

Tło historyczne: Otto von Guericke

Okolo roku 400 p.n.e. Arystoteles stwierdził, że żadna próżnia czy pustka nie może powstać naturalnie w kontekście atomistycznej teorii świata Demokryta. Arystoteles poparł swoją tezę wieloma argumentami, na przykład twierdząc, że natura wykazuje ogromną niechęć do pustki. Ta dyskusja ponownie „wybuchła” w XVII wieku. Podczas gdy Galileusz, Torricelli i Pascal pracowali we Włoszech i Francji, burmistrz Magdeburga, miasta położonego w środkowej części Niemiec, przeprowadził kilka eksperymentów dotyczących próżni. Ten człowiek, Otto von Guericke (1602-1686), był przekonany, że próżnia musi zaistnieć w pomieszczeniu, z którego wypuści się powietrze lub wodę. Na początku próbował wypompować wodę z drewnianej beczki, jednakże bez oczekiwanego efektu. Naczynie szybko pękło pod wpływem ogromnej siły ciśnienia atmosferycznego (Rys. 1).



Rys.1. Doświadczenia z drewnianą beczką oraz metalowymi półkulami (Guericke 1672,74).

Mimo to, największym osiągnięciem Guericke był wynalazek pompy próżniowej. Przy jej pomocy wypompował on powietrze z metalowego naczynia i wytworzył w nim próżnię. W końcu udało mu się zbudować na tyle stabilne naczynia, że pozwoliło mu to przeprowadzić kilka niezwyklej eksperymentów. Przedstawił swoje słynne doświadczenie z dwiema metalowymi półkulami – Półkulami Magdeburgskimi – przed niemieckim władcą oraz Parlamentem w Regensburgu w 1661. Było to dla niego ogromną szansą i przyniosło mu uznanie oraz akceptację jego twierdzeń dotyczących próżni. Na grawerunku wykonanym przez Jezuitę Caspara Schotta, który w 1672 opublikował dzieło Guericke *Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio* (Rys.2) można dostrzec osiem koni po obu stronach półkul. Pod dozorem kilku obserwatorów konie próbują rozdzielić dwie miedziane półkule, ale nie udaje im się to. Siła zewnętrznego ciśnienia atmosferycznego była większa niż 16 koni mechanicznych. Mimo tego, że w rzeczywistości średnica każdej półkuli wynosiła 43 centymetry i nie była tak duża, jak wskazywałyby na to obrazek, ten mistrzowsko „odegrany” eksperyment oraz jego wyniki odpowiedziały na jedno ważne pytanie dotyczące świata: istnieje próżnia i można ją wytworzyć i zbadać przy pomocy odpowiednich przyrządów.

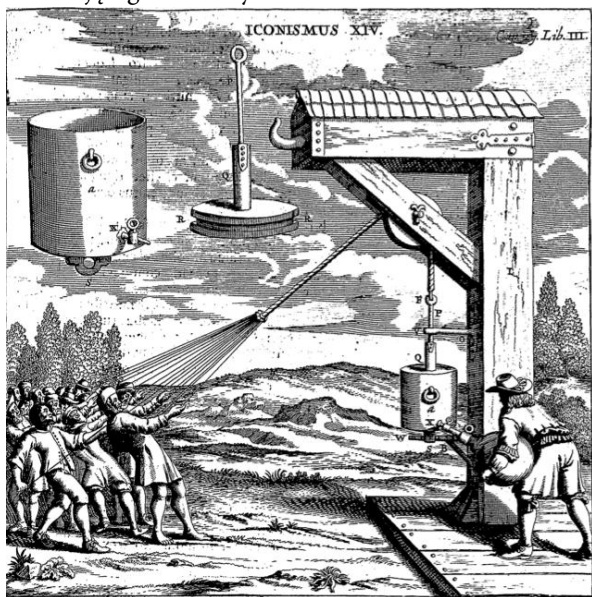


Rys. 2. Strona tytułowa “Vacuo spatio” Guericke. Po lewej stronie zauważyć można pompę próżniową (Guericke 1672).



