



**Satelit – Center
odličnosti Vesolje-SI**

stran:
3



**Industrija
prihodnosti**

stran:
10



ALUMNI OMM

Novice Društva Alumni OMM Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani

OKTOBER 2019 / ŠTEVILKA 10

UVODNIK

Deseta številka časopisa je pred vami, prav tako pa je na pragu novo študijsko leto 2019/2020. V teku so sklepne priprave za svečano proslavo, ko bo naša ALMA MATER slavila STOLETNICO. Proslava bo 3. decembra 2019 na dan prvih predavanj pred sto leti na novoustanovljeni Univerzi v Ljubljani. Praznujemo tudi stoletnico študija metalurgije. Prvih dvajset let je potekal na dveh oddelkih, rudarstvu in kemiji, od leta 1939 pa na samostojnem Metalurškem oddelku.

Ob tej priložnosti je prav, da se spomnimo na Metalurško kemijsko šolo, ki je pričela delovati v Idriji leta 1763 (Scopoli, Enciklopedija Slovenije 11, 1997). To je bil čas, ko so ustanavljali montanistične akademije (Freiberg, Banská Štiavnica, Clausthal-Zellerfeld). Delo rudarjev, metalurgov in geologov je s pridobivanjem tekoče kovine sloves Idrije širilo po celem svetu. Rudnik živega srebra je zdaj vpisan v Unescovo kulturno dediščino. Več o razvoju rudnika sledi v rubriki zgodovina.

V tej številki smo želeli poročati o satelitu Nemo HD, ki bo opazoval Zemljo z višine približno 500 km in bi moral v septembru poleteti v vesolje, a je zaradi tehničnih razlogov na raketi Vega izstrelitev preložena na prvo četrtletje prihodnjega leta. Satelit je bil razvit v okviru Centra odličnosti Vesolje-SI, ki ga vodi član OMM prof. Tomaž Rodič. Za komentar ustanovitve CO Vesolje-SI, ki je bil eden izmed takrat osmih ustanovljenih centrov odličnosti smo prosili takratnega ministra za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo g. Gregorja Golobiča. Za članek »Vesolje z vesoljem« se mu lepo zahvaljujemo.

Pomembno se nam zdi, da vas opozorimo na prispevke o razvoju študija metalurgije, o zgodovinskem litju tankostenskih ulitkov, začetkih elektronske mikroanalize na Slovenskem, o karierni poti metalurga, o novi raziskovalni opremljeni na NTF-OMM in SIJ- Acroni-ju, o industriji prihodnosti ter na poročila o udeležbi na sejmi v tujini. V poročilu »Svetel svet kovin« je dana v razmislek primerjava med vlaganji v opremo in v strokovno usposabljanje ter posledično znanje.

Na NTF OMM je v letošnjem letu (do sredine septembra) zaključilo študij 24 študentov in dva doktorski študij. O diplomantih in temah diplomskih nalog bo govora v naslednji številki.

Osrednji dogodek ob praznovanju stoletnice bo tudi odprtje razstave »Ko zapoje kovina- Tisočletja metalurgije na Slovenskem, v Narodnem muzeju Slovenije, v mesecu decembru.

Srečno!

Jakob Lamut

Vsebina:

02 Nagovori

04 Zgodovina

10 Dogodki

13 Generacije metalurgov

16 Novice

18 Napovednik



**NTF-OMM:
nov FEG SEM**

stran:
16



Na sejmu GIFA

stran:
10

Novo študijsko leto 2019/2020

Drage brucke, dragi bruci!

Srednje šole je konec, počitnice so se končale in za vas se začne novo poglavje vašega življenja. To novo poglavje pa prinaša tudi nov način razmišljanja, pri katerem nismo osredotočeni le na stvari, ki so blizu nas in z izzivi, ki zadevajo le nas same, temveč tudi na stvari, ki so izven nas in ki so povezane z drugimi ljudmi, z družbo, z domovino. Kot študenti boste veliko bolj svobodni, kot ste bili do sedaj. Izkoristite jo, vendar pri tem nikakor ne pozabite, da več svobode prinaša tudi večjo odgovornost.

Letošnje leto je za nas vse posebno leto, jubilejno leto, ki ga zaznamuje dejstvo, da je bila pred 100 leti, torej leta 1919, ustanovljena Univerza v Ljubljani in sicer s Teološko, Filozofsko, Medicinsko, Pravno in Tehniško fakulteto, kot njenimi petimi ustanovnimi članicami. In prav toliko je star študij metalurgije na Slovenskem.

Naš Oddelek za materiale in metalurgijo je bil ustanovljen 20 let kasneje, torej pred 80 leti. To dejstvo bomo v mesecu decembru še posebej praznično obeležili z mnogimi prireditvami, od katerih bi rad posebej izpostavil otvoritev razstave, ki jo naš oddelek pripravlja skupaj z Narodnim muzejem Slovenije in nosi naslov: »Ko zapoje kovina; stoletja metalurgije na slovenskem«. Že zdaj vas vse vljudo vabim, da se je udeležite.

Še posebej pa vas vabim in apeliram na vas, da se z vso resnostjo in zavzetostjo lotite študija in da čim bolj redno hodite na predavanja.

Sprotno delo je namreč eden od bistvenih pogojev za uspešno delo. Med srednjo šolo in univerzo, oziroma med učenjem in študijem je namreč velika razlika.

Študirati pomeni trkati na vrata, iskati znanje ter postavljati vprašanja, in raz-

mišljati, razmišljati in še enkrat razmišljati ter povezovati stvari med seboj. Pomeni tudi gojiti in negovati eno najmočnejših sil človeškega uma – radovednost. Bodite torej radovedni, raziskujte, zanimajte se za stroko in neumorno sprašujte profesorje.

Dragi novi člani Oddelka za materiale in metalurgijo, dobrodošli pri nas. Želim vam uspešen študij, ki naj bo poln lepih trenutkov, ki vas bodo zaznamovali za vse življenje!

Lepo vas pozdravljam s stanovskim
SREČNO!

prof. dr. Goran Kugler,
Predstojnik OMM



Veselje z vesoljem

Ko sem konec 2008 prevzel vodenje takratnega ministrstva za visoko šolstvo, znanost, tehnologijo in informacijsko družbo (MVZT), je bilo v precej nezavidljivem stanju: kadrovske podhranjen in – kljub konjunkturalnim 'zlatim letom' – finančno stagnirajoč resor se je na vsakem od svojih področij soočal z dediščino dolgoletnega nereševanja problemov. Vsega tu ne bom našteval, saj sem bil naprošen, da na kratko opišem, kako se je zgodilo, da je Slovenija končno pripoznala 'sfero vesolja' kot pomembno, kjer imamo kot nacija ne le ambicije ampak tudi kapaciteto – tako na področju astrofizike kot strojništva ali znanosti o materialih oz. tako intelektualno kot tehnološko.

Vodilo ekipe, s katero smo (posebej v luči nastopa dramatične globalne gospodarske recesije) zastavili zahteven program, je bilo v osnovi na vseh področjih enako: identificirati kvaliteto, strniti zmogljivosti in izhajati iz dolgo-

ročne vizije. V tem smislu so bili hitro zastavljeni Centri odličnosti, za katere je bilo skozi naša EU sredstva zagotovljenih okoli 80 mio evrov. V kontekstu slovenske znanosti ogromen denar, domala enkratna priložnost, ki pa jo po drugi strani v startu ogroža mentaliteta 'miru v hiši', zaradi katerega se sredstva pogosto ne ozirajo se na dejansko kvaliteto razpršijo na veliko število enako (ne)srečnih prejemnikov, ki pa poleg denarja dobijo zapovrh tudi alibi, da ga je bilo za kaj resnega itak premalo... Ekipe dr. Jane Kolar, ki je prevzela direktorat za znanost, je – upošteva najboljše tuje prakse – predlagala, da se omeji število prejemnikov (tako da vsak vnaprej ve, s koliko denarja lahko računa in temu primerno oblikuje projekt in zaveze) in da o njihovi globalni kvaliteti in konkurenčnosti (= odličnosti) presoja ugledna mednarodna ekspertna komisija. Oboje skupaj je vse resne prijavitelje seveda logično napotilo na sodelovanje in povezovanje naših kapacitet tako najboljše znanosti kot najbolj inovativnega gospodarstva. CO Vesolje je gotovo najbolj presenetil med vsemi izbranimi skupinami, saj bi pred tem med domačimi 'poznavalci' težko našli take, ki bi mu prisojali resnejše možnosti. A program, ki ga je zasnovala ekipa pod vodstvom dr. Rodiča, je s svojo inovativnostjo in znanstveno utemeljenostjo prepričala tuje eksperte v strokovni komisiji, ki so ocenili, da Slovenija tudi na tem področju zna in zmora igrati relevantno vlogo.

Podobno se je primerilo malo kasneje, ko so strokovnjaki iz Evropske vesoljske agencije (ESA) ob naši pobudi za pridruženo članstvo prišli preverjat, ali Slovenije lahko ponudi relevantno znanje in tehnologijo, ki bi bila za ESO uporabna – agencija je namreč dolžna vključevati ustanove in podjetja iz države članice in če tega v primernem obsegu zaradi nezadostne kakovosti ni mogoče, potem takšne države niti ne ➤

»Odpovedujemo se temeljem, brez katerih ni zdrave, vzdržne oz. trajnostne rasti«

➤ sprejmejo medse. Če je bil izbor CO Vesolje z vidika MVZT dejstvo, ki nam je bilo predloženo in smo ga z veseljem sprejeli, pa je naše članstvo v Evropski vesoljski agenciji posledica zavestne in dolgoročne 'politične' odločitve (podobno smo z mrtve točke premaknili tudi vprašanje našega članstva v CERNu). Slovenija se je namreč v času pred nastopom vlade, v kateri sem sodeloval, vključila v tekmo za sedež nove evropske agencije, ki bo upravljala s satelitskim navigacijskim sistemom Galileo. V tem kontekstu je bil podpisan sporazum o sodelovanju, postali smo nekašni opazovalci ESE, a je s padcem možnosti, da bi kampanjsko

pridobili omenjen sedež (pri tem šteje tudi dolgoročna naravnost države, ki je takrat seveda nismo mogli izkazati), aktivnost glede članstva zamrla. To smo obudili, pokazali ESI, da tokrat resno mislimo in dolgoročno razmišljamo, da imamo upoštevanja vredne kapacitete, in z veseljem so nas povabili medse. Januarja 2010 sem tako v Noordwijku podpisal sporazum, s katerim je Slovenija postala t.i. »sodelujoča država«, kar pomeni, da smo vstopili v predpisano petletno obdobje obojestranskega preverjanja, čemur v primeru pozitivnega izida sledi status pridruženega članstva. Odveč je dodati, da je potem 2015 seveda prišlo vabilo za vstop v

