

A tályagnál mélyebb rétegeket észlelnem Kolozsvár vidékén még nem volt alkalmam, a miért is adataimnak elősorolását ezuttal befejezem s záradékul még a térképhez mellékelt átmetszetre utalok, melyen mindezen rétegeknek viszonyai átnézetesen föl vannak tüntetve.

## A földtan és a vasut-építészet.

R. S. Október 10-én déli 12 órakor ment végbe a cs. kir. műegyetem rectorának ünnepélyes felavattatása, mely alkalmalmmal dr. Hochstetter, az újonnan megválasztott rector „a földtan és a vasut-építészetről“ alkalmi beszédet tartott, melyből a következőket vélünk közlendőnek.

Miután a szónok a bevezetésben megemlékezett volna a nap ünnepélyéről, áttért a földtan és a mérnöki tudományok egymás közötti viszonyához, s beszédét ekkép folytatá:

„A mai napokban a mérnöki szak hatalmas virágzását legelső sorban a haladó művelődés által szükségessé vált közlekedésben találjuk fel. Csak az újabb kornak, mely az emberi műveltségnek nagyszerű teremteseiben, alkotásaiban és a kitartásban gazdagabb, mint bármely más korszak, volt fenntartva a nyaktörő ösvényeket, az ó- és középkor rossz utait, folyamok és örvények áthidalása által, előbb ismeretlen műépítményekké átalakítani. De ha a Simplon v. Szt.-Gotthard út, a Juli és Brenner-utak és egyéb mások, joggal csodálkozást érdemelnek, mégis ezen művek mély árnyékba vettetnek a jelenkori Alpes-vaspályák által.

Miután Ausztria már 50 év előtt székvárosát, a főikötővel biró Trieszttel, az Alpeseken keresztül vaspályával összekötötte, s a hason. nehézségekkel készült Brenner-pálya a közlekedésnek átadatott volna, a szomszédállamok hozzá fogtak a Mont Cenis-alagút átfurásához, melyet jelenleg már készen látunk, míg a gotthardi alaguton erélyesen dolgoznak. Semmi akadály a természetnek sem képes többé az emberiséget, annak elhárításában feltartóztatni; a suezi földszoros átvágása, az amerikai sziklahegységeken átvezető óriási vaspálya, mely az atlanti és csendes tenger partjait összeköti, ennek élő tanu-

bizonyítványai; a panamai földszoros átfúrása és a Calais csatorna alatti alagút jövőben fogják ugyanazt tanúsítani. Így válnak a mérnökök által megfejtendő feladatok mindig egyszerűbbekké, s mindig újabb és újabb eszközök kívántatnak azok kiviteléhez.

A vállalatoknak tervről tervre emelkedő nagyszerűsége, melyeket a jelen technikája kivisz, abban áll, hogy mindig távolabb és távolabbra eső pontokat kíván legrövidebben összekötni; továbbá, hogy mindig mélyebbre és mélyebbre merészkedik a föld kérgébe behatolni, s mindig nagyobb és nagyobb mennyiségű anyagáthelyezéseket tesz szükségessé a föld felületén. Ez által a mérnöki munkálatok azonban okvetlenül földtani jelleget vesznek fel; s a földtan a technika nélkülözhetlen társává válik.

Bár képesek voltak a rómaiak út- és vízépitészeti-mérnökei, a földtan igénybevétele nélkül is boldogulni, s műveket alkotni, melyeknek nagyszerűségét töredékeikben és romjaikban mai nap is csodáljuk: a jelenkori mérnök a földtan ismerete nélkül többé nem létezhetik. A hol vasutak építéséről van szó, melyek egész földrészekben, a föld legmagasabb alpeszin keresztül vezetendők; a hol több mértföld hosszú alagutak építéséről van szó, melyek a hegy szívében, vagy a tenger feneké alatt hajtandók: ott első sorban földtani kérdések jönnek tekintetbe, a nélkül hogy a feladat technikai részére még gondolni is lehetne.

Igy nem kell többé csodálkozni azon, hogy újabb korban majd minden nagyobb szerű vasutvállalatnál, a földtan is vétetik igénybe. Utalok e tekintetben azon terjedelmes, tudományos természettani és különösen földtani előmunkálatokra, melyeket az egyesült államok kormánya, a Pacifcópálya kiépítése előtt 1853—1859-ig, a nyugati tartományokban elrendelt.

