

Branko Hanžek

Osnivanje zbirke električnih i optičkih sprava u Hrvatskoj

Sažetak: Opisana je zamisao i početak osnivanja zbirke električnih i optičkih sprava u Hrvatskoj, a u sklopu zakonskih rješenja zaštite i očuvanja kulturnih dobara znanstvenog značaja. Kronološki se opisuju događanja od same zamisli prije desetak godina do današnjih dana, kad je prikupljeno četrdeset artefakata električnog (manje) i optičkog (više) karaktera. U radu se vizualno, znanstveno i tehnički predstavljaju neki zanimljivi artefakti. Dio zastarjelih artefakata poklonile su visokoškolske ustanove Sveučilišta u Zagrebu, a dio dobrohotni plemeniti pojedinci. Namjera je rada potaknuti naše škole, znanstvene institute i visokoškolske ustanove, kao i pojedince (darovatelje), na prikupljanje naše dosad nepredstavljene znanstvene baštine kako bismo sačuvali tu ukupnost kulturnih dobara znanstvenog značaja.

Ključne riječi: baština, Hrvatska, kulturno dobro, prikupljanje, zaštita i očuvanje dobara znanstvenog značaja, zbirka električnih i optičkih sprava

Uvod

Prije desetak godina u Zavodu za povijest i filozofiju znanosti Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti počelo je povijesno istraživanje o motrenjima, mjernim sustavima, primjeni matematičkih metoda kao i razvijanju teorija (u prvom redu vjerojatnosti, skupova, funkcija realne varijable i pogrešaka motrenja), a u sklopu egzaktnih znanosti u Hrvatskoj krajem XIX. i početkom XX.

stoljeća. Istraživanje se nastavilo tako da se proširilo i na nastavna mjerenja s naglaskom na osnovama teorije vjerojatnosti i statistike. Slijedilo je proširenje tematike tako da se istraživala povezanost s tematski sličnim težnjama u svijetu.

Višegodišnja istraživanja dovela su do faze kad je bilo potrebno početi prikupljati starije mjerne uređaje i nastavna pomagala. Počelo je i pokretanje aktivnosti vezane uz osnivanje spomen-sobe kolijevke hrvatskog mjeriteljstva i nastavnih pomagala u Križevcima. Zašto baš Križevci? U Križevcima je 1860. godine počela nastava na tad ustrojenom Gospodarsko-šumarskom učilištu. Prema prvim pravilima o uređenju Učilišta na prvom tečaju slušali su se, uz ostalo, predmeti Mjerstvo i Mjeračina i razanje, a polaznici su imali i vježbe na polju dva sata tjedno.

Istaknimo da je 1849. u Austro-Ugarskoj donesena nova Osnova za organizaciju austrijskih gimnazija i realki, koja je 1850. proširena i na škole hrvatskog jezičnog područja. Uz te škole osnivaju se i pomorske škole u Kotoru, Dubrovniku, Splitu, Zadru i Rovinju u kojima su se također provodila motrenja i mjerenja. Propisane su nužne sprave i nastavna pomagala, ali je, današnjim očima promatrano, organizacijski plan imao velik nedostatak jer se nastava održavala na talijanskom jeziku. Prva nastava na hrvatskom jeziku, koja je uključivala i učitelje i učenike u ulozi mjeritelja, odvijala se na Gospodarsko-šumarskom učilištu u Križevcima. Tako bi se buduća spomen-soba u Križevcima s pravom mogla nazvati 'kolijevkom' suvremenog hrvatskog mjeriteljstva. Ideja je da bi se u 'kolijevku' trebali pohranjivati svi stari mjerni uređaji i nastavna pomagala, kako bi se sustavno omogućilo spašavanje otpisanih i odbačenih starih uređaja iz mnogih škola, visokoškolskih ustanova i znanstvenih instituta. Na taj bi se način zaustavilo pogubno uništavanje naše dragocjene baštine. Hoće li doći do ostvarenja ideje o osnivanju zbirke električnih i optičkih sprava te nastavnih pomagala, u Križevcima ili negdje drugdje, vrijeme će pokazati.

