

Ivo Kraus

Otto von Guericke - 400 let od narození

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 47 (2002), No. 4, 333--339

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/141148>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2002

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Otto von Guericke — 400 let od narození

Ivo Kraus, Praha

Místo ani dobu svého narození si nevybíráme, i géniové mohou přijít na svět, když právě mlčí múzy. Magdeburský starosta a univerzální učenec Otto von Guericke (1602–1686) začal plnit své poslání při evropské katastrofě nazývané historiky „třicetiletá válka“.

Aristotelovo tvrzení, že příroda má strach ze vzduchoprázdna (*horror vacui*), se hodilo stejně dobře starověkým filozofům jako křesťanským teologům: Bůh nestrpí vakuum, protože by to odporovalo jeho stvořitelské všemocnosti. Tak jednoduše se dalo vysvětlit, proč do válce pumpy, jejíž píst zvedáme, ihned stoupá voda. Tlačí ji Bůh. Nemůže přece dopustit, aby pod pístem zůstalo Nic.

Jak byl objeven atmosférický tlak

Bezprostřední příčinou objevu atmosférického tlaku bylo prý přání toskánského vévody mít ve svých florentských terasovitých zahradách výkonné nasávací pumpy. Přestože přístroje zhotovili zkušební mistři pumpaři, podařilo se vodu nasát pístem pokaždé jen do výšky asi 10 m; pak vznikla mezi pístem a hladinou vodního sloupce v potrubí prázdnota.

Když o vysvětlení požádali Galilea Galileiho (1564–1642), dověděli se, že příroda sice prázdňý prostor nemá ráda, ale jen do určité míry. Na velikost této *míry* přišel v roce 1643 (možná ale až o rok později) Evangelista Torricelli (1608–1647), Galileův nástupce v úřadě dvorního florentského matematika. Svou představu, že za vytvoření prázdňého prostoru odpovídá tlak vzduchu, potvrdil známým pokusem se skleněnou trubicí naplněnou rtutí. Její sloupec měl nezávisle na rozměrech nádoby i průřezu trubice vždy výšku cca 760 mm; nad ním vzniklo vakuum. Ideu experimentu vymyslel Torricelli, provedl ho však Galileův žák Vincenzo Viviani (1622–1703). Pokusem byla dokázána jak existence vakua, tak i skutečnost, že atmosféra působí na všechny předměty podobně jako kapalina.

Žijeme na dně vzdušného moře, atmosféry. Na každý čtvereční centimetr působí síla 9,81 N daná hmotností vzduchového sloupce nad tělesem. Čím výše budeme stoupat do hor, tím méně bude nad námi vzduchu, tím menší bude atmosférický tlak. Lidské tělo má povrch asi 1,5 m², atmosféra na ně tedy působí silou 147 kN. Stejný tlak jako na povrchu těla je i uvnitř. Oba se vyrovnávají především ústy a nosem. Při rychlém stoupaní vzniká v těle přetlak, který vyvolává hučení v uších a někdy i krvácení.

Prof. RNDr. IVO KRAUS, DrSc. (1936), Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT, Břehová 7, 115 19 Praha 1.

Díky Torricellimu bylo podivné chování pump v zahradách toskánského vévody rozřešeno. Voda vystupovala za pístem jen tak dlouho, dokud její sloupec netlačil na spodní hladinu silou větší než atmosféra.

Několik let po Torricellim stanovil velikost atmosférického tlaku také Otto von Guericke (1602–1686). Jako tlakoměrnou kapalinu však místo rtuti o hustotě $13\,600\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ použil vodu. Její sloupec v jedenáctimetrové trubici vystoupil do výšky 10,33 m ($13,6 \times 0,760\text{ m}$), při jasném počasí ještě o něco více. Bouřka se naopak hlásila výrazným poklesem. V německé literatuře se v této souvislosti mluví o první vědecké *předpovědi nečasů* (Unwettervorhersage). Do fyzikálních učebnic se ale magdeburský starosta dostal za vynález mechanické vývěvy. Bez ní by totiž mohl provádět své pokusy s vakuem jen v prostoru nad hladinou rtuťového nebo vodního sloupce.

