

VALVASOR O VAKUUMU IN TANKOSTENSKIH KIPIH (ob 320-letnici Valvasorjeve izvolitve v londonsko Kraljevo družbo)

Stanislav Južnič

AMNIM, d. o. o., Gorazdova 3, Ljubljana

POVZETEK

Valvasorjevo zanimanje za vakuumsko tehniko in tankostenske kipe je bilo tesno povezano s Kraljevo družbo v Londonu. Angleži so si nadvse želeli učenega sodelavca in poročevalca v našem delu sveta. Valvasor je preučeval vakuumске poskuse vidnega člana Kraljeve družbe Roberta Boyla, po drugi strani pa je kupil domala vse knjige njegovih nasprotnikov, sodelavcev rimskega profesorja Kircherja.

Metalurg Valvasor je pred jezuitsko cerkev sv. Jakoba postavil tankostenski Marijin kip, ulit po lastnem, izvirem postopku, ki ga občudujemo še dandanes. Svojo iznajdbo je opisal in narisal v vodilni londonski in leipziški reviji kot prvi mednarodno priznani izumitelj iz naših krajev.

Valvasor je knjige o vakuumu in drugih zagatah baročne dobe v precejšnji meri nabavljal po zgledu svojega prijatelja, tri desetletja starejšega deželnega glavarja grofa Volfa Engelberta Turjaškega, brata našega prvega vakuumista kneza Janeza Vajkarda Turjaškega. Slovenci smo Valvasorja poslovenili, njegovih prav tako zaslužnih učenih vzornikov Turjaških pa ne.

Valvasor about Vacuum and Thin Layers Casting

ABSTRACT

Valvasor's original contributions to the development of physics and techniques are put forward in connection with his fellowship at the Royal Society of London. The special concern is put on Valvasor's library with many Robert Boyle's books included. At the other hand Valvasor bought almost all works of Boyle's opponent Kircher. He collected the Jesuit's books, most of them connected with the Kircher's Roman College circle.

Valvasor cast a Virgin Mary statue and put it at the front of Jesuit St. Jacob's Church. He described his new thin layer casting method at London *Phil. Tran.* and Leipzig *Acta Eruditorum*.

Valvasor followed the Volf Engelbert Auersperg's example upon collecting books at his own library. Volf's brother Prince Janez Vajkard helped Otto Guericke at his Regensburg experiments as the first Carniolan vacuum researcher. Slovenes later adopted Valvasor as one of their own, but did not provide the same treatment for the erudite Auerspergs.

1 UVOD

Po preučevanju vakuumskih knjig turjaške knežje knjižnice je prav, da opišemo še Valvasorjeve knjižne zaklade kot dediče turjaškega baročnega duha. Številne knjige v Valvasorjevi knjižnici in njegove lastne raziskave so bile usmerjene v vakuumsko tehniko. Valvasor je v marsičem prekosil zgled deželnega glavarja Volfa Engelberta Turjaškega z nabavo obširnejšega branja v tujih jezikih iz oddaljenejših dežel, predvsem pa se je zanimal za Boylovo vakuumsko črpalko.

¹ SBL, 3: 220

² Valvasor, 1970, 1/3: 426, 3/11: 266, 698, 688/689 (slika); Radics, 1910, 143, 145

Valvasor je svoja poglavitna raziskovanja lastnosti materialov zapustil v skupno devetih zvezkih *Lumen naturae* in *Flos Physico-mathematicus*. Oba rokopisa sta se po žalostnem Valvasorjevem stečaju izgubila. Zato lahko Valvasorjevo poznanje vakuumskih in livarskih tehnik ocenimo le iz treh virov: z branjem njegovih v Zagreb prodanih knjig, s pregledom znanstvenih instrumentov v njegovi krški zapuščini in s preučevanjem njegovih tankostenskih kipov.

2 TANKOSTENSKI KIPI

Livarstvo ni bilo tuje Valvasorjevim ljubljanskim jezuitskim učiteljem, vendar jih je naš kranjski Janez Vajkard dodobra prekosil. Njegovo poznanje kovinskih materialov je preraslo zanimanje za alkimijo predvsem pod vplivom londonske kraljeve družbe in njenega pomembnega člana Roberta Boyla.

Valvasor je kupil stojalo in steber, po njegovem naročilu pa je Wolf Weisskirch(n)er iz Salzburga naredil kalup Marijinega kipa.¹ Pred božičnimi prazniki tik pred polnočjo 16. 12. 1681 je Valvasor ulil spomenik po svojem postopku v zvonarni pred Karlovškimi vrati na Karlovški cesti št. 15, kjer se je Krištof Schlag(s) uveljavil kot predhodnik poznejše zvonarske družine Samassa.

Na veliki petek, 27. 3. 1682, so kip prenesli pred bližnjo jezuitsko cerkev sv. Jakoba v jezuitskem kolegiju; Dolenjske ceste tisti čas še ni bilo, tako da zapora prometa ni bila potrebna. Stavbenik Marcello Genovese (Genevese) je Valvasorjevo umetnino dvignil na podstavek, ki so ga medtem zgradili zimi navkljub. Slovesnosti so prisostvovali rektorji jezuitskih kolegijev v Gorici, Trstu in na Reki, zato so se novice o Valvasorjevem izumu hitro razširile.

Valvasor je o svojem ljubljanskem Marijinem kipu in o novih postopkih za njegovo ulivanje poročal tajniku londonske kraljeve družbe Thomasu Galu; vzbudil je izredno pozornost kot redko kateri kranjski izumitelj prej ali pozneje. Leta 1687 je E. Halley v *Phil. Trans.* objavil Valvasorjevo pismo tajniku Thomasu Galu o novem načinu ulivanja kovinskih kipov ob lepi skici kipa boga Pana s piščalmi.² Verjetno je Valvasor ulil tudi Pana, čeravno danes ne vemo, kam ga je postavil.

