

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK



FELELŐS SZERKESZTŐ:

LITSCHAUER LAJOS.

ALAPÍTOTTA: PÉCH ANTAL 1868.

A M. KIR. Bányamérnöki Főiskola, az Orsz. Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, a Magyar Mérnökök és Építészek Nemzeti Szövetsége bánya- és kohómérnöki szakosztályának és a Magyar bánya- és kohóvállalatok egyesületének hivatalos lapja.

FŐMUNKATÁRS: SCHIVETZ FERENC
okl. bánya- és vaskohómérnök.

AZ ORSZ. MAGYAR BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI EGYESÜLET TULAJDONA

SZERKESZTŐSÉG ÉS KIADÓHIVATAL:
BUDAPESTEN { IX., Lónyai-utca 41.
IX., Központ-utca 26.
Telefon: Aut 877—28.

ELŐFIZETÉSI ÁR:

Egész évre 16 P
fél évre 8 P
Egyes szám ára 1 P.

Megjelenik havonta kétszer.
Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület tagjai a tagsági díj fejében illetményképen kapják.

TARTALOM :	Oldal		Oldal
Új energiaforrás	553	Hírek	568
A hengerlésnél elméletileg fellépő erők és az elméleti hengerlési munka	561	Irodalom	569
Statisztika	567	Egyesületi ügyek	570
	Hirdetések	Állásközvetítés	705
		571	

Új energiaforrás.

DR. PÁVAI-VAJNA FERENC m. kir. főbányatanácsos, főgeológus.*

Olaszországban, Toszkanában már évtizedek óta boraxfőzésre és elektromosságot fejlesztésére használják fel a föld belső melegét közvetítő forró gőz- és gázkeveréket, de van ilyesmire példa Kaliforniában, Alaskában, Japánban s más helyen is. Általános felfogás, hogy ez az ezidőszerint legolcsóbb energiaforrás, mindenfelé a vulkanizmussal összefüggésben levő jelenség s így természetszerűen nagyon is elszigetelt, ritka alkalom lenne arra, hogy mint energiaforrást számbavehessük s az egész emberiség javát nem szolgálhatná.

A Pénzügyminister úr megbízása folytán ennek az évnek a tavaszán azonban alkalmam volt személyesen is tanulmányozni az olaszországi aktív gőzelőfordulásokat s ezek a tapasztalataim olyan perspektívát nyújtanak, amelynek alapján határozott reményünk lehet arra, hogy nem elszigetelt jelenséggel van dolgunk, hanem valami olyasmivel, ami ha megfigyeléseim és elgondolásom helyesek, a föld belső melegének, mint új energiaforrásnak széles körben való ipari felhasználására vezethet.

Az elénkbe táruló larderellói (Olaszország, Toszkana) panoráma az ő gőz-exploataciójával valóban megkapó volt. Jókora gyártelep ez, ahol a természetes gőz és boraxos hévíz kibúváskodó növényzet nélküli helyein több mint száz fűrást mélyesztettek már, talán nem is egy négyzetkilométernyi területen. A fűrások itt legfeljebb 200 m mélyek s literenkint 5—10 gr bórtartalmú hévízet, illetve maximum 190° C forró gőz-gázkeveréket szolgáltatnak.

Részletes geológiai térkép még nincsen erről a vidékről, most dolgozik rajta Bernadino Lotti geológus. Részletes víz- és gázelemzési adatokat a telep vezetésége nem szolgáltat ki, csupán annyit, amennyit egy füzetben 1923-ban a vállalat vezérigazgatója, Ginori Conti Piero herceg, szenátor publikált le olasz és francia nyelven.

Az bizonyos, hogy úgy a hévízek és gőzös-gázok hőfoka, mint a vegyi összetétele különböző. Például a larderellói völgyben mintegy km-rel fennebb levő Bagno la Perla kis primitív fürdő forrásvizében a prospektus szerint bárium, stroncium,

* Előadta a Bány. és Koh. Egyesület 1928. évi június 9-én tartott választmányi ülésén.

lithium, bór és mangan van s nagy mértékben radioaktív, de csak 45° C meleg, mint átlag a mi hévíz-forrásaink, nem is említve a sokkal forróbbakat (Harkány, Császár-fürdő, Hajdusoboszló) s éppen úgy kénes, mint ezek, de alig egy km-re tőle már 200 m mélység felett magas hőfokú gőzöket és gázokat termelnek. A víz hőfoka és összetétele nem is túlságosan fontos, mert a megfelelő összetételűeket közös — sokszor nyitott — vezetékbe gyűjtik és lapos elpárolgató serpentyörendszerekre folytatják, amelyeket alulról szintén közös gőz-gázvezetékek elágazásával fűtenek, tehát a gőz-gázkeverék különböző összetétele, nyomása és hőfoka is együtt érvényesül.

Mivel az üzem a borax- és rokonvegyületek gyártására van bázisra, úgy látszik, csak a lepárolgatásnál fenmaradó gőz-gázkeveréket használják fel átlag 3·5 légköri nyomással a turbinarendszerű elektromos centrálében s fejlesztenek naponta 7500 kilowatt, 10.000 lóerő villamosságot. Bemondás szerint a Larderellóban naponta termelt gőz-gáz 120.000 kg.