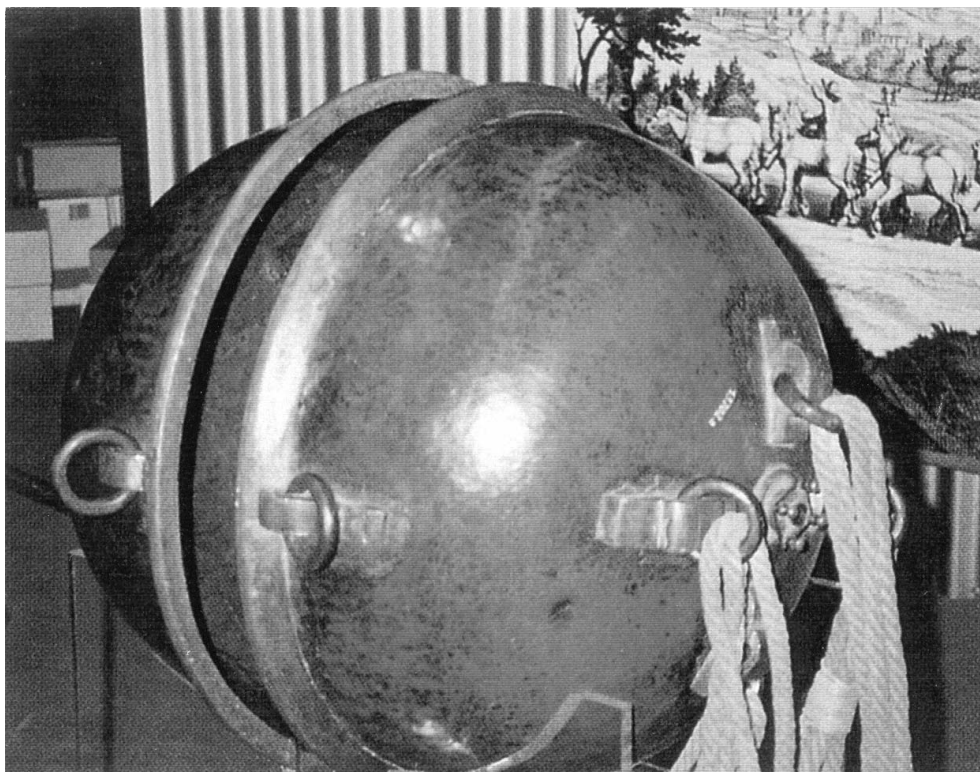
Město Guerickových činů

Přestože je Magdeburk zmiňován už v časech vlády Karla I. Velikého (805), evropská historie ho bere na vědomí teprve jako sídlo císaře Otty I. (912–973), zakladatele Svaté říše římské národa německého. Za Ottova panování vznikl klášter sv. Mořice, po roce 968 přeměněný na arcibiskupství. Díky tomu se Magdeburk dostal do životopisu našich světců sv. Vojtěcha (957–997) a zakladatele premonstrátského řádu sv. Norberta (zemřel asi 1134). Vojtěch navštěvoval tamní církevní školu (972–981), magdeburský arcibiskup Norbert, primas Germanie, byl na jaře 1627 prohlášen za českého patrona; jeho ostatky jsou od té doby uloženy ve Strahovském klášteře. Za třicetileté války obléhala protestantský Magdeburk vojska maršála Tillyho, vrchního velitele armád Ferdinanda II. Podle svědectví současníků se „císařští vojáci zapsali páchanými ukrutnostmi ve zlou paměť“. Město téměř do základů vyhořelo a počet obyvatel poklesl o 15 až 20 tisíc. Než se Magdeburk z pohromy zcela vzpamatoval, psali kronikáři už letopočty osmnáctého století.

Jak to bylo s magdeburskými polokoulemi?

To, co se o nich píše, je většinou zjednodušené a nepřesné. Tak např. při zasedání říšského sněmu v Regensburgu (1654) Guericke žádné pokusy s přesně přiléhajícími dutými polokoulemi, z nichž byl vyčerpán vzduch, ještě neprováděl. Je ale jisté, že urozeným divákům ukázal svou vývěvu, seznámil je s principem vodního barometru, vysvětlil, proč vzniká vítr a mraky, předvedl vážení vzduchu a implozi skleněné nádoby působením atmosférického tlaku.

První magdeburské polokoule jsou doloženy až v roce 1656. Byly měděné, měly průměr asi 20 cm a o jejich roztržení se pokusilo šest magdeburských hromotluků. Přes bouřlivé povzbuzování početného publika prý zklamali. Dá se spočítat, že nemohli mít sílu ani 3000 N.