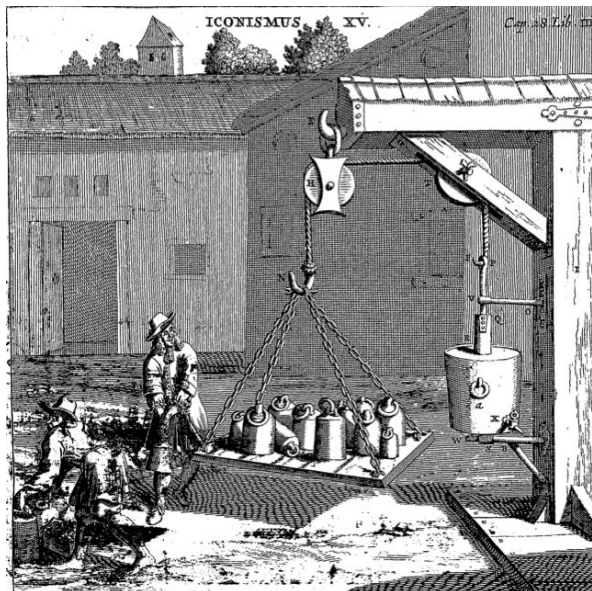
Rys.3. Grawerunek autorstwa Caspera Schotta, 1658 (<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magdeburg.jpg>, 19.2.2013)

Guericke zmienił eksperymentalny zestaw oraz podstawowe założenia na kilka różnych sposobów. Zamiast 16 koni użył kilku mężczyzn, a później różne „ciężary”, aby określić wartości siły utrzymującej podobne naczynie cylindryczne (Rys. 4 i 5) czy raczej siłę zewnętrznego ciśnienia atmosferycznego naciskającego na naczynie.



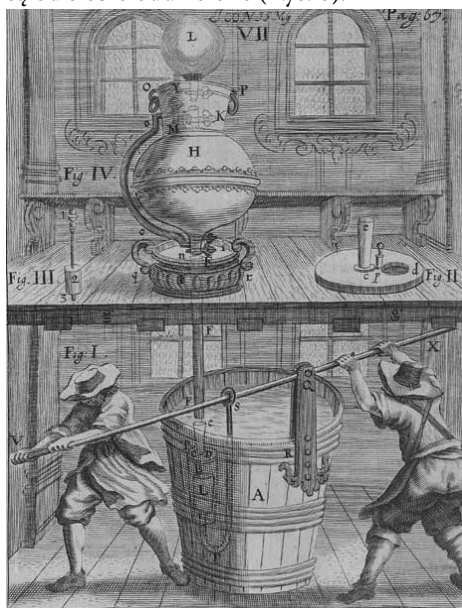
Rys. 4. Doświadczenie pokazujące siłę próżni (Guericke 1672, 109).

Na rysunku 4 można zauważyć tworzenie scenarii. Za pomocą cylindrycznego naczynia oraz odpompowanej kuli jeden człowiek jest w stanie zrównoważyć zastosowaną siłę około dziesięciu ludzi z lewej strony.



Rys. 5. Doświadczenie mające na celu określenie wartości siły próżni (Guericke 1672,74).

Jednakże, to czego nie da się dostrzec, to praca, która musi zostać wykonana, aby przeprowadzić to doświadczenie. W swoim dziele *Technica curiosa* Schott obrazuje ustawienie, w którym pokój z pompą próżniową, w którym wykonywane jest doświadczenie są od siebie oddzielone (Rys. 6).



Rys. 6. Pompa próżniowa Guericke, drugi projekt. (Schott 1664, Pars secunda – Experimenta Magdeburgica nova, Caput XXV, Iconismus VII)

Pompa próżniowa, znajdująca się pod pokojem doświadczalnym, oraz mężczyźni, którzy ją obsługiwali nie byli widoczni dla publiczności, która siedziała na ławkach w pokoju wyżej. Podczas gdy prawdopodobnie pojedynczy eksperymentator przedstawiał zjawisko bez wysiłku, przedstawieni bez widoku twarzy, ciężko

pracujący mężczyźni pozostali niewidoczni (zob. Hentschel 2008).

Mimo to, dla Guericke zjawisko próżni nie ograniczało się jedynie do Ziemi. Uważał raczej, że próżnia wewnątrz półkul jest tym samym, co wypełnia wszechświat. Teorie Mikołaja Kopernika (1473-1543) i Johannes Keplera (1571-1630) w podobny sposób zakwestionowały dogmat Arystotelesa dotyczący sfer niebieskich, jednak wiele problemów wciąż pozostało nierozwiązanych. Wyjaśnienie ruchu planet bez pomocy sfer Arystotelesa i wyniki badań oraz wnioski płynące z pracy Kopernika nasunęły inny problem: jeśli gwiazdy znajdują się tak daleko, jak twierdził Kopernik, to jaka substancja jest między nimi? Wiele wstępnych wyjaśnień nie wytrzymało dalszych badań, np. keplerowska próba wyjaśnienia ruchu planet w nawiązaniu do siły podobnej do siły magnetycznej. Badania Guericke również dołączyły do tej dyskusji. Około roku 1663 skonstruował siarkową kulę ziemską, którą można było obracać i pocierać dłonią. Dzięki temu pocieraniu piłka była naładowana elektrycznie i mogła przyciągać przedmioty, takie jak lekkie pióra.



