



# ALUMNI OMM

Novice Društva Alumni OMM Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani

MAJ 2020 / ŠTEVILKA 12

## UVODNIK

Po slovesnostih ob 100-letnici naše »alma mater«, številnih fakultetnih prireditvah ter otvoritvi razstave in monografije »Ko zapoje kovina« se je delo na fakulteti vračalo v ustaljene tirnice, toda ne za dolgo. Februar se je prevesil v marec in virus je pričel spreminjati svet. Ko si bomo sneli zdravstvene maske, ga bomo pričeli na novo spoznavati. Zaradi virusa smo predstavili načrtovan obisk laboratorija 3D tisk kovin in strokovno ekskurzijo. Prav tako je virus povzročil, da je naš satelit še vedno na tleh, namesto da bi že krožil okrog Zemlje in nas opazoval, kako se pobiramo po epidemiji.

V prispevkih te številke časopisa poročamo o naši fakulteti nekoč in danes – o poteku študija na daljavo, o varilstvu, o poklicni poti kolega podjetnika in o sprejemu brucev (brucovanje). Ob »Nacionalnem energetske in podnebne načrtu« so se pojavili predlogi, ki bi kar počez zapirali nekatera podjetja z vrhunsko tehnologijo in sposobnimi strokovnimi, znanstvenimi in razvojnimi sodelavci. Več o tem v prispevku o seji Strateškega sveta za metalurgijo in v prispevku o razogljčenju evropske jeklarske industrije; drugi prispevki s te seje bodo še objavljeni. Nekaj besed k zelenemu programu EU: z metaliziranimi briketi in peleti (DRI) imajo naši jeklarji že izkušnje. Kot čisti vložek, brez oligoelementov, so jih uporabljali v 70-letih prejšnjega stoletja...

Predstavljamo 3D tisk kovin, s slikovnim gradivom pa vsakoletno srečanje »generacije 57« – pričeli so študirati eno leto po ustanovitvi Evropske gospodarske skupnosti (EGS, danes EU). V rubriki »prosti čas« bomo v prihodnje poročali o prostočasnih konjičkih članov, prvi prispevek je namenjen umetniškemu ustvarjanju.

Člane in podpornike društva prosim za pisne prispevke, da z novimi poročili obogatimo vsebino časopisa. Zanimive bodo izkušnje študentov in učnega osebja o študiju na daljavo in o delu od doma. Prosim za prispevke »moja poklicna pot«, rubrika postaja pomemben dokument o različnih dejavnostih diplomantov OMM. Vsem, ki s svojimi pisnimi prispevki ali s fotografijami že soustvarjate naše glasilo – iskrena hvala.

Še vedno velja, ostanite zdravi!

Srečno!

Jakob Lamut

## Vsebina:

**01** Uvodnik

**03** Zgodovina

**07** Generacije metalurgov

**13** Dogodki

**16** Novice



## Uvodnik

# Naravoslovnotehniška fakulteta in Covid-19

Če smo v novo leto 2020 vstopali polni optimizma in solidnih napovedi glede svetovne in domače gospodarske rasti, se je razpoloženje, z bliskovitim širjenjem novega virusa, kasneje poimenovanega Covid-19, skalilo. V začetku meseca marca 2020 je, po priporočilu vlade RS, svoja vrata zaprl ves slovenski izobraževalni in vzgojno-varstveni sistem. Naravoslovnotehniška fakulteta seveda pri tem ni bila izjema. Praktično čez noč smo se morali privaditi na ujetost med lastne štiri stene in delo od doma. Naloga, kljub pregovorni visoki računalniški pismenosti in usposobljenosti v RS, ni bila lahka. Preko UL, pogosto pa samoiniciativno, so se organizirali t.i. webinarji ali izobraževanja na daljavo o uporabi spletnih orodij, namenjenih za predavanja, opravljanje izpitov in podobno. Na hitro smo, ob izdatni in nesebični pomoči IT strokovnjakov na NTF, organizirali delo od doma ter pričeli z zbiranjem informacij o poteku pedagoškega dela na daljavo. Hkrati smo pripravljali vse

