

Tudomány, történet

A SEMMI HATALMA 400 ÉVE SZÜLETETT AZ ELSŐ NÉMET KÍSÉRLETI FIZIKUS: OTTO VON GUERICKE

Kovács László

Berzsenyi Dániel Főiskola, Szombathely – e-mail: klaci@fs2.bdtf.hu

„De tudjuk azt is, hogy a 30 éves háborúban Németország lakossága lecsökkent egyharmadára. Ez nem történt meg egy országgal sem, egyik világháborúval kapcsolatban sem. Úgyhogy ebben az irányban sem okozott rosszabb állapotot a technika fejlődése, mint amilyen azelőtt volt.” – mondta az éppen 100 évvel ezelőtt született Wigner Jenő 1973-ban egy tévéinterjúban. Magdeburgban a lakosságnak csaknem ugyanekkora hányada pusztult el egyetlen nap alatt: 1631. május 10-én, amikor a császári seregek élén *Graf von Tilly* elfoglalta a várost, iszonyatos vérfürdőt rendezett, és a házakat tűzvész pusztította el. A 30 000 lakosból csak 10 000 élte túl a tragédiát. Szerencsére *Otto Guericke* városi tanácsnok életben maradt. Fogságba esett, ahonnét 300 tallér lefizetése után szabadult.

Azt gondolhatnánk, hogy a háborús időszak nem kedvez a tudományoknak. Többen vallják, és *Guericke* is példa rá, hogy a szorongatott helyzetek aktivizálják az értelmes embereket. Magdeburgot újjá kellett építeni: *Guericke*re a Hosszú-híd helyreállítását bízta. Mérnöki tudásának birtokában, részben saját pénzén, saját embereivel dolgozott. A *Guericke*-híd néhány tölgxfaoszlopa ala-

csony vízállásnál még manapság is előbukkan a Régi Elba vizéből az *Anna Ebert*-híd alatt. A szász, majd nemsokára a svéd elnyomás alól fel kellett szabadulni: *Guericke*t 1646-ban polgármesternek választották, és a város külügyminisztereként béketárgyalásokra küldték Osnabrückbe. 1649 és 1651 között Bécsben, 1652-ben Prágában teljesített diplomáciai szolgálatot. Mindezek után az 1653/54-es birodalmi gyűlés (*Reichstag*) utolsó napjaiban Regensburgban az enyhe lejtésű, szabadtéri színpadnak is kiváló Haidplatzon bemutatta az általa 1650 körül feltalált légszivattyúval az első nyilvános, nagyszabású vákuumos kísérletsorozatát. Még nem voltak féltékék és lovak, csupán megmérte a levegő súlyát, légritkított üveggömbben felhőt és szelet hozott létre, az üres tér segítségével üvegpalackot tört össze és ketős szökökutatót működtetett. A nézők között volt *III. Ferdinánd* császár, annak fia, *IV. Ferdinánd* római király, valamint számos fejedelem és diplomata. Ennek a kísérleti bemutatónak az emlékét néhány tabló őrzi a helytörténeti kiállításon, amely a Haidplatz közepén lévő Régi Városházán látható. Olvashatunk a kísérletekről a Regensburg-monográfiában is.

Guericke néhány kísérletét a gőzgép előfutárának tekintik. Az Arkhimédész-törvényt ő alkalmazta először gázokra, ez felvetette a léghajózás gondolatát. Mégsem gépek, hadi eszközök gyártása volt Guericke célja. Őt a skolasztikus felfogás ellen lázadó reneszánsz szellem vezérelte arra, hogy elképzeléseit berendezéseinek működtetésével bizonyítsa. A kivitelezésben már a barokk kor mozgalmassága, felfokozott méretei érvényesültek. Azt is mondhatnánk, hogy Guericke kiváló tanár volt. Alkalmazta azt a pedagógiai elvet, amelyet 200 évvel később Jedlik Ányos is hirdetett: a demonstrációs kísérletek legye-
nek nagyméretűek! Azért nem dicsérhetjük maradéktalanul Guericke-t, mert berendezéseinek egy részét – a vákuumot tartalmazó edényt, a barométer csövének alsó részét – esetenként elrejtette a nézők elől. Varázsló is volt, mint a görög papok Héron idejében.