Rys. 7. Siarkowa kula ziemiska (Guericke 1672, 129).

Ponadto, małe przedmioty przyklejały się do kuli. Dla Guericke to właśnie wyjaśniało dlaczego atmosfera ziemiska nie odpływa i wszystko na powierzchni Ziemi obraca się wraz z nią. Jego próba wyjaśnienia zarówno ruchu atmosfery ziemskiej, jak i ruchu gwiazd była oparta na analogiach i poglądach animizmu. Siarkowa kula była zaprojektowana po to, aby przedstawiać Ziemię. Według Guericke, Ziemia miała na celu gromadzić lub przyciągać cały złączony lub szkodliwy materiał w jej otoczeniu.

Casper Schott był pierwszą osobą, która opublikowała opis doświadczeń Guericke jako załącznik do swojej własnej pracy *Mechanica hydraulico-pneumatica* z 1658 roku. W efekcie, jego doświadczenia były znane pośród innych Jezuitów, tak samo jak świeckich eksperymentatorów i techników. Podczas gdy Schott był wielkim zwolennikiem Guericke i wymienił z nim wiele listów dotyczących nowych problemów i badań, jego mentor, Athanasius Kircher owym zwolennikiem nie był. Kircher był wybitnym

jezuickim badaczem i wierzył, że to Bóg wypełnia wszystko, a zatem próżnia nie jest możliwa pomiędzy Ziemią i stałą sferą gwiazd, jak i wewnątrz metalowego naczynia. 'Dziura' w Boskim dziele była nie do pomyślenia!

Mimo to, Guericke dążył do kolejnego celu innego niż inni filozofowie naturalni czy naukowcy. W odróżnieniu od tradycyjnego dowodzenia, nie wierzy on teoretycznym pracom znanych badaczy, lecz dowodom doświadczalnym. Współczesny mu badacz, Blaise Pascal (1623-1662) podzielał jego opinię w tym zakresie. Napisał, że „eksperymenty są jedyną podstawą fizyki, a także eksperymenty są „prawdziwymi mistrzami”, za którymi należy podążać w fizyce” (Attali 2007, 167). Ta relacja rzuciła nowe światło na pytanie jak rozwijała się wiedza oraz jak w ogóle podchodzić do nauki. Guericke próbował wyodrębnić zjawisko próżni. Przy pomocy kilku przyrządów był w stanie odtworzyć to zjawisko w sposób dobrze ukierunkowany i bardzo łatwy na pierwszy rzut oka. Pod hasłem jego umiejętności doświadczalnych kryło się zarówno jego wyszukane przeprowadzanie eksperymentów, jak i ich publikowanie i uznanie współczesnych mu badaczy. Półkule magdeburskie oraz pompy próżniowe Guericke są istotne dla zasadniczej i znaczącej zmiany w historii nauki.

Podziękowanie:

Niniejsza praca została wzbogacona dzięki wizycie w Muzeum Otto von Guericke w Magdeburgu w lutym 2013.

Literatura:

- Attali, Jacques (2007): Blaise Pascal: *Biographie eines Genies*. Stuttgart: Klett- Cota.
- Guericke, Ottonis de (1672): *Experimenta Nova (ut vocantur) Magdeburgia de Vacuo Spatio*, Bd.II/1/1, Waesberge, Amsterdam. http://www2.ohmhochschule.de/bib/textarchiv/Guericke.Vacuo_Spatio.pdf (04.03.2013)
- Hentschel, Klaus (2008): *Unsichtbare Hände. Zur Rolle von Laborassistenten, Mechanikern, Zeichnern u. a. Amanuenses in der physikalischen Forschungs- und Entwicklungsarbeit*, Stuttgart, GNT.
- Schott, Caspar (1664): *Technica Curiosa [...]*, <http://diglib.hab.de/wdb.php?dir=drucke/125-52-quod> (4.3.2013)

Tło historyczne: Otto von Geuricke zostało napisane przez Sebastiana Korffa, przy wsparciu Komisji Europejskiej (projekt nr 518094-LLP-1-2011-1-GR-COMENIUS-CMP) i Uniwersytetu we Flensburgu, Niemcy. Publikacja odzwierciedla jedynie poglądy autorów i Komisja Europejska nie może być odpowiedzialna za jakiegokolwiek wykorzystanie oparte na informacjach w niej zawartych.