

# PRVE VAKUUMSKE ČRPALKE MED SLOVENC

Stanislav Južnič

ZNANSTVENI ČLANEK

Univerza v Oklahomi, Oddelek za zgodovino znanosti, Norman, Oklahoma, ZDA / Občina Kostel, 1336 Kostel

## POVZETEK

Iščemo zgodnje vakuumske črpalke, s katerimi so imeli opraviti na sedanjem slovenskem ozemlju v upanju, da je eno od njih med naše prednike zanesel pionir vakuumske tehnike, knez Janez Vajkard Turjaški. Z gotovostjo znamo dokazati zgolj slovenski delež pri raziskovanju zgodnjih parnih strojev, predvsem v režiji jezuitov Gruberjeve dobe. Geisslerjeve in poznejše katodne elektronke so nedvomno Slovence spravile v stik z vakuumskimi črpalkami, podobno kot se je pripetilo drugim evropskim ljudstvom.

**Ključne besede:** zgodovina vakuumskih črpalk, Slovenija, Janez Vajkard Turjaški, jezuiti, frančiškani, parni stroji, katodne elektronke

## The First Air Pumps among Slovenians

### ABSTRACT

The early air pumps in now Slovenian lands were put in the limelight. Did the pioneer of vacuum techniques, Prince Johann Weikhard Auersperg, bring one of them to his Slovenian manors? The Slovenian share of early steam engines research could be proved, especially with the Jesuits Grubers in mind. Geissler's and later vacuum tubes certainly connected Slovenians and all other European nations with modern air pumps.

**Keywords:** history of air pumps, Slovenia, Johann Weikhard Auersperg, Jesuits, Franciscans, steam engines, vacuum tubes

## 1 UVOD

V sodobnem svetu je vakuum del našega vsakdana pri pakiranju živil ali razsvetljavi; zato so tudi vakuumske črpalke številne. Njega dni pa seveda ni bilo tako, saj so bile vakuumske črpalke nekaj desetletij po izumu najdražji stroji na svetu. Pred tremi stoletji se je začela njihova množična proizvodnja pri Hauksbeeju v Londonu in pozneje pri Musschenbroeku v Leydnu; tedaj so tudi cene postale dostopnejše. Kje in kdaj so prvič pognali vakuumsko črpalko na danes slovenskem ozemlju?

Vprašanje nikakor ni lahko. Potovanju knjig namreč veliko lažje sledimo kot izvozu strojev. Knjige so namreč od nekdanje visoko čislano tržno blago, tako da nad njihovo preprodajo bdijo državi zvesti davkarji. Malokdo bo knjigo zavrzel, saj vsak dobro ve, da jo je mogoče prodati z izkupičkom. S stroji pa je drugače: dokler delujejo, jih uporabljamo, ko jih lahko zamenjamo z učinkovitejšimi, jih z veseljem zavržemo. Stari stroji namreč do nedavna niso imeli tržne vrednosti in komaj danes skušamo zaščititi industrijsko dediščino kot pomemben poučen spomin. Hrvati so pri čuvanju svoje industrijske dediščine za korak dlje od

Slovencev, saj Reka z učinkovitim društvom *Pro Torpedo* in druga mesta naših sosedov skušajo nekdanje industrijske obrate spremeniti v spominska obeležja, iz katerih bi se lahko učili novih tehnoloških rešitev.

Zgodovina tehnologij nikakor ni brez haska; vseeno pa je po svetu mnogo več zbirk starih knjig, kot muzejev nerabnih strojev. Zato je veliko lažje dognati, kdaj je v Ljubljano prispela posamezna temeljna knjiga o vakuumskih tehnikah, kot pa ugibati, kdaj so Slovenci prvič pognali vakuumsko črpalko na domačih tleh. Kljub težavnemu raziskovanju pa skušajmo za bralke in bralce Vakuumista streti prav ta trdi oreh!

## 2 GUERICKEJEVI IZUMI MED SLOVENC

Ljubljanski knez Janez Vajkard Turjaški (Auer-sperg) je bil pglavitni Guerickejev sodelavec in kritik. Seveda mu denarja ni manjkalo, prav tako pa je bil bogat njegov starejši brat Volf Engelbert, ki je kot deželni glavar v Ljubljani nekako združeval Pahorjevo in Türkovo funkcijo, če si lahko dovolimo sodobno primerjavo. Brata Turjačana sta v Ljubljani postavila na noge najboljšo zasebno knjižnico tistih dni. V svoji palači na prostorih sodobnega NUK-a sta imela tudi posebno sobo, polno nenavadnih tujih reči, kot je bilo tedaj v navadi med premožnimi izobraženci; v vihri poznejših stoletij je ta Bogu ugodna navada žal zamrla. Petični obiskovalci Ljubljane seveda niso zamudili priložnosti za ogled njune znamenite zbirke. Tako se nam je ohranilo kar nekaj opisov turjaških zakladov. Turjačan je imel Rubensa še posebej v časteh, saj si je v palači obesil vsaj eno od Rubensovih umetnin; seveda so tudi drugi Kranjci hranili Rubensova dela, med njimi pozneje Jožef Kalasanc Erberg v Dolu,<sup>1</sup> vnuk Janezovega carinika. Nekaterostenske in stropne poslikave je v Turjačanovi ljubljanski palači opravil sloviti Almanach iz Antwerpna, približno v letu smrti Janezovega brata Volfa.<sup>2</sup> Valvasor je med svojimi grafikami hranil Dürerjevega »Samson ubije leva« (1496–1497) v poznejšem odtisu, narejenem okoli leta 1600.<sup>3</sup>

Janezov brat Volf je nabavil Rubensovo v Antwerpnu izdano knjigo o arhitekturi; vendar iz knjižničarjevega zapisa ni povsem jasno, katero od