U proteklih deset godina, razvijajući ideju o stvaranju zbirke prikupljeno je 40 atrefakata, od kojih je osam elektrotehničke, dok su preostali optičke namjene. O tih osam artefakata elektrotehničke namjene neće biti puno riječi u ovom radu, nego će dio njih biti prikazan samo fotografijama, dok će neki posebno vrijedni artefakti optičke namjene biti znanstveno i tehnički opisani.

U ovom trenutku postoji već oformljena, idejom srodna zbirka mjerne i komunikacijske opreme o kojoj je objavljen rad na 7. simpoziju PiFT 2018. godine. Nije isključeno da daljnjim prikupljanjem električnih i optičkih artefakata zbirka preraste u mali muzej.

U nastavku rada opisat će se neki artefakti od znanstvenog značaja na Sveučilištu u Zagrebu. Neki se nalaze na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu (PMF), Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije (FKIT) i Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu (FBF). Neke artefakte darovali su plemeniti pojedinci: akademik Nikola Ljubešić, znanstvenik dr. sc. Mile Ivanda, skupljač starina kolekcionar Dubravko Dugošija, optičar Marijan Horvatiček, a neke sam osobno darovao.

1. Sačuvani i poklonjeni artefakti povezani s visokoškolskim ustanovama Sveučilišta u Zagrebu

1.1. Gavazzijev variometar

Pišući članak o geoznanstveniku Arturu Gavazziju (1861. – 1944., hrvatski geograf, hidrograf i meteorolog), zanimalo nas je je li sačuvan njegov gravitacijski variometar (danas nazvan gravimetrom), kojim je on mjerio već od 1911. godine. Sve pohvale zaslužuje PMF, njegov Geofizički odsjek, Horvatovac b. b., koji je u svojim prostorijama sačuvao taj uređaj. Kao što je poznato, Lorand (njem. Roland) Eötvös (1848. – 1919.), usavršio je 1896. djelovanje Coulombove torzijske vage i konstruirao spravu nazvanu variometar. Njom je mjerio promjene horizontalne komponente gradijenta sile teže i 1906. publicirao svoja mjerenja. Tom novom metodom za određivanje promjene sile teže na malim horizontalnim udaljenostima povećana je točnost čak 10^6 puta od tadašnje metode njihala. Gavazzi je dvostrukim variometrom mjerio s pogreškom koja je bila čak četiri puta manja od pogreške Eötvöseva mjerenja, mjereći na istom geografskom području (istočni Srijem) na kojem je mjerio i Gavazzi. Najzaslužniji za nabavu variometra bio je Dragutin Gorjanović-Kramberger, a sačuvani variometar prikazan je na slici 1. Taj uređaj sastojao se od triju dijelova: stativa, nosača s horizontalnim krugom i dvostruke torzijske vage. Dvostruka torzijska vaga sastoji se od dviju vaga, nosača durbina i skala s podjelom. Sama mjerenja (očitanja na skalama) izvodila su se u onom trenutku kad su u ravnoteži bili momenti torzije žica i momenti komponenti ubrzanja sile teže. U tom trenutku slike skala bile su nepomične prema vertikalnim nitima durbina.