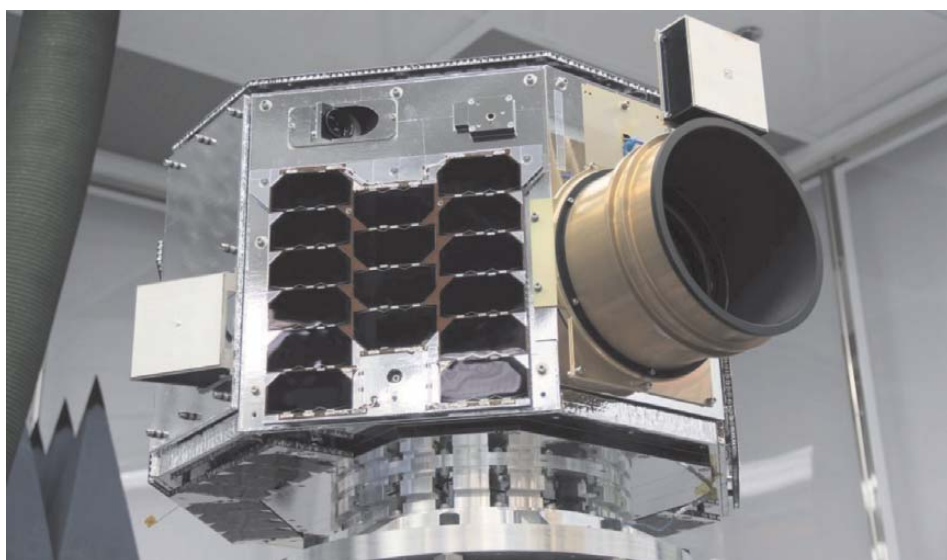
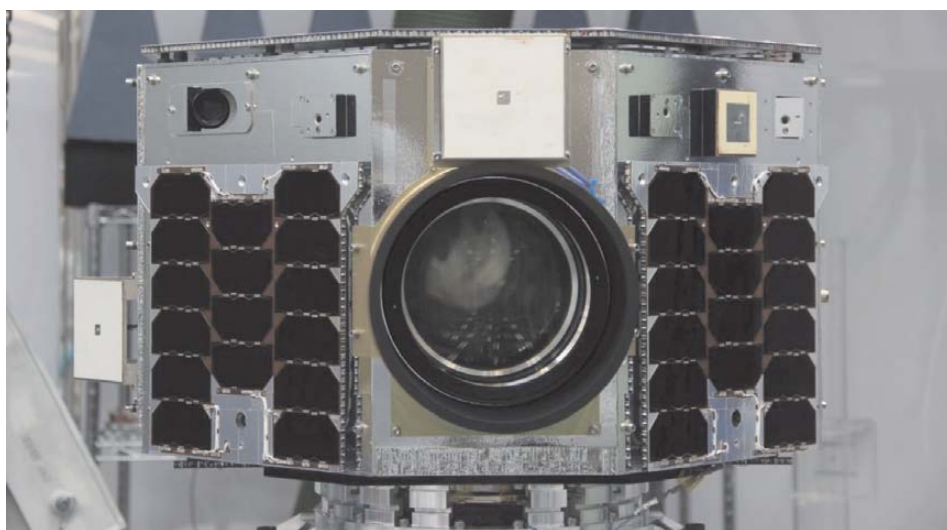
pridruženo članstvo, pa tudi to, da je prejšnja vlada rabila leto in pol, da ga je sprejela in da smo zdaj na poti v polnopravno članstvo. A to je že druga – čeprav v osnovi žal vselej ista – zgodba...

Splet okoliščin in smiselnih ravnanj ljudi je tako pred desetimi leti skozi CO Vesolje in proces včlanjevanja v ESO pripeljal do položaja, ko se Slovenija zaveda svoje teže tudi na tem področju, in ko je kot taka vedno bolj prepoznavna tudi po svetu. Ne nazadnje sta tik pred izstrelitvijo tudi prva dva slovenska satelita. To me zelo veseli: ne le kot mladostnega raketnega modelarja ali amaterskega astronoma, temveč predvsem kot nekoga, ki se zaveda, da vesolje in 'pot do njega' ponuja tudi številne odgovore na zelo zemeljska vprašanja. In da bo nadaljevanje nerazreševanja vprašanj zemeljskih naravnih in družbenih neravnovesij z vse večjo ostrino in bolečino zastavilo temeljno vprašanje oz. kar postavilo pod vprašaj samo Zemljo...

Zato naj zaključim z mislijo, ki sem jo že pred leti v zvezi z neinvestiranjem v znanost in tehnološki razvoj zapisal za Delo in je žal še vedno aktualna: »V luči evropskega dogajanja nas takšno ravnanje še bolj potiska na periferijo. Odpovedujemo se temeljem, brez katerih ni zdrave, vzdržne oz. trajnostne rasti, kakršno lahko zagotavljajo samo ustvarjalni in inovativni ljudje. Brez tega ni kohezivne in inkluzivne družbe, ni novih in kvalitetnih delovnih mest, ni tehnološke prenovе, ni dviga produktivnosti, ni zadostne dodane vrednosti in ni odpornosti na krize. Rast v 21. Stoletju bo pametna, ali pa je ne bo.«

Gregor Golobič

Dr. Gregor Golobič je bil minister za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo Republike Slovenije od novembra 2008 do junija 2011.



Satelit Nemo HD v laboratoriju, kjer čaka na polet v vesolje (Foto: CO Vesolje-SI, arhiv).

Zgodovina

100 let študija metalurgije na Univerzi v Ljubljani

Študij metalurgije sega v sam začetek delovanja današnje Univerze v Ljubljani, ki letos praznuje 100 letnico delovanja. Prva predavanja iz metalurške stroke so se odvijala v okviru Tehniške fakultete, ki je bila ustanovljena 23. julija 1919. Redna predavanja na Tehniški fakulteti so se začela decembra istega leta. V zimskem semestru leta 1920/21 je hon. nast. inž. Stane Premelč izvedel prva predavanja iz metalurške stroke: Pono-vitev glavnih podatkov o plavžarstvu ter Obdelava s pomočjo vlivanja, klepanja kovanja, stiskanja, vtiskovanja, pretiskavanja, valjanja in teganja. V okviru Tehniške fakultete je deloval oddelek za rudarstvo, ki je med drugim pokrival tudi področje metalurgije. Leta 1935 se je rudarski oddelek preoblikoval v 4 zavode in 2 kabineta za področje rudarstva in geologije ter kabinet za fužinarstvo. Kabinet za fužinarstvo je vodil doc. dr. Matija Žumer. In prav njemu gre največja zasluga, da je bil leta 1939 v okviru Tehniške fakultete ustanovljen Odsek za metalurgijo. Študij metalurgije se je odvijal v različnih organizacijskih enotah. V letih 1949-54 je bil v okviru Fakulteta za rudarstvo in metalurgijo, ki je bila članica Tehniške visoke šole. Med leti 1954-57 se je odvijal v okviru Tehniške fakultete, ki je zopet postala članica Univerze v Ljubljani. Fakulteta za rudarstvo, metalurgijo in kemijsko tehnologijo je delovala v letih 1957-60. Leta 1960 je nastala Fakulteta za naravoslovje in metalurgijo. Sestavljalo jo je sedmih oddelkov, med drugim tudi Oddelek za montanistiko z Odsekom za metalurgijo in materiale. Od leta 1994 dalje, ko je prišlo do razdružitve Fakul-tete za naravoslovje, se študij metalur-

gije izvaja na Oddelku za materiale in metalurgijo v okviru Naravoslovnotehniške fakultete.

Prvi diplomant metalurgije je diplomiral 17. novembra 1941. Do 31. decembra 2018 je na Oddelku za materiale in metalurgijo uspešno zaključilo študij 1841 diplomantov na dodiplomskem študiju, 207 na podiplomskem magistrskem študiju in 123 na doktorskem študiju.

Peter Faiifar

dokument o litju ulitih kipov s tanko steno.

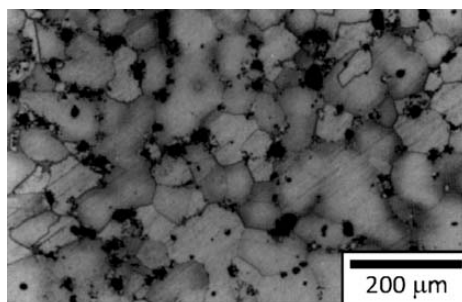
Faksimile objave njegovega prispevka v reviji *Philosophical Transactions* iz leta 1687 o litju tankostenskih kipov je prikazan na spodnjih slikah. Objava je izšla v številki 186 za januar, februar in marec leta 1687.

Da bi ugotovili bistvo Valvasorjeve izboljšave litja kipov s tanko steno, je bil zaprošen Zavod za varstvo naravne in kulturne dediščine v Ljubljani, da odobri odvzem vzorca bronastega Marijinega kipa, ki stoji na Levstikovem trgu v

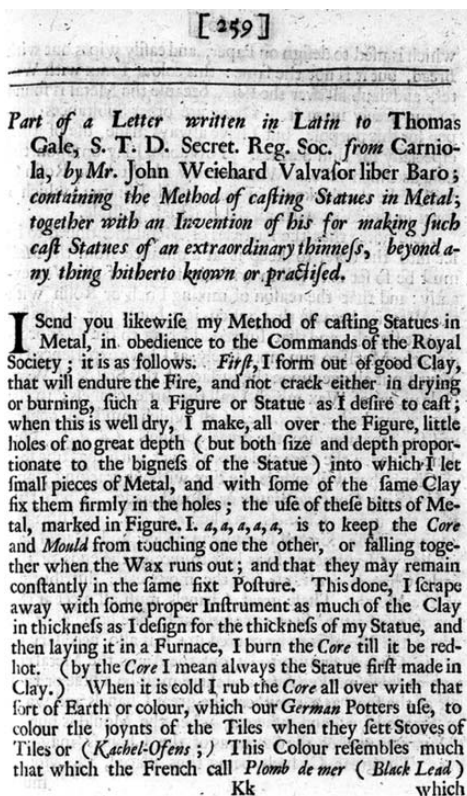
Livarstvo na Slovenskem v 17. stoletju

Objava barona Janeza Vajkarda Valvasorja o litju tankostenskih kipov – nadaljevanje iz 9. številke

Manj znano o delu Janeza Vajkarda Valvasorja je, da se je ukvarjal z livarstvom, ob tem pa skoraj spregledano, da je objavil prvi slovenski tehnični



Mikrostruktura medi, kjer se vidi izločeni svinec (črne pike)



[260]

which is used to design on Paper, and easily wipes out with Bread, but it is not the same: this colour I mix with Water, and daub all over the *Core*, because the Metal is found to run freely upon it. There are other Substances proper for this purpose, but I have always made use of this, especially for thin Statues. This done, I lay on upon the *Core* as much yellow Wax mixed with Pitch or Rosin as will make the thickness of the intended Statue, which I form in the Wax with all the exactness possible.