<sup>1</sup> SBL, 1: 164

<sup>2</sup> Murovec, Klemenčič, Breščak, 2005, 205

<sup>3</sup> Ubel, 1955, 9, 50

obeh tam izdanih knjig iz leta 1652 je imel v lasti; bržkone je nabavil kar obe. Rubens je bil v časteh tudi pri Galilejevi Akademiji *dei Lincei*, saj ga je zdravil njen član Johannes Faber (Fabro).<sup>4</sup> V dvoranah in dvainpetdesetih bivalnih sobah svoje palače sredi Ljubljane je Turjačan poleg slike Rubensa razstavil portreta cesarjev Ferdinanda III. in Leopolda I., bakroreze uspehov cesarja Karla V. ter številne orientalske dragocenosti; s turškimi in perzijskimi preprogami je prekril marmorna tla, nizozemske gobeline pa je razobesil po stenah. Ob palači je uredil vrt z južnim sadjem. V sobi z dragocenostmi je imel vojne trofeje, paleontološke najdbe in celo roko mumije. Inventar palače skupaj z 48 slikami so sestavili v zapuščinskem inventarju prvega Turjaškega kneza vakuumista Janeza Vajkarda leta 1677,<sup>5</sup> znova pa ob primopredaji njegovih vnukov leta 1762; stavbo je še posebej občudoval cesar Franc Jožef med obiskom Ljubljane julija 1883.<sup>6</sup>

Žal nihče od sodobnikov prvega kneza Turjaškega in njegovega brata ni omenjal morebitne vakuumske črpalke v turjaški knežji palači. Gurickejeva izvedba naprave ni bila le izjemno draga, temveč jo je odlikovala tudi zajetnost in teža. Takšen stroj bi seveda bodel v oči Ljubljančane in tako lahko vidimo le en vzrok za molk obiskovalcev o morebitnem vakuumu v turjaški palači: kljub prijateljstvu z Guerickejem Janez Vajkard ni dal pripeljati vakuumske črpalke v Ljubljano.

Janez Vajkard Valvasor se je svojih znanj kot mlad plemič naučil predvsem med obiski pri Volfu Engelbertu Turjaškemu. Ko je končal poglobitni del svojega vdranja po svetu, si je na Bogenšperku uredil prostore in knjižnico prav po turjaškem ljubljanskem vzoru. Je bila med njegovimi grajskimi zakladi tudi Gurickejeva, Boylova ali celo Huygensova vakuumska črpalka? Težko. Vsekakor je ni med Valvasorjevo zapuščino, popisano v Krškem.

Podobno kot Valvasor se je tudi Janez Danijel baron Erberg svojih prvih razmišljanj o znanosti navzel v palači Volfa Engelberta Turjaškega. Erbergov pravnik, Jožef Kalasanc baron Erberg, je v marsičem ponovil politično pot prvega kneza Janeza Vajkarda Turjaškega, saj je bil tudi Jožef Kalasanc vzgojitelj prestolonaslednika na Dunaju; pozneje se je nena doma vrnil na Kranjsko. Jožef Kalasanc si je v še danes lepo ohranjenih paviljonih v Dolu omislil knjižnico in prvi muzej na Kranjskem, knjižnico je nad vhodom okrasil s poučnim zapisom in vanjo shranil prenekatero knjigo o vakuumu – ali je v sosednem muzejskem paviljonu shranil tudi vakuumsko črpalko? Večino Erbergovih knjig je Erbergov zet

pozneje prodal Rudolfinumu, današnjemu Narodnemu muzeju v Ljubljani. Posebnosti muzeja iz sosednjega paviljona pa so se razteple po vseh vetrovih. Medtem ko se je ohranil katalog Erbergovih knjig, pa popisa predmetov iz nekdanjega Erbergovega muzeja v Dolu ni na voljo ...

### 3 HAUKSBEJEVE VAKUUMSKE ČRPALKE PRI LJUBLJANSKIH FRANČIŠKANIH

Vakuumska črpalka je povzročila prvovrstne filozofske spore med Aristotelovimi ali Descartesovimi privrženci in njenimi kritiki iz vrst Galilejevih občudovalcev moderne nove znanosti. Poglavitni znanilec novotarij je bil Francis Bacon, ki je, podobno kot Janez Vajkard Turjaški pol stoletja pozneje, leta 1621 končal politično delo v nemilosti in se posvetil znanosti. Janez je sorodnost svoje in Baconove usode čutil in je prav zato dal denar za prvi nemški prevod Baconovega dela; obenem si je ljubljansko palačo okrasil s sliko padca Featona, ki ga je Zeus kaznoval s strelo.

Medtem je vakuumska črpalka v večjih Hauksbeejevih rokah ob začetni Boylovi podpori postala del industrijske ponudbe. Guérinos, ki so ga brali ljubljanski frančiškani, se je bolj poglobil v Gassendijev atomizem in poskuse z (Boylovo) pnevmatsko vakuumsko črpalko.<sup>7</sup>



Slika 1: Peto vprašanje o vakuumu iz Guérinosove knjige pri ljubljanskih frančiškanih (Guérinos, 1729, 293; z dovoljenjem prof. dr. Mirana Špeliča OFM).

<sup>4</sup> Freedberg, 2002, 283–284

<sup>5</sup> Žargi, 2002, 282; Radics, 1885, 28

<sup>6</sup> Radics, 1885, 227, 28, 29; Radics, 1878, 54

<sup>7</sup> Guérinos, 1729, 4: 357, 360–361

#### 4 MUSSCHENBROEKOVE LEYDENSKE ČRPALKE PRI LJUBLJANSKIH JEZUITIH IN FRANČIŠKANIH

Mrzli stric Jožefa Kalasanca Erberga, jezuitski profesor matematike in fizike Bernard Ferdinand Erberg, je pripeljal v Ljubljano prve vakuumske naprave, katerih popis nam je na voljo. Na sodoben način je opremil novi ljubljanski visokošolski fizikalni kabinet in ga leta 1752 napolnil s 55 eksperimentalnimi napravami, s katerimi je poudaril prav raziskovanje vakuuma.