Thomas Gale (* 1635/1636 Scruton v severnem Yorkshiru; † 1702) je bil nekoliko starejši od Valvasorja. Odraščal je kot sin edinec; šolal se je v Westminsteru, leta 1655 pa se je malo pred Newtonom vpisal na kolegij sv. Trojice v Cambridgeu. Diplomiral je leta 1659 in magistriral tri leta pozneje. Univerza je objavila nekaj njegovih verzov ob smrti Oliverja Cromwella, ki so mu prinesli ugled v deželi. Leta 1666 je postal profesor grščine v Cambridgeu, leta 1672 pa nadučitelj v šoli sv. Pavla, kjer se je med njegovimi dijaki najbolj izkazal ravno Valvasorjev poznejši prijatelj Edmund Halley. Dne 6. 12. 1677 so Gala izbrali v londonsko kraljevo družbo, skoraj natančno desetletje pred Valvasorjem. Januarja 1686 je Gale postal honorarni tajnik družbe. Za pomočnika si je izbral Halleyja, ki je dolžnost opravljal do leta 1699 in tako od vsega začetka poznal Valvasorjeva pisma, poslana v London. Nekaj let pozneje je Halley popotoval po Istri in Kvarnerju, iščoč primerno pristanišče za izkrcanje angleških enot v španski nasledstveni vojni; žal je njegov prijatelj Valvasor že desetletje prej umrl. Gale je po kraljevem naročilu tako dobro popisal spomenike v Londonu, da ga je mesto nagradilo s plaketo. Kot poznavalec spomenikov se je še posebej zanimal za Valvasorjevo ulivanje kipov. Že v začetku 17. stoletja so kalupe iz mavca zalivali s tekočo zmesjo ilovice za bogatejše Angleže, ki so se hoteli znebiti nadležnega smradu tam, kamor gre celo cesar peš. Takšne straniščne školjke so bile zelo drage, za nameček pa so še vpijale vodo.³ Zato so Gale in sodelavci iskali drugačne nove materiale in Valvasorjevim podobne inovativne postopke ulivanja. Livarstvo je bilo dobro razvito v neposredni sosesčini sedeža Kraljeve družbe na vzhodnem koncu Londona. Leta 1570 je Robert Mot tam ustanovil livarno, ki je pozneje prerasla v *Royal Whitechapel Bell Foundry*. Zaslovela je predvsem z ulivanjem londonskega *Big Bena* in ameriškega zvona *Liberty Bell* (1752). Središče angleškega železolivarstva je bilo v dolini z zgovornim imenom Ironbridge; tam so razvijali železarsko industrijo, ki je kmalu po Valvasorjevi smrti močno napredovala z Darbyjevim izumom koksanja (1735).⁴

Valvasorjev prijatelj Halley je urejal *Phil. Trans.* med letoma 1685 in 1693 ter v njih tiskal še druga Valvasorjeva dela. Prejšnji urednik *Phil. Trans.* Robert Hooke je sicer negodoval po svoji stari navadi. Nevoščljivo je namigoval, da Valvasorjev spis o tankostenskem ulivanju ne prinaša nič novega, z izjemo uporabe drugačnih kemikalij, predvsem ene tretjine "bizmuta" ali cinka v medi, zaradi katere zlitina laže teče.⁵ V resnici je bila ta novost nepomembna le na prvi pogled.

³ Lambrozzi, 1994, 93

⁴ Ruschitzka, 1985, 49

⁵ Reisp, 1987, 8; Paulin, Trbižan, 1996, 264

⁶ Reisp, 1983, 176

⁷ Trbižan, 2003, 177, 183

⁸ Paulin, Trbižan, 1996, 263, 264, 267–268; Paulin, 1998, 63, 65, 67, Šorn, 1984, 167; SBL, 4: 82

Hooke in mojster angleškega livarskega ceha sta vendarle odobrila objavo Valvasorjevega postopka, potem ko je dr. Aglionby primerjal Valvasorjeve novice s prakso londonskih obrtnikov.⁶ Valvasorjev vrstnik Aglionby je bil član Kraljeve družbe, dopisoval pa si je tudi s slovitim Lockom. Valvasor se je do neke mere zgledoval pri nemških lončarjih, pa tudi po daljnovzhodnih zlitinah, za katere je izvedel med ljubezenskimi dogodivščinami na območje današnjega Tunisa in Libije poleti 1669. Poleg kemijske sestave zlitine je Valvasor kljub Hookovemu omalovaževanju izboljšal predvsem razporeditev in oblikovanje ulivnih kanalov,⁷ saj se je imenitno spoznal na svoj posel. Danes ne vemo, ali je pri ulivanju uporabljal črpalko, kar je ob njegovem poznanju vakuumske tehnike dokaj verjetno.

Kemijska analiza in elektronska mikroanaliza sta pokazali, da vsebuje zlitina Valvasorjevega Marijinega kipa pri sv. Jakobu le stotinko odstotka bizmuta, zato pa skoraj 16 % cinka. Kot da bi baročni mojster slutil sodobne izkušnje, ki izpostavljajo bizmut za nevarnega povzročitelja krhkosti v bakrovih zlitinah, kjer ne sme preseči 0,005 %. Z dodajanjem cinka, 4 % svinca in nad 2 % kositra je Valvasor znižal tališče zlitine za 120 °C. Dobil je "kar najbolj tekočo" snov za ulivanje tankostenskih kipov in z njimi prekosal dosežke vseh svojih sodobnikov. Kot izkušen livar je razvil pretanjen občutek za blagodejen vpliv gladkih površin kanalov na boljše pretakanje zlitine v kalupu kipa. S pridom je upošteval važne vplive premazovanja površin, tako da se je znal izogniti nezaželenim sestavinam voska v premazih. Surovine je gotovo dobil iz domačih kranjskih in sosednjih krajev, čeprav podrobnosti ni objavil. Na današnjih slovenskih tleh je bilo v Valvasorjevem času šestindvajset fužin in peči oziroma plavžev. Na Koroškem so med izdelovali že v 15. stoletju. Mineralni cinkov karbonat *kalamino* (*zinccum*, *smithsonit*) je Valvasor bržkone dobil iz Rablja na Koroškem, zlitino bakra in cinka "zlata baker (*aurichalcum*)" pa na Cerkljanskem, kjer so bakrovo rudo kopali že v 15. stoletju. Malo pred Valvasorjevim ulivanjem kipov je Hans Sigmund Ottenfeld dobil dovoljenje za rudnik svinca v Črni na Koroškem (1665). Rudarji grofov Thurn-Valsassina so že štiri desetletja pred Valvasorjevim rojstvom začeli kopati svinca v severnejšem Pliberku in na Peci, revirja pa sta bila tudi v Železni Kapli in Rablju.⁸