Amint említettem már, a víz és gőz-gáztermelése csupán a természetes kibúvásokra szorítkozik, illetve az azokon különböző mélységre lehajtott fúrásokból történik. Szerkezeti vagy más geológiai megállapítások a termelésnél nem jönnek eszükbe. A kutak és vezetékek tömítése primitív, szigetelést nem is alkalmaznak, bármilyen hosszú a csővezeték. Ha valamelyik kút produkciója megcsappan, felhagyják. Ilyen is sok van már. Bár tapasztalták, hogy vízüblítéssel nem lehet fúrni ott, mert az üblögető víz gőzzé alakul át, a mélyben levő, majdnem 200°-os hőmérsékleten, az ilyen kiszáradt kutakba nem vezetnek be kívülről vizet. Talán itt említem meg, hogy általában nagy kaliberű magfúrásokat csinálnak úgy, hogy az alacsony fúrótorony állványát a kiáramló gőzök és gázok ellen alul és oldalt vizes ponyvákkal védik s így némileg elkerülik azok veszedelmeit.

Általános felfogás az, hogy a forró víz, gőzök és gázok vulkanikus eredetűek s ebben a hitükben úgy látszik egy csepp sem befolyásolja őket az, hogy mintegy 100 km körzetben sehol sincsen fiatal vulkáni kőzet s, hogy a legmélyebb sassói fúrásuk 500 m-ben is csak üledékes kőzetet talált, ellenben a környékben mindenféle keményebb kőzet jóformán apróra van összetöredve, tehát mélyreható tektonikai mozgásokon ment keresztül.

Az általános geológiai térképen Pisa — Volterra — Siena és Massa Maritima vidékén — amely területnek délkeleti részében a fenti jelenségeket észlelhetjük — a legrégibb kőzetek még a földtörténelem első korának a végéről valók, vagyis a permbe tartoznak ahol mint Pisától északra láthattam, néhol egyenesen nurvává vannak összetörve, hogy kézzel morzsolhatók. A Sasso és Massa Maritima közötti mészköveket a geológiai másodkorba, a triászba sorozzák, de ugyanitt jura- és krétakorú kőzeteket is látunk, míg Sasso, Castelnuovo és Larderello környékén már az ótercier eocén kőzetei dominálnak, de a fiatal harmadkor, miocén és pliocén üledékeivel pásztázás. A rideg kőzetek a triásztól az eocénig mind inkább többé, mint kevésbé tektonikusan összetörték és préselték, a mészkövek sokszor szivacszerűen kilúgozódtak, vagy kovások s a márgák, homokkövek sűrűn fehér kalciterekkel tarkázottak a felszínen és fúrásokban egyaránt. Az aránylag puha harmadkorvégi üledékeken p. u. a gipszes miocén-retegeken is erősen meglátszanak a dislokációk, amelyek a különösen Serrazzano és Montecerboli vonalán domináló, de a környékben másfelé is elég gyakori gabro, illetve serpentinben tobzódnak. Montecerboli és Pomarance közötti vonulatban sok helyen úgy fest, mintha térszerűen összegyűrták volna, csupa görbe csúszási lap.

Ez a jelenség bizonyítja, hogy ez a vulkáni eredetű kőzet már az ezen a vidéken lejátszódott nagy tektonikus mozgás előtt képződött. Ezt a mozgást az Apennineken én is Kober bécsi professzorral és több jeles francia geológussal egyetértve — szemben az olasz kollegákkal — áttolódásnak tartom. Viszont ezeknek az áttolódásos, pikkelyes mozgásoknak a fő ideje az eocén után, de a pliocén előtt kellett, hogy legyen, mert ennek konglomerátumában csupa összetört és kalcittal cementezett eocén kőzet kavics van. Amennyiben, amint sejtem, a sós miocén idősebb részére már reátolódások vannak, ezeknek a főmozgásoknak itt is, mint a Kárpátokban és az azokhoz tartozó alpesi hegységrendszerben, a miocén második felében és a pliocén elején kellett lejátszódniuk, de ma sem szűntek meg.

Ami a gabro-serpentinek geológiai korát illeti, szintén legalább egyelőre nem tudok az olasz geológusokhoz csatlakozni s abból, hogy ezen a vidéken eocénüledékek között foglalnak ma helyet, nem tekinthetem eocénkorúaknak, annál kevésbé eocén utániaknak, mert hiszen a hegység folytatásában Genova környékén már régi alpesi kristályos palák és gneiszek között vannak a legnagyobb tömegei. Ezek alapján én inkább a régi geológiai formációk pikkelyeit vélem felismerhetni bennük, amelyek tektonikusan jutottak a terciér szedimentumai közé.

Itt érkeztem azután el egy egészen újszerűnek látszó geológiai fejtegetéshez, amely nemcsak a toszkánai ásványos hérvizek keletkezését, ma is működő gőz- és gáz-exhalációkat, vas-, réz-, ólom-, cink- és ezüstércet keletkezését indokolja meg, hanem ezekkel összehasonlításban a mi hasonló jelenségeinknek is egészen más, de igen kézenfekvő megokolását adja — legalább részben — a vulkanizmus és mindenható utóhatásai nélkül is.

Senki sem vonja ma már kétségbe, hogy a föld kérgének egyes pásztái, amelyek a multban kimagasló hegységek voltak, alámerültek s viszont hogy más hegységeink sok ezer méterre feltornyosodó mészkövei, dolomitjai és más szedimentumai valamikor tenger, vagy szárazulat akkumulációs medencéi kellett, hogy legyenek.

