, 19. sz. Fősugár.		
1903	10,62	0,6	7,3	10,62	1,3	5,0	11,25	2,7	15,0	10,0	0,4	12,4
1904	10,62	0,5	7,0	10,62	0,6	5,9	10,0	2,4	19,8	9,37	0,3	18,7
1905	11,25	0,7	6,7	11,56	1,2	5,1	10,93	2,3	15,2	10,0	0,3	16,7
1906	11,25	0,5	7,0	11,25	0,9	7,1	11,25	2,3	18,4	10,31	0,4	14,6
1907	10,62	0,6	6,8	10,62	0,4	5,4	11,25	2,6	16,4	10,62	0,4	7,6
	XXII. Kénsavas alkalikus sós forrás 19. sz. Mellékcsatorna.			XXIII. Alkalikus sós jódos forrás. 6. sz.			XXIV. Alkalikus sós vasas forrás. 4. sz.			XXV. Haas- Ponomazew-alka- likus kénes forrás. H ₂ S.		
1903	9,37	0,3	15,2	18,12	1,2	2,0	10,0	1,5	3,4	10,0	1,6	234,2
1904	9,37	0,2	24,7	12,5	1,0	2,1	10,62	1,4	4,3	10,0	1,7	—
1905	9,37	0,2	24,5	16,25	1,1	2,1	13,75	1,6	4,8	10,62	1,8	—
1906	9,68	0,3	19,5	20,0	0,9	2,6	10,62	1,5	4,5	10,93	1,6	—
1907	9,37	0,3	12,2	20,0	1,1	1,6	10,62	1,6	4,5	10,62	1,8	—

A hőfokokat Celsius-fokokra számítottam át, a vízhozományt pedig nem wedrokban, hanem hektoliterekben fejeztem ki.

Ami a diagrammok mértékét illeti, az az abszcissatengelyeknél mindenütt egyenlő, az ordinátáknál azonban állandóan megváltoztattam azt, hogy az ábrák túlságos sok helyet ne foglaljanak el. A mérték itt úgy sem játszik szerepet, mivel a figyelemmel kísért elemek ingadozása a fő; az abszolút értékek a táblázatokban találhatók.

A vízbőség görbéit szemlélve, azonnal feltűnik, hogy azok erősen megtörték és csak két-három esetben közelítik meg némileg az egyenest.

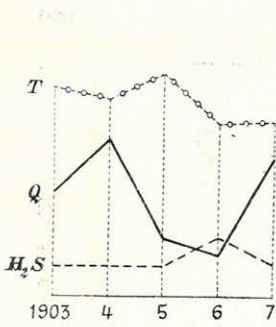
Ezekből a megfigyelésekből kitűnik, hogy a kaukázusi források vízhozománya változó. A vízhozomány változékonyságának jellegéről ezeknek az adatoknak a révén nem lehet ítéletet mondanunk, ehhez azt a megfigyelési sorozatot fogjuk használni, melyet a kaukázusi ásványos források kezelősége 1906 óta ad ki.

A jelentések szerint a forrás vízhozományát naponként meghatározzák. A vízhozomány meghatározásának a módját nem ismerem. A naponkénti megfigyelések alapján táblázatot készítenek, melyben minden hónapra vonatkozólag megvan a naponkénti közép vízhozomány wedrokban kifejezve.

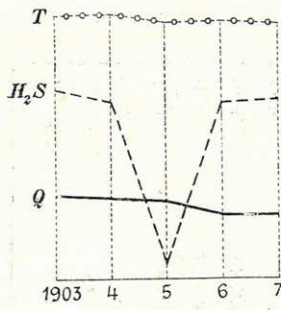
Jelen értekezésben csak azokra a forrásokra vonatkozó megfigyeléseket használtam fel, melyeknek az adatai két éven át meg nem szakított sorozatban álltak rendelkezésemre. A wedrokat, mint már említettem, hektoliterekre számítottam át.

III. A Shelesnowodski-csoport forrásai.

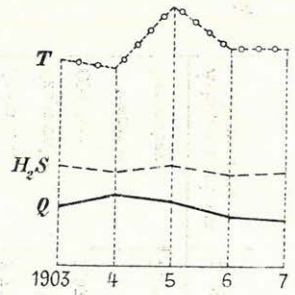
Év	T. C ^o	FeO.	Q.	T. C ^o	FeO.	Q.	T. C ^o	FeO.	Q.	T. C ^o	FeO.	Q.
	XXVI. 1. sz. forrás. 2. sz. táró.			XXVII. Az 1. sz. forrás vócsarnoka.			XXVIII. Az 1. sz. forrás ivó- csarnoka, a galleriában.			XXIX. Mária- forrás.		
1903	45,0	1,6	5752,9	44,37	1,5	—		1,5	—	33,12	1,5	61,9
1904	43,75	1,5	6324,4	40,0	1,2	—	11,25	1,2	—	32,5	1,4	65,8
1905	44,37	1,5	6324,4	39,37	1,5	—	13,12	1,3	—	32,81	1,4	70,2
1906	44,62	1,6	5749,4	40,62	1,4	—	15,62	1,4	—	33,12	1,3	75,2
1907	45,0	1,5	5749,2	35,62	1,0	—	13,12	1,2	—	33,12	1,4	62,2
	XXX. Muravjev meleg forrás.			XXXI. Smirnow forrás alsó ivó- csarnoka.			XXXII. Smirnow- forrás felső ivócsarnok.			XXXIII. 4. sz. forrás.		
1903	40,0	1,4	317,2	30,0	1,4	—	41,87	1,6	439,2	51,25	1,7	702,7
1904	38,75	1,2	376,4	21,87	1,3	—	41,25	1,4	585,6	50,0	1,5	878,4
1905	39,37	1,2	351,3		1,5	—	41,87	1,5	620,0	50,0	1,5	878,4
1906	38,75	1,2	376,3	23,75	1,1	—	41,87	1,4	702,7	50,62	1,5	752,7
1907	40,0	1,2	309,8	23,75	1,0	—	42,5	1,5	553,8	50,0	1,6	638,0
	XXXIV. Mihály nagyherceg forrás.			XXXV. Sawodow- forrás.			XXXVI. Barja- tinsky-forrás.			XXXVII. Muraw- jew hideg forrás.		
1903	18,75	1,6	527,0	16,25	1,3	—	22,5	1,5	117,1	18,12	1,5	117,8
1904	19,37	1,5	479,0	16,25	0,9	—	22,5	1,5	301,2	18,12	1,5	117,1
1905	19,37	1,6	439,2	16,56	1,6	—	22,5	1,5	263,5	17,81	1,6	123,9
1906	19,62	1,6	585,6	16,62	1,5	—	22,25	1,6	301,2	18,75	1,5	124,0
1907	20,0	1,5	420,9	16,25	1,3	—	21,25	1,6	277,4	18,75	1,4	117,1



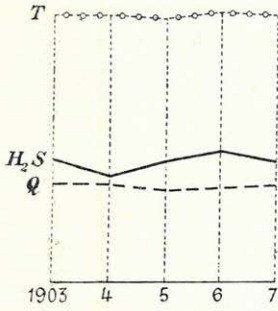
II.



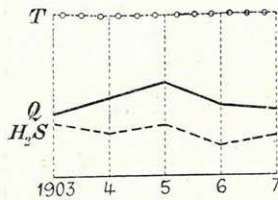
III.



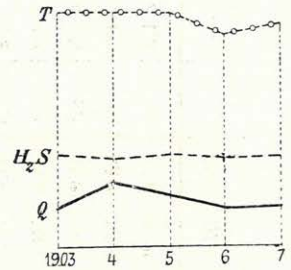
V.



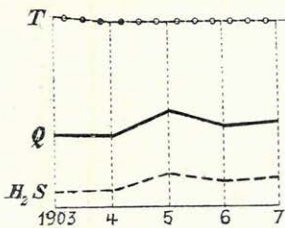
VII.



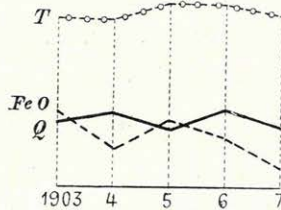
X.



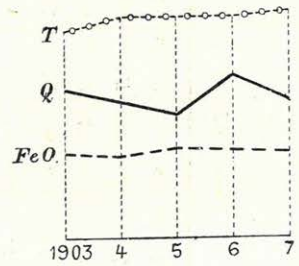
XII.



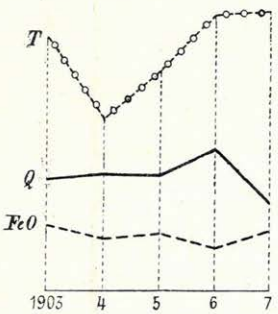
XVIII.



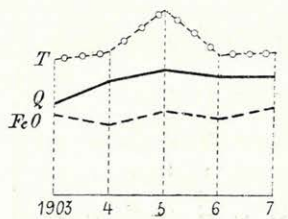
XIX.



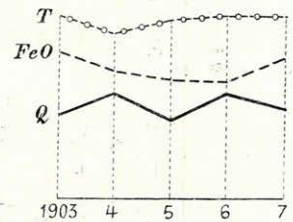
XX.



XXIII.



XXIV.



XXVI.

3. ábra.

IV. táblázat. A Szelesnowodski-csoport forrásainak vízhozománya 1906-ban és 1907-ben.

Hónap	A forrás neve															
	1. és 2. sz. forrás			3. sz. forrás			Smitnow-forrás									
	Q	Elterés %-ban	Q	Elterés %-ban	Q	Elterés %-ban	Q	Elterés %-ban								
1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907							
Jannarius	5.776	6.092	-1,8	+4,6	58,6	59,0	-14,9	+1,8	680	708	-7,1	+3,2	481	483	-7,5	-1,7
Februarius	5.749	5.934	-2,3	+1,9	65,0	59,0	-5,6	+1,8	830	664	+13,3	+3,2	492	483	-5,3	-1,7
Marcius	6.146	6.131	+4,4	+5,3	91,7	64,0	+33,0	+15,6	878	770	+19,9	+12,2	518	492	-0,3	+0,2
Április	6.124	6.044	+4,0	+3,8	81,1	63,9	+17,7	+10,3	801	768	+9,4	+12,0	556	560	+6,9	+14,0
Május	5.858	5.869	-0,4	+0,8	78,3	63,4	+13,6	+9,4	781	688	+6,6	+0,2	615	558	+18,2	+13,6
Junius	5.749	5.706	-2,3	-5,3	70,4	58,5	+2,1	+1,0	781	645	+6,6	-5,8	571	483	+9,8	-1,7
Julius	5.836	5.880	-0,8	+1,0	66,7	53,1	-3,1	-8,3	695	644	-5,0	-6,0	527	483	+1,3	-1,7
Augusztus	5.749	5.744	-2,3	-1,3	61,1	53,7	-11,3	-7,2	658	664	-10,1	-3,2	527	483	+1,3	-1,7
Szeptember	5.749	5.693	-2,3	-2,1	68,4	53,7	-0,7	-7,2	636	664	-13,1	-3,2	513	483	+1,3	-1,7
Október	5.976	5.693	+1,5	-2,1	64,9	53,1	-5,8	-8,3	670	654	-8,4	-4,6	480	467	-7,6	+4,8
November	5.966	5.668	+1,3	-2,6	62,0	54,6	-10,0	-5,7	680	664	-7,1	-3,2	480	447	-7,6	+8,9
December	5.966	5.593	+1,3	-3,9	58,6	59,0	-14,9	+1,8	694	699	-5,1	+1,8	480	472	-7,6	-3,9
Átlagos napi vízhozomány	5.887	5.821	—	—	68,9	57,9	—	—	732	686,3	—	—	520	491,4	—	—

IV.a táblázat. A Schelesnowodski-csoport forrásainak vízhozománya 1906-ban és 1907-ben.