Nemajhne stroške za Valvasorjev Marijin kip so poravnali kranjski deželni stanovi in tudi vrli baron Janez Vajkard je spravil nekaj zlatnikov v žep. Bogenšperg je dejansko kupil na "kredo", tako da mu

je denar prišel nadvse prav. Njegov postopek ulivanja kovinskih kipov je bil pet let po angleški objavi v Londonu preveden v prvem zvezku nove revije *Acta Eruditorum*, ki so jo na pobudo slovitega učenjaka Leibniza začeli izdajati v Leipzigu. Latinska objava v prvi številki te znamenite revije že sama po sebi kaže, kako pomembne so se tujcem zdele Valvasorjeve ideje, medtem ko je prezgodaj postaran hiral v Krškem. Nihče ni prerok v domovini, še posebej pa ne na Kranjskem.

Valvasor si je želel čim bolj tekoče stopljene zlitine, ki jo je ulil v vmesni prostor prekrite osnovne oblike kipa. Pri tem je natančno upošteval prirastek velikosti modela kipa zaradi dodane plasti kovine. Tedanja kvaliteta litine seveda ni dopuščala tako tankih plasti, kot so osnova Valvasorju še neznanih sodobnih vakuumskih postopkov prekrivanja površin.

Ko je bil kip narejen, je Valvasor odstranil kalup in drobne kanale, skozi katere je vlival zlitino v jami za zvonove. Odrezani ulivni sistem je spravil za "ponovno uporabo";⁹ tega gotovo ne bi storil, če ne bi ulil še veliko drugih kipov, čeprav sedaj poznamo le ljubljanskega.

V času svojega poročanja Kraljevi družbi še ni poskusil uliti ničesar daljšega od devetih čevljev (3 m), vendar ni dvomil, da zmore tudi višje izzive. Napovedal je, da bo ulil kip cesarja Leopolda na konju. Vladarja med ježo je nameraval ovekovečiti v nadnaravni velikosti v spomin na njegov obisk Ljubljane leta 1660. O izvedbi se je že dogovarjal s kranjskimi deželnimi stanovi,¹⁰ ki so bili pripravljene kriti stroške Leopoldovega spomenika. Čakal je še na konec turške nevarnosti, ki se je začela julija 1683 s turškim obleganjem Dunaja. Po kosilu 7. 8. 1683 je sam četrtni stotnik Valvasor naglo odjezdil iz Ljubljane kot vrhovni poveljnik kranjskih čet na pomoč ogroženi Štajerski.¹¹ Boylove knjige o vakuumskih tehnikah je za nekaj mesecev odložil, da bi gosje pero zamenjal z bridko sabljico in s samokresom. Na praznik vseh svetnikov je bil že doma, vendar načrta z Leopoldovim kipom ni uresničil, saj je bil ob koncu "dunajske" vojne leta 1699 že dolgo pod rušo.

Valvasorjev opis postopka ulivanja tankostenskih kipov je bil prvi mednarodno priznani tehniški dokument kranjskega izumitelja na področju metalurgije in tehnike v celoti.¹² Vsekakor Marijin kip ni bil edini izdelek izkušenega livarja Valvasorja, čeprav nam drugi (še) niso znani.

3 GALILEIJEV KROG

Valvasor je pilil svoje poznanje livarskih in vakuumskih tehnik v skrbno izbrani domači knjižnici, marsikaj pa je izvedel med večletnimi mladostnimi popotovanji. Bral je tudi starejša mnenja o vakuumu, med njimi Sebastiana Fox-Morzillo iz Seville, ki je v Louvianu na jugu Nizozemske študiral klasično filozofijo. Španski kralj Filip II. ga je imenoval za skrbnika svojega sina Carlosa, vendar je Fox-Morzillo utonil na poti v novo službo.

Valvasor je bral prvi posmrtni ponatis Fox-Morzillove filozofije narave Aristotela in Platona, posvečen njegovemu nesojenemu delodajalcu Filipu II. Fox-Morzillo je v enajstem poglavju prve od petih knjig opisal neskončnost in vakuum. Po Parmenidu naj bi Bog imel možnost ustvariti neskončnost, predvsem pa se je Fox-Morzillo skliceval na Platonovega Timaja in zavračal prazen prostor brez snovi.¹³

Valvasor se je zanimal za Galileijevega predhodnika Baldija, ki je v Padovi študiral matematiko ob Galilejevem prijatelju markizu Guidu Ubaldu del Monteju. Leta 1570 ga je učitelj matematike Commandino nagovoril, da je prevedel Heronove študije vakuumskih naprav iz stare grščine v italijanščino. Objavil ga je komaj leta 1589 z uvodno študijo zgodovine mehanike. Šele prevod je omogočil razvoj Heronovih idej o resničnosti praznega prostora v Galileijevo snov, sestavljeno iz atomov, ločenih z vakuumom. Valvasor je kupil italijanski prevod Herona, ki ga je objavil Commandinov učenec Alessandro Giorgio iz Urbina (1592); za nameček je nabavil še nemški prevod iz leta 1688, prirejen po Commandinovem latinskem prevodu. Hranil je tudi Baldijevo najpomembnejše delo o Aristotelovi mehaniki, objavljeno posmrtno leta 1621. Baldi je pripisal Aristotelu celo nalogo z vakuumsko posodo; to seveda ni bila prvotna misel Aristotela, ki vakuuma sploh ni odobral. Baldi se je k vakuumu znova povrnil z razmišljanjem o samotožnem črpanju vode iz vodnjaka ob zaključku knjige.¹⁴