Obr. 1. Magdeburské polokoule z roku 1663 v expozici mnichovského Německého muzea.

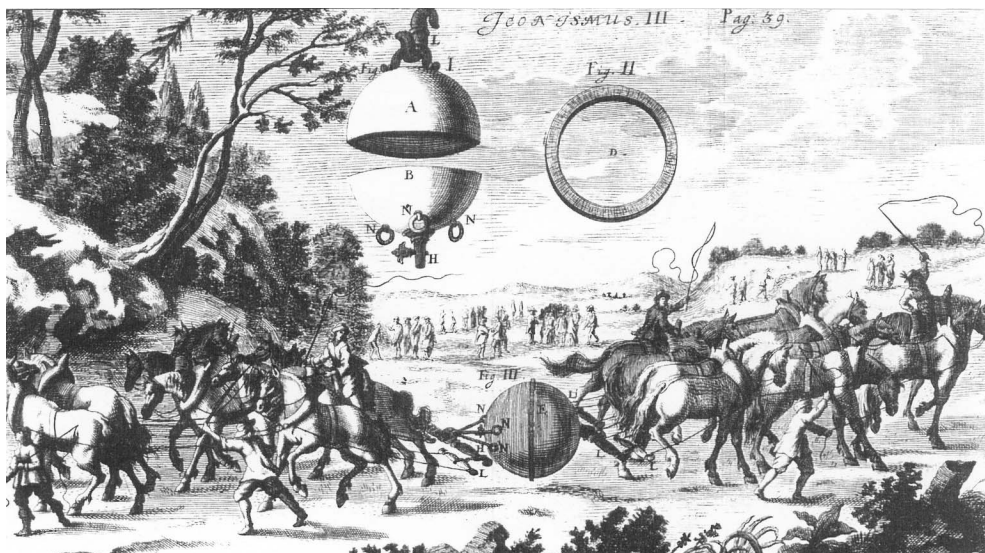
Následující rok účinkovalo na dvoře Guerickova magdeburského domu 12 koní. Také selhali. Na zdolání atmosférického tlaku, který spojoval polokoule o průměru 35 cm, byla potřeba síla 10 000 N.

Magdeburské polokoule používané po roce 1661 měly průměr asi 60 cm a tloušťku stěny měděného plechu 2 cm. Atmosférický tlak nepřekonal ani 2 × 8 koní. Jejich tahová síla byla zřejmě menší než 28 000 N.

Kdyby Guericke připevnil jednu polokouli silným lanem ke zdi, vystačil by při svých pokusech vždy s polovinou koní. Později nechal postavit dva metry vysokou „šibenici“, na ni zavěsil spojené polokoule a ty postupně zatěžoval. Pak už nešlo o představení, ale o seriózní výzkum.

Guerickův experiment je atraktivní podívanou dnes stejně jako před čtyřmi sty lety. U nás ho předvedl poprvé profesor lékařské fakulty pražské univerzity Jan Antonín Scrinici na nádvoří břevnovského kláštera při návštěvě císařovny Marie Terezie v roce 1754.

Kdo neměl příležitost být očitým svědkem *magdeburských experimentů*, mohl si o nich přečíst v knihách *Mechanica hydraulicopneumatica* (1657) a *Technica curiosa* (1664), které vydal ve Würzburgu profesor filozofie a matematiky Gaspar Schott. Další z evropských učenců, s nimiž si Guericke kromě Schotta také dopisoval, byl



Obr. 2. První zobrazení experimentu s velkými magdeburskými polokoulemi (1664).

Stanislaus Lubienietzki. Víme o tom ze spisu *Theatrum cometicum...* (1668), do něhož polský teolog a astronom zahrnul i výsledky Guerickových pozorování komet a úvahy o významu měření tlaku při předpovídání počasí.

Všechno, co chtěl magdeburský purkmistr sdělit svým současníkům i budoucím generacím, je obsahem rozsáhlého díla *Otonis de Guericke Experimenta Nova /ut vacantur/ Magdeburgica de Vacuo Spatio* (Otto von Guerickeovy nové /tak zvané/ magdeburské experimenty s prázdným prostorem), vydaného roku 1672 v Amsterdamu. Pojednává o Koperníkově obrazu světa, prázdném prostoru mezi hvězdami, návratu komet, popisuje experimenty s vakuem i sírovou koulí (první třecí elektriku), plynový teploměr, měření hustoty vzduchu dasymetrem. Plným právem je považován za zakladatele vakuové techniky a elektrostatiky a nepřehánějí ani ti, kteří o něm mluví jako o německém Archimédovi.

