A FÖLDKÉREG MOZGÁSAINAK MEGFIGYELÉSÉRE BÁNYÁSZATI CZÉLOKBÓL TETT LEGÚJABB KISÉRLETEKRŐL.

PÉCH ANTAL-tól.

(Előadatott a selmeczbányai fiókegyesület 1887 január 22-én tartott szakülésén.)

De CHANCOURTOIS bányászati főfelügyelő LALLEMAND és CHESNEAU bányászmérnökökkel együtt az *Annales des mines* m. évi folyamában közzétették az adatokat, melyeket a földkéreg mozgásának megfigyelésére szolgáló igen érzékeny műszerekkel szerveztek.

Észleleteik czélja az volt, hogy meggyőződést szerezzenek maguknak, vajjon a kőszénbányákban koronkint nagyobb mennyiségben fellépő robbanó gázok fejlődése nincsen-e valami összefüggésben a föld kérgének mozgásaival és a földrengésekkel? mert a levegő nyomásának változásait nem találták elegendő oknak a robbanó gázok fejlődésében mutatkozó gyors változások előidézésére, sőt inkább azt gyanították, hogy a föld kérgében történő kisebb mozgások is oly dislocatiókat okozhatnak, melyek rendesen észre sem vehetők, de a kőzetekben levő gázoknak szabadabb utat nyitva, rögtöni fejlődésüket előidézhetik.

Szükséges volt e végre a bányalevegő gáztartalmának változásaival együtt és egyidejűleg a föld kérgének leggyöngébb mozgásait is folytonos figyelemmel kísérni, hogy az e mozgásokban észlelt erősbüléseket vagy enyhüléseket a gázok fejlődésében tapasztalt változásokkal összehasonlíthassák.

Az így szerzett adatokat rendszeresen gyüjtve és feljegyezve remélhető, hogy épen úgy, mint a meteorologiai észleletek gondos feljegyzése következtében most már meglehetős biztossággal néhány nappal előre meg lehet jósolni a viharok kitörését, úgy lehetséges lesz idővel néhány nappal előre figyelmeztetni a bányászokat, hogy különösen óvatosak legyenek, mert a gázok nagyobb mennyiségben fognak fejlődni.

Az adatok, melyeket CHANCOURTOIS közzé tett, még eddig nem elégségesek, hogy e kérdésben határozott véleményt mondani lehessen, mert csak egy pár hónapi észleletekre vonatkoznak, de mégis, már ez adatokból is meglepően kitűnik egy bizonyos viszony, melyben a föld kérgének mozgásai a fejlődő gázok mennyiségével állanak, úgy hogy az észleletek folytatásától és gondos feljegyzésétől igen érdekes és hasznos eredmények várhatók.

CHANCOURTOIS mindenekelőtt beutazta az ő két mérnökével Olaszországot, hol már régebb idő óta vannak a földkéreg mozgásainak megfigyelésére szolgáló állomások, itt tanúlmányozta az alkalmazott műszereket és visszatérvén, Párisban a bányászati akadémián és Douaiban a felügyelőket képző bányaiskolánál rendezett be észlelő állomásokat. Az itt szerzett adatok közzététele alkalmával leírja a használt műszereket is és fejtegeti a földkéreg mozgásainak okait.

A földkéreg mozgásai okának megérthetésére legalkalmasabbnak tartja azt az elméletet, mely föltételezi, hogy a föld valaha egészen izzón, folyós állapotban volt

és külső része meghülvén, belseje aránylagosan vékony kéreg alatt most is izzón folyó tömeg. A kihülő részek összezsugorodásából eredő feszültség legvalóbbszinű oka a föld felületén tapasztalható dislokációknak, gyűrődéseknek és csuszamlásoknak, valamint a most is észlelhető mozgásoknak, mert az erők most is folytonosan működésben vannak.

Hogy a megmerevült kéreg alatt mindig nagy feszültségű gázoknak is kell lenni, az természetes, mert az izzó folyadék megmerevedése közben kiválnak belőle a gázok, melyek okozzák azután a felület emelkedését és az eruptiókat.

Nem tartja valószínűnek, hogy az eruptiókat az izzó tömeggel rögtön érintkezésbe jövő víz okozhassa, mert nem tartja lehetőnek, hogy a felületről a víz folyó állapotban az izzó tömegig beszivároghassék. Valóbbszinűnek tartja azt a magyarázatot, hogy a föld kérgének összehúzódásából eredő dislokációk következtében a kéreg belső feléről vízzel impregnált tömegek lebukhatnak az izzó folyadékba, és így gyors gőzfejlődést okozva erupcziókat idézhetnek elő és földrengéseket.

