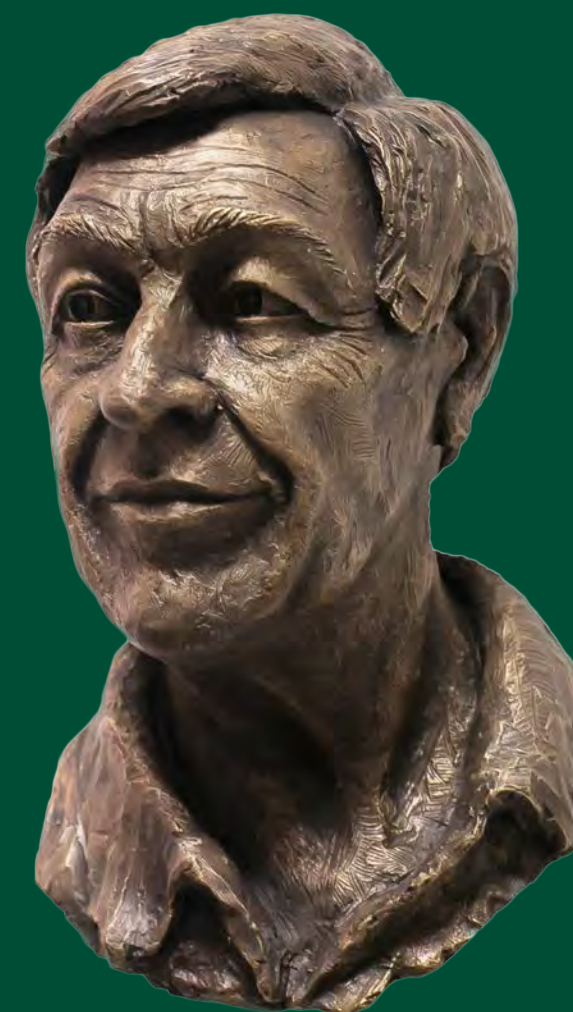




*Zbornik v spomin na življenje in delo
zaslužnega profesorja dr. Milana Trbižana*

Zbornik v spomin na življenje in delo zaslužnega profesorja dr. Milana Trbižana



ISBN 978-961-6047-89-0



9 789616 047890

Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta
Oddelek za materiale in metalurgijo

*Zbornik v spomin na življenje in delo
zaslužnega profesorja dr. Milana Trbižana*

Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta
Oddelek za materiale in metalurgijo
2017

Zbornik v spomin na življenje in delo zaslužnega profesorja dr. Milana Trbižana

Avtorji: prof. dr. Milan Trbižan, prof. dr. Primož Mrvar, Katarina Trbižan

Uredila in izbrala: Katarina Trbižan

Oblikovanje: Katarina Trbižan

Priprava za tisk: Fleks d.o.o.

Tisk: Fleks d.o.o.

Število izvodov: 200

Recenzent: Akademik prof. dr. Boštjan Žekš

Izdajatelj: Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta,

Oddelek za materiale in metalurgijo

Bronasti kip profesorja Trbižana na naslovnici je delo kiparja Mihe Kača in livarja Romana Kamška.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

929Trbižan M.

621.74(497.4):929Trbižan M.

TRBIŽAN, Milan

Zbornik v spomin na življenje in delo zaslužnega profesorja dr. Milana Trbižana / [avtorji Milan Trbižan, Primož Mrvar, Katarina Trbižan]. - Ljubljana : Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za materiale in metalurgijo, 2017

ISBN 978-961-6047-89-0

1. Gl. stv. nasl. 2. Mrvar, Primož 3. Trbižan, Katarina

287982336

Vsebina

Predgovor	5
Akademik prof. dr. Boštjan Žekš	5
1 Uvod	7
2 Zaslužni profesor dr. Milan Trbižan (6.7.1935 – 20.7.2015)	9
2.1 Študijska pot	9
2.2 Pedagoška dejavnost	15
2.3 Znanstveno raziskovalna dejavnost	19
2.4 Sodelovanje z industrijo	21
2.5 Mednarodna dejavnost	23
2.5.1 Kongresi, konference, razstave	23
2.5.2 WFO komisija 3.3: »Casting Simulation«	29
2.6 Društvo livarjev Slovenije in Livarski vestnik	30
2.7 Skrb za ugled livarstva v medijih	35
3 Študije k zgodovini slovenskega livarstva	49
3.1 Globalni pomen Janeza Vajkarda Valvasorja	49
3.1.1 Evropa in svet v času Valvasorja	49
3.1.2 Prvi znanilci sprememb	51
3.1.3 Valvasor in njegov globalni pomen	56
3.1.4 Ocena Valvasorjevega ulitka sv. Marije pred cerkvijo sv. Jakoba v Ljubljani	62
3.2 Hrdeckega most v Ljubljani	66
3.3 Kip mamuta v naravni velikosti	70
4 Zbirka ulitkov profesorja M. Trbižana	73
4.1 Donacija Oddelku za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete	73
4.1.1 Objave ob otvoritvi	76
4.2 10. obletnica Zbirke ulitkov profesorja M. Trbižana in odkritje doprsnega kipa	82
4.2.1 Objave ob 10. obletnici	87
5 Zaključek: priznanja tujih in domačih strokovnjakov, prijateljev in sorodnikov	93



Predgovor

Akademik prof. dr. Boštjan Žekš

Pred nami je knjiga »Zbornik v spomin na življenje in delo zaslužnega profesorja dr. Milana Trbižana«, ki jo je izdal Oddelek za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Delo je sestavljeno iz treh večjih sklopov. Prvi del predstavlja življenje in delo pokojnega zaslužnega profesorja dr. Milana Trbižana, v drugem so prispevki k zgodovini slovenskega livarstva, tretji pa je posvečen Trbižanovi zbirki ulitkov, ki jo je podaril Oddelku za materiale in metalurgijo.

Prvi del opisuje njegov študij in njegovo delo. Po diplomi na metalurgiji v Ljubljani se je zaposlil v livarni Titan v Kamniku, kjer je pridobival praktične izkušnje, nakar se je v želji po znanstvenem in strokovnem razvoju vrnil na fakulteto, kjer je ostal celo življenje, od leta 1993 dalje kot redni profesor. Ta dvojnost ga je zaznamovala za celo življenje, saj mu je uspevalo najti ravnovesje med praktičnim delom in znanostjo, med teorijo in prakso. Leta 1973 je doktoriral na znani montanistični univerzi v Leobnu, kjer se je seznanil s svetovnim nivojem svoje stroke in spoznal tedanje in bodoče vrhunske evropske strokovnjake. Tudi ta dvojnost ga je spremljala celo življenje, dvojnost med domačo univerzitetno in znanstveno sceno ter svetovnim razvojem, ki ga je intenzivno spremljal in pri njem sodeloval. Sedanja uspešnost naših livarn in naših livarjev v veliki meri sloni na pedagoškem in razvojno-raziskovalnem delu dr. Milana Trbižana. Pri razvojno-raziskovalnem delu morda velja omeniti sodelovanje s podjetjem Termit Moravče pri razvoju oplaščenih peskov ter ustreznih preiskovalnih metod in aparatov, saj je ta oplaščevalnica danes največja v Evropi. Pri pedagoškem delu pa moramo poudariti, da je vzgajal študente v odprtem, evropskem duhu, saj jih je redno vodil na obiske strokovno najpomembnejših lokacij v Evropi in obenem vabil v Ljubljano ugledne predavatelje iz tujine.

Dr. Milan Trbižan je bil tudi izjemno aktiven pri organizacijskem delu doma in v tujini. Bil je pomemben član Društva livarjev Slovenije, najprej tajnik, nato tudi predsednik. Sourejeval je domač strokovni časopis Livarski vestnik in bil tudi njegov glavni urednik, uvedel pa je tudi prevajanje člankov v angleščino. Redno letno posvetovanje slovenskih livarjev mu je uspelo dvigniti na mednarodni nivo z veliko udeležbo tujih strokovnjakov. Na mednarodnem nivoju je deloval v okviru svetovne livarske organizacije, sodeloval je na svetovnih konferencah in svetovnih razstavah, pa tudi na mnogih

nacionalnih konferencah. V tujini je predstavljal slovenske dosežke in od tam prinašal novo znanje. Sodeloval je tudi pri organizaciji povezovanja livarjev šestih držav srednje Evrope. V svetovni zvezi livarjev je vodil komisijo za računalniško simulacijo livarskih procesov.

Drugi del zbornika predstavljajo študije o zgodovini slovenskega livarstva, pri čemer je glavni poudarek na livarskem delu Janeza Vajkarda Valvasorja in na njegovem tankostenskem ulitku kipa Marije pred cerkvijo sv. Jakoba v Ljubljani. Poročilo o tem dosežku v *Philosophical Transactions* (1687) mu je skupaj z delom o Cerknškem jezeru zagotovilo mesto v prestižni Kraljevi družbi (Royal Society), ki je bila le malo prej ustanovljena (1660). Tako je bil naš Valvasor eden prvih članov in nedvomno med prav prvimi tujimi člani, njegov pomen pa priznavajo tudi tuji zgodovinarji znanosti. Ker v našem prevladujočem samozaničevanju večkrat podvomimo v pomen Valvasorja in v to, koliko ga drugi sploh poznajo, naj dodam tu še svojo lastno izkušnjo in svoje razmišljanje. Pred letom ali dvema sem bil skupaj s predstavniki vseh evropskih (EU) akademij na sestanku na Kraljevi družbi, kjer nam je ravnatelj knjižnice razkazal tudi dokumente o njihovi zgodovini in o njihovih članih. Nekdo ga je vprašal, če so že na začetku sprejemali tudi tuje člane. Jaz sem namesto ravnatelja odgovoril, da so jih seveda sprejemali, saj imamo mi iz Slovenije tudi svojega člana na samem začetku. Ravnatelj je le dejal: Mislite seveda Valvasorja? To pomeni, da ga poznajo in cenijo, ker ni mogoče, da bi ravnatelj znal imena vseh članov na pamet.

Naslednji del tega poglavja prikazuje druge pomembne dosežke livarstva pri nas. Tu je treba omeniti predvsem most Hrdeckega v Ljubljani, litoželezni most, ki so ga izdelali leta 1867 v železolivarni na Dvoru, s čimer smo se priključili evropskemu trendu nadomeščanja kamna z železom. Most, ki je dolgo stal pri bolnici kot »mrtvaški most«, je sedaj na elitni lokaciji v centru mesta.

Tretji sklop zbornika je posvečen zbirki ulitkov, ki jo je zbral dr. Trbižan in jo je leta 2006 podaril Oddelku za materiale in metalurgijo. Zbirka s 107 eksponati je stalno razstavljena v prostorih Oddelka in predstavlja po eni strani tehnološke dosežke, po drugi pa umetnost in lepoto. Kot pravi znanstvenik in tehnik je dr. Trbižan vedel, da sta znanost in tehnika tudi lepi. Leta 2016, ob 10. obletnici Zbirke ulitkov, je zbirko obogatil doprsni kip dr. Trbižana, delo Mihe Kača.

Zbornik vsebuje tudi obsežno dokumentacijsko gradivo, ki dopolnjuje tekst in vsebuje fotografije, objave v medijih, pomembne dokumente, itd. Zbornik je lepo in temeljito pripravljen, tako da so nanj lahko ponosni avtorji in tudi mi vsi. Še bolj pa bomo po tem zborniku ponosni na zaslužnega profesorja dr. Milana Trbižana, ki smo ga zelo cenili že do sedaj. Bil je velik človek, ki je živel v drugačnem, bolj zaprtem okolju, kot ga imamo danes, pa mu je kljub temu uspelo ustvariti intenzivne povezave s svetom. Ob tem pa je ostal Slovenec, Slovenec z zelo veliko začetnico.

1 Uvod

Zbornik v spomin na življenje in delo zaslužnega profesorja dr. Milana Trbižana ima namen osvežiti spomin na njegovo delo in osebnost. Predvsem pa je bila želja objaviti zadnje raziskovalno delo zaslužnega profesorja dr. Milana Trbižana o Janezu Vajkardu Valvasorju. Le-to je hotel, da bi ga sam predstavil na srečanju ob svoji 80-letnici, ki jo je skrbno načrtoval, a žal ni dočakal, saj se je 14 dni po svojem 80. rojstnem dnevu za vedno poslovil. Zato je delo predstavil naslednik prof. dr. Primož Mrvar, sedanji predstojnik Katedre za livarstvo, na srečanju, 13. septembra 2016, ko je bila slovesnost ob odkritju kipa prof. dr. Milanu Trbižanu ob 1. obletnici njegove smrti.

Zbornik nadalje predstavlja osebnost dr. Milana Trbižana, njegovo pedagoško, znanstveno raziskovalno in organizacijsko delo ter nekatere njegove pisne prispevke o livarstvu. Pomembni so tudi prispevki eminentnih govorcev na sami slovesnosti ter mnenja in izrazi spoštovanja njegovih prijateljev iz tujine.

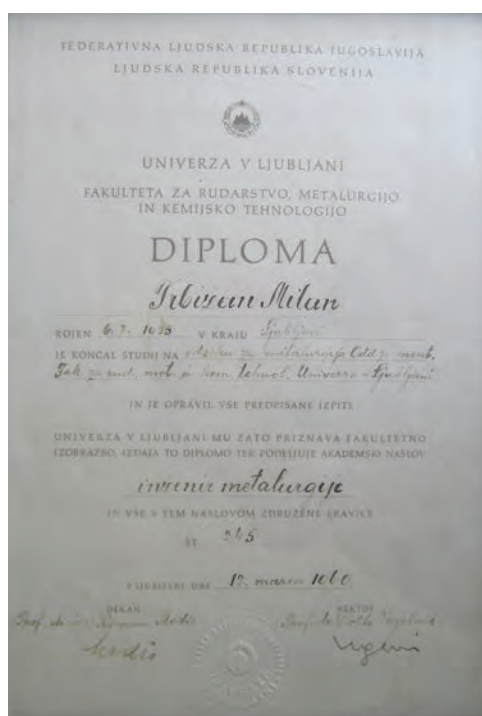
Namen zbornika je tudi vpogled v zbirko Trbižanovega darila Oddelku za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete pred desetimi leti, saj je želel čim lepše ohraniti svojo zbirko, ki združuje delo številnih livarjev, tako domačih kot tudi iz tujine. Ulitki naj bi bili spodbuda mladim metalurgom, da je tudi iz kovine mogoče ustvariti umetnost in lepoto. Poleg tega Zbirka ulitkov posredno izraža tudi osebnost profesorja Trbižana, ki je globoko spoštoval delo livarjev in bil tudi sam predan temu poklicu. Naj bodo ulitki njegovim sodobnikom v spomin nanj, da človek "dolžan ni samo, kar veleva mu stan, kar more, to mož je storiti dolžan", z željo, da bi bili prispevki v tem zborniku v spomin na prof. dr. Milana Trbižana in da bi slovensko livarstvo imelo tudi v bodoče sloves doma in po svetu.



2 Zaslužni profesor dr. Milan Trbižan (6.7.1935 – 20.7.2015)

2.1 Študijska pot

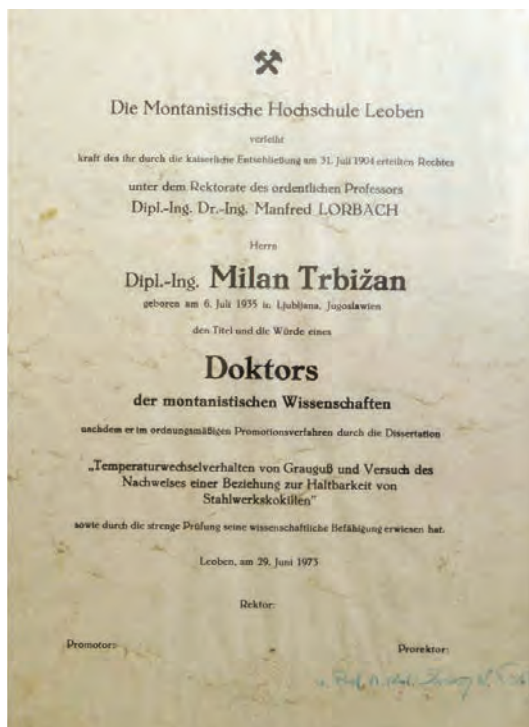
Prof. dr. Milan Trbižan se je rodil 6. julija 1935 v Ljubljani. S prvo generacijo kamniških maturantov je leta 1953 končal gimnazijo v Kamniku in vpisal študij metalurgije na takratni Fakulteti za rudarstvo, metalurgijo in kemijsko tehnologijo. Ko je kot študent metalurgije po praksi v Nemčiji podaljšal svoje bivanje v tujini, je delal kot rudar v rudniku Zeche General Blumenthal v Recklinghausnu 1000 m pod zemljo. Leta 1960 je diplomiral.



Slika 1: Diploma Fakultete za rudarstvo, metalurgijo in kemijsko tehnologijo (1960)

Praktične izkušnje je v letih 1960 do 1964 pridobival v livarni Titan v Kamniku, poznani po izdelkih iz temprane litine, namenjenih za avtomobilsko industrijo. Leta 1963 je postal vodja tehnološkega oddelka. Želja po nadaljnjem znanstvenem in strokovnem razvoju ga je pripeljala na Univerzo v Ljubljani, kjer je bil leta 1964 izvoljen v naziv asistent za livarstvo na Katedri za železarstvo Oddelka za montanistiko Odseka za metalurgijo Fakultete za naravoslovje in tehnologijo, ki jo je vodil prof. dr. Ciril Pelhan.

Leta 1973 je doktoriral s temo »Obstojnost sive litine na temperaturne spremembe« pri prof. dr. Zeppelzauerju na znani Montanistični univerzi v Leobnu v Avstriji. Znanje in poznanstva, ki jih je pridobil med študijem, so mu koristila pri delu na Univerzi pri vzpostavljanju stikov s tujimi livarskimi strokovnjaki po univerzah, inštitutih in v večjih, pomembnih livarnah po Evropi.



Slika 2: Doktorat montanističnih znanosti Montanistične univerze v Leobnu (1973)

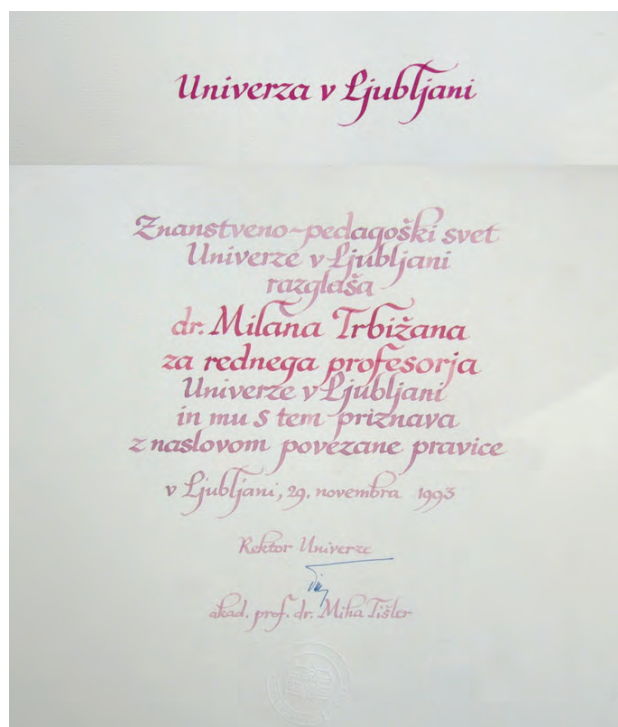


Slika 3: Podpis doktorata v Leobnu (1973)



Slika 4: Praznovanje doktorata v livarskem laboratoriju (1973)

Leta 1993 je bil izvoljen v naziv redni profesor za področje livarstvo in tudi za predstojnika Katedre za livarstvo.



Slika 5: Podelitev naziva redni profesor Univerze v Ljubljani (1993)

Ko spremljamo uspehe naših livarn, ki z visokotehnološkimi ulitki konkurirajo na mednarodnem trgu in nudijo lepo število delovnih mest, lahko mirno zagotovimo, da je v tem mozaiku vgrajenih mnogo kamenčkov iz pedagoško-vzgojnega, raziskovalnega, inovativnega in društvenega dela prof. dr. Milana Trbižana.

Za njegovo zgledno pedagoško, raziskovalno in strokovno delo ter zaradi velike prizadevnosti pri razvoju in napredku livarske stroke v Sloveniji, ki so s svojimi »high-tech« izdelki v samem svetovnem vrhu, ter ne nazadnje zaradi njegovega dela doma in po svetu, ko je vedno postavljajal v ospredje ugled »Alma mater« Univerze v Ljubljani, ga je leta 2011 Senat Univerze v Ljubljani odlikoval z nazivom zaslužni profesor.



Slika 6: Podelitev naziva zaslužni profesor Univerze v Ljubljani (2011)



Slika 7: Predavanje ob srečanju po podelitvi naziva (2011)

ZNANEC IZ SOSEDNJE ULICE

Prof. dr. Milan Trbižan

Zaslužni profesor Univerze v Ljubljani

Že več kot tri desetletja je dr. Milan Trbižan domački občan. Radomlje si je izbral za svoj drugi dom, sicer pa je Kamničan, ki je bival v Ljubljani. Prav je, da ga predstavimo, saj je ob mnogih drugih pomembnih občanah po svojem delu in ugledu obogatil za družbeno okolje in sobivanje.

Lani, ob njegovi 75-letnici, so se razpisale domače in tuje strokovne publikacije. Letos, 7. februarja 2011, pa je bilo imenovanje dr. Milana Trbižana za zaslužnega profesorja Univerze v Ljubljani priznanje njegovemu pedagoškemu in znanstvenemu delu. Imenovanje in laudatio mu je podelil rektor ljubljanske Univerze prof. dr. Stane Pejovnik ob navzočnosti ministra in nekdanjega predsednika SAZU dr. Bošnjana Zekša ter mnogih naših in tujih strokovnjakov in nekdanjih sodelavcev.

Dr. Milan Trbižan je osnovno šolo in gimnazijo obiskoval v Kamniku, in leta 1953 maturiral s prvimi maturanti po vojni ustanovljene kamniške gimnazije. Leta 1960 je diplomiral na Fakulteti za ru-



državi Jugoslaviji in bil tudi nekaj časa predsednik Saveza hvara Jugoslavije. Vodilne znanstvenike in strokovnjake v Evropi je vabil na vsakoletno tradicionalno livarsko posvetovanje v Portorož, ki je prišlo našlo na ugledni ravni najnovjše izsledke iz livarstva.

Leta 1992 je z nemškimi in avstrijskimi društvi livarjev Društvo livarske iniciative, ki ji je dr. Milan Trbižan v drugem mandatu tudi vodil. Hexagonale srednjeevropske livarske iniciative, ki ji je dr. Milan Trbižan v drugem mandatu tudi predsedoval. Leta 1996 je bil dr. Milan Trbižan na svetovni zvezi livarjev (WFO) pobudnik za ustanovitev mednarodne komisije 3.3 Computer Simulation of Casting Process, ki ji je po ustanovitvi leta 1998 predsedoval vse do leta 2005. Komisija je leta 2000 izdala obširno publikacijo Casting Simulation v angleščini.

Seznam strokovnega udejstvova-

nja dr. Milana Trbižana ne bi bil popoln, če ne bi omenili njegovih dolgoletnih dela za Livarski vestnik, pri katerem je začel sodelovati takoj, ko je leta 1964 prišel na univerzo. To je bilo izjemno nesebično, predano delo za strokovno glasilo livarjev Slovenije več kot štiri desetletja. Bil je stalni pisec številnih strokovnih člankov. Sodelovanje dr. Milana Trbižana v Livarskem vestniku zasledujemo, ko je bil od leta 1964 do 1973 član uredniškega odbora, nato do leta 1983 odgovorni urednik in do leta 2004 glavni urednik.

Dr. Milan Trbižan je za svoje raznoliko strokovno, znanstveno in pedagoško delo prejel številna priznanja doma in na tujem. Že leta 1977 je prejel srebrno značko Društva livarjev Slovenije, leta 1985 priznanje TU Brno, 2001 postane častni član Češkega društva livarjev, od 2003 je nosilec zlate značke Poljskega društva livarjev, priznanje Hrvaškega društva livarjev je prejel leta 2003 in 2010, častni član Društva livarjev Slovenije pa je od leta 2007.

Ob svojem pedagoškem delu na Fakulteti za rudarstvo, metalurgijo in kemijsko tehnologijo, kjer je bil dr. Milan Trbižan predstojnik Katedre za livarstvo, je redno ohranjal sodelovanje z industrijo. Za Občino Domžale je še posebej zanimivo tesno sodelovanje s podjetjem Termit, kar je pomenilo tudi uspešen razvoj podjetja. Že leta 1966 je vodstvo Termita pod-

prlo predlog dr. Milana Trbižana, takrat še asistenta za livarstvo, da se v Moravcah postavi pilotna naprava za oplasčenje kremenovega peska za liče zahtevnih delov za avtomobilsko industrijo. Odlučno sodelovanje z zaposlenimi in obojestransko motiviranost sta v desetletjih Termitu prinesla zelo uspešne dosežke, ki so pomembni še danes. Za uspešne prenose raziskovalnih rezultatov v prakso je dr. Milan Trbižan prejel priznanje inovacijsko verigo z zlatim členom, ki mu jo je podelila raziskovalna skupnost Slovenije leta 1979.

Dr. Milan Trbižan tudi po upokojitvi ne kroti svojega ustvarjalnega duha. Ozrl se je v zgodovino livarstva in išče slovenske livarske korenine. Z livarskimi dosežki iz preteklosti dokazuje, da imamo v Sloveniji bogato kulturno livarsko tehnično dediščino. Dr. Milan Trbižan nas seznanja z doslej (skoraj) neznano livarsko dejavnostjo Janeza Vajkarda Valvazorja, ki je leta 1681 uilil 2,5 m visok votel Marijin kip iz enega kosa po posebnem ulivnem sistemu. Valvazorjev Marijin kip stoji še danes na Plečniškovem strehu pred Senjakobsko cerkvijo v Ljubljani. To je prvi tak izum (patent) domačega strokovnjaka na Slovenskem. Dr. Milan Trbižan nam je osvežil spomin na danes malo znano železovlvaro iz Dvorja pri Žužemberku (1795–1891). Livarna je slovela po materialnih profanitih ulitkih, kot je npr. Mrtrvaški (prej Hradskeček) most

čez Ljubljaničo v Ljubljani, pa vse do umetniško oblikovanih ulitkov (kipi, spomeniki, okrasni predmeti). Livarna dokazuje visoko raven livarstva pri nas in v takratni Evropi. Dr. Milan Trbižan predstavi tudi zanimiv livarski prispevek družinskega podjetja Samasa (1767–1917) v Ljubljani zlasti pri ulivanju zvonov.

Z veliko subtilnosti za livarsko estetsko oblikovanje je dr. Milan Trbižan zbiral v svojem aktivnem obdobju okrasne ulitke, ki so bili darila ali priznanja njegovemu delu doma ali iz različnih evropskih držav. Leta 2006 je dr. Milan Trbižan svojo celotno zbirko ulitkov kot galerijo 117 eksponatov podaril Narodoslovno tehnični fakulteti v Ljubljani z namenom, da bi njegove mlade naslednike, inženirje metalurgije, spodbujala in navduševala za livarstvo. In to je največ, kar lahko učitelj da svojim študentom. Galerija je obiskovalcem stalno na ogled na Oddelku za materiale in metalurgijo v Ljubljani. Lepi pot 11.

Dr. Milan Trbižan je človek z mnogimi darovi, ki jih še vedno uvaja pisno ali govorno ob različnih strokovnih priložnostih. Najzaključimo z mislimi rektorja prof. dr. Staneta Pejovnika, da delovanje dr. Milana Trbižana ni le stroka, ampak veliko veliko več.

Ivan Kepić

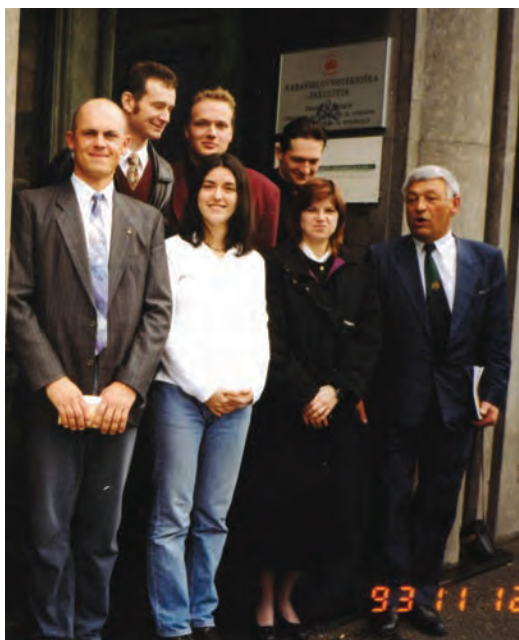


Slika 9: Publikacija ob imenovanju v naziv

Njegovo delo na Univerzi so zaznamovala tri med seboj povezana in prepletena področja: pedagoško, znanstveno-raziskovalno in društveno-organizacijsko ter publicistično v okviru Društva livarjev Slovenije.

2.2 Pedagoška dejavnost

Kot redni profesor na Naravoslovnotehniški fakulteti je predano delal s študenti dodiplomskega in podiplomskega študija. Predaval je predmete: Livarstvo 1, Livarstvo 2, Tehnologija livarstva, Tlačno litje, Livarski praktikum, Modeliranje livarskih procesov ter Statistika in kontrola kakovosti ter skrbel za razvoj teh predmetov. Kot mentor je vodil študente pri raziskovalnih nalogah na vseh nivojih univerzitetnega študija: od diplome do doktorata.



Slika 10: Z diplomanti pred Naravoslovnotehniško fakulteto v Ljubljani (1993)



Slika 11: Med predavanjem o računalniški simulaciji livarskih procesov (2005)



Slika 12: Skok čez kožo – mentor s skakačema (2001)

Organiziral je številne seminarje s priznanimi domačimi in tujimi predavatelji.

Znanost napoveduje

Katedra za livarstvo Oddelka za materiale in metalurgijo in Društvo livarjev Slovenije prireja predavanja **dr. Stephana Hassea**; Österreichisches Gießereieinstitut Leoben:

Novi dosežki pri regeneraciji odpadnih livarskih mešanic

Predavanja, ki bodo prevajana, bodo na Montanistiki, Aškerčeva 12, v petek in soboto 22. in 23. marca letos, vsakokrat od 8.15 do 11.45 ure (predavalnica 112).

Slika 13: Objava v časopisu Delo, 20.3.1996

Dr. Roland Hummer, vodja oddelka za železove zlitine na Österreichisches Gießereieinstitut v Leobnu bo imel od 6. do 8. novembra letos sklop predavanj o temi:

Strjevanje sive litine, načrtovano s pomočjo termične analize, z merjenjem aktivnosti kisika v talini in z dilatometrijo

Predavanja bodo v čitalnici Inštituta za kovinske materiale in tehnologije, Ljubljana, Lepi pot 11, prvi dan od 10. do 14. ure, naslednja dneva pa od 9. do 13. ure.

Slika 14: Objava v časopisu Delo, 6.2.1997



Slika 15: Seminar dr. Karl-Heinza Caspersa iz MAN Nürnberg (1999)



Slika 16: Seminar prof. dr. Friedricha Kleina iz Fachhochschule Aalen (2004)

Za zaključne letnike študentov metalurgije in materialov, kot tudi za strokovnjake iz industrije, je organiziral 24 ekskurzij z ogledi livarn, modelarn, univerz in inštitutov v Nemčiji, Avstriji, Italiji, na Češkem, v Madžarski, Angliji in tudi Ameriki, od tega 9 ekskurzij na svetovno livarsko razstavo GIFA v Düsseldorf v Nemčiji in na livarsko razstavo FOND-EX v Brnu na Češkem.



Slika 17: Ekскурzija v Birmingham v Angliji (1986)



Slika 18: Ekскурzija v Fachhochschule Aalen v Nemčiji (1996)



Slika 19: Ekскурzija v G+K Traun na Češkem (2002)

2.3 Znanstveno raziskovalna dejavnost

Po prihodu na Univerzo v Ljubljani je začel z znanstveno raziskovalnim delom, ki je bilo tesno povezano z livarsko industrijo. Ker je prišel iz industrijske prakse, je poznal probleme, s katerimi se srečujejo zaposleni v neposredni proizvodnji. Ni naključje, da je začel delati na razvoju materialov za izdelavo livarskih form za zahtevne ulitke, namenjene predvsem avtomobilski industriji, ki se je začela razvijati v takratni državi. Ta zahteva izdelke z veliko dimenzijsko točnostjo. Posebno pozornost je pri tem namenjal razvoju raziskovalnih metod in aparaturne, s katerimi so lahko zagotavljali kakovosten izdelek. V ta namen je na Katedri za livarstvo razvil laboratorij za preiskavo livarskih materialov, namenjenih izdelavi form. Obširno je raziskoval uporabo kremenovih, kromitnih in krom-magnezitnih materialov za livarstvo ter veziva na osnovi umetnih smol, vodnega stekla in bentonita.

Na kakovost livarskega izdelka močno vpliva medfazno področje med kovinsko talino in nekovinskim ognjevzdržnim materialom notranje stene forme, zato je veliko pozornost posvečal raziskavam mehanizmov reakcij na fazni meji, kot je prehodu plinov, penetriranju reakcijskih plinov v formo, procesom sintranja na fazni meji in nastankom novih faz ter širjenju in krčenju forme med ulivanjem železove zlitine v formo.



Slika 20: Prof. dr. M. Trbižan v svojem kabinetu (2002)

Njegovo področje raziskovalnega dela je bilo tudi raziskovanje vpliva temperaturnih nihanj na vzdržnost izdelkov iz sive litine, za kar je razvil lastno raziskovalno metodo, s katero je mogoče natančno opredeliti življenjsko dobo litin iz skupine sivih litin v odvisnosti od temperaturnih obremenitev. To je

povzročilo tudi velik napredek v razvoju materialov, ki se uporabljajo za zavorne sisteme, motorje z notranjim izgorevanjem, toplotne izmenjevalce, itd.