Here note, that the *Particles of Metal* mentioned to be set into the *Core*, to keep it at a distance from the *Mould* must be so set as to fall in with the surface of the Wax exactly: and that the reason of mixing Pitch or Rosin with the Wax is, because that when it is burnt out, it makes a great smoak, and that smoak adhering to the *Mould* occasions the Metal to run more freely: as I have experienced it. Next I put all over upon the surface of this Statue of Wax, little pieces of Wax which I call the little channels; in the Figure marked *c. c. c. c. c. c.* all which must be contrived so as to enter into the great Channels *d. d. d.* This done, I cover the *Core* and wax all over with the same sort of Clay, that will endure the Fire without cracking; and so I have my Concave Statue or Mould made. Upon this I lay the great Channels marked *d. d. d. d.* both upright and transverse, formed likewise in Wax, and placed according to Judgment, so as best to receive the ends of the little Channels *c. c. c. c. c. c.* for the more easie distribution of the Metal. These great Channels must all meet at the top of the Statue, so as to come out by one hole, as at *F*, where the Metal is to be poured in; it is also necessary to have a Channel or two to let out the Air as the Metal enters, as those marked *f. f.* and there must be a hole or two left at the foot, as *g. g.* where the great Channels and waxen Statue join; and whereas, when the Mould is burnt, the wax as well of the Statue as of the Channels may run out. The great Chauls being thus placed, the Mould

must

Faksimile Valvasorjeve objave v reviji Philosophical Transactions iz leta 1687

Zgodovina

[261]

must be again laid over with the same sort of Clay. (I use constantly to bind about the Mould with Iron Wire and then lay on more Clay) and when this Mould is well drie, then I heat it red hot ; as I did before the Core, so now both together.

The first time I practiced this method, I burnt both Core and Mould together, and all the small bits of Metal melted, so that, though it chanced to succeed well, yet I was in great danger of miscarriage ; and ever since I burn the Core first, that so there may not need so strong a fire to burn the Mould : but for small manageable Statues of not above a foot or two high, they may be both burnt together, and there is no need of the holes g. g. but the Mould may be inverted, and the Wax run out by the Channels f. f. and E.

The Mould being thus burnt, I stop with the same Clay the two holes g. g. and then I bury it in a pit, and proceed as is usual in casting of Bells and the like, but care must be taken that the Metal be very well in fusion.

If it be a small Statue not above a foot or two high, whose Mould may be managed in ones hands ; then I make me a concave Statue of Wax, of the thickness I desire, and then place upon it all those great and lesser Channels, as afore : which done I put it all together, into a liquid substance made of Plaster and Tile or Brick dust tempered with water ; but I doubt not but the way of casting in Plaster is well known in London, and therefore shall not need to write it.

If the Statue be intended very thin, then I take Copper, and when it is well in fusion, I mix with it a good quantity of Zinc, without observing any certain proportion of weight ; the more Zinc the better the Metal runs. I have sometimes for small and thin Statues put in above a third part of Zinc. now Zinc is a certain Mineral Substance like Marcasite or Bismuth, in French du Zinc ; without it our work would not succeed if it be very thin, and

K k z

[262]

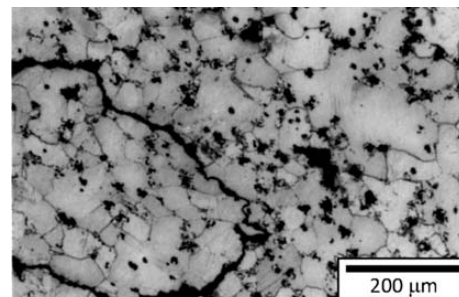
I have found by experience that this Mineral makes the Metal run molt freely, and gives it a fair golden Colour.

The Statue being cast, I take off the Mould and cut off all the little Channels ; all which both great and small are filled with Metal, which may be kept for further use : In these there is much more Metal than in the whole Statue ; for if the Statue be very thin, there must be more and bigger Channels ; and so the cheaper the Statue the more weighty the Channels and the more Metal remaining.

To know the quantity of Metal requisite for my intended work, I take a lump of the same mixture of Wax and Pitch, with which I make the Mould of my Statue ; and having weighed it, I make a Mould upon it, and cast in the same a lump of Metal of the same size ; which I weigh and thereby compute the proportion of the weight of the Metal and Wax ; then observing how many pounds of Wax I use about the Figure and Channels, I can calculate to a small matter how much Metal I need to melt.

This is my manner of casting statues very thin, and which always succeeded happily with me. Hitherto I have cast no statue above nine foot high, but I doubt not but I could, by the same methods, cast one of any bigness desired. And when we shall be more at ease from our ill neighbour the Turk, I will cast at one fusion the Statue of our Emperour Leopold. I setting on Horsback, much greater than the life ; I have been already in treaty about the charges thereof with the States of this Country ; and if these Turkish troubles had not come upon us, it had been now finished. &c.

The



Mikrostruktura medi z žilindrinim vključkom

spremenjeni sestavi litine in v razporeditvi ter oblikovanju elementov ulivnega in napajalnega sistema.

Na vsak način je povečan dodatek cinka, kar je največ pripomoglo k izboljšanju livnosti. K temu sta še prispevala še dodatna legirna elementa kositer in svinec. Posebna skrb je bila namenjena izvedbi ulivnega sistema, ki je zelo razvejan, predvsem pa so njegove stene posebej premazane. Omogočale so relativno miren tok taline po ulivnem sistemu. Vsekakor pa je mogoče ugotoviti, da je J. V. Valvasor spoznal, da bo lahko ulival kipe s tanko steno le z litino, ki bo dobro livna.

Primož Mrvar

Literatura:

Reisp B. Korespondenca J. V. Valvasorja z Royal Society. – Ljubljana: SAZU, 1987.

Lajovic A. Delo bo hvalilo mojstra mnogo let. Livarski vestnik, Ljubljana, 34, 1987, str. 157–160.

Paulin A, Trbižan M. Zakaj je Valvasor lahko ulival tankostenske kipe iz medi. Rudarsko-metalurški zbornik, letnik 43, 1996, št. 3–4, str. 261–269.

Reisp B. Kranjski polihistor Janez Vajkard Valvasor. Ljubljana: Mladinska knjiga, 1983.

Senegačnik M. Kemijska analiza preiskovane zlitine

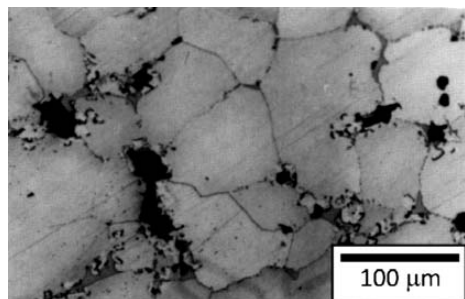
Trbižan M, Mrvar P. Objava J. V. Valvasorja o litju tankostenskih kipov. Glasnik Slovenske matice, ISSN 0351-0298, 2005/2007, let. 29/31, št. 1/3, str. 35–42.

Ljubljani, tik ob Šentjakovski cerkvi. Nekaj milimetrov velik vzorec je bil nato vsestransko preiskan, tako kemijsko kot tudi metalografsko.

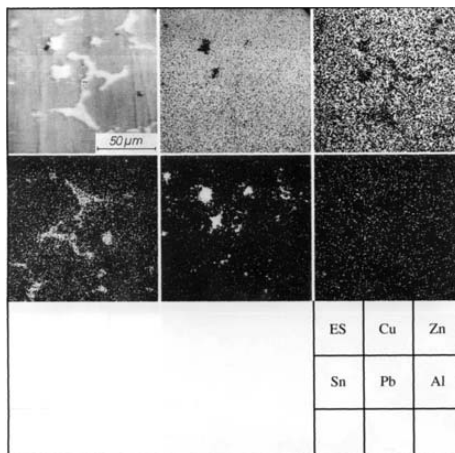
Kemijska sestava kipa je naslednja: 72,73 mas.% Cu, 15,96 mas.% Zn, 4,02

mas.% Pb, 2,21 mas.% Sn, 0,01 mas.% Bi. Razlika 5,07 mas.% zajema nekovinske vključke, predvsem na osnovi silicija, ter kisika v kovinskih oksidih.

Bistvo izboljšave, ki jo opisuje J. V. Valvasor, je predvsem v nekoliko



Mikrostruktura medi alfa, kjer je vidna faza delta sistema Cu-Sn (rahlo svetlejša faza na kristalnih mejah)



Elektronska in elementne slike preiskane medi

Zgodovina

UNESCO dediščina Rudnika živega srebra Idrija

»Od rude do kapljic živega srebra« v Topilnici Rudnika živega srebra Idrija

Mesto Idrija leži na drugem najbogatejšem najdišču živosrebrove rude na našem planetu, kjer je bilo pridobljenih kar 13 odstotkov vsega živega srebra v človeški zgodovini. Proizvodnja živega srebra je stalno nihala in je bila odvisna od povpraševanja po tej dragoceni kovini. V obdobju pred prvo svetovno vojno se je proizvodnja živega srebra povzpela na okrog 700 ton in leta 1913 dosegla rekord z 820 tonami živega srebra, ki ga niso nikoli več presegli. Da so tega leta pridobili tako količino živega srebra so morali nakopati in prežgati 128.800 ton cinabaritne rude. Delež živega srebra v rudi je bil komaj 0.79% Hg. V tem obdobju je na območju žgalnice delovalo kar 19 različnih peči: 10 jaškastih, 3 horizontalne plamenske in 6 Čermak-Špirekovih peči ter tovarna cinobra. Rudnik pa je zaposloval okoli 1000 delavcev.

Idrijski rudnik je v času obratovanja spadal med največje in najboljše tehnično opremljene rudnike v Evropi. Po zaprtju rudnika živega srebra je Idriji ostala izjemna tehniška dediščina 500-letnega rudarjenja. Del le-te se je pred petindvajsetimi leti obnovilo z ureditvijo Antonijevega rova, ki sodi med najstarejše ohranjene in še vedno odprte vhode v rudnik na svetu. Izkopali so ga leta 1500, samo desetletje po odkritju živega srebra. Za muzejski ogled je ohranjenih in obnovljenih okrog 1.200 m poti, kjer si obiskovalci v spremstvu vodiča ogledajo izjemni podzemni svet rudnika, edinstveno podzemno kapelo, kapljice edine tekoče kovine na svetu, spoznajo načine rudarjenja ter kako težko in neizprosno je bilo življenje rudarja v temnem podzemlju.

Center za upravljanje z dediščino živega srebra Idrija je v letu 2017 s pomočjo Programa Finančnega mehanizma EGP 2009-2014 dokončal obnovo in oživitve topilnice živega srebra. V sprejemnem centru za obiskovalce je postavljena razstava z

izobraževalnimi vsebinami, kjer obiskovalci spoznajo lastnosti živega srebra, pomen idrijskega žgalništva, razvoj žgalnih peči skozi stoletja ter trgovino z živim srebrom. Po ogledu razstave se obiskovalci s pomočjo dvigala povzpnejo na najvišji nivo ohranjene klasirnice, kjer je predstavljen celoten proces žganja rude v sedemdesetih letih dvajsetega stoletja.