*

Otto Guericke 1602. november 20-án (a jelenlegi naptár szerint 30-án) született Magdeburgban. Felmenői mindkét ágon fontos közéleti személyiségek, patríciusok voltak. 1617-től joghallgató volt Lipcsében, Helmstedtben és Jénában. 1623-tól a hollandiai Leidenben idegen nyelveket, erődítményépítést, csillagászatot és geometriát tanult. Ott ismerkedett meg az új természettudo-

mányos eszmékkel és a feudalizmus aktív ellenzőivel. 1624-ben 9 hónapos tanulmányútra indult: az észak-francia erődítményeket látogatta meg, majd Párizsba ment. 1626-ban bevásztották az Ősi Város, Magdeburg tanácsába. Különböző posztokon 50 évig szolgált a városát: mint említettük, 1646-tól

30 éven át polgármester volt. 1631-ben, a város lerombolása után rövid ideig svéd szolgálatba állt: Erfurtban mérnökként erődítményépítés volt a dolga. 1632-től részt vett Magdeburg újjáépítésében. Eredeti városrendezési tervét csak az újabb rombolás, a II. világháború után valósították meg.

1657 nyarán mutatta be világhíres kísérletét házának (Grosse Münzstrasse 6.) udvarán. A 35 cm átmérőjű félgömböket, a *magdeburgi féltekéket* 12 lóval húzatta. 1663-ban Berlin közelében, a Spree melletti Cölln-

ben Friedrich Wilhelm választófejedelmet szórakoztatta kísérleteivel. 1664-ben távcsövével üstököst figyelt meg. Ennek rajzát lengyel levelezőtársa, Stanislaus Lubienietzki közölte *Theatrum cometicum* c. művében.

1666-ban I. Leopold császártól nemességet kapott. Nemesi címerébe a császárra utaló koronát, nevébe pedig egy *u* betűt kért, állítólag azért, hogy a franciák ne szólítsák őt *zseriké*-nek.

1681-ben Magdeburg behódolt a brandenburgi nagy választófejedelelem, Friedrich



1. ábra • Guericke arcképe
(Cornelius Galle rézmetszete)

Wilhelm előtt. A városban pestisjárvány ütött ki, Guericke ezért a fiához költözött Hamburgba. 1686. május 11-én, Hamburgban halt meg. Július 2-án harangzúgás kíséretében helyezték el hamvait a magdeburgi Johanskirche kriptájában.

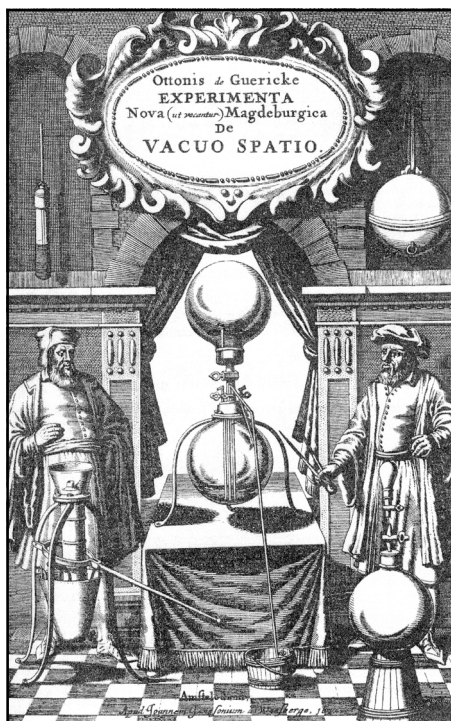
Az új magdeburgi kísérletek

Guericke fő műve 70 éves korában, 1672-ben jelent meg Amszterdamban (*Experimenta nova (ut vocantur) magdeburgica de vacuo spacio, Amstelodami, Apud Joannem Janssonium à Waesberge, Anno 1672*). Az Új, úgynevezett magdeburgi kísérletek az üres térről kéziratok már 1663. március 14-én készen voltak, mint ez a könyv végén szerepel.