Hónap	A forrás neve															
	Mihály nagyherceg forrás				Barjatszinsky-forrás				Muravjev hideg forrás				Karpow-forrás			
	Q		Eltérés %-ban		Q		Eltérés %-ban		Q		Eltérés %-ban		Q		Eltérés %-ban	
	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907
Januárius	234	246	- 6,7	5,4	264	265	- 0,8	- 2,6	105	106	- 4,7	- 5,9	65	70	- 4,4	+ 9,4
Februárius	234	236	- 6,7	5,4	264	265	- 0,8	- 2,6	111	107	+ 1,0	- 4,5	62	68	- 8,8	+ 6,0
Március	267	242	+ 6,3	3,0	264	265	- 0,8	- 2,6	124	118	+ 1,23	+ 4,4	69	70	+ 1,7	+ 9,4
Április	266	268	+ 5,9	17,5	264	265	- 0,8	- 2,6	116	115	+ 4,8	+ 1,8	69	70	+ 1,9	+ 9,4
Május	352	294	+ 40,2	18,1	291	276	+ 9,2	+ 1,1	120	112	+ 8,8	- 0,7	72	65	+ 6,8	+ 0,5
Junius	263	236	+ 4,7	5,4	264	265	- 0,8	- 2,6	117	108	+ 5,7	- 0,3	69	63	+ 1,7	- 1,5
Julius	235	236	- 6,3	5,4	264	263	- 0,8	- 3,2	106	111	- 4,2	- 1,0	64	59	- 4,7	- 7,4
Augusztus	219	236	- 12,7	5,4	264	259	- 0,8	- 5,0	105	111	- 4,7	- 1,0	64	59	- 5,8	- 8,7
Szeptember	234	239	- 6,7	4,0	264	296	- 0,8	+ 8,5	105	118	- 4,7	+ 4,4	69	61	+ 2,0	- 4,8
Október	234	250	- 6,7	0,3	264	297	- 0,8	+ 9,0	105	116	- 4,7	+ 3,0	70	60	+ 3,3	- 6,1
November	234	256	- 6,7	2,5	264	278	- 0,8	+ 2,0	105	113	- 4,7	+ 0,3	70	61	+ 3,3	- 4,9
December	240	243	- 4,3	2,4	264	275	- 0,8	+ 0,8	105	116	- 4,7	+ 3,0	70	64	+ 3,3	- 1,0
Átlagos napi vízhozománya	251	249,6	-	-	266	272,9	-	-	110,7	113,0	-	-	680	64,7	-	-

V. táblázat. A Pajditszki-csoport forrásainak vízhozománya 1906-ban és 1907-ben.

Hónap	A forrás neve											
	Mihály-forrás				Alexander-Nikolaj-Sabanejew-forrás							
	belső		külső		Régi forrás							
	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907				
Januárius	17,6	12,0	+ 3,2	- 26,6	105,4	57,7	+ 2,3	- 10,3	3.162	2.656	- 5,9	- 11,1
Februárius	17,2	11,9	+ 0,8	- 17,4	105,4	57,7	+ 2,3	- 10,3	3.162	2.656	- 5,9	- 11,1
Március	17,4	11,4	+ 2,0	- 21,0	105,4	79,5	+ 2,3	- 4,5	3.162	2.656	- 5,9	- 11,1
Április	17,6	15,6	+ 9,0	+ 8,0	106,8	114,6	+ 3,6	+ 38,4	3.259	2.815	- 3,0	- 6,5
Május	19,0	18,4	+ 11,4	+ 27,6	126,3	118,0	+ 22,6	+ 40,6	4.342	3.985	+ 29,1	+ 32,2
Június	17,9	18,6	+ 4,9	+ 29,4	105,4	109,2	+ 2,3	+ 27,2	3.953	3.985	+ 17,5	+ 32,2
Július	18,2	16,2	+ 6,7	+ 12,3	116,6	93,7	+ 13,2	+ 13,5	3.953	3.985	+ 17,5	+ 32,2
Augusztus	18,2	15,4	+ 6,7	+ 7,1	109,3	79,0	+ 6,1	- 5,1	3.953	3.985	+ 17,5	+ 32,2
Szeptember	16,2	14,7	- 4,9	+ 2,1	93,2	74,2	- 9,5	- 10,8	3.505	3.445	+ 4,2	+ 14,3
Október	15,1	13,3	- 11,4	- 7,6	87,9	62,4	- 14,6	- 25,0	2.635	2.656	- 21,6	- 11,1
November	14,6	12,9	- 14,3	- 10,6	86,4	62,4	- 16,1	- 25,0	2.635	2.656	- 21,6	- 11,1
December	14,6	12,5	- 14,3	- 15,6	87,9	60,7	- 14,6	- 27,1	2.635	2.656	- 21,6	- 11,1
Átlagos napi vízhozomány	17,0	14,4	-	-	103,0	83,4	-	-	3.363	3.012,7	-	-

V/a táblázat. A Pjatigorski-csoport forrásainak vízhozománya 1906-ban és 1907-ben.

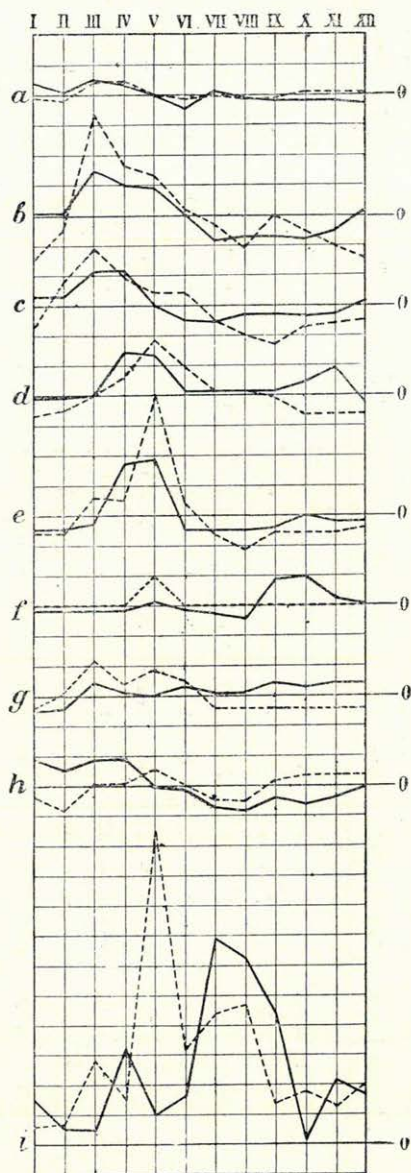
Hónap	A forrás neve																	
	Alexander-Nikolszj-Sabanejew-források																	
	Oldalfalrás						Új furás						Új forrás az Emánuel-parkban					
	Q		Eltérés %-ban		Q		Eltérés %-ban		Q		Eltérés %-ban		Q		Eltérés %-ban			
1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907			
Januárius	440	444	+ 5,0	+ 18,1	81,1	81,7	+ 9,4	+ 25,4	28,1	23,2	+ 4,8	- 25,4	30,5	28,4	- 17,7	- 16,9		
Februárius	440	425	+ 5,0	+ 12,0	81,1	81,7	+ 9,4	+ 25,4	27,7	23,1	+ 3,3	- 28,5	30,1	28,2	- 18,3	- 16,4		
Március	448	502	+ 6,9	+ 33,4	81,1	81,7	+ 9,4	+ 25,4	27,7	24,4	+ 3,3	- 21,1	30,1	28,7	- 18,8	- 15,0		
Április	460	481	+ 9,7	+ 28,0	80,3	78,7	+ 8,3	+ 20,7	28,8	29,7	+ 7,4	- 4,4	40,1	34,5	+ 7,8	+ 2,0		
Május	418	381	- 0,2	+ 7,1	58,6	70,8	- 20,9	+ 8,6	29,3	30,3	+ 9,3	- 2,4	43,7	33,7	+ 17,7	- 0,4		
Június	335	354	- 20,0	- 5,6	56,4	60,6	- 23,8	- 6,9	23,3	27,4	- 13,0	- 11,9	42,1	34,1	+ 13,4	+ 0,9		
Július	370	344	- 11,6	- 9,5	58,5	59,9	- 21,0	- 12,6	22,4	89,0	- 16,4	+ 18,5	47,1	43,2	+ 26,9	+ 27,8		
Augusztus	371	326	- 11,4	- 13,3	58,1	43,4	- 21,5	- 32,7	20,7	27,9	- 22,7	- 10,3	42,9	43,2	+ 15,6	+ 27,8		
Szeptember	408	316	- 2,6	- 15,9	70,6	40,2	- 4,7	- 38,2	23,6	25,8	- 11,8	- 17,0	39,1	38,2	+ 5,3	+ 12,9		
Október	446	312	+ 6,4	- 16,8	87,8	59,0	+ 18,4	- 9,4	28,8	24,7	+ 7,4	- 20,6	31,2	33,5	- 15,9	- 0,8		
November	446	313	+ 6,4	- 16,7	87,8	65,3	+ 18,4	+ 0,1	30,0	24,3	+ 11,9	- 21,8	33,7	30,5	- 9,1	- 6,9		
December	446	312	+ 6,4	- 17,0	87,8	62,4	+ 18,4	- 3,5	31,2	23,6	+ 16,4	- 33,8	34,7	29,5	- 6,4	- 12,8		
Átlagos napi vízhozomány	419	376,2	-	-	74,1	65,10	-	-	26,8	31,1	-	-	37,1	33,8	-	-		