Rezultate raziskovalnega dela je objavljaj v mednarodnih in domačih revijah, ki poročajo o livarskih raziskavah. Obširnejša dela pa je objavil v obliki monografij.



Slika 21: S prof. dr. P. Fajfarjem na srečanju na Naravoslovnotehniški fakulteti ob 70-letnici prof. Trbižana (2005)



Slika 22: Nosilci predmeta »Livarstvo«: prof. dr. C. Pelhan, prof. dr. M. Trbižan, sedanji predstojnik prof. dr. P. Mrvar z asistentom dr. M. Petričem (2009)

2.4 Sodelovanje z industrijo

Takoj po zaposlitvi na Univerzi je profesor Trbižan pričel sodelovati s podjetjem Termit Moravče pri razvoju oplaščenih peskov za postopek Croning, katerega je že uvedel v livarni Titan. Livarne so spoznale, da ta postopek omogoča bistveno bolj gladke površine in točne mere ulitkov, zato so ga pričeli drugod in tudi pri nas intenzivno uvajati. Kljub pomislekom zaradi prisotnosti fenolnega veziva se uporaba širi še danes tako v svetu kot pri nas in sodi med najbolj razširjene postopke izdelave preciznih livarskih jeder in form ter s tem ulitkov.

Doprinos prof. M. Trbižana pri oplaščenih peskih ni bil samo v začetnem raziskovalno – razvojnem delu, ki je potekalo od leta 1965 dalje, temveč tudi pri razvoju preiskovalnih aparatov, samostojnega laboratorija za preiskavo oplaščenih peskov, pri preiskavah in razvoju veziv in dodatkov, kakor tudi pri projektiranju oplaščevalnice in uvajanju v livarne. Pri tem je bila tudi na Katedri kupljena vrsta sodobnih aparatov za preiskavo različnih peščenih mešanic. Zgrajena je bila pilotna naprava, na kateri se še danes lahko preizkušajo novosti. Avtomatizirana oplaščevalnica je bila postavljena leta 1985 z doma izdelanimi napravami in na osnovi lastnih projektov. Oplaščevalnica v Moravčah deluje še danes in zaposluje 130 delavcev, od tega 45 oplaščevalcev, tehnologov, laborantov, izdelovalcev jeder in drugih.



Slika 23: Termit Moravče z novo oplaščevalnico

Tako so od začetka do danes izdelali v oplaščevalnici, ki je danes največja v Evropi, že več kot milijon ton s fenolno smolo oplaščenih drobnozrnatih kremenovih in drugih v ognjuvzdržnih materialov. Za Termit je to najbolj pomemben prodajni izdelek na domačem trgu in v izvozu.



Slika 24: Z vodstvom Termita: nekdanji direktor J. Otrin, takratni direktor P. Janežič, tehnični direktor I. Jurkošek (2000)



Slika 25: S sodelavci Termita (2007)

Profesor Trbižan je tesno sodeloval tudi z ostalimi livarnami in podjetji za livarska pomožna sredstva, predvsem doma in tudi v tujini (Valji Štore, Exoterm Kranj, Cimos Koper, Litostroj Ljubjana, Fenolit Borovnica, LTH Castings Škofja Loka, Titan Kamnik, MAN livarna, Zanussi livarna in drugimi).

2.5 Mednarodna dejavnost

2.5.1 Kongresi, konference, razstave

Pri svojem raziskovalnem delu je profesor Trbižan razvil mednarodno sodelovanje: s kolegi na univerzah, kjer imajo katedre za livarstvo, strokovnjaki na samostojnih livarskih inštitutih in strokovnjaki iz podjetij. Mednarodno dejavnost je razvijal na rednih kongresih, ki jih prireja svetovna livarska organizacija - WFO, kjer je poročal o svojih raziskovalnih dosežkih in izmenjal izkušnje s tujimi livarskimi strokovnjaki. Aktivno se je udeležil svetovnih livarskih kongresov: Kairo (1983), Melbourne (1985), Moskva (1988), Osaka (1990), Sao Paulo (1992) in den Haag (1993).



Slika 26: Predavanje na 50. svetovnem livarskem kongresu CIATF (danes WFO) v Kairu (1983)



Slika 27: S predsednikom Društva livarjev Hrvaške mag. M. Galičem na 52. svetovnem livarskem kongresu CIATF (danes WFO) v Melbournu (1985)



Slika 28: Z dr. K.H. Caspersem in njegovo ženo na banketu na 56. svetovnem livarskem kongresu CIATF (danes WFO) v Düsseldorfu (1989)



Slika 29: Na 57. svetovnem livarskem kongresu CIATF (danes WFO) v Osaki (1990)



Slika 30: Na 59. svetovnem livarskem kongresu CIATF (danes WFO) z mag. M. Debelakom v Sao Paulo (1992)

Bil je tudi redni udeleženec številnih nacionalnih konferenc, zlasti v osrednjem delu Evrope, v Nemčiji, Avstriji, na Poljskem, Češkem, Hrvaškem in Madžarskem.

S teh mednarodnih srečanj je prinašal novosti s področja livarstva in jih redno predstavil študentom na dodiplomskem in podiplomskem študiju ter širši livarski strokovni javnosti.

Njegova mednarodna dejavnost in prepoznavnost je prišla do izraza pri delu v Društvu livarjev Slovenije, saj je na letnih posvetih zbral številne tuje strokovnjake s področja livarstva, ki so našim livarjem predstavili temeljne raziskovalne dosežke ali pa aplikativne izkušnje iz livarske prakse pri razvoju in izdelavi najkvalitetnejših in kompliciranih izdelkov s področja zlitin na osnovi železa ali pa neželeznih (barvnih) kovin in zlitin.

Tudi Katedra za livarstvo se je uveljavila na mednarodnem prizorišču; tako tradicionalno sodeluje na Svetovni razstavi livarstva GIFA, ki poteka vsake 4 leta v Düsseldorfu. Na ta način lahko med najbolj priznanimi livarskimi inštituti in livarskimi katedrami v Evropi predstavi svoje raziskovalne in razvojne dosežke v lastnem razstavnem paviljonu.



Slika 31: Na svetovni razstavi livarstva GIFA v Düsseldorfu s prof. dr. G. Engelsom iz Düsseldorfa, E. Nechtelbergerjem iz Dunaja in prof. dr. R. Döppom iz Tehnične univerze Clausthal (1995)



Slika 32: S prof. dr. R. Döppom iz Tehnične univerze Clausthal na svetovni razstavi livarstva GIFA v Düsseldorfu (1999)

V skrbi za čim tesnejše strokovno povezovanje je bil profesor Trbižan leta 1991, v sodelovanju z nemškimi in avstrijskimi predstavniki, med pobudniki organizacije, ki je povezala livarska društva iz Srednje Evrope. Leta 1992 je bil zato med ustanovitelji Hexagonale (danes MEGI), v kateri poleg ustanoviteljev sodelujejo še Češka, Poljska in Madžarska. Organiziral je tri srečanja v Sloveniji, v drugem mandatu ji je tudi predsedoval.

Ves čas svojega znanstveno-pedagoškega dela je tesno sodeloval z:

- Livarskim inštitutom v Leobnu
- Montanistično univerzo v Leobnu
- Tehnično univerzo v Brnu
- Metalurško fakulteto v Sisku
- Tehnično univerzo v Clausthalu
- RWTH Aachen
- Fachhochschule Aalen
- Otto-von-Guericke univerzo v Magdeburgu
- RWP Aachen
- Društvi livarjev Nemčije, Avstrije, Češke, Poljske in Hrvaške



Slika 33: 50 let Hrvaškega društva livarjev: mag. M. Debelak, mag. M. Galić, P. Janežič (2003)

Prejel je naslednje nagrade in priznanja v tujini:

- srebrna značka Društva livarjev Nemčije (1977)
- priznanje Tehnične univerze Brno (1985)
- častni član Češkega društva livarjev (2001)
- zlata značka Poljskega društva livarjev (2003)
- priznanje Hrvaškega združenja livarn (2003)
- zlata značka Društva livarjev Nemčije (2012)



Slika 34: S prof. dr. K. Rusinom iz Tehnične univerze Brno na livarski razstavi FONDEX v Brnu (2004)



Slika 35: Na Raziskovalnem inštitutu za livarstvo v Krakovu pri doc. dr. J. Tybulczku (2004)



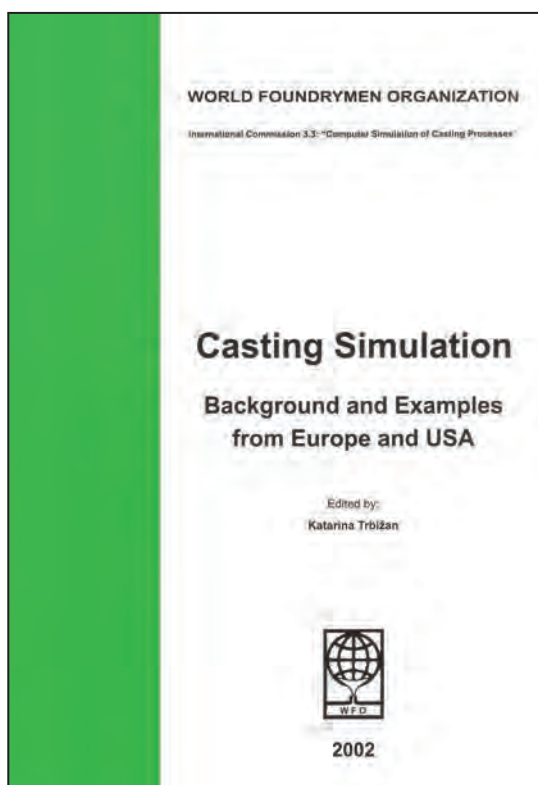
Slika 36: Z velikim prijateljem slovenskih livarjev dr. K. Weißom iz RWP Aachen po izvedenem seminarju na Naravoslovnotehniški fakulteti v Ljubljani (2000)

2.5.2 WFO komisija 3.3: »Casting Simulation«

Leta 1996 je bil profesor Trbižan v Svetovni zvezi livarjev (World Foundrymen Organisation - WFO) izvoljen za predsednika mednarodne komisije »Computer Simulation of Casting Processes«, kateri je tudi predsedoval do konca leta 2005.

V okviru Oddelka za materiale in metalurgijo na Naravoslovnotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani je istega leta ustanovil Center za računalniško simulacijo livarskih procesov, kjer so lahko študenti, diplomanti in strokovnjaki iz industrije na najnovejših računalniških programih pridobivali temeljna znanja s tega področja livarstva.

Komisija je v letu 2002 v okviru WFO izdala obširno publikacijo »Casting Simulation« v angleškem jeziku s prispevki avtorjev večjih centrov za simulacijo ulitkov v Evropi in Ameriki, ki je priznan pripomoček livarskim strokovnjakom po svetu s področja simulacije procesov.



Slika 37: Publikacija »Casting Simulation«

2.6 Društvo livarjev Slovenije in Livarski vestnik

Poleg rednega dela je prof. dr. Trbižan intenzivno sodeloval z Društvom livarjev Slovenije. Takoj v začetku, leta 1965, je bil izvoljen za tajnika Društva livarjev in to delo je opravljal vse do leta 1992, ko je postal predsednik Društva. V tej vlogi je ostal do leta 2005.



Slika 38: Izvršni odbor Društva livarjev Slovenije po končani seji na Brdu pri Kranju (2003)

S predavanji je sodeloval na mnogih nacionalnih, mednarodnih in svetovnih kongresih livarjev in si pri tem ustvaril stike z uglednimi strokovnjaki iz livarn in inštitutov ter s profesorji iz najbolj razvitih držav na področju livarstva. Z nekaterimi je razvil tesne strokovne in celo prijateljske vezi. Svoje številne stike je uporabil pri delu Društva livarjev Slovenije. Za predsednika Društva je bil izvoljen leta 1992, ko je bila v svetu in pri nas velika ekonomska kriza. Ta je povzročila zastoj v proizvodnji in tudi v livarstvu se je pojavilo vprašanje preživetja. Takrat mu je uspelo privabiti številne vodilne predavatelje iz Nemčije, Avstrije in drugih držav z najbolj razvitim livarstvom na redno letno posvetovanje v Portorož in zagotoviti mednarodni pomen in odmevnost prireditve. Posvetovanje je postalo mednarodno priznано in še danes vsako leto privabi nad 250 udeležencev iz 15 ali več držav. Za livarstvo Slovenije pomeni posvetovanje predstavitev najnovejših tujih in domačih dosežkov ter tradicionalno srečanje livarjev, znanstvenikov in razstavljalcev v tem delu Evrope, v sproščenem mediteranskem okolju.



Slika 39: Udeleženci Livarskega posvetovanja v Portorožu (1989)



Slika 40: Plenarno predavanje na Livarskem posvetovanju v Portorožu (1993)

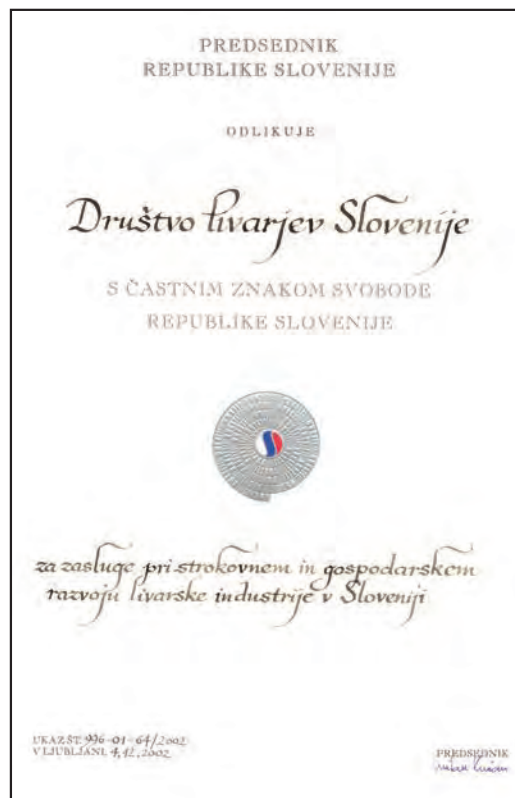


Slika 41: Sprejem pri županu Pirana F. Fičurju v okviru Livarskega posvetovanja v Portorožu (1996)



Slika 42: Livarsko posvetovanje v Portorožu: prof. dr. K. Rusin iz Tehnične univerze Brno in predsednik Društva livarjev Avstrije dr. F. Sigut iz Dunaja (1991)

Društvo livarjev Slovenije je leta 2002 prejelo odlikovanje predsednika Republike Slovenije »Častni znak svobode« za zasluge pri razvoju livarstva.



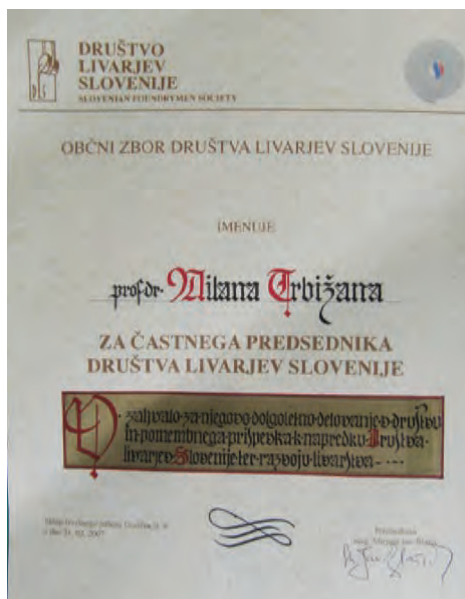
Slika 43: Častni znak Republike Slovenije (2002)

Leta 2003 je ob 50-letnici delovanja Društva livarjev izšel podroben pregled dejavnosti v tem obdobju v slovenščini in v angleščini.



Slika 44: Zbornik ob 50 letnici Društva livarjev Slovenije (2003)

Občni zbor Društva livarjev Slovenije je leta 2007 profesorju Trbižanu podelil naziv Častni predsednik Društva livarjev Slovenije.



Slika 45: Častni predsednik Društva livarjev Slovenije (2007)

Profesor Trbižan je ves čas delovanja na Univerzi, od leta 1965 dalje, sourejeval časopis »Livarski vestnik« kot član uredništva in tehnični urednik. V letih 1982 - 2005 je bil glavni urednik. V tem času je časopis ohranil tradicionalno obliko, obseg pa se je delno povečal zaradi prevoda člankov v angleški jezik. Tudi v kriznih časih, v začetku 90-ih let, je bilo zagotovljeno nemoteno izdajanje časopisa ob podpori domačih in tujih proizvajalcev pomožnih livarskih sredstev, opreme in surovin. Med livarnami so bile le izjeme, ki so zmogle zagotoviti redne prispevke.



Slika 46: Glasilo livarstva Slovenije – Livarski vestnik

2.7 Skrb za ugled livarstva v medijih

Profesor Trbižan si je v okviru Oddelka za materiale in metalurgijo iskreno prizadeval tudi za promocijo študija livarstvo in ugled livarstva v medijih:

- oddaje na televiziji Slovenija:
 - Alpe Donava Jadran: Prispevek TV Slovenija govori o zbirki livarskih ulitkov profesorja Milana Trbižana in tudi o livarstvu v Sloveniji, TV Slovenija, 2. program, 10.3.2007
 - To bo moj poklic: metalurg 1. Del, TV Slovenija, 2. program, 2008

- oddaje na Radiu Slovenija:
 - Izobraževalna oddaja: 37. livarsko posvetovanje, Radio Slovenija, 3. program, 7.6.1996
 - Okrogla miza o livarstvu: Livarne pred Evropo, Studio ob 17h, Radio Slovenija 1. program, 19.10.2004
 - Prispevek o otvoritvi Zbirke ulitkov profesorja M. Trbižana, Jože Skok, Radio Slovenija, oktober 2006

- članki v časopisu Delo:
 - Kilograme in tone morajo nadomestiti nove zlitine, 15.7.1992
 - Livarstvo zagotavlja pomembne prihranke materiala in energije, 19.5.1993
 - V Sloveniji imamo dolgoletno in pestro livarsko tradicijo, 26.5.1993
 - Naši livarji imajo znanje za uveljavitev v Evropi, 2.6.1993
 - Znanje, ki je pomembno za naš tehnološki razvoj, 2.2.1994
 - Livarne izboljšujejo kakovost in gredo v korak z Evropo, 24.5.1995
 - Zakaj hočemo uničiti kakovost in tradicijo?, 26.1.1996
 - Še en primer uspešne priprave za članstvo v EU, 29.10.1997
 - Nismo več ne v železni ne v bakreni dobi, današnji čas je obdobje sinteze materialov, 4.3.1998
 - Siva litina kljub vsemu ostaja, 10.3.1999

● **Kakšna prihodnost za naše livarne?**

Kilograme in tone morajo nadomestiti nove zlitine

Slovenske livarne sodijo v evropski, pa tudi svetovni vrh pri zagotavljanju kakovosti proizvodnje, sodobne tehnološke opremljenosti, uvajanju novih ulitkov, pa tudi iskanju novih proizvodnih programov, po katerih je na evropskem trgu največje povpraševanje. To je potrdilo tudi nedavno 33. portoroško livarsko posvetovanje, na katerem je sodelovalo 183 strokovnjakov iz evropskih držav.

Inženir metalurgije, dr. Milan Trbižan, profesor na Katedri za livarstvo, odsek Metalurgija na ljubljanski univerzi (je tudi predsednik Društva slovenskih livarjev) meni, da so livarstvu v Sloveniji odprta vrata za obsežno mednarodno sodelovanje. To izpričujejo tudi dosedanja povezovanja z znanstvenimi in strokovnimi ustanovami predvsem v Nemčiji in Avstriji, pa tudi z Italijo, Madžarsko, Poljsko, Češkoslovaško in sosednjo Hrvaško.

● **Nedvomno nastajajo novi procesi pri povezovanju livarske industrije v Evropi, v katere je po osamosvojitvi vključena tudi slovenska država in njena livarska industrija?**

»Gotovo lahko govorimo o novonastalih razmerah v trženju, to je na področju ponudbe in povpraševanja v Evropi. Z razpadom vzhodnih trgov se ta pričnajo vključevati v zahodna tržišča in pri tem tvorijo ponudbo, ki je približno za 40 odstotkov večja od povpraševanja. Iz tega izhaja, da bo prišlo do zmanjševanja kapacitet.

Slovenija se glede na svojo majhnost lahko pohvali s precejšnjo proizvodnjo. Lani smo proizvedli 107 tisoč ton vseh ulitkov. Ta številka v celotnem evropskem prostoru, ki obsega približno 10 milijonov ton, ne pomeni veliko. Pomembnejši pa je podatek, da beleži lani livarska proizvodnja v Sloveniji 53,7 kilograma na prebivalca, kar nas uvršča v sam svetovni vrh. Naj to ponazorim s primerjavo: Japonska ima 58 kg na prebivalca, ZR Nemčija 54 kg, Francija 44 kg, Republika Koreja 36, s tem da je le-ta lani povečala proizvodnjo za 43 odstotkov. Te številke potrjujejo, da smo v svetovnem vrhu, kar ne izpričuje zgolj izrazite livarske tradicije v Sloveniji, temveč tudi obsega proizvodnje na prebivalca v naši državi.

● **Kaj pa bližnja prihodnost, predvsem pa prihodnje leto, ko bodo v Evropi zaostreni pogoji pri zagotavljanju kakovosti izdelkov, večje pa bodo tudi ekološke zahteve za čistejšo proizvodnjo? Ali bo to lahko pomenilo tudi manjše število livarn pri nas, in tudi zmanjšanje obsega proizvodnje?**

»Prav gotovo je mogoče predvideti določen padec obsega proizvodnje, kar je bilo čutili v prvih treh mesecih letos, predvsem pri sivji litini z lamelastim grafitom. Menim pa, da razmere v slovenskem livarstvu niso tako črnozlede, zato gledam

s precejšnjim optimizmom na razvoj. Naše livarne so namreč močno vključene v mednarodno sodelovanje. Največji del livarn tudi pretežno izvažajo, delež izvoza pa se giblje okoli 70 odstotkov. Ugodno je tudi, da je izvoz pozitiven. Razmerje med izvozom in uvozom je 1:4 v korist izvoza. Slovenske livarne imajo tudi dober položaj v svetu. Tehnološko so dobro opremljene, dovolj pa imamo tudi znanja. Z njim bo mogoče še naprej prodirati v Evropo, pri čemer se mora livarstvo strukturirati, uvajati moramo nove vrste zlitin, zboljševati in pridobivati nove ulitke.

● **Na katerih področjih livarstva pa smo nekoliko slabši?**

»To velja nedvomno za področje menedžmenta in marketinga, kar je posledica slabšega dela v preteklih desetletjih. Podobno velja tudi za ekološke ukrepe v li-



dr. Milan Trbižan

varstvu, kjer smo še vedno v pasivni strategiji. Ko pravzaprav le čakamo na nove ukrepe.

Uvesti moramo aktivno strategijo in tesno sodelovati z institucijami, ki pripravljajo ekološke predpise in jih izvajajo. Skratka, začeti moramo z resnim delom pri reševanju livarske ekologije, odlaganju odpadnih snovi, zmanjševanju emisije v okolje in zaščiti delovnih mest.

● **Slovenske livarne že vrsto let sodelujejo z zahodnimi vidnimi znanstveniki in strokovnjaki, kar posebej velja za Nemčijo in nemške livarne. Mar to pomeni tudi tesnejše poslovne, ne zgolj znanstveno strokovne povezave v prihodnosti?**

»Livarne si večinoma medsebojno konkurirajo, kar moramo upoštevati. Sicer pa tesnejše sodelovanje poteka v okviru Heksagonale. Trenutno so v Evropi zapletene razmere tudi na trgu livarskih izdelkov. Pred nekaj meseci so na Češkoslovaškem uvedli prodajo ulitkov po dampinskih cenah, kar je praktično podrla celoten evropski trg in povzročilo zaskrbljenost vseh nemških livarn, in seveda tudi drugih, ki so ogrožene zaradi dampinskih cen češkoslovaških livarn.

● **Slovenija je nekakšen vmesni prostor med Zahodom in Vzhodom, kar velja tudi za livarstvo. Odprte možnosti so v državah vzhodne Evrope, pa seveda tudi v bivši Jugoslaviji?**

»Možnosti slovenskega livarstva v sami livarski proizvodnji niso pretirano velike. Bistveno bolj ugoden položaj imajo podjetja za proizvodnjo livarskih pomožnih

sredstev, surovin in opreme, ki jih je tudi v Sloveniji veliko; po svoji ponudbi pa pokrivajo najmanj tak prostor, kot ga je predstavljala bivša Jugoslavija. Ta proizvodnja na vsak način išče nove trge.

Druga možnost, ki jo vidimo tudi v Društvu livarjev Slovenije, pa je vzdrževanje medsebojnega sodelovanja na podlagi vsakoletnih livarskih posvetovanj, pa tudi z drugimi oblikami. Naj poudarim, da smo doslej beležili zelo ugoden obisk iz republike bivše Jugoslavije, s katerimi smo dobro sodelovali, saj je k nam prihajalo naenkrat tudi več kot 300 strokovnjakov. Upajmo, da se bodo zadeve uredile in da bomo vsaj s sosednjimi republikami obnovili to sodelovanje. Hrvaški strokovnjaki so se namreč polnoštevilno udeležili zadnjega livarskega posvetovanja, kljub ne ravno ugodnim razmeram v sosednji državi.

● **Kakšni pa so načrti Društva livarjev Slovenije, ki izdaja tudi Livarski vestnik, praktično nepogrešljivo mesečno revijo za področje livarstva?**

»Prihodnje leto praznujemo 40. obletnico našega delovanja. Želimo, da bo društvo še naprej dejavno pri prirejanju mednarodnih predavanj, seminarjev in strokovnih srečanj. Tudi Livarski vestnik praznuje 40. letnico izhajanja, ves čas pa ima enak obseg in obliko, iz leta v leto pa smo si prizadevali poglobljeno predstaviti znanstvene in tehnološke dosežke v livarstvu. Vsaj polovica člankov je izpod peresa tujih avtorjev.

Želimo navezati še več stikov s slovenskimi livarskimi strokovnjaki, ki delajo in živijo v tujini. Naj denimo omenim metalurga doktorja Milana Lampiča, bivšega študenta naše šole, ki je vodja razvojnega oddelka največje nemške livarne Fritz Winter v Stadtallendorfu. Pridobil si je velik mednarodni ugled in zelo rad prihaja k nam.

JOŽE SKOK



Masa motorja na leto 1920, 1940, 1960, 1980, 2000
Masa motorja na leto 1920, 1940, 1960, 1980, 2000
Masa motorja na leto 1920, 1940, 1960, 1980, 2000

Priložitev: Od začetkov življenja na Slovenskem do danes MILAN TRBIŽAN

Natline krize, ki so se pojavile pred več kot dvema desetletji, so povzročile, da se je prišlo zmanjševanju porabe materialov in energije. To je imelo za posledico razvoj postopki izdelave delov, ki so bolj ekonomični, težavi je njihova kvaliteta nenehno narasla. Značilen primer so motorji za cestna vozila, ki so skoraj v celoti sestavljeni iz uličnih delov. Slika 4 prikazuje izražajo zmanjševanje mase motorja na enoto teže, čeprav se je najljubša motorja povečevala.

Navedena usmeritev, ki danes prevladuje na vseh področjih izdelave, vodi do tega, da skrbimo za pri-simnem kovinskem izdelavi, saj se v večini primerov uporablja ulički, dociši čim bolj kompaktni obliki. S tem zagotavljamo najmanjšo porabo materiala in energije ter najmanjše odtrenjevanje okolje.

Priložitev: Od začetkov življenja na Slovenskem do danes MILAN TRBIŽAN

Natline krize, ki so se pojavile pred več kot dvema desetletji, so povzročile, da se je prišlo zmanjševanju porabe materialov in energije. To je imelo za posledico razvoj postopki izdelave delov, ki so bolj ekonomični, težavi je njihova kvaliteta nenehno narasla. Značilen primer so motorji za cestna vozila, ki so skoraj v celoti sestavljeni iz uličnih delov. Slika 4 prikazuje izražajo zmanjševanje mase motorja na enoto teže, čeprav se je najljubša motorja povečevala.

4. prezrati lipe ali z mehansko obdelavo. Pri pisanju obdelavo izdelano izdelavo. Zmanjševanje porabe materialov in energije imajo skoraj do konca ulički, ki ima skoro dokončno obliko, ki jo le malo mehansko obdelamo in dobimo majhno količino ostružkov.

Prednosti pred drugimi obdelovalnimi postopki

Poraba materiala je pri lipe 2,4 krat manjša. Energetska bilanca za izdelavo 1 kg gotovih delov je podana na sliki 3 in zajema celotno porabljeno energijo, ki je sestavljena iz primarne energije, ki je uporabljamo za izdelavo materiala in iz porabe energije za izdelavo delov. Pri lipe obdelavi, izražajo bilanca iz produktov, da potrebujemo za izdelavo 1 t jeklenih polizdelkov 27 GJ, za izdelavo 1 t uličkov iz jeklene lince 52 GJ, in za struženje 23 GJ. Pri jeklnih uličkih izdelave z mehansko obdelavo, izražajo bilanca iz produktov, da potrebujemo za izdelavo 1 t jeklenih polizdelkov 27 GJ, za izdelavo 1 t uličkov iz jeklene lince 52 GJ, in za struženje 23 GJ.

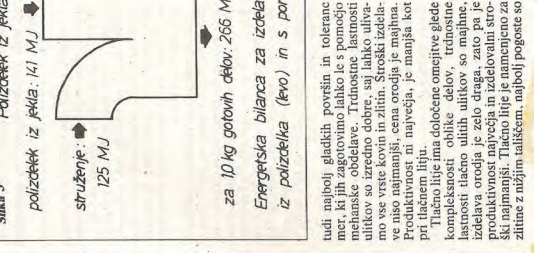
Priložitev: Od začetkov življenja na Slovenskem do danes MILAN TRBIŽAN

Natline krize, ki so se pojavile pred več kot dvema desetletji, so povzročile, da se je prišlo zmanjševanju porabe materialov in energije. To je imelo za posledico razvoj postopki izdelave delov, ki so bolj ekonomični, težavi je njihova kvaliteta nenehno narasla. Značilen primer so motorji za cestna vozila, ki so skoraj v celoti sestavljeni iz uličnih delov. Slika 4 prikazuje izražajo zmanjševanje mase motorja na enoto teže, čeprav se je najljubša motorja povečevala.

Zato pogosto uporabljamo več postopkov hkrati, da zagotovimo vse zahteve. Tako lahko pri tlaknem lipe, ki daje manjšo trdnostne lastnosti, prehodno izdelavo v vsavne delovne trdnostne in druge uporabne lastnosti njih vgradimo pri lipe. Velike dele lahko izdelamo iz uličkov, od kolkov, delov pločevine ter profilov in jih med seboj zvrzimo. Običajna je tudi kombinacija postopkov ulivanja in mehanike obdelave. Izdelava delov, ki jih je najboljša izdelati z različnimi procesi, ki jih na najboljši zabere njih površinah in mehanski mehansko obdelamo.

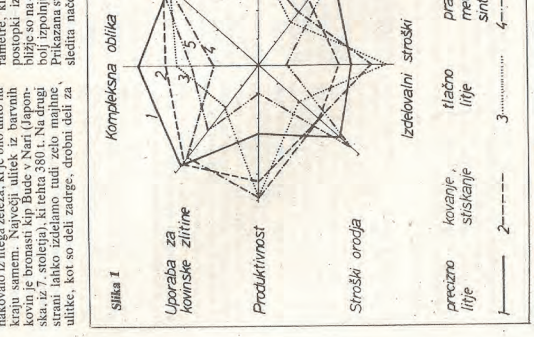
Priporočljivo je kombiniranje

Zato pogosto uporabljamo več postopkov hkrati, da zagotovimo vse zahteve. Tako lahko pri tlaknem lipe, ki daje manjšo trdnostne lastnosti, prehodno izdelavo v vsavne delovne trdnostne in druge uporabne lastnosti njih vgradimo pri lipe. Velike dele lahko izdelamo iz uličkov, od kolkov, delov pločevine ter profilov in jih med seboj zvrzimo. Običajna je tudi kombinacija postopkov ulivanja in mehanike obdelave. Izdelava delov, ki jih je najboljša izdelati z različnimi procesi, ki jih na najboljši zabere njih površinah in mehanski mehansko obdelamo.



Priložitev: Od začetkov življenja na Slovenskem do danes MILAN TRBIŽAN

Natline krize, ki so se pojavile pred več kot dvema desetletji, so povzročile, da se je prišlo zmanjševanju porabe materialov in energije. To je imelo za posledico razvoj postopki izdelave delov, ki so bolj ekonomični, težavi je njihova kvaliteta nenehno narasla. Značilen primer so motorji za cestna vozila, ki so skoraj v celoti sestavljeni iz uličnih delov. Slika 4 prikazuje izražajo zmanjševanje mase motorja na enoto teže, čeprav se je najljubša motorja povečevala.



Priložitev: Od začetkov življenja na Slovenskem do danes MILAN TRBIŽAN

Natline krize, ki so se pojavile pred več kot dvema desetletji, so povzročile, da se je prišlo zmanjševanju porabe materialov in energije. To je imelo za posledico razvoj postopki izdelave delov, ki so bolj ekonomični, težavi je njihova kvaliteta nenehno narasla. Značilen primer so motorji za cestna vozila, ki so skoraj v celoti sestavljeni iz uličnih delov. Slika 4 prikazuje izražajo zmanjševanje mase motorja na enoto teže, čeprav se je najljubša motorja povečevala.

Livarstvo večeraj, čunes in fuiri (1)

Livarstvo zagotavlja pomembne prihranke materiala in energije

obliki (near net shape), to sta prejšnja in prispevajo k zmanjšanju stroškov. Z manjšo porabo materiala in energije imajo skoraj do konca ulički, ki ima skoro dokončno obliko, ki jo le malo mehansko obdelamo in dobimo majhno količino ostružkov.