Az Eötvös-törvény, Eötvös-hatás megnevezéseket német fizikusok vezették be. Ehhez hasonlóan a magdeburgi kísérletek elnevezést Caspar Schott, tudós würzburgi szerzetes alkalmazta először. Guericke voltaképpen őt idézi. Művének már a címlapján hivatkozik Schott kísérleteire.

A már említett regensburgi eszközöket 1654 májusában a helyszínen megvásárolta Guericke egyik támogatója, *Johann Philipp von Schönborn* kancellár és mainzi hercegprímás, hogy további vizsgálatokra tudósa számára a palotájába, Würzburgba vigye.

Schott 1656-ban levelezni kezdett Guerickevel, megismerte kísérleteinek gondolati hátterét, használta az új eszközöket, és 1657-ben kiadott *Mechanica hydraulico-pneumatica* c. könyvében ismertette is azokat. Ebben a könyvben jelent meg először az első változat, az úgynevezett nulladik építési módú légszivattyú rajza és leírása. Ez azért nagyon fontos, mert Robert Boyle 1657–58-ban olvasta Schott művét. Megépítette, sőt továbbfejlesztette Guericke légszivattyúját. Kísérleteiben nemcsak ritkította, hanem össze is nyomta a levegőt, és megalkotta a Boyle(Mariotte)-törvényt. (Az angol szakirodalom csak Boyle's law-nak nevezi ezt az



2. ábra • Az 1672-es Experimenta Nova, Guericke fő művének címlapja

összefüggést.) Boyle *New Experiments, Physico-Mechanical...* kezdetű, hosszú című írásában hivatkozik a légszivattyú feltalálójára, Guericke-re.

Ugyancsak Schott könyvéből, a *Technica curiosa* című, 1664-ben kiadott vákuumtechnikai alapkönyvből ismerhette meg a világ a magdeburgi félgömbökkel és lovakkal végzett híres kísérletet.

Guericke már a lovak befogása előtt is látványosan bizonyította az üres tér létrehozásának lehetőségét. Érdekes megoldásokat alkalmazott: nemcsak létrehozta az üres tereket, hanem tárolta is azt. Azt mondhatjuk, hogy előre gyártott vákuummal dolgozott. Légszivattyújával először csappal ellátott üveg- vagy rézgömbből szívta ki a levegőt. A kérdéses eszköze: a féltekékre, a könyvének címlapján szereplő kettős szökőkútra, az

embereket a levegőbe emelő csodahengerre: a gőzgép ősére és a szélpuskára az üres teret tartalmazó gömböt csatlakoztatta. A vákuumot áttöltötte a szükséges helyre. Ezt a módszert alkalmazta expanziós ködkamrájában a 20. század elején Wilson is.

Az a szép, hogy Guericke a munkát nem a nagyobb nyomású tartály, hanem a levegőtenger energiájával végeztette. Lefelé tért el a környezet nyomásától, nem felfelé. *Kürti Miklós* hangoztatta, hogy spontán felmelegedések előfordulhatnak, azonban ha valahol a környezeténél hidegebb helyet, rendezettebb állapotot találunk, ott értelmes lény tevékenységét kell keresnünk. Ilyen értelmes lény volt Guericke. Fizikatörténészek próbálják megfejteni sikereinek titkát. Azt mondják, hogy a légszivattyúhoz az alapötletet a tüzek oltásához használt vízpumpa adta, a kivételéhez rendelkezésére álltak a jó szakemberek, és Guericke vagyonos ember volt. (Kísérleti berendezéseinek értékét évi polgármesteri fizetése százszorosára, 20 000 tallérra becsülték.) Tüzet azonban más is oltott, vagyona másnak is volt. Az új felfedezésekhez kivételes szellemi erő, mélyen gondolkodni tudó ember kell.