VI. táblázat. A Piatigorski-csoport forrásainak vizhozománya 1906-ban és 1907-ben.

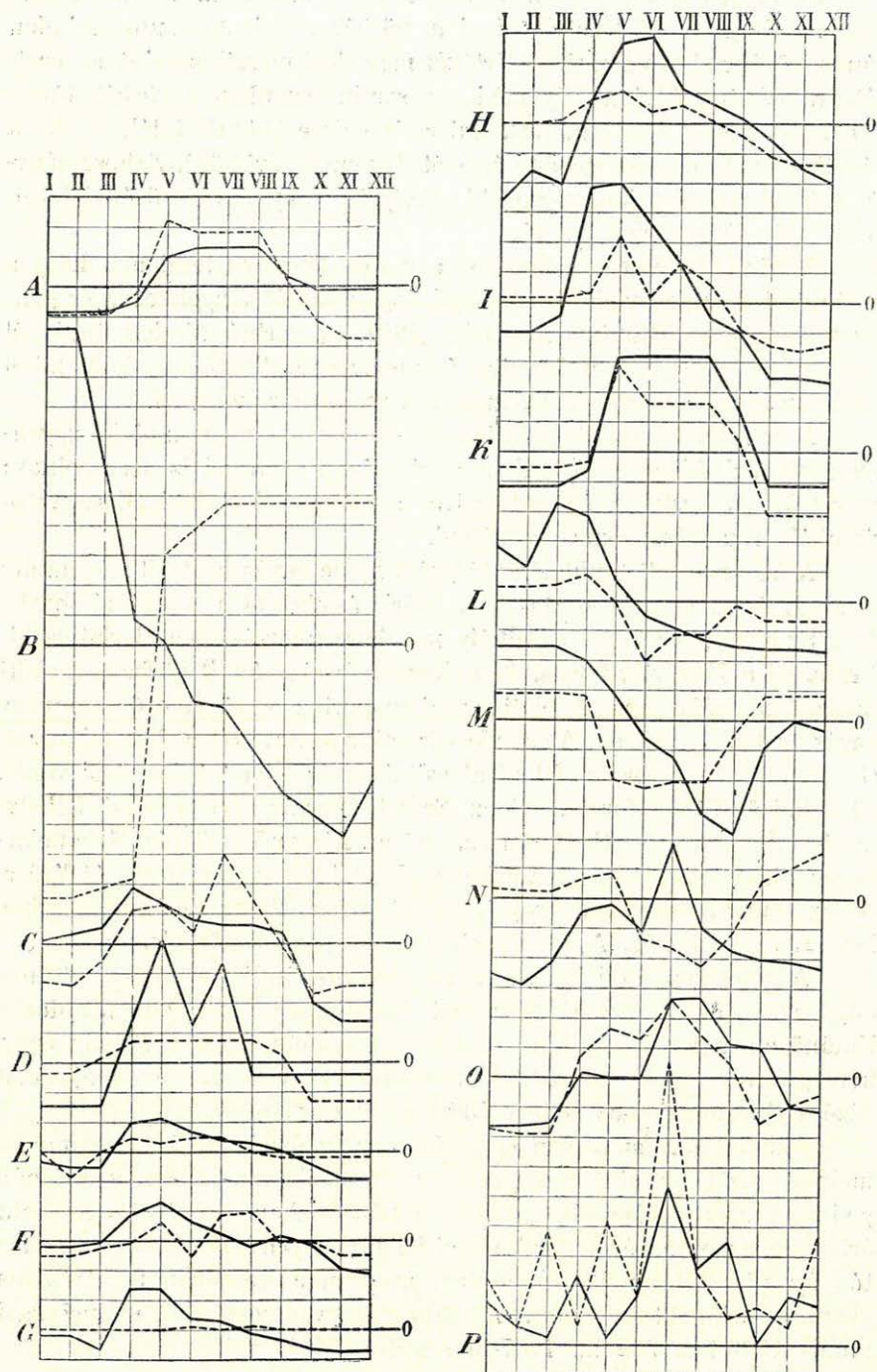
Hónap	A f o r r á s n e v e											
	Alexander Ermolov-forrás		Mihlós-forrás		1. és 2. sz. meleg forrás							
	Q	Elterés %-ban	Q	Elterés %-ban	Q	Elterés %-ban						
1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907					
Januárus	4.518	4.152	— 9,9	— 8,0	50	151	— 85,9	+ 107,3	1.165	1.146	— 13,9	+ 2,9
Februárus	4.518	4.152	— 9,9	— 8,0	50	151	— 85,9	+ 107,3	1.160	1.153	— 14,2	+ 3,4
Március	4.518	4.152	— 9,9	— 8,0	61	123	— 82,8	+ 62,3	1.286	1.186	— 5,0	+ 6,3
Április	4.850	4.249	— 3,3	— 5,8	78	79	— 78,0	+ 9,0	1.322	1.329	+ 12,4	+ 19,7
Május	6.128	5.461	+ 22,0	+ 10,9	466	75	+ 31,6	+ 2,6	1.546	1.271	+ 14,3	+ 14,0
Junius	5.952	5.063	+ 18,7	+ 13,1	381	58	+ 7,6	— 19,5	1.418	1.206	+ 4,8	+ 8,2
Julius	5.952	5.063	+ 18,7	+ 13,1	527	57	+ 48,9	— 21,3	1.764	1.202	+ 30,4	+ 7,8
Augusztus	5.941	5.063	+ 18,5	+ 13,1	527	46	+ 48,9	— 36,9	1.588	1.193	+ 17,4	+ 7,0
Szeptember	5.154	4.664	+ 2,8	+ 3,3	527	37	+ 48,9	— 49,4	1.343	1.161	— 0,8	+ 4,1
Október	4.407	4.048	— 12,1	— 1,0	527	31	+ 48,9	— 57,5	1.118	897	— 17,4	— 19,5
November	4.119	4.048	— 17,8	— 1,0	527	26	+ 48,9	— 64,7	1.163	817	— 14,0	— 26,7
December	4.119	4.048	— 17,8	— 1,0	527	38	+ 48,9	— 46,7	1.163	816	— 14,0	— 26,7
Atlagos napi vizhozomány	5.014,6	4.514,1			354	73,2			1.253	1.115,1		

VI/a táblázat. A Pjasiorski-csoport forrásainak vízhozománya 1906-ban és 1907-ben.

Hónap	A forrás neve															
	Kabardinski-forrás				Tovievskij-forrás				Tovievskij-forrás (a fürdőben)				Erzsébet-forrás			
	Q		Eltérés %-ban		Q		Eltérés %-ban		Q		Eltérés %-ban		Q		Eltérés %-ban	
	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907	1906	1907
Januárius	1.171	1.062	- 3,7	- 14,2	352	331	0,0	- 3,4	506	506	- 5,3	- 2,8	110	106	- 0,4	- 2,1
Februárius	1.171	1.062	- 3,7	- 14,2	323	325	- 8,2	- 5,2	506	506	- 5,3	- 2,8	109	106	- 0,5	- 2,0
Március	1.249	1.062	+ 2,7	- 14,2	354	325	+ 0,6	- 5,3	516	523	- 2,6	+ 0,4	110	102	- 0,4	- 6,0
Április	1.318	1.318	+ 8,3	+ 6,5	370	380	+ 5,1	+ 10,4	531	572	+ 0,2	+ 9,9	116	124	0,0	+ 14,6
Május	1.318	1.771	+ 8,3	+ 42,9	364	387	+ 3,3	+ 12,7	570	590	+ 7,5	+ 13,2	131	124	+ 1,3	+ 14,0
Junius	1.318	1.404	+ 8,3	+ 13,3	370	369	+ 5,1	+ 7,3	502	560	+ 5,3	+ 7,6	111	113	- 0,3	+ 4,7
Julius	1.318	1.280	+ 8,3	+ 3,3	370	358	+ 5,1	+ 4,2	582	537	+ 9,8	+ 3,1	132	112	+ 1,4	+ 3,1
Augusztus	1.318	1.180	+ 8,3	+ 4,6	350	356	- 0,6	+ 3,5	587	506	+ 10,8	- 2,8	124	106	+ 0,7	- 1,9
Szeptember	1.253	1.180	+ 3,1	+ 4,6	345	342	- 2,0	- 0,5	531	531	+ 0,8	+ 2,0	117	105	+ 0,1	- 3,4
Október	1.054	1.180	- 13,3	+ 4,6	342	327	- 2,8	- 4,7	528	512	- 0,4	- 1,6	111	101	- 0,3	- 6,5
November	1.054	1.180	- 13,3	+ 4,6	342	312	- 2,8	- 9,2	503	469	- 5,1	- 9,8	108	101	- 0,6	- 7,1
December	1.054	1.180	- 13,3	+ 4,6	342	310	- 2,8	- 9,7	503	461	- 5,1	- 11,1	107	101	- 0,7	- 7,1
Átlagos napi víz- hozomány	1.216,3	1.238,9	-	-	352	-	-	-	530	520,8	-	-	115,5	108,9	-	-



4. ábra.



5. ábra.

Az összes adatok a IV., V. és VI. sz. táblázatban vannak összefoglalva. Hogy a táblázatok alapján görbékét rajzolhassunk, minden hónap középvízhozománnyának értékét megfelelő mérték szerint az ordinátákra lehetne felvinni. Ily módszer szerint azonban a görbék túlságosan sok helyet igényelnének, miért is célszerűbbnek találtam, ha a görbékénél nem a vízhozomány értékét, hanem az évi középvízhozománytól való eltéréseket használom fel, ahelyett, hogy az évi középvízhozomány százalékait fejezném ki.

A görbék szerkesztésének ez a módja lehetővé teszi azt, hogy a különböző források vízhozománnyának ingadozásait kényelmesen és pontosan összehasonlíthatjuk. Az 1906—1907. év görbéi minden forrásnál egy ábrában vannak összefoglalva, úgy hogy az ordináták kezdetét mind a két évsorozatnál egy és ugyanaz a vízszintes vonal jelzi.

A selesnovodszki és pjatigorszki-csoportok diagrammjain ugyan ezen két évi időszak légköri csapadékainak a görbéi is szerepelnek; ezeket H. A. KAMINSKI úr volt szíves a «Központi Fizikai Observatóriumból» rendelkezésemre bocsátani.

A fent említett tanulmány tárgyául nyolc forrás szolgált: úgy mint: *a)* az 1. és 2. számú forrás, *b)* a Mária-forrás, *c)* a 3. számú forrás, *d)* a Szmirnov-forrás, *e)* a Mihály nagyherceg-forrás, *f)* a Barjatinszki-forrás, *g)* a Muravjev-forrás, *h)* a Karpov-forrás. Az *i)* görbe a légköri csapadékot adja meg. A pjatigorszki-csoportba a következő tizennégy forrás tartozik: *A)* az Alexander-Ermolov-forrás, *B)* a Nikolaj-forrás, *C)* a meleg kénesforrás, *D)* a Kabardini-forrás, *E)* a Tóbiás-tárói forrás, *F)* a belső Tóbiás-forrás, *G)* az Erzsébet-forrás, *H)* a belső Mihály-forrás, *I)* a külső Mihály-forrás, *K)* az Alexander-Nikolaj-Sabanejev-forrás oldalnyílása, *M)* az Alexander-Nikolaj-Sabanejev-forrás új fúrása, *N)* az Einánuel-parkban levő 1. sz. uj-forrás, *O)* az Emánuel-parkban levő 2. sz. uj-forrás. A *P)* a pjatigorszki-csapadék görbéje.

A selesnovodszki forrás-csoport vízhozománnyát szemlélve feltűnik, hogy az 1. és 2. számú forrásnál észlelhető a legkisebb ingadozás. Különösen nagy ingadozást mutat a Mária-forrás és a Mihály nagyherceg-forrás, mely utóbbinál a vízhozomány 1906. év májusának középvízhozománnyához képest 40·24%-kal emelkedett.

Minden forrásnak van egy, sőt némely forrásnak két maximuma, melyek közül az első maximum az év első hónapjaiban, a második pedig — s ez a kisebbik — az őszi hónapokban észlelhető. Abszolút értékben az egyes évek maximumai jelentékenyen különböznek egymástól. Így pl. a Mária-forrás márciusi maximuma 1906-ban 91, 1907-ben azonban 64 hektoliter volt. A Mihály nagyherceg-forrás májusi maximuma 1906-ban 352 hl, 1907-ben pedig 294 hl volt.

A második, az őszi maximum, sokkal kisebb a tavaszinál és vagy szeptemberre vagy októberre esik, de egyáltalán nem olyan állandó jelenség, mint az első maximum, annyira, hogy néha minimumba megy át, vagy a nagyobb téli vízbőséggel egyenlő. A vízhozomány minimuma rendszeresen augusztusban lép fel, de abszolút értéke százalékokban kifejezve sohasem akkora, mint a maximumoké. Egyedül a 4-es számú forrásnál volt ez a minimum 1906 szeptemberében 13%-kal kisebb a rendes középvízhozománynál.

Ha a vízbőség görbáját összehasonlítjuk a légköri lecsapódás görbéjével, látjuk, hogy a két görbe között nem vehető észre közvetlen összefüggés. 1906-ban a csapadékok maximuma májusban volt, s ugyanekkor volt a Szmirnov-forrásnak és a Mihály nagyherceg-forrásnak a legnagyobb a vízhozománya. A többi forrásnál sokkal korábban állott be a maximum; így pl. a 4. számú Mária-forrásnál, a Karpov- és Muravjev-forrásoknál már márciusban jelentkezett. 1907-ben a csapadék júniusban érte el a maximumát, de sem júliusban, sem augusztusban nem észleltek olyan emelkedést, mely e csapadékmaximummal összefüggésben állott volna. A Szmirnov-, Barjatinszki- és Mihály nagyherceg-források vízhozománya emelkedett ugyan, de ez csak szeptemberben és októberben volt észlelhető, tehát oly későn, hogy nincs alapos okunk arra, hogy ezt az emelkedést a helyi lecsapódásokkal közvetlenül összefüggésbe hozzuk.

A vízbőség görbéi azt mutatják, hogy a selesnovodszki források csoportok működése nem nevezhető a légköri jelenségektől függőnek és ha egyes esetekben észre is vehető némi ilyen összefüggés, úgy ez nem annyira a forrás vízellátási feltételeinek, mint inkább a fel-fogóberendezés tökéletlenségének a rovására irandó.