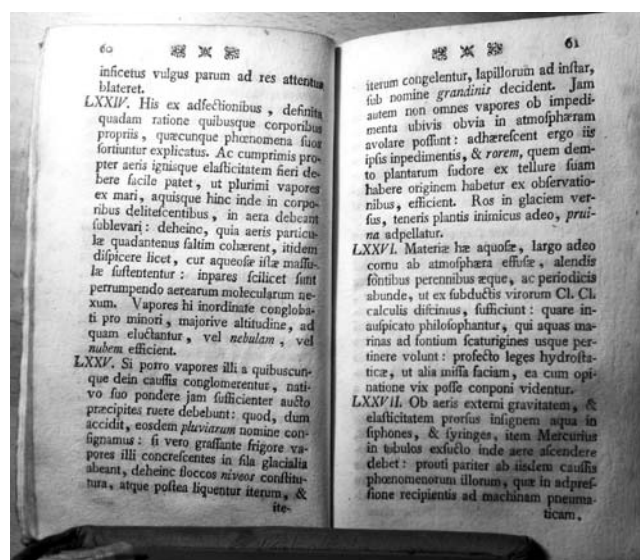
V razpravi iz leta 1768, privezani k istočasno sestavljeni dialektiki, je ljubljanski frančiškan pisal o univerzalni fiziki kot naravoslovni znanosti. Polno okolje bi oviralo gibanje; zato razredčina sprti paradoksalno napolni tekoči vesoljni prostor. Poskusi z vakuumsko *antilio* so ovrgli domnevo o strahu pred praznoto. Ljubljanski frančiškanski pisec je natančno opisal velikosti posameznih delov črpalke, vendar vakuumistov ni našteval. Poudarjal je razširjenost vakuuma v naravi in pritrjeval atomistom v sporu med peripatetiki in zagovorniki vakuumu bolj naklonjenega Ptolemaja. Tresenje atomov je širilo vakuum med atomi. Raziskal je impulze po Newtonovi teoriji ob poskusih z leseno in svinčeno težko kroglo; obe imata enak upor, ki opeša v vakuumu ne glede na njuni gostoti.<sup>8</sup> V zadnji sekciji se je spopadel s problemi teže zraka v povezavi s črpalko *antilio pneumatico*, opisano kot Guerickejev izum.

Nato je po vrsti nanizal devet poskusov, tudi za zaščito rastlin pred gnitjem; preučeval je Torricellijevo cev z živim srebrom v suspenziji. Odgovore je iskal pri Pascalovih hribovskih opazovanjih in meritvami z ogromno cevjo višine 32 čevljev. Opisal je izdelavo *antilie*, poudarjal pomembnost teže zraka za delovanje sifona in ovrednotil Musschenbroekove meritve. Poznal je Huyghensovo (*Hugenius*) adhezijo vode, v ceveh pa je poleg živega srebra uporabljal tudi vino; verjel je v obstoj subtilnega etra med porami stekla ob živem srebru. Po Musschenbroeku je primerjal teže zraka, pare in vode, kar so počeli tudi drugi frančiškanski pisci tistih dni. Pri tretjem vprašanju se je lotil dvigovanja živega srebra v ceveh; poznal je tudi spreminjanje teže ob ekvatorju. Znova je omenil suspenzijo živega srebra, gotovo tistega iz Idrije. Naprave za merjenje tlaka in toplote je zgolj naštel (barometer, baroskop, manoskop, manometer, termoskop (ali) termometer, higroskop ali higrometer); šele nato jih je opisal bolj natančno, začenši z barometrom. V nadaljevanju je z baroskopom opredelil spremembe teže zraka. Z manoskopom je določal gostoto zraka; termometer je napolnil z rujnim vinom po Musschen-

broekovih navodilih ali z idrijskim živim srebrom po predlogu Daniela Fahrenheita.

Drugi ljubljanski frančiškan je med letoma 1772–1774 sestavil splošno fiziko za pouk svojih študentov. Opisal je pore z vakuumom in razmišljal o samozadostnem ohranjanju vakuuma. Nasprotoval je tedanjemu navdušenju nad Gassendijem ali Epikurjem in opisal Torricellijevo cev, polno živega srebra. Dosežki vakuumskih črpalk so ga najbolj vznemirjali; ob ponovnem branju lastnega rokopisa jim ni dodal le stranskih opomb, temveč je moral nalepiti kar dodaten list, poln novoveških dognanj. Opisal je mnenja atomistov Levkipa, Demokrita, Epikurja in njihovih sodobnih dedičev, subtilno snov in fluidne molekule. Posebej ga je navdušila vakuumska črpalka *Antilia pneumatica*, s katero je Musschenbroek preizkušal lastnosti živega srebra; seveda je frančiškanski pisec obstoj vakuuma še zmeraj pogojeval z božjimi posegi. Dogajanje v Torricellijevi cevi in vakuumski črpalki je pojasnil z Newtonovimi in Lukrecijevimi atomi, ni pa se branil niti poskusov z vodo, vinom ali gorenjem sveče. Znal je črpati vakuum in je tako kljub citatom Jobove knjige iz stare zaveze nadomestil strah pred praznino s težo zraka. Vakuum je mogoč nadnaravno, čeprav ga kartezijanci črtijo; mogoče ga je uskladiti s posodobljenim naukom frančiškana Skota.<sup>9</sup>

Ljubljanski frančiškanski visokošolski pouk tedanjih dni se je v marsičem ravnal po tirolskih zgledih; zato so kupili 75 fizikalnih tez o telesih in 54 matematičnih tez, ki so jih morali zagovarjati študentje frančiškanskega profesorja Simona Lypnica Kapfererja v

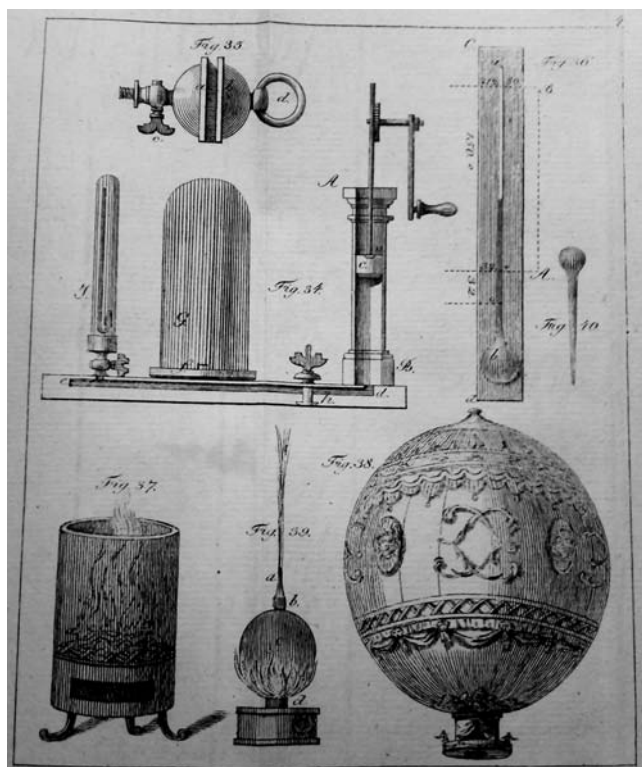


Slika 2: Vprašanja o vakuumskih črpalkah na insbruškem izpitu pri Kapfererju, shranjenem pri ljubljanskih frančiškanih (Kapferer, 1778, 60–61, z dovoljenjem prof. dr. Mirana Špeliča, OFM).