Ebből a kétségtelen tényből kiindulva, most egy másik tapasztalati ténybe kapcsolódunk bele és ez az, hogy úgy a bányászat, mint a mélyfúrások adatai azt bizonyítják, hogy föld kérgébe befele haladva, a hőmérséklet emelkedik. Ez a normális vagy abnormális geotermikus gradiens ténye, amely szerint átlag 33 m-rel lefelé haladva, a föld szilárd kérgében a hőmérséklet egy fokkal emelkedik. Nyilvánvaló, hogy akár a megfigyelt bányász maga, akár a hőmérő száll mélyebbre és mélyebbre a föld kérgében, a hőmérséklet emelkedésének tényén nem változtat tehát az sem, ha műszer helyett a földkéreg egyes levált kisebb-nagyobb szakaszai mélyednek bele a szilárd kéreg, oldalt — mondjuk — viszonylag helytálló részei közé. A süllyedő, alámerülő közettömeg éppen úgy fel fog melegedni, mint a hőmérő, vagy a bányász maga.

Hogy milyen elemi folyamat fog lejátszani a lassan alámerülő kőzetblokkban, azt kicsiben p. u. a *selmeci Ferenc József* aknába leszálló bányász dokumentálja. Sok vizet tartalmazó teste intenzíven izzadni fog, pedig annak a víznek nagyrésze kémiaiilag le is van kötve a testében. Vajjon az alámerülő kőzetekben nincsen-e ott a rengeteg fizikailag és vegyileg többé-kevésbé lazán lekötött víz? Ez nyilván okoskodásunk harmadik ténye.

De ha van ott víz, arra a fizikai változások ugyanúgy fognak hatni, mint mindenütt tapasztalataink körében: felmelegszik, kiterjed, párolog, forr, ha tud s ha kell, egészében gőzzé válik, sőt még az is alkotórészeire disszociálhat. Defacto a süllyedő földpászták, blokkok, felmelegednek és ha felmelegednek, mint minden víztartalmú test, vizet kell izzadjanak.

Bármilyen furcsán is hangozhat laikus füleknek, a kemény kövek, még a gránit is tud megfelelően fölmelegítve egészen tekintélyes vizet izzadni. *H. A. Gautier* kísérleti alapon megállapította (La genese des eaux thermales. Ann. d. Mines 1905.) p. u., hogy

1 kgr gránit	7.35 gr
1 « porfit	12.40 «
1 « ofit	15.06 «
1 « lerzolit	16.80 «

vizet szolgáltat, mint azt *Weselszky Gyula dr.* «*A juvenilis vízről*» című tanulmányában olvashatjuk (Hidrologiai Közl. 1924—26. köt.), csupán légüres térben vörös izzás közelében levő hőmérsékletre kell felhevítenünk őket. Ilyenkor *hydrogén, széndioxid és más gázok is fejlődnek még, amelyek térfogata a felhevített kőzetek térfogatánál 3—18-szor nagyobb.*

Tehát nyilvánvaló, hogy anélkül, hogy az izzón folyó magmáig kellene lemenünk, és még mielőtt az alámerülő földkéreg-pászták beleolvadnának abba, annyi víz és gőz-gázalakú termék szabadul fel a különböző felmelegedő kőzetekből, hogy bőségesen levezethetjük azok tömegeit anélkül, hogy csak a szokásosan bevett vulkáni

utóhatásokra kellene okvetlenül visszavezetnünk szénsavas és kénes termális vizeink keletkezését, amelyek előfordulási helye különben is ellentmondani látszik annak, hogy vulkanizmussal volnának összefüggésben, mint éppen a toszkánai esetben, de p. u. nálunk is bajos úgy-e a *harkányi*, *daruvári*, *nagyváradi* vagy különösen a *hajduszoboszlói*, *karcagi* vagy *szegedi* hévvizeket bármilyen fiatalabb vulkáni működés utóhatásainak tekinteni.

Szándékosan nem említem a *budaiakat*, a *Balaton-hévizit*, vagy *egrit*, amelyekre némi jóakarattal reá lehetne fogni, hogy fiatalabb andesit vagy bazalt erupciós területek közelében fordulnak elő. Az igaz, hogy mindjárt felmerül a kérdés, hogy miért nem *Visegrádon*, *Budaörsön* vagy a *Mátrában* fakadnak akkor s miért hideg a parádi csevice s a sok szénsavas borvíz a *Székelyföldön*?

Weszelszky reámutatott, hogy a *Gautier*-féle kísérlet alapján már egy köb-kilométer gránitból annak felmelegedése után levezethetjük mindazt a hévvíz mennyiséget, amelyet a budapesti hévforrások ötven év alatt felszínre hoznak. Vajon mennyi víz és gáz szabadult fel, amikor az *Alföld* és *Dunántúl* helyén valamikor magas hegységként égnek meredő ősi hegyrendszer — nevezzük azt akár *Lóczyval* *Orientalisches Festlandnak*, akár *Printzel* *Tisjának* — lassan alámerült s helyén több ezer méter mély tenger, medence-pászták mélyültek ki?

A Magyar-Horvát terciér-medencét csak kerekén 100.000 km²-nek véve, ha a mai térszín feletti kiállott hegységet átlag kétezer méter magasnak vesszük, s az általános felszín alatti terciér-medence mélységét szintén kétezer méternek, ez az óriási terület négyezer méterrel mélyebbre süllyedt, de ugyanannyival kellett az izzó magma felé közeledjenek és felmelegedjenek a mélyebb részek is, vagyis számolnunk kell ebben az esetben mintegy 400.000 km³ heterogén kőzet felmelegedésével és izzadásával, amely hacsak gránitból állott volna is — pedig mennyi hydroticált kőzet volt még ott — 7000 km³ vizet (ez 70 m magas víznek felel meg ezen a területen) és 1,200.000—7,200.000 km³ gázkeveréket kapunk a számítás eredményeképpen (amely utóbbi 72 km magas gáztakarót adna a medence felett).