A vízbőség tavaszi maximuma indokolja azt a feltevést, hogy az a tavaszi hóolvadással van összefüggésben.

A Selesnovodszki-forrásnál megvannak a vízvezeték tápláló források vízhozománjának az adatai; s az ezek alapján szerkesztett görbék élesen mutatják az áprilisi maximumot; s nyilvánvaló, hogy ez a hóolvadásnak a következése.

A Selesnovodszkban megfigyelt csapadék, amint látszik, nem befolyásolja a források vízhozományát.

Azonban térjünk át a pjatigorszki-csoportra.

Az ide tartozó források vízhozománjának a görbéi nagyon különböző képet nyújtanak.

Az Erzsébet-forrás vízbősége 1906-ban feltűnően változatlan volt, a közepes vízbőségtől számbavehető eltérést nem mutatott, úgy hogy görbéje csaknem egyenes vízszintes vonal.

1907-ben nagy eltéréseket látunk, az ingadozások 14%—17%-ig fokozódnak; áprilisban beáll a maximum, mely májusig tart, mire a vízbőség erős csökkenése következik. Igen eredeti az Alexander-Nikolaj-Sabanejev-forrás új forrásának a görbéje. 1906-ban, valamint 1907-ben a vízbőség maximuma januáriusra esik; 1906-ban a maximum márciusig, 1907-ben azonban áprilisig tartott; ezután a görbe erős csökkenést mutat. 1906-ban a minimumot júniusban konstatálták, 1907-ben ez csak szeptemberben állott be. Hasonló depresszió mutatkozott az Emánuel-parkban levő 1. sz. új forrásnál, de csak 1906-ban. 1907-ben erős maximum lépett fel a depresszió helyett.

Az is megjegyzendő, hogy az Alexander-Nikolaj-Sabanejev-forrás régi nyílása — az Alexander-Ermolov-forrás — s részben a külső és belső Mihály-forrás vízbőségénél meglehetősen egyenletes maximumot figyeltek meg, mely márciusban, áprilisban vagy májusban kezdődött és egyes forrásoknál augusztusban is tartott.

Feltűnő a Miklós-forrás görbéje, melynél az 1906. év második felét a vízbőség erős növekedése jellemzi, az emelkedés 1907 elejéig tart; ugyanazon év márciusában és áprilisában a vízbőség gyors csökkenése volt észlelhető s ez némi késéssel novemberig tartott.

Ami Pjatigorszokban a források vízbőségét és a légköri csapadékot illeti, a kettő között még csak megközelítő pontossággal sem vehetünk észre kapcsolatot.

LUDWIG és MAUTHNER táblázatot adnak Karlsbad forrásairól, mely a vízhozomány adatait 1869—1879-ig tartalmazza. A vízhozományt évente kétszer figyelték meg, tavasszal májusban és ősszel októberben vagy novemberben. A megfigyelések módszerét nem közölték. Az említett táblázatban a forrás literekben kifejezett percenkénti vízhozománya szerepel. HOFFMANN, aki az adatokat LUDWIGgal és MAUTHNERrel közölte, megjegyzi, hogy a normális vízhozománytól való jelentékeny eltérések a felfogó készülék tökéletlenségét bizonyítják.

A karlsbadi források adatait a kaukázusiakéihez hasonlóan dolgoztam fel, vagyis a középvízhozományt kiszámítottam az egész 10 évi időszakra és minden egyes megfigyelésnél kiszámítottam százalékban a középértéktől való eltérést.

Az ily módon összeállított VII. sz. táblázat alapján szerkesztettem a 6. ábra görbéit.

A görbék a következő hat forrásra vonatkoznak: I. Sprudel, II. Alte-Hygieäa, III. Markt-Brunn, IV. Schloss-Brunn, V. Theresien-Brunn, VI. Mühl-Brunn.

A 6. ábrára tekintve, első pillantásra meggyőződünk arról, hogy csak a Mühl-Brunn vízhozományánál észlelhető aránylag jelentéktelen

ingadozás, a mely azonban $+12.3\%$ és -15.6% -ot ér el. A Markt-Brunn ingadozása $+68.1\%$ -tól -52.5% -ig terjed, a Sprudelé pedig $+50.7\%$ -tól -43.8% -ig.

A források vízhozományának változásaiban nem észlelhető harmonikus megegyezés, nem mondhatjuk, hogy a források vízhozománya egyidőben egyszerre növekszik vagy csökken; noha észrevehető, hogy 1873—1877-ig az összes források vízbősége általában véve nagyobb volt, mint 1871—1873-ig vagy 1877—1879-ig. A Sprudel 1876-ban tavaszkor adta a legtöbb vizet, az Alte Hygiæa vízhozománya ellenben ugyanekkor erősen csökkent, s ugyanezt mondhatjuk a Schloss-Brunn-ról és a Theresien-Brunnról is, de egyik esetben sem állt be a minimális vízhozomány.

Az Alte-Hygiæa és a Theresien-Brunn görbájének 1873 ősztől 1875 tavaszáig terjedő szakaszán látjuk, hogy az előbbi vízbőségének a maximuma egy időre esik az utóbbi vízbőségének a minimumával. Ebben az esetben nincs okunk annak a feltételezésére, hogy az egyik forrás vízhozományának emelkedése a másik forrás rovására történék, mert a Hygiæa- és a Theresia-források között van a Markt-Brunn, Mühl-Brunn és még több más forrás. A karlsbadi forrásokról tehát megállapíthatjuk, hogy vízhozományuk jelentékenyen ingadozik, de a meglevő adatok alapján az ingadozásoknak sem okáról, sem jellegéről nem beszélhetünk. Annak alapján, amit a karlsbadi források vizének hőfokáról és vegyi összetételéről tudunk, fel kell tételeznünk, hogy a felfogóberendezés minden tökéletlensége befolyásolja ezeket a tényezőket; azt azonban sajnos, nem tudjuk, hogy ezzel párvonalban történnek-e vizsgálatok.

Amidőn SUESS felállította a juvenilis forrásokra vonatkozó elméletét, a vízhozomány változatlanóságát, egyenletességét nem számította a juvenilis források jellegzetes ismertető jelei közé. DELKESKAMPF, aki elfogadta SUESS elméletét, szintén nem tulajdonít fontosságot a források vízhozományának. A forrás vízhozományának változatlanóságát először én tekintetem a juvenilis források jellemző tulajdonságának, miután megismertem a Narsanra vonatkozólag 10 évnél tovább folytatott megfigyelések és a borshomi Katalin-forrás tanulmányozásának eredményét.

Elméletileg a jó felfogóberendezéssel ellátott juvenilis eredetű forrás vízhozománya ingadozásának nem szabad visszatükröztetnie a föld felületén mutatkozó hydrologikus jelenségeket; legfeljebb többé-kevésbé erős ritmusos ingadozásokat mutathat, melyeknek a periodusa hosszú időn át folytatott megfigyelések alapján meghatározható.

A borshomi Katalin-forrás ebben a tekintetben eléggé meggyőző példa. MOLDENHAUER közvetlen mérések alapján kimutatta, hogy egy

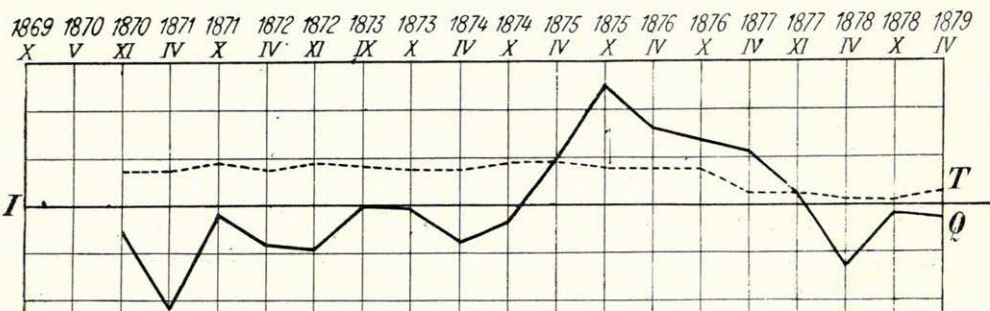
tízliteres hordó megteléséhez szükséges idő 3—19 mp között ingadozik és hogy a vízbőség görbéje a minimum és maximum között 8-5 p-nyi szünetet mutat. Ezen a rövid időn belül feljegyezhető ritmikus mozgáson kívül más ingadozások is vannak, melyek a vízbőség óránkénti megfigyelése révén észlelhetők. A januárius 19-iki görbe adatait kiszámítva, látjuk, hogy az óránkénti vízhozomány 355—380 wedro között ingadozott.

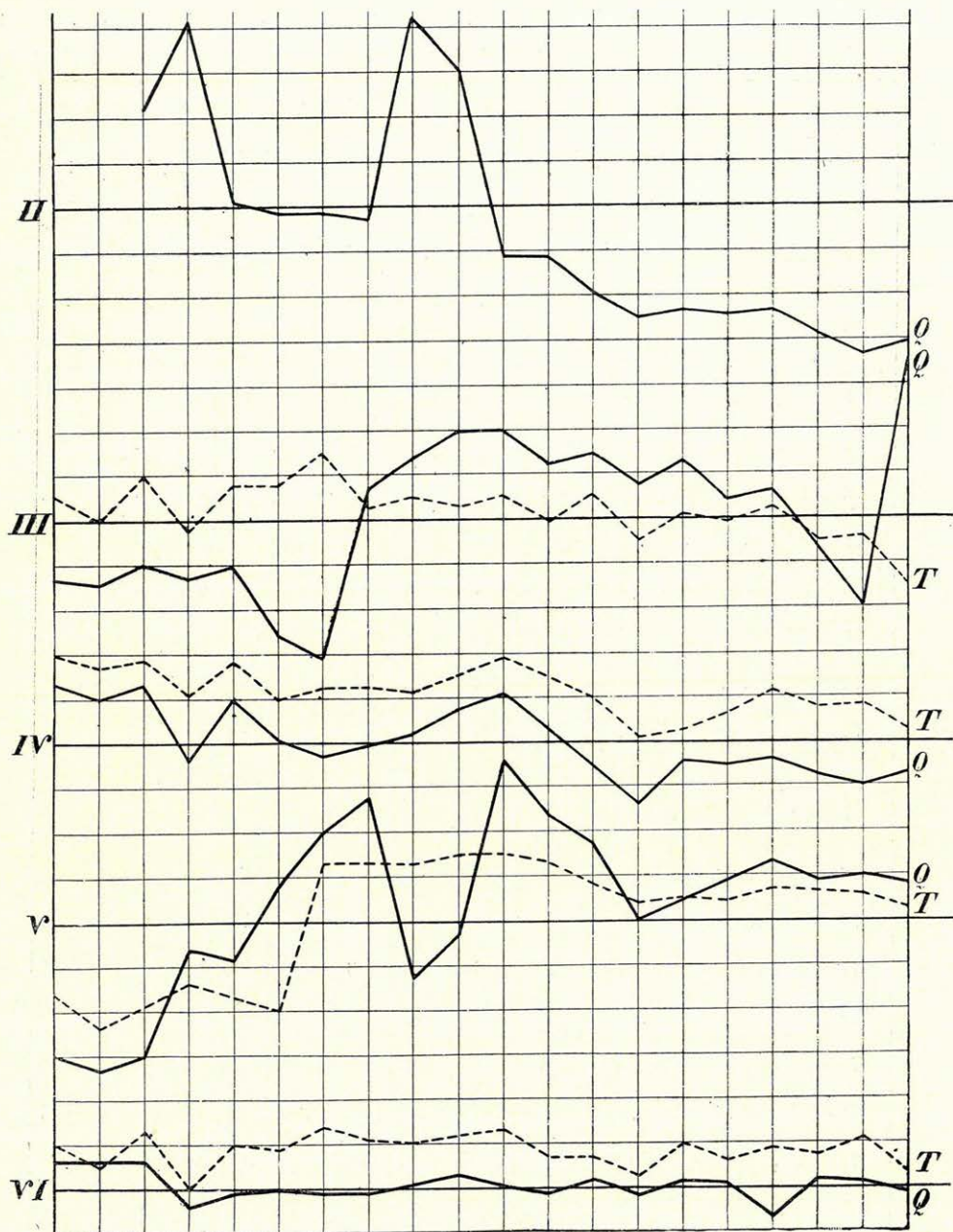
MOLDENHAUER 1901 januáriusában végzett megfigyelései alapján 756 hl közepes vízhozomány mellett +3%-tól -2·8%-ig terjedő ingadozást mutat ki; a vízhozomány adatainak ilyen ingadozásai mérőkészüléke pontosságának határain belül vannak. Ugyancsak az ő adatai szerint az alchakalaki 1899 dec. 19-i földrengés után a forrás vízhozománya 24 óránként átlag 8—10 ezer wedro között ingadozott. Ha tehát közép vízhozománnyal 9000 wedrót veszünk, úgy az ingadozás százalékokban kifejezve $\pm 11\%$, vagyis sokkal kisebb, mint Karlsbad és a Kaukázus ásványos forrásainál.