Med Kircherjevimi učenci na Rimskem kolegiju se je izkazal jezuit Francesco Lana Terzi. Valvasor je kupil prva dva dela Lanovega Pouka naravoslovja, Bernard Ferdinand Erberg pa je za ljubljanske jezuite nabavil vse tri dele šestdeset let po natisu. Lana je natančno opisal Torricellijeve, Boylove in druge poskuse s plini in vakuumom. Zaupal je mnenjem Kircherja in Schotta, Galileija pa je kritiziral.¹⁵ Leta

⁹ Paulin, Trbižan, 1996, 267

¹⁰ Radics, 1910, 146

¹¹ Reisp, 1983, 164

¹² Paulin, Trbižan, 1996, 263

¹³ Fox-Morzillo, 1560, 28', 29', 30'-31'

¹⁴ Baldi, 1621, 37, 48, 54, 159-161

¹⁵ Lana, 1686, 2: 176; 1684, 1: 175, 177-178; 1692, 3: 214-215, 238-239, 297

1670 je zaslovel z načrtom okroglih vakuumskih zrakoplovov iz bakrene pločevine in se včlanil v londonsko Kraljevo družbo, tako kot pozneje Valvasor.

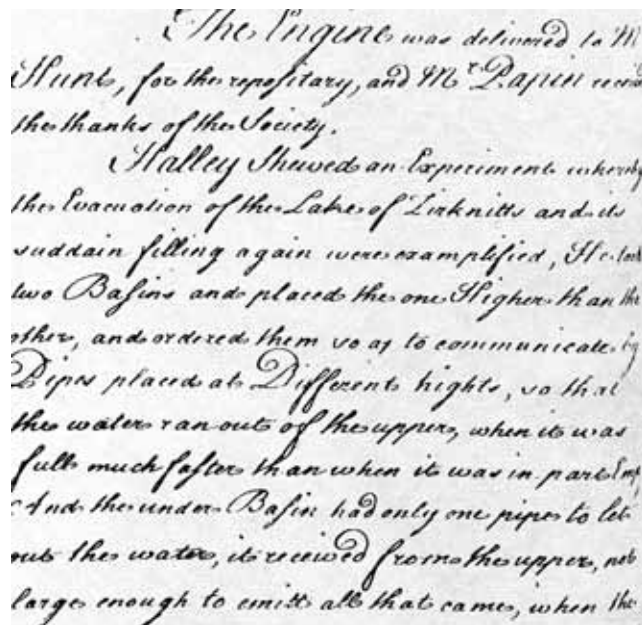
4 BOYLOVA VAKUUMSKA ČRPALKA

Valvasor je kupil šest Boylovih tiskovin, med njimi ženevska zbrana dela (1680) v trinajstih zvezkih s petindvajsetimi poglavitnimi knjigami. Valvasorjevo navdušenje nad Boylom je mogoče pričakovati, saj je tri Boylova dela prodajal tudi novi ljubljanski knjigarnar Mayr leta 1678. Valvasor je bil štirinajst let mlajši od Boyla; ob svojem bivanju v Parizu in v Angliji¹⁶ v času Boylove dokončne preselitve iz Oxforda v London aprila 1668 se je dodobra seznanil z Boylovimi vakuumskimi poskusi.

Valvasor je kupil Boylove Hidrostatične paradokse (1670) s tremi lepimi skupinami slik kapilar v posodi, stiskanja tekočin in posledic razlike tlakov. Boylove poskuse je Valvasor ponovil na Bogenšpergu ob preverjanju delovanja domnevnih sifonov pod Cerkniskim jezerom, ki jih je prijatelj Halley nato leta 1687 kazal pred londonsko kraljevo družbo v čast Valvasorjeve izvolitve med nove člane. Valvasor kot slej ko prej edini kranjski član te znamenite družbe priča o izjemno visokem kotiranju naše baročne znanosti in tehnologije.

Po Boylovi napovedi v nagovoru bralca in v predgovoru (1680) so bili Hidrostatični paradoksi nadaljevanje Boylovih "*Tractatus de Aëre*" (1672), ki ga je prodajal Mayr v Ljubljani, po Boylovi smrti pa so ga prevedli v angleščino. Tlak v kapljevini je primerjal s Torricellijevim preizkušanjem vakuuma nad cevjo, polno živega srebra. V nagovoru bralcu je zavrnil odnos do vakuuma monarhista Hobbsa, ki ga je črtil tudi po politični plati.

Kar štiri Valvasorjeve knjižice iz Boylove ženevske zbirke (1680) so bile posvečene vakuumskim poskusom; ob njih pa še dve drugi v ženevski izdaji iz leta 1683. Prvo in najdaljšo vakuumsko knjižico je Boyle sestavil iz pisem nečaku Karlu grofu Corku (1680); dodal jim je desetletje starejše Hidrostatične paradokse z dvema skupinama slik, postavljenima med dve plošči skic vakuumskih naprav. To je bila ena redkih ilustriranih knjižic v Boylovih ženevskih zbranih delih, iz katerih se je Valvasor učil novih pogledov na skrivnosti znanosti o praznem. Boyle je začel s Torricellijevimi in Guerickejevimi dosežki, vendar je z večšo Hookovo pomočjo urno napredoval in končal triinštirideset poskusov 20. 12. 1659,¹⁷ ko je Valvasor



Slika 1: Poročilo o Halleyjevem preverjanju Valvasorjeve sifonske teorije pretakanja voda v podzemlju Cerkniskega jezera pred Kraljevo družbo 14. 12. 1687, neposredno po Valvasorjevi izvolitvi v to družbo (Arhiv Kraljeve družbe v Londonu, *Letter Book*).

že obesil šolo na klin in začel poldrugo desetletje svojih mladostnih popotovanj.

Boyle je drugo vakuumsko knjižico prav tako vključil v ženevski ponatis (1680), ki ga je bral Valvasor. Blaisa Pascala je napačno imenoval *Monisieur Paschal*. Cenil je njegove vakuumske poskuse;¹⁸ zato toliko bolj preseneča, da Boylov kolega pri londonski kraljevi družbi Valvasor ni kupil Pascalovih del. Pascalove opise poskusov je med drugim kupil baron Erberg za svojo knjižnico v Ljubljani, pozneje premeščeno v bližnji Dol. Valvasor je prispel v Francijo pet let po Pascalovi smrti,¹⁹ ko so vsi govorili o njegovem prezgodaj umrlem geniju.