Ebből a rengeteg forró vízből és nem kevésbé meleg gáz-quantumból azután igazán futja, hogy belőlük származtassuk hévforrásaink vizét és elmaradhatatlan gázait még akkor is, ha nem vesszük tekintetbe, hogy amiközben a hajdani laza ótercier agyagokból és homokokból tömör palásrétegek és homokkövek lettek, mennyi fizikailag beszívódott víz szabadult fel szintén. Esetünkben egy-két ezer köb-kilométer kőzetért itt sem kell a szomszédba menni. Vagyis bő alkalom kínálkozik arra, hogy úgy hévvizünket, mint ércképző gőzeinket és gázainkat egyszerű, tektonikus mozgások nyomán fellépő okszerű következményeknek tekintsük s ne gondoljunk minden egyes esetben úgynevezett postvulkanikus utóhatásokra. Még az sem riaszthat vissza ettől a gondolattól, hogy sok helyen más és más összetételű hévvizeket, sőt más és más ásványos ércképződéseket találunk. Mint hegyeinkben és medencéinkben most, úgy a régiekben is voltak megelőzően kiképződött érces és sós kiválások. Ha ezek a sós és érces földkéreg-darabok tektonikusan lesüllyedtek, akkor természetesen az ezekből fellendülő gőzök és gázok s azok forró vizes oldatai úgy a sókat, mint az érces részek ásványait is megtámadták és többé-kevésbé feloldva azok anyagát magukkal hozva, megint kiejtették a földkéreg magasabb, hidegebb, megfelelő részeiben, új telepeket, vagy ereket alkotva. Ahol a lesüllyedt hegység részben régi vasas, rezes, illetve más ércimpregnációk voltak, azok felett, vagy mellett, kedvező feltételek mellett, hydrotermális úton megint csak újabb hasonló ércesedések képződhetnek. Ahol pedig sós üledékek kerültek akár süllyedés, akár reátolódás által mélyebbre, ott a sóknak a felszálló oldatokba való belekerülése, mint *Larderello* vidékén, szintén plauzibilis. Ugyanez áll a bitumeneket tartalmazó kőzetekre is, amikor különösen a metángáz jelenléte indokolt, úgy egyes hévvizekben (*Harkány*), mint más gőzök és gázok keverékében (*Larderello*), vagy az egyes érceket impregnáló olaj (*Recsk*). Önkénytelenül merül fel azonban a kérdés, hogy az ilyen viszonyok közé kerülő, sokszor hatalmas széntelepek szükségszerű száraz, desztillációs termékei nem fokozzák-e a bitumenes eredetű szénhidrogének mennyiségét az alámerült földpászták

felett, esetleg nem gondolhatunk-e arra is, hogy ennek a kétségtelenül frakcionált desztillációnak rentabilis mennyiségű szénhidrogén-származékai is lehetnek egyrészt a fedőrétegekben, s másrészt a grafitok kiképződése nem nyer-e megokolást a mélységbe került, ilyen módon metamorfizálódó kőzetek között? Ezzel azonban eljutottunk tektonikus úton a kőzetek metamorfózisához anélkül, hogy a vulkanizmust hívnanék segítségül, hiszen ezen az úton is megindokolhatjuk úgy a különböző kőzetek átkristályosodását különösen, mint azok összetört kataklazos szerkezetét. Sőt megfelelő merészséggel — mint azt *Doelter* professzor csinálja — magát a vulkanizmust is megfejtjük ezen, az eddig még kevésbé kitaposott ösvényen haladva.

A nagy mélységre lesüllyedő kőzetekből nagy mennyiségben felszabaduló, *Weszelzsky* szerint «izzó víz és izzó hidrogén» a földkéreg rossz hővezető képessége miatt csak nagyon lassan fog hűlni s így a velük érintkező kőzeteket még származási helyüktől igen nagy távolságra is igen magas, egészen az olvadás hőmérsékletéig is felhevíthetik. Ha az ilyen hely elég közel van a felszínhez s feszültségnövekedés, vagy más okból robbanás áll elő s ennek a robbanásnak az ereje le tudja küzdeni a reá gyakorolt nyomást, akkor az ilyen helyen a szabályszerű vulkáni működés is megokolható anélkül, hogy az erupciónak még a lávaanyagát is akár a föld belsejének magmájából, akár *Gümbel* szerint annak a földkéregben felejtődött rezidiumaiból, vagy mint én gondoltam a két sugarasan besüllyedő kéregszelet között, a kettő között kiemelt szeletek bázisán egyideig szereplő magma-lefűződésből kellene hogy származtassuk. Vagyis meglehetősen leegyszerűsödik a vulkanizmus annyit vitatott és bonyolodottnak látszó régi problémája, amihez mi tagadás, bizony rettenetes sok kétség fér úgy a felhajtó gázok, mint különösen a gőzöket illetőleg, ha azt kéreg alatti részből akarjuk származtatni. Onnan ugyanis — amint látjuk — meglehetősen gőz- és gáztalanított olvadékokat tudnánk csak felhozni, de viszont ez a maga erejétől nem mozoghatna. Az ilyen gőz- és gáztalanított kőzetolvadék viszont egészen természetes, hogy nem veti szájja a viszonylag tojáshejvékony szilárd földkéregtet. (6000 km-es földszög, 30 km-es kéreg.)

