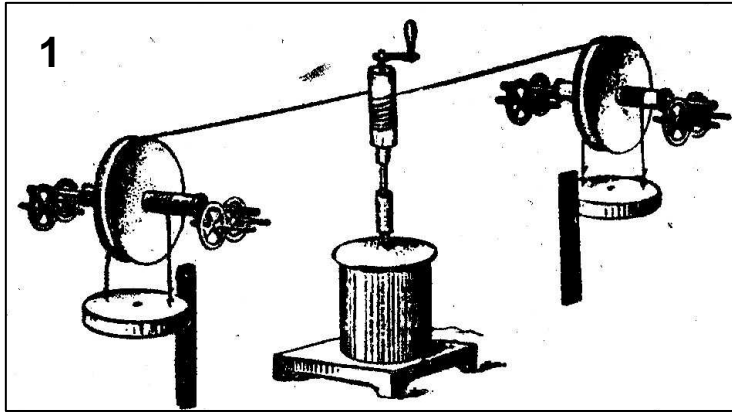


Zachování energie v pivovaru

Před dvěma a půl tisíci let pronesl řecký filozof Anaxagorás závažnou myšlenku, že „nic se nemůže stát něčím a nic také nemůže být zničeno“. Téměř celou tuto dobu také trvalo, než byl její dalekosáhlý význam plně doceněn. Zákon zachování energie jako základní fyzikální zákon přišel na svět v 19. století po mnoha učených sporech, v nichž krystalizovaly dnes běžně užívané pojmy síla, energie a další.

K formulaci obecného zákona zachování energie přispěl rozvoj parostrojní techniky a



hledání správného teoretického výkladu jeho principu – tedy přeměny „tepla v mechanickou práci“ (tato formulace je v podstatě nepřesná, leč názorná a pro náš účel postačující). Jediné, co bylo známé, byla skutečnost, že teplo přechází samovolně pouze z teplejších těles na chladnější. Podstata tepla nebyla dlouho jasná, na konci 17. století se objevila teorie zvláštní hmotné

substance (flogistonu), která se uvolňuje při spalování, později byla vykonstruována teorie fluidová (pro změnu počítající s nehmotnou substancí). Na základě zkušenosti (vrtání dělových hlavních) byl učiněn poznatek, že teplo nemusí vznikat jen hořením, ale také mechanickou cestou. V době těchto úvah se rozvíjel parní stroj a výrobci se snažili empiricky snížit spotřebu paliva a vody. Anglie, kolébka parního stroje, se věnovala jeho praktickému využití, teoretické zkoumání bylo v podstatě na středověké úrovni. Myšlenkový převrat se proto odehrál jinde.



Francouz **Nicolas Leonard Sadi Carnot** (obr. 2, 6. 1796 Paříž – 24. 8. 1832 tamtéž) si představoval parní stroj jako mlýn, do něhož „vtéká“ teplo s vysokou úrovní (teplotou) a „odtéká“ s nízkou úrovní. Rozdíl je možno využít ke konání práce. Carnot dokázal, že i za ideálních podmínek lze jen část přivedeného tepla přeměnit v užitečnou práci. Během svých úvah opustil Carnot fluidovou teorii a spatřoval podstatu tepla v pohybu nejmenších částic hmoty (kinetická teorie). Stanovil i mechanický ekvivalent tepla (viz dále). Carnot však předčasně

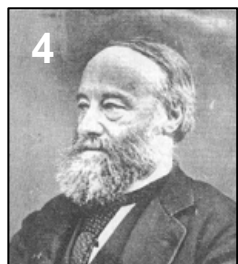
zemřel na cholera a jeho převratné závěry zůstaly nezveřejněné až do roku 1879. Zásluhy si tedy nemilosrdně zatím připsali jiní.

Němec **Julius Robert Mayer** (obr. 3, 25. 11. 1814 Heilbronn – 20. 3. 1878 tamtéž), od r. 1867 von Mayer, který sloužil jako loďní lékař, si povšiml, že rozdíl mezi barvou žilní a tepenné krve námořníků je v tropech menší než v mírném pásmu. Usoudil, že v teplejším prostředí lidské tělo produkuje méně energie spalováním a začal uvažovat o ekvivalenci mezi fyzickou prací a teplem. Své úvahy zobecnil v letech 1842-1845 v **zákon zachování energie** platný „pro všechny fyzikální a chemické procesy“ (zjednodušeně: *V uzavřeném systému energie zůstává konstantní, mění pouze své formy. Změnou stavu těles nebo jejich soustav se koná práce.*)



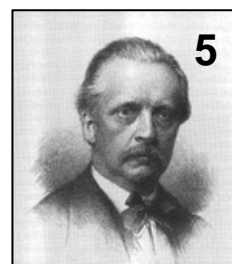
Mayer určil na základě nepříliš přesných měření (zařízení na principu třecí čelistové brzdy, je k vidění v Deutsches Museum v Mnichově) i **mechanický ekvivalent tepla**, tedy hodnotu umožňující přepočítat jednotky tepla na jednotky práce. Dnes, kdy mají obě veličiny stejnou měrovou jednotku (J – Joule), tohoto ekvivalentu není ve výpočtech zapotřebí.

Mayer dospěl k zákonu zachování energie „filosofickou“ cestou. Anglický pivovarník a vědecký nadšenec **James Prescott Joule** (obr. 4, 24. 12. 1818 Salford – 11. 3. 1889 Sale) se



dal cestou experimentu a měření. Pivovar, který zdědil po otci, prodal v roce 1854 (kdy ovdověl) a věnoval se jen svým vědeckým zálibám. Již koncem 30. let 19. stol. se však zabýval měřením elektrického proudu a jeho vlastností a formuloval zákon o tepelných účincích elektrického proudu. Zkoumal i princip elektromotoru a došel k souvislosti tepla a mechanického pohybu. Od počátku nepokládal teplo za látku, ale za pohyb. Jeho klasický pokus ukazuje obrázek 1: Tepelně izolovanou nádobou s vodou prochází svislá osa s lopatkovým kolečkem. Na

vnitřních stěnách nádoby jsou rovněž lopatky, které kladou odpor pohybující se vodě. Osou otáčí pomocí lanek klesající závaží. Ze známé hmotnosti závaží a hloubky klesání určil Joule práci a ze zvýšení teploty v nádobě množství vyvinutého tepla. Takto určený mechanický ekvivalent tepla byl podstatně přesnější než Mayerův (číselné hodnoty nepovažuji za nutné uvádět, vyžadovaly by popis dřívějších měrových jednotek pro dané veličiny). Joule byl sice v podstatě vědeckým laikem, přesto se stal členem Royal Society v Londýně a publikoval kolem sta prací (z toho dvacet společně s Williamem Thomsonem, pozdějším lordem Kelvinem).



Posledním vědcem, o němž se krátce zmíním, je třetí nezávislý objevitel zákona zachování energie, **Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz** (obr. 5, 31. 8. 1821 Potsdam – 8. 9. 1894 Charlottenburg), německý fyzik a fyziolog (ovšem z anglické matky...). Ten zdůraznil především matematickou stránku problému.

Použito:

MICHAL, S. *Perpetuum mobile včera a dnes*. 2. vyd. Praha : SNTL, 1981.

<http://www.mhtl.uwaterloo.ca/courses/me354>

Ing. Josef Gruber

Publikováno ve Zpravodaji SPŠ strojnické, Plzeň v červnu 2001.