pravne podlage za delo na daljavo ali od doma in preigrali različne scenarije poteka pandemije in njenega vpliva na naša življenja. Ker se je življenje v Sloveniji pravzaprav ustavilo, saj ni bilo več javnega prevoza, zaprli so se vsi lokali, gostinski obrati in manjše trgovine, pa tudi študentski domovi, je bilo zelo težko izvajati kakršnokoli dejavnost na fakulteti. Kmalu pa nam je uspelo vzpostaviti delovanje vseh najnujnejših služb na fakulteti, podobno pa se je odvijalo na Univerzi v Ljubljani, ki nas je sproti obveščala o vseh pomembnih zadevah in pripravljala pravne podlage za delovanje UL in članic v izrednih okoliščinah. Na UL je bila ustanovljena posebna skupina strokovnjakov Medicinske in Zdravstvene fakultete, ki je pripravila navodila za delovanje v izrednih okoliščinah, z namenom preprečevanja širjenja virusa po ustanovah UL.

V času nastajanja tega pisanja se ukrepi za zajezitev širjenja virusa v Sloveniji rahljajo, vendar še vedno ni jasno, kako bomo izpeljali študijsko leto do konca. Po vsej verjetnosti predavanj in vaj z množično hkratno udeležbo študentov ne bomo mogli izvesti. Zato iščemo rešitve, kako v čim večji meri izpeljati akreditirane

študijske programe do konca in obenem opraviti še vsa preverjanja znanja in ostale oblike zaključevanja študija. Pospešeno se pripravljajo pravne podlage in navodila za vse tiste, ki študij zaključujejo, za opravljanje zagovorov preko spletnih aplikacij in podobno.

Ne glede na opisane tegobe in težave lahko ugotovim, da je Naravoslovnotehniška fakulteta v času pandemije, ki še traja, delovala zelo dobro. To je seveda zasluga prav vseh zaposlenih, ki so vsi po svojih možnostih prispevali k hitri vzpostavitvi dela na daljavo. Pri tem ne smemo pozabiti na pomoč Univerze v Ljubljani, in seveda študentov, ki so bili v tem času izjemno razumevajoči in kooperativni.

Pandemija Covid-19 je, kljub svoji zloveščosti, pospešila začetek množične uporabe spletnih orodij za poučevanje in nas prisilila v učinkovito in premišljeno delovanje v izrednih okoliščinah. Seveda si tako kot, verjamem – vsi ostali, tudi sam želim, da bo jutri pandemija Covid-19 le še slab spomin.

**SREČNO!**

Prof.dr. Boštjan Markoli,  
dekan NTF

## Zgodovina

### Kratka zgodovina študija metalurgije na Univerzi v Ljubljani – leto 1950

Leto **1950** je bilo za ljubljansko Montanistiko po svoje povsem drugačno, saj je stavba, zgrajena po arhitekturni zasnovi arhitekta Franceta Tomažiča – Plečnikovega učenca, v tem povojnem času pridobila mnogo lepšo notranjo podobo, ki vse do danes predstavlja skriti biser Aškerčeve ceste v Ljubljani.

Freske v glavni avli Montanistike je izdelal slovenski slikar Slavko Pengov, ki se je rodil 24. junija 1908 v Ljubljani in je izhajal iz podobarske družine. Bil je sin Ivana Pengova, lastnika priznane Pengovove podobarske delavnice v Ljubljani. Oče Ivan Pengov je bil sicer doma iz okolice Domžal, iz Sela pri Ihanu.