Prednosti pred drugimi obdelovalnimi postopki

Poraba materiala je pri lipe 2,4 krat manjša. Energetska bilanca za izdelavo 1 kg gotovih delov je podana na sliki 3 in zajema celotno porabljeno energijo, ki je sestavljena iz primarne energije, ki je uporabljamo za izdelavo materiala in iz porabe energije za izdelavo delov. Pri lipe obdelavi, izražajo bilanca iz produktov, da potrebujemo za izdelavo 1 t jeklenih polizdelkov 27 GJ, za izdelavo 1 t uličkov iz jeklene lince 52 GJ, in za struženje 23 GJ. Pri jeklnih uličkih izdelave z mehansko obdelavo, izražajo bilanca iz produktov, da potrebujemo za izdelavo 1 t jeklenih polizdelkov 27 GJ, za izdelavo 1 t uličkov iz jeklene lince 52 GJ, in za struženje 23 GJ.

● **Livarsivo včeraj, danes in jutri (2)**

V Sloveniji imamo dolgoletno in pestro livarsko tradicijo

Livarsvo obstaja najmanj 5000 let, toliko so namreč stari prvi ohranjeni ulitki iz prednje Azije in Indije. Že tedaj so poznali postopek litja z vosčnimi modeli, ki se uporabljajo še danes. Tako je na primer ohranjen bronasti kip plesalke, ulit po tem postopku v Indiji pred 5000 leti. V Evropi so tedaj ulivali preproste ulitke, ki so služili kot orodje, orožje in okras. Pri tem so uporabljali trajne forme, izdelane iz kamna. Prvi najdeni predmeti na Slovenskem so kamnite in glinaste forme, v katere so ulivali bakrene sekirice, ki izvirajo iz kolišča na lgu na robu Ljubljanskega barja in iz Oseke pri Mariboru.

V bronasti dobi je človek prvikrat izdelal material, ki ga ni v naravi, to je bron. Iz tega obdobja, predvsem iz pozne bronzaste dobe, ki sega v obdobje 1300 do 700 let pr. n. št., so bila najdena v Hudinji pri Vitanju bronasta kladiva in bronzaste sekirice. Na Rifniku pri Sentjurju, v Ormožu in v Gornji Radgoni so bile najdene kamnite, na Ljubljanskem barju glinene, v Šempetru pri Novi Gorici pa bronzaste forme. To priča o začetkih livarstva pri nas, nastajali so istočasno kot v Srednji Evropi in v Skandinaviji. Ohranjenih pa je le malo ulitkov, saj so jih že tedaj reciklirali, stare so pretalili in ulivali nove.

V srednjem veku so se pri nas razvile številne fužine, kjer so izdelovali izdelke iz jekla in železa. Iz tega obdobja se je ohranilo le malo podatkov o livarstvu, čeprav je zelo verjetno, da so izdelovali tudi ulitke. Na temelju razvitega fužinarstva, saj je bilo na Gorenjskem, Koroskem in Primor-

skem več fužin, se je razvilo v naslednjih stoletjih livarstvo. V tem razvoju moramo omeniti nekaj konic, ki presegaajo ozko zgodovino stroke.

Valvasorjev livarski dosežek

Med najpomembnejšimi je dokument, ki ga je 1687. leta objavil J. V. Valvasor v londonski reviji *Philosophical Transactions*, ki je bilo tedaj glasilo Angleške akademije znanosti Royal Society. Članek je izšel v številki 186 in opisuje posebej način ulivanja ulitkov s tankimi stenami, katere-



Kip plesalke iz Indije star 5000 let, izdelan po postopku z vosčnimi modeli.

ga je iznašel Valvasor. Po tem postopku je bil ulit leta 1681 spominski kip Sv. Marije za zmago nad Turki, ki stoji danes pred Šentjakobsko cerkvijo v Ljubljani. Pobudo zanj so dali kranjski deželni stanovi, dela se je lotil Valvasor in prevzel celotno tehnologijo ulivanja, določil je ulivni sistem, sestavo taline in vodil 16. decembra leta 1681 ulivanje. Ulitek je brezhibno uspel in že naslednje leto 1682 je bil dokončan in postavljen na steber, vse skupaj so pozneje večkrat prestavljali; na sedanje mesto ga je leta 1938 postavil arhitekt Plečnik.

Do objave novega postopka ulivanja je prišlo naključno. Leta 1685 je Valvasor v reviji *Acta philosophica* iz Londona našel opis Cerknškega jezera in rudnika živega srebra v Idriji. Prvi opis se je zdel Valvasorju pomankljiv, zato je poslal v objavo članka o Cerknškem jezeru in tudi o novem postopku litja tankostenskih ulitkov. Objava o Cerknškem jezeru je izšla v letu 1687, nekaj kasneje kot razprava o ulivanju, še v istem letu pa je bil Valvasor izvoljen za člana Royal Society.

Prav gotovo pomeni objava o izboljšani litja enega prvih slovenskih tehničnih dokumentov. Zato je prav, da ob 300 letnici smrti Valvasorja, ki se je letos spominjamo, osvetlimo tudi njegovo tehnično nadarjenost. V objavi je omenjena uporaba »bisemutum«, kar je dalo misliti, da je bila uporabljena ta kovina, čeprav je bila elementarno izločena šele kasneje. Preiskava, ki je bila izvedena, je pokazala, da ne vsebuje bizmuta, gre za zlitino, sestavljeno iz bakra z dodatki cinka, kositra in svinca, iz katere se nazadnje izloča zelo dobro livna faza, sestavljena iz bakra in kositra. Izgleda, da je bila novost prav v sestavi zlitine, saj so se podobne zlitine ohranile vse do danes.



Vodnjak v Višnji Gori s kipom Valvasorja na vrhu, ulit na Dvoru pri Žužemberku leta 1872.

Ulitvanje zvonov

Drug pomembne del zgodovine livarstva na Slovenskem je ulivanje zvonov, ki tudi sega v srednji vek. Tehnologijo litja zvonov so zanesli k nam beneški livarji, na tej podlagi so zrastle tedaj zvonolivarne v Ljubljani, Celju, Gorici, Kopru, Vidnu in Celovcu. Najstarejši zvon, ki se je ohranil, je bil ulit v Celju leta 1550 za cerkev v Zari na otoku Olibu. Valvasor omenja v svojem delu tudi zvonolivarne v Bohinjski Bistrici, o kateri pa ni ohranjenih nobenih drugih podatkov, ohranjen je le železni zvon, ulit leta 1664.

Leta 1723 je bila ustanovljena v Ljubljani livarna zvonov in topov Luke Dimca, iz katere je nastala širše znana zvonolivarna Samassa. Slovca je kot največja v tedanji avstroogrski monarhiji. Še danes spominja nanjo Zvonarska ulica na Prulah v Ljubljani, kjer je bila livarna postavljena. Samo v letih od 1767 do 1905 so ulili 6.178 zvonov, ki so tehtali skupaj 2.429.282 kilogramov. Najtežji zvon, ki so ga ulili, je tehtal 5.457 funtov. Zonove so prodajali vsem deželam Avstroogrške, dobavljali pa so jih tudi drugod po svetu, v Romunijo, v Egipt in v Rim. Na razstavi je prejela zvonolivarna Samassa številna priznanja.

Poleg Samassove zvonolivarne v Ljubljani je znana tudi zvonolivarne v Maribo-

ru, v nekdanji Tovarniški ulici; njeno dejavnost so prenesli leta 1924 na Melje, v Motharjevo ulico. Tu so ulili za tedanje čase največji zvon pri nas, ki je tehtal 3.375 kg in je bil namenjen za Mariborsko frančiškansko cerkev. Leta 1938 so v Račah pri Mariboru ulili še večji zvon, tehtal je 5.855 kg in je veljal za dotodaj največji zvon, ulit na Balkanu.

Med drugo svetovno vojno in posebej po njej je litje zvonov pri nas zamrlo. V zadnjem času nadaljujejo bogato tradicijo slovenskega zvonolivarstva le še livarji Ferralita v Žalcu.

Največji zvon na svetu je mogoče videti v Kremlju v Moskvi, tehta 202 toni in je bil ulit leta 1764. Imenujejo ga »car zvonov«, postavljen je bil v lesen zvonik, kjer pa je že čez tri leta nastal požar in zvon je padel na tla. Iz bojarni, da bi se v požaru stalil, so ga polivali z vodo, zaradi česar je počil. Zvon je ostal na istem mestu do danes.

● Društvo livarjev Slovenije prireja ob svoji 40. letnici v sodelovanju s Katedro za livarstvo in metalurško tehnologijo Oseka za metalurgijo in materiale 34. livarsko posvetovanje s sodelovanjem držav Heksagone. Posvetovanje bo v Portorožu od 27. do 29. maja letos.

Številni livarski izdelki živijo z nami

Pred približno 200 leti so se pričele razvijati ob fužinah večje livarne, kjer so pretaljevali že pridobljene kovine in na njihovi tradiciji je zgrajena večina današnjih livarn. Zaradi izrednega razcveta moramo izzvati železarno in železolivarne na Dvoru pri Žužemberku, ki je delovala od leta 1796 do 1891 in je predstavljala največjo železolivarne v tem delu Avstroogrške. Najbolj je znana po tem, da je bilo ulitih izredno veliko umetniških in drugih ulitkov, ki so se v veliki meri ohranili. Leta 1833 so prišli iz Saske modelarji in livarji ter razvili na Dvoru litje zelo kakovostnih umetniških ulitkov, katere danes srečujemo po celi Dolenjski in v Ljubljani, predvsem pa v lepi zbirki ulitkov, ki se nahaja v Dolenjskem muzeju v Novem mestu.

Med najpomembnejšimi ulitki je litoželezen most, ki je bil postavljen leta 1867 na mestu današnjega Čevljarskega mostu, le-

ta 1931 so ga premestili na Poljanski nasip, kjer ga je mogoče videti še danes.

Litoželezni mostovi so predstavljali tedaj v Evropi pomemben tehnični dosežek, prvi tak most je znani Iron bridge, ki je bil postavljen v Wolverhamptonu leta 1779.

Istega leta, leta 1840, je bil postavljen na ljubljanskih Zalah ulit spomenik Žigi Zoisu, visok 4,2 m; v ta okvir se uvršča tudi vodnjak v Višnji gori, z Valvasorjevim kipom na vrhu, ki je bil postavljen leta 1872 in vodnjak v Žužemberku, postavljen leta 1860. Poleg omenjenih ulitkov je ohranjen še cela vrsta drugih spomenikov na pokopališčih, nadalje različnih balkonskih ograj in drobnih predmetov, kot so: likalniki, lonci, kotli, možnarji, mlinci, okvirji za slike, okrasni krožniki, vrtno mize. Vse te predmete je bilo mogoče videti na razstavi o železarni na Dvoru, ki je bila leta 1980 v Ljubljani.

Na prehodu v 19. stoletje je začela delovati železolivarne na Muti, nekaj kasneje tudi železolivarne v Gradcu blizu Metlike in v Storah pri Celju. Podobno se je razvilo livarstvo v Kamniku (Titan), Novi Gorici (Goriška livarna) in na Jesenicah. Iz novjših podjetniških pobud so se razvile livarne v Črnomlju (Belt), v Ivančni Gorici (Livar), v Žalcu (Ferraliti), v Čerknem

(ETA) in v Mariboru (TAM). Livarstvo aluminijevih zlitin, predvsem tlačnega litja je posebej značilno za Slovenijo, razvilo se je na starih livarskih tradicijah (Mariborska livarna) in na novo v Škofji Loki (LTH-OL). V Ljubljani je z združitvijo Samassove in Tönniesove livarne nastala Strojna tovarna in livarna, predhodnica današnje Tovarne ulitkov, Litostroja. Danes imamo poleg dvajset večjih livarn tudi nekaj deset manjših zasebnih livarn.

K sodobnemu razvoju livarstva na Slovenskem so veliko pripomogle tudi specializirana podjetja za livarske surovine, cepiva, veziva in ostala pomožna livarska sredstva in livarsko opremo. S tem so livarne postale v veliki meri neodvisne od uvoza. Osnovne surovine dobavljata livarnam Termit v Domžalah in Kremen v Novem mestu, veziva in pomožna livarska sredstva Eksoterm v Kranju in Fenolit v Borovnici, del livarske opreme pa Gostol v Novi Gorici in Stroj iz Radelj ob Dravi. Na področju cepiv in legirnih zlitin je podjetje TDR Ferolegure d. o. o. iz Ruš daleč presseglo slovenske potrebe in zavzelo na svetovnih tržiščih pomembne deleže.

Prihodnjic: Razvojne možnosti slovenskega livarstva

MILAN TRBIŽAN



Litoželezni most, ki stoji danes na Poljanskem nasipu za staro poročnišnico v Ljubljani, izdelek železolivarne in železarne Dvor pri Žužemberku, leta 1867.

Slika 49: Članek v časopisu Delo, 26.5.1993

● **Livarstvo včeraj, danes in jutri (3)**

Naši livarji imajo znanje za uveljavitev v Evropi

Slovenske livarne so v letu 1991 izdelale 107.000 ton ulitkov, kar predstavlja v Evropi, ki potrebuje letno 10,3 milijona ton ulitkov približno en odstotek. Kljub majhnosti se nvrščamo med večje število evropskih držav, ki izdelajo od 100.000 do 250.000 ton ulitkov na leto, medtem ko največji del, 80 odstotkov celotne količine, izdelata šest držav, to so: Nemčija, Francija, Italija, Velika Britanija, nekdanja ČSFR (predvsem Češka) in Španija. Posebnost slovenskega livarstva pa je v tem, da je zaradi bogate tradicije zelo močno razvito, tako da izdelamo 53 kilogramov ulitkov letno na prebivalca Slovenije. S tem se nvrščamo v sam svetovni vrh med države z visoko razvitim livarstvom, kot so Nemčija (56 kg), Japonska (54 kg), ZDA (46 kg) in Francija (44 kg).

Takšen obseg so livarne Slovenije ohranile kljub temu, da so izgubile večino dosežanih trgov. Pri tem so pokazale izredno podjetniško sposobnost, saj jim je uspelo v dveh letih povečati izvoz na zahodna tržišča, od nekdanjih 15 na sedanjih 70 odstotkov celotnega obsega izdelave, ki se je v zadnjih treh letih sicer zmanjšal za 24,6 odstotka. Slovenski trg je zaenkrat

spособen prevzeti samo preostalih 30 odstotkov, njegova kupna moč se je oslabila predvsem zaradi zmanjšanja v strojegradnji; dobave ulitkov avtomobilski industriji, ki je največji odjemalec ulitkov, so se večinoma obdržale.

Evropski trg pretresajo na vseh področjih velike spremembe, ki so nastale s političnimi spremembami v Vzhodni Evropi, kjer so nekatere industrijske veje usahnile skoraj v celoti. To je prisililo tamkajšnje livarne, da se tudi one usmerjajo na zahodna tržišča, zaenkrat ga zavzemajo s prezniki cenami. Združjenje livarn EGS in EFTA (CAEF) je izdelalo analizo stanja na trgu ulitkov v Evropi (tabela 1) in ugotovilo, da presega med članicami sveta Evrope ponudba ulitkov povpraševanje za približno 34 odstotkov. Za razrešitev tega stanja se ponujata dva koncepta, prvega zagovarjajo članice CAEF, ki priporočajo zmanjšanje obsega izdelave ulitkov v vzhodno evropskih državah in trdijo, da bo v nasprotnem primeru sledilo osiromašenje celotnega livarstva; drugo stališče, ki ga zastopajo predvsem Čehi, pa ponavlja pravilo, ki ga je do nedavnega zastopal še ves Zahod, in ki pravi, da naj preživijo samo tiste livarne, ki bodo izdelovale bolj kakovostne in cenejše ulitke. Posledica takega stanja na tržišču je, da so se cene ulitkov zmanjšale za 20 do 30 odstotkov, prostor na evropskem tržišču pa so si izborili Čehi in se uvrstili po količini izdelanih ulitkov na uspešno peto mesto.

Veliki presežki jeklene litine

Največje težave so na področju jeklene litine, kjer je povpraševanje nekajkrat manjše od ponudbe. Vzrokov za to je več, osnovni je, da je bilo livarstvo jeklene litine povsod v Evropi predimenzionirano, najbolj v Vzhodni Evropi zaradi obsežne oboroževalne industrije. Drugi razlog je nadomeščanje jeklene litine s cenejšo nodularno litino. Slovenija je že do sedaj bistveno zmanjšala izdelavo ulitkov iz jeklene litine.

Poiskati bo potrebno nove možnosti, ki so pri zahtevnejših ulitkih predvsem na trgu izven Evrope, kjer je večja uravnovesjenost. Z dobrimi strokovnimi skupinami, ki že obstajajo, katerim je potrebno dodati še marketinške, je to dosegljivo. Nesmotno bi bilo zapiranje obratov, kar je običajno v recesijskih razmerah, saj se s tem nepovratno razidejo strokovnjaki, v katerih sta akumulirana znanje in izkušnje večjih desetletij.

Nasproten je položaj pri nodularni litini, kjer je povpraševanje nad ponudbo in so za nas velike možnosti. Če ugotovljamo (tabela 2), da znaša delež nodularne litine v železovih litinah na Vzhodu 5, na Zahodu 29 odstotkov, je pri nas zaznati zmanjšanje na sedanjih 12,3 odstotkov, čeprav bi bilo za pričakovati povečanje. Zato lahko pripisemo zmanjšanje bolj našim težavam kot pa tržnim pogojem.

Podobno zmanjšanje je opaziti pri alu-

minijevih zlitinah, predvsem pri tlačnem litju, ki je že ves novejši čas slovenska značilnost. Dosežena je kakovostna izdelava zahtevnih ulitkov, ki jih nekatere livarne že leta izvažajo tudi uglednim avtomobilskim hišam. Izrazito zmanjšanje obsega izdelave je posledica izgube trgov; pridobivanje novih, ki sedaj poteka, pa je povezano z izdelavo zelo dragih orodij, ki traja zelo dolgo.

Podobno kot pri nodularni litini je tudi delež aluminijevih ulitkov premajhen. Izdelava ulitkov iz aluminijevih zlitin je zaradi bazine velikih avtomobilskih hiš na Bavarskem, v severni Italiji in Franciji, ki so glavni kupci, velika priložnost. Zahtevna tehnologija, ki je pri nas znana že nekaj desetletij, omogoča vgraditi in vrednotiti poleg strokovnega dela ostal znanje in izpolnjevanje kakovostnih standardov.

Delež sive litine z lamelastim grafitom se rahlo znižuje zaradi nadomeščanja z nodularno litino. Obseg izdelave bakrovih in drugih težkih neželeznih kovin je podobno kot pri temprani litini ostal enak nespremenjen. Zaradi zasičenosti domačega trga so se te livarne že pred leti usmerile na zahtevna tržišča in izpolnjevanje kakovostnih standardov. Zato je popolnoma pravilno usmeritev tudi ostalih livarn predvsem v kakovost.

● **Livarstvo je zelo občutljivo na spremembe v konjunkturi, hitrejša in močnejša je rasti v času razcveta kot pri celotni industriji, ravno tako pa je v času recesije upad bolj opazen. Članki, kateri si sledijo, trajajo od štiri do šest let, tako smo lahko opazovali od leta 1986 do leta 1989 značilen porast, od tedaj naprej pa opazujemo upad, ki naj bi dosegel v letošnjem letu svoj minimum. Inštitut za gospodarska gibanja na Vzhodu 5, na Zahodu 29 odstotkov, je pri nas zaznati zmanjšanje na sedanjih 12,3 odstotkov, čeprav bi bilo za pričakovati povečanje. Zato lahko pripisemo zmanjšanje bolj našim težavam kot pa tržnim pogojem.**

Livarska industrija Slovenije je v letu 1992 kljub opisani večji senzibilnosti preživela z manjšim upadom (-11,2 odstotka) kot celotna industrija Slovenije, ki je svoj obseg zmanjšala glede na leto 1991 za okoli 17 odstotkov. Za primerjavo naj služijo podatki nekaterih drugih držav: na primer Nemčija je v istem obdobju zmanjšala obseg livarstva železovih litin za 7,2 odstotka in obseg livarstva neželeznih zlitin in za 4,4 odstotka; nadalje Avstrija za 5,2 odstotka, v obeh navedenih državah je ob tem njihova celotna industrijska rast bila še vedno pozitivna.

Prilagodljivost je pogoj za preživetje

Prilaganje evropskemu tržišču pomeni poleg strukturalnih sprememb tudi to, da bodo v ospredju tisti ponudniki, ki bodo uspešneje izpolnjevali zahteve glede cen, kakovosti, fleksibilnosti in zanesljivosti dobav.

Za izpolnjevanje navedenih nalog je

Tabela 1: Proizvodnja ulitkov iz železovih litin (v 1000 t) v državah Sveta Evrope in presežek ponudbe

Železove litine	EGS in EFTA						Presežek %
	skupaj	bivša NDR	Poljska	ČSFR	Madžarska	Skupaj	
siva litina	6.384	616	925	970	119	2.630	41,2
nodularna litina	2.941	68	44	38	13	163	5,5
temprana litina	250	26	32	27	4	89	35,6
jeklena litina	801	159	193	279	20	651	81,2
Skupaj	10.376					3.533	34,1

Tabela 2: Primerjava strukture izdelave ulitkov med Slovenijo, 4 največjimi proizvajalci CAEF (Nemčija, Francija, Italija, Velika Britanija) in novimi članicami Sveta Evrope (Poljska, bivša NDR, ČSFR, Madžarska)

Litina	Nemčija, Francija, Italija, Anglija				bivša NDR, Poljska, Češka, Madžarska			Slovenija %
	%				%			
Siva litina	62,0				80,3			72,3
Nodularna litina	29,0				5,0			12,3
Temprana litina	2,2				2,7			5,7
Jeklena litina	6,8				12,0			9,7
Skupaj železove litine	100,0				100,0			100,0
Delež aluminijevih ulitkov	21,0				4,1			5,0

Slika 50: Članek v časopisu Delo, 2.6.1993 (prvi del)

opremljenost slovenskih livarn, ki so v veliki večini usmerjene v serijsko izdelavo ulitkov, dokaj primerljiva z razvitimi državami. Predvsem je potrebno omeniti avtomatizirane linije za izdelavo form, ki so v vsaki tovrstni livarni in dobre tališne agregate, predvsem indukcijske tališne peči, ki so tudi procesno vodene. V določeni meri zaostajata izdelava jeder in čiščenje ulitkov. V nekaterih livarnah tlačnega litja bo potrebno stroje še dodatno opremiti z merilno in regulacijsko računalniško podprto opremo.

Velikost livarskih obratov je zaenkrat ustrezna, vsekakor pa bo še naraščala. Podobno kot v razvitem svetu, kjer se število livarn zmanjšuje, bo potekal razvoj tudi pri nas, nekatere ne bodo vzdržale vsch pritiskov, preostale pa bodo povečale svoj obseg izdelave in zmanjšale stroške. Povečala se bo tudi storilnost, ki je sedaj na ravni, no primer angleške; za storilnostjo nemških, francoskih in italijanskih livarn zaostajamo za polovico. Tudi v zmanjševanju stroškov v livarnah Slovenije so še možnosti, v ceni ulitka, ki ga izdelajo nemške livarne je od 40 do 60 odstotkov stroškov dela, pri nas zaenkrat znaša ta delež le 30 odstotkov, vendar narašča.

Uspešnost na trgu pomeni imeti prednost pred drugimi, predvsem preje in boljše



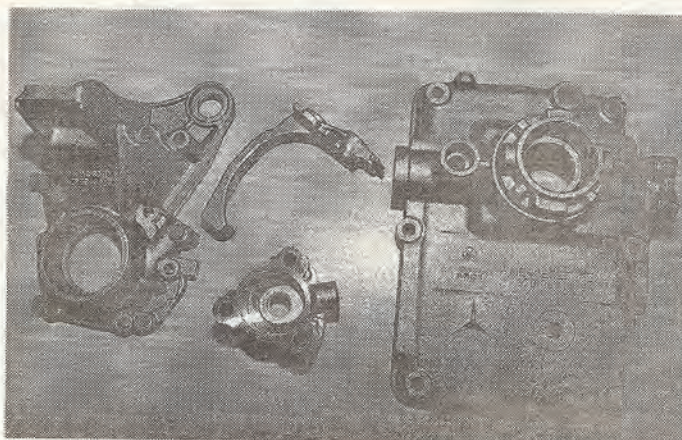
Ulitek za vozilo BMW iz istega podjetja.

izpolnjevati poleg dosedanjih tudi nove zahteve. Te se pojavljajo na različnih področjih.

Eno od teh je simultani inženiring, kar pomeni da livarstvo sodeluje že pri sami zasnovi in oblikovanju ulitka, nadalje pri določanju kakovostnih zahtev, prevzemanju nadaljnjih izdelovalnih faz izven klasičnega livarstva.

Posebna skrb varstvu okolja

S prevzemanjem novih obremenitev so potrebne na drugih področjih razbremenitve, oziroma še večja specializacija. Pri tem seveda ne smemo izpustiti iz oči stalnega povečevanja storilnosti. Zato ustanovljajo v Italiji povsem ločena manjša in fleksibilna podjetja, ki izdelujejo za livarne jedra in celo manjše forme, in izvajajo dokončno čiščenje in peskanje ulitkov. Učinki ki so jih dosegli, so zelo prepričljivi, vzoru iz Italije sledijo na Japonskem in v Južni Koreji in dosegajo največjo storilnost, boljše kakovost ulitkov in enostavnejše varovanje okolja.



Ulitki iz tlačnega litja, ki jih LTH-OL orodjarna in livarna Škofja Loka dobavlja Mercedes-Benzu.

Prav varovanje okolja je eno od področij, ki prinaša nove rešitve. Varstvo okolja vpliva že na izbor postopkov in naprav za taljenje, formanje, izdelavo jeder, litje in čiščenje ulitkov. Pravočasno zmanjševanje odpadnih snovi in emisij v ozračje, ponovna uporaba odpadnih livarskih snovi so danes vprašanja, o katerih se najbolj razglablja in ki dobivajo tudi v strukturi stroškov vse večji pomen. Pogosto je pomembnost teh parametrov nad tehničnimi. Zavlačevanje s tovrstnimi ukrepi je lahko usodno, ne glede na siceršno gospodarsko uspešnost.

Za popoln stik z razvitimi livarnami Slovenije ne manjka veliko, potrebne so le delne dopolnitve, ki ne zahtevajo velikih naložb. Na žalost pa so izgledi slabi. Ze več let oderuška cena denarja, draga država, preslabo vrednotenje pretežnih izvoznikov in zamujanje plačil preprečujejo ne samo nujno potrebne manjše investicije, temveč tudi sprotno obnavljanje opreme, ki zastareva. Pod temi bremenmi se krivulja uspešnosti nikakor ne obrne navzgor, še naprej drsi v osiromašenje in gruzi, da bodo izničeni vsi napor.

Konec MILAN TRBIŽAN

Z več znanja do poklica

V zadnjih nekaj letih, ko je tudi nekdanja »Litostrojska šola« preživljala najrazličnejša vsebinska in organizacijska preoblikovanja od poklicne, potem srednje in zdaj čeprav uradno »Srednje šole tehniških strok Šiška«, spet poklicne, so njeni strokovni sodelavci skrbeli, za intenzivno opremljanje specializiranih učilnic za pouk strokovno-tehničnih predmetov. Danes imajo, kot ocenjujejo, ob ustreznem strokovnem kadru zelo dobre možnosti za kakovosten pouk CNC tehnologije, računalništva, regulacij, krmiljenja in drugih strokovnih področij. V zadnjem času se intenzivno pripravljajo na uvedbo jakoimenovane diferencialnega programa za pridobitev pete stopnje zahtevnosti, znanega kot program tri plus dva.

Letos pa so se odločili, da bodo poleg siceršnjih letoletnih priprav na različna srečanja mladih raziskovalcev, kjer so

delujejo njihovi učenci, tudi sami organizatorji prvega srečanja učencev poklicnih šol iz vse Slovenije. Ob koncu minulega tedna so se v dveh dneh pomerili v znanju in poklicni spretnosti učenci desetih tovrstnih tehniških šol in med njimi so se na prva tri mesta po posameznih poklicih mladi uvrstili takole: el. elektronik – Tomaž Paternost (SŠTSS Ljubljana), Matej Matuš, SERŠ, Maribor in Peter Boromisa, CSS, Velenje; el. energetik: Aleks Grudnik, CSS Velenje, Andrej Rutar SEŠ, Kranj in Leon Pogled, SERŠ Maribor; str. mehanik Robert Velkoverh, SŠTSS, Ljubljana, Aleš Potnik, PKS, Zreče in Simon Bugar, Škofja Loka; strugar: Stanislav Konecnik, SSK, Krško, Peter Celarc, SŠTSS, Ljubljana in Alojz Zajzal, PKS Zreče; med mladimi bodočimi orodjarji so bili najuspešnejši Boštjan Kisovec in SKCPŠ, Škofja Loka, Damjan Zupančič iz SŠTSS, Ljubljana ter Valentin Jeseničnik iz PKS, Zreče, med frezalci pa Damjan Slaviček iz SŠTSS Ljubljana, Maks Hohler iz PKS Zreče ter Primož Belehár iz SEŠ v Kranju.

D.B.

Slika 50: Članek v časopisu Delo, 2.6.1993 (nadaljevanje)

• Jeseni se bo pričel nov študij o materialih

Znanje, ki je pomembno za naš tehnološki razvoj

S sklepom vlade, ki je bil sprejet 20. februarja pred dvema letoma, je bila odobrena Odsenu za metalurgijo in materiale, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo Univerze v Ljubljani, nova visokošolska študijska smer – Materiali. Ker gre za nov, specifičen študijski program, s katerim začnemo letošnjo jesen, in ki je obenem zelo pomemben za naš tehnološki razvoj, ga kaže nekoliko podrobneje predstaviti.

Razvoj človeštva, njegove civilizacije in z njo tehnike so vsakokrat določali razpoložljivi materiali, po njih so poimenovali tudi zgodovinska obdobja. V začetku je bil najbolj pomemben material sam, kasneje so ugotovili, da je odločilno tudi poznavanje njegovega oblikovanja in obdelave. S sintezo vseh treh znanj dobimo možnost izdelave predmetov in izdelkov, ki so nepogrešljivi za razvoj. Število materialov se je v vsej zgodovini izredno hitro povečevalo, poleg tistih, ki so dobljeni neposredno iz naravnih virov poznamo številne materiale, ki so izdelani po posebnih postopkih in jih v naravi ni. Enako številne so tudi možnosti predelave in obdelave teh materialov, ki so nastajali na podlagi temeljnih tehnoloških znanj.

Dosedanje metode izobraževanja niso zadoščale več, da bi poleg posebnih strokovnih znanj s posameznih področij na primer strojništva, elektrotehnike, gradbeništva in podobnih, dodali še zadostno znanje o tako nepregledni množici različnih materialov.

Posebno so naraščale ekstremne zahteve pri lastnostih, katere lahko izpolnijo le določene skupine materialov, zato je potrebno pri reševanju pogosto uporabiti kombinacijo materialov. Znanje o tem se je najprej razvilo pri kovinskih materialih in so ga pozneje uporabili tudi na drugih področjih. Zato se je študij materialov v svetu razvil praviloma na metalurških šolah, ki dajejo največ znanja o zgradbi in lastnostih materialov, predvsem kovinskih in keramičnih in katerega je mogoče prenesti na druge materiale.

Nujna interdisciplinarnost

Te ugotovitve so zahtevale, da se oblikuje nova študijska smer, to je študij inženjskih materialov, ki naj bi združil do sedaj razdobljena znanja s posameznih naravoslovnih in tehnoloških študijskih smeri. Zaključek je tudi bil, da je za nadaljni izbor in uporabo različnih materialov, kot so kovinski, keramični in polimerni potrebno celovito znanje o vseh teh področjih. Pristop k izboru materialov in njihove obdelave ter medsebojne sinteze, potrebne za izdelavo sestavnih delov in izdelkov naj bo interdisciplinaren, nevtralen in sposoben prilagajati se nenehnim spremembam, ki jih vsiljuje današnje obdobje, katerega upravičeno imenujejo tudi doba materialov.

V svetu je tak študij znan pod imeni kot so Materials Science, Materials Engineering, Werkstoffwissenschaften in zajema študij vseh inženjskih materialov, ki se že uporabljajo ali pa predstavljajo potencialno možnost uporabe. Pri tem se klasična delitev materialov po kemičnih značilnostih, to je ločevanje na kovine, keramiko in polimere izgubi, pomembne postajajo le uporabne značilnosti. Novo ločevanje na konstrukcijske in funkcionalne materiale to jasno pove.

Poleg strmega vzpona tehnike, ki

omogoča uporabo bolj kakovostnih materialov in s tem manjšo maso za enake zahteve, so tu še tudi ekološke zahteve po zmanjšanju izdelave in porabe materialov in s tem tudi porabe energije. Vsi izdelki, naprave, orodja, instrumenti in podobno naj bodo ne samo bolj učinkoviti, temveč tudi lažji in naj porabljajo manj energije. To je pripeljalo do tega, da se kovinski materiali sestavljajo z lažjimi keramičnimi in polimernimi. Pogosto jih tudi zamenjujejo. To je razvidno iz svetovne porabe materialov: kovinskih se porablja letno blizu milijarde ton, polimernih zaenkrat manj kot desetino te količine, medtem ko se od vseh materialov uporablja daleč največ betona.

O poteku študija

Študij materialov je organiziran na Odsenu za metalurgijo in materiale, kjer je bil že prej uveden interdisciplinarni študij mineralurgije, kjer so se podajala znanja o metalurški keramiki. Ločeni študij materialov se pričneta v 5. semestru in je prilagojen tako, da se vanj lahko vključijo tudi študenti drugih naravoslovnih in tehničnih usmeritev (fizike, kemije, kemijske tehnologije, strojništva, gradbeništva in drugih).

Študent spoznava zgradbo materialov na različnih ravneh (elektronski, atomski ali molekularni, kristalno strukturo in mikrostrukturo). S tem si pridobi temelj za razumevanje uporabnih lastnosti kot so mehanske (trdnost in žilavost), kemične (stabilnost) ter električne, magnetne in optične lastnosti.