Egy csodálatra méltó, a legérdekesebb természettudományi közleményekhez tartozó, 13 vastag és gazdagon illusztrált mű, negyedrében, maradandó díszemléke a nyugati tartományok kutatására kiküldött nagy amerikai expedíciónak. Emlékeztetek továbbá b. Richthofen barátomnak korszakot képező kutatásaira, China keleti tartományaiban, 1868—1872, melyek kö-

vetkeztében ezen kitünő geologus, meggyőződött bizonyossággal képes volt kijelölni azon vonalat, melyen valaha a gőzmozdony, Yantsee és Ihwango torkolatától, Singafun, Ihamon és Kuldján keresztül, Közép- és Kelet-Ázsia tágas síkságain haladni fog, s azokat a jelenkori közlekedésnek meg fogja nyitni. Felemlíthetem tán itten saját földtani vizsgálódásaimat is, melyeket a török vasuti hálózat megállapítása alkalmából, 1869-ben tettem. Hasonló célból hivatott meg nem rég, a cs. k. földtani intézet geologusa dr. Tietze úr, a perzsiai vasutak érdekében, földtani vizsgálatokat tenni a Schah birodalmába.

De nem akarok egyedül oly példákra hivatkozni, melyek általános áttekintési földtani kutatásokra vonatkoznak, s melyek többnyire a vasuti vállalatok nyereszkesedési érdekeinél fogva tétetnek. Ily kutatásoknál t. i. rendszeren bányászati mellékvállalatok, vagy legalább olcsó s megfelelő építési anyagok feltárása, vezénylik a vállalatokat, s legcélszerűbb ily esetben, ha a mérnök szakemberekkel lép érintkezésbe.

De egészen máskép áll a dolog oly kutatásoknál, melyek a tervek valóságos kivitelére vonatkoznak, t. i. a vasuti vonalak kijelölése- és azok kiépítésénél. Itt többé nem elégséges néha-néha egy, a vállalattól távol lévő geologus tanácsát kikérni, s azt vagy követni vagy elvetni, a szerint, a mint az térveivel egyezik vagy összeütközik; itt a mérnöknek magának kell helyt állani, s könnyű bebizonyítani, mily fontossággal bír ekkor reá nézve a földtan ismerete. Csakis a földtani viszonyok helyes felfogása fogja őt vezérelni a legelőnyösebb yomjelzés (Trace) kijelölésére, és csak ez adhat neki útmutatást a terv kiépítésénél előforduló nehézségek és akadályok biztos meghatározására, nem pedig a helyszínelési viszonyok. Ezt a legtapasztaltabb és legkiválóbb mérnökök már régen elismerték, kik ép oly kitünő mérnökök mint geologusok, s kik a földtan fontosságát a mérnöki karnál erélyesen hangsúlyozzák. Például szolgáljon a hirneves alagút-mérnök Rziha Ferenc, a cs. k. osztrák vasuti vezérigazgatóság főmérnöke.

A geologiai viszonyok által feltételezett nehézségek kétféle természetűek lehetnek; ezek vagy azon anyag, t. i. kőzet-

és kőzetnemek természetes alkata által vannak feltételezve, melyben dolgozni kell, tehát petrográfiai viszonyok; vagy másodsor feltételezvék azok ezen kőzetek viszonylagos fekvése által, s ezek a stratigrafiai vagy geotektonikai viszonyok. Első tekintetben az anyag keménysége, szilárdsága, alkata és fekvése az építés kivitelére, annak tartóssága ellenben az épület fenntartására bir lényeges befolyással. A petrografia ismerete a mérnöknel tehát már ezért is megkívántatik, mivel ez ismerteti a kőzetek keménységi fokát, alkatát, tartósságát vagy elmállását; ezek tudatával pedig a kiépítés költségeit, a fabéllét erősségét, alagutaknál a falazatot, már előre lehet meghatározni; nem különben megítélhető ezen ismeretekkel az építő anyag, a töltésekhez szükséges kőzetnem helyes választása is, stb.

Számosak ugyanis azon esetek, hol a kőzet szilárdsága és tartósságának helytelen megbírálása következtében, hibás építmények készültek, s melyeknél ideje korán a szükséges mentő eszközökről nem gondoskodván, a vállalatok jelentékeny kárt szenvedtek; hasonló veszteséggel jár azon hiba is, ha a földnem minősége hamisan határozottat meg, mert a kiviteli költségek azután lényegesen változnak.