<sup>8</sup> Anonimno, 1768, 2: 91 (Sectio 7: članek 2), 92, 94, 95

<sup>9</sup> Anonimno, 1772?, 44r (4: 9r), 44v, 45r–46r, 47r, 47v, 48r, 48v





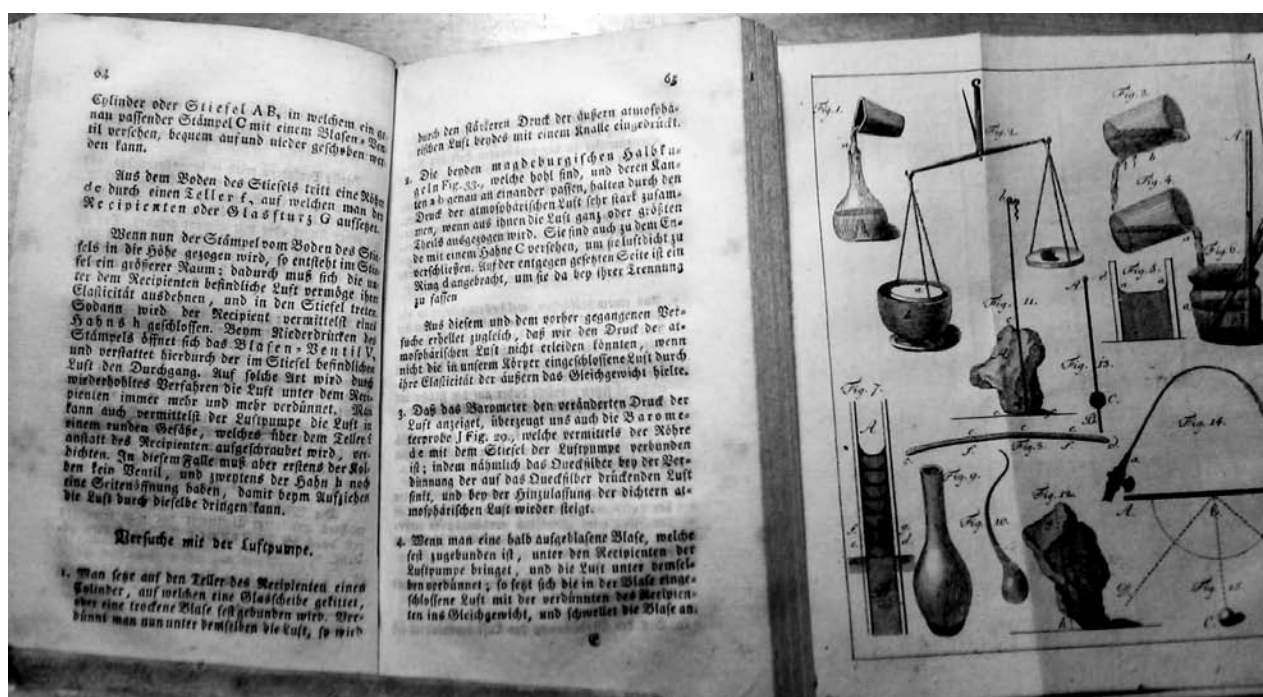
Slika 3: Vakuumske črpalke v Ebertovi knjigi za mladino, ki jo hranijo ljubljanski frančiškani (Ebert, 1804, tabela slik 5; z dovoljenjem prof. dr. Mirana Špeliča, OFM).

samostanu Hale severno od Innsbrucka na Tirolskem. Simon je na sodoben način ponazoril vakuum in barometru in črpalakah,<sup>10</sup> alkimije pa ni maral.<sup>11</sup>

## 5 SWEDENBORGOVE IZBOLJŠAVE PRI BARONU ZOISU

Emanuel Swedenborg je vsekakor objavil eno najbolj odmevnih in dragih knjig v treh zvezkih; Žiga Zois jo seveda ni pozabil kupiti. Poznejši kultni filozof Emanuel Swedenborg je študiral v Uppsali, leta 1724 pa je zavrnil tamkajšnjo ponudbo za matematično katedro, čeprav je imel za seboj več uspešnih tehniških rešitev. V drugem delu je Swedenborg obravnaval železno rudo in jame na Švedskem, ogljik v povezavi z ognjem, vire železa in srebro. Na koncu je dodal plavž in pihalnik s plavžem,<sup>12</sup> kot ga je pozneje izumil Zois. V zaključnem tretjem zvezku je dodal 89 bakrorezov, polnimi novih naprav za dvigovanje tovorov.<sup>13</sup>

Johann Jakob Ebert (\* 1737; † 1805) je objavil številne prirodoslovne učbenike,<sup>14</sup> ki so jih brali baroni Erbergi in ljubljanski frančiškani. Ebert je leta 1768 postal domači učitelj otrok ruskega ministra Teplova v Peterburgu. Grigorij Nikolaevič Teplov (\* 1717; † 1779) je od leta 1747 vodil peterburško akademijo v



Slika 4: Tekst in slike v Ebertovi knjigi za mladino, ki jo hranijo ljubljanski frančiškani (Ebert, 1804, 61 in tabla slik; z dovoljenjem prof. dr. Mirana Špeliča, OFM).

<sup>10</sup> Lypnica Kapferer, 1778, 61–62 teza 76

<sup>11</sup> Lypnica Kapferer, 1778, 58 teza 72; 64–65 teza 85

<sup>12</sup> Swedenborg, 1734, 2: 12, 88, 145, 263, table slik I, VI, XI

<sup>13</sup> Swedenborg, 1734, 3: 16–167, 191, 301, table slik 1, 2, 3, 7, 12

<sup>14</sup> Wilde-1486, NUK-8405, Lind, 1992, 373

imenu njenega predsednika Kirilla Razumovskega, katerega sorodnico je vdrugo poročil, leta 1761 pa je pripeljal Katarino na prestol. Prepiral se je z Lomonosovim in oskrbel ruski prevod Christiana Wolffa, kar je utrlo pot poznejšemu Gruberjevemu vplivu na peterburške akademike. Leta 1769 je Ebert postal profesor nižje matematike v Wittenbergu, leta 1784 pa je prevzel matematično katedro.