Žganje cinabaritne rude

Cinabaritno rudo je bilo potrebno najprej odkopati, že v jami pa so jo rudarji ločili od jalovine. Prav posebej pa so odbrali zelo bogato rudo. Z jamskimi vozički so jo pripeljali do jaška in dvignili na površje. Da so dobili iz cinabaritne rude čim več živega srebra so jo morali pred žganjem ustrezno pripraviti. Rudo je bilo potrebno zdrobiti na tako velikost zrn, ki je bila primerna za določeno vrsto peči. Zdrobljeno cinabaritno rudo so žgali v različnih pečeh na temperaturi 600-800°C. Pri tej temperaturi se je cinabarit razkrojil na živo srebro in žveplo, živo srebro pa je izhlapelo. Hlape živega srebra so ujeli, ohladili in kondenzirali v tekoče živo srebro. Prežgano rudo so odlagali na posebna odlagališča ali pa na breg Idrije.

Razvoj žgalnih peči skozi stoletja

Živo srebro je pred petsto leti privabilo v tesno kotlino prve rudarje, ki so kopali in žgali rudo iz dneva v dan, iz roda v rod. Prizadevali so si izboljšati postopke žganja ter preprečiti uhajanje strupenih živosrebrnih hlapov, zaradi katerih so mladi zbolevali in umirali. V Idrijo so prihajali strokovnjaki iz vse Evrope in tu snovali številne inovacije. V petstoletnem obdobju so zgradili in izpopolnili več kot enajst vrst različnih peči od preprostih kop do najbolj izpopolnjeni Čermak-Špirekove peči.

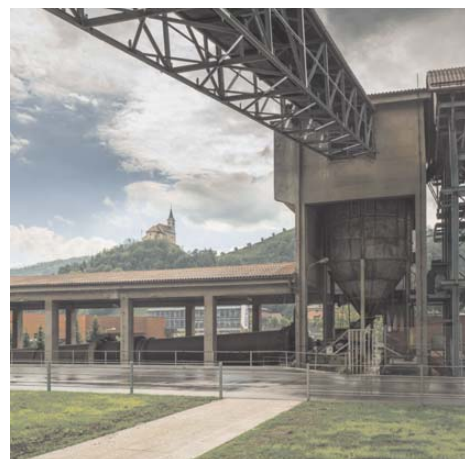
Prva leta rudarjenja so kapljice živega srebra v orudnih skrilavcih spirali skozi sita, zdrobljeno cinabaritno rudo pa so žgali v kopah. Leta 1494 je svet desetih v Benetkah izdal dovoljenje nemški družbi, da je lahko začela z žganjem rude po novem precej boljšem postopku, ki so ga z izpopolnitvami uporabljali vse do leta 1652. Tako so, več kot 150 let žgali rudo v posebnih lončenih posodah na retortnih ognjiščih v bližnjih gozdovih. Tla so zravnali in utrdili s

stlačeno glino ali navadno prstjo. Na eno ognjišče so položili od 700 do 1000 retort, ki se med seboj niso dotikale. V zgornji del posode so naložili po 1,5 kg zdrobljene bogate cinabaritne rude. Spodaj so med posode nasuli mešanico pepela, zemlje in lončenega drobirja. Nato so dali leseni drobir in oglje, položili čez vse še lesena debela tako, da se niso dotikala posod in vse skupaj prižgali z več koncev. Za žganje rude so letno pritovoril iz Škofje loke 50.000-60.000 retort.

Zaradi večanja proizvodnje, velikih stroškov porabe lesa, tovarjenja rude do oddaljenih lokacij in majhnih izkoristkov žganja, so leta 1652 postavili prvo stalno žgalnico z retortnimi pečmi na Prejnuti.

Po dolgotrajnem prizadevanju, da bi dobili iz Španije novo tehnologijo žganja, so leta 1751 postavili v žgalnici na Prejnuti tri španske peči, ki so predstavljale bistveno spremembo v tehnologiji žganja. Tehnologija za peči je prišla iz Peruja, rudnikov v Huancavelica, zaradi svojih prednosti žganja in odličnih rezultatov se je tehnologija hitro pojavila tudi v Španiji v Almadenskih rudnikih. Iz Španije pa je po več kot stol letih prišla v Idrijo. Zaradi velikih naročil v času španskih pogodb (1785, 1792) se je proizvodnja živega srebra v Idriji dvignila od prejšnjih 100 na 600 ton letno.

Leta 1787 postavijo sedem pokončnih Leithnerjevih plamenskih peči, ki so omogočale pridobivanje velikih količin živega srebra. Celotno podjetje je zaposlovalo okoli 1350 delavcev. Idrijski rudnik v tistem času sodi



Ohranjena rotacijska peč (FOTO: Matej Peterneelj, Arhiv CUDHg, Idrija)

Zgodovina

➤ med eno največjih in najdonosnejših podjetij v Evropi. Leta 1825 postavijo največjo Leopoldovo peč dolgo kar 65 metrov.

Leta 1842 so začeli postavljati fortšauflerice na desnem bregu Idrijce, kjer je ostala žgalnica vse do konca obratovanja in kjer še danes stoji rotacijska peč. Te peči so bile tudi prve, ki so obratovala kontinuirno, brez prekinitve med enim in drugim polnjenjem. S fortšauflericami so popolnoma spremenili tehnologijo žganja. Rude niso več nalagali v jašek, temveč so jo vsipali na vodoravno železno ploščo. Spremenili so tudi način hlajenja hlapov. Namesto v komore so jih najprej vodili v litoželezne cevi in te z zunanje strani močili z vodo.

Najintenzivnejše obdobje inovacij pa je bilo v zadnji tretjini 19. stoletja, v času direktorja Marka Vincenca Lipolda, ko so uvedli najbolj dovršene Čermak-Špirekove peči, presipno peč za žganje živosrebrove rude, ki sodi v vrh žgalniške tehnologije. Leta 1886 sta jo skonstruirala idrijska žgalničarja češkega rodu, Josip Čermak in Vincenc Špirek. Te peči so kasneje postavili še v Almadénu in Abbadii San Salvatore in drugod. V Idriji je v izboljšani obliki delovala do leta 1974 in je danes še edina ohranjena tovrstna naprava na svetu.

V šestdesetih letih prejšnjega stoletja postavijo v žgalnici moderne rotacijske peči po ameriški tehnologiji. Bistvo rotacijske peči je bilo v tem, da se ruda ni žgala več v jaških, temveč v 36,6 m dolgi železni cevi, ki se je med obratovanjem vrtela, tako, da se je ruda v njej obračala in počasi drsela od zgornjega hladnejšega k spodnjemu vročemu delu in tu padala iz peči v bunker za prežgane ostanke. Najvišja temperatura,



Polnjenje jeklenk (FOTO: Arhiv CUDHg, Idrija)

850 °C je bila v zadnji spodnji tretjini peči. Prežgano rudo so iz bunkerjev vozili na odval k Idriji najprej z vozički z lokomotivo, nato pa s posebej prirejenimi tovornjaki prekucniki. S postavitvijo rotacijskih peči v šestdesetih letih je idrijski rudnik ponovno prevzel vodilno mesto v tehnologiji pridobivanja živega srebra v svetu. Ena od treh peči je ohranjena za ogled obiskovalcem.

Prodaja živega srebra

Pridobljeno živo srebro so pakirali v embalažo, ki se je spreminjala s časom. Na začetku so uporabljali ovčje in kozje kože, ki so jih vložili v lesene sodčke (56 kg). Po letu 1860 so pričeli pakirati živo srebro v jeklenke. Z vsem pridobljenim živim srebrom v 500 letih bi napolnili so 2,9 milijona jeklenk po 34,48 kg živega srebra.

Pridobljeno živo srebro je iz Idrije potovalo po vsem svetu. Do srede 17. stoletja so bile za idrijsko živo srebro najvažnejše tržišče Benetke, od koder so ga izvažali na Bližnji vzhod. Zaradi visokih cen zavarovalnin, ki jih je zahteval prevoz živega srebra skozi Benetke, je trgovina pogosto potekala preko Avstrije in Nemčije do Amsterdamu.

Kopenska trgovska pot je iz Idrije vodila preko Škofje Loke in Kranja do Celovca in Beljaka. V nemških deželah izkoriščali plovnost rek, kar je znatno pocenilo prevoz, saj je bilo prevozništvu živega srebra povezano z visokimi stroški.

Do glavnih cestnih in rečnih povezav so iz Idrije vodile več kot 250 let ozke in nevzdrževane poti. Šele od leta 1765 naprej je bila cesta preko Kovačevega rovta, Veharš, Zaplane do Vrhnike usposobljena za prevoze z vozovi. Od tu pa proti severu do Amsterdamu ali proti jugozahodu do Trsta, ki postane leta 1736 glavno izvozno pristaniško mesto habsburške monarhije. Po drugi svetovni vojni se je večino idrijskega živega srebra prodalo preko trgovskih posrednikov predvsem v ZDA, Anglijo in druge države.

Cene živega srebra so skozi zgodovino izjemno nihale. Trgovanje z živim srebrom je bilo zelo tvegano in špekulativno. Z živim srebrom so trgovali predvsem bogatejši trgovci, družbe in evropske bankirske hiše. Leta 1968 je cena jeklenke živega srebra dosegla najvišjo prodajno ceno, in sicer 880 dolarjev. Cena je tako narasla prav zaradi izjemno velike porabe živega srebra v kmetijstvu in pri izdelavi plastičnih mas. Po velikih katastrofah v japonskem zalivu Minamata (1956) in v Iranu (1971) so začeli živo srebro umikati iz uporabe. Cena živega srebra je pričela nezadržno padati in je najnižjo ceno dosegla leta 1976, zgolj 74 dolarjev. Spoznanja o obremenitvi okolja z živim srebrom in možnih posledicah so privedla do opuščanja njegove uporabe. Začeli so ga nadomeščati z okolju prijaznejšimi materiali, zato so večino rudnikov zaprli. Med njimi tudi idrijskega. Leta 1995 iz rotacijske peči pridobili še zadnje količine živega srebra.

Živo srebro je kljub njegovi strupenosti in prepovedi uporabe marsikje še vedno nepogrešljivo. Njegova zgodovinska vloga je bila izjemna in je na nekaterih znanstvenih in gospodarskih področjih prispevala k odločilnemu napredku civilizacije. Dediščino živega srebra, ki je bila leta 2012 vpisana na UNESCO Seznam svetovne dediščine v Idriji ohranjamo z velikim ponosom.



Razstava v Topilnici živega srebra (FOTO: Stane Jeršič, Arhiv CUDHg, Idrija)

Zgodovina

50 let začetka elektronske mikroanalize na Slovenskem

Aprila leta 1969 je na Metalurškem inštitutu (MI) v Ljubljani, današnjem Inštitutu za kovinske materiale in tehnologije (IMT), začel z delom prvi elektronski mikroanalizator v Sloveniji. Model instrumenta je bil JXA-3A, njegov proizvajalec pa podjetje Japan Electron Optics Laboratory Co. Ltd., ki ga danes bolj poznamo pod imenom JEOL.