Grossethnel, Karlsbad mellett (eger-karlsbadi vonal) egy tél elegendő volt arra, hogy az agyagos Cyprispalából felhányt töltés annyira megpuhuljon, miszerint tavasszal mint egy hatalmas iszapfolyam a völgybe lefolyt. Feistritz-Rosesse mellett (szt.-péter-fiumei vonal) kék agyagban bevágásokat tettek, s a nyert agyagot töltések felhányására használták fel, azt sejtven, hogy az agyagnak ugyanoly tulajdonságai vannak, mint a kavicsnak. Nem csoda azonban, hogy a töltések, a helyett hogy emelkedtek volna, szélesedtek s csakis a leg-erősebb biztosítási építések voltak képesek az előbbi hibát, legalább megközelítőleg helyrehozni. Gráczból Magyarország felé vezető vasutnál ellenben, az alvállalkozók az által szenvedtek tetemes kárt, hogy az elővizsgálatnál a föld felületén levő földnem, puhasága miatt, kézi munkával mivelhetőnek ítéltetett meg, míg valóban ez csak elmállott kőzet volt (Agyagmárga, Opuka a harmadkori képződményekből), mely a mélységben csak lőporral volt repeszthető.

Attérek most a terep stratigrafiai és geotectonicus viszonyaihoz, melyek még nagyobb földtani ismereteket igényelnek, s melyek — a topografiai viszonyoknak teljes tekintetbe vételét első sorban feltéve — a mérnöknek mérvadók, nemcsak a vonal kijelölésénél, ha több nyomjelzés lehetősége forog fenn, hanem az egész tervezetnél is, mert amaz feltételezi emezt. — Már a vonal kijelölésénél szem előtt kell tartani a kivitel nemét és módját; s egy mérnök sem képes valamely vonalt helyesen kijelölni, a ki azt nem képes egyszersmind kiépíteni. — A mi e tekintetben az úgynevezett tereptanokban előfordul, az egy mérnök számára tökéletesen elégtelen. Az egyedül tudományos tereptan a földtan maga; mert ez magyarázza meg a felületképződés és a belső kőzetek alkatának természetes összefüggését; mutatja mikép a terepnek külső fejlődése csak a belső alkat következménye, mutatja mikép a elület viszonyai feltételezvék a belső kőzetek formációja és azok fekvési viszonyaitól, és mikép mindezen viszonyok, bármennyire állandóknak látszanak is a laicus szemében, mégis a legkülönfélébb változásoknak vetvék alája, melyeket áttekinthető korszakokban a víz és a levegő a föld felületére gyakorol. Képzeltető-e vasuti építés az alapzat rétegeinek, a kőzetek, a formáció és azon változások ismerete nélkül, melyeknek ezen tényezők alája vetvék? Bizonyára nem. Mindezen ismereteket azonban a gyakorló mérnök, rendszeres összefüggésben csak a földtanból sajátíthatja el; s azért nem is létezik egy külön vasuti-földtan, hanem csak azon egy földtani tudomány létezik, mely a föld felületének állapotáról és az azon előforduló tüneményekből az előbbi korszakok állapotait és tüneményeit ismerte fel; és most az utóbbiak tanulmányozása után minden tüneményt fontossággal megbírál, mely szemünk előtt tevékenységét nyilvánítja, s mely tán alig észlelhető változást idéz elő óránként, naponként, évtizedenként, de bizonyos, hogy az feltartóztathatlanul rombol és újra alkot.

Vegyünk most néhány esetet közelebbről szemügyre. Egyike a leggyakoribb hibáknak, melyek a földtani viszonyok kellő figyelembe nem vétele folytán hegyes vidékeken elkövetetnek az, hogy a vasuti nyomjelzés csúszó hegyol-

dalokon, kavics lavinákon, rohanó vadvizek meg nem szilárdult medréin keresztül jelöltetnek ki. Hogy ha ezután kivitelre kerül a dolog, a szépen kicirkalmazott keresztmetszetek után kiszámított köbtartalmak ábrándoknak bizonyultak be, s új kijelölés válik szükségessé, új szerkesztés kívántatik, mi mind idő és pénz veszteséggel van egybekötve, miről a mérnökök rendszerint nem igen gondoskodnak, miután azt vagy a vállalat szerencsés részvényesei, vagy az állam fizetik meg, s nem ritkán történik, hogy bizonyos önérzettel és kevélységgel utalják a laicust arra, hogy mennyire vitte a jelenkor technikája, képes lévén az előre nem látott akadályokat is elhárítani. — De mindezen bajok még sokkal csekélyebbek azokhoz képest, melyek csak akkor jönnek napfényre, ha a pálya már a közlekedésnek átadatott, mert akkor ismételt újra szerkesztések, nagyszerű erődítési munkálatok szükségese-  
sek, melyek többnyire alig képesek a veszedelmezt tökéletesen elhárítani. Ily tények eléggé bizonyítják, mily fontos a földtani viszonyok legbehatóbb tanulmányozása a vonalak választásánál, a kivitel nehézségeinek s az építmény fenntartásának meghatározásánál; mert a vonal választása és annak kiépítése, a pálya jövedelmezőségét kockáztathatja. A mi e tekintetben tehát sürgősen szükséges és mindenek előtt kívánható az, hogy a mérnökök magok nagyobb súlyt fektessenek a földtan tanulmányozására; továbbá hogy a vasuti vállalatok tökéletesen szervezett földtani személyzettel bírjanak. Legjobban képesítve volnának erre a mérnökök magok, kik elegendő földtani ismereteket sajátítanak el, s csak igen nehéz eseteknél szorulnának külön szakgeologus véleményét kikérni.