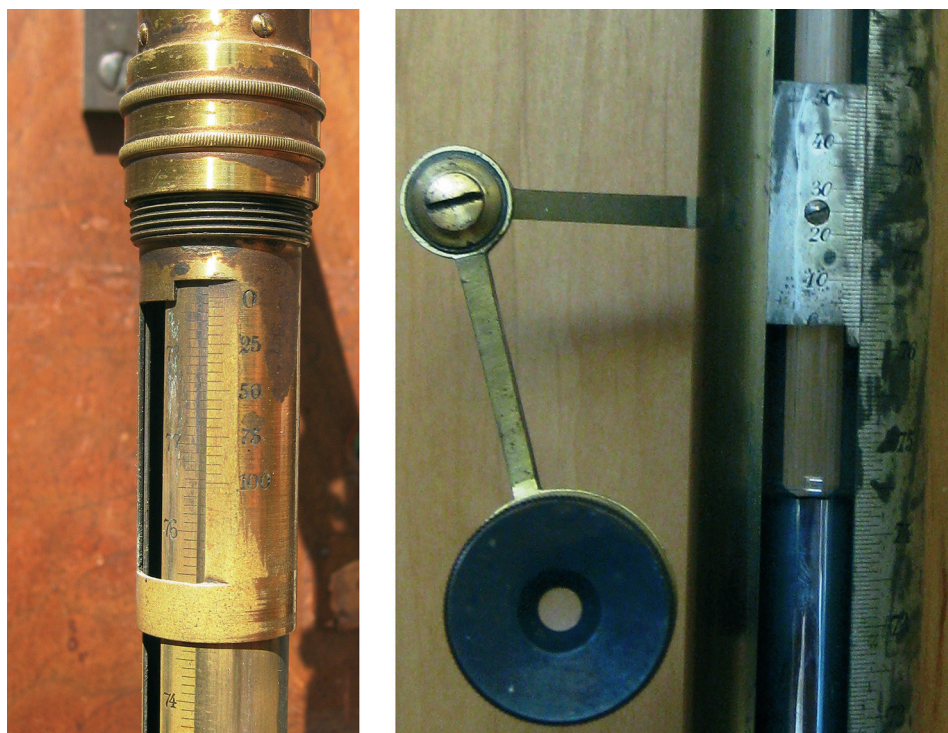
1.2. Fortinovi barometri

Davne 1871. meteorološki motritelj Ivan Stojir (1834. – 1908.), proveo je te objavio niz mjerenja atmosferskog tlaka pri usponu na zagrebačko Sljeme. Proučavanjem objavljenih mjerenja otvorilo se pitanje jesu li njegova mjerenja



Sl. 1.: Sačuvani Gavazzijev variometar iz 1911. godine.

provedena korištenjem pomičnog nonija barometra ili je procjenjivao desetine milimetra položaja žive na Fortinovu barometru pri svakom mjerenju. Dvojba je riješena promatranjem barometara iz Stožirova doba i spomenutih mjerenja. Našao sam dva sačuvana takva barometra na PMF-u. Jedan je na Fizičkom odsjeku, Bijenička cesta 32, a sadrži nonij s 20 podjeljaka, a drugi je sačuvan na Geofizičkom odsjeku, Horvatovac bb, s nonijem s 50 podjeljaka. Budući da Stožirova mjerenja sadrže, npr., iznos atmosferskog tlaka od 715,64 mm Hg, takav iznos mogao je jedino očitati nonijem s 50 podjeljaka, odnosno *točnošću* (tadašnjim izrazom) 0,02 mm. Slike 2a) i 2b) prikazuju fotografije Fortinovih barometara s nonijima s 20, odnosno 50 podjeljaka.

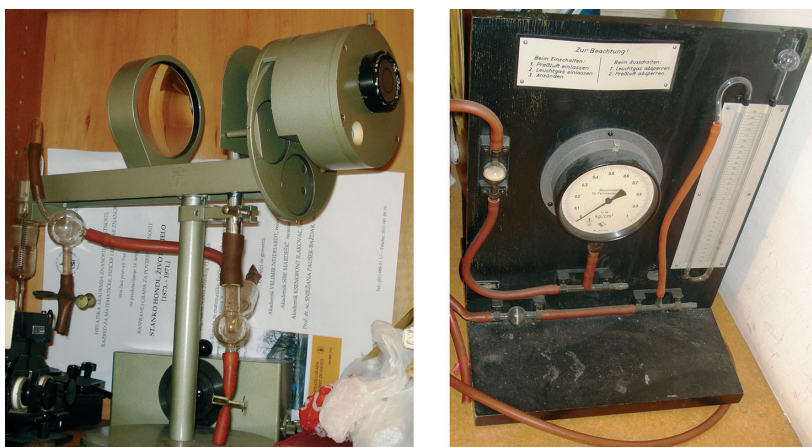


Sl. 2.: Sačuvani Fortinov barometar iz sedamdesetih godina XIX. stoljeća: a) (20 podjeljaka nonija) i b) (50 podjeljaka nonija)

Spomenimo da iznesena dva slučaja, u kojima su riješene neke dvojbe, počivaju na postojanju brige o čuvanju zastarjelih znanstvenih artefakata. Time je lijepo ilustrirano kako je potrebna briga o očuvanju kulturnih dobara znanstvenog značaja.