Na Japonskem so že tri desetletja pred tem, leta 1939, začeli s prvimi študijami za razvoj elektronskega mikroskopa. Kljub znanim dejstvom o težkih razmerah na Japonskem po koncu 2. Svetovne vojne se je po nekajletnem skupnem delu na tem ambicioznem projektu, v izjemni želji za tehnološkim napredkom, leta 1949 ekipa entuziasličnih raziskovalcev pod vodstvom Kenjija Kazata iz mesta Mobara preselila v Tokio, kjer so tudi formalno ustanovili podjetje JEOL (oziroma Nihon Denshi Kogaku Kenkyujo). Svoje izdelke so v JEOL-u razvijali vizionarsko in drugače od tedaj uveljavljenih proizvajalcev, velik posluš za želje in pripombe uporabnikov njihovih prvih izdelkov pa se jim je močno obrestoval. Podjetje je v manj kot pol stoletja preraslo v vodilnega svetovnega proizvajalca elektronskih mikroskopov in mikroanalizatorjev (oziroma enega izmed njih), čeprav njihovi izdelki še okoli leta 1950 nikakor niso bili primerljivi z nemškimi in ameriškimi.¹

V tem obdobju je bil v Ljubljani ustanovljen Metalurški inštitut, ki ob svojem začetku laboratorija za metalografijo še ni imel. Ustanovitelj in prvi vodja laboratorija za metalografijo Metalurškega

inštituta Ljubljana, prof. dr. Franc Vodopivec mi je v svojih spominih povedal:

»Profesor *Ciril Rekar* me je po diplomi povabil v službo na Metalurški inštitut in napovedal, da bom prevzel vodenje metalografskega laboratorija, za katerega v tistem trenutku ni bilo še niti prostorov niti opreme. Ob organizaciji novoustanovljenega metalografskega laboratorija smo v začetku delali le z optičnim mikroskopom. Prelomno je bilo leto 1969, ko smo kupili t.i. »elektronsko mikrosondo«, ki je bila takrat drugi EMPA instrument v takratni Jugoslaviji (Electron Micro Probe Analyzer). Za operaterja sem izbral in usposobil višjega tehnika g. *Boška Ralića*, s katerim sva vsa leta odlično sodelovala. V teh časih je bil nepogrešljiv tudi g. *Pavle Letnar*, predvsem za pripravo bruskov in jedkal ter izdelavo fotografij, in laborantka gospa *Tinka Budna*. V primerjavi z oddelkom analize kemije je bila metalografija majhen oddelček, saj je štela le 4 zaposlene sodelavce, medtem ko je bilo na kemiji 13 sodelavcev. Po letu 1970 se je še okrepilo sodelovanje s slovenskimi in jugoslovanskimi metalurškimi podjetji: pojavila so se nova

vprašanja, elektronska mikrosonda pa je omogočila nove znanstvene zaključke, ki so bili podlaga tehnološkemu napredku. Kasneje se je operaterjem pridružila še g. *Meta Jakupovič*. Tako je laboratorij za metalografijo MI prerasel v uspešen referenčni laboratorij za območje bivše Jugoslavije.«²

Nazoren je tudi njegov pregleden zapis o začetkih elektronske mikroanalize na Slovenskem, ki ga je ob 65-letnici prof. dr. *Draga Kolarja*, »ki mu lahko brez pretiravanja pripišemo očetovstvo resnega raziskovalnega dela na področju elektro in elektronske keramike v Sloveniji«³, zapisal takole:

»Pionirsko obdobje elektronske mikroanalize (EMA) delimo na dva dela: i) daljše obdobje do postavitve elektronskega mikroanalizatorja na tedanjem Metalurškem inštitutu v Ljubljani leta 1969 in ii) krajše obdobje po zagonu naprave in začetku njene široke uporabnosti kot dokaz zadostnega obvladovanja metodologije dela. Uporaba elektronske mikroanalize je bila do začetka leta 1969 v Sloveniji po obsegu marginalna, vendar ne marginalna po vsebini. Raziskave so posegale na ➤



Elektronski mikroanalizator JXA-3A iz leta 1969, proizvajalca Japan Electron Optics Laboratory Co. Ltd. (FOTO: arhiv IMT).

Zgodovina

➤ področje selektivne oksidacije predvsem zlitin železa z elementi z majhno afiniteto do kisika, na primer arzen, antimon, kositer in baker. Zanimanje za EMA in pričakovanje, da bo omogočila kvaliteten skok v raziskovalnih projektih je bilo veliko, okolje pa pripravljeno na intenzivno uporabo nove metodike. Prof. *Drago Kolarz* IJS je bil s sodelavci

Karakteristike instrumenta so bile:
 Območje uporabnosti: ^{11}Na ($^5\text{B}^*$) - ^{92}U
 Občutljivost detekcije:
 0,003 % za Mn
 0,004 % za Si
 0,01 % za Mo v nerjavnih jeklih (rtg-črta L)
 Pospeševalna napetost: 5 – 50 kV
 Premer elektronskega snopa: < 1 μm
 Vrste vrstične slike: Rentgenska (X-ray) slika, slika s pomočjo povratno sipanih elektronov (BSI) – topografija in sestava, slika s pomočjo absorbiranih elektronov.

pri tem gotovo nadpovprečno uspešen. Bil je snovalec in izvajalec vrste raziskav, ki so prinesle temeljne novosti na nekaj področjih raziskovanja. Tudi zaradi velikega prispevka prof. *Draga Kolarja* in sodelavcev je bilo pionirsko obdobje EMA kratko in uspešno ter je metodo utrdilo kot eno od temeljnih pri raziskovanju vseh vrst trdne snovi na nivoju mikrostrukture.³

Z vidika časovne distance lahko ocenimo, da je bila odločitev za nakup instrumenta JEOL-JXA-3A pravilna, z daljnosežnimi in pozitivnimi učinki.

Nedvomno je k temu prispevalo več dejstev: vizija tedanjega vodstva, ambiciozno in znanstveno-odlično vodenje laboratorija za metalografijo, dobra in strokovna izbira proizvajalca opreme ter visoka predanost tehničnega osebja.

Instrument JEOL-JXA-3A, s katerim je vse do upokojitve skrbno upravljal gospod *Boško Ralić*, višji met. tehnik, je svojemu namenu zanesljivo služil vse

do sredine 90-tih let 20. stoletja, danes pa je kot zgodovinski kos raziskovalne opreme razstavljen v vhodni avli Inštituta za kovinske materiale in tehnologije v Ljubljani, na Lepem potu 11.

Tako je svoj delež v mozaik znanosti na področju metalografije z mikroanalizo in uspeha JEOL-ovih elektronskih mikroskopov doprinesla tudi ekipa metalografskega laboratorija Metalurškega inštituta v Ljubljani, pod vodstvom prof. dr. *Franca Vodopivca*.

Darja Steiner Petrovič

Literatura in viri:

1. K. Ito: Advances in Imaging and Electron Physics, 96 (1996), 659-664.
2. Osebna komunikacija s prof. dr. Francem Vodopivcem.
3. F. Vodopivec: Kovine, zlitine, tehnologije, 31 (1997), 467, 495–500.

Dogodki

Industrija prihodnosti

V organizaciji GZS, MGRT in Spirit Slovenija je 12. 6. 2019 potekala konferenca Industrija prihodnosti na Brdu pri Kranju. Dogodka so se udeležili predsednik vlade republike Slovenije Marjan Šarec in minister za gospodarski razvoj in tehnologijo Zdravko Počivalšek. Oba sta v uvodu nagovorila sodelujoče in poudarila pomen slovenske industrije za prihodnost Slovenije. Udeležence sta nagovorila tudi predsednik GZS Boštjan Gorjup in po video povezavi evropska komisarka Violeta Bulc. V predavanju »OD FUŽIN DO

VESOLJA«, sem imel priložnost nagovoriti občinstvo in jim predstaviti razvoj in pomembnost metalurgije v Sloveniji. Konference se je udeležilo več kot 400 udeležencev, med njimi predstavniki slovenskega gospodarstva, državnih organov in služb, Evropske unije ter raziskovalnih in izobraževalnih organizacij. Udeleženci so v okviru več okroglih miz razpravljali o prihodnjih izzivih industrije na področju inovativnosti, kompetenc, digitalizacije, industrije 4.0, okoljskih sprememb, globalizacije, novih poslovnih modelov.

Jožef Medved

Oddelek za materiale in metalurgijo NTF-UL na sejmu GIFA, METEC, THERM PROCESS in NEWCAST 2019

Po štirih letih se je ponovno, že štiri-najstič zapored, zvrstil svetovno znani, največji metalurški in predvsem livarski mednarodni sejem. Ta se sestoji iz delov: GIFA, METEC, THERMPROCESS in NEWCAST. Sejem je potekal od 25. do 29. junija letos v Düsseldorfu. Na njem so se zvrstili razstavljalci iz celega sveta, natančneje iz 47 držav, skupaj kar 2395. Sejem si je ogledalo več kot 50.000 obiskovalcev.

Sejem predstavlja najpomembnejše stično mesto v livarskem svetu in prikazuje raznolikost in inovacijsko moč industrije skozi celo paleto livarskih tehnologij. GIFA je pokazatelj, da bo livarstvo tudi v bodoče ena ključnih tehnologij za oblikovanje skupne prihodnosti. Nobena druga tehnologija ne ponuja takšne raznolikosti, tako v eko-



Razstavni prostor Oddelka za materiale in metalurgijo, Naravoslovnotehniške fakultete, UL. Na sliki doc. dr. Maja Vončina in doc. dr. Mitja Petrič.

nomskega smisla, kot tudi v smislu prihrankov materiala pri proizvodnji kovinskih komponent. Naj gre za velike ulitke majhnih serij ali pa za velikoserijske manjše ulitke, livarstvo bo vodilna tehnologija, ki je ne bo nadomestila aditivna tehnologija. Osnova za položaj na tržišču so nove visokotehnološke tehnike litja, ki so izkoristile prednosti v digitalizaciji (industrija 4.0), indirektnih aditivnih tehnologijah, s tiskanjem form in jeder, ter z ohranjanjem virov in okolja. To je vidno oziroma se kaže v omenjenem sejmu, kot tudi v vzporedno organiziranih forumih v obliki znanstvenih in tehničnih predavanj. Le-teh je bilo skoraj 50, od tega eno tudi s strani slovenskega razstavljalca, podjetja Talum d. d. Med udeleženci je bilo veliko število slovenskih obiskovalcev, še posebej pa je potrebno poudariti, da se je na sejmu predstavljalo kar 19 slovenskih podjetij, ➤



Obiskovalci razstavnega prostora NTF-OMM, UL – študentje na ekskurziji



Dogodki

➤ tako iz livarske industrije, pomožne livarske industrije ter tudi drugih metalurških podjetij. Nekaj večjih predstavnikov, ki so se predstavljali: Talum d. d., Termit d. d., Lama avtomatizacija



Primerjava med 3-litrskim blokom motorja iz sive litine z vermikularnim grafitom (CGI) in blokom iz Al zlitine.

d. o. o. Titus technologies, Livarna Gorica d. o. o., Bosio d. o. o., Filo d. o. o., FerroČrtalič d. o. o. ter druge.