Ha gondolatmenetünket logikusan fűzzük, azt a jelenséget is megokolhatjuk, hogy a vulkáni működés igen sok esetben a lezajlott geológiai korokban, vagy ma is süllyedő medencék szélein volt és van. Az olyan elég tekintélyes lesüllyedt területek szélein, mint amilyen a Magyar-Horvát terciér-medence, természetesen nem egy-egy sík mentén történt az alámerülés, hanem sok térben és időben egymás után fellépő lépcsős vagy horsztos levetődéssel, amelyek különösen a széleken voltak sűrűek s amelyek mentén megtorlódások, reátolódások s ezekkel kapcsolatos nagyarányú kőzet-összezúródások történtek. Az ilyen, valósággal felaprózott kőzeteken a fellendülő izzó gőzök és gázok sokkal szabadabb utat nyertek fölfelé, mint a belső, aránylag ép tömbön keresztül s így nem csoda, ha azok aránylag magas régiókban is megolvastották az érintkező fizikailag is felaprózott kőzeteket s ezalatt újabb annyi gőzt és gázt fejlesztettek, hogy az a kőzetolvadékokat a felszínre dobta és a gazdag harmadkorvégi vulkánosságának vetette meg az alapját.

Nem sok fejtörést kell okozzon, hogy az alföldi nagyarányú terciér-süllyedés és az Alföldet északról és keletről szegélyező fiatal eruptívumok között összefüggést találjunk, amint azt már előttem is megtették, csak éppen az a különbség, hogy én most nem megyek le a vulkanizmus megokolásáért az izzó magmáig, hiszen ott, az ottani nagy nyomás miatt sem felhajtó gőzöket és gázokat nem kaphatok, sem felszínig hatoló erupciós törési csatornákat. Az előbbieket ugyanis a felmelegedő kőzetek még a beolvadás előtt kiizzadják s az utóbbiak már a plaszticitás régiójában össze kell olvadjanak, meg kell szűnjenek.

Tehát valóságos fizikai akadályok gördülnek a régebbi erupciós elgondolás elé. Én határozottan hajlok a *Doelter*-féle elmélet felé s azzal sokkal jobban tudok megokolni egyes fiatal éréképződési folyamatokat is, mint a pusztá úgynevezett postvulkáni hatásokkal, amelyek ezután az elgondolás után nemcsak egyeduralkodókat veszítik el, hanem a hidrotermális jelenségek mellett úgy időben, mint térben másodrendű szerepre szorulnak. Akceptálva ugyanis, hogy a régmúlt geológiai korokban

posztvulkánikus uton, illetve inkább ki- és lehülés folytán érces koncentrációk léptek fel, nyilvánvaló, hogy ezek a primár-ércesedések idők folyamán tektonikusan megváltoztatták a helyüket. Ha a hegyképződés magasra emelte, akkor elaprózodtak s legjobb esetben mint torlatok szerepelhetnek a bányászat szempontjából, de ha a sülyedés mélyen alámerítette s a már leírt folyamat hatása alá kerültek, semmi akadálya sem volt annak, hogy újabb feloldódás, illetve fellendülés martaléka legyenek és magasabb, hidegebb közetrégióba vándorolva, másod-, sőt harmad-, negyedleges településben képezzék mai bányászatunk tárgyát.

Példának okáért, ha az őskori kőzetek között koncentráció folytán — mondjuk — vas- vagy rézérc-kiválás volt, az alámerülve feloldódott a fellendülő forró gőzökben, oldatokban és megint felfelé vándorolt, mi akadálya lehetett annak, hogy egy összetört üledékes köztet zónát impregnáljon, vagy ferde lefutású porozus hideg kőzetréteget telítsen, amikor az első esetben érces eret, érces oszlopot, az utóbbi esetben érces telepet hozhatott létre. *Ha nem tagadjuk, hogy lehetnek, illetve vannak lesülyedt földkéregdarabok, akkor ezt a folyamatot sem vonhatjuk kétségbe.*

Lássuk csak, hogyan találunk erre indokolást a toszkánai esetben?

Láttuk, hogy *Toszkana* szóbanforgó vidékén fiatal vulkáni kőzetek nincsenek, ellenben minden néven nevezhető szedimentum az erős tektonikus diszlokáltság töredezettségének, préseltségének, esetenként valóságos összegyűrtségének tanuit viseli magán. Ha reátekintünk ennek a vidéknek kisméretű topográfiai térképére, akkor is éppen *Larderello* és *Massa Maritima* között több ÉNy—Dk-i irányú, majdnem egyenes vonalat látunk, amelyek bár morfológiai formák, kétségtelenül a vidék tektonikáján alapulnak.

Amint *Kober* cikkeiből¹ értesülök, az olasz kollégák sem hódoltak még be az áttolódásos tektonikának még fennebb északon az Apenninek és Nyugati Alpok érintkezése vidékén sem s így nem esoda, ha a nem geológus *Conti herceg*² is egyszerűen vulkanizmussal hozza összefüggésbe a *Larderello* környéki termális jelenségeket, amint már szó volt róla, nyilván az eocénrétegek közé keveredett gabrok, illetve szerpentinek alapján, amelyeket ilyen alapon p. u. *Montecerbolinál* miocénkorúaknak is tekinthetnénk, hiszen ott gipszes miocénrétegek közül meredeznek ki. Különbö is nem hiszem, hogy sokan lennének, akik a *Gautier—Doelter—Weszlészky* elgondolás alapján a gyakorlatban is reámutattak a hidrotermális jelenségek és a tektonikai folyamatok közötti összefüggésre s így in medias res kezdem.