## 6 PRVI PARNI STROJI MED SLOVENCMI

Parni stroji so bili prva resna preizkušnja uporabnosti nove vakuumske tehnologije, čeprav je bistveni del parnega stroja seveda nadtlak. De Maillardovi parni stroji<sup>15</sup> so med prvimi privlekli pozornost Ljubljancem. De Maillard je leta 1783 dobil nagrado Peterburške akademije za opis parnih strojev v francoskem jeziku. Leta 1784 so knjigo ponatisnili. Leta 1800 je bil de Maillard dopisni član Peterburške akademije, leta 1817 pa je objavil knjigo o plovnikih; kot podpolkovnik je bil leta 1783 direktor hidravličnih del v monarhiji, kjer je nadomestil Slovence Gabrijele Gruberja, ki je bil dotlej direktor vseh hidravličnih del na habsburških rekah z izjemo Donave. Tako je prav Gruber botroval nabavi De Maillardovih knjig za ljubljansko višješolsko knjižnico.

De Maillard je bil francoskega rodu, vendar je služil v avstrijski vojski. Leta 1784 je bil avstrijski stotnik poročnik, leta 1800 pa polkovnik cesarskih enot. V habsburški armadi je služil skupaj z Gruberjevim študentom topničarjem Jurijem Vego. Uvod knjige je začel z opisom zgodovine parnih strojev Savaryja in Papina. Ugotavljal je, da so Angleži prvi sestavili parne stroje, le nekaj pa jih je bilo v drugih delih Evrope. Pri tem sploh ni omenil habsburške monarhije, ki je očitno nekoliko zaostajala.

V prvem delu knjige je opisal parni stroj. Drugi del je obravnaval teorijo delovanja parnega stroja, bate in tlačilke. Izračunal je izkoristke naprav in posebej opisal izvedbo Du Bois-Bosuta v premeru 30,5 *pouces* (75 cm) z batom dolžine 6 čevljev (2 m) in 32 kubičnimi čevlji praznega delovnega prostora. Prvi francoski Newcomenov parni stroj v mestu Fresnes, jugozahodno od Pariza, je leta 1735 zmožel kar 15 obratov na minuto; za tisto dobo kar zavidljiva hitrost.

V tretjem delu knjige je De Maillard priredil svojo teorijo za sodobne naprave na pogon ognja. Stroji Saverya in Newcomba so v tem času doživele že obilo

sprememb. Eden osnovnih problemov je bilo preprečevanje ohlajanja cilindra. Maillard ni omenil izboljšav Škota Jamesa Watta. Wattov izum je že leta 1769 presegel izkoristek Newcombovih strojev, do leta 1790 pa jih je povsem nadomestil; seveda je bila habsburška monarhija nekoliko v zamudi.

De Maillard je izračunal največje izkoristke in povečani tlak dvakrat večje količine pare pri enaki prostornini. Seveda ni poznal poznejšega Carnotovega idealnega parnega stroja, zato pa je objavil številne bakroreze parnih strojev za dvigovanje uteži. Po De Maillardu se je zgledoval Entressfeld (Entersfeld) z Dunaja ob zasnovi parnika z delovnim nazivom *Maschinenschiff*, ki ga je Slovenec Gabrijel Gruber v najmanj dveh izvedbah preizkusil v naravi. Štajerska kmetijska družba je načrt podprla, saj je bil Entressfeld njen član.<sup>16</sup> Iz poročil gubernija razberemo, da je Gruber najprej dal zgraditi lesen nosilni model, o katerem so poročali cesarju Jožefu II. dne 7. 12. 1779;<sup>17</sup> mati Marija Terezija je kmalu za tem umrla in si ni belila las s takšnimi preglavicami. Gruber je na Muri pri Gradcu preizkušal nov tip plovila, ki ga je imenoval strojna ladja in je bržkone nanj postavil parni stroj; seveda ne težkega Newcombovega, temveč raje Wattovega. Leta prevlade jadrnic so bila že šteta, čeprav »nasprotnikom« prav tako ni šlo vse gladko, še posebej, ko je leta 1821 na reki Dravi nesrečno potonil parnik Karolina.<sup>18</sup>

Ni mogoče dokazati, da bi Gabrijel uporabljal parne stroje pri gradnji Guberjevega prekopa v Ljubljani, čeprav bi mu prav prišle tako za črpanje vode med izkopom kot za kopanje samo. Gabrijel Gruber je med prvimi sredi Evrope uporabljal nove vakuumske tehnologije, z mlajšim bratom Tobijem pa sta zavrnila Darwinovo domnevo o mehanskem raztezanju plina iz rudniške parne črpalke, ki naj bi jemala toploto telesom v slovaški Banski Štiavnici. Gruberja sta zagotavljala, da redčenje tekočega kalorika samo zase vpliva na telesa v bližini, saj gostejši zrak ne oddaja toplote okolici. Uporabila sta tri leta starejša lastne meritve odvisnosti vrelišča vode od zunanje tlaka,<sup>19</sup> in svoje raziskave iz leta 1790 o naelektrenih oblakih kot toplotnih izolatorjih.<sup>20</sup> Z domnevo o mrzlih višjih delih ozračja je pojasnil nastanek toče ob domnevno podoben plimovanju ozračja, kot ga opazimo pri oceanih.