Že tradicionalno se je, v okviru The Street of Science, ki ga organizira Združenje nemške livarske industrije (BDG), predstavljal tudi Oddelek za materiale in metalurgijo, Naravoslovno-tehniške fakultete Univerze v Ljubljani, pod vodstvom predstojnika prof. dr. Gorana Kuglerja in njegovega namest-



Prof. dr. Primož Mrvar s študenti zaključnih letnikov materialov in metalurgije.

nika prof. dr. Primoža Mrvarja. Razstavni prostor smo imeli v hali 13 C 38, kjer so se predstavljale tudi različne tehnične univerze in inštituti, kot so: TU Leoben, FH Aalen, TU Freiberg, TU Clausthal, TU München in druge najpomembnejše univerze iz Evrope in sveta. Razstavni prostor je bil namenjen predstavitvi našega oddelka, raziskovalnega dela ter študijskih programov. Predstavili smo delo vseh kateder in možnosti študija na našem oddelku za tuje študente. Z drugimi organizacijami smo navezali nove stike ter srečali znance, s katerimi smo že v preteklosti sodelovali. Organizirali smo tudi ekskurzijo naših dodiplomskih in podiplomskih študentov na sejem, kjer so si lahko ogledali zadnje trende in najnovejši razvoj na področju livarstva in metalurgije nasploh. Vseh skupaj je bilo 40 in prepričani smo, da jim je dogodek pustil lep spomin.

Mitja Petrič
Primož Mrvar

Svetel svet kovin

Letos je od 25. do 29. junija v Düsseldorfu potekal metalurški sejem z imenom *The Bright World of Metals* (Svetel svet kovin). Celoten sejem je zajemal štiri sekcije: GIFA-namenjen livarstvu, METEC-namenjen metalurgiji železa in jekla, THERMOPROCESS-toplotni obdelavi in NEWCAST novim tehnologijam v livarstvu. Obisk tako velikega sejma je zanimiva izkušnja, saj obiskovalci pridejo iz celega sveta, kar je lep odraz globalizacije metalurške panoge. Tako je na sejmu poleg Evropejcev in Kitajcev, ki so stalnica na vseh konferencah in sejmi, bilo videti tudi bolj zanimive (vpadljive) goste, kot npr.

indijske poslovneže z bujnimi bradami in turbani.

Velika podjetja (SMS group, RHI Magnesita in Primetals) so svojo moč razkazovala z ogromnimi stojnicami, kjer pa je bil poudarek na poslu. Sejem je namreč namenjen predvsem sklepanju poslov na področju opreme za jeklarne in železarne. Tudi SIJ je imel stojnico. Možno je bilo videti vse, kar rabi jeklarne od električnih vodnikov za visoke tokove, do pomožnih strojev za manipulacijo z vročimi ponovci. Razstavljenih je bilo veliko zanimivih maket in predmetov, kot so makete plavža, kontinuirnih valjarniških prog, valji s kalibri, itd. Pri proizvajalcih sistemov za kontinuirno litje jekla je možno videti precej zanimivo oblikovanih kokil, od litja tankih slabov, okroglih gredic do l

profilov (na nekaterih je bil celo znak prepovedano fotografiranje).

Na tem sejmu sem se spomnil na miselno nalogo, ki nam jo je, v času študija, zastavil profesor Lamut »Kakšno tehnološko opremo bi kupili, če vam npr. šejk z ogromno denarja naroči, da mu postavite jeklarne?«. Na ➤



Stojnice SMS group

Dogodki



Maketa plavža in kokila za kontinuirno litje jekla.

sejmu je vsa možna oprema na voljo in strokovnjaki lahko postavijo kar ti poželi srce (od plavža, do toplotne obdelave). Vendar pa ob takšni ponudbi človek hitro ugotovi, da so vselej najbolj kritičen faktor ljudje. Strokovno usposobljenega kadra ne moreš kar sneti z dreves. Še tako moderna oprema, ki stane na milijone evrov ni vredna prebite pare brez pravih ljudi. Tega ti prijazni pro-

dajalci ne povedo in človek zlahka vidi kako se tematika usposobljenega kadra »pozabi« pri pomembnih odločitvah. Veliko najnovejše opreme se proda v države v razvoju, torej nimajo »manj kvalitetni« proizvajalci šibkejšo pozicijo glede opreme. Poleg najmodernejših opreme imajo celo neprimerno cenejšo delovno silo, cenejšo elektriko in manj ekoloških omejitev pa še vseeno niso konkurenčni glede kakovosti. Toda v bodočnosti moramo računati na konkurenco na svetovnem tržišču. Ne, da bi

mislil, da so manj sposobni, gre enostavno za dejstvo, da se v stroki skozi vsa leta in tradicijo nabira ogromno uporabnega znanja in izkušenj, ki jih ni mogoče pridobiti čez noč.

Na sejmu sem premišljeval, kakšno je razmerje med denarjem vloženim v znanje ter strokovno usposabljanje in denarjem, ki gre za novo opremo. Upal sem si biti (pre)drzen in prišel do zaključka, da je situacija verjetno podobna, kot da bi voznika začetnika posadil v dirkalni avtomobil.

Zanimivosti:

Celoten sejem je obiskalo 72,500 obiskovalcev iz 118 držav največ iz Nemčije, sledijo Indija, Kitajska, Italija, Turčija, Japonska in Rusija.

2.360 razstavljalcev, 716 Nemčija, 582 Kitajska, 222 Italija, 125 Indija, 76 Turčija in 60 ZDA (19 Slovenija).

Srečno!

Jaka Burja

GIFA 2019

Zopet smo se udeležili sejma GIFA, METEC, THERMOPROCES in NEW-CAST, ki se je odvijal od 25. do 29. julija 2019 v Dusseldorfu. To je sejem, ki se odvija vsake štiri leta in na katerem se pokaže vse, kar je novega na področju livarstva in metalurgije, hkrati pa se imajo možnost predstaviti tudi inštituti

in univerze. Zato smo tudi tokrat imeli svoj razstavni prostor, na katerem smo predstavljali naš študij Materialov in Metalurgije. Sejem si je ogledalo tudi trideset naših študentov iz različnih letnikov. Poleg Naravoslovnotehniške fakultete, so se na sejmu predstavljala tudi slovenska podjetja, kot so Talum, SIJ, Termit, Filo, Avto G, Seven Refrac-

tories, HTS IC, Lama Avtomatizacija, Wire, TDR Legure, Gostol TST, Ferro-Črtalci, Stem, Blisk Livarstvo, KGL, Livarna Gorica, Bosio in Salus. Ogledali smo si tudi mesto Dusseldorf in, kot je to že običaj, se ustavili na krači pri Schweine Janesu.

Alenka Šalej Lah



Generacije metalurgov

Moja poklicna pot – »Mojega pol stoletja železarne«



Na prijazno povabilo predsednika Alumni OMM prof. dr. Jakoba Lamuta sem se odločil napisati nekaj spominov iz moje poklicne kariere.

Svojo poklicno pot sem pričel leta 1965 kot dijak Srednje poklicne šole na Ravnah na Koroškem. Dijaki smeri toplotna obdelava smo praktični del izobraževanja opravljali v obratu Kalilnica takratne Železarni Ravne. V njej in njenih naslednicah sem delal naslednjih 51 let do upokojitve konec leta 2016. Opravljal sem različna dela od raziskovalca, prek vodje razvoja, vodje komercialne in direktorja več družb, z vmesnimi študijskimi prekinitvami in služenjem vojaščine. Srednjo metalurško tehniško šolo sem končal leta 1972 na Jesenicah in se nato zaposlil v Železarni Ravne, po dobrem letu službovanja pa dobil štipendijo za redni študij metalurgije. Začetki moje metalurške poti so vplivali tudi na študij metalurgije v Ljubljani, kjer sem vsa štiri leta ob študiju delal kot laborant za skrajšani delovni čas v Laboratoriju za prašno metalurgijo na Metalurškem inštitutu pri dr. Jurci. Leta 1976 sem se vrnil v železarno, kjer sem pripravljal diplomsko nalogo in bil kmalu vključen v projekt izgradnje druge naprave za

električno pretaljevanje jekel pod žlindro (EPŽ).

Takratna kadrovska politika železarn je bila še iz časov direktorovanja Gregorja Klančnika zelo vzpodbudna za mlade inženirje, ki so jih na Ravne pridobili s štipendijami in kadrovskimi stanovanji. V ta namen je železarna vsako leto zgradila 100 stanovanj za svoje delavce, dobršen delež jih je bil namenjen mladim inženirjem. Poleg stanovanja in zanimivega raziskovalnega dela sem bil s strani podjetja motiviran za podiplomski študij. Vključitev v program mladih raziskovalcev mi je omogočilo dodatno jezikovno izpopolnjevanje v Angliji.

Na področju raziskovalnega dela sem se tudi izpopolnjeval pri profesorju Klausu Kochu na TU Clausthal v Nemčiji, v okviru dolgoletnega sodelovanja med oddelkoma za metalurgijo Univerze v Ljubljani in TU Clausthal.

Prvih deset let sem bil zadalžen za EPŽ in raziskave v jeklarni, kjer so investicije v sodobne postopke obdelave talin v

ponvi kot sta VAD in VOD postopek zahtevale pospešeno raziskovalno delo za čim hitrejše obvladovanje procesov in kakovosti izdelanih jekel. Veliko pozornosti smo posvečali fazi litja jekla v ingote, kjer smo beležili neizkoriščene možnosti izboljšav. Med prvimi v svetu smo v jeklarni uvedli procesni računalnik na nivoju Level 2, za kar je bila postavljena posebna ekipa programerjev procesnih računalnikov. Tudi na področju EPŽ smo hoteli držati korak z vodilnimi. Böhler v Avstriji je uvedel EPŽ postopek v proizvodnjo leta 1968, mi na Ravnah pa leta 1972. Takratni razvoj je bil usmerjen v pretaljevanje jekel pod zračno atmosfero.

Obvladovanje homogenosti ingota dolžine nekaj metrov je bil velik strokovni izziv in zato je bil termodinamični model električnega pretaljevanja dolgih ingotov iz Cr-Ni-Mo-V jekel pod žlindro tema moje doktorske disertacije.

Železarna Ravne je pospešeno razvijala končne proizvode kot so mehanske stiskalnice, orodja za preoblikovanje, pnevmatska orodja, industrijske nože, listnate vzmeti, valje za hladno valjanje pločevin in komponente za ladjedelništvo, težko strojogradnjo in obrambno industrijo. Pred razpadom Jugoslavije sem nekaj let vodil Službo za razvoj investicijskih projektov, po reorganizaciji pa Razvojni center. Potrebovali smo močan razvoj in v ta namen gradili razvojne time za posamezna področja od jeklarne, prek kovačnice, valjarne, jeklovleka do končnih izdelkov.