Študijski program je sestavljen iz osnovnih naravoslovnih znanj (fizike, mehanike, kemije, matematike) in strokovnih teoretičnih znanj. Poleg kovinskih, keramičnih in polimernih materialov obravnava tudi polprevodnike, dielektrite, kompozitne materiale, stekla in podobne. Študij je zanimiv in bogatijo ga vsakodnevni dosežki v svetu, na primer pri razvoju polprevodnikov je pred leti potekalo tekmovanje ob skoraj vsakodnevnih dosežkih pri zviševanju temperature prehoda v superprevodnost.

Izjemen razvoj avtomobilskih plaščev je značilen primer interdisciplinarnega razvojnega pristopa. Zelo deformabilen in mehak material postaja tudi izjemno trajen. To je bilo doseženo z optimiranjem in z usklajenim delovanjem tako organskih (kavčuka), kakor tudi kovinskih materialov (jeklenga pletiva). Take kombinacije materialov so tudi pri zobni protetiki, materialih za letala, za turbine, za črpalke, za različna rezilna orodja in podobno.

Obetavna prihodnost

Kakšne perspektive se odpirajo diplomiranim inženirjem za materiale je najbolj vidno pri kompozitnih materialih, kjer so neizmerne tehnične možnosti. Če vgradimo vlakna, kot so karborundna, ogljikova ali borova, ki imajo velik modul elastičnosti, v kovinsko ali polimerno osnovo, dosežemo pri tem nekajkrat manjšo gostoto, njihove lastnosti – kot so mehanske, lahko pa tudi električne, toplotne in druge – pa se lahko zvezno spreminjajo.

Sicer pa najdemo odlične kompozitne materiale že v naravi, to je na primer les, ki je sestavljen iz celuloznih vlaken v ligninski osnovi. Tudi kosti so kompozitni materiali. Vagonska kolesa so izdelana tudi iz kompozitnih materialov, ki imajo le na površini bandažo iz kovinskih, obrabno obstojnih materialov. Plinske jeklenke postanejo bistveno lažje, če jih izdelamo iz kompozitnih plasti, notranjo steno pa obložimo s tanko kovinsko oblogo, ki je neprepustna za pline.

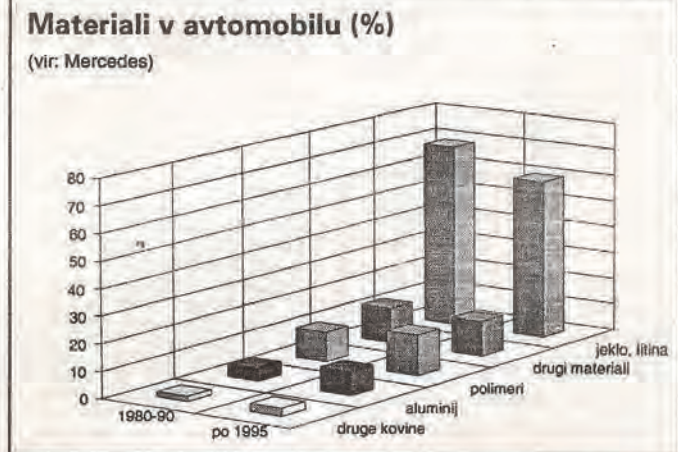
Delovno področje diplomiranega inženirja za materiale obsega predvsem dve nalogi:

- na eni strani preiskavo materialov in na podlagi poznavanja njihovih lastnosti njihov optimalni izbor in uporabo;

- na drugi strani načrtovanje in razvoj novih vrst materialov in postopkov njihove predelave ter obdelave.

Običajno ni ostre ločnice med obema nalogama, tako da je vsak izdelek novost, s tem pa tudi velik izziv in spodbuda za tovrstne strokovnjake.

MILAN TRBIŽAN



Če preračunamo utežne deleže v prostorninske in pri tem upoštevamo, da je gostota polimerov 2,0, aluminija 2,7 in jekla 7,8 kilograma/dm³ so načrtovane spremembe še izrazitejše. Te vodijo tudi do bistvenega zmanjšanja teže vozil.

Slika 51: Članek v časopisu Delo, 2.2.1994

Stanje in razvoj livarstva v Sloveniji

Livarne izboljšujejo kakovost in gredo v korak z Evropo

Slovenija ima zelo razvito livarstvo, ki izvira iz bogate tradicije uspešnih livarn že iz prejšnjega stoletja. V preteklem letu je livarstvo po nekajletnem upadu znova ujelo korak s konjunkturo v Evropi in povečalo obseg izdelave. Tako se livarstvo Slovenije uvršča v skupino 12 evropskih držav, ki na leto izdelajo od 50.000 do 200.000 ton ulitkov.

V ečji del evropske proizvodnje, to je 80 odstotkov od skupno 10 milijonov ton, izdelava namreč le pet vodilnih držav: Nemčija, Francija, Italija, Velika Britanija in Španija. Iz tega je razvidno, da ne drži splošno mnenje, ki vlada pri nas, da razvite države opuščajo izdelavo ulitkov. Avtomobilska industrija in strojegradnja potrebuje veliko ulitkov, te pa morajo dobivati iz bližnjih livarn, saj dolgi transporti niso primerni. Tudi v Sloveniji je vnovičen vzpon navedenih dveh industrijskih vej neposredno povezan s proizvodnjo ulitkov, zato je zdajšnje stališče v nekaterih državnih institucijah, da livar-

stva v Sloveniji ne potrebujemo, povsem neustrezno. Težko si predstavljamo, da bi morali za potrebe Cimosa, Revoza, SIPA in drugih uvažati ulitke iz držav z visokimi plačami, ki bi bili bistveno dražji; v teh državah znaša delež plač v ceni ulitka celo do 60 odstotkov.

Okolje ni (vedno) ogroženo

Zmotna je tudi pogosta predstava, da livarne ne morejo obratovati za okolje sprejemljivo. To trditev so v sosednjih razvitih državah v celoti ovrgli. Avstrija na primer, ki ima v Evropi daleč najostrejšo omejitve glede varstva okolja, ima 75 livarn in že več kot 10 let nespremenjen obseg livarske proizvodnje (220 do 250.000 ton na leto). Na nedavnem posvetovanju v začetku maja v Leobnu je njihovo združenje livarn s poudarkom poročalo, da opuščajo le izdelavo ulitkov iz nižjih cenovnih razredov, nadomeščajo pa jih z novimi in dražjimi.

V slovenskih livarnah je vgrajena izredno veliko tehnološkega znanja, ki predstavlja del tehnološke zakladnice cele Slovenije, s katerim so sposobne konkurirati na domačem in tujem trgu. Tako na primer IMP Livar Ivančna Gorica z

ulitki iz nodularne litine oskrbuje ugledne avtomobilске hiše, kot so: Citroën-Peugeot-

• K reševanju teh, pa tudi drugih razvojnih vprašanj bo prav gotovo pripomoglo 36. livarsko posvetovanje, ki bo potekalo v Portorožu od 29. do 31. maja letos in na katerem se bodo zbrali livarji iz Slovenije in tujine. Poleg domačih predavateljev bo sodelovalo še 15 predavateljev iz Nemčije, Avstrije, Hrvaške, Češke, Italije in Francije. Temeljne teme so nove strateške usmeritve v livarski proizvodnji, nove livne zlitine in optimizacija že uvedenih, računalniška simulacija, strjevanje ulitkov, izbor tehnoloških postopkov s stališča varovanja okolja, regeneracija odpadnih snovi in druge.

t-Talbot, Steyr-Daimler-Puch, Iveco, Lombardini, Comer in domače ter izpolnjuje njihove kakovostne zahteve (audite) kakor tudi mednarodne kakovostne standarde (ISO 9002). V Jeklolivarni Železarnе Ravne so pri litju manjših ulitkov zmanjšali izmeček na minimum in dosegli izredno kakovostno površino ulitkov. V Litostruju, Tovarni ulitkov, z ulitki oskrbujejo General Elektric v ZDA, Thyssena v Nemčiji, IHC na Nizozemskem in Fincantierija v Italiji; ta livarna je tudi sredi tehnološke prenovе za izdelavo kvalitetnih čistih jeklenih litin.

V Titanu Kamnik izdelujejo drobne in obdelane ulitke z izredno ozkimi dimenzijskimi tolerancami po kakovostnem standardu ISO 9001. V Ferralitu v Žalcu imajo sicer manjšo livarno, kljub temu pa so v evropskem prostoru udeleženi pri kontinuirnem litju sive litine s 15-odstotnim deležem, tega pa še povečujejo.

Na področju neželeznih zlitin Unitech LTH-OL d.o.o. Škofja Loka že več kot 20 let proizvaja tlačna orodja in ulitke za Mercedes-Benz, BMW, Bosch, Webasto, Danfoss, pri čemer izpolnjuje mednarodne kakovostne standarde VDA in ISO 9000 (na podlagi auditov).

Pravilno reševanje

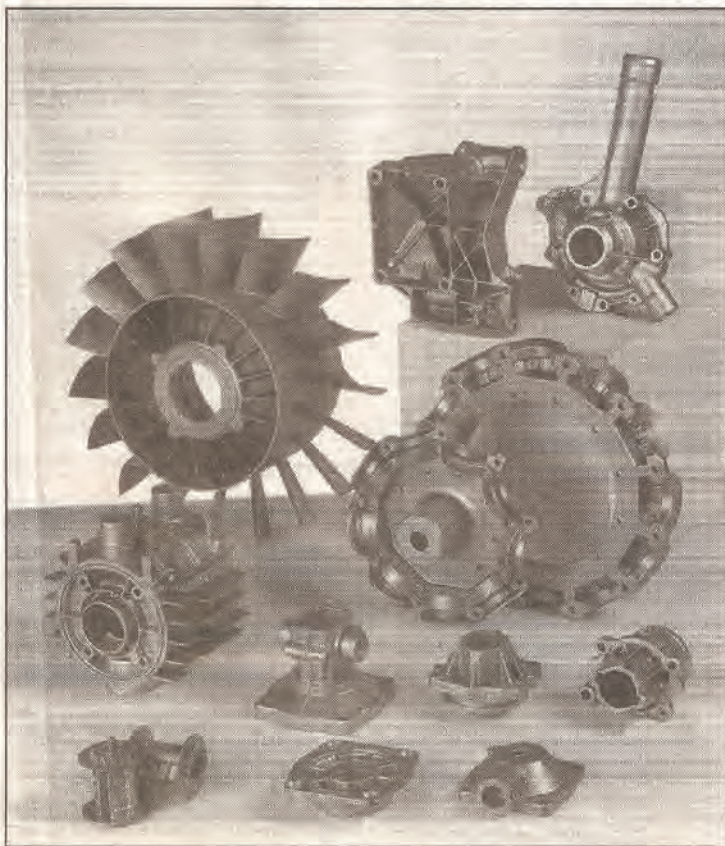
Nekaj livarnam še ni uspelo nadomestiti izgubljenih trgov in so v težavah. Njihovo reševanje pa je običajno neustrezno. Izhaja iz prepričanja, da tako oprema kot kadri in njihovo znanje nimajo nobene vrednosti, zato se jih skuša znebiti čim prej in za vsako ceno. Ustrezno reševanje takih livarn je s stališča stroke mogoče le na dva načina:

- priključitev k domači uspešni livarni, ki ima na voljo ustrezni poslovni, marketinški in razvojni menedžment;

- povezava z uveljavljenim podjetjem iz tujine, ki bo zagotovilo nadaljnji razvoj livarne, ne pa le kratkoročno izkoriščanje.

Nedavni stečaj livarne Belt v Črnomlju, ki se po veliki izgubi tedanjega vzhodnonemškega trga ni več opomogla in se je do zdaj opotekala, je zato preizkusni izpit pripravljenosti za strokovno reševanje. Sodobna oprema in strokovnost livarjev zagotavlja, da bi lahko livarna uspešno nadaljevala stoletno tradicijo. Vprašanje je le, ali jo bodo odgovorni dali v ustrezne roke.

Milan Trbižan



Uliti tlačnega litja za avtomobilsko industrijo iz škofjeloške livarne Unitech LTH-OL.

Slika 52: Članek v časopisu Delo, 24.5.1995

● **Mnenje**

Zakaj hočemo uničiti kakovost in tradicijo?

Lanskega 8. novembra je bil uveden stečajni postopek Livarne d. o. o. v Železarni Štore, potem ko je Livarna celo leto usihala in na koncu ni več zmogla sredstev za nakup surovin, s čimer se je proizvodnja ustavila. Pri tem se prav gotovo vsiljuje vprašanje: čemu obravnavati v kompleksu Železarne Štore obrat, ki je vsaj v primerjavi z drugimi jeklarskimi obrati bistveno manjši?

Vzrok je v povsem drugačni obliki proizvodnje; livarne izdelujejo ulitke, torej končne izdelke za določenega naročnika, medtem ko nudijo jeklarski obrati polizdelke, ki so za širšo uporabo. Položaj livarn proti kupcem je torej povsem drugačen. Običajno izdeluje ulitke za enega kupca samo ena livarna. Zato so vse finančne blokade, pomanjkanje surovin, izklopi energije, plina in drugega, ki jih je Livarna enako doživljala kot cela Železarna Štore, bistveno bolj prizadeli njene kupce, ki so hitro izgubljali zaupanje in zmanjševali naročila. Obratna in druga sredstva so tako hitro kopnela. Vse to je pripeljalo do sklepa upravnega odbora, da se ugotovi popoln zastoj proizvodnje, in se da Livarno d. o. o. v stečaj, livarje pa na čakanje. Odločitev je, izgleda, sodila v sklop tendence, da se »nekaj ukrene« in najbolj primerno za to je zapreti razmeroma majhen obrat, ki ne bo sprožil medijske, socialne ali kakršnekoli drugačne vzburkanosti.

Vendar sodi dogodek v povsem drugačen okvir, ki je lahko usoden tudi za druge livarne, posebej tiste, ki so v sklopu koncernov (Litostroj, Železarna Ravne).

Najprej je potrebno ugotoviti, da je bil zaprt livarski obrat z veliko tradicijo, ki izvira iz leta 1813 in da so že sredi preteklega stoletja ulivali v Štorah najbolj zahtevne ulitke za cilindre dizelskih motorjev in za lokomotive. Livarna je bila trenutno edina specializirana livarna za proizvodnjo nodularne litine v Sloveniji, ki jo je začela izdelovati leta 1958, samo nekaj let zatem, ko so jo uvedli v livarsko najbolj razvitih deželah. Od 60 do 70 odstotkov njene proizvodnje je šlo v izvoz, ki bi se lahko še povečal, saj je Livarna samo nekaj dni po sklepu o stečaju prejela certifikat TÜV (Technischer Überwachungsverein Bayern) iz Münchna, s katerim bi si še bolj odprla pot na nemške trge. V certifikatu se namreč Livarni d. o. o. med drugim priznava, da ima za izdelavo nodularne litine zagotovljene naslednje osnovne parametre:

- izdelovalno in kontrolno opremo, ki ustreza današnjemu stanju tehnike;
- uveden sistem zagotavljanja kakovosti;
- ustrezne kadre.

Livarna je torej sodila med najbolj uspešne v Sloveniji, saj so se njeni tehnološki dosežki vedno izravnali z najbolj razvitimi. Sama proizvodnja nodularne litine pa se uvršča tudi v svetu med tiste, za katere se ve, da se bo povečevala.

V sedanjih zelo recesijskih tržnih pogojih, ki vladajo v Evropi, je nodularna litina ohranila še najbolj zadovoljivo povpraševanje, čeprav je na primer samo industrija vozil zmanjšala v Nemčiji svoj obseg za 25 odstotkov. Nodularna litina uspešno nadomešča jekleno litino in deloma sivo litino z lamelastim grafitom, kakor tudi temprano litino in se bo po oceni CAEF (združenja livarn EU in EFTA) njen delež zanesljivo povečal. To stanje so najbolj izkoristili poljski in češki livarji, ki so povečali svoj obseg izdelave nodularne litine in prodirajo na zahodni trg.

Pri nas pa smo od nekdanje izdelave nodularne litine, ki je dosegla celo 15.000 t (leto 1990), zdrknili z zaprtjem Livarne d. o. o. na eno tretjino vrednosti; zdaj bo torej proizvodnja nodularne litine predstavljala v slovenskem merilu le še 12 odstotni delež celotne slovenske livarske proizvodnje, medtem ko dosega ta delež v Nemčiji in Franciji, ki sta na področju kakovostne livarske proizvodnje najbolj pomembni v Evropi, od 30 do 40 odstotkov. Slovenija, ki ima močno razvito livarstvo, je tako izgubila večji del proizvodnje nodularne litine, ki se povsod drugod povečuje, in kjer smo uspešno dohitevali razvite. Za primerjavo zapišimo, da se druge slovenske livarne, ob veliko manj ugodnih tržnih pogojih uspešno prebijajo skozi recesijo in da ni bila zaprta še nobena.

Tretje zelo pomembno področje je izguba livarskih kadrov, ki so v vsaki livarni obsežen, med seboj prepleten in po znanju raznolik tim, ki je nujen za kakovostno izdelavo ulitkov. V celotnem timu, od izdelovalca modelov, livarskih form, talilcev do tehnologov in menedžerjev se je akumuliralo znanje in tudi izkušnje več desetletij. Z zaprtjem vsake livarne se ti kadri nepovratno izgubijo. S tem pa se zmanjša zelo pomemben delež uporabnega znanja, ki ga nimamo z ničemer nadomestiti.

Zato livarska stroka v celoti zavrača in odklanja take pogubne načine, ki so potekali v Livarni d. o. o. Železarne Štore in ki so pripeljali do njenega stečaja. Z zaprtjem Livarne d. o. o. v Štorah se bo ponovno zlahka izgubil del slovenskega tehnološkega znanja in bo močno okrnjeno eno od področij, od katerih je slovenski prostor živel in bo moral še vrsto let živeti. Zavedati se moramo, da so tradicionalni slovenski izdelki iz materialov, kot so kovine, les, usnje, tekstil, steklo in še vrsta drugih, ki se jih ne da tako preprosto nadomestiti.

Prav gotovo je ponoven zagon Livarne d. o. o. mogoč in povsem logičen. Temu v prid govorijo že našeti razlogi, kot so razpoložljiva oprema, zaenkrat še prisotni strokovnjaki in predvsem tržno zanimiva izdelava visoko kakovostnih ulitkov iz nodularne litine, ki bo po končani recesiji še bolj zaživila.

In kot kažejo zadnje informacije, bo do ponovnega obratovanja livarne v Štorah tudi prišlo. Zaenkrat je livarna rešena vsaj za nekaj mesecev oziroma leto dni, saj jo je najelo zasebno podjetje, katerega lastniku ni vseeno, kakšna bo usoda njenih delavcev, predvsem domačinov iz Štor. V tem primeru se torej obeta zgodba s srečnim koncem. Toda sporočilo in svarilo njene nesrečne epizode (stečaj in časna ukinitve proizvodnje) ostaja za ostale livarne na Slovenskem.

MILAN TRBIŽAN

Slika 53: Članek v časopisu Delo, 26.1.1996

Koncept gospodarjenja z livarskimi odpadki

Še en primer uspešne priprave za članstvo v EU

Skupina EU Barometer centralne in vzhodne Evrope je letos pomladi postavila varstvo okolja na tretje mesto kriterijev vstopa v EU, Evropska komisija pa je pri ocenjevanju Slovenije posebej poudarila, da bomo potrebovali daljše obdobje za prilagoditev zakonodaji EU o varstvu okolja. To pomeni, da bomo morali že v pripravljalni fazi vzpostaviti predpise, ki bodo obvezni pri nas, preden bomo soočeni s tistimi iz Bruslja.

Za to področje je v EU pristojna generalna direkcija št. IX z nazivom: Okolje, nuklearne varnosti in zaščita pred katastrofami. Dokumentacija o tem obsega več deset tisoč strani predpisov, odlokov in sklepov, ki se med seboj prepletajo, dopolnjujejo in tudi prekrivajo. Avstrijski pogajalci, ki so pred dvema letoma uspešno končali pogajanja, so pripravili svoj lastni koncept gospodarjenja z odpadki, ki se je nanašal na vsa področja industrijskih in drugih dejavnosti, in se tako izognili navzkrižnim zahtevam, ki imajo lahko nepredvidljive posledice.

Na področju livarstva velja v EU moto: Ljvarne brez odpadkov (po Eurekinem projektu 902: *Clean Foundry*). Recikliranje je na področju kovin znano že iz davnine, najboljši dokaz za to je, da so večinoma ohranjeni ne nekateri najdragocenejši ulitki, vsi drugi pa so se reciklirali. Vprašanje, ki se pojavlja zdaj, zadeva zato le področje materialov za izdelavo livarskih form in oblog: v Sloveniji se na primer odlaga okoli 60.000 t uporabljenih livarskih mešaníc na leto, reciklira pa se jih samo nekaj odstotkov. Vzrok je negospodarnost recikliranja, saj je najceneje uporabljeni material za formanje odlagati in kupiti novega. To je v navadi tudi v Avstriji in Nemčiji, kjer je nov material poceni.

Projekt o recikliranju uporabljenih livarskih mešaníc

Večje zanimanje za recikliranje je le v tistih državah, kjer takih surovin nimajo, uvoz pa jih podraži. Tako so na primer v Italiji in na

Japonskem zgradili centralne regeneracijske naprave za več livarn skupaj, ki delujejo na meji gospodarnosti, uporabnost regenerata pa je omejena. Za slovenske razmere so take naprave zaradi prevelikih stroškov postavitev in obratovanja nesmotne. Zato se je podobno kot v drugih državah iskalo cenejše in enostavne rešitve. V projektu, ki ga je sofinanciralo ministrstvo za znanost in tehnologijo, je potekala preiskava pnevmatsko-mehanskega načina regeneracije z udarjanjem in drgnjenjem zrn med seboj. Čeprav rezultati niso dosegli končnih ciljev, pridobiti je bilo namreč mogoče le regenerat s preveliko količino drugih snovi, se je pokazalo, da je usmeritev pravilna in obetavna.

Pred dvema letoma je zato Oddelek za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani skupaj s podjetjem Termit, Domžale pristopil k Eurekinemu projektu o recikliranju uporabljenih livarskih mešaníc. Skupaj z nemškimi podjetjem GUT iz Freudenberga v Nemčiji, ki sodeluje v projektu, je bila na podlagi skupnih dotedanjih raziskovalnih dosežkov postavljena v obratu Peskokopi Moravče podjetja Termit pilotna naprava za pridobivanje regenerata iz že uporabljenih livarskih mešaníc. Deluje na temelju brušenja površine zrn pri običajni temperaturi; to izredno poceni celoten proces in je prvi postopek, kjer je reciklaža tudi gospodarsko utemeljena celo pri nizki ceni novih materialov.

Doslej je bilo preiskano v pilotnem obsegu osem mešaníc, od tega štiri iz Nemčije in štiri iz domačih livarn, ki so pokazale, da je delež preostalih nečistoč dovolj nizek, tako da je pridobljeni regenerat uporaben za večino postopkov izdelave form in jeder. Tako smo se tudi pri nas priključili brez zaostanka tistim redkim državam v Evropi, ki so iskale rešitve v obliki enostavnih, poceni in zato dostopnih postopkov in naprav, ki so sprejemljivi za vsak livarski obrat. Sodelovanje z omenjenim nemškim podjetjem GUT, ki je dalo na razpolago nekatere osnovne elemente pilotne naprave, kot tudi uspešno sodelovanje strokovnjakov iz Termita sta omogočila, da je bila razvita najnovejša tehnologija, ki jo bo mogoče tudi industrijsko uporabiti.

Tudi odpori

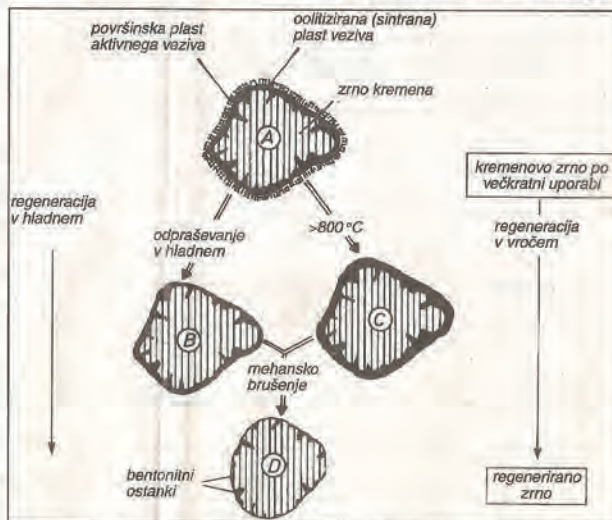
Svedea se ob vračanju uporabljenih materialov pojavljajo tudi odpori, saj smo na

poznano evropsko pravilo, da mora vsako podjetje za svoje odpadne materiale poskrbeti samo, nekako pozabili. To pomeni, da bo treba sprejeti uporabljene kremenove peske in jih tudi reciklirati, razumljivo ob izpolnjevanju vseh pravil o varovanju okolja in delovnih mest. Vsekakor se bo treba priključiti drugim področjem, kjer reciklaža svojih proizvodov že dolgo izvajajo.

Pri delu se je pokazalo, da je pri nas dovolj znanja ne samo pri raziskovalcih, temveč tudi pri menedžerjih in strokovnih kadrih,

ki pri nas nedvomno je, vnesti v inoviranje ali nove izdelke ali tehnologije, ki jih bomo lahko tudi gospodarsko učinkovito tržili. Pri tem je znanje zagotovo velika začetna postavka, vendar je pot do izdelka ali tehnologije še dolga in zahteva še povsem drugačna znanja oziroma danosti, saj je le nekaj odstotkov zamisli tudi tržno uresničljivih. Na eni strani so med raziskovalci le redki, ki to pot prenikavo obvladujejo, na drugi strani je večina vodilnih v naših podjetjih danes veliko bolj zaposlena z vsem drugim kot pa s svojo osnovno nalogo: razvijati marketinško znanje in najti izdelke, ki jih potrebuje ali jih bo pripraviljen sprejeti trg in imamo za njihovo izdelavo tudi ustrezne kadre, opremo, surovine, kontrolne postopke itd. Le v razvoj usmerjeni menedžerji bodo lahko postavljali zahtevne razvojne cilje, ki bodo svoje znanje morali razširiti do aplikacije v industriji.

Če vemo, da prinašajo občutnejše dobičke le novi ali nenehno inovirani izdelki oziroma tehnologije, je razumljivo, da bomo morali še marsikaj spremeniti, če bomo hoteli povečati naš družbeni dohodek. Potrebujemo



Zrno kremenova po večkratni uporabi (A), odlizirano zrno brez aktivnega veziva (B), sintrana plast je po termični regeneraciji debelejša (C), regenerirano kremenovo zrno (D).

s katerimi bi se lahko povsem vključevali v mednarodna dogajanja. Naš prostor je namreč premajhen, da bi lahko vse razvijali sami, saj so le izjemno redki tisti izdelki, ki bi zanje zadostoval slovenski trg.

Le znanje je premalo

Vprašanje, ki se vsiljuje in ga ne rešujemo dovolj učinkovito, je, kako obsežno znanje,

strokovnjake, ki bodo zaposleni na ustreznih ministrstvih in se bodo profesionalno ukvarjali s prenosom znanja. Sedanji sistem, ko je izbor projektov prepuščen koordinatorskim raziskovalnim polji, ki so po navadi ugledni raziskovalci in s svojim ugledom in položajem za njihovo nadaljnjo usodo ne odgovarjajo, pomeni samo prenašanje odgovornosti zanje na neustrezna ramena.

Milan Trbižan

Slika 54: Članek v časopisu Delo, 29.10.1997

Prvi inženir študijske smeri *Materiali na NTF*

Nismo več ne v železni ne v bakreni dobi, današnji čas je obdobje sinteze materialov

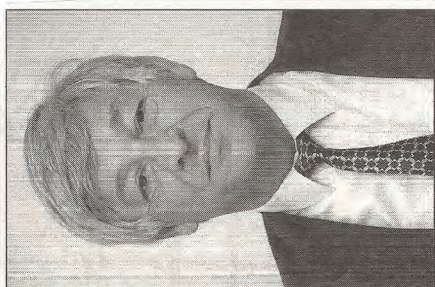
Za vsak izdelek potrebujemo material z določenimi lastnostmi. Če v davni preteklosti so zahtevali takšne materiale, ki jih v naravi ni bilo, Z bromom se je začelo novo obdobje razvoja materialov, ki je vedno hitrejši in mu ne vidimo konca. Danes novi materiali, kot so optična vlakna, kompoziti, polprevodniki in drugi, določajo zmogljivosti visokih tehnologij, ki ostajajo domena industrijskih držav. Vendar se tudi uporaba klasičnih materialov, kot so železo, jeklo, aluminij, magnezij, steklo, keramika ter drugi inženirski materiali, še vedno širi in daje temelj vsaki tehnologiji. Visokovredni izdelki, izdelani iz izboljšanih klasičnih in tudi novih materialov, so evropska perspektiva.

Na Univerzi v Ljubljani je študijska smer *Materiali* novo, interdisciplinarno področje, ki se je razvilo na Naravoslovnotehniški fakulteti iz metalurgije, kemije in fizike. V svetu je bolj poznano z angleškim poimenovanjem *Material Science*, ki obstaja na številnih poznanih univerzah. Raziskav, ki omogočajo razvoj različnih materialov, je vedno več,

so izdelani večinoma iz delov, ki so uliti iz sive litine, njihova masa se zmanjšuje, čeprav so vedno bolj trajni. Da bi zmanjšali maso pri osebnih avtomobilih, ulijejo iz sive litine le še delovni valj, tega nato za lijejo v aluminijevu žilino, ki ima manjšo gostoto. V novem času poteka zamenjava še z magnezijevimi žilninami, ki so še lažje. Avtomobilski sedeži je na primer prej sestavljalo 127 kovinskih delov danes zadestuje le še šest nosilnih elementov. Iz Cimosa poročajo, da so se lahko sključili kot dobavitelji za BMW, le s sestavljenimi deli, ki so temeljito inovirani. Ukvarjeni z razvojni sistem je kombinacija dveh zelo različnih materialov, katerih obratna obstojnost, trdnost in toplotna prevodnost morajo biti sinchronizirane. V ta namen so bili na NTF uvedeni predmeti, kot so izdelava kalna metalurgija, nacravanje materialov, struktura in lastnosti, termodinamika materiala, analiza strukture in sestave in še nekateri drugi. »Je povedal prof. dr. Milan Trbižan.

Razvoj materialov se zdi pri nas pogosto samoumeven v nasprotju z bolj razvitem svetom, kjer so materiali poleg energije in informaitke najpomembnejše razvojno področje. Med rednim študijem imajo študenti možnost, da sodelujejo pri raziskovalnih in izpopolnjujejo naši študenti v okviru difuzijskih nalog in doktorskih disertacij. Načrtje pa se tudi prepotrebneje jezika. Pred dvema letoma smo začeli sodelovati z visoko šolo v Aalahu, kjer je največji evropski center za tlačno litje. Na našem

Prof. dr. Milan Trbižan



Prof. dr. Milan Trbižan
izdelave zlitin bakra in železa, ki so jih izdelovali v pozni bronast dobi, od 11. do 7. stoletja pred našim stletjem, ki simbolizirajo povezave nekdanje materiale in sedanje znanje v prvem diplomskem delu te študijske smeri.

»Študij in poklic, ki me čaka, sta silno zanimiva, polna izzivov, ko gre za optimalno kombinacijo materialov. Poudarek je na upoštevanju njihovo varčno in do okolja prijazno uporabo pri inovirani izdelki. To pa je stratesko pomembno za Slove. nijo, saj ji manjka inovativnih tehnologij, še kako pa jih bo potrebovala pri poročevanju našega izvoza in približevanju Evropi.« je povedal prvi inženir materialov Martin Jeram.

Danica Velkavrh

Oddelku pa je doktoriral direktor Ivarne iz MAN v Nürnbergu, več diplomantov pa je opravilo raziskave pri nas. Študij *Materiali* obsega poleg temeljnih naravoslovnih znanj tudi injinovo izdelavo, predelavo in preiskavo. Obravnavani so tako materiali, ki se uporabljajo v vsakdanjen življenju kot tisti, ki se uporabljajo v tako imenovanih visokih tehnologijah. To so predvsem kovinski materiali, kompoziti, keramika in umetne snovi. Tehniko kombinacije različnih materialov obvladujejo diplomirani inženirji študijske smeri *Materiali*.

Materiali so bili v vsej zgodovini človeštva zelo pomembni, saj so se cela obdobja imenovala po njih. Nismo več ne v bakreni ne v železni dobi, ampak to novo obdobje imenujemo obdobje sinteze materialov. Študij materialov lahko vpišejo vsi, ki so opravili maturi. Po končanem študiju je mogoče nadaljevati podiplomskega. Diplomante lahko s pridom uporabijo podjetja metalurške, ivarskokovinske predelovalne, keramične, kemične in strojne industrije, tudi v svojih razvojnih oddelkih, ter raziskovalne ustanove. Poznavanje kovinskih in drugih materialov je lahko odlično izhodišče tudi za samostojno podjetništvo. V nase študijske programe vključujemo tudi povsem nova in zanimiva področja, kot so zlatarstvo, umetniško litje in kovnanje, oblikovanje izdelkov s pomočjo računalniške simulacije, sodobne površinske obdelave in druge izdelovalne tehnike. »Je povedal prof. dr. Milan Trbižan.

Optimalna kombinacija materialov

Martin Jeram iz Radovljice je s štirimindvajsetimi leti zapisan v zgodovino kot prvi inženir materialov, ki je diplomiral v Sloveniji. Za to študijsko smer se je odločil že v srednji šoli, saj ga je od malega veselila tehnika, še bolj pa materiali. Njegova diplomska naloga ima naslov *Simulacija*



Prof. dr. Milan Trbižan

plomi na raziskovalnih ustanovah v tujini. »Z Univerzo v Clausthalu sodelujemo že 35 let. Na njej se skoraj neregularno izpopolnjujejo naši študenti v okviru difuzijskih nalog in doktorskih disertacij. Načrtje pa se tudi prepotrebneje jezika. Pred dvema letoma smo začeli sodelovati z visoko šolo v Aalahu, kjer je največji evropski center za tlačno litje. Na našem

Slika 55: Članek v časopisu *Delo*, 4.3.1998

Siva litina kljub vsemu ostaja

Odmev

V prilogi Znanost, ki je izšla 24. februarja letos, je bil objavljen krajši članek (jeklo, železo, litina), v katerem skaša avtor razgrniti celotno paleto kovinskih materialov na podlagi železa skupaj z njihovimi lastnostimi in uporabo. Ker tega ni mogoče tako na kratko obdelati, vsebuje članek vrsto nejasnosti in netočnosti, nekatera pomembna področja pa so enostavno spuščenata. Zato tudi ni mogoče podati popravkov, v naslednjem so navedena samo nekatera zgodovinska dejstva, ki pa so zanimiva tako za splošno poznavanje tedanje in sedanje uporabe materialov kakor tudi za prikaz našega deleža pri tem razvoju.