Boyle je tretjo vakuumsko knjižico posvetil zgodnjim poskusom z *Machina Boyliana*. Skliceval se je na svoje Nove vakuumske poskuse, na Mersennovo raziskovanje stisljivosti in na meritve florentinskih akademikov. Boyle je k svojim vakuumskim raziskavam vabil najpomembnejše Angleže tedanjih dni, da bi s svojim ugledom dali rezultatom dodatno težo, kot so velevale tedanje navade. Opisal je zmrzovanje pare z nižanjem temperature ob stiskanju pod težo stolpa živega srebra. V kritiki Hobbsa je navajal svoje starejše poskuse v barometru na živo srebro.²⁰ Hobbsa je zavrnil z Guerickejevimi in Torricellijevimi poskusi. Zaključno poglavje je posvetil shranjevanju

¹⁶ Mayr, 1678, 51-52; Reisp, 1987, 7

¹⁷ Boyle, *Nova experimenta* 1680, 2-3, 154

¹⁸ Boyle, *Nova experimenta* 1680, 13; Boyle, Robert. *Defensio doctrinae* 1680, 10; Boyle, 1999, 3: 26, 33

¹⁹ Reisp, 1983, 84

²⁰ Boyle, *Tractatus*, 1680

živil v vakuumu, ki je Valvasorja še posebej navdušilo. Boyle je namreč junija 1670 v vakuum shranil pinto francoskega vina, ki ga je julija 1671 vzel ven na prosto in ob veselem omizju ugotavljal, da je ohranilo čistost in barvo. Valvasor in njegovi najstniški sinovi na Bogenšpergu niso popili veliko vina, kljub skrbi Valvasorjeve prve žene; vseeno pa se je Boylova ideja o shranjevanju vina globoko dotaknila Valvasorjeve ob posavskih vinogradih razvajene duše.

Leta 1682 je v Ženevi priobčil nadaljevanje Fizično-mehanskih poskusov z nadtlakom stisnjenega segretega zraka in z živalmi. Pri raziskavah nadtlaka je obrnil postopek črpanja vakuuma, kar je omogočilo razvoj parnega stroja. S pomočjo izumitelja Denisa Papina je eksperimentiral od 11. 6. 1676 do 5. 9. 1677 in svoje dosežke ponazoril na šestih ploščah, polnih slik, ob koncu knjige.

Valvasor je že po naselitvi v Bogenšpergu kupil prve letnike *Phil. Trans.*²¹ in v njih med drugim prebral poročilo o prvih Hookovih in Boylovih poskusih z vakuumsko črpalko pred Kraljevo družbo 15. 2. 1665. Pri Mayru v Ljubljani je z navdušenjem študiral Boylova poročila o dokaj okrutnih poskusih z racami v izpraznjeni vakuumski posodi,²² ki bi danes seveda sprožili mnogo hude krvi pri društvih za varstvo živali. Nemudoma je začel pisati tajniku londonske kraljeve družbe Galu, saj je kot svetovljan neomajno zaupal vase in si je zaželel lastnih objav v *Phil. Trans.* Za nameček je kupil še Boylovo razpravo o luminiscenci *Noctiluca* (1682), ki mu je bila posebno blizu, saj so prvi raziskovalci luminiscence izšli docela iz alkimističnih tradicij. Boyle je najprej opisal Balduinov hermetični fosfor, nato pa še delo Nemca Daniela Kraffta. Svetlikanje je opazoval v vakuumu in povzel postopek izdelave luminiforja *Noctiluca* po tedanjih alkimistih.²³ Obravnaval je luminiscenco na zraku in celo v ledu; razpravo, sestavljeno iz pisem o poskusih, je končal s kemijskimi paradoksi kot odgovor na Kircherjeve (1646) trditve, o katerih je seveda globoko dvomil. Tako kot Hobbes tudi Kircher nikakor ni verjel, da vakuumska črpalka v resnici odstrani vso snov; seveda je šlo Boylu še dodatno v nos njegovo bojevito jezuitsko katolištvo.

Boyle je v Poskusih in razmišljanjih citiral Kircherjev opis luminiscence (1646), ki sta ga kupila tako Volf kot Valvasor. Prokurator jezuitov Monardes, znan po prvem opisu tobaka, je Kircherju poslal

raztopljeno luminiscenčno snov iz Mehike, tako da je lahko novosti posređoval samemu cesarju.

Boyle se je glede barv kovin skliceval na Glauberja, ki ga je Valvasor tako močno čislal, da je zbral kar sedemindvajset njegovih knjig; gotovo tudi zato, ker je Glauber mlada leta preživel na Dunaju. Boyle je končal opis luminiscence bolonjskega kamna in predvsem dragih kamnov.²⁴ Po stopetih straneh teorije snovi, sestavljene iz delcev, se je na zadnjih dvainštiridesetih straneh lotil desetih poskusov. Pri šestem je raziskoval Glauberjevo sol, v devetem pa se je skliceval na Helmontov in Paracelzov *Alkahest*, ki je bil v marsičem temelj Boylovih razmišljanj.²⁵ Eden odkriteljev fosforja, Kunckel, je pozneje spravil *Alkahest* na tanek led z ugotovitvijo, da ga nobena posoda ni zmožna obdržati; prav podobno se danes godi fuzijskemu reaktorju, ki ga ne znamo omejiti v posodi. O *Alkahestu* je razpravljala tudi raziskovalec fosforja in dunajski dvorni gospodarski svetovalec Becher; Valvasor je nabavil ducat njegovih knjig, Volf pa le tri. Valvasor je kupil še štiri poglavitna Kunckelova dela, medtem ko je Volf umrl že pred njihovo izdajo. Valvasor se je za luminiscenco zelo zanimal in je prosil Kraljevo družbo v Londonu, naj mu pošlje navodila za izdelavo fosforjev vseh vrst po poročilu irskega škofa Asha,²⁶ prijatelja pisatelja Jonathana Swifta. Tudi sam je skušal sestaviti luminifor iz neke vrste svetlečih črvov, vendar dobljena snov ni bil obstojna.²⁷ V Valvasorjevi zapuščini v Krškem je bila po njegovi smrti popisana tudi "Medeninasta črna naprava v obliki nočne lučke",²⁸ kar je bil tudi v Boylovem pisanju običajen naziv za luminifor *Noctiluca*. Žal popisovalci niso podrobneje opisali sestave Valvasorjevega luminiforja.