Po Ottovi Velikém přišel Otto Největší

Vyvrcholením *Guerickova roku 2002* byla výstava *Die Welt im leeren Raum — Otto von Guericke (1602–1686)* v magdeburském Kulturně-historickém muzeu. Po čtyři měsíce (od 6. září 2002 do 5. ledna 2003) si mohli návštěvníci nejen prohlédnout dokumenty o činnosti všestranného německého génia 17. století, ale dostali i příležitost některé jeho experimenty vlastníma rukama zopakovat. A ti, kdo byli o rok dříve v magdeburském muzeu na velkolepé výstavě *Otto der Große — Magdeburg und Europa* (Otto Veliký — ...), mohou přemýšlet, jestli by Otto von Guericke neměl být za své činy pro lidstvo nazýván *Otto der Größte* (Otto Největší).



Obr. 3. Guerickův portrét z roku 1649.

Běh Guerickova života

1602: Narodil se 20. 11. (podle kalendáře starého stylu) v magdeburské patricijské rodině. Než mu císař Leopold I. propůjčil šlechtický titul (1666), podepisoval se Otto Gericke.

1617–1624: Na univerzitách v Lipsku, Halmstedtu, Jeně a v holandském Leidenu studoval práva a fortifikační inženýrství.

1626–1630: Svatba, narození tří dětí.

1631: Po dobytí Magdeburku vojsky Tillyho (10. května 1631) byl zajat, brzy však příbuznými a protestantskými přáteli vykoupen. Nějaký čas působil u *polního dvora* krále Gustava II. Adolfa, po ústupu Tillyho v lednu 1632 se vrátil domů, od roku 1646 až do svých čtyřiasedmdesáti let sloužil jako starosta svému Magdeburku.

1654–1676: Experimentoval s vakuem, magdeburskými polokoulemi, barometrem, zkonstruoval třecí elektriku.

1676: Ze zdravotních důvodů se vzdal funkce magdeburského purkmistra.

1681: Odešel za synem do Hamburku.

1686: Když 11. května (podle kalendáře starého stylu) zemřel, byla rakev s jeho ostatky převezena lodí po Labi do Magdeburku a tam 2. července uložena v kostele sv. Jana do rodinné hrobky.

Co řekl

O vzduchu a vzduchoprázdnu

Ve vzduchoprázdném prostoru nemůže hořet plamen ani existovat živý tvor. Vzduch je něco tělesného, teplo jej roztahuje, chlad stahuje, dá se stlačit i zředit, má tíhu a tlačí sám na sebe i na všechno kolem, přijímá zvuk a pachy, vlhkost i páry.

Za každého tlaku se rozptýlí rovnoměrně po vymezeném prostoru. Větry a bouře vznikají z rozdílů tlaku vzduchu. Mraky se tvoří zředováním vlhkého vzduchu. Při střetu dvou vodních mas ve vakuu vzniká zvláště tvrdý „zvuk, jež nelze jinak vyvolat“. Absolutního vakua nelze dosáhnout pro vypařování těles. Atmosféru drží pohromadě jen její vlastní váha. Vesmírný prostor mezi nebeskými tělesy je prázdný. Vakuum nebrání průchodu světla, zvuku však ano. Jen nicota nezná žádných bolestí. Kde je Nic, tam končí i rozkazy králů.



Obr. 4. Titulní list Guericckova díla *Experimenta Nova*...

O významu experimentu

V přírodních vědách je pohotovost v řeči bezcenná. Nejsou-li myšlenky lidí opřeny o pokusy, jsou často dál od pravdy než Slunce od Země.

Kde podávají svědectví skutky, tam není třeba slov. Kdo popírá hmatatelnou zkušenost a jistotu, s tím nechci rokovat ani válčit. Ať si věří, čemu chce, a ať táhne s krtky za tmou!



Obr. 5. Nově odhalené sousoší věnované pokusům O. von Guericke v Magdeburku.

L i t e r a t u r a

- [1] SCHNEIDER, D.: *Otto von Guericke. Ein Leben für die Alte Stadt Magdeburg*. B.G. Teubner, Stuttgart–Leipzig 1997.