Darwin je domneval, da raven živega srebra v barometru opredeljuje tlak spodnjih elastičnih plasti zraka. Na tlak vpliva tudi dež, ki med padanjem

<sup>15</sup> De Maillard, 1784

<sup>16</sup> StLA, R+K, K 83, Wasser Sachen, fasc. 34, 31 (3. 11. 1779)

<sup>17</sup> StLA, R+K, K 83, Wasser Sachen, fasc. 34, Dec 38 (26. 11. 1779), 1'–3'

<sup>18</sup> Sokolič, 1979, 99–100

<sup>19</sup> Gruber, 1791, 190

<sup>20</sup> Gruber, 1791, 192; Gruber, 1791 Betrachtungen über die Bestandtheile, 195–196, 203

spremeni količino ogljikove kisline v ozračju in z njo gostoto zraka. Gruber se je pri vzrokih za spreminjanje višine živega srebra v barometru ob deževju skliceval na svojo potopisno razpravo »pravkar« natisnjeno v Dresdnu; napisal jo je skupaj s sodelavci pri Znanstveni družbi v Pragi. Model ozračja je ponazoril z vakuumsko črpalko, kot jo je G. Gruber junija 1799 razstavil v prostorih Akademije v Sankt Peterburgu ob obilnem občudovanju ruskih dostojanstvenikov.

Kritiki Darwina se je v končni opombi h Gruberjevi razpravi pridružil še izdajatelj Gren, ki je pred tem natisnil prevod Darwinovih domnev. Po Grenu izgube toplote ob redčenju zraka ni mogoče pojasniti z mehanskimi pojavi v zraku na Darwinov način; pritegnil je Gruberjevi trditvi, da pojav povzroča toplotni fluid, imenovan kalorik.<sup>21</sup> Gren in Gruber sta bila zaverovana v tedaj prevladujočo teorijo kalorika, medtem ko je bil Darwin bolj previden do Lavoisierjevega kalorika. Gren in Gruber sta prisegala na dinamično teorijo Boškovića in Kanta in ne v atome; Gren je celo objavil priročnika fizike in kemije po idejah Immanuela Kanta.<sup>22</sup> Gren je menil, da je novo Lavoisierjevo kemijo mogoče združiti s starejšim Stahlovim flogistonom; zato ga je kritiziral nasprotnik flogistona, Nemeč švicarskega rodu Girtanner.<sup>23</sup> Kalorik je našel svoj odmev tudi med Ljubljancami, ko je generalni guverner Ilirskih provinc Marmont sprva trdno verjel, da se mu je v škofovi palači ob Stolnici posrečilo kalorik celo stehitati; ubogi ljubljanski škof se je moral ta čas seveda izseliti drugam.

Gruber in Darwin sta se lotila adiabatnih pojavov zato, ker so prav z njimi pojasnjevali njima ljube meteorološke pojave. Chaptal<sup>24</sup> je leta 1790 poročal o Cullenovem raziskovanju zračne črpalke, vendar je pojav pomotoma pripisal izparevanju.<sup>25</sup> Švicar Pictet,<sup>26</sup> znan po raziskovanju odboja infrardečih žarkov, je leta 1792 je raziskal adiabatne pojave ob nastajanju megle pri antičnem Heronovem reakcijskem vakuumskem gorilniku, ki so ga nabavili tudi ljubljanski jezuiti leta 1755. Pictet je po teoriji kalorika menil, da se toplota izloči iz plina kot voda iz gobe. Bil je Saussurejev učenec in prijatelj, po njem pa je tudi prevzel katedro za filozofijo na univerzi v Ženevi;<sup>27</sup> bil bližnji prijatelj grofa Rumforda,<sup>28</sup> podobno kot naš Jurij Vega, sodeloval pa je tudi s prijateljem Žige Zoisa Déodat de Dolomieujem. Sin lekarnarja Chaptal je bil sprva

zdravnik ter profesor kemije v Montpellierju; med letoma 1800 in 1804 je kot Napoleonov notranji minister krojil novo evropsko politiko skupaj z jezuitskim generalom Gabrijelom Gruberjem.

Delamétherie je objavil Pictetove ideje, čeprav ni razumel hlajenja z dodajanjem majhnih količin vode v vakuumsko posodo. Delamétherie je adiabatno ohlajanje videl podobno izparevanju etra, kar je bila Chaptalova in ne Pictetova pot. Delamétherie je bil iz pomembne francoske rodovine v La Clayette, leta 1800 pa je prevzel katedro za naravoslovje na pariškem Francoskem kolegiju. Njegovo napako je popravil rudarski inšpektor Arsène Nicolas Baillet na rudarski šoli v Parizu. V dveh vzporednih poročilih je dojel pomen Pictetovega odkritja in ga povezal z opisi rudniške črpalke v Schemnitzu, današnji Banski Štiavnici. Sprejel je domnevo Adaira Crawforda (\* 1749; † 1795), da kapaciteta plina narašča z zmanjševanjem gostote. Mladi nemški poet in novelist Ludwig Achim von Arnim (\* 1781; † 1831) je kot študent matematike v Göttingenu povzel dotedanje dosežke. Nekdanji duhovnik in Jakobinec Jacques Michel Coupé je z adiabatnimi pojavi skušal pojasniti nedavni nenadni večdnevni mrz in vročino v Franciji, podobno kot pred njim Darwin; globalno ohlajanje tako ni zgolj muha današnjih dni. Mollet (\* 1756; † 1829) iz Aixa, profesor fizike na centralnih šolah, poznejši univerzi v Lyonu, je med redkimi navajal Coupéjeva raziskovanja; Francozi se niso pretirano posvečali adiabatnim pojavom pred Laplaceovim in Biotovim računom hitrosti zvoka v zraku.<sup>29</sup>

John Dalton (\* 1766; † 1844) je z natančnimi poskusi ponovno predstavil celotni Pictetov problem. Dvig temperature pri širjenju v prazen prostor je po principih glasgowskega profesorja Williama Irvina (\* 1743; † 1787), dopolnjenimi s teorijo kalorika, pojasnil z večjo specifično toploto vakuuma od specifične toplote enake prostornine zraka. Domneva je bila ovržena z resda napačnimi meritvami François Delarocha (\* 1775; † 1815) in Jacquesa Etienneja Bérarda (\* 1789; † 1869) leta 1812, ki jih je pomotoma nagradila pariška akademija;<sup>30</sup> njuno stranpot je z raziskovanjem specifičnih toplot plinov pomagal razkriti Poljanec Simon Šubic, ki je prvi med Slovenci raziskoval nevarnosti eksplozij parnih kotlov. Problem si je s pridom ogledal kar doma, saj so prvi parnik na

<sup>21</sup> Gruber, 1791, 197

<sup>22</sup> Solovjev, 1983, 399; Lind, 1992, 318, 364–365, 375

<sup>23</sup> Christoph Girtanner (\* 1760; † 1800)

<sup>24</sup> Jean Antoine Claude Chaptal grof de Chanteloup (\* 4. 6. 1756 Nogaret; † 30. 7. 1832 Pariz)

<sup>25</sup> Fox, 1971, 49, 79

<sup>26</sup> Marc Auguste Pictet (\* 1752; † 1825)

<sup>27</sup> Fox, 1971, 51

<sup>28</sup> Benjamin Thomson grof Rumford (\* 1758; † 1814)

<sup>29</sup> Fox, 1971, 52, 79–81

<sup>30</sup> Fox, 1968, 191, 196; Kuhn, 1958, 134–135



slovenskem etničnem ozemlju preizkusili že leta 1818 v Trstu, ducat let pozneje pa je češki Nемеc Josef Ressel (\* 1793; † 1857) Tržačanom kazal poskuse z vijakom.