Midőn az irodalomban az ásványos forrásokra vonatkozó számszerű adatokat összefoglaljuk, mindenekelőtt meg kell jegyeznünk, hogy az anyag pontosságát nem vizsgálhatjuk meg eléggé, mivel a mérési módok a legtöbb esetben ismeretlenek.

Ezek alapján nem vonhatunk következtetéseket s nem tehetek mást, mint hogy annak az óhajtásomnak adok kifejezést, hogy helyezzék minden ásványos vízforráshoz a vízhozományt szakadatlanul grafikusán regisztráló mérőkészülék. A fürdőevad alatt, ha valamely oknál fogva kényelmetlen volna a vizet a mérőkészüléken keresztül vezetni, a méréseket éjjelen át kell végezni, hogy megkapjuk a megfigyelések évenkénti sorozatát.

A források vízhozományát illetőleg tekintetbe kell venni a vízhozomány nagyságának azon változásait is, melyeket az a magasság idézhet elő, melyen a forrás nyílása van.





6. ábra.

VII. táblázat. A karlsbadi források vízhozománya

1869-től 1879-ig.

Év és hónap	Sprudel		Alte Hygiaea		Marktbrunn		Schlossbrunn		Theresienbrunn		Mühlbrunn	
	Q	Abw. %	Q	Abw. %	Q	Abw. %	Q	Abw. %	Q	Abw. %	%	Abw. %
1869 — X.	873	—	372	—	5,8	—27,5	19,25	+27,1	6,3	—60,6	8,4	+12,3
1870 — V.	—	—	—	—	5,7	—28,5	18,2	+20,3	5,3	—66,8	8,4	+12,3
1870 — XI.	810,5	—11,5	359	+45,5	6,47	—19,1	19,25	+27,1	6,3	—60,6	8,4	+12,3
1871 — IV.	514	—43,0	453	+83,6	6	—25,0	14	— 7,5	4,2	—11,2	6,9	— 9,4
1871 — X.	859,5	— 6,1	339	+ 3,7	6,3	—21,2	18,2	+20,2	3,15	—17,8	7,35	— 3,5
1872 — IV.	744	—17,6	240	— 2,6	3,85	—51,8	15,4	+ 1,7	18,5	+15,6	7,5	— 1,5
1872 — XI.	736	—19,6	240	— 2,6	3	—62,5	14,35	— 5,2	22,5	+40,6	7,35	— 3,5
1873 — IV.	905,5	— 1,1	238	— 5,1	9,1	+13,7	15	— 0,9	24,8	+55,0	7,35	— 3,5
1873 — X.	905,5	— 1,1	449	+82,0	10,3	+28,7	15,75	+40,2	12	+25,0	7,7	+ 1,0
1874 — IV.	764	—16,8	326	+60,4	11,2	+40,4	17,5	+15,5	15	— 6,2	8,14	+ 6,8
1874 — X.	849	— 7,3	190	—22,9	11,2	+40,4	18,5	+22,1	27,5	+71,7	7,6	— 0,2
1875 — IV.	1.095	+19,5	191	—22,9	10,15	+26,8	15,75	+40,2	23,8	+48,7	7,4	— 2,8
1875 — X.	1.382	+50,7	150	—39,1	10,3	+28,7	13,3	—12,1	21,5	+34,2	7,85	+ 3,0
1876 — IV.	1.213	—32,5	125	—49,3	9,22	+15,2	10,75	—28,9	16	0	7,25	— 4,8
1876 — X.	1.165	+27,1	131	—46,8	10,	+25,0	12,3	— 8,7	17,5	+ 9,3	7,75	+ 1,7
1877 — IV.	1.124	22,7	125	—49,3	8,75	+ 9,3	13,6	—10,1	18,4	+17,5	7,75	+ 1,7
1877 — XI.	950	+ 3,7	129	—47,7	9	+12,5	14	— 7,5	20,25	+26,5	6,5	—14,6
1878 — IV.	730	—26,0	106	—57,0	7	—12,5	13	—14,1	19,15	+19,6	8	+ 4,9
1878 — X.	876	— 4,3	79	—67,9	4,75	—40,6	11,8	—20,7	19,25	+20,3	7,75	+ 1,7
1879 — IV.	(865)	— 5,5	92	—62,3	13,45	+68,1	13	—14,1	18,6	+16,2	7,2	— 1,0
	916	—	264,7	—	8,06	—	15,14	—	16	—	7,62	—

Nem ritka dolog, hogy a felfogó-berendezésben a vizsugarak számára hagyott nyílások különböző magasságban vannak elhelyezve, melyeket a balneológiai berendezések fekvése határoz meg. Természetesen csak azok a mérések lesznek tudományos értékűek, melyeknél a felfogó-berendezés színvonala változatlan magasságban volt és a mérésnél esetleg alkalmazott cső vagy vízvezeték szintén egy és ugyanazon színvonalon maradt.

A vízhozománynak állandó szint és állandó nyomás mellett eszközölt megfigyeléseinek kivül a vízhozomány különböző szinteken történt mérései sem érdektelenek.

Az artézi kutak vízhozományát felfogó cső emelése által tudvalevőleg 0-ra lehet csökkenteni, azaz meg lehet szüntetni a víz kiömlését s a víznyomást közvetlenül ez úton mérik meg a fúrólukakban. Ha valamely forrás tápláló területét pontosan meghatározhatnók s elvégeznők a megfelelő hypsometrikus méréseket, lehetőségessé válnék meghatározni azokat az ellenállásokat, melyeket a víznek le kell győznie, midőn az adott artézi kút vízmedencéjéül szolgáló közetcsoportban a nehézség hatására mozog. Sajnos, az ilyen meghatározások kivitele igen nagy nehézségekkel jár.

Valamely forrás víznyomását azonban meghatározhatjuk a felfogócső 0 vízbőségig való emelése nélkül is, még pedig úgy, hogy a vízbőséget 2—3 szinten mérjük, ami juvenilis forrásoknál természetesen különösen érdekes.

Tegyük fel, hogy egy adott ponton h méter felszín feletti magasságban a forrás vízhozománya Q m³, h_1 magasságban ellenben Q_1 m³; a keresett nyomás pedig legyen H , akkor

$$\begin{aligned} Q &= \omega \sqrt{2g(H-h)} \\ Q_1 &= \omega \sqrt{2g(H-h_1)} \end{aligned}$$

ahol ω a keresztmetszet, amely a két mérésnél változatlan. Ha a két egyenletet H -ra megoldjuk, akkor

$$H = \frac{Q^2 h_1 - Q_1^2 h}{Q^2 - Q_1^2}$$

A szentesi artézi kút SZONTAGH megfigyelései szerint 0.5 m magasságban 354.24 köbméter, 5 m magasságban azonban 254.396 köbméter vizet adott. Az adott értékek felhasználásával $H = 9.63$ m-t kapunk, tehát a csőben történő surlódást nem véve tekintetbe, körülbelül 9.6 m magasra kellene emelni a felfogócsövet, hogy a víznek kifolyása megszűnjék.

Téves dolog volna azt hinni, hogy a juvenilis források, a meyek-

nél állandó vízbőséget feltételezünk, minden színvonalon egy és ugyanazon vízmennyiséget adják. A nyomás nagysága H , melyet a vízhozomány különböző színvonalon történt mérése által nyertünk, a vizet a felszínre hozó vezetékben levő nyomást fejezi ki. Mivel a juvenilis források therapeutikus tulajdonságaiknál fogva többnyire nagyon értékesek, a felfogókészülék berendezésénél ügyelni kell arra, hogy a forrás természetes vízhozománya megőriztessék s a természetes egyensúly ne legyen megzavarva.

A természetes vízhozomány megváltoztatása — mint azt a Narsan felfogó berendezésénél tapasztaltuk — a forrás egész működésében súlyos zavarokat idézhet elő.

III. A források hőfoka.

A víz-, nafta- és gázforrások hőfoka a források természetét alkotó fizikai elemek közül egyike azoknak, mely a legkönnyebben és legegyszerűbben megfigyelhető, amelynek megfigyelésénél a kutatónak csak néhány elővigyázati rendszabályt kell betartania, akár csak azokat, melyekre DE LAUNAY¹ utal.

Ha azonban valamely forrás hőfokát hosszabb időn át figyelemmel akarjuk kísérni, kiderül, hogy a tudományos irodalomban csak nagyon kevés és nem mindig kifogástalan számsorozat áll rendelkezésünkre.

Nem ismerem a források hőfokára vonatkozólag folytatólagosan és önműködően regisztráló készülékkel végzett megfigyeléseket, pedig a pontos, de aránylag bonyolult villamos hőmérőkön kívül RICHARD-féle típusú termográfjaink is vannak, melyeknek hőérzékeny része 2–3 m távolságra is lehet a regisztráló résztől. Ha a regisztráló henger 24 óra alatt végez egy teljes fordulatot és ha érzékenysége is megfelelő, úgy a termográf a hőfok igen csekély ingadozásait is feljegyzi.

A források hőfokára vonatkozó adatok közül az első hely a Margitsziget forrásaira vonatkozó adatokat illeti.

KALECSINSZKY² e források hőfokát 1898—1907-ig figyelte meg. Összesen 48 mérést végzett. Ezek legnagyobb része 1898—1899-re esik; 1904-, 1905- és 1906-ban nem eszközölt megfigyeléseket és 1900—1907-ig összesen 13 adatot jegyzett fel. KALECSINSZKY összes megfigyelései a nyári hónapokra vonatkoznak, november, december, januárius,

¹ DE LAUNAY L.: Recherche, captage et aménagement des sources therminérales. 151. oldal.

² Földt. Közl. 1909.

februárius, március és április hónapokban nem történtek megfigyelések.

KALECSINSZKY megfigyelései alapján megállapítja, hogy a margitszigeti forrásvíz hőfoka 42.4° C. és 42.9° C. között ingadozik s közép-fokul 42.6° C-t számít ki.

THAN 1868-ban végzett megfigyelései alkalmával a margitszigeti forrás hőfokát 43.22° C. 43.33° C.-ban állapítja meg.

E számok alapján KALECSINSZKY azt következteti, hogy az 1868—1907-ig terjedő idő alatt a forrásvíznek hőfoka 0.7° C.-al süllyedt. Megjegyzendő, hogy a felfogó-berendezés ez idő alatt változatlan volt.

LUDWIG és MAUTHNER,¹ akik a karlsbadi forrásokat vegyileg megvizsgálták, táblázatot állítottak össze, melynek adatai az 1869—1879-ig terjedő időszakra vonatkoznak. A Sprudel vizéről 19, Reaumur-fokban kifejezett adatunk van. Celsius-fokokra átszámítva, a következő szélső értékeket kapjuk: 72.75° és 74.75° C. A Mühlbrunn ugyanezen időben megfigyelt ily természetű ingadozásainak értéke 53.75° és 57.25° C. A Karlsbrunn-nál az ingadozások még jelentékenyebbek, amennyiben a határértékek 38.75° és 49.12° C. közt váltakoznak. A karlsbadi forrásokon eszközölt megfigyelések — egy februáriusi kivételével — mind április, október és november hónapokban történtek.