Siva litina je znana že 2500 let in je še danes najpomembnejša med vsemi vrstami litega železa. Res je, da je krikka, a je tudi najpogostejši razvoj drugih materialov ni mogel izpodrinuti, nasprotno, ugotovili so, da je naravni kompozit in enkratna kombinacija dveh zelo različnih materialov. V osnovni strukturi, ki je podobna običajnemu jeklu, ima namreč vgrajene še grafitne luske (lamelle). To



Zabojniki za radioaktivne odpadke v livarni Siempelkamp, Krefeld.

daje litini povsien spremenjene lastnosti, med drugim izredno dobro toplotno prevodnost, s tem pa tudi odpornost proti ponavljajočim se temperaturnim šokom. Zato bo še naprej ostala nenaadomestljiva za dizelske motorje, toplotne izmenjevalce, zavorne obloge, kokile v jeklarstvu, livarstvu in drugod. V zgodovini se je uporabljala tudi za graditev mostov, pravega so naredili v Angliji leta 1779 in velja kot eden od spomenikov industrializacije.



Domači zavorni sistemi Kovis za najhitreje vlake.

Nismo zaostajali

Vendar tudi pri nas nismo zaostajali. V železarni in železolitarni Dvor pri Žemberku, ki je obratovala od začetka do konca prejšnjega stoletja in je bila v sedanjih avstro-ogarskih monarhiji ena največjih, so leta 1867 uliti nosilne elemente in tudi okrasno ograjo za nekdanji Hradeček (Cevljarski) most v Ljubljani. Na tem mestu pa je ostal le do leta 1931, ko je arhitekt Plečnik zgradil novega, prejšnji pa rabi še danes kot most čez Ljubljaničo na Poljanskem masipu, ki je tik za Kliničnim centrom. V nasprotju z mostom v Iron-Bridgeu, ki ga prikazujejo kot zgodovinsko znamenitost, je naš obdan z množico različnih vodov in kablov, ki zbirajo pogled na litoželezne elemente in jih mogoče narediti ni dobrega fotografiranskega posnetka. Na ta dosežek bi lahko bili upravičeno ponosni, saj dokazuje, da smo že tedaj uspešno sledili najpogostejšim industrijskim dosežkom v Evropi.

Litoželezni most čez Ljubljaničo v Ljubljani, ulit leta 1867 na Dvoru pri Žemberku, nekdanji Hradeček (Cevljarski) most, posnetek iz leta 1931, pred prestavitvijo na Poljanski masip.

Že več desetletij pa je v industrijski uporabi tudi duktilna (žilava) siva litina, imenovana tudi nodularna litina ali litina s kroglastim grafitom, ki danes zavzema v industrijsko razvitih državah od 25 do 40 odstotkov od vseh ulitih litin. Glede žilavosti ima enake lastnosti kot jeklena litina, izdelava pa je manj zahtevna in zato neprimerno cenejša ter neustavljivo izpodriva druge vrste litin. Odpirajo pa se tudi povsem nova področja uporabe, kot je na primer ulivanje posebnih zabojnikov za shranjevanje in transport radioaktivnih odpadkov iz jedrskih elektrarn. Prav ulivanje teh izrednih tehničnih dosežek, saj morajo zabojniki izpolnjevati posebne tehnične zahteve, ki jih predpisuje Mednarodna agencija za atomsko energijo. V znani livarni Siempelkamp v Krefeldu ulivajo litni največje, ki tehtajo do sto ton in imajo stene debele do 700 mm. Vzdržati morajo posebne, izredno zahtevne varnostne preizkuse, simulirajo na primer trenje vlakov pri transportu, pri



Litoželezni most v Wolwerhamptonu.



Zavore tudi za najhitreje vlake

Pri nas smo že v začetku 60. let začeli izdelavo žilave litine, v Železarni Štore je nastala Livarna nodularne litine, ki je dosegla izreden tehnološki in količinski razvoj. Pridobila si je zavidljive mednarodne certifikate (na primer TÜV), vendar ji kljub temu prehodno obdobje zaradi brezbrzičnosti odgovornih ni prizaneslo. Danes obratuje kot Livarna Kovis z zmanjšano kapaciteto, a se ta ponovno povečuje. Ohranjen mednarodno kakovost pa livarna dokazuje z ulivanjem oblog za domače zavorne sisteme Kovis za najhitreje evropske vlake, ki dosežejo hitrosti do 320 km/h.

Milan Trbižan

Slika 56: Članek v časopisu Delo, 10.3.1999

Viri:

1. Gospodarska zbornica Slovenije: Tehnične in tehnološke informacije, 1985
2. Trbižan Milan: Razvoj oplaščenja kremenovega peska v peskokopu Moravče, interna izdaja, Termit, 1975
3. Livarski vestnik letnik 1954 do 2005
4. Trbižan Milan, Trbižan Katarina: Delo društva livarjev Slovenije v obdobju 50 let 1953 - 2003 (dvojezična izdaja v slovenščini in angleščini), 2004, 31 strani
5. Livarski svetovni kongresi
6. 50 let Termita 1960 - 2010, interna izdaja Termita, Moravče



3 Študije k zgodovini slovenskega livarstva

Zadnja leta je dr. Milan Trbižan raziskoval dolgo in bogato zgodovino livarstva v Sloveniji. Javnosti je odkrival manj poznane in nove, nepoznane dosežke v livarstvu ter jih posredoval domači in tuji javnosti: prispevek J. V. Valvasorja v livarstvu; litoželezni Hradeckega most v Ljubljani, narejen v Železolivarni na Dvoru pri Žužemberku; pomen litega železa kot ključnega materiala pri industrijski revoluciji; Fužina v Kamniku itn. Poleg tega si je zelo prizadeval za postavitve kipa mamuta v naravni velikosti v Kamniku.

3.1 Globalni pomen Janeza Vajkarda Valvasorja

3.1.1 Evropa in svet v času Valvasorja

Stanje v Evropi v 16. in v 17. stoletju je bilo zakoreninjeno na srednjeveških običajih in izkušnjah. Slonelo je na starih načelih, brez stremenja k spremembam, ki naj bi prinesle lepše življenje in boljše razmere. Površine so bile poraščene, pokrite z gozdovi, poseljenost je bila majhna, zato so bile tudi poti in druge komunikacije slabe, prenos informacij počasen. Življenjska doba ljudi je bila kratka. Umrljivost med novorojenčki je bila zelo velika, razsajale so različne epidemije, ki so prispevale k počasni rasti števila prebivalstva in zavirale civilizacijski razvoj.



Slika 57: Evropa in svet v času Valvasorja

Oblast in bogastvo sta bili podedovani in v rokah peščice zgornjega sloja ljudi. V družbi ni bilo zamisli in pripravljenosti za spremembe. Prevladovala je zazrtost v preteklost, v stare navade in verovanja. Med prebivalci so bile udomačene čarovništvo in vraže, h katerim so se zatekali v nevednosti in v težavah. Verovali so v hudiča in njegovo nadnaravno delovanje. Tudi naravne pojave, ki jih niso razumeli, so razlagali kot delovanje nad- in podzemskih sil. Razlage so pogosto izvirale še iz poganskih časov in verovanj.

Prepričanje, da bi lahko bilo življenje lepše in daljše ter da so zato potrebne spremembe, je gojilo le nekaj znanstvenikov v Evropi, ki pa so bili še brez vpliva v javnosti in pri oblastnikih. Taka spoznanja in stremjenja so se pojavljala nepovezano, na različnih področjih evropske družbe. Sčasoma so postala vedno bolj zgoščena, enotna in bolj glasna. Izoblikovalo se je prepričanje, da je potreben zlom dotedanjega srednjeveškega reda.

Pri tem je bila vodilna Evropa, predvsem srednja, medtem, ko je preostali svet zaostajal. Na obe ameriški celini je evropski vpliv šele prodiral, najpogosteje je bil povezan z zavojevalskimi interesi. Iz Afrike so uvažali sužnje, ki so delali na plantažah veleposestnikov; v severni Ameriki pa so evropski zavojevalci izrivali prejšnje prebivalce, njihov prostor pa so zavzemali evropski priseljenci z neprimerno boljšo tehnologijo in načinom življenja. Priseljenci so v težkih razmerah prodirali na ameriški zahod, kjer so dobili svoja zemljišča, ki so jih začeli obdelovati. Kljub vsem težavam, ki so jih pri tem pestile, so s trdim delom izkoriščali naravno bogastvo in z visoko produktivnostjo razvili kapitalistični sistem.

Podobno je bilo v Avstraliji, kjer so evropski kolonialisti jemali prostor Aboridžinom. Tudi na azijsko celino so začeli prihajati evropski trgovci, ki so vzpostavili trgovske poti in uvažali robo, ki je v Evropi še niso poznali, kot so: svila in njena izdelava, papir, smodnik, žad, začimbe, dišave, čaj. Na japonskem, mongolskem in kitajskem dvoru so se pojavili prvi misionarji, ki so uspešno pomagali izkoriščati naravno bogastvo.

Razvoj znanosti in umetnosti je nedvomno dosegel najvišjo stopnjo v Evropi, kjer so se že izoblikovale države kot Anglija, Francija, Nemčija ter Nizozemska z večjo naseljenostjo in možnostjo komuniciranja, predvsem pa z večjim intelektualnim potencialom.

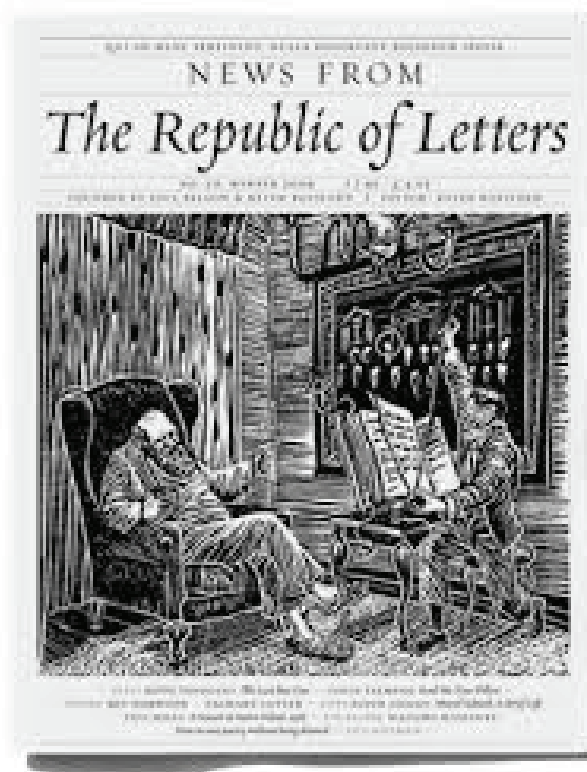
3.1.2 Prvi znanilci sprememb

Že v 15. stoletju so evropski intelektualci zasnovali »Republiko znanstvenikov«, in pričeli povezovati vse, ki so bili zainteresirani za literaturo in znanost. Združevali so se v akademijah, največkrat v zaprtih intelektualnih krogih. Sporazumevali so se v lokalnih območjih, kasneje tudi v širšem območju, z dopisovanjem, saj je bilo srečevanje in sestankovanje zaradi slabih komunikacij povezano z dolgotrajnim potovanjem. Izoblikovalo se je temeljno stališče, da ugled v družbi in medsebojno spoštovanje naj ne bosta ustvarjena s podedovano oblastjo ali z velikostjo imetja, temveč s kvaliteto znanja in argumentacije. Ta miselnost za zgornji sloj še ni predstavljala nobene nevarnosti glede oblasti in lastništva, pomenila je le napoved novega obdobja in sprememb.



Slika 58: Prvi znanilci sprememb

Prvo resnejšo grožnjo je v javnosti predstavljal začetek izhajanja publikacije »Republika pisem« (»Republic of Letters«), ki je v obdobju od 1684 do 1687 pričela izhajati v francoskem jeziku. Vsak od zvezkov, ki so izhajali mesečno, je prinesel 100 strani dopisov mnogih avtorjev iz različnih področij. Vsebina ni bila namenjena le intelektualcem, temveč tudi bralcem, ki niso bili učeni. Dotedaj težko razumljivi filozofski in/ali teološki teksti so začeli obravnavati tudi druga področja in so postali dostopni tudi manj izobraženim. Izpostavljeni so bili recenzijam in drugačnim mnenjem. Zvezki so izhajali v Rotterdamu, ki je bil evropski center religiozne svobode. Prinašali so kritiko absolutizma in dogmatizma ter bili neposreden izziv plemenitašem. Bili so vir znanja in argumentacije razsvetljenstva in znanstvene revolucije.



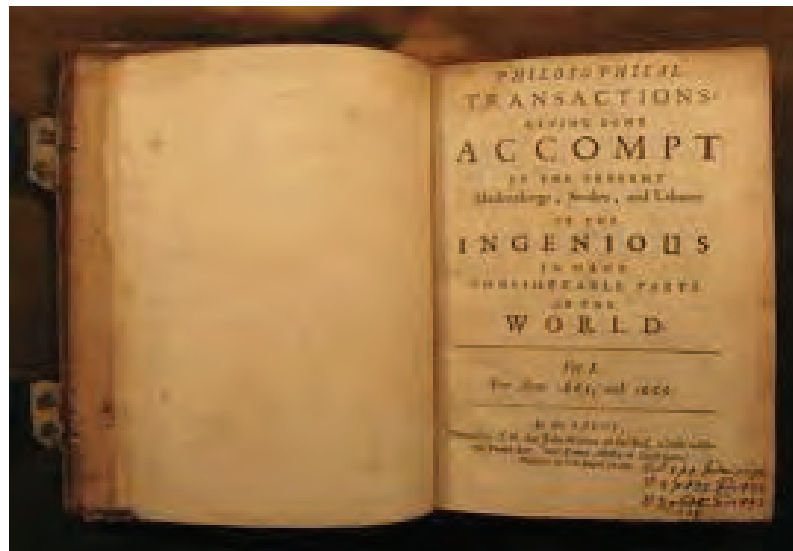
Slika 59: Publikacija »Republic of Letters«

Leta 1688 je v Londonu izšla tudi knjiga avtorice Aphre Behn »Oroonoko ali zgodba kraljevega sužnja«, v kateri se je odločno zoperstavila suženjstvu in dominaciji moških. Ženske naj se osvobodijo svoje vpreženosti v meščansko konvencionalnost in naj svobodno povedo, kar mislijo.

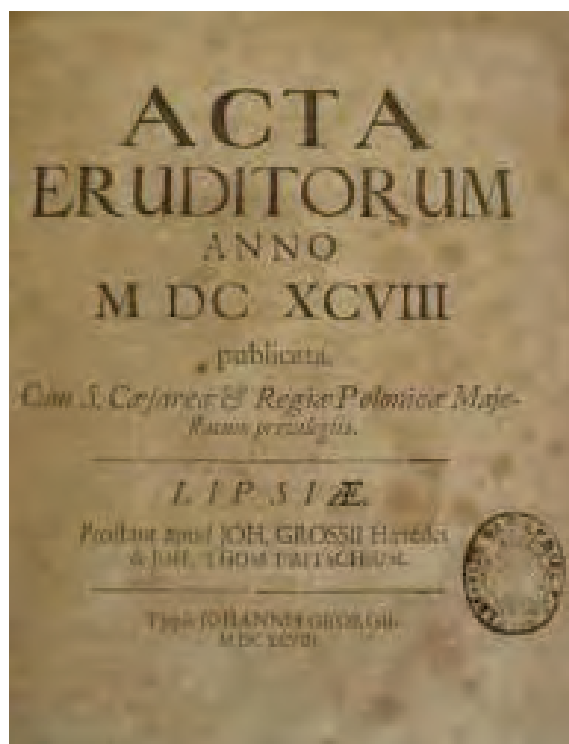
Istega leta, 1688, je v Franciji sledil javen poziv vsem, ki so delovali v kulturnem življenju, da se udeležijo in sodelujejo »v sporu med starim in modernim«. Charles Perrault, soustanovitelj francoske akademije znanosti, je istega leta izdal pomembno delo »Primerjava med starim in modernim na področju umetnosti in znanosti«, v katerem je bil proti uporabi latinščine v pesništvu, kar je bilo običajno v 17. stoletju. Pesniki naj uporabljajo živ jezik, slikarji pa so pričeli razvijati nove slikarske tehnike. S svojimi stališči je Perrault sprožil nastop moderne, predvsem v umetnosti, in francoski intelektualci so se mu enotno priključili. Francoska akademija znanosti je bila ustanovljena leta 1699. V začetku so se člani neformalno srečavali vsaka 2 tedna, nato pa so istega leta, 1699, sprejeli statut, ki je določal tudi število članov (največ 70). Akademija se je v začetku ukvarjala z meritvami zemlje, določila je meter kot dolžinsko enoto. Delovala je do leta 1795, ko je bila ukinjena.

Najbolj učinkovito je potekala znanstvena revolucija v Angliji, v Londonu. Leta 1660 je bila na kraljevo pobudo ustanovljena »Royal Society«, kraljeva družba za naravoslovna znanja, ki še danes obstaja in povezuje ne samo angleške, temveč tudi naravoslovne znanstvenike iz tujine. Družba je z neposrednim dopisovanjem vzpostavljala stike z znanstveniki, najbolj uspešne pa tudi včlanila v družbo. Povezovali so se predvsem z dopisovanjem, ki je bilo tedaj edini možen način komuniciranja. Pridobivala je dosežke znanstvenikov in jih objavljala v prvi znanstveni publikaciji za naravoslovne

znanosti, ki jo je v ta namen družba ustanovila. To je bila publikacija »Philosophical Transactions for natural sciences«, pričela je izhajati leta 1665 in izhaja še danes v dveh izdajah: prva je izključno namenjena dosežkom v ožji fiziki, v drugi izdaji pa objavljajo dosežke iz preostalih naravoslovnih ved.



Slika 60: Publikacija »Philosophical Transactions«



Slika 61: Publikacija »Acta Eruditorum«

Najbolj ugledna tedanja revija, ki je izhajala mesečno, je bila »Acta Eruditorum«. Prinašala je izvlečke in recenzije o vseh pomembnih objavah, ki so izšle na področju znanosti. Izhajala je v Leipzigu od leta 1682, in sicer v latinskem jeziku.

»Royal Society« je združevala pomembne znanstvenike iz področja naravoslovja: astronoma Johna Flamsteeda in njegovega naslednika Edmonda Halleya, fizika Roberta Hookeja (izboljšave mikroskopa), Francoza Denisa Papin (vodna para), Roberta Boyla (eksperimentalna kemija), medicenca Sydenhama, mineraloga Woodwarda, zoologa Raya, botanika Morrisona itd. Največji med njimi je bil gotovo Isaac Newton, ki je bil svetel zgled tedanje dobe in velik zmagovalec v boju za preboj razumništva. Dokazal je, da potekajo dogajanja v naravi na osnovi fizikalnih zakonov. Z znanstvenimi opazovanji in izračuni je spremenil in uveljavil nov pogled na svet, katerega začetnika sta bila Nikolaj Kopernikus in Galileo Galilei. S 26 leti je že postal profesor na univerzi v Cambridgu. Leta 1687 je objavil temeljno delo »Matematične osnove filozofije narave«, kjer je z genialno ustvarjalnostjo pojasnil odvisnosti v naravi. Podal je osnovne zakone mehanike, optike, astronomije in matematike. Več desetletij se je boril za priznanje. Prišel je v spor s fizikom Robertom Hookejem in celo z angleškim kraljem. Z nemškim matematikom Leibnitzem se je boril za priznanje avtorstva o diferencialnem in integralnem računu, kar je vse do danes ostalo nerešeno. Leta 1672 je postal član Royal Society in leta 1703 celo njen predsednik, kar je ostal vse do svoje smrti leta 1723, vsako leto je bil ponovno izvoljen. Do konca življenja je bil ugleden in priznan znanstvenik. V znanstveni revoluciji je bil glavni mislec in triumfalni zmagovalec.



Slika 62: »Royal Society«

Delovanje družbe je potekalo zelo učinkovito z izmenjavo pisem, kar je bila naloga tajnika. V času Valvasorja je bil tajnik družbe Thomas Gale, s katerim je vodil obširno korespondenco. V to visoko, enkratno družbo so 14. decembra 1687 vključili Valvasorja za obširni prispevek o Cerkniškem jezeru.

Naravoslovna revolucija je zgostila svoja načela v knjigi »1688 - A Global Hystory« John E. Wills jr. leta 2002:

- naravni pojavi in procesi potekajo po naravoslovnih zakonih,
- razvoj je povezan z urbanizacijo in obrtništvom,
- vedno večji razmah publicistike in literature,
- nastajajo problemi svetovnih religij,
- nasprotovanje suženjstvu in
- bitka za enakost žensk in njihovo svobodo.

Če pogledamo ta seznam, zlahka ugotovimo, da je skoraj enak današnjemu, razen v prvi točki, kjer je napredek na področju naravoslovja nesporen.

Naravne pojave so začeli pojasnjevati z znanstvenimi dognanji. Pričelo se je odpravljati tudi zelo razširjeno vraževerstvo, vera v hudiča, čarovništvo, alkimija itd., ki jih danes skorajda ni več.

3.1.3 Valvasor in njegov globalni pomen

Če predpostavimo, da nam je vsaj v grobem poznano delo Janeza Vajkarda Valvasorja, je manj poznano, kakšen je bil njegov pomen v tujini in kako ga vidijo danes. Gre za globalno oceno njegovega doprinosa k razvoju evropske in svetovne civilizacije.

Prva ocena Valvasorja je bila objavljena že leta 1689 v decembrski številki »Acta Eruditorum«, le nekaj mesecev po izidu prvega zvezka glavnega dela »Die Ehre des Herzogtums Krain«. Na 11 straneh je objavljeno skupno mnenje vrste znanstvenikov o senzacionalnem delu Valvasorja. Ocenjevanje se pričinja z omembo objave Schönlebna v prvem letu izhajanja »Acta Eruditorum« leta 1682, ki je pisal o do tedaj popolnoma neprepoznavni Kranjski. Zgledu Schönlebna, kot navajajo, je Valvasor sledil iz ljubezni do domovine. Priznavajo mu izjemno obsežnost in raziskovalno vrednost študije. Recenzenti navajajo posebnosti Kranjske pri obstoju taborov. Pri tem uporabljajo kar slovensko poimenovanje »tabori« in njihov pomen za obrambo pred Turki, nadalje vrsto zdravilišč, rudnik Idrijo, Cerknjško jezero itd. V marčni številki 1690 so objavljene še recenzije drugega, tretjega in četrtega zvezka, med katerimi navajajo orjaško delo Valvasorja tudi na topografskem in kulturno-zgodovinskem področju. To je bila tudi novost v izhajanju »Acta Eruditorum«, saj je bil opis Schönlebna povzet iz dokumentov, Valvasor pa prinaša ugotovitve in risbe iz neposrednih obiskov krajev. Z objavo obširne recenzije je postalo delo prepoznavno tudi v drugih deželah in sledili so prevodi v druge jezike. Celotno delo je bilo napisano na 3320 straneh in podprto s 533 skicami (bakrorezi), kar nam še danes vzbuja spoštovanje in občudovanje.

Kasnejšo oceno je podal leta 1896 P. Radics (2), ki je na Dunaju objavil separate odtise o Valvasorju, objavljene v publikaciji »Österreichisch-Ungarische Revue«. Vzpodbudil ga je sklep ministrstva monarhije na Dunaju, da postavijo v Valvasorjevem rojstnem kraju, v Ljubljani, spomenik. Nekaj let kasneje, leta 1903, ga je tudi postavil domači umetnik Alojz Gangl na prejšnjem Valvasorjevem trgu, pred Narodnim muzejem, kjer ga vidimo še danes.

P. Radics (3) je poudaril, da delo Valvasorja daleč presega tedanji čas in meje, imenoval ga je velikega patriota, ki je vse svoje življenje in genialno znanje, raziskovalno in pisateljsko delo ter celotno imetje posvetil svoji lepi domovini, tako na področju topo- in etnografije kot tudi zgodovine. Napisal je, da je Valvasor z bolečino ugotavljal, »da v znanstvenem svetu ne najdemo med mnogimi objavami opisa mest, trgov in gradov te lepe kneževine Kranjske«. Kot da gre za majhen nevreden kot v Evropi. Zato je poleg opisov dodal še skice in risbe, ki jih je narisal in skiciral sam, bakroreze so izdelali risarji in bakrorezi na gradu Bogenšperk.

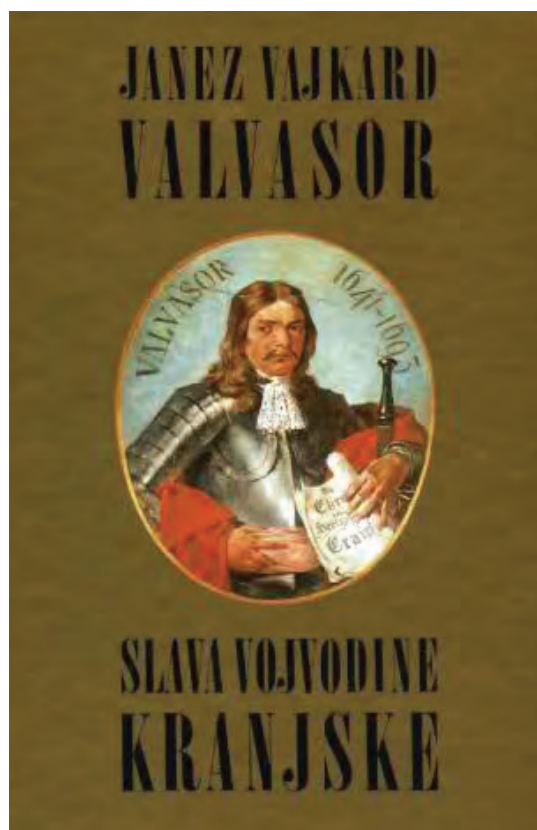


Slika 63: Kip Valvasorja v Ljubljani, postavljen leta 1903, avtor Alojz Gangl

P. Radics navaja v svojem obširnem delu knjigo Augusta Dimitza (1), Ljubljančana, cesarsko-kraljevega finančnega svetnika na Dunaju in sekretarja Zgodovinskega društva za Kranjsko, v kateri je posvetil eno poglavje Valvasorju. Imenoval ga je »Valvasorjeva kulturna epoha na Kranjskem«. Knjiga Augusta Dimitza je izšla 1876 v Ljubljani in obravnava celotno zgodovino Kranjske. O Valvasorju piše le faktografsko brez ocen ali lastnih stališč.

Radicsevo delo je izšlo v Ljubljani leta 1910 v gotici in prinaša celovit opis življenja in dela Valvasorja. Knjiga obravnava vsa področja Valvasorjevega delovanja in življenja ter predstavlja osnovni vir informacij današnjim opisom.

Danes imamo pred seboj novejšje ocene o delu Valvasorja. Omenili bi predvsem dve, ki sta manj dokumentirani. Prva se nanaša na razstavo o Valvasorju, ki je bila v Londonu leta 1687, o kateri je že leta 2006 na tem prostoru kratko poročal tedanji predsednik SAZU prof. dr. Boštjan Žekš. Poudaril je, da v današnji oceni Valvasorja ni več v ospredju opis Cerkniškega jezera. Novejši pomen dobiva njegovo obsežno delo na mnogih drugih področjih, ki imajo skupen namen, da predstavijo našo deželo/državo v svetu. Na omenjeni razstavi so bila predstavljena tudi dela Valvasorja. Ob 300-letnici izida «Slave vojvodine Kranjske» je bila v Ljubljani v Narodni galeriji razstava z naslovom Janez Vajkard Valvasor Slovincem in Evropi, z razstavnim katalogom, in znanstveni simpozij z 29 referati, ki so bili zbrani v Zborniku s prevodi v angleškem jeziku.



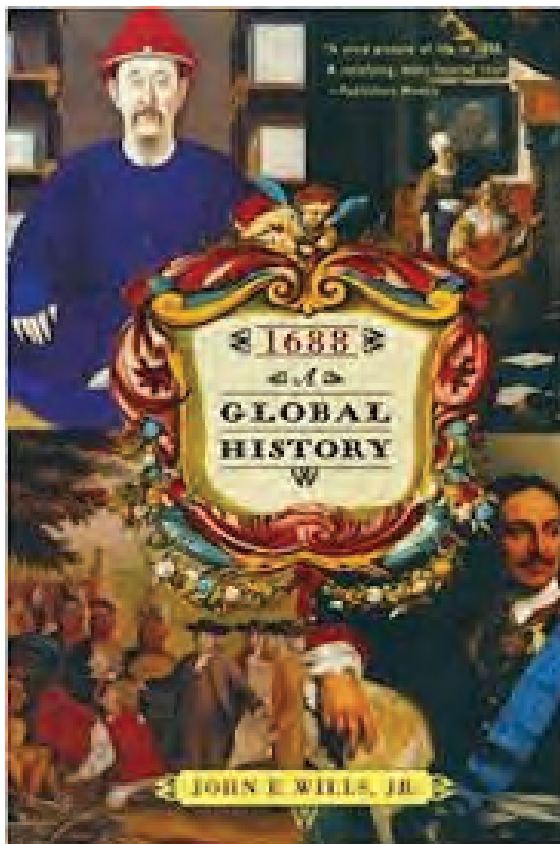
Slika 64: »Slava vojvodine Kranjske«

Najbolj pomembno oceno najdemo v obsežni knjigi ameriškega raziskovalca in profesorja zgodovine na univerzi Južne Karoline v Los Angelesu J.E. Willsa, jr: «1688 – A Global History» (6), iz leta 2001, kjer je 10 strani namenjeno Valvasorju in njegovemu delu. Uvršča ga med nosilce znanstvene revolucije oziroma prodora naravoslovja in razsvetljenstva: »Sodobniki so osuplo spoznali genialen doprinos Valvasorja k prepoznavnosti svoje dežele v Evropi«.

S »Slavo vojvodine Kranjske«, kot življenjskem delu, mu na osnovi njegovega večletnega znanstvenega in raziskovalnega ustvarjanja priznava globalni pomen. Ne pozablja nadalje na postavitev bakroreznice, ki je bila edina v tem delu Evrope. Tedaj je bilo namreč objavljane bakroreznih odtisov pokrajin in mest novost, zelo pomembno in razširjeno v prikazovanju značilnosti posameznih dežel. Valvasor se je tudi s tem vključeval v tedanje razvojne usmeritve.

V Evropi je na ta način predstavil našo pokrajino, gradove, mesta in trge. Pri tem je potrebno poudariti, da so bili tedanji bakrorezi izdelani iz bakrenih plošč, ki so bile slabe kakovosti, saj so omogočile le nekaj odtisov, preden so počile. Zato si lahko le približno predstavljamo obsežno delo v bakroreznici, ko so pripravljali bakroreze za »Slavo vojvodine Kranjske« ali za tisk topografij. Valvasor je običajno narisal le npr. grad, risbo so nato v bakroreznici risarji dopolnili z naravo v okolici in prenesli kot negativ na bakreno ploščo. J.E. Wills je osebno obiskal grad Bogenšperk, seznanil se je z obširno dejavnostjo Valvasorja, z njegovo nenavadno veliko knjižnico z več tisoč enotami, ki je danes v lasti

nadškofije v Zagrebu. Večjo knjižnico so imeli v Sloveniji le grofi Auerspergi. Izpostavil je obširno korespondenco Valvasorja s Thomasom Galejem, tajnikom Kraljeve družbe v Londonu.



Slika 65: »1688: A Global History«

J.E. Wills navaja prvo objavo v «Philosophical Transactions» leta 1687 v angleščini o izumu litja tankostenskega ulitka, s katero je, kot piše, Valvasor dobil položaj kandidata za člana Kraljeve družbe. Dosedaj te kandidature ni še nihče zabeležil, objava o tankostenskem ulitku pa je bila najbolj pogosto označena kot manj pomembna. Po njegovi začetni regionalni in nacionalni ter kasneje evropski razpoznavnosti je v oceni J. E. Willsa prvokrat poudarjen današnji Valvasorjev svetovni in globalni pomen. Zaradi njegovega genialnega znanja in spoznanj ga uvršča med elito tedanjega časa kot znanilca novih pristopov. »Republika znanstvenikov« je bila dosežek Evrope, centri pa niso bili le v Londonu, Parizu in nizozemskih mestih, temveč tudi v Benetkah in Leipzigu in bolj redko tudi drugod. Eden izmed takih glasnikov, ki je sodobnike, mogoče pa tudi nas, najbolj osupnil, piše J.E. Wills, je bil lastnik lepega majhnega gradu na pobočju reke Save, na pol poti med Benetkami in Dunajem. Iz Valvasorjevih glavnih del v letih 1687 in 1688 izhaja po mnenju J.E. Willsa prikaz stare Evrope s čarovništvom, hudičem in s podzemeljskimi silami, istočasno pa korespondira s Royal Society, miselnim centrom nove Evrope, kjer o takih temah ni govora. Leta 1685 je Valvasor vzpostavil stik z Royal Society in naslednje leto 1686 je poslal prvo objavo v London, v katerem je predstavil postopek preciznega litja kipa iz brona, ki ga je razvil, kot navaja, sam. Objava je bila, kot navaja J. E.