Az összetapadó magdeburgi féltékek csak egyetlen kimagasló csúcsa Guericke teljesítményének. Ő nemcsak létrehozta a légüres teret, hogy a féltékekkel bizonyítsa a bennük lévő semmi hatalmát, hanem igazi kísérleti fizikushoz méltóan alaposan tanulmányozta ezt az új fizikai állapotot.

Alig hiszi el az ember, hogy azokat a kísérleteket, amelyeket középiskolában, az egyetemi bevezető fizika kurzuson a vákuummal kapcsolatban manapság is bemutatunk, 350 éve már mind láthatták az érdeklődők Magdeburgban. Ha a búra alatt vákuumot létesítünk, akkor a lazán felfújt disznóhólyag (manapság lufi) kigömbölyödik, a gyertya elalszik, a rézsúlyos-üres üveggömbbel terhelt kétkarú mérleg az üveggömb felé billen, a ketyegő óra elnémul, a vízszög ma-

gasba szökken. A madarak viszont elpusztulnak, a vízben úszó halak elfeksznek a fenéken vagy a felszínen. (Ezt már nem szoktuk bemutatni!) Guericke 5-6 halfaj különböző viselkedését, majd a levegő újbóli beeresztésakor a feléledését is megfigyelte.

Guericke a levegő és az üres tér bűvöletében élt. Mindent, amit csak lehetett, megvizsgált vele kapcsolatban. Ahogy Eötvös Loránd *gravitációs* torziós ingájával mérte, hogy a *radioaktív anyagok* nem vonzanak másképp, és ugyanúgy nem árnyékolják le a gravitációs teret, mint az inaktív anyagok, Guericke megállapította például, hogy a mágneses erők az üres téren át is hatnak.

Nem kerülte el figyelmét az a tény sem, hogy a légnyomás értéke az időjárástól függően változik. Ő volt az első meteorológus. Készített 10 m magas vízbarométert légüres térrel és szobai barométert rugalmas falú edénnyel, légritkított térrel. Meteorológiai figyelőszolgálatot épített ki. Szobai barométeréből küldött fiának Hamburgba és ismerősének Berlinbe. Azután összevetette a tapasztalatokat. Megállapította az uralkodó nyugat-keleti frontáthelyeződést. 1660. december 3-án barometerei állásának gyors süllyedéséből előre megjósolta egy vihar kitörését. Felment a Harz-hegység tetejére, a Brockenre, hogy bizonyítsa a légnyomásnak a magasság növekedésekor bekövetkező csökkenését. Légritkított, párás gömbjében szivárványt hozott létre. Guericke könyvének csupán a harmadik fejezete szól saját kísérleteiről. Az első a geo- és heliocentrikus világképeket, a második magát az üres teret tárgyalja. A további fejezetek a világerőkről (szabadesés, mágnesség, elektromosság), a Földről, a Holdról, a bolygórendszerekről és az állócsillagokról szólnak. Guericke világ-felfogását talán fejlettebbnek tarthatjuk, mint Kopernikuszét. Kopernikusz szerint egy zárt gömbhéjban vannak az állócsillagok, a magdeburgi polgármester világképében a végtelenségbe nyúlik a csillagok világa.



3. ábra • Az eredeti magdeburgi féltekék és egy eredeti Guericke-féle légszivattyú a Deutsches Museumból (Fotó DM)

Guerickét az izgatta, mi van a bolygók és a csillagok között. Üres tér? Ha ott létezik, akkor itt a Földön is létre lehet azt hozni. Ugyanígy a kozmikus gondolatok tették őt az elektrosztatika Kolumbuszává (csaknem egy időben Amerika felfedezésével).