Leta 1835 so postavili prvi parni stroj v ljubljansko cukrarno; čez pet let je prvi parnik rohnel po Ljubljani z močjo 14 KS. Zaradi dobre uprave in prizadevanj vnukov prvega kranjskega vakuumista Janeza Vajkarda Turjaškega je bila njihova graščina Kočevje v 19. stoletju za Ljubljano eno najnaprednejših industrijskih središč na Kranjskem. Leta 1840 je Pugster postavil parni stroj v kočevski Glažuti, kjer so Janezovi pravniki vodili steklaro med letoma 1837 in 1852; leta 1870/71 so tam postavili parno žago, leta 1844 pa je bila na prostorih današnje avtobusne postaje blizu hotela v Kočevju postavljena prva parna žaga z mlinom na Kranjskem in druga v slovenskem prostoru; brnela je z močjo 20 KS. Janezov pionirski duh je njegovim dedičem pomagal kroititi prevrat v domači rabi vakuuma parnih strojev.

## 7 GEISSLERJEVE, CROOKESOVE, RENTGENSKE IN BRAUNOVE KATODNE ELEKTRONKE

Parni stroj je bil nekakšen uvod v zmagovalne vakuumskih tehnologij, ki je sledilo Geisslerjevemu izumu katodne elektronke. Poleg Ljubljane so katodne elektronke zgodaj kupovali tudi Koprčani, med njimi drag gumijasti balon s pipo iz medi, bržkone namenjen za raziskovanje plinov, in Ruhmkorffov induktor, ki so ga praznili skozi elektronko Heinricha Geisslerja, nabavljeno leta 1870 za ceno 3 fl. V letih 1897 in 1907 so nabavili nove Geisslerjeve elektronke, nazadnje kot pouku prirejeno zbirko. Leta 1905 so dobili radiotelegrafski Marconijev aparat, leta 1907 in 1908 pa rentgenski aparat skupaj s Crookesovo ter Hittorffovo elektronko za poskuse s pravkar odkritimi žarki ali delci.<sup>31</sup>

Leta 1883 je Šantel sestavil vakuumsko črpalko, ki jo je leta 1886 in 1887 njegov svak Boltzmann v Gradcu upošteval pri svojih poskusih z Geisslerjevimi cevmi. Šantel je kupil Töplerjev model vakuumске črpalke s curkom živega srebra. Obenem mu je sedmošolec Lovisoni Vulmar sestavil in podaril Frikov aparat za priročno razrezovanje steklenih cevi, primernih za izdelavo domače črpalke.

Šantel je omenil Torricellija, Töplerja in Geisslerja, ki je leta 1854 v Bonnu dosegal tlak 0,01 mm Hg. Töpler je bil v Bonnu od leta 1859 nastavljen kot kemik na *Landwirtschaftsakademie Poppelsdorf*;

leta 1862 je sestavil enostavno barometrsko zračno črpalko za visoki vakuum brez pip, ventilov ali odvečnega prostora. Ta naprava se je udomačila na vseh fizikalnih institutih, tudi pri Šantlu v Gorici. S Töplerjevo črpalko je bilo mogoče za štirinajstkrat znižati tlak Geisslerjeve črpalke. Med letoma 1868 in 1876 je bil Töpler profesor fizike v Gradcu. Töplerjev Fizikalni institut v Gradcu je bil ob odprtju leta 1875 največji na nemškem govornem področju in je vplival na sosednje slovenske dežele. Šantel je bil Boltzmannov svak in občasni sodelavec, Töpler pa Boltzmannova poročna priča; tako sta se seveda tudi Šantel in Töpler dobro poznala.

Šantlova črpalka za opazovanje razelektritev v vakuumu se je izognila slabi tesnitvi ob ventilih in krhkosti tanke steklene stene vakuumске cevi, ki se je pogosto vdala prevelikim tlakom. Šantlovo pozornost je pritegnila fizikalna revija o visokem vakuumu, nastalem za odtekanjem živega srebra; v njem je bilo mogoče elektrodi močno naelektriti.

Antona Urbasa so leta 1876 zanimalo Geisslerjeve cevi, električne barve, električna luč in umetni ogenj.<sup>32</sup> Resnični preboj pa je dosegel komaj ljubljanski baron Anton Codelli, ki je za katodne žarke že uporabil naziv elektron,<sup>33</sup> čeprav je v tipkopisu za ameriški patent večkrat pisal tudi o odklonu katodnih žarkov.<sup>34</sup> Izrecno je opisal transmiter iz dolge Geisslerjeve elektronke postavljen na isti ploskvi z osvetljenim difuznim reflektorjem iz stekla.<sup>35</sup> Ljubljanski vakuum se je torej rodil vsaj na Kodeljevem, če odmislimo šolske poskuse Codellijevih predhodnikov.

## 8 SKLEP

Žal ni mogoče prepričljivo dokazati, da si je prvi slovenski vakuumist, knez Janez Vajkard Turjaški, dal prinesiti vakuumsko črpalko v Ljubljano, čeprav je bistveno pripomogel k prvim poskusom z njo. Kot je bilo pričakovati, so se Slovenci s prvimi vakuumskimi črpalkami seznanili bolj s tehnologijo kot med znanstvenimi snovanji. V prevratnem času francoske revolucije so med Slovence zašle prve knjige o parnih strojih; prav takrat je Slovenec Gabrijel Gruber na Muri preizkušal zgodnji parnik in skupaj z bratom komentiral zmrzovanje na izpuhu parne črpalke rudniških voda v slovaški Banski Štiavnici.