Görögország néhány hévforrásáról JAHN² következő összeállítását közöljük:

A szénsavban nagyon dús «Hypate» forrás hőfoka 1874 július 15-én három mérésnél a következő volt:

41.5° ; 32.0° ; 32.0° C.

Október 17-én JAHN hőmérője szerint a hőfok

31.40° és 31.86° C. volt.

Thermopyle hévforrásainak hőfoka 1812-ben végzett mérések alkalmával 39.44 — 40.0° C.; JAHN 1877-iki megfigyelései alkalmával azonban 39.47° — 40.95° C. volt; de meg kell jegyeznünk, hogy az 1812-iki méréseket illetőleg némi kétségeink lehetnek.

A Wientől délre levő vöslai³ forrás hőfoka 1837-ben 23.7° C.; 1905-ben pedig 23.3° C. volt.

¹ LUDWIG E. és MAUTHNER, l. c.

² JAHN H.: Bemerkungen über einige griechische Mineralquellen. TSCHERMAK's Petr. u. Mineral. Mitt. II. kötet. (1880) 137. oldal.

³ TSCHERMAK's Mitt. XXV. 176. old.

A kaukázusi ásványos források hőfokának ingadozásait a fentebb megadott táblázatok és görbék mutatják.

A pjatigorszki csoport 17 hévforrásának szélső hőfok-ingadozási értéke $23\cdot75^{\circ}$ — $48\cdot75^{\circ}$ C.

Az egyes források hőfokának görbéjét rajzolva, látjuk, hogy a külső Erzsébet-forrás görbéje csaknem vízszintes egyenes; vagyis az 5 éven át folytatott megfigyelés alatt a hőmérő adatai majdnem ugyanazok voltak, még pedig $28\cdot12^{\circ}$, $28\cdot43$; három ízben pedig $28\cdot75^{\circ}$ C. Épen ilyen állandónak bizonyult az Alexander Nikolaj Sabanejev-forrás (VII.) $47\cdot5^{\circ}$ — $48\cdot75^{\circ}$ C.; kevésbé változó a Tóbiás-forrás is, melynél a szélső értékek $47\cdot5^{\circ}$ és $48\cdot12^{\circ}$ és a Kabardini-forrás (XVII.), melynek hőfoka $34\cdot06^{\circ}$ — $35\cdot0^{\circ}$ C.

A felsoroltakkal ellentétben ugyancsak a pjatigorszki csoport egyik-másik forrásának görbéje nagyon töredezett. Így pl. 1906-ban a belső Mihály-forrás hőfoka $34\cdot37^{\circ}$, 1905-ben $46\cdot87^{\circ}$ C.

A Voronzov-forrás hőfoka 1905-ig majdnem állandóan $41\cdot5^{\circ}$ C. volt, 1906-ban $39\cdot31^{\circ}$ -ra süllyedt, 1907-ben pedig ismét emelkedett egy fokkal $40\cdot31^{\circ}$ C.-ra.

A selesnovodszki csoport forrásainak hőfoka $16\cdot25^{\circ}$ és $51\cdot55^{\circ}$ C. között ingadozik, görbéi többé-kevésbé olyan jellegűek, mint a pjatigorszki csoportéi.

A Narsan hőfoka DREIER¹ adatai szerint 1802—1908-ig 10° — $11\cdot5^{\circ}$ R. között ingadozott, emellett megjegyzendő, hogy a megfigyelések különböző évszakokban történtek.

FR. LUPINnek² a bajorországi Tölz környékén levő forrásokra vonatkozó megfigyelései nagyfontosságúak. A megfigyelések 1871-től 1875-ig minden forrásnál havonként többször tartottak, a hőmérő leolvasásának pontossága $0\cdot01^{\circ}$ C.

Két forrásnál a megfigyeléseket kivonatossan találjuk 18 havi átlagban. A hőfok ingadozásai jelentéktelenek; ama két forrás közül, melyeknek teljes megfigyelését látjuk a jelentésben, az egyiknél az ingadozás szélső értéke $8\cdot40$ — $9\cdot68^{\circ}$ C., a másiknál $7\cdot20$ — $11\cdot13^{\circ}$ C.

Az egész anyag feldolgozása után megtudtuk, hogy az évi ciklusban a hőfok minimuma átlag március 24-ikére, maximuma pedig szeptember 14-ikére esik. Az átmeneti pontok június 17-kén és december 14-ikén vannak.

¹ A Narsan-forrás új felfogó berendezése. «Berg-Journal» 1909. IV. köt. 344. old. (Oroszul).

² LUPIN FR.: Quellentemperaturen in Oberbayern. Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg. in Pr. Bd. XXXVIII (1897) S. 1.

A hőfok ezen évenkénti útja megfelel a föld belsejében levő hőfok útjának, ami jogossá teszi azt a feltevést, hogy a LUPINTól megfigyelt források a vadózus források közé tartoznak, melyeknek táplálómecencéje nem fekszik mélyen.

Nem érdektelen az artézi kutak hőfokáról néhány összeállítást készíteni. Ehhez felhasználható a magyar artézi kutakra vonatkozó aránylag dús anyag, mely a «Földtani Közlöny» hasábjain jelent meg.

Az első összeállításhoz oly fúrólukakat választunk, melyek 200 m-nél mélyebbek s melyek vízhozománya hl-ben van adva.

Állomás neve	Mélység méterekben	TC ^o .	Q.
Szeged vasuti állomás ¹	216,79	21,25	—
Szeged	217,22	21,25	8.000
Szeged	253,00	21,25	6.566
Hódmezővásárhely	252,59	21,25	10.026
Szentes	313,00	22,7-től 23,0-ig	3.542
Szentes	311,85	22,7	—
Paládiics-Pusztá ²	290,0	26,0	5.184
Sashalom-Pusztá	316,0	28,0	4.320
Tardoskedd	312,0	22,0	864
Mezőhegyes	504,0	31,0	792
Békés	458,0	21,0	172

A hőfokok összehasonlításánál könnyen felismerhető, hogy a hőfok ugyanegy mélységben különböző lehet. Így pl. a sashalom-pusztai és tardoskeddi fúrólukaknál 4 m-nyi mélységbeli különbségnél a víz hőfokában 6° C. különbség mutatkozik, a mezőhegyesi és békési fúrásoknál a mélységek közötti különbség 46 m, a hőfokok közt pedig 10° C. különbség van.

Ezen tényeknél természetesen csak a konkrét, számszerű adatok újak, a jelenségek régen ismeretesek.

HORUSITZKY³ egész megfigyelési sorozattal teszi lehetővé annak a megállapítását, hogy egy és ugyanazon vízvezető szinten nagyon kis

¹ Földt. Közl. XXII. 278—282. old.

² Ibid. XXXIV. 506. old.

³ HORUSITZKY: Földt. Közl. 1904.

helyen a víz hőfoka jelentékenyen ingadozhat. A kis magyar Alföldön négy vízvezető szintet állapítottak meg. A másodikát és a harmadikat három-három különböző mélységű fúrás éri el s ezeknél a következő értékeket találták:

Mélység m-ekben	2. szint.			Mélység m-ekben	3. szint.	
	Hőmérs. C.°	H. L.	H. L.		Hőmérs. C.°	H. L.
105	11	50		123	16	864
142	16	1492		156	17	864
153	16	1720		153	14	420

A mélységek, melyekben a fúrólukak elérik a vízvezető rétegeket, nem különböznek egymástól oly mértékben, hogy e különbségnek volna tulajdonítható az adatokban látható különbség, egyébként is a harmadik rétegnél 123 m mélységben a hőfok 16°, 153 m-nél 14°, 156 m-nél pedig ismét 17° C.

A termikus visszasságok terén néha igazán meglepő váratlansággal fellépő tények nem ritkán arra készítetnek, hogy hibát vagy tévedést tételezzünk fel a megfigyelések körül. Tévedések természetesen lehetségesek, annál is inkább, mivel a kutatók a legutóbbi időkig a legtöbb esetben nem tulajdonítottak különös fontosságot a víz hőfokának. Másrészt azonban maga a természet mutatja a legfeltűnőbb hévbeli visszasságokat, melyeknek fontossága nagyon élesen elüt a néha véletlen és talán nem mindig kellő pontossággal megfigyelt feljegyzések kevésbé fontos visszasságai szolgáltatta háttértől.

Ha a karlsbadi forrásokat vesszük figyelembe, kitűnik, hogy ezek, a térkép után ítélve, egy négyzetkilométernél kisebb területen vannak s míg vegyi összetételükben nagyon kevésbé különböznek, hőfokukban nagy különbségeket mutatnak. A karlsbadi «Kursbuch» szerint a Sprudel hőfoka 73·1° C., a Mühlbrunné 49·7° C. és a Marktbrunné 40° C.

Mint a LUDWIGTÓL és MAUTHNERTÓL kapott adatok mutatják, e források hőfoka 10 év alatt némi ingadozást mutatott. A 6. ábrában minden forrásnál a vízbőség görbéje mellett pontozott, nagy léptékkel szerkesztett hőfoki görbéket is adtam közre. Ezek a görbék jelzik, hogy a Sprudel, melynek hőfoka a legmagasabb, mutatja a legkisebb hőfoki ingadozásokat. A legnagyobb hőfoki ingadozása a Theresienbrunn-nak van, melynek átlagos hőfoka 57° C. A Mühlbrunn-nak, melynek vízhozománya aránylag kicsiny ingadozást mutat, hőfoka aránylag jelentékenyen változik.

Azon a nagyon is korlátolt helyen, melyen a karlsbadi források vannak, a természet világosan, számokban, nagyon érdekes feladatot ad a föld felszínének hőfoki jelenségeire vonatkozólag.

A tények éppen ilyen érdekes csoportosulását látjuk a budapesti hévforrások esetében is.

Budapest fölött a jobbspárt nagyon gazdag hévforrásokban, éppen ilyen forrás van a város felső részében a Duna közepén levő Margitszigeten is. A jobbspárti források hőfoka 25° és 65° C. között ingadozik s emellett a vízhozomány akkora, hogy a forrásvíz hajtja azokat a turbinákat, melyek a jobbspárti fürdőket mechanikus erővel ellátják.¹ A Lukács- és Császárfürdők közel vannak egymáshoz, mindegyikük egy deszatine-nyi területet foglal el s mégis mindegyiküknek több, különböző hőfokú forrása van. Így a Lukácsfürdőnek 11, a Császárfürdőnek 10 forrása van. Ezenkívül a Császárfürdő melletti hegyen, jóval a melegforrások fölött, hideg forrás van, mely ivóvizet ad. A Duna balpartján, a Városligetnek nevezett városrészben, 1878-ban, tudományos megállapítások alapján, 970 m mély kutat fúrtak, mely 73.9° C.-ú ásványos vizet ad. A budapesti források vizének összetétele különböző, noha MOLNÁR a Lukácsfürdőről megjegyzi — hőfoka 25.6 — 60.0° C. — hogy ezek a különbségek igen jelentéktelenek.²

Tehát Budapesten, épen úgy, mint Karlsbadban, élesen mutatkoznak a hőmérsékleti különbségek, melyeknek megközelítően kielégítő magyarázatát sem tudjuk adni a meglevő adatok alapján.