Zaradi visokih carinskih zaščit v bivši skupni državi Jugoslaviji smo izvažali le toliko, kolikor smo potrebovali deviz za uvoz reprodukcijskih materialov, več kot 80 % naših proizvodov smo plasirali na cenovno zanimivejšem jugoslovanskem trgu. Tik pred razpadom Jugoslavije je Miloševićeva politika blokirala slovenske proizvode in to je bil za železarno velik udarec. Čez noč smo praktično izgubili glavino trga, kar pa smo še prodali, nikoli ni bilo plačano. ➤



EPŽ ingot ϕ 1000 x 6240 mm pretaljen leta 1982 v Železarni Ravne

Generacije metalurgov

➤ Potrebovali smo hitro tržno prestrukturiranje, a preko noči to ne gre.

Takratno vodstvo Slovenskih železarn in Metala se je odločilo zamenjati na jugoslovanski trg osredotočeno vodstvo komerciale in me prosilo, da prevzamem in reorganiziram trženje. To je bil zame velik izziv, ker sem vedel, da brez ustreznega trženja Metal nima prihodnosti. Zato sem se odločil in »ugriznil v nepoznano jabolko«. V prvem letu smo izvoz na Italijanski trg povečali iz nič na 8 milijonov nemških mark (DM). Angažiral sem lokalnega agenta, strokovnjaka, ki je bil pred tem vodja komerciale v eni izmed italijanskih jeklarn, kjer sem bil pred tem na praksi za EPŽ tehnologijo. Odlično je poznal italijanski trg. Bil je, in je še uspešen, saj še danes po več kot petindvajsetih letih dela za Metal.

Prodajo na ameriški trg bi lahko razvijali prek predstavništva Slovenskih železarn Kopo v New Yorku, a prodaja ni in ni stekla, dokler nismo razvili sodelovanja s Ferrostalom, kar je že prvo leto rodilo 6 milijonov dolarjev prodaje. Reorganizirati je bilo potrebno trženje na nemškem, za nas najpomembnejšem trgu, kjer smo imeli ogromno malih, razdrobljenih kupcev z veliko komercialnega dela, a skromnim izkupiščkom. Tri leta garanja v obdobju 1992-1995 je rodilo sadove in izpad jugoslovanskega trga smo nadomestili, denarni tok Metala je postal ponovno pozitiven. Prestrukturiranje trga je s seboj potegnilo tudi močno prestrukturiranje proizvodnje. Če so pred razpadom Jugoslavije v strukturi proizvodnje prevladovala ogljikova jekla in so legirana orodna jekla predstavljala okrog 10 % realizacije, se je sedaj slika skoraj obrnila. Vrednostno so prevladovala visokolegirana orodna jekla za delo v hladnem, martenzitna nerjavna jekla, vse bolj pa jekla za delo v vročem in orodna jekla za plastiko. Takšna struktura proizvodnje je kmalu pokazala potrebe po dodatnih investicijah v

proizvodnji, za odpravo ozkih grl ter širitev in posodobitev proizvodnje visokovrednih orodnih jekel od jeklarne do kovačnice, valjarne in toplotne obdelave.

Pred razpadom Jugoslavije je bila Železarna Ravne določena za proizvodnjo specialnih zlitin tipa Nimonic za potrebe proizvodnje ultrazvočnega vojaškega letala. V ta namen je prejela zvezna dovoljenja in del sredstev za izgradnjo specialne jeklarne, ki je bila zgrajena ravno ob razpadu Jugoslavije. Moderna vakuumsko indukcijska peč je ostala brez naročil, zato so jo pozneje prodali. Že več kot 25 let je v lasti Treibacher Industrie AG, ki na Ravnah uspešno proizvaja zlitine redkih zemelj na bazi niklja za potrebe elektronske industrije. Nekdanja enovita železarna je v času osamosvajanja Slovenije doživela še mnogotere tegobe. Poleg izgube domačega jugoslovanskega trga je ob

razpadu Sovjetske zveze doživela še cenovni udar ali »Preiseinbruch von Ost« na pomembnem nemškem trgu jekla ter sovpadajočo jeklarsko krizo, katere cikli so se takrat skrajšali na 4-5 let. Že tako nizke cene jekel so leta 1992 strmoglavile. Reorganizacije v železarni so si sledile druga za drugo, posloводства so se menjavala že skoraj preko noči in sledila je daljša stavka novoustanovljenega sindikata. Enovita železarna je razpadla na več programsko zaokroženih podjetij, med katerimi je bil največji Metal. Novonastalo podjetje Noži Ravne se je po zaslugi tržno usmerjenega posloводства najhitreje prestrukturiralo in bilo dolga leta med najuspešnejšimi.

Velike težave sta doživljali novonastali podjetji STO in Stroji. Prvo je bilo osredotočeno v jugoslovansko obrambno industrijo s skupnim paradnim izdelkom tank M-84, drugo pa v proizvodnjo me-



Linija za prosto kovanje s hidravlično stiskalnico 25/30 MN v kovačnici Metal Ravne, zgrajena leta 1999

Generacije metalurgov

➤ hanskih stiskalnic, pretežno za jugoslovanski in sovjetski trg. Obe podjetji sta izgubili svoje trge in znašli sta se v težki situaciji. Menjave vodstev in finančne injekcije niso rodile zelenih sadov in grozili so stečaji. V izogib socialnim nemirom so bili skupaj z ministrstvom za gospodarstvo vloženi dokajšnji napor, da se prepreči stečaj. Odločili so se za združitev in skupno reševanje obeh podjetij. Potrebno je bilo poiskati nekoga, ki bi podjetji združil in prestrukturiral. Spomnili so se mene, ki sem pred tem zaključil študij MBA in mi zaupali trd oreh, ki ga mnogi niso želeli ugrizniti. Konec leta 1995 smo družbi združili v novo podjetje Strojno tehnološka oprema z več kot 1100 zaposlenimi, brez naročil, s presežnimi delavci in brez jasnih strategij. V štirih letih smo število zaposlenih zmanjšali za 400 brez »trdega« odpuščanja. Program listnatih vzmeti, ki je izgubil glavnega kupca TAM Maribor, smo namesto ustavitve oddali v najem v tujino. Programe pnevmatike, orodjarne in individualne proizvodnje smo racionalizirali tako, da smo jih združili in ohranili le konkurenčne obdelovalne kapacitete in programe v okviru samostojnega profitnega centra Oprema Ravne, ki danes uspešno posluje naprej. Prestrukturiranje vojaškega programa v proizvodnjo lahkih kolesnih oklepnih vozil (LKOV) s komercialnim imenom Valuk 6x6 je bila prava rešitev tako za podjetje kot za mlado slovensko vojsko, ki še danes po več kot dvajsetih letih uspešno uporablja Valuke brez prizvoka korupcije in tehničnih pomanjklivosti. Mehanske stiskalnice smo pričeli pospešeno tržiti na ameriškem trgu, za potrebe Metala pa razvili in izdelali linijo za prosto kovanje s 25/30 MN hidravlično stiskalnico in tirnim manipulatorjem, ki že 20 let uspešno kuje orodna in specialna jekla za kupce po celem svetu. Tako smo družbo pre-



LKOV Valuk 6x6 ambulantna inačica

strukturirali in organizirali v štiri osnovne profitne centre: Oprema Ravne, Stroji Ravne, Valji Ravne in Sistemska oprema z jasnimi usmeritvami, tržno prepoznavnimi programi, pripravljeni za privatizacijo v celoti ali po programih. Po izteku mandata direktorja družbe novembra 1999 sem moral prevzeti vodenje zagona kovaške stiskalnice in se ob pomoči tujega strokovnjaka za kovaško tehnologijo izpopolnil tudi na tem področju.

Privatizacija železarne oziroma prodaja njenih naslednic se je po letu 2000 intenzivno nadaljevala. Družba Stroji in tehnološka oprema je leta 2002 žal končala v prisilni poravnavi in je bila prodana po delih: Opremo Ravne in Stroje Ravne so kupili vodstveni delavci, Valje Ravne švedska firma Åkers in Sistemska tehnika Viator & Vektor. Nadaljevali smo s proizvodnjo vozil Valuk 6x6 in torzijskih vzmeti, vzporedno pa s tujim partnerjem razvijali srednje kolesno oklepno vozilo Krpan 8x8. Tehnologija varjenja školjke vozila iz legirane poboljšane oklepne pločevine različnih debelin in trdot preko 52 HRC je bil zahteven metalurški izziv. Na razpisu Ministerstva za obrambo za dobavo kolesnih oklepnih vozil 8x8 leta 2006 nismo bili izbrani, kljub temu da smo ponudili odlično, za potrebe slovenske vojske namensko razvito vozilo v osmih različicah. Korupcijske lovke tujega izbranega dobavitelja so segale tako globoko, da jih je ekipa Sistemske

tehnike čutila celo na paralelnih enomesečnih testiranjih obeh vozil. Poznejši večletni sodni procesi so pokazali vso mizerijo takratne slovenske politike. Sistemska tehnika smo po propadlem poslu morali ponovno prestrukturirati, tokrat v proizvodnjo civilnih programov kot so hladni valji. Vodil sem najprej razvoj proizvodnje Sendzimir valjev in nato še površinsko kaljenih valjev, kar nam je v dveh letih dalo nova krila in uspešno poslovanje. Z združenim lokalnim znanjem smo razvili moderno napravo za indukcijsko površinsko kaljenje valjev, ki izpolnjuje vsa pričakovanja uporabnikov valjev. Takrat sem se rad pošalil, da bo Mežiška dolina postala dolina valjev. To se je tudi zgodilo, saj danes pet podjetij v Mežiški dolini proizvaja valje in Slovenija je v svetovnem merilu prepoznana kot eden izmed največjih dobaviteljev valjev za hladno valjanje pločevin.

Na prošnjo in nekajmesečno prigovarjanje lastnika sem leta 2007 prevzel vodenje Sistemske tehnike in jo vodil vse do leta 2016. V vmesnem času je lastnik Viator & Vektor končal v stečaju, Sistemska tehnika v njegovi stečajni masi, jaz pa sem izpolnil pogoje za upokojitev. A me je stečajni upravitelj prosil, da ostanem še dve leti in mu pomagam voditi družbo in iskati kupca za njo. Kot zaprisežen pripadnik Železarne Ravne, ki sem bil vedno proti njenemu cefranju, sem naredil vse, kar je bilo v moji moči, da dobi Sistemska tehnika istega lastnika, kot ga ima Metal. To nam je skupaj tudi uspelo in na željo lastnikov sem v zadnjem letu moje železarniške poti izdelal še razvojni projekt Equipment for Gas & Oil, ki predstavlja potencialno sinergijo med Metalom in Sistemska tehnika.