1.3. Plameni fotometar

Susretljivošću dobrohotnih zaposlenika FKIT-a poklonjen je plameni fotometar. Kao što je poznato, riječ je o izvoru umjetne svjetlosti, koja u opisanom mjernom instrumentu nastaje izgaranjem plina. Nastala svjetlost prolazi kroz upareni uzorak te se prolazna svjetlost detektira, a zatim analizira te interpretira. Riječ je o termičkom fizičkom procesu koji dovodi do emitiranja svjetlosti koje se promatra s pomoću fotometra. Prvi dio fotometra sadrži manometar koji mjeri tlakove plina koji se dovode gumenim cijevima. Zanimljivo je da su optički dijelovi sprave izrađeni kod čuvene firme Zeiss-Jena, što samo po sebi govori da je riječ o vrlo vrijednoj spravi, sl. 3a, 3b.



Sl. 3.: Donirani plameni fotometri, sredina XX. stoljeća (susretljivošću FKIT-a)

1.4. Fotokolorimetri

Pribavljena su i dva odbačena električna fotokolorimetra, kojima su se određivale koncentracije obojenih tvari u otopinama s pomoću jakosti prolaznog snopa svjetlosti. To se određivanje temelji na pojavi apsorpcije svjetlosti različitih valnih duljina pri prolazu kroz obojene otopine različitih koncentracija. Slika 4. prikazuje fotografije električnih fotokolorimetara.

1.5. Električne sprave

Također su pribavljene odbačene komponente električnih sprava (potencio-metri), detektor radioaktivnog zračenja i kosinusfimetar. Kako su ti artefakti



Sl. 4.: Fotoelektrični kolorimetri, početak XX. stoljeća



a)



b)



c)

Sl. 5.: Komponente električnih sprava: a) potencijometar, b) detektor radioaktivnog zračenja i c) kosinusfimetar

manji dio buduće zbirke, o njima neće biti posebnog osvrt. Kad se njihova količina poveća, svi takvi artefakti zbirke električnih i optičkih sprava bit će opisani. Neki od njih prikazani su na slici 5a, 5b, i 5c.

2. Poklonjeni artefakti dobrohotnih pojedinaca

2.1. Mikroskopi

Darovatelj (kolekcionar Dubravko Dugošija) darovao je za zbirku tri svjetlosna mikroskopa s deset Hygensovih okulara različitih povećanja (od 10 do 20 puta), odnosno žarišnih duljina (od 2,5 cm do 1,25 cm). Jedan je mikroskop dobiven u originalnoj drvenoj kutiji, a izrađen je potkraj XIX. stoljeća. Drugi je od tvrtke Reichert iz Beča, sačuvan u kartonskoj kutiji, a izrađen je početkom XX. stoljeća. Treći je binokularni tvrtke Meopta, izrađen sredinom XX. stoljeća. Mikroskopi su prikazani na slici 6.



a)



b)



c)

Sl. 6.: Mikroskopi: a) s kraja XIX. st., b) s početka XX. st. i c) iz sredine XX. st.

2.2. Mikroskop i spektroskop

Akademik Nikola Ljubešić darovao je svjetlosni mikroskop posebne namjene tvrtke Franz Küstner iz Dresdena i spektroskop tvrtke E. Leitz, oba proizvedena sredinom XX. st.



a)



b)

Sl. 7.: a) Mikroskop posebne namjere b) Spektroskop unutar drvene kutije

Mikroskop je spremljen u posebnoj drvenoj kutiji i s posebnim svjetlosnim izvorom. Ima vrlo kvalitetan objektiv karakteristika $6.3/0.15$ i $170/0.17$. Ovdje 6.3 označava povećanje, 0.15 numeričku aperturu, 170 duljinu tubusa u milimetrima, a 0.17 optimalnu debljinu pokrovnog stakalca u milimetrima. Okular mikroskopa je ortoskopski¹ i ima povećanje 16x, tj. 16 puta. Takav okular iznimno je kvalitetan i odlično korigiran u odnosu prema sfernoj i kromatskoj aberaciji te komi i distorziji, slike 7a i 7b.