A margitszigeti forrás 118.5 m mélységből 43.3° C.-ú, az Artézi-fürdő forrása pedig 970 m mélységből 73.9° C.-ú vizet ad. Ha a felsorolt hőfokokat a fúrólukák mélységének megfelelő szint hőfokának tekintjük, úgy a geotermikus gradiens 27.8 m. Ha Budapest évi közepes hőfokául 12° C.-t veszünk, akkor 970 m mélységre a gradiens 15.6 m; 118.5 m-ig azonban csak 3.7 m. Ha az általánosságban 30 m-nek felvett gradienst vesszük, úgy Budapesten egy 73.9° C. vizű forrás mélységéül 1857 m-t kapunk. A legújabb geotermikus megfigyelések szerint, melyeket MICHAEL³ Czuchowban végzett, 74.3° -ot 1686.94 m mélységben találtak, azután 74° -ot 1784.23 m és végül 74.4° -ot 1933.42 m mélységben.

Ezek a számadatok éles kritikát gyakorolnak a föld belsejének hőmérsékleti viszonyairól alkotott feltevések felett.

A források hőfokáról szóló fejezetben — melyet ezennel befejezek — azt hiszem, szép számban soroltam fel tényeket, melyeket általában nem becsülnék meg értékük szerint, azért, hogy érdeklődést

¹ A Lukácsfürdő vízhozománya $320,000$ hl, a Császárfürdőé $117,000$ hl.

² BOLEMAN S. «Ungarns Curorte» 64. old.

³ MICHAEL R.: Die Temperaturmessungen im Tiefbohrloch in Czuchow. Monatsberichte der Deutschen Geol. Ges. 61. köt. (1909) 410. old.

keltsek a források hőfokának lehető legpontosabb és legteljesebb megfigyelése iránt s azért, hogy kifejezhessem azt az óhajtásomat, hogy a gyakorlati hasznot hozó víz-, nafta- és gázforrások kipróbált, érzékeny regisztráló készülékekkel állandó megfigyelés alá kerüljenek.

IV. A források vegyi természetete.

Mielőtt az ásványos források vegyi természetének kérdésével foglalkoznánk, a karlsbadi forrásokra vonatkozó következő figyelemreméltó tényeket kell előrebocsátanunk.

A karlsbadi források első vegyi elemzését BECHER DÁVID végezte 1770-ben és száz évvel később a források vegyi természetének leghivatottabb kutatója, LUDWIG¹ tanár nem tehetett egyebet, mint hogy megerősítse BECHER leglényegesebb megállapítását, miszerint a karlsbadi ásványos források leginkább hőfokukban, nem pedig vegyi összetételükben különböznek. Ennek a meghatározásnak megvan az a becse, hogy nyilvánvaló, miszerint — eltekintve a nagy haladástól, melyet a vegyi elemzések módja egy évszázad alatt tett — a régi elemzések nem vesztették el értéküket s a mostani elemzésekkel össze lehet, sőt össze kell hasonlítani azokat.

Ugyancsak LUDWIG adatainak alapján a források vegyi természetére vonatkozólag még egy második általános megjegyzést is kell tennünk, t. i. csak akkor lehet valamely forrás vegyi összetételéről tökéletes fogalmunk, ha az elemzésnél akkora vízmennyiséget használunk, mely lehetővé teszi, hogy ha mennyiségileg nem is, legalább minőségileg meghatározzuk a forrásban levő összes elemek legkisebb mennyiségét is. Egyes esetekben, mint LUDWIG tapasztalatai mutatják, 100 kg vizet kell használnunk.

Az előszóban már megjegyeztük, hogy a vegyi összetétel állandóságát a juvenilis eredetű források ismertetőjelének kell tekintenünk. Ez a következtetés megerősítésre talál a wiesbadeni Kochbrunn-forrásra vonatkozó adatokban, mely forrás 1849 óta FRESENIUS laboratoriumának megfigyelése alatt áll.²

A Kochbrunn vizét 1849-, 1885- és 1904-ben elemezték.

¹ LUDWIG E. és MAUTHNER J.: Chemische Untersuchungen der Karlsbader Thermen. TSCHERMAK's Mitt. II. köt. (1880) 269. old.

² HEINTZ E. és GRÜNHUT L.: Jahrbuch d. Nassauschen Ver. f. Naturkunde. 60. kötet (1907) 29. old.

A szilárd alkotórészekről az elemzések 1 kg víznél grammokban a következő értékeket adták:

9·903 8·825 8·903

Az 1885. és 1904. évi elemzések az 1849. évi elemzéssel összehasonlítva, csak kevés olyan alkatrészt mutattak ki, melyeket előbb nem jegyeztek fel, ú. m.: barium, strontium, jód, foszfor, arzén, salétromsav, bórsav, metatitánsav, szabad nitrogén és oxigén.

De nemcsak a szilárd maradék összege, hanem a kationok és az anionok mennyisége is változatlan maradt.

Példa kedvéért felsorolunk néhány értéket:

	1849	1882	1904
<i>Na</i>	2·713	2·692	2·691
<i>Ca</i>	0·3643	0·3337	0·3462
<i>Mg</i>	0·0556	0·0513	0·0948
<i>Cl</i>	4·669	4·657	4·656
<i>SO₄</i>	0·0635	0·0630	0·624

A Kochbrunn-nak magas (65·7° C.) hőfoka van s a forrás összetétele alapján FRESSENIUS annak idejében úgy vélekedett, hogy minél magasabb valamely forrás hőfoka, annál állandóbb a vegyi összetétele.

De a magas hőfokú, állandó vegyi összetételű forrásokon kívül alacsony hőfokú, s eléggé állandó összetételű források is vannak.

Ezek közül az első hely a Narsan-forrást illeti. A reávonatkozólag kiadott elemzések száma szerint ritka kivétel ez a forrás, amennyiben DREIER¹ 42 elemzését adja a táblázatában.

E forrás vegyi elemzésére fordított nagy munka mellett nincs egyetlenegy olyan elemzés sem, mely az összes elemeket tartalmazná és e forrás vegyi természetét teljesen felölelné.

Mint ismeretes, a Narsan 1893-ban készített felfogóberendezése csökkentette a forrásvíz ásványosságát és a benne levő elemek egymáshoz való viszonyát megváltoztatta.

A változások jellege — nem az egész ásványosságé, hanem az összetételé — legkényelmesebben úgy látható, ha az elemzési táblázatokat új átszámításnak vetjük alá és az összeállítást az anionok és kationok százalécai szerint fejezzük ki, vagyis azt a rendszert követjük, melyet THAN² 1862-ben ajánlott, s amely azóta átment a közhasználatba.

Átszámításunk nem tekinthető abszolút pontosságúnak, mivel nem

¹ Berg-Journal. IV. köt. 344—345. old. 1909. évf. (oroszul).

² TSCHERM.: Mitt. XI.

ismerjük a Narsan-forrásra vonatkozólag az elemzőktől megállapított súlymennyiségeket, s a számításnál a legújabban kiadott atomsúly táblázatok értékeit használtuk fel. A számítás hat elemzésre vonatkozik, melyeket FOMIN¹ 1892-től 1898-ig terjedő idő alatt végzett.

A táblázaton kívül, melyben az átszámítás eredménye van összefoglalva, a mellékelt diagramm (7. ábra) megadja annak a lehetőségét, hogy a vízösszetétel ingadozásainak amplitudója felismertessék. A diagrammban össze vannak foglalva a kationok, ú. m. aluminium, barium, strontium és vas, melyek jelentéktelen mennyiségüknél fogva nem illeszkedtek bele a rajz léptékébe.

Elemzés éve	1892	1893	1894		1895	1898	
			I.	II.			
<i>K</i>	2,44	2,28	2,96	7,95	5,07	4,44	} 100
<i>Na</i>	28,59	28,65	32,76	22,38	22,09	21,59	
<i>Ca</i>	56,17	57,60	46,37	54,62	55,99	56,95	
<i>Mg</i>	12,16	10,68	17,02	14,35	16,15	16,34	
<i>Ba</i>	0,14	0,15	0,18	—	—	—	
<i>Sr</i>	0,24	0,25	0,29	0,31	0,30	0,28	
<i>Fe</i>	0,22	0,25	0,27	0,27	0,26	0,28	
<i>Al</i>	0,11	0,10	0,01	0,10	0,09	0,08	} 100
<i>HC O₃</i>	50,59	47,60	47,28	43,45	45,06	46,90	
<i>SO₄</i>	32,71	35,09	36,64	43,08	39,99	37,49	
<i>Cl</i>	14,96	15,55	14,21	11,39	13,42	13,59	
<i>SiO₃</i>	1,16	1,74	1,83	2,07	2,01	1,93	

Ha az 1892. és az 1898. évi elemzések adatait összehasonlítjuk, a következő képet kapjuk:

növekedés: <i>K</i>	81·7%
" <i>Ca</i>	1·4 "
" <i>Mg</i>	34·3 "
" <i>Sr</i>	16·6 "
" <i>Fe</i>	27·2 "
" <i>SO₄</i>	14·6 "
" <i>SiO₃</i>	19·8 "

¹ FOMIN A.: Kaukázusi ásványvizek elemzése. Pjatigorsz. 1898 (oroszul).

apadás:	Na	---	---	---	---	24·3%
"	Ba	---	---	---	---	100·0 "
"	Al	---	---	---	---	27·2 "
"	HCO ₃	---	---	---	---	7·2 "
"	Cl	---	---	---	---	9·1 "

Az itt alkalmazott számítási mód az aránylag jelentéktelen változásokat is feltünteti; azért a felfogóberendezés előtti elemzés, azaz az 1892. és 1893. évi elemzések összehasonlítása a Narsan vize összetételének állandóságát bizonyítja, az 1895. és 1898. évi elemzések pedig kimutatják, hogy az egész összetétel és az egyes alkotó részek viszonyainak megváltozása után az összetétel állandósága helyreállott.

A Preblau-forrásnál (Karinthia) — melynek hőfoka 7·8°C — a szilárd maradék összegéről a következő adataink vannak:

1846	1861	1889
2·57776	2·7425	2·8114

Az 1861. és 1889-iki adatok jól megegyeznek.

A magyarországi mohai Ágnes-forrás vizét 1880-ban és 1890-ben ugyanaz a vegyész¹ elemezte. A forrás hőfoka 11·2°C. Szilárd maradékról és szabad szénsavának mennyiségéről következő adataink vannak:

	1880	1890
Szilárd maradék	1·7373	1·5095
CO ₂	1559	1509

A Narsanban, valamint a Preblau- és Ágnes-forrásban példaink vannak olyan alacsony hőfokú forrásokra, melyek vegyi összetétele évről-évre állandó.

Azonban jelentéktelenül ingadozó összetételű forrásokra vonatkozó példakon kívül, olyan példaink is vannak, melyek lényeges változások lehetőségére utalnak.

LOSVAJ L.² tíz éves időközökben három ízben elemezte a beregmegeyi Luhi fürdő Margit-forrásának vizét. A forrás hőfoka 11·3°C.

Évek szerint rendezve, az adatok a következők:

	1877	1878	1897
Szilárd maradék	3·4157	4·5153	3·8342
Szabad CO ₂	0·1720	—	1·4489

¹ LENGYEL, B.: Földt. Közl. XXIII. (1893) 214. old.

² Földt. Közl. XX. (1890) 376. oldal.

LOSVAJ 1877-ben a forrásvíz alkatrészei között bórsavat is talált, amely azonban 1888-ban teljesen hiányzott, 1897-ben pedig ismét előfordult.

Ha az egyes elemek mennyiségét összehasonlítjuk, szembeötlő értékeket kapunk.

Így pl. a víz *Na* tartalma 1888-ban 43·37%-kal, 1897-ben pedig csak 20·94%-kal volt nagyobb, mint 1877-ben; a *Fe* mennyisége 1888-ban 1877-hez képest 54·13%-kal növekedett, 1897-ben pedig 1877-hez képest 40·37%-kal csökkent; a chlor-tartalom 1888-ban 1877-tel összehasonlítva 39·92% csökkenést mutat, 1897-ben pedig 1888-hoz képest 95·53% emelkedést.

A felsorolt adatok mutatják, milyen mélyreható változásokon ment át a forrás vize húsz év alatt.