Wills, splošno priznana in leta 1687 je Valvasor že vedel, da je bil nominiran za kandidata za članstvo v tej ugledni družbi. Ta trditev je novost in popravlja B. Reisp, ki redno navaja, da je Valvasor dobil članstvo v Royal Society izključno na osnovi v decembru 1687 objavljenega članka o presihanju Cerknškega jezera. John E. Wills je osebno obiskal in raziskoval v Royal Society v Londonu, zato je nominacija o objavi o litju kipa Marije za slovensko livarstvo zgodovinskega pomena in dovolj verodostojna. Valvasorjeva objava o ulivanju kipa, ki je sicer bistveno krajša, obsega 4 strani, je pa prav gotovo prvi slovenski tehnični dokument, kot je v »Livarskem vestniku« že ugotovil naš kolega metalurg Aleš Lajovic.

Presihanje Cerknškega jezera je Valvasor raziskoval več let in na koncu zaključil, da gre za obširne votline v kraškem svetu, ki se spomladi napolnijo z vodo, ki priteka s hribov ob taljenju snega ali ob obilnem dežju. Ko je odtok, ki je samo eden, prešibak, voda odteka v nižje ležeče jezero, ki nato presahne, ko dotok vode v gornje votline upade. Gre torej za razlago naravnega pojava, ki temelji na medsebojnem vplivanju gladine vode v več veznih posodah, ki so na različnih nivojih. Presihanje Cerknškega jezera je namreč predstavljalo vrsti raziskovalcev veliko neznanko in nepojasnjeno dogajanje. Valvasor je tudi tukaj pokazal genialen talent in veliko željo, da proslavi svojo deželo.

Pri nas velja, kot navaja Branko Reisp, da je članstvo v »Royal Society« pridobil Valvasor le z drugo obširnejšo objavo (27 str.) o presihanju Cerknškega jezera, ki je izšla koncem istega leta 1687, ravno tako v »Phylosophical Tranactions«. Obe objavi zasledimo tudi v tedaj najbolj ugledni reviji »Acta Eruditorum« v Leipzigu v latinskem jeziku, in sicer najprej v decembrski številki leta 1689 o Cerknškem jezeru (recenzija) na straneh 634 – 644 in nato leta 1692 o litju kipa sv. Marije.

Zanimivo je, da v Evropi ni bilo mogoče zaslediti poleg odmevnega začetnega priznanja v »Acta Eruditorum« nobene novejši ocene Valvasorja, ki bi jo napisali tuji avtorji. Zato razveseljuje nevtralna in poglobljena obravnava ameriškega avtorja J.E. Willsa iz leta 2001, (6), v kateri pa nam mimogrede tudi očita, da je Slovenija še vedno neprepoznavna, kot je bila za časa Valvasorja. Zgleda, da si bomo morali prepoznavnost priboriti sami in da danes vsak narod skrbi le za svojo afirmacijo.

Med novejši obsežnejše raziskave uvrščamo tudi disertacijo dr. Marie Bidovec na univerzi La Sapienza v Rimu z naslovom: »Zgodnja narativnost na Kranjskem – Povedke v Slavi vojvodine Kranjske« iz leta 2004, (7), kakor tudi knjigo o Valvasorju, ki jo je napisala skupaj z Irmgard Palladino, ki je izšla leta 2009 v obsegu 207 strani na Dunaju pod naslovom »Johann Weichard Valvasor - Protagonist znanstvene revolucije 17. stoletja« (8). Imenujeta ga »Homo universalis baročnega časa«, na osnovi njegovih raziskovanj narave, etnologije, kartografije in založništva. Njegova speleološka in hidrološka spoznanja o krasu sta mu omogočila razjasnitev fenomena Cerknškega jezera in s tem članstvo v »Royal Society«.

Velik pomen pripisujeta postavitvi bakroreznice v gradu Bogenšperk kot prve na Kranjskem, kjer je nastal pomemben umetniški in raziskovalni center. Vidita ga kot človeka prehodnega časa, njegova empirična praksa je prinesla Evropi vidik prosvetljenstva, sam pa se prikazuje še kot otrok časa, v katerem so prevladovali škrti, vampiriji, iznajdbe zlata iz svinca, itd.

Zanimiva je uvodna ugotovitev obeh avtoric, da je to prva večja objava v nemškem jeziku po letu 1910, ko je izdal P. Ristič knjigo o Valvasorju in da bo moral nemško govoreči svet na novo spoznavati Valvasorja in njegov pomen iz današnjega vidika. Pri tem upoštevata izdajo založnika Trofenika, ki je natisnil »Slavo vojvodine Kranjske« še preden je izšel njen prevod v slovenščini. Omenjata celo, da je bil Valvasor na tem jezikovnem področju aktiven celo stoletje.

3.1.4 Ocena Valvasorjevega ulitka sv. Marije pred cerkvijo sv. Jakoba v Ljubljani

Valvasor je z objavo »Slave vojvodine Kranjske« najprej razgrnil svojo neverjetno obširno in poglobljeno raziskovalno in pisateljsko usposobljenost, pri risbah za bakroreze je izkazal tudi velik talent za risanje, z litjem skulpture sv. Marije pa je dokazal svojo genialno vsestranskost in hitro spoznavanje zakonitosti tudi na področju ulivanja kipov s pomočjo iztaljivih vošččenih modelov.

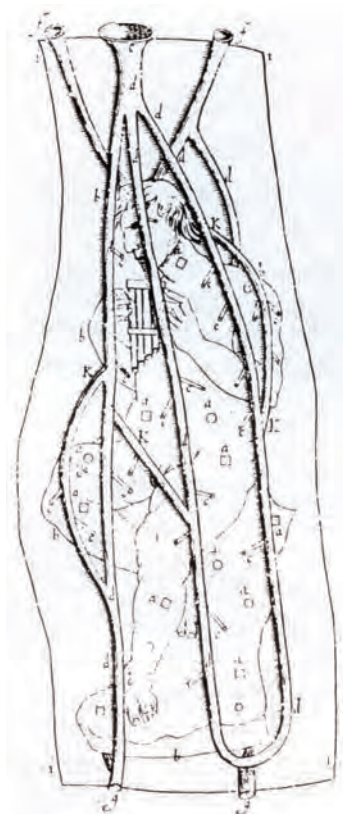


Slika 66: Kip sv. Marije pred cerkvijo sv. Jakoba v Ljubljani (ob postavitvi - iz Slave Vojvodine Kranjske)

Leta 1664 so Kranjski deželni stanovi sklenili, da se v zahvalo zaradi zmage nad Turki in za obvarovanje pred kugo postavi v Ljubljani kip sv. Marije. Kuga je namreč prodirala z Dunaja in se je

ustavila šele pred Gradcem. Po daljšem premoru se je leta 1680 sestala visoka komisija, ki je določila mesto, kjer bo kip stal. V Benetkah so naročili ulit kip s podstavkom, ki pa ni ustrezal, zato so ponudili Valvasorju, da modelira in ulije novega. Valvasor je pritegnil k modeliranju salzburškega kiparja Wolfa Weisskirchnerja, k ulivanju pa ljubljanskega zvonolivarja Krištofa Schlaga. Tesno sodelovanje z obema strokovnjakoma je bilo neizogibno, saj je pri litju votlih ulitkov s čim tanjšo steno tako modeliranje kot tudi ulivanje prepleteno in zahteva popolno koordinacijo, ki jo je prevzel Valvasor. Ulivanje je potekalo v zvonolivarni K. Schlaga nad Karlovškimi vrati št. 15 (nad predorom, v kasnejši Samassovi zvonolivarni), in sicer dne 16. decembra 1681 s popolnim uspehom. To pomeni, da je bil ulitek brezhiben in da niso bili potrebni dodatni popravki. Deželni stanovi so leta 1682 zapisali, da je Valvasor kip tako »izredno pohvalno ulil, da vzbuja pri vseh tujcih občudovanje in presega druge kipe. Delo bo hvalilo mojstra mnogo sto let«.

Strokovnih ocen pravzaprav ni. Ob objavi v »Philosophical Transactions« leta 1687 je poznana le pripomba fizika Roberta Hooka, ki je ugotovil, da ulitek ni nič posebnega, podčrtal je le, da je v zlitini povečan delež cinka. Pri tem je potrebno pripomniti, da je bila s tem zagotovljena boljša livnost, vendar je to le ena od mnogih zahtev, ki jih je izpolnil Valvasor, da je ulitek popolnoma uspel, to je brez površinskih napak, tako na tankih kot tudi na debelejših stenah.



- a – koščki kovine*
- b – jedro*
- c – mali kanali*
- d – veliki navpični kanali*
- K – veliki prečni kanal*
- e – kjer se stekajo veliki kanali*
- f – zračniki*
- g – odprtina za iztekanje voska*
- i – celotna forma*

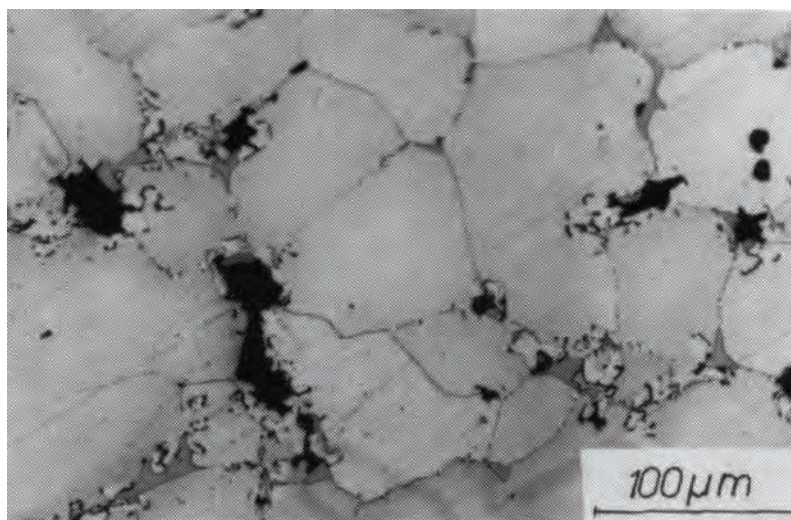
Slika 67: Razvejan ulivni in napajalni sistem, kakršnega je uporabljal Valvasor pri litju tankostenskih ulitkov (iz Acta Eruditorium, Leipzig, 1692, v latinskem jeziku)

Iz skice ulivnega sistema lahko vidimo, da je bilo Valvasorju jasno več zakonitosti, ki jih moramo upoštevati pri litju votlih, tankostenskih ulitkov; o nekaterih je pisal že sam Valvasor. Te so: zlitina doteka od zgoraj navzdol in naredi spodaj, na dnu obrat za 180 stopinj, kar zagotavlja ob dviganju ponovno navzgor in dotekanju v livno votlino čimbolj laminarni tok. Zrak in pline, ki se nahajajo v formi in ki se tvorijo med litjem (atmosfera livne votline), iztiska dotekajoča talina skozi posebne kanale navzven (zgornji del forme). Ulivni sistem je pravilno razvejan, najbolj številni in tanki so dovodni kanali, po katerih doteka talina neposredno v tanke stene votlega ulitka.

Danes ne ulivamo več ulitkov take velikosti (2,4 m) v enem kosu, saj zahteva tako ulivanje veliko znanja in tudi tveganja, pogosto se namreč pojavijo napake, zaradi katerih so potrebni zahtevni in dragi popravki, oziroma so ulitki neuporabni. Danes ulivajo ulitke v naravni velikosti človeka iz 4 - 6 ali več tankostenskih ulitih kosov, ki jih nato natančno zvarijo in zware zbrusijo. Tako so izdelani tudi vsi večji kipi, ki jih vidimo v Ljubljani.

Skulpturo pred cerkvijo sv. Jakoba so ulili pokončno, v enem kosu. Pri tem talina, ki ima veliko specifično gostoto, okoli 7 kg/dm^3 , pada z veliko hitrostjo, vsrkava zrak in pline, kakor tudi odnaša delce s površine ulivnega sistema. Če se ti delci ali plini, kakor tudi žilindrni delci, zgostijo na enem mestu, je ulitek lahko izmeten. Zato je moral biti tok taline čimbolj laminaren, brez turbulence, tako, da ostanejo vključki in plini enakomerno porazdeljeni po ulitku brez zgoščevanja.

Na sliki vidimo mikrostrukturo majhnega vzorca, vzetega iz kipa. Vidimo veliko krčilnih lunckerjev, ki so temni, ostrorobi in napolnjeni s svincem, ki se strdi zadnji. Medtem ko plinskih in zračnih mehurčkov, s povsem okroglo obliko in gladko površino, ne vidimo.



Slika 68: Mikrostruktura α medi, kjer je vidna faza δ sistema Cu-Sn (rahlo temnejša faza na kristalnih mejah)

Tedaj tudi še niso poznali postopkov filtriranja za odstranjevanje teh delcev in plinov iz taline pred litjem. Verjetno je Valvasor pri raziskavah Cerkniškega jezera dodobra spoznal zakonitosti pretoka

tekočin, ki so mu bile pri ulivanju popolnoma jasne. V članku Valvasor piše o glazuri, s katero je prevlekel ulivni sistem in poudarja, da je bila površina ulivnega sistema gladka in da je bil tok taline tekoč, «freely», kot se je izrazil v pismu Th. Galeju.

Tehnika litja votlih tankostenskih ulitkov je bila tedaj dobro poznana, tudi pri tako velikih ulitkih. V morju ob Malem Lošinjju so npr. pred nekaj leti našli povsem ohranjen votel kip Apoksiomena iz 4. stoletja, ki ga trenutno restavrirajo. Ulit je bil v enem kosu, torej so tedaj dobro poznali zahtevno tehnologijo litja tankih sten. Tehnologijo litja, kjer so uporabili iztaljive voščene modele, so poznali že vsaj pred 5000 leti, toliko so namreč stari najstarejši ohranjeni votli ulitki. Žal pa ni tehnologija nikjer dokumentirana, zahtevne rešitve so nastajale in ostajale nenapisane znotraj livarskega strokovnega kroga. Ko je ta nehal delovati, so šle v pozabo. Tudi današnji ugledni livarski strokovnjaki, ki raziskujejo in pišejo zgodovino livarstva, se tega ne dotikajo, saj ni virov. Zato ni mogoča ocena doprinosa livarskega mojstra K. Schlaga in samega Valvasorja. Lahko naredimo le nekaj sklepanj. K. Schlag je bil zvonolivar, tovrstna tehnologija je dobro dokumentirana in poznana, se pa povsem razlikuje od litja tankostenskih votlih ulitkov. Zato je lahko K. Schlag prispeval le osnovno livarsko tehniko, livni prostor in sodelavce z izkušnjami pri delu večjih ulitkov. Vsekakor lahko pripisujemo Valvasorju genialno in hitro spoznavanje zanj povsem novih nalog in zakonitosti, ki jih je moral uporabiti in pri katerih ni imel predhodnih izkušenj. Za K. Schlaga namreč tudi ni poznano, da bi v drugih primerih ulival po tem postopku.

Viri:

1. August Dimitz: *Geschichte von Krain*, Ljubljana, 1896, (396 str.)
2. Peter v. Radics: *Johann Weikhard Freih. von Valvasor*, Wien, 1896, (60 str. v gotici)
3. Peter v. Radics: *Johann Weikhard Freiherr von Valvasor*, Ljubljana, 1910, (360 str.)
4. Branko Raišp: *Korespondenca Janeza Vajkarda Valvasorja z Royal Society*, Ljubljana, 1987, (132 str.)
5. Branko Raišp: *Janez Vajkard Valvasor*, Ljubljana, 1983, (431 str.)
6. John E. Wills: *1688 jr. – A Global History*, New York, 2001, (512 str.)
7. Maria Bidovec, disertacija: »Povedke v Slavi vojvodine Kranjske«, Univerza La Sapienza v Rimu, 2004
8. Maria Bidovec, Irmgard Palladino: »Johann Weichard Valvasor- Protagonist znanstvene revolucije 17. stoletja«, Dunaj, 2009, (207 str)
9. Ulivni sistem za kip pana (dečka), skica je iz pisma Th. Galeju leta 1686, iz razprave o ulivanju tankostenskih kipov
10. Gerhard Engels: *5000 Jahre Giessen von Metallen*, Düsseldorf, 2007
11. Milan Trbižan, Primož Mrvar: *Objava J. V. Valvasorja o litju tankostenskih kipov*. *Glasnik Slovenske matice*, let. 29/31, št. 1/3

3.2 Hrdeckega most v Ljubljani

V drugem in zadnjem razcvetu železolivarne na Dvoru v obdobju 1842 – 1870 so leta 1867 ulili in postavili v Ljubljani litoželezni most kot svoje največje naročilo. S tem smo se priključili tedanjim trendom v Evropi, ko je nekaj desetletij pri gradnji prevladovalo lito železo, ki je nadomestilo kamen. Tako smo tudi mi po mostu na reki Severn v Angliji dobili litoželezen most čez Ljubljanico, vendar z mnogimi izboljšavami in v lastni brezhibni tehnični izvedbi, na katero smo lahko ponosni in ki predstavlja prvovrsten tehnični spomenik. Postavljen je bil ob današnji Zlati ladjici in ga poimenovali po tedanjemu županu Ljubljane Hrdeckemu.

Prva selitev je bila leta 1931, ko ga je arhitekt Plečnik dal prestaviti iz prvotnega mesta na konec ljubljanske bolnice, kjer je bila mrtvašnica (mostu se je prijelo ime Mrtvaški most) in kjer ga desetletja nismo vzdrževali. Do leta 2004 so po njem vozili najtežji tovornjaki, zaradi česar je popokala litoželezna ograja in so most zaprli za promet z vozili. Izredno lepe in tehnično enkratne nosilne loke so zakrili s plinovodom.

Februarja 2010 so mostno konstrukcijo odstranili z lokacije pri Porodnišnici in obnove potrebne dele prepeljali v tovarno Livar, kjer so konstrukcijo pregledali, obnovili in zaščitili s protikorozijsko barvo. Leta 2011 ga je Mestna občina Ljubljana premestila na današnjo lokacijo, ki velja za eno najlepših razglednih točk v tem delu toka Ljubljanice. Hrdeckega most danes povezuje Krakovo in sprehajalne poti ob Ljubljanici, ki vodijo do Špice, namenjen pa je zgolj pešcem in kolesarjem. Velja za primer odlično ohranjene tehniške dediščine, pa tudi za priljubljeno točko za fotografiranje.

Profesor Milan Trbižan si je zelo prizadeval, da bi bila ta tehniška dediščina ohranjena.

Kaj bomo s Hradeckega (Mrtvaškim) mostom?

Nedopustno propadanje ponosa naše tehnične dediščine

Ob ljubljanski bolnišnici oziroma njeni nekdanji mrtvašnici se nahaja most čez Ljubljano, ki se ga je prijelo poimenovanje Mrtvaški most. Leta 2004 so ga zaradi grozljivih poškodb za promet zaprti in problem mostu je začel dobivati prostor v časopisih in zapisnikih mestnih forumov, ne zaradi zgodovinske vrednosti, temveč zaradi prometne zagat.

PROF. DR. MILAN TRBIŽAN

Gre za Hradeckega most, enega največjih dosežkov naše tehnične zgodovine. Resnični pomen tega mostu pa je razen redkim posameznikom nemalo znan ali celo neznan. Še manj njegova splošnost o žilnem prispevku našega prostora k tedanjim evropskim trendom in o naši enakovredni vključenosti v ta dogajanja. Na koncu je predladilo mnenje, da se ga preda na Grubešjevo nabrežje, v podoljšek Hrenove ulice. Leta tedaj, za devetdeset let premajhno, je pogled na most postajal vse bolj katastrofalni.

Plečnikove faze, s katerimi je arhitekt okrasil most, so v popolnem nesorazmerju z napro. Porušeno in z deskami zaplankano okrasno ograjo, naknadno dograjeno pilonov, ki delujejo podobenvalno, z obeh strani zakriva popolnoma zaražene sicer pa enkratne nosilne loke iz litoželeznih elementov. Jasno je, da je most povsem zapuščen, saj vsak del jasno pričča, da ga ne samo leta, temveč desetletja kljub slavni preteklosti ni nihče vzdrževal.

Pomen litega železa

Za kaj gre? Po več stoletjih, ko se v Evropi in svetu v razvojno-tehničnem smislu ni nič velikega dogodila



Hradeckega most danes

velik napredek. Litoželezna mostna konstrukcija tehta 650 centov (36,4 t) in predstavlja največjo konstrukcijo, ki so jo uliti na Dvornu. Most so prezkusili tako, da so ga po vsej dolžini enakomerno obremenili s 1000 centi (89,6 t), pri tem so izmerili, da se je v sredini podal za 20 mm in se po razbremenitvi vrnil v prvotni položaj. Časopis je zaključil, da je most izredno lepo oblikovan in poridil znano pravilo, da sta lepota in tehnična dogratost 'estno povezani'.

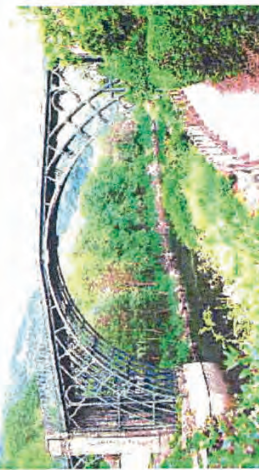
Hradeckega most je dokaz o našem enakovrednem sodelovanju pri razvoju gradnje mostov, je tudi sporočilo o tedanjem uspehu naše bogate in dolgi tradiciji. Litoželezni mostovi so se postavljali že nekdaj desetletij v začetki in sredini 19. stoletja. Leta 1855 je namreč H. Bessemer začel z industrijskim pridobivanjem jekla v besmerje, kar je omogočilo široko uporabo jekla, ki je v nasprotju z litim železom žilavo in je bistveno bolj odporno tako na tlačne kot tudi na natezne obremenitve. Pojavile so se jeklene konstrukcije in železobetoni, kar je na koncu 19. stoletja omogočilo na primer postavitev Eifflovega stolpa v Parizu, gradnjo ladij iz jekla in začetek današnje ere v gradbeništvu. Železobetoni pomeni odkritje, ki velja še danes, beton prevzema pri tem tlačne obremenitve, medtem ko dodaja jeklo betonu žilavost in odpornost na natege.

Odlitne lastnosti

Kot je poročal dunajski časopis strokovnega združenja *Zeitschrift der Ingenieur- und Architekten-Vereine* iz leta 1868, most prinaša vrsto zanimivih novosti in sicer poseben način izdelave in sestavljanja posameznih delov. Uporabljen je bil princip Charnier lokov, sestavljajo seboj razključajo. Most je dolg 30 m, širok 5,7 m z višino lokov 2,2 m. Material je izključno lito železo. Vsak lok je sestavljen iz dveh delov, ki so v sredini spojena s Charnierovornikom, ki omogoča podajanje mostu. Posamezni cevni elementi so uliti kot nosilna enota z navpičnimi in diagonalnimi opornimi rebri in pritrobnitami. Konstrukcija mostu je specifična, saj so morali biti vsi nosilni elementi obremenjeni na ta lok, kar je zaradi zelo položnih lokov velika zahteva. Lito železo ima namreč, podobno kot kadmajno na natezne obremenitve, Med seboj so elemente spojili z vijaki, ki, kar je v primerjavi z Ironbridge v Angliji, lejer so spojeni z zagovodami,

Če ostane most na sedanjih lokacijah, se izognemo stroškom selitve in tveganju ob ponovnem postavljanju. Z odlaganjem konzerviranja Hradeckega mosta samo slabšamo stanje, predvsem pa nedopustno skrivamo tehnični spomenik prve vrste pred domačo in tujo javnostjo.

VEČ FOTOGRAFIJ NA DELO.SI



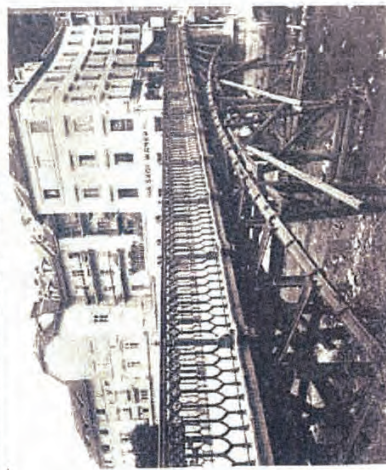
Ironbridge na reki Severn v Angliji.

časopis opisal odlične rezultate preizkusa ob predaji v promet in ugotovil, da ne samo načrt, temveč tudi sama brezhibna tehnična izvedba mostu z nosilnim lokom prča o unikumu. Pri tem je podčrtal, da je most zgrajen z domačimi močmi in je mestu v okras ter da ga bodo obiskovalci lahko občudovali.

Na evropskih razstavah umetniškega oblikovalca litarstvih modelov. V Angliji so hitro prenevali v Evropo, v tedanje Prusiji, kjer je lito železo povzročilo izredno navdušenje, lahko rečemo evforijo, ki je daleč presegala strokovni okvir. Najbolj prepričljivo to dokazuje litoželezni nakit, ki ni smel manjkati pri nobeni ugledni mestščanki, še posebej v Berlinu. Za nekaj desetletij je lito železo izpodrinilo zlato srebrno in drage kamne. V Napoleonom znašla v težavah, so pozvali meščanke, da zamenjajo zlato za litoželezne prsane z napisom »Gold gab ich für Eisen, zlatom dela za železo. Iz začrtih partrijskih pozivov v Prusiji je postal litoželezni nakit evropski modni trend najbolj v Parizu, Moskvi in severu v Berlinu.

Železovarna na Dvornu pri Žužemberku

To vzdušje je brez zamud prodrlo tako k nam kot tudi v nekatere druge države. Če želimo, da se v naših mestih imelo železarstvo bogato tradicijo, Na Dvornu pri Žužemberku je nastala Železovarna, ki se je razvila v železovarno, saj so ulivali pretirano predmete za široko uporabo kot so cevi, likalniki, stišniški, balkonske



Hradeckega most pred prestavitvijo leta 1931.

Slika 69: Članek o litoželeznem Hradeckega mostu v časopisu Delo, 29.5.2008

Naša vrhunska tehniška dediščina

Tretje življenje mostu Hrdeckega čez Ljubljanico

Na Ljubljani v Ljubljani, med Krakovskim nasipom in Gruberjevim nabrežjem, je na novo postavljen most Hrdeckega (čaka le še na uporabno dovoljenje), ki je največji dosežek naše tehniške dediščine in dokaz o tesni vpetosti slovenskega prostora v evropsko dogajanje pred poldrugim stoletjem. Most ne izstopa zaradi bleščečih kipov in novodobne gradnje, temveč pripoveduje o vrhunski strokovnosti livarjev, strojnikov in gradbenikov, ki so ga gradili.

PROF. DR. MILAN TRBIŽAN, V. P.

Litoželezni mostovi so se gradili le v zgodovinskem prehodnem obdobju, ki se je začelo z industrijskim pridobivanjem litega železa, preden je bil odkrit in razširjen industrijski način pridobivanja jekla. Z uporabo neprimerno bolj žilavega in trdnega jekla se je nato začelo današnje obdobje z železobetonom in jeklenimi konstrukcijami. Zato so litoželezni mostovi, posebno takih razsežnosti, kot je v uvodu omenjeni, velika znamenitost in redkost. Za njegovo

tniške in okrasne namene. Razvoj je daleč presegel strokovni okvir, lito železo je v Evropi povzročilo pravo družbeno evforijo, ki je sovpadala z nastankom meščanske družbe in razumništva. Vsem dostopno lito železo je bilo s svojo temno in asketsko barvo simbol odklona od bleščečega razpisništva propadajoče fevdalne družbe, ki je cenila le redkim dosegljivo zlato, srebro in drage kamne.

Iz Prusije so dosežke brez zamud prenesli v Avstrijo in tudi k nam, saj je že leta 1796 začela obratovati



DETALJ »NOVEGA« MOSTU – Nosilno konstrukcijo tvorijo le trije nosilni loki iz cevi, ojačenih z vzdolžnimi in prečnimi rebri. Tako je dosežena manjša teža mostne konstrukcije, ki je spojena z vijaki. Na cevnih lokih slonijo posamezni trikotni elementi, uliti v enem kosu, kar je bila pomembna novost. FOTO GREGOR PUCELJ

govori tudi niso dopuščali gradnje z višjim mostnim lokom, s čimer so se zahteve povečale. Kakovost litega železa se je najbolje pokazala pri prestavitvi, saj se ni pojavila utrujenost materiala kot posledica najtežjega prometa, ki jo je bilo mogoče pričakovati na izpostavljenih mestih. Zato je v celoti ohranjena enkratna nosilna konstrukcija, kar je bistveno. Nasprotno je bilo treba na novo uliti ograjo, ki pa ima le okrasni pomen, pri tem je okrasna stilistika ostala nespremenjena.

Napis »Hrdeckega most« in njegove prestavitve

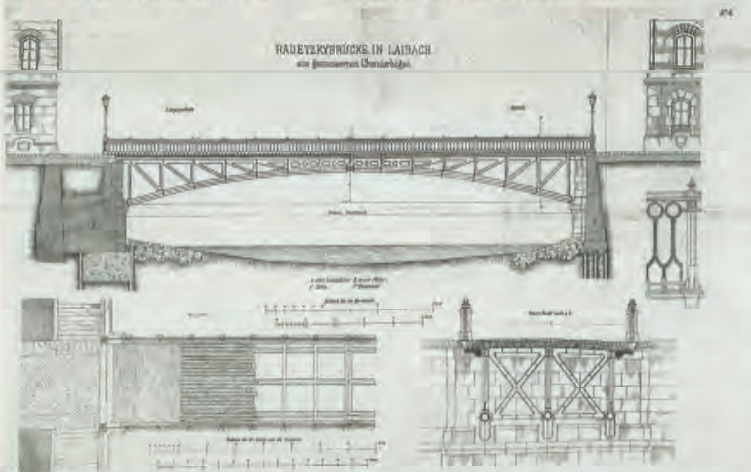
Glasilo poudarja dolgoletna prizadevanja župana Hrdeckega pri odstranjevanju starega lesenega mostu. Most je namreč povezoval številne obrtniške in kramarske lope neuglednega videza, ki pa so se spremenbam trdovratno upirale. Imele so veliko zagovornikov, saj so dajale preživetje mnogim in bile zelo donosne. Trajalo je pet let,



HRDECKEGA MOST NA NOVI LOKACIJI OB IZLIVU GRADAŠČICE V LJUBLJANICO MAJA LETOS FOTO GREGOR PUCELJ



ŽE OB PRESTAVITVI LETA 1931 JE JOŽE PLEČNIK NADOMESTIL PRVOTNE ŠTIRI PLINSKE LUČI (PO DVE NA VSAKI STRANI) S ŠTIRIMI OKRASNIMI FAZETAMI, VENDAR JE S TEM MOSTU ODVZEL ORIGINALNOST. FOTO GREGOR PUCELJ



NAČRT MOSTU, OBJAVLJEN LETA 1868 V STROKOVNEM ČASOPISU ZEITSCHRIFT DES INGENIEURS- UND ARCHITEKTEN-VEREINS – Zanimiv je tudi napis »Radetzkybrücke ...«, saj je mogoče, da so na Dunaju menili, da se imenuje po znamenitem generalu, in ne po ljubljanskem županu.

iz dveh polovic, ki sta med seboj spojeni s svornikom po principu Charnier loka. Spoj je v najvišjem delu loka. V stiku je reža, ki se v odvisnosti od obremenitve zapira ali odpira. Že omenjeni strokovni časopis, kije objavil le pomembne tehniške dosežke, poudarja, da se most zaradi posebne izdelave Charnier lokov in svojstvene povezave posameznih ulitih delov uvršča med najnovejše mostne izdelbe, pri katerih se povsem dopolnjujeta lepota in ekonomičnost.

Most je preskus odlično prestal

Sestnajstega oktobra 1867 so most po dokončanju del za 24 ur enakomerno obremenili s težo 90 ton in izmerili njegovo posejanje. Rezultati so bili odlični: v sredini se je most podal za 20 mm in se po razbremenitvi vzravnal v prvotni položaj. To strokovno pomeni, da je deformacija potekala samo v območju elastičnosti. Tudi po izločitvi iz prometa leta 2004 se je

preden so izbrali tehniško rešitev, ki je ustrezala visokim zahtevam mestnega vodstva. Podal jo je na dinženir Johan Herrmann z Dunaja. Ta je predlagal, da se županu Hrdeckemu postavi spominska plošča, kar pa tedaj po vsem sodeč ni bilo običajno. Mestni svet je sicer sprejel sklep, da se bo most imenoval po županu Hrdeckem, vendar je podedoval staro ime po lesenem mostu – Šušterski (Čevljarski) most, po preselitvi za ljubljansko bolnišnico leta 1931 pa je zaradi mrtvašnice, ob kateri je stal, dobil za pomembno tehnično dediščino žaljiv naziv – Mrtvaški most. Upamo, da bomo ob novi postavitvi zmogli spominsko ploščo z imenom »Hrdeckega most«, saj kot vidimo iz zgodovine, sklep mestne uprave ne zadostuje.

Manjkajo plinski kandelabri

Pri najnovejši postavitvi pa prav gotovo manjkajo štirje prvotni plinski kandelabri, ki so sestavni del mostu in del celote te tehniške dediščine. Pri prvi preselitvi leta

Slika 70: Članek o tretjem življenju Hrdeckega mostu v časopisu Delo, 12.5.2011 (prvi del)

postavitev ima največ zaslug ljubljanski župan **Janez Nepomuk Hradecky** (1775–1846).

Lito železo je omogočilo industrijsko revolucijo

Več let so izbirali ustrezno konstrukcijo in se na koncu odločili za tedaj najodobnejšo izvedbo. Novost je bila že izbor materiala. Za gradnjo mostov so takrat uporabljali le kamen, opeko in les, železo je bilo sicer že dolgo znano, vendar sta bila pridobivanje in nadaljnja predelava v jeklo zelo omejena. Zato je bila postavitve tako velikih konstrukcij mogoča šele, ko so v Angliji razvili industrijski način pridobivanja surovega oziroma litega železa.