Spektroskop je smješten u drvenoj kutiji s pripadajućim svjetlosnim izvorom i transformatorom, slika 7b.

2.3. Teleskop, durbin, dalekozori

Znanstvenik dr. sc. Mile Ivanda darovao je stari durbin refraktor i dva stara dalekozora.

Durbin je proizveden prije približno 200 godina i ima ugrađen preokretni sustav sastavljen od leća. Promjer objektiva je 4 cm, a izlazna pupila okulara 4 mm. Najbliža je točka na kojoj se još može jasno vidjeti kroz durbin na metar udaljenosti, a najdalja je, naravno, vrlo blizu beskonačnosti. Stvarno vidno polje durbina je 3,2 stupnja. Durbin je teleskopskog karaktera, a fokusiranje slike postiže se uvlačenjem i izvlačenjem pokretnog dijela tubusa. Tubus je kompletno izrađen od mjedi, a "nepokretni" dio presvučen je kožom. Montaža durbina je azimutna. Posebni adapter nosač durbina, koji se postavlja na prikladni tro-nožac ili stativ, izradio je optičar Marijan Horvatiček. Posebnost durbina je što su i objektiv i okular zaštićeni metalnim poklopcima, slika 8a.

¹ ortoskopski okular sastoji se od tripleta leća udaljenijih od oka i jedne leće (singleta) koja je bliže oku



Sl. 8a.: Durbin refraktor izrađen prije približno 200 godina

Dalekozor star oko 150 godina ima promjer objektiva 4 cm, a izlazna pupila okulara je 10 mm. Zbog velike izlazne pupile velika je relativna svjetloća dalekozora, tj. oko 100 jer raste s kvadratom izlazne pupile. No, ako bi se nanijeli antirefleksni slojevi na leće, koje danas imaju svi suvremeni dalekozori, povećao bi se koeficijent propusnosti svjetlosti kroz dalekozor i relativna svjetloća bila bi još puno puta veća. Stvarno vidno polje dalekozora je 4,6 stupnjeva. Tubusi dalekozora su od mjedi, a dio koji se obuhvaća rukama presvučen je kožom. Nema prizme pa je slika uspravna zahvaljujući leći rastresaći okulara. S pomoću prikladne hvataljke može se postaviti na tronožac ili slično, što olakšava promatranje, slika 8b.



Sl. 8b.: Dalekozor čiji je okular leća rastresaća, proizveden prije približno 150 godina



Sl. 8c.: Dalekozor star približno 100 godina

Dalekozor s oznakom 8x26 star je oko 100 godina. Kao preokretni sustav korištene su po dvije Porro-prizme u svakom tubusu. Broj 8 govori da je povećanje 8 puta, a broj 26 da je promjer objektiva 26 mm. Stvarno vidno polje dalekozora je 5,5 stupnjeva. Dalekozor je proizvela tvrtka Colmont iz Pariza, slika 8c.

2.4. Osobno darovanje (dalekozor, durbin, teleskop refraktor)

Promjer objektiva dalekozora marke Comet je 50 mm. Dalekozor je novijeg tipa s Porrovim prizmama sa širokokutnim realnim vidnim poljem od 6,8 stupnjeva. Zbog Porrovih prizmi pri promatranju se postiže veća plastičnost, odnosno stereoskopsnost, jer je razmak optičkih osi objektiva veći od razmaka optičkih osi okulara. Primjenom prizmi postignuto je da se dalekozor skraćuje i postaje pogodniji za nošenje. Leće i prizme imaju antirefleksne slojeve. Uz dalekozor dolazi i poseban adapter – nosač i tronožac, slika 9a.

Darovani durbin je karakteristika 30x30 i ima kao preokretni sustav dvije akromatske leće. Na sve su leće nanoseni antirefleksni slojevi. Stvarno vidno polje dalekozora je 1,8 stupnjeva. Durbin je smješten na prikladnom adapteru nosaču, koji je učvršćen na mjedeni stalak s prikladnim tronožcem, slika 9b.