A források vegyi természetének kutatása terén igen érdekes például szolgálnak a budapesti hévforrások.

A város területén belül, sőt alig egy-két desjatine kiterjedésű fürdőhelyen több forrás fakad, melyek nemcsak hőfokukban, de vegyi összetételükben is különböznek egymástól.

Nem soroljuk fel az ezen forrásokra vonatkozó számos elemzést, csak négy forrásról közlünk néhány adatot.¹

	T°C	Szilárd maradékok összege : 1 kg.-ra :
I. Artézi gyógyfürdő	73·93	1·41026
II. Császárfürdő	61·1	1·3500
III. Lukácsfürdő	25·5	0·5400
IV. Kristályforrás	25·65	0·98328

A négy forrás, melyek közül a Duna jobbpartján levő Kristályforrás és Lukácsfürdő egymástól 40—50 m-nyire vannak — a Császárfürdő nincs 250 m-nél távolabb — az Artézi-fürdő pedig a Duna balpartján az előbbiektől mintegy három kilométer távolságban van — elemzésének eredményeit THAN módszere szerint számítottam át és a következő táblázatban foglaltam össze :

¹ BOLEMAN S. Ungarns Curorte, Bpest, 1896.

	I.	II.	III.	IV.
Kationok.				
<i>K</i> -----	5,77	9,64	2,8	3,29
<i>Na</i> -----	37,39	33,14	19,31	15,31
<i>Li</i> -----	0,008	0,27	—	—
<i>Ca</i> -----	46,80	46,89	60,0	59,58
<i>Mg</i> -----	8,65	7,51	17,19	21,12
<i>Sr</i> -----	0,76	—	—	—
<i>Ba</i> -----	0,01	—	—	—
<i>Fe</i> -----	0,13	2,36	0,12	0,19
<i>Mn</i> -----	0,09	0,17	0,48	—
<i>Al</i> -----	0,006	—	0,06	—
Anionok.				
<i>HCO₃</i> -----	53,38	51,90	55,40	78,09
<i>SO₄</i> -----	19,25	20,58	19,83	16,81
<i>Cl</i> -----	18,99	21,78	13,23	5,08
<i>J</i> -----	0,001	—	—	—
<i>Fl</i> -----	0,006	—	—	—
<i>SiO₃</i> -----	7,18	5,66	4,5	—
<i>PO₄</i> -----	—	—	0,56	—
<i>S₂O₃</i> -----	—	—	6,48	—

Hogy e kétségkívül rokonforrások összetétele közötti különbség világosabban tűnjék ki, az elemzések átszámításának eredménye a 8. ábrában grafikusán van szemléltetve, itt azonban csak a főbb elemeket vettem tekintetbe.

A fenti számanyagra tekintve, észre kell vennünk, hogy a III. és IV. sz. források, melyeknek hőfoka 25°, kevésbé ásványosak a magasabb hőfokú I. és II. számú forrásoknál.

Természetesen az a feltevés nyomul itt homloktérbe, hogy a III. és IV. forrás útközben hideg édes vizet vesz fel és csökkent ásványossággal jut a felszínre. A IV. forrás csaknem kétszer olyan ásványos, mint a III. forrás, holott hőfokuk egyenlő.

Az I. és II. forrás ásványosságuk fokában, valamint szilárd maradékaik összetételében csak jelentéktelenül különböznek, míg a III. és IV. forrás szilárd maradékainak összetételében lényeges eltérések vannak.

Ha a III. és IV. forrásokat az I. és II. forrás derivátumainak te-

kintjük, úgy a belőlük nagy mennyiségben kiváló kálium és nátrium calciummal és magnesiummal való helyettesítődése teljesen érthetetlen. Épen ilyen megmagyarázhatatlan a IV. forrás szénsavának lényeges növekedése és a chlor mennyiségének az SO_2 csekély csökkenésével egyidejű nagy emelkedése.

Az ásványos források vegyi összetételét tárgyaló fejezet végén azokra az eredményekre kell utalnunk, melyekhez az irodalomban szétszórtan található adatok tanulmányozása révén jutottunk. Mindenekelőtt megjegyzendő, hogy az ásványos forrásokra vonatkozó anyag korántsem hasonlítható össze mindig és hogy valódi, állandó értékük csak azoknak az adatoknak van, melyeknek olyan a formájuk, mint azoknak, melyeket FRESENIUS laboratoriumának vegyészai adnak ki, akik ismerlelik az olvasóval az elemzés menetét és az általuk kapott súlymennyiségeket.

Természetesen ilyen tudományos elemzést nem lehet nagyon gyakran végezni, de követelhető volna, hogy gyógyfürdők, különösen olyanok, melyeket sok beteg keres fel, háromévenként egyszer, a közönség részéről kevesebb figyelemben részesülő gyógyfürdők pedig legalább ötévenként egyszer kötelességszerűen végeztessenek ilyen elemzést. Magától értetődik, hogy a felfogóberendezés minden többé-kevésbé jelentékeny változtatása, mely a forrás rendes működését megváltoztatja, pontos elemzéssel kísérendő. Nagyon helyes volna, ha az ilyen időszakos elemzésekre egyenlő időpontokat állapítanának meg.

Az ellenőrző vizsgálatot abban az esetben, ha az az összetételben nagy változást állapít meg, meg kell ismételni.

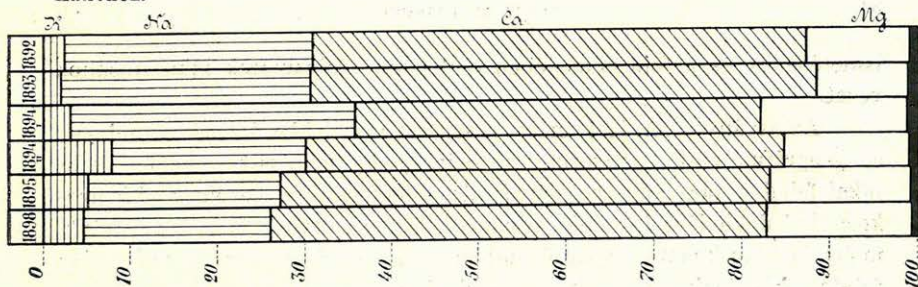
Befejezés.

Értekezésem jeligéjűl oly tudós szavait választottam, aki az ásványos források genezisének vizsgálatánál arra a meggyőződésre jutott, hogy az általános fejtegetéseket mellőzni kell.

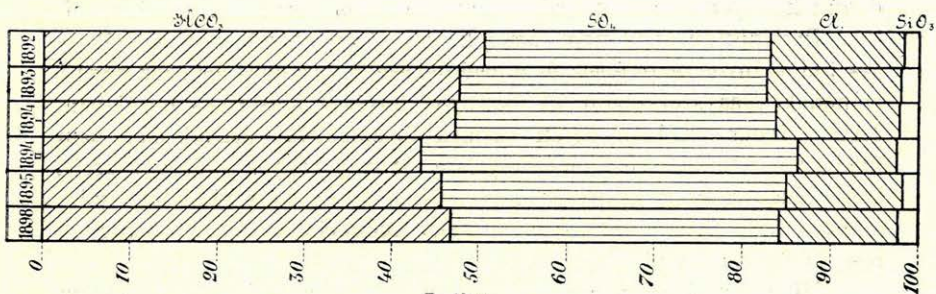
Jelen értekezésemet nem érheti az a szemrehányás, hogy általános fejtegetéseket használtam fel benne. Ellenkezőleg, csak tényeket tartalmaz, melyeknek bírálata is adva van, ez pedig az összes érintett kérdéseknél ugyanegy végső ponthoz vezet, tudniillik ahhoz, hogy annak a törekvésünknek, hogy általános fejtegetések fölé helyezkedhessünk, egy eddig még leküzdhetetlen akadálya van, s ez: a pontos, tényszerű anyag hiánya.

Az ásványos forrás elemei, az effluctió, vízhőség, hőfok és a vegyi összetétel rendszeres és lehető legpontosabb vizsgálat tárgyaivá teendők, mert ez az egyetlen út, mely e tényezők természetének fel-

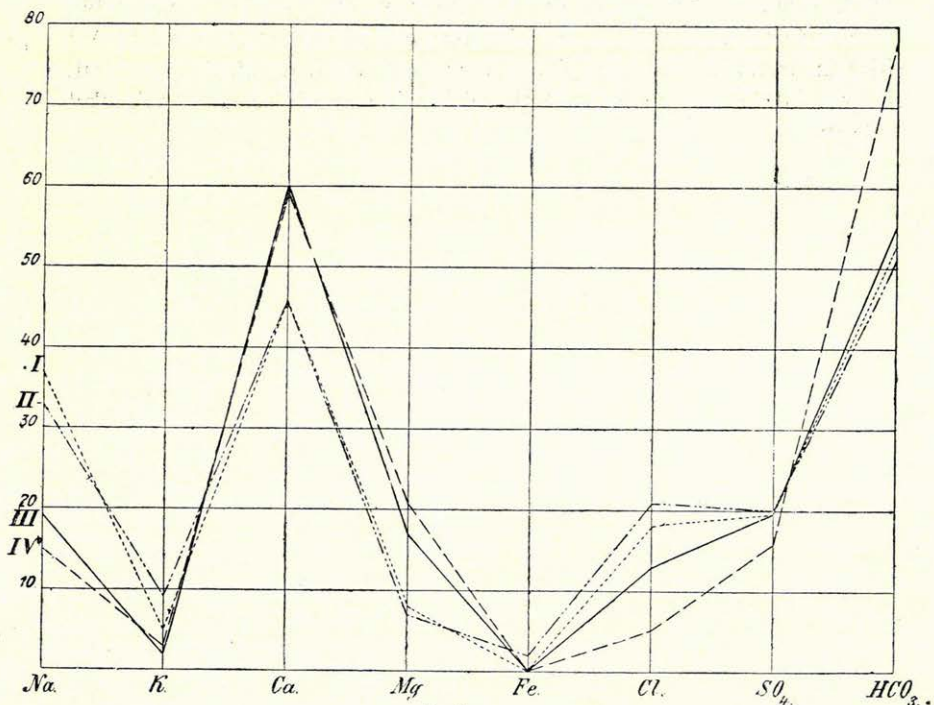
Kationok.



Anionok.



7. ábra.



8. ábra.

ismeréséhez és a föld bensejében végbemenő folyamatok kikutatásához vezet.

Az ásványos források mély, tudományos érdekekkel bírnak a geologus és geográfus előtt, a mérnök számára pedig nem ritkán nehéz technikai feladat tárgyául szolgálnak, de a legnagyobb, lelegevenebb gyakorlati érdeklődéssel mégis mindenekelőtt az orvos viseltetik irántuk, miért is bátorkodom értekezésemben az ásványforrásokra vonatkozólag érintett kérdéseket az orvosok figyelmébe ajánlani.

De az értekezésben ajánlott munkatervet korántsem lehet mindenütt könnyen és a szükséges tudományos pontossággal megvalósítani.

Budapesten kívül nem ismerek más olyan helyet, ahol a szükséges tudományos tekintélyek és a legérdekesebb ásványos források együtt volnának. Magyarországon, az ásványos források klasszikus hazájában, THAN KÁROLY idejében olyan eszmék fogamzóttak, melyek még nem találtak mindenütt kellő méltánylásra és meg vagyok győződve arról, hogy Magyarország gyönyörű fővárosában a források részletes, tudományos kutatása — aminek igen nagy tudományos értéke lenne — meg is fog valósulni.

Mikor munkám már a nyomdában volt, karlsbadi tartózkodásom alatt megismerkedtem dr. KNETT JÓZSEFFEL, aki munkájának egy részét közölte velem. Végtelenül sajnálom, hogy ezeket nem ismertem előbb, mert nézeteim bizonyítására dús anyagot leltem volna bennük. Azt hiszem azonban, hogy ez a körülmény csak arra fogja bírni KNETT urat, hogy adatainak terjedelmes tárházából minél előbb értékes közléseket tegyen.