Ha *Toszkana* s egyáltalán középső Itália geológiai térképére tekintünk, akkor azt látjuk, hogy perm, szerpentin, triász és kréta hegységromcsok között meglehetősen szélespáztákban eocén-, miocén- és pliocén-pázták települnek. Első tekintetre nyilvánvaló, hogy itt a tulajdonképeni Apenninekben egy perm-triász-kréta-üledék hegység részben tektonikusan magasra kiemelt, részben mélyre lezökkentett roncsaival van dolgunk, amelyek közé a harmadkor tengerei nyomultak be és helyezték el szedimentumikat. A további kutatások feladata, hogy aprólékosan kimutassák, milyen arányuk ezek a sülyedések és reáttolódásos emelkedések, de bizonyos, hogy még az eocén után is nagy kőzet-összezúródások voltak s, hogy ez az összezúródás és megint összecementeződés főképp míg a pliocén leülepedése előtt történt meg, mert hiszen ezek kavicsai már nemcsak benne vannak, hanem jóformán ebből áll a pliocén partifáciése. Tekintettel, hogy ezeknek a mozgásoknak zöme, mint másfelé az eurázsiai rendszerben, a miocén szedimentáció befejeződése előtt ment végbe ez a fokozatos szedimentáció sok mindent el is takar, s így egyelőre sok feltevésre vagyunk utalva, amelyeket különösen a bányászati feltárások fognak megvilágítani, nem utolsósorban a mélyfúrások.

¹ *Leopold Kober*: Beiträge zur Geologie des Nordapennin und der angrenzenden Alpen. (Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien 1927.) *Leopold Kober*: Das Alpin-variszische Orogen. Zentralblatt für Min. etc.

² *Giorgio Conti Piero*: La utilizzazione industriale delle manifestazioni termiche terrestri (Annali di Chimica Applicata 1923.)

Jellemző pl., hogy a *Larderellótól* délre alig három km-re fekvő castelnuovoi gőz-gáztelepen az egyik keleti szélén levő fúrásban a meredeken felállított s erősen kalciteres eocénben 125 és 128 m mélység között erősen pirites, kalkopirites kvarcos eret fúrtak meg. *Sassó* fúrásaiban is vastag pirites kvarc-ereket mutat némelyik fúrás, amint ugyancsak az egyik keleti oldalon mélyesztett fúrás mintáin láttam, de ezek nem tévesztendőek össze a permi közekekkel, amint ezt a felszínén emlegették, hiszen az ugyanott levő legmélyebb, az 500 m-es fúrás is ugyanolyan összetöredezett, kalciteres eocénmárgában állott meg, mint amilyenben indult.

Serrazzanonál az egyik fúrásból szerpentin emlegetnek, nem vonom kétségbe, mert ezt nem láttam, s különben is az az impresszióm, hogy ez az itt szerintem eocénnél idősebb eruptívum pikkelyesen váltakozik az eocén-márgákkal, homokkövekkel éppen úgy, mint a *triász mészkövek*, amelyekből a főút és a monterotondoi út elágazásánál gyönyörű természetes gőzfeltörést tanulmányozhattam. Ezzel a jelenséggel — hiszen a triász mészkövekkel, dolomitokkal nálunk is sok hévforrás kapcsolatos — talán kissé bővebben fogok foglalkozni.

A mészkő egy különben tömör, vörösen erezett szürke töredezett kőzet, amelynek rendesen kifelé bővülő kisebb-nagyobb üregeiből olyan forró vízgőz áramlik ki, hogy az ember keze nem bírja ki csak igen rövid ideig. Hogy ez a forró vízgőz bőven hoz magával szénsavat is, bizonyítja az, hogy a mészkőhajszálvékony repedéseiből is egy-kettőre kioldja a cementező kalciterek s a kőzet szögletes darabokra hull széjjel s a feléje hajló ellenállóbb sziklarészeket pedig *ujbenyomatszerű, homorú formákban oldja ki*. Ez ugyan hasonlít ahhoz a formához, amit a felülről esőpöngő víz váj ki, de még sem az, hiszen befelé néző lapokon vannak, ahová nem potyoghat sehonnan sem víz, tehát a gőz korroziós formája a mészkövön. *A hátori Szeleta és a görömböly-tapolcai barlangban, sőt a zugligeti villamos végállomás melletti dolomitszikla üregeiben s a Pálvölgyi-barlangban is megtaláltam azóta!* A gőz egy része a viszonylag hidegebb felszíni sziklákon és levegőn lehül és lecsapódik, minden forró víztől nedves s ez a nedvesség visszaszívárog a kőzetbe. Nem kétséges, hogy ennek a forró szénsavas víznek az oldó, bontó hatása sokkal nagyobb, mint a normális esapadéké. A felszínen vörös agyag képződik. *Igy keletkezhettek a bauxit-telepeink!* A kőzet különben alighanem némi kovásodást is szenved, legalább részletvizsgálat nélkül úgy tűnik fel. A homokkövek és márgák, amelyekből általánosságban ezen a vidéken feltörnek a gőzös gázok ezzel szemben rendesen kifehérednek s cementező kalcitereik kioldódva, szintén darabokra hullanak széjjel, amint azt minden előfordulásnál már messziről láthatjuk. Némely helyen dolomitporszerűen hull széjjel a kőzet s a jellemző vörös és lilás színeződés mutatkozik.