V Coalbrookdalu, blizu Birminghama, so leta 1709 postavili prvo visoko peč na koks, kar je omogočilo industrijsko izdelavo litega železa. Naenkrat je bilo na voljo v velikih količinah, po nizki ceni in dobre kakovosti. Ta zgodovinski premik pa je ostal v Angliji znan le v dolini Telford in v obeh otrolovnih irrogih. Povsem drugače je bilo v Evropi, v tedanji Prusiji, kjer so strokovne delegacije skrbno sledile razvoju v Angliji in prenašale dosežke. Že leta 1795 je delovalo v Gliwiczah v Sleziji 45 visokih peči z več litarjskimi obrati, kjer so v šahnih pečeh, kupolkah, tudi pretalili pridobljeno surovo železo, dopolnili sestavo in temperaturo ter začeli ulivati najrazličnejše predmete, tako za široko uporabo kot za industrijske, ume-

železarna in železolivarna na Dvoru pri Žužemberku, ki je bila največja južno od Alp, na vrhuncu je zaposlovala celo osemsto delavcev. K razvoju taljenja je prispevala pomembne dosežke, povečali so temperaturo vpihanega zraka v peči in izboljšali vetrila. Med vodilnim osebjem je bil tudi modelar za umetniške ulitke, ki je izdeloval lastne modele. Največje naročilo, ki so ga dobili, je bilo ravno ulivanje mosta Hradeckega. Da bi ga lahko ocenili in primerjali, si ogledamo, kako je nastal prvi tak most na svetu.

Prvi litoželezni most je bil zgrajen v Angliji

Lito železo je bilo material industrijske revolucije, kot začetek velja letnica 1765, ko je **James Watt** predstavljal izpopolnjen parni stroj, manj znano pa je, da je bilo to mogoče šele, ko so izdelali točne, zrakotesne ter vodotesne ulitke iz litega železa in s tem dosegli uporaben izkoristek. Leta 1779 so zgradili prvi litoželezni most, *Ironbridge*, na reki Severni danes skupaj z muzejem v Coalbrookdalu velja za kraj, kjer se je začela industrijska revolucija, in je ena najbolj znanih turističnih zanimivosti Anglije. Med največje dosežke se uvršča tudi prva železnica s parno lokomotivo, ki je leta 1825 stekla med Stocktonom in Darlingtonom.

Lito železo je, podobno kot kamen, nekajkrat bolj odporno proti tlačnim kot proti nateznim obremenitvam, zato je pri gradnji ne-

izogibno, da celotno nosilno konstrukcijo obremenimo le na tlak. Most na reki Severni je bil izveden v polkrožni obliki, ki to zahtevo najbolje izpolnjuje. Iz elementov, ki so jih ulili v Coalbrookdalu in spojili z zagostami, so najprej postavili tri nosilne loke. Ker so bili temelji na obeh straneh reke premalo stabilni, so postavili še dva nosilna loka, tako da jih je zdaj pet. Uliti deli za mostno konstrukcijo so tehtali kar 379 ton, ob razponu 30,6 metra. Osnovna in največja obremenitev je tako bila njena lastna teža.

Livarna na Dvoru in prvi cevni litoželezni most v Avstriji

Čeprav so na Dvoru že ulivali dele večjih strojev in tudi večje spomenike, je bilo ulivanje litoželeznega mostu čez Ljubljano leta 1867 zahtevno naročilo. Časopis *Laibacher Zeitung* je že med gradnjo poročal, da se v Ljubljani postavlja prvi most v Avstriji na osnovi nosilnih lokov iz cevi. Podobnega naj bi na Dvoru ulili tudi so *Crudee*, kar pa se iz neznanih razlogov ni zgodilo. Kot podrobno navaja ugledno dunajsko glasilo strokovnega združenja *Zeitschrift der Ingenieur- und Architekten-Vereins* iz leta 1868, prinaša most vrsto novosti, med njimi poseben način izdelave in sestavljanja nosilnih elementov. Nosilna konstrukcija, ki jo je načrtoval dunajski nadinženir **Johan Herrmann**, tehta brez okrasne ograje samo 36,4 tone, kar je v primerjavi z *Ironbridgeem* več kot desetkrat manj – ob skoraj enaki dolžini 30 m in širini 5,7 m. To je po eni strani omogočil položen, komaj 2,2 m visok mostni lok, katerega izdelava in postavitve sta bili zaradi zahteve o tlačnih obremenitvah neprimerljivo bolj zahtevni. Nosilno konstrukcijo tvorijo le trije nosilni loki iz cevi, ojačenih z vzdolžnimi in prečnimi rebri. Tako je dosežena manjša teža mostne konstrukcije, ki je spojena z vijaki. Na cevnih lokih slonijo posamezni trikotni elementi, uliti v enem kosu, kar je bila pomembna novost. V livarni so elemente najprej poskusno sestavili in med seboj uskladili. Vsak lok je sestavljen



ZNAMENITI IRONBRIDGE (ŽELEZNI MOST) NA REKI SEVERNI V ANGLIJI, ZGRAJEN LETA 1779.

most vzvratil v povsem vodoraven položaj, čeprav so po njem vozili najtežji tovornjaki. Vsekakor pa je bilo upogibanje med tako obremenitvijo nekajkrat večje, kar se je odrazilo na uničeni okrasni ograji. Preiskali so tudi vpliv temperature: pri spremembi za 1 °R (0,8 °C) se je raven mostu dvignila ali znižala za 1,5 mm.

Ob otvoritvi *Laibacher Zeitung* ni skoparil s pohvalami, kot brezhibni sta bili ocenjeni izdelava in postavitve, in to le z domačimi strokovnjaki, poleg železolivarne na Dvoru je namreč ostala gradbeniška dela izvedel **Gustav Tönnies** iz Ljubljane. V vseh pogledih posrečen most so označili za unikum in napovedali, da bo Ljubljani v velik okras.

Čeprav je bil most Hradeckega postavljen 60 let kasneje kot *Ironbridge*, je po tehniški dovršenosti neprimerljivo boljši. Namesto zagost so elementi spojeni z vijaki, polne nosilce so zamenjala ojačena rebra in votli elementi, vse to je privedlo do zmanjšanja teže mostne konstrukcije, ki je kljub temu stabilna. Že sam izbor konstrukcije priča o velikem znanju in pogumu načrtovalcev, ki so predvidevali visoko strokovnost litarjev in strojnikov. S tem so mostu dali eleganco, ki jo je danes mogoče doseči pri jeklenih konstrukcijah. Nizki bre-

1921 jih je vsega spoštovanja vredni arhitekt **Jože Plečnik** nadomestil s štirimi prelepimi okrasnimi fazetami, vendar je s tem mostu odvzel originalnost. Most je bil tedaj star komaj dobrih 60 let, kot kaže, že brez zgodovinskega pridiba, prav tako še ni prodrlo spoznanje o vrednosti njegove tehniške dediščine. Celo če se živimo v takratni čas, tak moderen dodatek nedvomno ni skladen z mostom. Niti osemdeset let, kolikor jih je preteklo od zadnje postavitve, še ni prineslo zavedanja o zgodovinski vrednosti mostu. Postavitve kandelabrov na staro mesto bi mu vrnila popolnost in celovitost tehniške dediščine.

Tudi v Angliji so šele leta 1979, ob 200. obletnici postavitve, dali mostu čez reko Severn današnjo zgodovinsko vrednost, ga označili skupaj s Coalbrookdalom za začetek industrijske revolucije in ga uvrstili pod zaščito Unesca. Seveda je most ostal brez kasnejših posegov in sprememb.

Zato trdno upamo, da bomo – če ne prej – ob naslednji postavitvi mostu, do zdaj je namreč preživel že tri, spet dobili na svoje mesto štiri plinske luči, fazete pa ustrezno odmaknili. Čas govori temu v prid, saj postaja z njim zavedanje o naši kulturni in tehniški dediščini vse bolj izrazito.



OSTANKI ŽELEZARNE IN LIVARNE NA DVORU PRI ŽUŽEMBERKU (1795–1891)

Slika 70: Članek o tretjem življenju Hradeckega mostu v časopisu *Delo*, 12.5.2011 (nadaljevanje)

3.3 Kip mamuta v naravni velikosti

Leta 1938 so v Kamniku izkopali okostje celotnega mamuta, ki je redkost. Že tedaj so načrtovali, da ga bodo postavili v domačem muzeju, vendar so šele po drugi svetovni vojni okostje mamuta sestavili in ga lahko danes vidimo v Narodnem muzeju v Ljubljani.

Pred leti je nastala nova pobuda, da bi ob 70-letnici izkopavanja, to je leta 2008, le postavili v Kamniku skulpturo mamuta. Pobude se je z vso vnemo lotil kamniški kipar Miha Kač, sicer znan po miniaturah znanih Slovencev in tudi večjih skulpturah. Njegova zamisel, da bi izdelal mamuta v naravni velikosti, je najprej vzbudila veliko zanimanje tudi pri kamniškem županu. Sklicana pa je bila le ena seja, ki je bila tudi zadnja. Dokončan je model mamuta, v katerega je kipar vgradil vrsto novosti tako v izboru materialov kot v postopkih izdelave. Izdelan je iz lesonita, stiropora in cementnih premazov, mamutov kožuh tvorijo palmova vlakna. Livarski mojster Roman Kamšek je že posnel negativ celotnega ulitka, ki seže 4,05 m v višino in skupaj z okli 4,60 m v dolžino ter je pripravljen za ulivanje. Profesor Trbižan si je zelo prizadeval, da bi se v bron ulil mamutov kip v naravni velikosti, vendar do ulivanja žal ni prišlo, ker se je zapletlo pri sofinanciranju in izbiri prostora za postavitev.

Mamutov kip v Kamniku ali v Ljubljani?

»Kamničani so trdno odločeni, da obdržijo zverino v svojem muzeju«

Pod tem naslovom je izšel v časopisu Jutro leta 1938 članek o odmevni najdbi okostja mamuta v Kamniku, ki je pomenila pravo turistično atrakcijo, sprožila pa je tudi strokovno razpravo o tem, kje naj bi stalo izkopano okostje. Redkost najdbe je v tem, da so našli celotno okostje zelo velikega mamuta. Na koncu je, kot vemo, okostje pristalo v Narodnem muzeju v Ljubljani, na mestu najdbe, pri mostu v Nevljah, pa je postavljena skromna plošča.

PROF. DR. MILAN TRBIŽAN

Za lansko 70-letnico odkritja mamutovega okostja je kamniški kipar **Miha Kač** pred več kot dvema letoma začel s pripravami za izdelavo mamuta v naravni velikosti in sicer na več področjih. Postopke izdelave in materiale je prilagodil predvsem lahki ter poceni izvedbi, tehnična rešitev pa je unikum, ki nima primerjave ter pomeni novost. Zato je izdelava vredna opisa, da ne bo šla v pozabo, in jo velja ovrednotiti kot pomemben dosežek.

Izjemnost modela

Gre za izdelavo livarskega modela mamuta v naravni velikosti, po katerem livarji ulivajo votle bronaste kipe s tanko steno, izjemnost modela mamuta pa so njegove velike dimenzije: 6,40 m dolžine, ki vključuje tudi okle in 4,05 m višine. Z upoštevanjem livarskega skrčka bi končne mere skulpture ustrezale velikosti najdenega okostja.

Pobuda je naletela na velik odmev in podporo, kamniški župan je

imenoval organizacijski odbor, sestavljen iz vodilnih občinskih funkcionarjev, strokovnjakov z relevantnih področij in Kamničanov na odgovornih položajih. Kipar Miha Kač je v tem času že izdelal več študijskih skulptur različnih velikosti, s

katerimi je razreševal temeljna vprašanja, ki se pojavljajo pri postavitvi kolosa tako velikih dimenzij, to so: zgodovinska istovetnost oziroma telesna zgradba in podobnost s tedanjim mamutom, podroben načrt postavitve, vprašanje izbora ustreznih materialov in postopki izdelave. Pri telesni zgradbi, barvi dlak in dinamiki gibanja mamuta je sodeloval s strokovnjakinjama s tega področja – s **Katarino Krivic, univ. dipl. inž. geologije** iz Prirodoslovnega muzeja v Ljubljani, ki je sodelovala pri zadnji rekonstrukciji in obnovi okostja mamuta, in z univerzitetno profesorico paleontologije **dr. Vido Pahor**, ki je bila nosilec predmeta o terciarnih in kvar-

tarnih sesalcih na Oddelku za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani.

Po daljših razpravah, popravkih in novih študijskih modelih je dokončno zunanost mamuta izoblikoval na modelu v razmerju 1 : 30 z vsemi oblikovnimi podrobnostmi. Iz njega je odzvedel mere, jih povečal v navedenem razmerju in izdelal skeletne konturne plošče v naravni velikosti. Namestil jih je na obeh straneh mamuta, v predelih z manjšimi spremembami in obliki so bile plošče na vsakega pol metra dolžine, v predelih z večjimi konturnimi spremembami, kot sta vrat in glava, pa je bilo potrebno postaviti plošče bolj na gosto. Podoben način se v livarski tehnologiji uporablja za izdelavo največjih zelo enostavnih livarskih modelov, poznan je kot metoda skeletnih modelov, s to razliko, da livarji pri tem neposredno izdelujejo kar livarsko formo.

Prostore med konturnimi ploščami je zapolnil s ploščami iz stiropora, ki jih je izrezoval z žarilno žico. Površino je nato utrdil z mrežico, na katero je dvakrat nabrizgal nekaj milimetrov debelo plast cementsa in jo vsakokrat izgladil. Na tako podlago je dodal mamutov kožuh, debel 3 do 5 cm, ki ga je izdelal tako, da je v cementno mešanico potapljal barvana palmova vlakna enake dolžine kot so bile dlake pri mamutu, to je dolžine 40 do 60 cm.

Največji izziv je predstavljala sama izdelava, to je razreševanje številnih tehnoloških podrobnosti, ki se pojavljajo pri uporabi različnih



Model v razmerju 1 : 30 s tipalom za snemanje mer za izdelavo skeletnih konturnih plošč.

Slika 71: Članek o kipu mamuta v časopisu Delo, 26.2.2009 (prvi del)



Kipar Miha Kač pred modelom mamuta, ki še čaka na ulivanje.

materialov za tako velike dimenzije. Kipar Miha Kač je moral pri tem uporabiti svoje inovativno znanje in predvsem izkušnje, ki jih je pridobil pri delu z različnimi materiali. Na svojem dvorišču je postavil podest in streho za izgradnjo modela. Po posebnem postopku je izdelal zelo trdna okla in oči.

Celotna tehnologija je tukaj poenostavljeno prikazana v nekaj vrsticah, zato skriva nešteto posameznih drobnih težav, ki jih je bilo potrebno razrešiti, da se je delo lahko nadaljevalo.

Po dveh letih in pol nenehnega snovanja in dela je bil model septembra 2008 dokončan in pripravljen za ulivanje. Model ni trajen in ga zaradi enostavne gradnje tudi ni mogoče predstavljati. Čeprav tehta

le 1,5 tone ima površino okoli 45 kvadratnih metrov, zato ga lahko vsak močnejši sunek vetra nepopravljivo podre. Neurje, ki je lanskega septembra zajelo nekatera območja na Kamniškem, mu je tedaj prizaneslo.

Zaplet

Do ulivanja pa še danes ni prišlo. Na prvem sestanku organizacijskega odbora, ki je bil tudi zadnji, je bil izbran prostor postavitve, kot edini ponudnik za model napisan kipar Miha Kač in kot naloga izdelava finančnega in terminskega načrta. V nadaljevanju je velika začetna pripravljenost popustila, pojavili pa so se tudi resni zapleti. Pričakovanja, da bo kipar Kač model podaril, so se pokazala kot neutemeljena. Tudi

prostor za postavitve na ugledni točki sredi Kamnika, na sotočju Kamniške Bistrice in Nevljice, je ostal le neizpolnjena želja. O sofinancirjih ni bilo več besed. Na koncu je na kiparjevem dvorišču ostal model mamuta, ki se mu izteka čas. Zato ga je ponudil Narodnemu muzeju v Ljubljani, ki ga je pripravljen postaviti pred novo stavbo pri Živalskem vrtu.

Vidimo torej, da je naslov članka še danes aktualen, saj se ponavlja zgodba med neučinkovitim Kamnikom in Ljubljano, ki se je tedaj izkazala in rešila zgodbo. Upajmo, da bo tudi zdaj in da breme recesije ne bo pretežko, sicer si bomo lahko mamuta ogledovali pri umetniku na njegovem domu v Bistričici pri Stahovici le še nekaj časa.

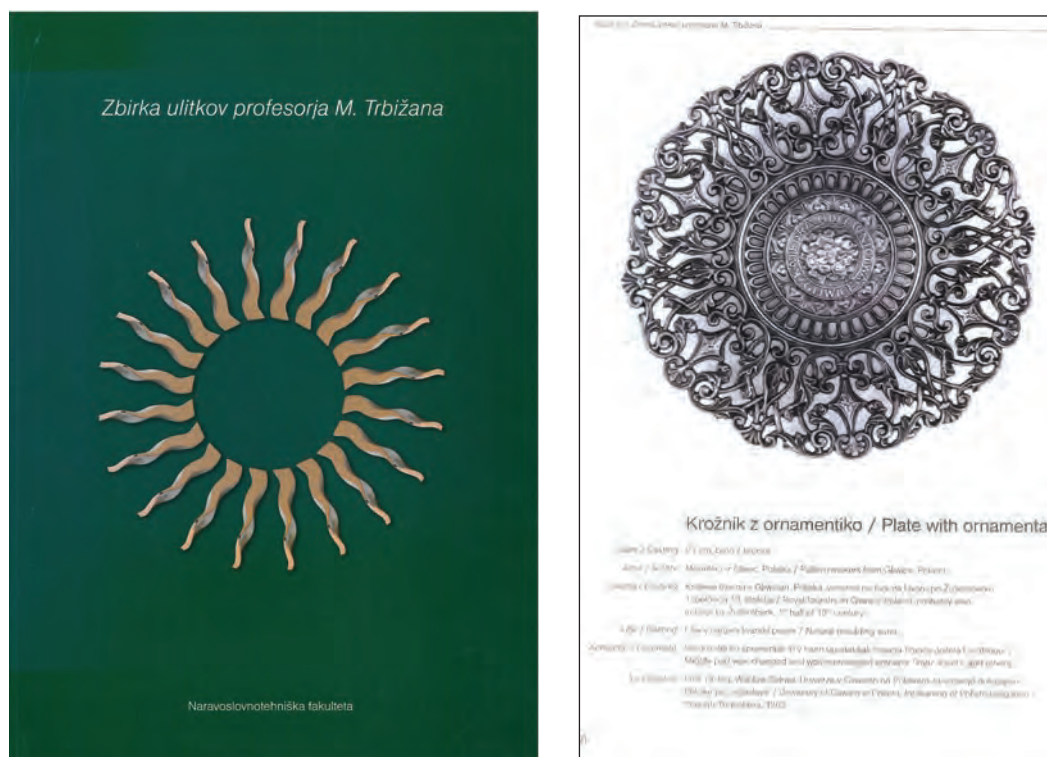
Slika 71: Članek o kipu mamuta v časopisu Delo, 26.2.2009 (nadaljevanje)

4 Zbirka ulitkov profesorja M. Trbižana

4.1 Donacija Oddelku za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete

Profesor Trbižan je leta 2006 podaril Oddelku za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani zbirko umetniških in okrasnih ulitkov, ki jih je prejel kot priznanja za dolgoletno tvorno sodelovanje na posvetovanjih, predvsem v tujini. Prav tako je vzpodbujal domače kiparje, zato so razstavljeni tudi ulitki domačih umetnikov: doc. mag. Jurij Smole, akademski kipar Tomaž Kolarič, kipar Miha Kač in oblikovalki Nataša Prestor in Katarina Trbižan.

Odprtje zbirke je bila 21. junija 2006; otvoril jo je akademik prof. dr. Boštjan Žekš, tedaj kot predsednik SAZU. Profesor Trbižan jo je predstavil na 138 straneh v publikaciji Zbirka ulitkov profesorja M. Trbižana z uvodnimi podatki o največjih dosežkih v zgodovini livarstva Slovenije in z opisom vseh 107 eksponatov.



Slika 72: Publikacija ob otvoritvi "Zbirka ulitkov profesorja M. Trbižana"

Zbirka zajema 9 sklopov:

- upodobitve sv. Barbare – zaščitnice montanistov
- dekorativni krožniki in reliefi iz 19. stoletja
- sodobno oblikovani krožniki in reliefi
- dosežki sodobnih avtorjev
- upodobitve livarjev in drugih poklicev
- okrasni uporabni ulitki
- živali
- pomembne osebnosti iz Slovenije
- medalje in plakete

in 3 panoje:

- objava J. V. Valvasorja v glasilu Philosophical Transactions I. 1687 o litju kipov s tanko steno - prvi slovenski tehnični dokument
- zvonolivarna Samassa
- železarna in železolivarna Dvor pri Žužemberku

Zbirka je stalno na ogled na Oddelku za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete na lokaciji Lepi pot 11 – 13 v Ljubljani.



Slika 73: Bronasta plošča "Zbirka ulitkov prof. dr. Trbižana" na pročelju Naravoslovnotehniške fakultete na Lepem potu 11 - 13 v Ljubljani

Po naročilu profesorja Trbižana je bilo izdelanih nekaj okrasnih ulitkov:



Slika 74: Ulitki iz zbirke:

a) Slovenska sveta Barbara, višina 43 cm, oblikoval akademski kipar doc. dr. J. Smole

b) Okrasna skleda z idrijsko čipko, premer 24 cm, oblikovala kiparka N. Prestor

c) Grb Slovenije z idrijsko čipko, višina 14,5 cm, zasnovala samostojna kulturna ustvarjalka Irma Vončina

4.1.1 Objave ob otvoritvi

Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za materiale in metalurgijo
otvarja v sredo, 21. junija ob 13. uri v Ljubljani, Lepi pot 11, stalno razstavo
kovinske male plastike:

Zbirka ulitkov prof. Milana Trbižana

Razstavo bo otvoril predsednik SAZU akademik prof. dr. Boštjan Žekš.

Slika 75: Objava v Delu, Znanost napoveduje, 15.6.2006

RAZSTAVE
LJUBLJANA



Zbirka ulitkov Milana Trbižana (odprtje)

Zbirka obsega 80 eksponatov male plastike, 40 medalj in plaket ter devet miniaturnih pomembnih Slovencev, ki jih je redni profesor ter predstojnik Katedre za livarstvo UL prejemal kot priznanja in osebna darila med svojim 40-letnim mednarodnim sodelovanjem na področju livarstva. Poleg tega bo prikazan zgodovinski oris slovenskega livarstva na področju litja umetniških in okrasnih ulitkov. **Naravoslovnotehniška fakulteta UL.**

Milan Trbižan: Sveta Barbara, zaščitnica montanistov; 43 centimetrov, bron

Slika 76: Napoved odprtja zbirke v Dnevniku, Kultura/scena, 21.6.2006

Umetnost ulivanja kovin

Profesor dr. Milan Trbižan je dolgo zbiral drobne ulitke. Zdaj jih je podaril svoji fakulteti, kjer bodo poslej na ogled. Razstavljeni so v prostorih Oddelka za materiale in metalurgijo Naravoslovno-tehniške fakultete v Ljubljani.



Leonhard Posh (1750–1831), Modrijan (replika)

Najrazličnejše zbirke segajo na mnoga področja in v vseh razberemo neko preteklost, tudi med tistimi, ki segajo v naš čas. Sedanjosti se dotika tudi zbirka ulitkov profesorja Milana Trbižana, ki bo poslej stalno na ogled na Oddelku za materiale in metalurgijo Naravoslovno-tehniške fakultete Univerze v Ljubljani (Lepi pot 11). Zbirko sestavljajo ulitki, ki so nastali večinoma namensko ob raznih strokovnih srečanjih livarjev in z njimi povezanih strok. V zbirko vključeni predmeti so nastali torej predvsem kot spominki, podarjeni v znak pozornosti, in izročeni udeležencem kot izraz spoštovanja svojim kolegom, pa tudi ponosa darovalcev v dokaz o njihovih lastnih organizacijskih in livarskih zmogljivostih. Čeprav so le spominki, so morali biti ti izdelki tehnološko in oblikovno kvalitetni.

Milan Trbižan se je že na kamniški gimnaziji usmeril v metalurško stroko. Ni bilo kovinskega predmeta, kot so ulite ograje, pokrovi jaškov, kandelabri in podobni

predmeti iz bližnjega okolja, da mu ne bi posvetil vsaj kančka strokovne pozornosti.

Zbirka ulitkov je bila za Trbižana privlačna tako iz spominskega kot strokovnega vidika in predstavlja dokument dosežkov in raven ulivanja. Ideja, da bi te ulitke poklonil fakulteti, kot zaključeno osebno zbirko, je dozorevala počasi do odločitve, ko je končno odkril smisel in pomen svojega s stroko povezanega zbiranja. Fakulteta se je hitro odločila in sprejela njegovo ponudbo, saj z zbirko ulitkov posreduje enkratni dokument o njihovi strokovni povezanosti z livarstvom v svetu.

Sv. Barbara Zaradi tesnejše vsebinske povezanosti z livarstvom bi kot posebno zanimivost lahko izpostavili kiparske upodobitve sv. Barbare, čaščne kot zavetnice rudarjev. V zbirki je več upodobitev te svetnice. Barbari s krono na glavi in stolpom ob nogah in z grbom kot rudarskim simbolom, kladivom in kleščami sta nastala

li pred kratkim in sta umetniški izdelek kiparja Jureta Smoleta, učitelja – tehnologa livarstva na Akademiji likovnih umetnosti v Ljubljani. Med malo plastiko s področja figuralike so tesneje z livarstvom povezani mali kipci livarjev s težkimi posodami za ulivanje taline v rokah. S posvetno vsebino in praktičnim namenom, se pravi igri, so bile namenjene v zbirko ulitkov vključene male šahovske figure iz jeklene litine, katerih originalni primerki je hranjen v graškem muzeju v Avstriji; nastale so v 19. stoletju. Med praktičnimi predmeti najdemo še zvonce, posodo in svečnike.

Poseben niz sestavljajo upodobitve živali. V primerkih lahko prepoznamo simpatične ulitke male plastike, ki so izdelani v raznih stilih 19. in 20. stoletja, od realističnega prikaza živali, kot so npr. v umetnosti pogosto skozi tisočletja najrazličnejše upodobljeni Levi in bizoni, do moderno stiliziranih in shematiziranih podob sov kot simbola učnosti, ki so vsi v velikosti namiznih

obtežilnikov. V sklop figuralne plastike z moderno oblikovanim ženskim torzom ali ekspresionistično poenostavljeno čepečo ženo lahko postavimo tudi niz miniaturnih portretnih upodobitev slovenskih znamenitih mož, izdelkov kiparja Mihe Kača. Sem lahko uvrstimo tudi sodobno oblikovano skledo, okrašeno z odtisom prave slovenske oziroma idrijske čipke.

Nagovor mlajšim Umetnostno zanimiva je še serija medalj in plaket, posamično prave mojstrovine medaljerstva v svetu, ulite, a včasih podobne kovanim novcem. Med moderno oblikovanimi predmeti s simbolno vsebino zasluži še posebno pozornost na naslovnici kataloga upodobljeno kovinsko sonce s plamenastimi žarki kiparja Tomaža Kolariča.

Težišče Trbižanovega mednarodnega delovanja je bilo v petih državah, od koder je v zbirki tudi največ eksponatov (Nemčija, Češka, Avstrija, Hrvaška in Poljska). Veliko je predmetov slovenskih podjetij, pomemben je prispevek kiparjev iz Slovenije.

Zeleno luč za postavitev zbirke je dal oddelk za materiale in metalurgijo ter dekan prof. dr. Rado Turk. Zbirka bo ostala v prostorih oddelka v nagovor mlajšim generacijam. ■



Dr. Milan Trbižan

Razstava Zbirka ulitkov Kamničana profesorja dr. Milana Trbižana na naravoslovnotehniški fakulteti ljubljanske univerze

Spomin in v kovino prelit dokument dosežkov v livarstvu ...

«Trbižanovo občudovanje form iz livarskega sveta ne želim primerjati z likovno dejavnostjo, hočem le opozoriti na njegov odnos in občutljivost do nevsakdanjega okolja, ki mu ga je nudilo livarstvo. Želim opozoriti na odprtost in sprejemljivost Milana Trbižana do vsega, kar je kdo ustvaril v livarstvu,« je ob odprtju stalne razstave Zbirka ulitkov profesorja Milana Trbižana na Naravoslovnotehniški fakulteti v Ljubljani, 21. junija, med drugim dejal umetnostni zgodovinar dr. Mirko Juteršek.

Kamničan Milan Trbižan, redni profesor in predstojnik katedre za livarstvo, predsednik mednarodne komisije Svetovne zveze livarjev, soustanovitelj Heksagonale na področju livarstva, predsednik Društva livarjev Slovenije in dolgoletni urednik Livarskega vestnika, je namreč sprejel pomembno odločitev, da celotno svojo zbirko ulite male plastike, ki jo je zbiral dolga desetletja, podari v obliki stalne razstave Naravoslovnotehniški fakulteti.

Kot je dejal njegov sošolec na kamniški gimnaziji dr. Juteršek,



Umetnostni zgodovinar prof. dr. Mirko Juteršek je ob oceni Trbižanove zbirke in razstavnega kataloga dejal, da bo zbirka in njenemu namenu primerna predstavitev v samostojni strokovno širše uporabni publikaciji, s svojo specifičnostjo slovenski kulturi lahko v ponos, saj takšnih javno dostopnih zbirk v svetu še ni.

šek, je zbirka ulitkov za Trbižana privlačna tako iz spominskega kot iz strokovnega vidika in nena zadnje tudi nam predstavlja dokument dosežkov in raven ulivanja. Zgovorna pa je tudi s povsem oblikovno umetniškega vidika. Ko so v zadnjih letih njegovi strokovni kolegi spoznali, kaj mu ulitki pomenijo, so mu s toliko večjo pozornostjo podarjali tovrstne predmete kot spominke. Ideja, da bi te ulitke Milan podaril fakulteti, je dozorevala počasi do odlo-



Okrasna skleda z odtisom idrijske čipke - Nataša Prestor, livar Dušan Hedl

čitve, ko je končno odkril smisel in pomen svojega s stroko povezanega zbiranja.

Po mnenju dekana Naravoslovne tehniške fakultete prof. dr. Radomirja Turka, ima ta zbirka več pomenov. Je del izdelkov širšega evropskega prostora, je plod sodelovanja eksperta -livarja pri tehniški realizaciji zamisli umetnika, je spomin na nešteta mednarodna znanstvena in strokovna sodelovanja strokovnjakov -livarjev ter opozarja na več kot 300 -letni kulturno tehnični dokument tradicije livarstva in metalurgije na Slovenskem.

Dekan dr. Turk se je profesorju Milanu Trbižanu ob odprtju razstave iskreno zahvalil ne le za širokogrudnost pri snovanju, po-



Prof. dr. Milan Trbižan

stavitvi in podaritvi zbirke, pač pa za jasno sporočilo, ki ga predaja mlajšim in bodočim pedagoškim delavcem in metalurškim inženirjem (kar je tudi temelj prenove univerzitetnih izobraževalnih programov po bolonjskih načelih), to je, da je bodoči intelektualac s kompetencami, ki združujejo znanje, kreativnost in podjetnost ter ob uporabnem tehničnem znanju tudi širino humanista - svetovljana.

Avtor razstave profesor Milan Trbižan pa je med drugim poudaril, da mora ob zahvali svoji hčerki Katarini, ki je skrbela, da se delo pri pripravi razstave tudi med njegovo boleznijo ni ustavilo, poseči tudi desetletja nazaj, ko sta na njegovo tovrstno usmeritev vplivala dva prijatelja: umetnostni zgodovinar prof. dr. Mirko Juteršek, ki mu je nenehno odpiral svoj umetniški svet, in dr. Karl - Heinz Caspers iz Nürnberga, ki je ob vsakem obisku prinesel nove ulitke, od katerih so mnogi našli svoje mesto v razstavljeni zbirki.

Dodal je, da je bilo težišče njegovega mednarodnega sodelovanja pet držav, od koder je v zbirki tudi največ eksponatov: Nemčija, Češka, Avstrija, Hrvaška in Poljska. Pomembni pa so tudi eksponati slovenskih podjetij in

še posebej slovenskih kiparjev, ki so se vselej radi odzvali na pobudo katedre za livarstvo.

Zbirko ulitkov spremlja tudi razstavni katalog, glede na vsebino pa so ulitki urejeni po sklopih in sicer je v sedmih sklopih (od sv. Barbare in montanistične tradicije, dekorativnih krožnikov, upodobitev livarjev, uporabnih ulitkov do upodobitev živali) razporejenih 64 reliefov, v osmem sklopu je 9 miniaturnih znanih Slovencev, v zadnjem pa 39 medalj in plaket.

Razstavo je z ugotovitvijo, da sta nosilec narodne identitete tudi tehnika in obrt, in s posebnim priznanjem avtorju Trbižanu za eno redkih donacij pri nas odprl akademik prof. dr. Boštjan Žekš, predsednik Slovenske akademije znanosti in umetnosti.

Vsekakor si je zanimivo razstavo našega rojaka, mednarodno uveljavljenega strokovnjaka s področja livarstva Milana Trbižana vredno ogledati. Na ogled je v prostorih Oddelka za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani, Lepi pot 11.

Franc Svetelj



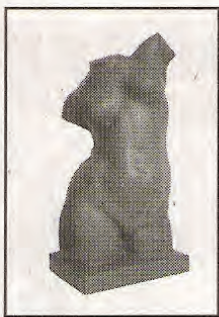
Sveta Barbara, zaščitnica montanistov - Jure Smole, livar Anton Hedl

Katalog »Zbirka ulitkov profesorja M. Trbižana« s celotnimi govori iz otvoritve razstave se dobi v TIC Kamnik.

Slika 78: Objava v Kamniškem občanu, 7.7.2006

Razstava in Zbirka ulitkov profesorja M. Trbižana v knjigi

S svojo specifičnostjo slovenski kulturi v ponos



publikaciji, bo le-ta slovenski kulturi s svojo specifičnostjo lahko v ponos!«

Profesorju Milanu Trbižanu za izjemni dosežek iskrene čestitke!

Vera Vojska

Pred kratkim je Naravoslovno-tehniška fakulteta izdala lično publikacijo in v njej predstavlja Zbirko ulitkov profesorja M. Trbižana ter povabila na odprte razstave ulitkov, ki so podrobneje orisani v omenjeni zbirki.