5 BOYLOVI KRITIKI

Valvasor je kupil Cabeove Magnete, posvečene francoskemu kralju Ludviku XIII. Cabeo je magnetne pojave pripisoval domnevnim premikom gnot zraka, ki ga elektrika najprej izrine, nato pa se zrak vrne na prvotno mesto in s seboj povleče dovolj lahke delce. Tako so Boyle kot Galilejevi dediči pri florentinski akademiji *Del Cimento* raziskovali vakuum, da bi potrdili ali ovrgli Cabeove domneve. Cabeo je v drugi knjigi zavrnil mnenje zdravnika kraljice Elizabete W. Gilberta o spremembi električnega privlaka v vlagi in še posebno v vodi; privlak med potopljenima magnetnima palicama je posebej nazorno skiciral.

²¹ Valvasorjeve letnike 1665–1669 je urednik Oldenburg natisnil v Amsterdamu (1675, 1675) kot zasebno glasilo

²² Mayr, 1678, 84; Boyle, 12. 9. 1670. Nova experimenta pneumatica de respirationem spectantia. *Phil. Trans.*

²³ Boyle, 2000, 269, 270–271, 281, 291, 295, 303

²⁴ Boyle, 2000, 269

²⁵ Boyle, *Chymista scepticus* 1680, 39, 65, 69, 78, 115, 119, 123, 139, 133, 139, 145

²⁶ Reisp, 1987, 104

²⁷ Reisp, 1983, 212, Valvasor, 1970, 1/3: 458

²⁸ Radics, 1910, 317



Slika 2: Naslovna stran Cabeove knjige o magnetih (1629), ki jo je hranil Valvasor (Fotografirano v zbirki za zgodovino znanosti z dovoljenjem univerze v Oklahomi).

Pozneje je Cabeo skupaj s svojimi ferrarskimi someščani nasprotoval hidravličnim idejam Galilejevega učenca Benedetta Castellija pri urejanju reke Reno, ki jih je podpiral papež Urban VIII. Vakuuma ni priznaval, saj naj bi motil lokalno gibanje.²⁹

Valvasor je nadaljevanje Cabeovega raziskovanja vakuuma prebral pri drugem jezuitu Kircherju; hranil je domala vsa Kircherjeva dela. Kircherjev magnet za dvigovanje velikih uteži je navdušil Valvasorja, ki je nabavil lasten nadvse močan magnet. Z njim je lahko vzdignil maso železa, dvainštiridesetkrat večjo od mase magnetu; po smrti je izredni magnet zapustil v svoji hiši v Krškem,³⁰ prav zanimivo bi bilo vedeti, kje se to čudo tedanje znanosti skriva danes.

Kircherja je zanimalo delovanje magnetne sile v vakuumu. Vakuumsko napravo je lepo ilustriral in pokazal, kako razredčeni zrak vleče vodo iz posode navzgor po cevi. Voda se potem izliva po obodu posode na tla ali pa celo nazaj v posodo kot stalno gibalo *perpetuum mobile*, ki se je pozneje pokazalo za

iluzijo. Vodomete iz tretje knjige je imenoval "hidravlične stroje".³¹

Valvasor je ob najpopolnejši kranjski zbirki Kircherjevih del kupil še dvanajst Schottovih matematično-tehničnih priročnikov, saj je bil Schott najpomembnejši Kircherjev učenec. K nabavam njegovih spisov je Valvasorja napeljal zanimanje za izum vakuumske črpalke, ki jo je prav Schott prvi opisal in narisal. Valvasor je Schottova dela in devet Kircherjevih knjig citiral v Slavi, saj je bil prav Kircher pisec, ki ga je uporabljal največ. Valvasorjev vzornik Volf Turjaški je imel osem Schottovih del, seveda prav tako kot Valvasor vse tiste, povezane z vakuumskimi tehnikami. Volfov brat knez Janez Vajkard je bil pglavitni Guerickejev sodelavec pri vakuumskih poskusih v Regensburgu, tesno pa je sodeloval tudi s Kircherjem. Ohranilo se je šest



Slika 3: Cabeovo preizkušanje delovanja magnetu pod vodo v Valvasorjevo zbirki (Cabeo, 1629, str. 186). (Fotografirano v zbirki za zgodovino znanosti z dovoljenjem univerze v Oklahomi.)

²⁹ Cabeo, 1629, 28, 59, 72, 93, 108, 178, 181–188, 217, 220, 334, 341

³⁰ Radics, 1910, 318

³¹ Kircher, 1654, 419

Lib. II Cap. XX.

81



Slika 4: Cabeovi poskusi z lomljenjem magnetu v Valvasorjevi zbirki (Cabeo, 1629, str. 81). (Fotografirano v zbirki za zgodovino znanosti z dovoljenjem univerze v Oklahomi.)

Janezovih pisem Kircherju v Rim;³² seveda mu je pisal latinsko, saj Kircher po naše ne bi razumel. Drugo pismo je poslal tik preden sta z Guerickejem izpeljala sloviti poskus s konji in vakuumskima polkroglama v Regensburgu, zadnje pa je napisal v Ljubljani malo preden se je Valvasor naselil na Bogenšpergu. Kircherjeva in druga temeljna znanstvena raziskovanja so bila očitno bližje baročni Ljubljani, kot so danes.