Ha Monterotondo és Massa Maritima között a triász-mészköveket megnézzük, azok mindenfelé erősen likacsosak, szivacszerűen kilügzöztak. Nem lesz feltűnő, ha az előbb elmondottak alapján ezt az egyáltalán nemcsak felszínes jelenséget nem annyira a felszíni víz karsztosító behatásának, mint inkább a közelmúltban az oldó gőz és forró oldatok kilügzésének tulajdonítom. Hogy a forró exhalációk és oldatok bennebb, dél-nyugat felé is tevékenykedtek, azt nemcsak ebből a jelenségből láthatjuk, hanem abból is, hogy ezen a vidéken, Massa Maritima körül, ahol az exhalációk a felszínen már megszűntek, hidrotermális ércesedések lépnek fel, amelyek bányászat tárgyát képezik éppen úgy, mint észak felé *Larderello* és *Serrazzano* szomszédságában.

Massa Maritinától északra, alig pár km-re *Monte-rotondótól*, hatalmas régi limonit-bányászat van triász mészkövek fölött és között. Itt egy táro hányóján pirit és kalkopirites kvarcos ér darabjait találtak rézoxidátummal s egy közeli fúrás magjai a mészkő alatt zöldes palákról tettek tanúságot. Pár km-rel délfelé ugyancsak vöröses eocénpalák és homokkövek között rézére- és ezüsttartalmú ólom- és cink-ércbányák vannak, amelyek mélyműveléseiben azonban éppen úgy megtalálták a feltörő gőzök és termák hajdan felszínig érő útjait, mint a selmeci *Ferenc József*-aknán.

Kétségtelenül feltűnő, hogy *Toszkána* ércbányavidékén az ércek jobbára szedimentumokkal kapcsolatosak s úgy előfordulási helyükön, mint a környéken ennek dacára, máig működő exhalációs és termális jelenségek vannak.

A bevezető részben elmondottak után nem lephet meg senkit, hogy én ezeket az ércesedéseket az exhalációs és hydrotermális jelenségekkel hozom szerves kapcsolatba, de viszont ezeket nem a vulkanizmus utóhatásaira vezetem vissza, — hiszen ilyen geológiai korok óta száz km körzetben nem volt — hanem a tektonikus mozgások nyomán fellépő köztöfelfelepedés és köztömörülés termékeinek tekintem, amikor a mostaniakhoz viszonyítva primer-ércesedések alámerülve, másodszor is — vagy ki tudja immár hányadszor — oldatba kerültek s megint csak felfelé vándorolva szekundertelepeket és ereket alkottak az üledékes kőzetekben. *Ahol vasérc volt az alámerülő földkéreg-pásztában, ott azok jutottak oldatba s fenn megint csak a vasérctelepek képződtek; ahol réz-, ólom-, cink-, ezüst-érc, ott pedig fenn is azok váltak ki megint anélkül, hogy ilyen esetekben a vulkanizmust ne tudnánk nélkülözni.* Ezzel nem azt akarom mondani, hogy minden ércesedés vulkanizmusmentes folyamat, csupán azt, hogy az ércképződés még akkor is, ha a primer kialakulását vulkanizmusra vezetjük vissza, ugyanazon a helyen x-szer megújulhat tisztán a tektonikus változások következményeként s egyben indokolást nyer a különböző érces oldatok keletkezése is. A sóoldatokat természetesen még könnyebb ilyen alapon megokolni. Ha pedig arra gondolunk, hogy mennyi víz szabadul fel, amikor *Massa Maritima* vidékén a régi limonittelepek alámerülve felfelepedtek és vashydroxitből vasoxidá oxidálódtak s a végén feloldódtak, nem fog senki sem csodálkozni, hogy a felszabaduló hévizek nyomán olyan sok a mésztufa *Massa Maritinában és környékén.*

Természetesen ezek a még sokszor nyers geológiai elgondolások még sok részletvizsgálatot igényelnek, de ez nem jelenti azt, hogy a tényeket ne vessük össze a mi hazai viszonyaink hasonló jelenségeivel s levonva azok tanulságait, ne iparkodjunk azok előnyeit a magunk részére kiaknázni.

Ha valahol, akkor nálunk bizonyos, hogy p. o. az *Alföld és Dunántúl* esetében olyan nagy területtel állunk szemben, amely a harmadkor végeféléig majdnem egészében nagy mélységre lesüllyedt. Hogy ennek a lesüllyedésnek a lesüllyedt pászták kőzeteinek felfelepedése s a környező hegységek sokszor reátolódásos elmozdulása volt a következménye, az kétségtelen. Az utóbbira a fényes példa ott van a *Szászvári* bányában, ahol a szénés lyász a bányászati feltárások szerint is kétszáz métert toldott reá a miocénüledékekre, de akad nálunk is még sok más hasonló példa, anint arra a Magyarhoni Földtani Társulatban már 1927-ben *«A magyarországi hegységek szerkezetének vázlata»* című előadásaimban rámutattam s az Alpes-Kárpáti rendszerben se szeri se száma.