Oddelek za materiale in metalurgijo omenjene univerze je namreč z omenjeno razstavo želel predstaviti nekatere domače in tuje umetniško-tehnične dosežke na področju livarstva širši, ne samo strokovni javnosti, še posebej pa s tem nagovoriti mlajše generacije ter jim približati to stroko in jih motivirati za študij na omenjenem oddelku. Na slovesnem odprtju razstave so o zbirki govorili prof. dr. Radomir Turk, dekan Naravoslovnotehniške fakultete, prof. dr. Mirko Juteršek, ki je predstavil umetnostno-zgodovinski pregled zbirke ter avtor zbirke, prof. dr. Milan Trbižan, ki je predstavil cilje in namene zbirke. Razstavo je odprl akademik prof. dr. Boštjan Žekš, predsednik SAZU.

Avtor zbirke, prof. dr. inž. Milan Trbižan je naš občan, sicer redni profesor in predstojnik Katedre za livarstvo na Univerzi v Ljubljani, predsednik mednarodne komisije Svetovne zveze livarjev, soustanovitelj Heksagonale na področju livarstva, predsednik Društva livarjev Slovenije in dolgoletni urednik Livarskega vestnika.

Tesno je sodeloval z industrijo. Tako je v proizvodnjo podjetja Termit uvedel s smolo opláščene drobnozrnate v ognju vzdržne materiale za litje zahtevnih delov.

Raziskoval je delo J. V. Valvasorja in njegovi objavi o litju tankostenjskih kipov ter zgodovinski razvoj livarstva Slovenije.

V letu 2006 je postavil svojo zbirko dekorativnih in umetniških ulitkov, ki jih je dobil kot priznanja in osebna darila v toku svoje 40-letne mednarodne dejavnosti, razstavljeni pa so tudi ulitki, za katere je dal pobudo pri domačih kiparjih. Zbirka ulitkov prikazuje ulite kipe, reliefe in plakete, tematika pa obsega številne upodobitve in okrasne predmete, ki so jih ulivali tudi na Dvoru pri Žužemberku v 19. stoletju.

V predgovoru h katalogu Zbirke ulitkov profesorja M. Trbižana je umetnostni zgodovinar dr. Mirko Juteršek med drugim zapisal: »Jezikovno in terminološko informativno, prizadevno in resno pripravljena publikacija nudi glede znanstvene kataloške navedbe vsakega eksponata, možnost nadaljnje strokovne obdelave iz različnih vidikov in potreb. Publikacija je dragocena predvsem zaradi obravnavane zbirke in njene izvornosti nastanka ter smiselne povezanosti z livarsko stroko. Tudi drugod obstajajo zbirke, vezane na livarske ulitke z vidika tipov in vrste dekorativnega odlihanja, zbirk, nastalih pretežno namensko iz potreb promoviranja samega livarstva in stroke, v smislu strokovnih spominkov in emblemov, kot je obravnavana, takšnih javno dostopnih zbirk pa v svetu še ni. Glede na upoštevanje pomena zbirke in njenemu namenu primerne predstavitev v samostojni, strokovno širše uporabni

Slika 79: Objava v glasilu občine Domžale Slamniku, 14.7.2006

PRIREDITVE / EVENTS

Razstava »Zbirka ulitkov profesorja Milana Trbižana«

Letošnje leto je bilo zaznamovano tudi s enim pomembnim in hvale vrednim kulturno-tehničnim dogodkom, ki zasluži, da mu namenimo nekaj več prostora. Umetniško zbirko bomo zato še podrobneje predstavili v naslednji številki livarskega vestnika. V prostorih Oddelka za materiale in metalurgijo Naravoslovno tehniške fakultete je namreč junija letos odprta razstava pod naslovom »Zbirka ulitkov profesorja Milana Trbižana«. Gre za razstavo, ki je nastala na podlagi odločitve in predloga avtorja, prof. dr. Milana Trbižana, da podari Naravoslovnotehniški fakulteti umetniške in okrasne ulitke, ki jih je več desetletij prejemal kot priznanja za delovanje na različnih livarskih jubilarnih prireditvah kot predavatelj, ali pa kot osebno darilo.

Razstave se je udeležilo kar lepo število eminentnih gostov med katerimi naj omenimo najprej uvodne govornike: predsednika Slovenske akademije znanosti in umetnosti, akademika prof. dr. B. Žeksa, ki je zelo poglobljeno govoril o razstavi, dekana Naravoslovnotehniške fakultete in predstojnika Oddelka za materiale in metalurgijo, prof.dr. R. Turka, ki je v imenu gostitelja stalne razstave podal uvodni nagovor, prof. dr. R. Doepp-a kot zastopnika 110- članske delegacije Tehnične Univerze v Clausthalu Nemčija, ki se je takrat mudila v Sloveniji kot gostja Naravoslovnotehniške fakultete in umetnostnega zgodovinarja prof.dr. M. Juterška, ki je podal umetnostno oceno razstave.

Odprta razstave so se udeležili tudi naslednji ugledni gosti iz tujine: doc. dr. J. Roučka iz Tehniške univerze Brno, Češka, g. Erich Nechtelberger, generalni sekretar Avstrijskega društva livarjev in urednik revije Giesserei Rundschau ter častni član Društva livarjev Slovenije, prof. dr. F. Unkič iz Sveučilišta v Zagrebu in mag. M. Galič, predsednik Hrvatskog udruženja za ljevarstvo.

Avtor razstave in donator, prof. dr. Milan Trbižan je povedal, da odločitev o donaciji osebne zbirke umetniških in ukrasnih ulitkov ni bila težka, saj je bila takoj podprta s strani Naravoslovnotehniške fakultete in še posebno s strani njenega dekana, prof. dr. R. Turka. Fakulteta je na ta način novim generacijam mladih omogočila drugačno predstavitev livarske in metalurške stroke, kjer oblikovana kovina trajno sporoča o lepoti, ki si jo je zamislil ustvarjalec in dovršeno izvedel livar.

Na razstavi so poleg eksponatov razstavljeni tudi panoji s tremi izstopajočimi dosežki umetniškega litja v preteklih 300 letih, ki jih bomo podrobneje predstavili v naslednji številki Livarskega vestnika. Panoji predstavljajo le povzetek opisov iz uvodnega dela obsežnega razstavnega kataloga na 138 straneh A4- formata, ki je izšel ob odprtju razstave. Osrednji del kataloga obravnava posamezne skupine eksponatov, ki obsegajo 65 umetniških in ukrasnih predmetov, 9 miniaturnih portretov znamenitih Slovencev ter 35 medalj in plaket. Vsak od eksponatov je opremljen s podatki o avtorju, livarni, ki je original ali reprodukcijo odlila in postopku litja, dimenziji ulitka, livnem materialu ter darovalcu.

Zahtevno zbirateljsko in uredniško delo za razstavnega kataloga je opravila ga. Katarina Trbižan.

Oceno kataloga sta v predgovorih ocenila prof.dr. R. Turk, dekan Naravoslovnotehniške fakultete in prof.dr. M. Juteršek, umetnostni zgodovinar.

Povzela: mag. Mirjam Jan-Blažič



prof. dr. Milan Trbižan

Slika 80: Objava v Livarskem vestniku 4/2006

Zbirka ulitkov profesorja Milana Trbižana

Castings collection of professor Milan Trbižan

KATARINA TRBIŽAN¹, RADOMIR TURK², MIRKO JUTERŠEK³,
REINHARD DÖPP⁴, BOŠTJAN ŽEKŠ⁵, MILAN TRBIŽAN²

¹Inštitut ISC d.o.o., Dunajska 186, 1000 Ljubljana, Slovenija
E-mail: institut.isc@t-2.net

²Naravoslovnotehniška fakulteta, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija
E-mail: rado.turk@ntf.uni-lj.si; milan.trbizan@ntf.uni-lj.si

³Martinova pot 13, 1000 Ljubljana, E-mail: mjutersek@volja.net

⁴Tehnična Univerza Clausthal, Robert-Koch-Straße 42, D-38678 Clausthal-Zellerfeld
E-mail: giessereitechnik@tu-clausthal.de

⁵Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Novi trg 3, 1000 Ljubljana, Slovenija
E-mail: sazu@sazu.si

Received: September 21, 2006

Accepted: October 20, 2006

Izveček: Dne 21. junija 2006 je bila v prostorih Oddelka za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Lepi pot 11, odprta stalna razstava »Zbirka ulitkov profesorja Milana Trbižana«. Uvodni govor je imel dekan Naravoslovnotehniške fakultete in predstojnik Oddelka za materiale in metalurgijo prof. dr. Radomir Turk, zbirko je ocenil umetnostni zgodovinar prof. dr. Mirko Juteršek, v imenu Tehnične Univerze v Clausthalu je govoril prof. dr. Reinhard Döpp, sledil je kratek nagovor avtorja zbirke prof. dr. Milana Trbižana, poglobljeno oceno je na zaključku podal predsednik Slovenske akademije znanosti in umetnosti akademik prof. dr. Boštjan Žekš, ki je tudi otvoril razstavo.

Abstract: On 21st June 2006 was at Department for Materials and Metallurgy, Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana, Lepi pot 11, opened permanent exhibition »Casting collection of Professor Milan Trbižan«. Introductory speech had dean of Faculty of Natural Sciences and Engineering and principal of Department for Materials and Metallurgy Prof. Dr. Radomir Turk, the collection estimated art historian Prof. Dr. Mirko Juteršek, in the name of Technical University Clausthal spoke Prof. Dr. Reinhard Döpp, following had short speech author of collection Prof. Dr. Milan Trbižan, deep estimation gave at the end president of Slovenian Academy of Sciences and Arts Academician Prof. Dr. Boštjan Žekš, who also opened the exhibition.

Ključne besede: zbirka, umetniški ulitki, donacija, mednarodno sodelovanje

Key words: collection, art castings, donation, international collaboration

Slika 81: Objava v RMZ materiali in geookolje, oktober 2006 (1. stran)

4.2 10. obletnica Zbirke ulitkov profesorja M. Trbižana in odkritje doprsnega kipa

Na Oddelku za materiale in metalurgijo Naravoslovno-tehniške fakultete Univerze v Ljubljani je bila 13. septembra 2016 slovesnost ob 10. obletnici Zbirke ulitkov profesorja M. Trbižana in prvi obletnici smrti prof. dr. Milana Trbižana, zaslužnega profesorja ljubljanske univerze.

Ob navzočnosti njegove širše družine, številnih strokovnih sodelavcev in prijateljev doma in iz tujine, je bil odkrit doprsni kip, delo kiparja Mihe Kača in livarja Romana Kamška, v spomin na njegovo življenje in delo. Njegov naslednik na fakulteti prof. dr. Primož Mrvar je prispeval zaključek k Trbižanovi zadnji študiji o Janezu Vajkardu Valvasorju, v kateri je profesor Trbižan poudaril Valvasorjev inovativni prispevek k slovenskemu livarstvu (primer Marijin kip pred cerkvijo sv. Jakoba v Ljubljani). Profesor Trbižan je pripravljal ta prispevek kot osrednje poročilo za nameravano srečanje ob svoji 80-letnici septembra 2015, katerega pa žal ni uresničil, ker se je 14 dni po svojem 80. rojstnem dnevu, 20. julija 2015, za vedno poslovil. So pa eminentni govorniki dekanja Naravoslovnotehniške fakultete prof. dr. Petra Eva Forte Tavčer, predstojnik Oddelka za materiale in metalurgijo prof. dr. Primož Mrvar in akademik prof. dr. Boštjan Žekš predstavili bogato znanstveno pot prof. dr. Milana Trbižana in njegovo žlahtno osebnost. Kip je odkril akademik prof. dr. Boštjan Žekš ob navzočnosti akademika prof. dr. Branka Stanovnika in nekdanjega rektorja Univerze v Ljubljani prof. dr. Radovana Stanislava Pejovnika.



Slika 82: Predavatelja prof. dr. P. Mrvar in dekanja Naravoslovnotehniške fakultete prof. dr. P. E. Forte Tavčer

Na tako slovesno počastitev spomina na Milana Trbižana je gotovo vplivalo tudi okolje – galerija, kjer že 10 let spominjajo nanj njegovi ulitki, ki jih je podaril svoji fakulteti. Po slovesnosti je zaživelo iskreno prijateljsko druženje, kakršnega pobudnik je bil vedno sam. Za odlično organizacijo doživete in pietetne predstavitve dela in življenja prof. dr. Milana Trbižana gre predvsem Oddelku za materiale in metalurgijo in njegovemu predstojniku prof. dr. Primožu Mrvarju. Spomin na Milana Trbižana bo še dolgo živel med nami, ki smo bili deležni njegove bližine, osebnosti in širokega znanja, ki ga je vedno nesebično razdajal znanja željnim.



Slika 83: Doprnsni kip dr. Milana Trbižana, zaslužnega profesorja Univerze v Ljubljani, je odkril akademik prof. dr. B. Žekš



Slika 84: Družina profesorja Trbižana: hči Katarina, žena Marija in sin Matic



Slika 85: Marija Trbižan z mag. T. Franaszekom iz Tehničnega združenja livarjev Poljske



Slika 86: Akademik prof. dr. B. Žekš, prof. dr. J. Lamut (Naravoslovnotehniška fakulteta), prof. dr. S. Pejovnik (nekdanji rektor Univerze v Ljubljani), P. Janežič (nekdanji direktor Termit d.d.)



Slika 87: J. Čevka, (direktor Exoterm Holdinga), P. Janežič (nekdanji direktor Termit d.d.), A. Serianz (direktor Termit d.d.) in B. Veber (direktor Exoterm-IT d.o.o.)



Slika 88: Dr. K. Weiss, A. Weiss (RWP Aachen), ga. Döpp, prof. dr. R. Döpp (TU Clausthal)

Po 10ih letih lahko z veseljem ugotovimo, da je zbirka lepo ohranjena in da ni ničesar spremenjenega, vsi eksponati so nedotaknjeni. Pri tem je potrebno pohvaliti predvsem študente in profesorje, ki so zbirko vzeli kot svojo in skrbijo za njeno varnost.



Slika 89: Sklopi zbirke:

a) Sklop dekorativnih krožnikov in reliefov iz 19. stoletja

b) Sklop dosežkov sodobnih avtorjev

c) Sklop živali

4.2.1 Objave ob 10. obletnici



FOTO LEON VIDIC

Prof. Milanu Trbižanu v spomin

Dr. Milan Trbižan, zaslužni profesor Univerze v Ljubljani – umrl je 20. julija 2015, kmalu po dopolnitvi 80 letih – je v zadnjih desetletjih bistveno prispeval k uspešnemu razvoju livarstva pri nas. Njegova raziskovalna dejavnost je bila usmerjena predvsem v probleme v livarstvu.

Že pri diplomski je preiskoval materiale za izdelavo livarskih form in jeler, v to se je usmeril tudi pri svoji prvi zaposlitvi, zato ne preseneča, da se je kasneje prav tako posvetil raziskovalnemu in razvojnemu delu v livarski praksi.

Po upokojitvi leta 2005 pa je proučeval tudi zgodovino livarstva na tleh današnje Slovenije. Med drugim je raziskal skoraj neznano delo Janeza V. Valvasorja o litju tankostenskih ulitkov. Potem ko je Valvasor leta 1681 ulil spominski kip Marije pred Šentjakobsko

tehnologije, na Lepem potu 11 v Ljubljani. Tako letos praznuje že deseto obletnico, kar je želel prof. Trbižan proslaviti s simpozijem o livarstvu v Sloveniji v preteklih 300 letih, s poudarkom na Valvasorjevem delu.

Žal je profesorjeva smrt preprečila organizacijo lanskega srečanja. Zato pa so mu njegovi sodelavci prejšnji teden izpolnili željo in ob 10-letnici Trbižanove zbirke ulitkov pripravili predstavitev njegovega raziskovalnega dela. Ob tej priložnosti so ob zbirki odkrili njegov doprnski kip, delo kiparja Mihe Kača, ki ga je odkril akademik prof. dr. Boštjan Žekš.

G. P.

cerkvijo v Ljubljani, je o tem v marsičem inovativnem postopku objavil članek v znanstveni reviji *Philosophical Transactions* angleške akademije Royal Society in nekaj let pozneje še v reviji *Acta Eruditorum*, ki je izhajala v Leipzigu.

Prof. Trbižan je bil tudi zbiralec umetniških in okrasnih ulitkov, ki jih je prejemal več desetletij kot priznanja za delovanje v različnih forumih, za predavanja na kongresih ali kot osebna darila. Tako je nastala obsežna in zanimiva zbirka, ki jo je ob upokojitvi leta 2005 podaril oddelku za materiale in metalurgijo ljubljanske naravoslovnotehniške fakultete.

Zbirka je od leta 2006 razstavljena v prostorih oddelka oziroma na Inštitutu za kovinske materiale in

Slika 90: Objava v časopisu Delo, 22.9.2016

Ob 10. obletnici »zbirke ulitkov prof. dr. Milana Trbižana« odkritje njegovega doprsnega kipa



Doprsni kip
prof. dr. Milana Trbižana

Zasl. prof. dr. Milan Trbižan je umrl 20.06.2015 v svojem enainosemdesetem letu. Pred tem je načrtoval srečanje s kolegi iz Univerze in industrije na katerem je želel poročati o globalnem pomenu J. V. Valvasorja in izvesti druženje. Glede na dogodke smo se člani Oddelka za materiale in metalurgijo (OMM), Naravoslovnotehniške fakultete (NTF), Univerze v Ljubljani (UL), industrijski partnerji iz Termita in Exoterma s katerimi je profesor sodeloval ter družina prof. dr. Milana Trbižana odločili, da kljub temu izvedemo srečanje z druženjem z enakim programom pri čemer smo izvedli tudi otvoritev njegovega doprsnega kipa. Le ta je delo kiparja Mihe Kača, ulitek pa je izdelal livarski mojster Roman Kamšek. Dogodek je bil v prostorih OMM, NTF, UL, dne 13.09.2016.

Program je obsegal glasbeni uvod, nagovor dekanje NTF-UL prof. dr. Eve Petre Forte Tavčar, predavanje o delu prof. Milana Trbižana in globalnem pomenu J. V. Valvasorja je pripravil predstojnik OMM prof. dr. Primož MRVAR, sledil je nagovor akademika prof. dr. Boštjana Žekša, ki je zatem odkril njegov doprsni kip. V imenu družine prof. dr. Milana Trbižana je na koncu njegova žena ga. Marija Trbižan izrekla besede zahvale udeležencem in sodelujočim. Sledilo je druženje kot si ga je zamislil prof. Milan Trbižan ob pijači in jedi, ki je bilo sproščeno in veselo, gostje pa so se kar dolgo zadržali.

Srečanja se je udeležilo približno 100 gostov tako iz Slovenije kot tudi dolgoletni livarski kolegi in prijatelji iz Nemčije, Poljske in Hrvaške.

Prof. dr. Primož Mrvar,
Predstojnik Katedre za
livarstvo, NTF



Udeleženci slovestnega srečanja

Slika 91: Objava v Livarskem vestniku 3/2016

10. obletnica »zbirke ulitkov prof. dr. M. Trbižana« in odkritje doprsnega kipa



Prof. dr. Milan Trbižan

Zasl. prof. dr. Milan Trbižan je umrl 20. 07. 2015 v svojem enainosemdesetem letu. Pred tem je načrtoval srečanje s kolegi iz Univerze in industrije, na katerem je želel poročati o globalnem pomenu J. V. Valvasorja in izvesti druženje. Glede na dogodke smo se člani Oddelka za materiale in metalurgijo (OMM), NTF, UL, industrijski partnerji iz Termita in Exoterma, s katerimi je profesor sodeloval, ter družina prof. dr. M. Trbižana odločili, da kljub temu izvedemo srečanje z druženjem z enakim programom, pri čemer smo izvedli tudi otvoritev njegovega doprsnega kipa. Le ta je delo kiparja Mihe Kača, ulitek pa je izdelal livarski mojster Roman Kamšek. Dogodek je bil v prostorih OMM, NTF, UL 13. 09. 2016.



Akademik prof. dr. Boštjan Žekš je odkril kip prof. dr. M. Trbižana



Druženje po končanem programu v prostorih Oddelka za materiale in metalurgijo, NTF, UL

Program je obsegal glasbeni uvod, nagovor dekanje NTF-UL prof. dr. Eve Petre Forte Tavčar. Predavanje o delu prof. M. Trbižana in globalnem pomenu J. V. Valvasorja je pripravil predstojnik

Srečanja se je udeležilo približno 100 gostov tako iz Slovenije kot tudi iz inozemstva.

Prof. dr. Primož Mrvar

OMM prof. dr. Primož MRVAR, sledil je nagovor akademika prof. dr. B. Žekša, ki je odkril kip. V imenu družine prof. dr. M. Trbižana je njegova žena ga. Marija Trbižan izrekla besede zahvale udeležencem in sodelujočim. Sledilo je druženje, kot si ga je zamislil prof. M. Trbižan ob pijači in jedachi, ki je bilo sproščeno in veselo, gostje pa so se kar dolgo zadržali.

Slika 92: Objava v Novicah Društva Alumni OMM Naravoslovnotehniške fakultete, dec. 2016

Kip Kamničanu

Na Oddelku za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani je bila 13. septembra spoštljiva slovesnost ob obletnici smrti prof. dr. Milana Trbižana, zaslužnega profesorja ljubljanske univerze.

PROF. DR. JANEZ MAROLT

Kamnik – Milan Trbižan je bil iz razreda prvih maturantov kamniške gimnazije (1953). Ob navzočnosti njegove širše družine, številnih strokovnih sodelavcev in prijateljev doma in iz tujine so mu odkrili doprsni kip, delo Mihe Kača, v spomin na njegovo življenje in delo.

in njegovo žlahtno osebnost. Kip je odkril akademik prof. dr. Boštjan Žekš ob navzočnosti akademika prof. dr. Branka Stanovnika in nekdanjega rektorja Univerze v Ljubljani prof. dr. Stanislava Pejovnika.

Na tako slovesno počastitev spomina na Milana Trbižana je vplivalo tudi okolje – galerija, kjer že deset let



FOTO: ARHIV DRUŽINE

Odkritja doprsnega kipa Milana Trbižana so se udeležile tudi hči Katarina, žena Marija in sin Matic Trbižan.

Njegov naslednik na fakulteti prof. dr. Primož Mrvar je prispeval zaključek k Trbižanovi zadnji študiji o Janezu Vajkardu Valvasorju, v kateri je Trbižan poudaril Valvasorjev prispevek k slovenskemu livarstvu. Trbižan je pripravljal ta prispevek kot osrednje poročilo za srečanje ob svoji 80-letnici. Žal ga ni uresničil. So pa eminentni govorniki dekanja Naravoslovnotehniške fakultete prof. dr. Petra Eva Forte Tavčer, predstojnik Oddelka za materiale in metalurgijo prof. dr. Primož Mrvar in akademik prof. dr. Boštjan Žekš predstavili njegovo bogato znanstveno pot

spominjajo nanj njegovi ulitki, ki jih je podaril svoji fakulteti. Po slovesnosti je zaživel iskreno prijateljsko druženje, kakršnega pobudnik je bil vedno sam. Za odlično organizacijo doživetje in pietetne predstavitve Trbižanovega dela in življenja gre zasluga Oddelku za materiale in metalurgijo in njegovemu predstojniku prof. dr. Primožu Mrvarju, prav tako družini Trbižan, predvsem hčerki Katarini. Spomin na Milana Trbižana bo še dolgo živel med nami, ki smo bili deležni njegove bližine, osebnosti in širokega znanja, ki ga je vedno ne-sebično razdajal.

Slika 93: Objava v časopisu občine Kamnik Kamničan(ka), 7.10.2016

Kip našemu občanu

Na Oddelku za materiale in metalurgijo Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani je bila 13. septembra 2016 spoštljiva slovesnost ob obletnici smrti prof. dr. Milana Trbižana, zaslužnega profesorja ljubljanske univerze. Ob navzočnosti njegove širše družine, številnih strokovnih sodelavcev in prijateljev od doma in iz tujine so mu odkrili doprnski kip, delo Mihe Kača, v spomin na njegovo življenje in delo. Njegov naslednik na fakulteti prof. dr. Primož Mrvar je prispeval zaključek k Trbižanovi zadnji študiji o Janezu Vajkardu Valvasorju, v kateri je profesor Trbižan poudaril Valvasorjev inovativni prispevek k slovenskemu livarstvu (primer Marijin kip pred Šentjakobsko cerkvijo v Ljubljani). Profesor Trbižan je pripravljal ta prispevek kot osrednje poročilo za srečanje ob svoji 80-letnici. Žal ga ni uresničil. So pa eminentni govorniki, dekanja NTF prof. dr. Petra Eva Forte Tavčer, predstojnik Oddelka za materiale in metalurgijo prof. dr. Primož Mrvar in akademik prof. dr. Boštjan Žekš predstavili bogato znanstveno pot prof. dr. Milana Trbižana in njegovo žlahtno osebnost. Kip je odkril akademik prof. dr. Boštjan Žekš ob navzočnosti akademika prof. dr. Branka Stanovnika in nekdanjega rektorja Univerze v Ljubljani prof. dr. Stanislava Pejovnika.

Na tako slovesno počastitev spomina na Milana Trbižana je gotovo vplivalo tudi okolje – galerija, kjer že 10 let spominjajo nanj njegovi ulitki, ki jih je



podaril svoji fakulteti. Po slovesnosti je zaživelo prijateljsko druženje, kakršnega pobudnik je bil vedno tudi sam. Za odlično organizacijo doživete in pietetne predstavitve dela in življenja prof. dr. Milana Trbižana gre predvsem Oddelku za materiale in metalurgijo ter njegovemu predstojniku prof. dr. Primožu Mrvarju, in tudi družini Trbižan, zlasti izjemnemu prispevku Trbižanove hčerke Katarine. Spomin na Milana Trbižana bo še dolgo živel med nami, ki smo bili deležni njegove bližine, osebnosti in širokega znanja, ki ga je vedno nesebično razdajal znanja željnim.

PROF. DR. JANEZ MAROLT
FOTO: MEDIASPEED

Slika 94: Objava v glasilu občine Domžale Slamnik, 28.10.2016



5 Zaključek: priznanja tujih in domačih strokovnjakov, prijateljev in sorodnikov

Začutil sem, da sem izgubil vzornika, učitelja, mentorja in prijatelja. Delila sva ljubezen do livarstva in metalurgije, pa tudi ko sva se bolje spoznala, sva ugotovila, da imava skupne poglede na življenje in Slovenstvo. Lahko rečem, da je Milan Trbižan bil in je v naših srcih izjemen Človek v pristnem pomenu te besede, saj je nudil pomoč in podporo mnogim, tako sodelavcem in kolegom na univerzi, livarjem in metalurgom ter študentom, ki jih je desetletja vodil po zaključnih terenskih vajah v tujini. Neizmerno sem mu hvaležen za njegovo pravo vzgojo, pomoč in podpro na strokovni, znanstveni, pedagoški in življenjski poti. Le ta se ni končala z njegovo upokojitvijo, bila je živa in iskrena še do zadnjega najinega druženja pred 2 mesecema.

Kar je mogoče še najpomembnejše – njegov značilen temperament in živ duh, s katerim si je odkrival nova obzorja in nas razveseljeval v človeškem in strokovnem smislu, sta ga zapisala v naša srca in zelo ga bomo pogrešali.

Prof. dr. Primož Mrvar,
predstojnik Oddelka za materiale in metalurgijo

Vedno optimističen, vedno veder, tudi ko se je že boril z boleznijo. Vedno me je prijazno pozdravil, me vprašal, kako kaj njegovi fantje, zanimalo ga je, kako nam gre na fakulteti in bil iskreno vesel, ko sem odgovarjala da »se bomo že zmenili« in »spravili fakulteto v mirne vode«. Ni težko zaključiti, da je bilo življenje prof. Trbižana polno, plodovito in srečno. Svoja čustva, znanje in delo je uporabljal v dobro družine, stroke in širše družbene skupnosti.

Ne bom ga več srečevala, žal. Lepo je bilo slišati prijazno besedo in dobre želje. Vsa srečanja bi morala biti taka, ne le na sprehajalni poti, temveč tudi na poti življenja. Saj ne vemo, koga, kje in kdaj bomo srečali na njej, še manj pa, kako dolgo nam bo dano hoditi po tej poti.

Prof. dr. Petra Eva Forte Tavčer,
dekanja Naravoslovnotehniške fakultete

Prof. dr. Milan Trbižan je bil livar in metalurg z dušo in telesom.

Mi, njegovi kolegi iz Aachna, Clausthala in Freiberga ter drugimi doma in v tujini, npr. Leobna, Brna, Miškolca in Krakova, ga cenimo zaradi njegovega strokovnega znanja in človeških lastnosti.

**Prof. dr. Reinhard Döpp,
Tehnična univerza Clausthal**

Milana ne bomo pozabili. Kako bi ga sploh lahko!

Bil je tako pomemben element v svetu livarjev. Najina srečanja so bila vedno rodovitna in produktivna, predvsem pa vesela.

**Prof. dr. Gerhard Engels,
Düsseldorf**

Odkritje kipa mojemu staremu prijatelju Milanu, prof. dr. Trbižanu, pomeni visoko odlikovanje Univerze v Ljubljani velecejenemu metalurgu in livarskemu strokovnjaku, ki si ga je v livarstvu Slovenije in Evrope zaslužil.

Ponosen sem, da sem bil več desetletij prijateljsko povezan z Milanom!

**Dr. Karl-Heinz Caspers,
Nürnberg**

S smrtjo profesorja Milana Trbižana je slovensko in evropsko livarstvo izgubilo enega izmed redkih strokovnjakov, ki so strastno ljubili svojo stroko. Njegovo strast izžarevajo ne samo njegovi zapisi, knjige in referati, ampak jo dokazuje tudi zbirka umetniških odlitkov, ki jo je dopolnjeval štirideset let in ki obsega več kot sto izdelkov. Zbirko je poklonil Univerzi v Ljubljani in zdaj krasi hodnike Katedre za livarstvo.

Profesor Trbižan bo ostal za vedno zapisan v zgodovino Društva poljskih livarjev in bo večno živel v spominu članov društva.

**Upravni odbor Društva poljskih tehničnih livarjev,
Przegląd Odlewnictwa 7–8, 2015**

Odzivi kolegov iz livarske stroke so si bili edini, da je bil Milan Trbižan znanstvenik posebne znanstvene kulture. Bil je dober učitelj oz. profesor in mentor, poslovni partner ter prijatelj vrste evropskih livarskih društev in združenj (posebno v Nemčiji, Avstriji, na Poljskem, Češkem in Hrvaškem) ter nenazadnje – bil je, preprosto rečeno, zelo dober človek.

V zgodovini naše stanovske organizacije bo Milan Trbižan ostal vidno zabeležen z vrsto strokovnih prispevkov in pozitivnih dejanj. Radi se ga bomo spominjali tudi kot človeka velike življenjske energije, ki jo je nenehno kazal s polnim nasmehom na obrazu. Vsem tistim, ki smo Milana Trbižana poznali, bo za vse čase ostal v spominu njegov prijazen in nasmejan obris obraza.

Mag. Mirjam Jan-Blažič,
predsednica Društva livarjev Slovenije

Ko odhajajo najdražji,
odide z njimi tudi del nas,
tudi prostor in čas
in mnoga spoznanja, ki niso zorela na glas.

Prof. dr. Janez Marolt,
prijatelj

Sam sem imel srečo, da sem Milana kot njegov sodelavec v organih Teniškega kluba Radomlje srečeval in spoznaval kot predsednika, kot partnerja v deblu in zlasti kot človeka.

Mislilim, da je bil Milan v svojem bistvu preprost, skromen in topel človek. V osebnem stiku z njim sem vedno lahko pozabil, kako ugledna osebnost je, saj si takoj začutil njegovo naklonjenost, neposrednost in dobroto. Vedno je bil pripravljen pomagati, narediti uslugo, svetovati in na sočloveka prenašati svojo neizmerno energijo.

Dragi Milan, hvala ti za vse, hvala, ker sem bil lahko tvoj prijatelj.

Maks Jeran,
prijatelj in teniški partner

Vesel in ponosen sem, da sem ga lahko imel za vzgled, prijatelja in hvaležen za vse ure šahiranja, klepetov pa tudi kratkih srečanj ob polenajsti maši.

Le vera in dejstvo, da pokojni mož in oče pravzaprav nikoli ne zapusti svojih, saj je vse zaznamoval s svojim življenjem, sta tolažilna.

**Dr. Damjan Bergant,
prijatelj**

Milan je bil Človek

pronicijivih idej, pozoren poslušalec, tovariški v debatah in nepopustljiv pri doseganju ciljev;

ki ni nikoli obupal in vedno nasmejan vzpodbujal tudi nas ostale v optimističnem gledanju;

ki je v življenju dosegel zadovoljstvo: zgradil hišo, posadil drevo in ustvaril družino;

ki ga je življenje naučilo delati, sodelovati, iskati, boriti se in nikoli vdati;

Tak nepoboljšljivi optimist boš ostal v naših srcih! Takega se te bomo spominjali, so mi po el. pošti zagotovili živeči sošolci iz Amerike, Švedske, Švice in Španije!

Takega Kamničana naj bi zaznamovalo tudi mesto Kamnik!

**Andrej Pardubsky,
prijatelj in sošolec**

Danes smo z njim zadnjikrat in če bi bilo to srečanje z njim praznovanje, bi napisal pesem, prigodnico, primerno za slavljenje. To bi bilo njegovo veselje, ker je imel ljudi rad in jim je tako izražal svojo naklonjenost.

Molče je sklenil svoje življenje, brez besed slovesa. Mi, njegovi najbližji, ostajamo hvaležni za njegov zgled in dobroto, kot je bil tudi on vedno hvaležen vsakomur, ki je kaj dobrega storil.

V duhu vere je Milan z nami za vedno.

**Slavica Navinšek,
sestra**

Dragi papa!

Za vedno boš ostal v naših srcih – zelo te pogrešamo!

Tvoji Marija, Katarina in Matic



Portret zaslužnega profesorja dr. Milana Trbižana, junij 2015