Azt az elméletet, mely szerint a földrengéseket a nap és hold vonzó ereje okozná, mely az izzón folyó tömegen is úgy, mint a tengereken apályt és dagályt idéz elő, nem tartja elegendőnek a tüneménynek általános megfejtésére, de elismeri, hogy némely esetet csak ez elmélet segélyével lehet megmagyarázni.

Megemlíti azután még, hogy lokális földrengések a földkéreg belsejében levő üregek beomlásából is keletkezhetnek.

A földkéreg mozgásában négyféle tüneményeket különböztet meg:

1. a lökéseket,
2. a rezgéseket,
3. gyenge mikroseizmikus hullámzásokat,
4. lassú ingásokat, oszcillácziókat.

A lökések rövid ideig tartanak, szintes vagy függélyes irányúak és kisebb-nagyobb időközben következnek egymás után.

A rezgő mozgások igen gyorsak, gyorsan terjednek, időszakonkint jelentkeznek és rövid időközökben ismétlődnek.

A gyenge hullámzások folytonos mozgások, hosszabb ideig tartanak, mint az előbbiek, s ámbár műszerek nélkül nem érezhetők, órákig s napokig eltartanak.

A lassú ingások nem okoznak megmérhető mozgásokat a föld felületén, hanem abban állanak, hogy a föld felülete nagy terjedelemben kissé alább száll vagy emelkedik lassan és folytonosan.

Ezeken kívül megemlíti még a *saecularis mozgásokat* is, melyek a földfelület niveauját állándóan megváltoztatják.

A gázok fejlődését a bányákban főképen a földkéreg *rezgéseivel és gyenge hullámzásaival* találta aránylagosnak és főképen e mozgások megfigyelésének módjait fejtegeti.

A lökések és rezgések képezik azokat a tüneményeket, melyeket földrengésnek nevezünk, az ezek megfigyelésére készült műszerek a *seismografok*.

A gyenge hullámzások megfigyelésére szolgálnak a *mikroseismografok* és *tromométerek*; a lassú mozgások pedig egy hosszú függélynek a függélyes iránytól való eltéréséből észleltetnek. A sæculáris mozgásokat a partokon a tenger színének

süllyedésével vagy emelkedésével, vagy pedig hosszú vonalak ismételt lejtezésével konstatálhatjuk.

A seismografok igen komplikált és finom szerkezetű műszerek, főalkatrészük függélyek a horizontális, és szintes emeltyűk a vertikális mozgások jelzésére.

A függélyekre nézve azt a tapasztalatot tették, hogy némely esetben teljesen érzéketlenek, míg máskor igen érzékenyek. Ezt onnan magyarázzák, hogy ha egy függély akasztó pontját olyan gyorsasággal mozgatjuk, mely megfelel a függély ingásai számának, akkor a függély is ingani fog, ellenben ha gyorsabban vagy lasabban mozgatjuk, akkor a függélyben is úgy, mint a rezgő húron, csomópontok keletkeznek, s mivel az akasztó pont és a függély súlypontja mindig ilyen csomópont, a függély vagy nem, vagy csak lassan mozdúl.

Az 1880. november 9-én Zágrábban érzett földrengést, melyet Velenczén túl Olaszországban sehol sem lehetett érezni, az Olaszország déli részén felállított hosszú függélyek egész határozottsággal megjelölték, míg a rövidebb függélyek nyugton maradtak; rövid idő múlva azután 1881. január 24-én Bolognában olyan erős földrengés volt, hogy kémények ledőltek és falak megrepedtek; ez alkalomnál a hosszú függélyek alig mozdúltak, a rövidek azonban híven megjelölték a földrengést.

Altalánosan úgy találták, hogy az 1 méternél rövidebb függélyek a tulajdonképeni földrengések, lökések és rezgések jelzésére, az 1 méternél hosszabb függélyek pedig a hullámzó és ingó gyenge mozgások jelzésére alkalmasak.

A lökések megfigyelésére kétféle műszert használnak, az egyik csak figyelmeztet arra, hogy lökés történt, a másik pedig jelzi a lökések irányát.

Figyelmeztetőül akármiféle tárgy szolgálhat, mely úgy van felállítva, hogy a legkisebb lökésre is felbukik. Ilyen Cecchi egyszerű és érzékeny figyelmeztető készüléke, mely egy háromlábú állványba erősített hosszú vékony rúdból áll, a rúdon egy fémgömb tetszés szerinti magasságban megerősíthető, miáltal igen mozgékonynyá válik, úgy hogy a rúd végére tett kis fémlapnak a talaj legkisebb lökésétől is le kell esni. A lecsett fémlapocskát ismét fel kell tenni, hogy a műszer újabb lökéseket jelezhessen.