Preglednica: Grof, od leta 1654 knez Janez Vajkard Turjaški, piše Kircherju

Datum	30. 5. 1651	9. 2. 1654	27. 10. 1655	3. 5. 1661	12. 11. 1665	23. 4. 1671
Kraj	Dunaj	Regensburg	Dunaj	Dunaj	Dunaj	Ljubljana

Valvasor je nabavil Voigtovo Zapravljanje časa s fiziko v drugi izdaji. Poučna knjižica z dvestotimi

³² Gramatowski, Rebernik, 2001, 112, 136

M. Gottfried Voigts /
Physicalischer
Zeit-Vertreiber/
darfne
Zweyhundert
Auserlesene / Lustige / Amuuhetige
Fragen
Aus dem Buch der Natur beantwortet / auch allerhand neue und rare Curiositäten angeführt / die Geheimnisse der Natur entdeckt / die Ursachen vieler Dinge erkläret / die Wahrheit befestiget / und die Irrthümer kräftig widerlegt werden
Allen Liebhabern der Naturlichen Weißheit zu Nutz und gefallen herausgegeben
nebst einem
Dreysachen vollständigen Register.
In Verlegung Joachim Wilden/
Buchhändler in Kossack.
Gedruckt zu Güstrow
Durch Christian Scheppeln / Anno 1670

Slika 5: Naslovna stran Voigtove zbirke fizikalnih vprašanj, s katerimi je Valvasor "zapravljal čas" na Bogenšpergu

odgovori na zanimiva fizikalna in biološka vprašanja je bila pisana na kožo prav Valvasorjevi plemiški duši. Voigt jo je v predgovoru posvetil wittenberškemu profesorju medicine luterancu Danielu Sennertu, katerega razprave o vročini je Valvasor prebiral v zbirki svojega vzornika Volfa.

Rektor glavne šole v Güstrowu, Voigt, je pri akustičnih poskusih z Dionizijevo piščaljo upošteval mnenje Valvasorjevega poglavitnega sodelavca Nürnberžana Erasmusa Franciscija, ki je bil v tistem času med najbolj priljubljenimi pisci znanstvene literature. Voigt je najmanjše živali primerjal kar z atomi. Menil je, da je v zrnu kadila kafe milijonkrat več atomov, kot jih preštejemo danes. Kljub Boylovim in Guerickejevim poskusom se mu popoln vakuum ni zdel dosegljiv.

dergleichen zu bejorgen; so demüthet sie sich außt äußerste; daffelbe also fort wieder zu thun. Wenn nun ein volles Faß Bier oben feste zugemacht und hernach unten angebohrer wird; so fan das Bier nicht alls dinstig heraus laufen: denn sonst würde es oben im Faß stehen und also ein vacuum oder Luft in der Natur geschöpfen. Demnach aber; wenn die Luft durch Holz gebohrten und den leeren Raum erfüllen kan; so flücht das Bier immer mächtig und mächtig aus zu laufen. Eben dieses trägt sich auch bey dem Weine zu.

LIX.¹ So ist denn kein vacuum oder leerer Raum in der Natur?

Mein. Die Wehren sagen zwar; das Faß ist leer; wenn sie es ausgeholet; ja; jeder weiß; laßt unthun viel anders. Denn ob zwar das Bier aus dem Faß; so ist doch noch Luft darinnen; wie auch andere Dünste die daffelbe erfüllen. Und wenn man es gleich nicht sehen kan; so muß mans beschreiben nicht alsobald verleugnen. Denn es sind viel Dinge in der Welt die wir nicht sehen; und nicht sehen können; wer weis sie aber darum; alsobald in Zweifel setzen oder gar verleugnen. Wer hat die Welt; wer hat die Engel; wer hat des Menschen Seele; wer hat der Pferde Seelen; wer hat den Himmel; wer hat das Wasser über demselben gesehen; und doch sind diese Dinge alle in der Natur. Also sind auch in dem leeren Faß; (wie es die Wehren nennen) noch viel Dinge vorhanden; die den Raum darin erfüllen. Ob aber ein Raum in der Welt sey; da ganz nichts; weder Luft; noch Feuer; noch ande andere Dinge; fragt sich nicht unwäglich; Ich sage nein dazu. Denn (1) ist die Welt ein conuicium; da alles an einander hängt. Wenn nun ein leerer Raum darinnen; so würde duffelbe contiguous (daffelbe also neb) oder Berührung trennen werden; welches ungerathen. Es würde auch; sagt Herr Augustus Haupt-

mann in seinen Verg. bedenden p. 17. da es möglich zu geben stünde; viel Dinge in rerum natura hircieren; dahin fallen im fa scheitern gehen; denn das Vinculum natura; dadurch alle Dinge aneinander gehalten; sonst müßte zerfallen; würde dessen Con- und attractiō nicht folgen; denn das nichts könnte auch nicht stehen; weil das Vinculum natura; das es stehen müßte; und vermindern wir nicht einen Tropfen Wasser über sich aus der Erden durch künstliche Kunst zu ziehen; denn es würde sich das Vinculum natura in der Luft; von dem Wasser; so es ziehen solte; abreißen; das nihilum sich einmischen; das Wasser als ein schwerer corpus; fallen; laßt; etc. (2) sehen wir an der Natur; daß sie das Vacuum außt höchste vermeidet. Denn wenn ein Corpus weg; so kömte alsobald ein andres an seiner Stelle; damit nicht ein leerer Raum bleibe. Wenn man den Heber in ein voll Faß Bier steck; und die Luft heraus ziehet; so steigt alsobald das Bier wieder seine Natur heraus; damit nicht ein leerer Raum bleibe. Wenn man ein volles Faß umstehet; und den Heber gleich heraus gezogen hat; so läuft doch das Wasser einmischer gar nicht; oder gar nichtig heraus; denn wenn es alsobald völlig raus flücht; so verhindeere es die Luft; daß sie nicht kömte rein kommen; und also würde ein vacuum. Wenn man das lochten Glas schielig aufsetzt; so fan man ihn nicht von einander bringen und damit blasen; denn sonst würde ein vacuum darinnen. Wenn man einen Hut gleich auf die Erde hängen; so fan man ihn nicht mehr wieder aufheben; es sey denn; daß man ihn auf die Erde setze; daß die Luft hinein kommen kömte; so würde ein vacuum. In den Kunst- Köchern steigt das Wasser doch in die Höhe; nicht; seine Natur; daß nicht ein vacuum darinnen werde. Und dergleichen Experimenten; ist wohl unzählig viel anzuführen. Aber es ist nicht von nöthen; denn aus diesen ist kläglich genug zu erhellen; wie sehr