Milyen erők tartják a tárgyakat a Föld felszínén? A nagy előd, Gilbert, mágneses erők-re gondolt. Guericke az elektromos erőket tette felelőssé, ill. ezzel szemléltette a vonzás tényét. Épített is Föld-modellt üveggömbbe öntött olvasztott kénből. A kén megszilárdulása után az üveget összetörte, a gyermekfej nagyságú kengelyöt tengellyel átszúrta, állványon forgatta, és száraz kezét rátette. Az elektromosan feltöltött kengelyő papírszeleteket, tollpíhéket vonzott magához, majd eltaszította azokat. „És azok csak akkor tudtak újra a kengelyőhöz ugrani, ha előbb a Földdel vagy valamilyen más tárggyal

érintkeztek”. – állapította meg. A kengelyő függőleges helyzetű tengellyel kézben tartva a tollpíhéket átlebegtette a szobáján. Észlelte a csúcshatást. A *Leibnizcel* folytatott levelezése után megfigyelte a golyó felmelegedését és az átpattanó elektromos szikrát is.

Guericke-év Magdeburgban

Magdeburg ünnepel: a 400 éves évfordulón egy év alatt mintegy nyolcvan esemény idézi a város nagy fiának emlékét. A főrendező, az *Otto von Guericke Társaság* mindenre gondolt. Kísérleti bemutatók és vándorkiállítás nemcsak Németországban, hanem Európaszerte (így Budapesten is az Elektrotechnikai Múzeumban), bélyeg- és éremkiadás, a népszerűsítő és tudományos művek hosszú sora: filmnovella, játékfilm, CD, az *Experimenta nova* eredeti latin nyelvű facsimile megjelenítése, a német fordítás újraindítása, előadássorozatok, hangversenyek, megemlékezések és koszorúzások voltak és lesznek. Két eseményen mi is részt vettünk.

Vezetővel végigjártuk a 11 állomásból álló, jelzett Guericke-útvonalat, a *Guericke Meile*-t. (Bárcsak Budapesten is lenne jelzett Eötvös-útvonal a Svábhegytől a Geofizikai Intézetet át a Kerepesi temetőig).

A Guericke Társaság egyik főhadiszállását, a felújított, kibővített középkori erődítményben, a *Lukasklausé*-ban rendezett *Otto von Guericke Múzeumot* mutatjuk be most. Guericke dolgozószobájában korabeli, azaz 17. századi a faragott gerendás mennyezet, az asztal, a földgömb, a csillagászati távcső, a kronométer. Utánépítés a díszes szobai barométer, a légszivattyú. Eredetiek a könyvek: Gilberté, Schotté, Guerickéé... A termekben, az udvaron, a lépcsőházban szakszerű vezetéssel láthattuk, elvégezhetjük a legjelentősebb Guericke-kísérleteket. A mérések megfelelnek az eredeti elrendezéseknek, a vákuumot azonban modern légszivattyúkkal állítják elő. A Guericke-boltban könyvek, CD és sok-sok emlék vásárolható.

2002. május 21-én, halálának az új naptár szerinti évfordulóján az újjáépített, márvány-táblákkal, Guericke mellszobrával díszített hűvös kriptában a magdeburgi Guericke Egyetem és az Otto-von-Guericke-Gesellschaft e. V. koszorúzási ünnepséget rendezett. A magyar fizikusok és fizikatanárok nevében mi is leróttuk ott kegyeletünket.

Kulcsszavak: *Guericke, kísérleti fizika, vákuum, légszivattyú, magdeburgi fél-gömbök*

Irodalom:

Bauer, Karl (1994). Regensburg. Buchverlag der Mittelbayerischen Zeitung

Czógler Alajos (1882). *A fizika története életrajzokban*, Magyar Természettudományi Társulat, Bp.

Kauffeldt, Alfons (1954). *Otto von Guericke*. Wissenschaft und Technik 49. Urania, Leipzig/Jena

Monumenta Guericiana, Zeitschrift der O-v-Gue-

ricke Gesellschaft (2002). Festschrift, Heft 9/10 Magdeburg

Otto von Guericke (1996). *Neue Magdeburger Versuche über den leeren Raum*, VDI Verlag, herausg. Fritz Krafft, Düsseldorf

Schneider, Ditmar (1997). *Otto von Guericke*, Teubner, Stuttgart-Leipzig