Hogy az ilyen lesüllyedt és áttolódó területeken hévforrás működésekkel, ércesedésekkel és vulkanizmussal találkozunk az az elmondottak alapján természetes. Hogy a tektonikus folyamatok intenzitásának elgyengülésével, vagy pláne megfordulásával amint éppen a Magyar-Horvát medence esetében látjuk — ezek a jelenségek megcsappantak, még nem ok arra, hogy azok nyomán és környékén nagy körültekintéssel ne iparkodjunk olyan mélyre behatolni a földkéregbe, ahol még különösen a forróvíz, sőt forró gőz- és gőzkeverékek jutnak feltárásba, s ahonnan azokat éppen fizikai tulajdonságaik miatt gazdaságosan exploitalhatjuk. Lám Larderellótól délre alig egy km-re van *Bagno la Perla* fürdőcske s a hévize csak 45°-os, akár a magunkéi s a selmeci *Ferenc József*-aknának is vannak mély forrásai Nem tudom, vizsgálta-e már valaki, hogy nincsenek e gőzexhalációi is? Annyit tudok, hogy a *Gellérthegy* egyes repedései mentén a dolomit érezhetően meleg. amin senki sem csodálkozhatik, ha érezte valaha is azokat a meleg kénhydrogén gőzöket, amelyek a *Rudas-fürdő* dolomit-repedéseiből jövő forrásai felett telítik a többé-kevésbé nyitott kőzet-repedéseket

A *Szent Lukács fürdő* 23 m-es. igazán szerény fúrása emelte a magasabb szintek vizének hőfokát, a *margitszigeti* fúrás vize is jóval melegebb, mint a régi természetes forrásoké, *Harkány* is mesterséges feltárásokkal jutott jobb és forróbb vízhez. A *városligeti és szoboszlói* ezer méteres fúrások bizonyára éppen úgy nem jutottak az elérhető legnagyobb hőmérsékletű vízhez, mint ahogy messze mögötte maradnak a nagy fúrási mélységeknek.

Ha az itt körvonalazott elgondolás alapján rendszeres kutatás tárgyává tesszük a mi hévvizes előfordulásainkat s a még mindig nem eléggé méltányolt szerkezeti, tektonikai viszonyokat, igazán nem látszik kilátástalannak, hogy a közel jövőben a föld melegt igen magas hőmérsékletű vizek, vagy pláne aktiv gőzök alakjában mi is megcsapoljuk és új energiaforrásokkal gazdagítsuk azokra igazán reászorult országunkat.

Hogy ezekkel a munkálatokkal kapcsolatosan mennyi és milyen tudományos probléma merül fel és nyer megoldást, azt előre csak sejtethjük, de hogy ez a téma már is nagyon gyümölcsözőnek ígérkezik, azt az eddigiekből is láthatjuk.

Ha azonban arra gondolunk, hogy több mint ezer esztendő kellett ahhoz, hogy a rómaiak első felismerése után Larderellóban tényleg iparilag használják ki a föld sua sponte gőzeit, s huszonnégy hosszú esztendő, hogy ennek híre hozzánk, a szomszédokhoz eljusson és megmozduljon az első behatóbb tanulmányozása ennek a hatalmas problémának, akkor el kell, hogy szomorítson annak a ténynek a konstataciója, hogy az emberi haladás még a mai rohanás korszakában is milyen ólamlábakon jár, s előrevetik árnyékukat azok a kátyúk, amelyekbe még ezután is belebe fog zökkenni a föld melege energiája kutatásának és sikeres megfogása törekvésének járműve.

Vajha a körvonalazott úton nekünk magyaroknak sikerülne ezt a világproblémát megoldanunk, vagy legalább megfelelő mederbe terelniünk, s az energiáktól való galád megfosztatásunk letért való küzdelme, fajtánk gazdasági életének jövőjét alapozná meg!

A hengerlésnél elméletileg fellépő erők és az elméleti hengerlési munka.

Irtta: GELEJI SÁNDOR okl. vaskohómérnök.

Resumé: Die beim Walzen theoretisch auftretenden Kräfte und die theoretische Arbeit des Walzens, von Ing. A. Geleji, Budapest.

Diejenige Kraft, mit der das ursprünglich b_0 breite und h_0 hohe Stück zwischen den Walzen durchgezogen wird, ist durch die zwischen Walzenfläche und Stück auftretende Reibung gegeben. Weiters kann der Prozess des Walzens selbst auch in der Weise aufgefasst werden, dass wir das Stück als ruhend betrachten, während die Walze selbst längst der Geraden O_1X in rollender Bewegung begriffen ist. (Siehe Abb. 1.) Dabei bewegt sich jeder einzelne Punkt des rollenden Kreises auf der Bahn einer Cycloide; während also durch die Walze eine dem Winkel $d\varphi$ entsprechende Umdrehung gemacht wird, erfährt das Element ds um den Mittelpunkt O_1 eine Umdrehung mit dem Winkel $d\frac{\varphi}{2}$ auf dem Kreise mit dem Radius O_1A .

Entgegen die Elementare Bewegung von ds , in der Richtung dV , tritt die Kraft dV auf:

$$dV = k \cdot b \cdot ds \cdot \cos \frac{\varphi}{2}$$

Aus dem normalen Komponenten dN der Kraft dV ergibt sich folglich die längst ds auftretende Reibungskraft

$$dR = \mu \cdot dN = \mu \cdot dV \cdot \cos \frac{\varphi}{2}$$

Mit Hilfe der so festgestellten Kräfte, werden die Formeln für den Walzdruck und Kraftbedarf bestimmt.

Mint ismeretes, az egyszerű derékszögű négyyszögű rúd hengerlésénél fellépő erők meghatározására Herrmann Miksa dolgozott ki egy elméletet. Ezen elmélet szerint, (l. St. u. E. 1911. S. 1706. ff.) a hengerre ható nyomást a

$$P = F \cdot k \cdot \frac{1 + \frac{1 - \cos \alpha}{2}}{\sin \alpha} \quad \text{--- --- --- --- ---} \quad (1.)$$

képlet adja, mely képletben P a hengerre ható nyomás, F a fogyás, k a nyomószilárdság, α a befogás szöge.