Ezt figyelembe is vették az utolsó évtizedekben a fontosabb vasuti vállalatok: így a cs. k. közoktatási és cs. kir. kereskedelmi ministeriumok egyezkedése folytán, Wolf Henrik bányatanácsos, a cs. k. földtani intézet geologusa 1872 óta mint földtani szakértő közreműködik az osztrák vaspályák cs. k. vezérfelügyelőségénél, s mint ilyen lényeges befolyással bírt az arlbergi és predili pályák tervezeténél, melyek első tervei, a földtani viszonyok behatóbb tanulmányozása folytán, lényeges módosításokat szenvedtek. Hasonló módon utalvák a szomszédállamokban a szakgeologusok a vaspálya-technikusokat tanácsosal elősegi-

teni, és a nyomjelzést még a kivitel előtt keresztmetszetekben előtüntetni; s elegendő esetben bizonyult be az, hogy a mit a geologus már a pálya kijelölésénél előre meghatározott, az a pálya kiépítésénél a természettel egyezőnek találtatott. Figyelmeztetek e tekintetben Greszli, schweitzzi geologus elismert érdemeire a hauensteini alagútnál, Mount Pleasant kialudt tüzokádó hegynek dr. Haast barátom által Uj-Seelandban eszközölt földtani felvételére, mely mint előmunkálat az 1861—1864-ig épült Moorhouse- vagy Lyttletown-alagúthoz történt. Ez utóbbi 8514 angol lábat tesz, a Banks-félsziget kialudt kraterából a kratersáncon keresztül vezet, és Lyttletown-kikötőjét Christehurchchal, Canterbury fővárosával, köti össze. Utalok végre a württembergi vaspályáknál készült példányszerű földtani keresztmetszetekre, s azon dicső osztályrészre, mely a Mont-Cenis és Gotthard alagutaknál a földtannak jutott.

Az újabb kor ezen legnagyobbyszerű vasúti vállalatai megérdemlik, hogy róluk még bővebben megemlékezzünk. A Mont-Cenis féle alagút 1857-ben megkezdve, 1870-ben befejeztetett, s az emberi munka legszebb diadala, mely csak a technika és a tudomány szerencsés egybevágása által vált lehetségessé. Bár a jelenben vagy a jövőben még nagyobbyszerű művek létesüljenek, az utódok, főkép a Mont-Cenis átfurása iránt fognak érdeklődni; mert itt vált legelőször szükségessé oly eszközökről gondoskodni, melyekkel ily nehézségeket le lehetne győzni. Nem akarok azon ábrándokról beszélni, melyeket azon istentelen kéznek óhajtottak, mely merészelné fogja a szent sziklát, a jéggel övedzett, népeket elválasztó hegyet átfúrni. Némelyek azt állították, hogy mély üregekre, mások, hogy megmérhetlen mélységű tavakra fognak akadni, s azután pokolbeli tüzet találni, s nem sok hiányzott, hogy az állatok számát is egy új szörnyvel nem gazdagították, mely az alpesek belsejét, az emberek vakmerősége ellen védelmezni akarná. Hanem a tudomány a művet kivihetőnek ítélte. Az ismeretes olasz geologus és szenator Angelo Sismonda Turinban, a hegy külső részeinek vizsgálásából, a tervezett alagút keresztmetszetét szerkeszté, és a mű a dicsőséges mont-cenisí mérnökök triumviratusa által: Sebastia Grandis, Germano Sommeiller és

Severino Grattoni által szerencsésen bevégezve, bizonyítá Sismonda adatainak tökéletes pontosságát. Itten tehát a földtan valóban fényesen helyt állott, és megérdemelt elégtétellel mondhatták a geologusok, az e felett csodálkozó munkásoknak, hogy a keresztülfurandó kőzetek természete előttük ismeretes vala, s hogy a tudomány szeme előtt áttetszők a hegyek.

A szónok végül buzdítván hallgatóit, a földtant a többi tudományokkal együtt buzgón tanulmányozni, összehasonlítva a műegyetemet egy gazdag érchegységgel, beszédét egy lelkes: „Szerencse fel“ köszöntővel fejezé be.

---