Bertelli figyelmeztetője már komplikáltabb szerkezetű, de folytonosan működik. A háromlábú állványból kiálló tekercs végére Bertelli egy fémgolyót erősít, melyben egy kis vascsésze nyugszik, melynek fenekéről egy kúpalakú vasszög emelkedik ki a csésze magasságának mintegy kétharmadáig; ha a csészébe kéneső öntetik, úgy, hogy a szög magasságát épen elérje, annak felülete a kapillaritás következtében a középen be lesz horpadva. Bertelli e csésze felibe egy tekercsen függő fémgömböt akaszt fel, melyből egy vékony tű nyúlik le úgy, hogy nyugvó állapotban a tűnek hegye majdnem érinti a csészében levő szög hegyét, tehát a kéneső által képezett mélyedés közepén áll. A háromlábú állvány, valamint a függély akasztó pontja is egy elektromos teleppel vannak összeköttetésben, úgy hogy a talaj mozgásánál a tű hegye a kénesőt érintve összeköti az elektromos vezetéket és áramot indít, mely a lökésnek megtörténtét és ismétlődéseit egy arra alkalmas készüléken feljegyzi anélkül, hogy a műszert minden jelzés után újra kellene beállítani.

A lökések irányának és minőségének jelzésére már sokkal komplikáltabb szer-

kezetű műszereket használnak. Ezek között legegyszerűbb a Cecchi-é, ki a horizontális lökések jelzésére egy függélyt, a vertikális lökések jelzésére pedig egy szintes emeltyűt használ. A függély végére egy elefántcsontból készült hegyes pálczika van alkalmazva, úgy, hogy az alatta elvonuló kormozott felületű papirszalagot érintse. Egy külön függély, melynek hegye kéneső-csészébe ér, minden lökésnél elektromos áramot indít, mely a papirszalagot egy dobról lejáratja; a függély vége tehát ekkor a szalagon jelezni fogja a lökés irányának horizontális komponensét. A szintes emeltyű vége pedig két más emeltyű segélyével viszi át a nyert lökést egy hasonló író-készülékre, mely e szerint a lökés irányának vertikális komponensét fogja jelezni. Az elektromos áram egyszersmind egy óraművön megjelöli a lökés idejét.

A papirszalagon jelzett vonalakból azután ki lehet találni bizonyos határok közt a lökések irányát, számát és nagyságát és úgy tapasztalták, hogy minden lökést a talajnak rezgése előz meg, mely nehány másodperczig eltart, míg azután a hevesebb lökés bekövetkezik, a lökések egy ideig ismétlődnek s végre úgy, mint a kezdetben, lasúbb rezgésekben végződnek.

Hasonlók és még komplikáltabbak a többi seismografok is, de mindnyájuknál egy függély jelzi a lökés szintes irányát, és egy emeltyű a vertikális irányt, a kénesős csészébe nyúló tű zárja vagy megszakítja az elektromos áramot, mely a lökések kezdetével az órát megindítja, az óra mutatója pedig legombolyítja a jelző papirt hengeréről.

A rezgő mozgások jelzésére szolgáló készülékek, a *mikroseismografok* különféleképen szerkesztetnek, legegyszerűbb a Galli-féle, melylyel a rezgések erősségét is meg lehet mérni és ezért *seismodinamométernek* neveztetik.

Ez egy falba erősített többszörösen meghajlított vasrúdból áll, melynek vége a fal legkisebb mozgására rezgésbe jön és e rezgéseket egy írópálczikával az alatta elvonuló papirszalagra feljegyzi; mennél erősebbek a rezgések, annál hosszabbak lesznek a papirra írt vonalak. Ez az egyszerű készülék igen érzékeny és ha a papir legombolyítását egy óramű eszközli; a rezgések számát, erejét és tartamát pontosan feljegyzi.

A Rossi-féle *mikroseismograf* egy olyan függély, melynek ingásai 1 egész másodperczig vagy rövidebb ideig tartanak, e függély közől van 4 rövidebb különféle hosszas ágú függély felakasztva, melyeknek hegyes végei kénesős csészékbe nyúlnak, e kisebb függélyek vékony fonalakkal oda vannak kötve egyrészt a középső nagy függély súlyához, másrészt pedig az állvány lábaihoz, de úgy, hogy e fonalak a kis függélyeknél mintegy 155 foknyi szögletet képeznek. Minden csésze, és a kis függély akasztó pontja egy elektromos készülékkel van összekötve, úgy, hogy ha a nagy függély súlya valamely csésze felé mozdúl, a kis függély tűje bezárja a vezetéket, áramot indít, mely a megfelelő készüléken a rezgést vagy mozgást feljegyzi.