Nov vrstični elektronski mikroskop na poljsko emisijo Thermo Fisher Scientific Quattro S

Vrstični elektronski mikroskop na poljsko emisijo (FEG SEM) Quattro S, proizvajalca Thermo Fisher Scientific, predstavlja dopolnitev in nadgradnjo raziskovalne opreme raziskovalnega programa Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) P2-0205 »Sinteza in karakterizacija materialov«, programov in raziskovalnih skupin, s katerih člani programa intenzivno sodelujemo, ter matične institucije Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Thermo Fisher Scientific Quattro S je vrstični elektronski mikroskop na poljsko emisijo (FEG SEM). Posebnost mikroskopa je delovanje v treh vakuumskih načinih in sicer v visokem vakuumu ($< 6 \cdot 10^{-4}$ Pa), nizkem vakuumu (do 200 Pa) in v ESEM načinu (do 4000 Pa), ki omogoča izvedbo dinamičnih preiskav med segrevanjem in ohlajanjem. Za slikanje vzorcev je FEG SEM Quattro S opremljen z detektorji sekundarnih (SE), povratno sipanih (PSE) in presevnih elektronov (STEM). Le-ta združuje principe, ki se uporabljajo v presevnih (TEM) in vrstičnih (SEM) elektronskih mikroskopih. Ločljivost v visokem vakuumskem načinu znaša od 0,8 nm v ESEM načinu pa od 1,3 nm. Za analizo kemijske sestave je vgrajen EDXS SDD detektor najnovejše generacije Ultim[®] Max s površino 65 mm², proizvajalca Oxford Instruments.

FEG SEM Quattro S omogoča nano-karakterizacijo:

- kovin & zlitin, zvarov, magnetnih in supermagnetnih materialov;
- keramičnih in polimernih materialov, kompozitov;
- tankih plasti;



FEG SEM Thermo Fisher Scientific Quattro S instaliran v Laboratoriju za mikroskopijo, Katedre za inženirske materiale, Oddelka za materiale in metalurgijo, Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

- mineralov in
- mehkih materialov: tekstilij, filtrov, gelov, rastlin in tkiv.

Za izvedbo dinamičnih preiskav med ohlajanjem in segrevanjem je FEG SEM Quattro S opremljen z nosilcema za ohlajanje do temperature -60 °C in segrevanje do 1000 °C. Z njima mikroskop omogoča »*in situ*« študije procesov:

- (re)kristalizacije in faznih transformacij;
- oksidacije, katalize;
- rasti materialov in
- hidracije, dehidracije in določevanje kota omočenja.

Vrstični elektronski mikroskop na poljsko emisijo Quattro S je bil nabavljen v okviru javnega razpisa ARRS za nabavo raziskovalne opreme »Paket 17«.

Na tem mestu se zahvaljujemo Ministrstvu za izobraževanje, znanost in šport Republike Slovenije, Javni agenciji za raziskovalno dejavnost RS, vsem dvanajstim raziskovalnim programom ARRS, ki so podprli nabavo opreme, štirinajstim podjetjem, ki so prek sodelovanja finančno podprla to investicijo (Magnetni d.o.o., Gorenje, d.d., Impol, d.o.o., SIJ ACRONI d.o.o., Hidria AET d.o.o., Kolektor Group d.o.o., LTH Castings d.o.o., SAAT, d.o.o., SORBIT Valji d.o.o., TPV d.o.o., Unior d.d., MAHLE Electric Drives Slovenija d.o.o., ebm-papst Slovenija proizvodnja elektromotorjev d.o.o., GKN Driveline Slove-

nija d.o.o.) ter podjetju ITR-LAB, d.o.o. za tehnično podporo.

Slovesne otvoritve mikroskopa, ki je na Naravoslovnotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani potekala 7. junija 2019, so se udeležili številni inženirji in raziskovalci iz slovenske industrije in znanstvenih institucij, častna gosta pa sta bila rektor Univerze v Ljubljani prof. dr. Igor Papič in direktor ARRS prof. dr. József Györkös.

Na koncu gre posebna zahvala kolegu profesorju dr. Milanu Bizjaku, ki je v pridobitev mikroskopa vložil 3 leta intenzivnega dela in truda.

Aleš Nagode
Borut Kosec



Nov digitalni mikroskop – Keyence VHC-6000

Na Razvojnem centru Jesenice, oddelku za razvoj jekel in tehnologij smo skupaj s SIJ Acroni pridobili nov digitalni mikroskop Keyence VHC-6000, ki je precejšnja nadgradnja staremu stereomikroskopu. Omogoča napredno osvetljevanje, shranjevanje in obdelavo pridobljenih fotografij.

Mikroskop je v celoti kodiran ter motoriziran, kar omogoča natančno in hitro zajemanje fotografij ter njihovo napred-

Novice iz industrije



Nov digitalni mikroskop Keyence VHC-6000. Foto: Borut Žigon

no obdelavo. Motorizirana mizica, velikosti 100 x 100 mm omogoča preiskavo sorazmerno velikega vzorca, možnost nagiba v Z smeri pa zagotavlja popolno vizualizacijo in pregled, saj se objektiv lahko prilagodi vzorcu in ne obratno.

Keyence-va digitalna tehnologija omogoča uporabo širokega nabora uporabnih funkcij: posnamemo lahko kvalitativno fotografijo nizkokontrastnih vzorcev, odstranimo povratni odsev v bleščečih se vzorcih, s funkcijo sestavljanja fotografije lahko pridobimo HDR posnetke makro vzorcev, merimo hrapavosti, zanesljivo ovrednotimo površino vzorca, in drugo.

Poleg 2D posnetkov lahko zaradi motorizirane Z-smeri enostavno zajamemo tudi 3D sliko. Zajeta 3D slika vsebuje informacije o višini na kateremkoli mestu. Posledično lahko izvedemo neposredno na zaslonu različne meritve, vključno z razdaljo, kotom, premerom,



Motorizirana mizica, velikosti 100 x 100 mm omogoča preiskavo sorazmerno velikega vzorca. Foto: Borut Žigon

velikostjo območja, globino, površino, itd.

Značilnosti digitalnega mikroskopa Keyence VHC 6000 so:

- KEYENCE VHX-6000 zmora posneti fotografijo z resolucijo 20000 x 20000 pikslov
- Meje med posameznimi sestavljenimi fotografijami se s funkcijo avtomatske korekcije zabrišejo, kar rezultira v tem, da končna fotografija izgleda enotna.

Barbara Šinkovec
Stane Jakelj

Avtomatski merilnik trdote predstavlja odlično orodje razvoja

Razvojni center Jesenice, Oddelek za razvoj jekel in tehnologij, je v sodelovanju s SIJ Acroni v svojih razvojnih prostorih inštaliral avtomatizirani merilnik trdote avstrijskega proizvajalca EMCOTEST. Opremo pa je dobavilo slovensko podjetje DECCA d.o.o.

Merilnik trdote je težko pričakovana zamenjava obstoječe opreme ZWICK in predstavlja močno orodje za sprem-



Barbara Šinkovec (tehnik za specialne metalografske preiskave) in Samo Kokalj (razvojni inženir za konstrukcijska in specialna jekla) izvajata meritve na novem avtomatskem merilniku trdote. Foto: Borut Žigon



Avtomatizirani merilnik trdote. Foto: Borut Žigon

ljava obstoječega proizvodnega programa, obenem pa je tudi eden izmed pomembnih temeljev za razvoj novih jekel oz. zlitin.

Glavna prednost merilnika je v možnosti avtomatiziranega opravljanja meritev trdote na vnaprej določenih točkah ali linijah merjenja. Na revolverski glavi so stalno nameščena vdiralna telesa za meritve trdot po metodah Vickers, Rockwell in Brinell.

Merilnik ima tudi »mapping« funkcija za prikaz porazdelitve trdote na testiranem področju in funkcija za avtomatsko skeniranje robov vzorca. Obe funkciji sta še posebej primerni za meritve trdote na zvarnih spojih, robovih materiala in površinsko oksidiranih vzorcih.

Končen prevzem opreme je bil opravljen konec meseca oktobra 2018 po zadnjem opravljenem izobraževanju, ki smo ga trije operaterji opravili na lokaciji izdelovalca opreme.

Glavne značilnosti novega avtomatskega merilnika trdote Emotest so:

- Območje obremenitev sega od 0,3 do 250 kg.
- Avtomatska analiza poteka profila trdote na Jominy preskušancih.
- Analiza odtiskov preko programa ecosWorkflow.
- Modul programske opreme AREA-MASTER za preskuse na površini vzorca.

Andrej Skumavc

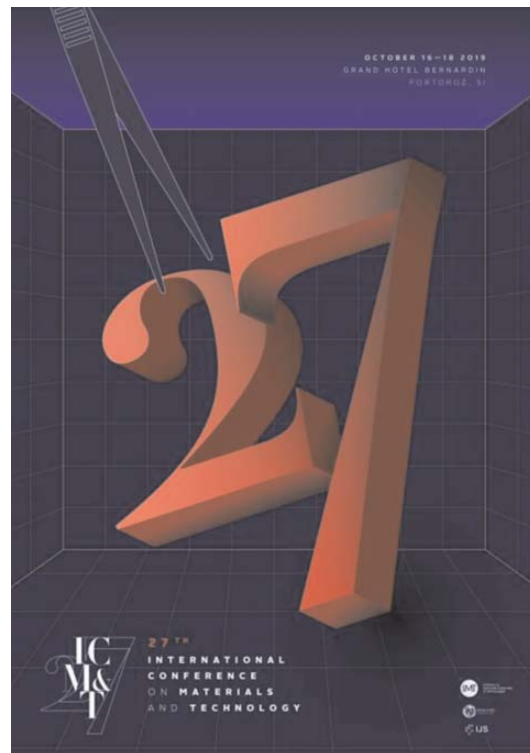
Napovednik

27. Mednarodna konferenca o materialih in tehnologijah

ki jo organizira Inštitut za kovinske materiale in tehnologije (IMT), bo tudi letos potekala v GH Bernardin, od 16. do 18. oktobra v Portorožu.

Brucovanje

Praznik Sv. Barbare (4.12.) bomo na Naravoslovnotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani ponovno obeležili z organizacijo tradicionalnega brucovanja vseh montanistov. Dogodek, ki povezuje bruce, študente in profesorje se bo z uradnim delom in zabavo odvijal v osrednji stavbi naše fakultete na Aškerčevi cesti 12. Točen datum in časovni potek dogodka bo znan kmalu. Srečno!



7. Občni zbor

Občni zbor društva ALUMNI OMM in počastitev stanovskega praznika sv. Barbare bo predvidoma v drugem tednu decembra 2019, v prostorih NTF v Ljubljani. Vabilo sledi!

ODPRTJE RAZSTAVE

»Ko zapoje kovina – Tisočletja metalurgije na Slovenskem«, v Narodnem muzeju Slovenije, Muzejska ulica 1, Ljubljana. Otvoritev: 10. december 2019 ob 18. uri. Razstava bo na ogled do maja 2020.

Vse podatke o Društvu ALUMNOV OMM NTF UL najdete na internetni strani:
<http://www.ntf.uni-lj.si/omm/o-oddelku/alumni>

Za včlanitev izpolnite obrazec, ki ga dobite na internetni strani društva.
 ISSN 2591-1392

Izdajatelj: Društvo ALUMNI OMM Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana
Uredništvo: Prof. dr. Jakob Lamut, dr. Darja Steiner Petrovič, prof. dr. Jožef Medved
Računalniški prelom: Miro Pečar