Zgodnji vakuumski poskusi tako niso imeli pravega odmeva v Ljubljani, čeprav je med Ljubljančani preživel jesen njihov pionir, knez Janez Vajkard Turjaški. Tudi prve industrijsko naravnane vakuum-

<sup>31</sup> Izvestja gimnazije Koper, 1907, str. 61

<sup>32</sup> Urbas, 1876, 27

<sup>33</sup> Codelli, AS, šk.19, str. 16, slika 10 (danes bržkone izgubljena in ne ustreza abb. 10, ki kaže L. Weillerjevo zrcalno kolo)

<sup>34</sup> Codelli, AS, šk.19, str. 75

<sup>35</sup> Codelli, AS, šk.19, str. 67–68

ske črpalke lahko izpričamo le na šolah slovenskega narodnostnega ozemlja, stežka pa jih pripišemo posameznim izobražencem. Komaj Geisslerjev izum in očitne prednosti katodnih elektronk v elektrotehniki so omogočile množičen stik Slovencev s tehnologijo vakuumskih črpalk, ki traja še danes, ko imamo zanje vrhunske strokovnjake.

## VIRI IN OKRAJŠAVE

- Anonimno. 1768. *Institutiones philosophiae ... In dei nomine tractatus ad universam physicam sive scientiam naturalem* (privez k dialetiki iz istega leta). Rokopis (FSLJ-29 f 29).
- Anonimno. 1772? (Incipit) *Physica generalis*. Rokopis (FSLJ-13 i 68).
- Codelli, Anton. 1929–1935. Zapuščina. Arhiv Republike Slovenije, AS, škatla 19.
- FSLJ – Knjige iz ljubljanske frančiškanske knjižnice.
- StLA – Štajerski deželni arhiv v Gradcu.
- Wilde – Wilde, F. 1803. *Catalogi Librorum Bibliothecae Publicae Lycei Labacensis in Ducatu Carnioliae. Alphanethisches literarisches Verzeichnis der in der Laybacher Lycealbibliothek vorhandenen Werke; Supplementum*, Ljubljana, NUK. Rokopisni oddelek.

## 9 LITERATURA

- Ebert, Johan Jacob. 1773. *Nähern Bereichund zu den Physichen, und mathematischen Wissenschaften*. Frankfurt, Leipzig.
- Ebert, Johann Jacob (ur.). 1780. *Untewweisung in den Anfangsgrunden der Naturlehre zum Gebrauch der Schulen*. Leipzig: Christian Gottlieb Hertel.
- Ebert, Johan Jacob (anonimno). 1804. *Naturlehre für die Jugend zur Beforderung des Beobachtungs- und Forschungsgeistes in den Geschäften des bürgerlichen Lebens*. Dunaj: Micahel Schwarz (Schmidbauer) (FSLJ-20 in 25 (na polici 20 k1 25)).
- Fox, Robert. 1971. *The Caloric Theory of Gases From Lavoisier to Regnault*. Oxford: Claredon Press.
- Freedberg, D. 2002. *The Eye*, Chicago.
- Gruber, Tobias. 1791. *Bemerkungen über H. Erasmus Darwins Folgerungen aus Versuchen auf die Erzeugung der Kälte durch die mechanische Ausdehnung der Luft u.s.w.* *Journal der Physik* 1 Heft S. 73, Gren's J. Phys. 3: 188–196.
- Gruber, Tobija. 1790. *Ueber die Bestandtheile der Atmosphäre in beziehung auf Dichtigkeit und Druck*. Böhm. Ges. (NUK-160).
- Ponatis: 1790/91. *Betrachtungen über die Bestandtheile der Atmosphäre in Beleihung auf Dichtheit und Druck. Neuere Abhandlungen der k. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften*. Wien und Prag: Degen. 1/2: 187–206.
- Guérinos, J.C. 1729. *Clypeus philosophiae Thomisticae contra veteres et novos ejus impugnatores*. Benetke: Paul Balleonium (FSLJ-3 e 27–33).
- Kuhn, Thomas S. 1958. *The Caloric Theory of Adiabatic Compression*. *Isis*. 49: 132–140.
- Lind, G., *Physik im Lehrbuch 1700–1850. Zur Geschichte der Physik und ihrer Didaktik in Deutschland*, Springer-Verlag, Berlin 1992.
- Lypnica Kapferer, Simon. 1778. *Theoremata philosophica...* Oeniponte (Innsbruck) (FSLJ-9 d 92).
- De Maillard, Sebastian. 1784. *Théories des machines mues par la force de la vapeur de l'eau*. Wienne et Strasburg.
- Murovec, B., Klemenčič, M., Breščak, M. 2005. *Almanach*. Ljubljana.
- Radics, Peter Pavel. 1885. *Ernstes und Heiteres aus einer Cavalierbibliothek, V: Bilder Oesterreichischer Vergangenheit und Gegenwart*. Dunaj.
- Radics, Peter Pavel. 1878. *Die Hausbibliothek der Auersperge, V: Neuer Anzeiger für Bibliographie und Bibliothekwissenschaft*. Dresden.
- Sokolić, Davor. 1979. *Rečno brodarstvo*. Beograd: Tribina.
- Solovjev, Ju. I. (ur.). 1983. *Stanovlenie himii kak nauki*. Moskva: Nauka.
- Swedenborg, Emanuel. 1734. *Principia rerum naturalium sive novorum tentaminum phaenomena mundi elementaris philosophice explicandi*. Dresdae & Lipsiae: Frideric Hekeli (NUK-8914).
- Tremel, Ferdinand. 1946. *Schiffhart und Flösserei auf der Mur. Jahresbericht des Akademischen Gymnasiums in Graz*. Graz 3–41.
- Ubel, S. 1955. *A. Dürer*. Zagreb.
- Urbas, Anton. 1876. *Magnetismus, Elektrizität, Wärme und Licht (Magnetizem, elektrika, toplota in svetloba. Filozofično-fizikalničen načert*. Laibach/Ljubljana: Samozaložba, J. Blasnikovi dediči.
- Žargi, Matija. 2002. *Auerspergov knežji dvorec, V: Theatrum Vitae et Mortis Humanae*. Ljubljana.