A gyenge hullámok megfigyelésére is alkalmasak az ilyen mikroseismografok, ha a középső függély legalább is $1^1/_2$ méter hosszú.

Egyébiránt pedig a *tromométerek* szolgálnak e czélra, melyek egy $1^1/_2$ méter hosszú függélyből állanak, mely egy tű finom hegyében végződik. A tű hegyének mozgásait egy mikroskóppal kell megfigyelni, mely mikrométerrel is el van látva, úgy, hogy egy milliméternek századrésze megmérhető vele. A függély legnagyobb

része egy fémcsőben van, alsó része pedig egy üvegcsőben, úgy hogy a levegő mozgásának a függélyre semmi befolyása sem lehet.

A *mikrofont* is felhasználták a földkéreg mozgásainak megfigyelésére. Az ilyen mikrofonnak a közönségesnél súlyosabbnak kell lenni, hogy a talajra jól ráfeküdjön.

Rossi egy ilyen mikrofonnal egy solfatarában igen erős hangokat hallott.

A lassú oszcillációk megfigyelésére még ezeknél is érzékenyebb készülékeket használnak. Abbadie franczia tudós e végre egy 10 méter magas beton-oszlopot állított fel, melynek belseje 4 méter átmérőjű aknát képezett. Az akna szája el volt zárva egy rézlappal, melynek közepén 21 milliméter nagyságú nyilás volt, melyben 4 egymást keresztező platindrót volt kifeszítve. Az akna fenekén egy kőlapba illesztve állott egy vascsésze kéneső vel. A csésze felett egy 103 $^{m}/_{m}$ átmérőjű achromatikus lencse volt alkalmazva 10 m. gyujtó távolsággal. A lencse nem feküdt egészen szintesen úgy, hogy a 4 platindrót képe, melyet a kéneső tükre visszaadott, az oszlop tetején alkalmazott tükörben nem fedte a drótok közvetlen képét, hanem külön képet adott, melynek távolságát a közvetlen képtől megismerni lehetett. Ha a kéneső felülete mindig merőleges marad az akna tengelyére, akkor e távolság nem változhatik; de valójában azt tapasztalták, hogy az óráról-órára változik és ritkán egyenlő reggel az estelivel.

A készleteket a földkéreg mozgásának megfigyelésére szolgáló műszerekkel a múlt évben februárban kezdték meg és pedig Párisban a bányászati akadémián egy tromométerrel és egy mikroseismographal, a douai-i bányásziskolánál pedig egy tromométerrel.

A párisi tromométer csak igen gyenge mozgásokat jelzett, a douai-i állomáson nyert adatok sokkal érdekesebbek, mert azt látszanak bizonyítani, hogy a földkéreg hullámzásainak és rezgéseinek erősbödésével vagy gyengülésével emelkedik, vagy apad a bányalevegőnek gáztartalma is.

A kisérletek folytattatnak és adatai óránkint pontosan feljegyeztetnek a légnyomás, szélirány és hőmérsék változásaival együtt. A bányalevegő gáztartalmának kimutatását az Anzin-társulat Herin-bányája szolgáltatja.

A földkéreg mozgásainak megfigyelésére Franczia országon és Olaszországon kívül Japánban is vannak állomások, melyek észleleteiket rendesen feljegyzik, de csak a franczia douai-i állomás jegyzi egyszersmind a bányalég gáztartalmát is, úgy hogy a bányászatra nézve csak ennek megfigyeléseiből várhatók érdekes eredmények. A többi állomások feljegyzéseiből csak az konstatálható, hogy a föld kérge soha sincs teljes nyugalomban, folytonosan rezeg és e rezgések erősebbek télen, mint nyáron, valamint a földrengések is gyakoriabbak télen, mint nyáron. A hold állásának is van némi befolyása a földrengésekre, apály idejében gyakoribbak lökések, mint dagály idejében. A légsúlymérő állásának is van befolyása a földkéreg mozgására, valahányszor a légsúlymérő a középálláson alább száll, és ez állását egy pár napig megtartja, ilyenkor mindig gyakoribb rezgéseket jelez a tromométer is, míg a légsúlymérő magasabb állásánál a tromométer nyugodtabb.

Chancourtois jelentésének teljes fordítása megjelent a «Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der Bergakademien in Leoben und Přibram» múlt évi 4-ik füzetében, melyből azok, kiket a dolog érdekel, bővebb értesítést nyerhetnek.