Darovani teleskop refraktor oznake $\Phi 50/360$ mm ima akromatski objektiv promjera 50 mm i žarišne duljine 360 mm, a prikazan je na slici 9c. Svjetlosna moć iznosi 7,2. Ta je vrijednost omjer žarišne daljine i promjera objektiva, tj. $360 / 50 = 7,2$. Često se ta vrijednost naziva f -faktor. Sve granične plohe leća premazane su antirefleksnim slojevima. Taj teleskop ima mali tražilac, a optički



Sl. 9a.: Širokokutni dalekozor novijeg tipa



Sl. 9b.: Durbin karakteristika 30x30



Sl. 9c.: Dječji teleskop refraktor oznake $\Phi 50/360\text{mm}$

ispred okulara postavljeno je dijagonalno zrcalo tako da je okular smješten pod pravim kutom u odnosu na optičku os objektiva. To zrcalo omogućava uspravnu sliku, ali sa zamijenjenim stranama lijevo-desno. Teleskopu pripada i poseban tronožac stativ izrađen posebno za njega tako da se može uočiti da je u pitanju azimutna montaža.

2.5. Ručno izrađen teleskop refraktor

Optičar Mario Horvatiček izradio je te poklonio terestrički refraktor promjera objektiva 90 mm. Leće i preokretni sustav premazani su antirefleksijskim slojevima. Objektiv se sastoji od tripleta, preokretni sustav od dvaju akromata, a okulari (koji se mogu mijenjati), su Plösslovi. Tubus je izrađen od 5 mm debele stijenke plastičnog cilindra. Na jednom kraju cilindra je objektiv s irisom, a na drugom uža plastična cijev nosač koja u sredini ima preokretni sustav. Na kraju cijevi umeću se različiti okulari. Micanjem okulara postiže se jasnoća slike, odnosno fokusiranje. Umetanjem okulara različitih žarišnih duljina omogućena su povećanja slike predmeta od 15x do 60x. Refraktor se s pomoću adaptera nosača može postaviti na fotostalak i tako dobiti potrebnu stabilnost. Optičaru Mariju Horvatičku također želim zahvaliti što je očistio i polirao optičke sprave stare od 100 do 200 godina, slika 10.



Sl. 10.: Refraktor na fotostalku, ručni rad optičara Marijana Horvatička

Zaključak

Ideja prikupljanja, zaštite i očuvanja kulturnih dobara znanstvenog značaja (starije mjerne i nastavne električne i optičke sprave), značajna je za našu prošlost, aktualna za sadašnjost, a presudna za budućnost. Nažalost, unatoč čak zakonskom podržavanju te ideje, u povojima je sustavno zaštićivanje i očuvanje mjernih i nastavnih sprava u tijelima državne i lokalne uprave.

Osnivanjem zbirke električnih i optičkih sprava, u kojoj bi se strogo čuvali i održavali navedeni artefakti, pokrenula bi se prikladna aktivnost. Stoga se još jednom može sudbonosno naglasiti da je baština, kao ukupnost sačuvanih kulturnih dobara, bila naša prošlost, jest naša sadašnjost i bit će naša budućnost. Iako je to naša prošlost, sadašnjim nepotpunim djelovanjem činimo da ni sami nismo dovoljno upoznali naše kulturno dobro znanstvenog značaja, posebno starije električne i optičke sprave. A i ono malo sačuvanog javnosti je nedovoljno predstavljeno. Molim da mi pomognu svi koji mogu nešto od artefakata (električne ili optičke sprave) pokloniti ili ponuditi za otkup.

Foundation of Collection of electrical and optical devices in Croatia

Branko Hanžek

Abstract: In this paper idea and beginning of the establishment of a Collection of electrical and optical devices in Croatia and within the legal solutions for the protection and preservation of cultural assets of scientific significance is described. The events are chronologically described from concept which was set approximately years ago the present day in which around forty artefacts of electric (less) and optical (more) nature. Some interesting artefacts will be presented visually, scientifically and technically. One part of the collected artefacts were donated by higher education institutions of the University of Zagreb and other part was donated by benevolent noble individuals. The intent of the work is to encourage our schools, scientific institutes and higher education institutions, as well as individuals (donors), to collect our unpublished scientific heritage to preserve the totality of our cultural assets of scientific significance.

Keywords: Croatia, collection, Collection of electrical and optical devices. cultural assets, heritage; protection and preservation of scientific significance