7 LITERATURA

- Baldi, Bernardino. 1621... *In mechanica Aristotelis problemata exercitationes...* Mainz: Albin.
- Boyle, Robert. 1660. *New Experiments Physico-Mechanical, Touching the Spring of the Air, and its effects; Made, for the Most Part in a New Pneumatical Engine...* Oxford. Prevod: 1682. *Experimentorium novorum physico-mechanicorum...* Ženeva.
- Boyle, Robert. 1670. *Paradoxa hydrostatica novis experimentis...* Rotterdam: Leers.
- Boyle, Robert. 1682. *Die luftige Noctiluca aerea...* Hamburg: Kosten. Ponatis: 1693. Ženeva: Tournes.
- Boyle, Robert. 1680... *Opera varia... 1. Nova experimenta physico-mechanica... 2. Defensio doctrinae De elatere et gravitate aeris... 3... Experimentum nova de condensatione aeris... 4... fluiditatis et firmitatis... 5. Chymista scepticus... 6. Paradoxa hydrostatica...* Ženeva: Tournes.
- Boyle, Robert. 1999, 2000. *The Works...* (ur. Hunter; Davis). London: Pickering & Chatto.
- Cabeo, Nicolaus. 1629. *Philosophia magnetica...* Köln: Franciscus Sucus.
- Fox-Morzillo, Sebastiano. 1560... *De naturae philosophia...* Pariz: Puteani.
- Gramatowski, Wiktor; Rebernik, Marjan (ur.). 2001. *Epistolae Kircherianae*. Rim: Institutum historicum S. I.
- Kircher, Athanasius... 1646. *Ars Magna Lucis et Umbrae...* Rim: Scheus.
- Kircher, Athanasius. 1654. *Magnes sive de Arte Magnetica...* Rim: Masotti.
- Lambrozzio, E. 1994. Casting From the Beginning Up to Present-Day Technology. *Ceramic Engineering and Science Proceedings*. 15/1. 93-94.
- Lana Terzi, Francesco. 1684, 1686, 1692. *Magisterium Naturae et Artis...* Brescia/Parma.
- Mayr, Janez Krstnik. 1978. *Catalogus Librorum...* Ljubljana: Mayr.
- Oldenburg, Henry. 1674, 1675. *Acta Philosophica Societatis Regiae in Anglia anni 1665-1669...* Amsterdam: Boom.
- Paulin, Andrej; Trbižan, Milan. 1996. Zakaj je Valvasor lahko ulival tankostenske kipe iz medi. *Rudarsko-metalurški zbornik*. 43/3-4: 261-269.
- Paulin, Andrej. 1998. Metalurgija neželeznih kovin na Slovenskem. *Zbornik za zgodovino naravoslovja in tehnike*. 13-14: 53-76.
- Radicis, Peter von. 1910. *Johann Weikhard Freiherr von Valvasor (geb. 1641, gest. 1693)*. Ljubljana: Krainischen Sparkasse.
- Reisp, Branko. 1983. *Janez Vajkard Valvasor*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Reisp, Branko. 1987. *Korespondenca Janeza Vajkarda Valvasorja z Royal Society*. Ljubljana: SAZU.
- Ruschitzka, Ludwig. 1985. Die Entwicklung des Eisengusses in Mitteleuropa. *Giessereitechnik*. 31/2: 48-54.
- Schott, Gaspar. 1663... *Anatomia physico-hydrostatica...* Würtzburg: Schönweter (F).
- Trbižan, Milan. 2003. Objava J. V. Valvasorja v glasilu Philosophical (!) Transactions leta 1687 o litju kipov s tanko steno – prvi slovenski tehnični dokument. *Livarski vestnik*. 50/4: 175-184.
- Valvasor, Janez Vajkard. 1687 (januar-februar)... *Method of casting Statues in Metal; together with an Invention of his for making such cast Statues of an extraordinary thinness, beyond any thing hitherto known or practised...* *Phil. Trans.* 186: 259-262. Prevod: 1692. *Actorum Eruditorum*. 1: 315-319.
- Valvasor, Janez Vajkard. 1977. *Slava Vojvodine Kranjske*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Voigt, Gottfried. 1670. *Physikalischer Zeit-Vertreiber...* Güstrow/Rostock: Wilden, Scheippeln. Ponatis: 1686. Stettin: Plener.

Kazalo manj znanih oseb

- William Aglionby (* okoli 1642; † 28. 11. 1705)
- St. George Ashe (* okoli 1658 Roscommon na Irskem; † 1718 Dublin)
- Bernardin Baldi (* 1553; † 1617)
- Johann Joachim Becher (* 1635; † 1682)
- Niccolò Cabeo (* 1586; † 1650)
- Federico Commandino († 1575)
- Sebastiano Fox-Morzillo (* 1523; † 1560)
- Nicolò Monardes († 1588)
- Gottfried Voigt (* 1644; † 1682)

Slika 6: Voigtovo 58. vprašanje z odgovorom o fiziki vakuumu in Guerickejevih poskusih

6 SKLEP

Valvasor je končal šolanje brez višjih univerzitetnih študijev; raje je šolsko torbo zagnal v kot in se odpravil na štirinajst let mladostnih popotovanj po svetu. Tako se je že zelo zgodaj seznanil z vodilno in obenem najdražjo fizikalno zagato svojega časa, z vakuumsko črpalko. Pravilno je ugotovil, da se je težišče raziskovanja vakuumskih tehnik premaknilo v Anglijo k Boyleu; zato je kupil vsa njegova dela o vakuumski črpalki in se včlanil v Kraljevo družbo kot prvi in edini med Kranjci ter Slovenci sploh. Tam je postal kar Boylov družabnik. Preučevanje lastnosti novih materialov je kronal z iznajdljivim postopkom za ulivanje najboljših tankostenskih kipov svojega časa, ki ga je proslavil po vsej učeni Evropi. Ali si ni s tem zaslužil spominski zapis pod svojim Marijinim kipom v Ljubljani, edinstvenim spomenikom našega znanja, ki bi slavil mojstra še mnogo stoletij?

ZAHVALA

Raziskavo je gmotno podprl Mellonov sklad Univerze Oklahoma.