Slavko Pengov se je med obiskovanjem ljubljanske realke učil risanja in slikanja v šoli Probuda pod vodstvom slikarja Franja Sterleta. Med letoma 1926 in 1929 je študiral na Akademiji za likovno umetnost v Zagrebu, med letoma 1929 in 1931 pa je študij (kiparstvo) nadaljeval na Akademiji na Dunaju. Od leta 1945 je bil profesor na Akademiji za upodabljanje umetnost Univerze v Ljubljani – zdaj ALU. Delal je v različnih tehnikah. Njegova dela so bila vseskozi realistična, s pretehtanimi kompozicijami in plastično modulacijo predmetov in figur. Zgodnja dela, večinoma tihožitja in portrete je Pengov ustvaril v olju, ukvarjal se je z ilustracijo, poznan pa je predvsem kot slikar z najboljšejšim opusom monumentalnega stenskega slikarstva 20. stoletja na Slovenskem. V tehnikah freska, mozaik in sgraffito je poslikal številne cerkve in profana poslopja.



Avla v stavbi Montanistike na Aškerčevi 12 s podpeškim marmorjem in freskami

Slavko Pengov je avlo Montanistike poslikal po svoji vrnitvi iz Beograda. V delo je vpeljal umirjene sivo rjave tone, ki ustrezajo rudarski motiviki, kompozicijsko pa se je vrnil k obliki kontinuirane, sklenjene pripovedi, ki teče v širokem pasu pod stropom avle preko dveh sten neprekinjeno, tretjo steno pa je z vsebinskim premikom – prikazom težke industrije – s prekinitvijo ločil od ostalih dveh.

Zgodba se prične z velikimi monumentalnimi figurami rudarjev, ki se odpravljajo na delo, postavljeni so povsem v ospredje, nadaljuje pa se s prikazom dela v rudniku v ozadju. Konec druge stene se končuje s podobo iz jame vračajočih se delavcev. Delo teh mož je Pengov prikazal z ogromnimi, težkimi delovnimi rokami. Tudi v socializmu je delo težaško, naporno in žulji so bili znak, da je pot do izgradnje socializma še dolga in naporna...

Pengov je povojne freske ustvarjal navkljub hudi bolezni, ki ga je pestila še iz vojnih časov. Že med drugo svetovno vojno je bil operiran zaradi možganskega tumorja, po vojni pa še trikrat.

Zaradi bolezni ga je pestila vrtoglavica, začasno je celo oslepel, a vseeno je ustvaril obsežen opus fresk in bil profesor na akademiji.

Danes Slavka Pengova (24. 6. 1908 – 6. 1. 1966) štejemo za enega od največjih slovenskih freskantov. Med njegova najpomembnejša dela spadajo še freske v župnijski cerkvi na Bledu, ki jih je delal v letih 1932–1937, freske v župnijskih cerkvah v Domžalah (1938) in Kočevju (1939), freske na stavbi mizararskih delavnic na Žalah v Ljubljani (1939), mozaiki v vladni vili na Bledu iz leta 1947, freske v palači CK v Beogradu iz leta 1948, freske v palači Državnega zbora Republike Slovenije pa je izdelal leta 1958.

Darja Steiner Petrovič

#### Literatura in viri:

1. <http://www.kd-domzale.si/zastorska-slika-v-slamnikarskem-muzeju.html>
2. <https://zgodovinanadlani.si/1908-rojen-slavko-pengov/>
3. D. Pavlinec, Slovenski inženirji človeških duš. Monumentalne stenske poslikave socialističnega realizma. Razprave in članki, Slovensko umetnostnozgodovinsko društvo, (2008) str. 114–138.



## Zgodovina

➤ Na metalurškem odseku Fakultete za rudarstvo in metalurgijo je v letu **1950** diplomiralo 17 diplomantov: Zvonimir Gorjup, Alojzij Pohar, Miloš Šulin, Teodor Božič, Dragotin Pavko, Muzaref Spužič, Božidar Cimerman, diplomantka Majda Dekleva – Cvahte, Milan Dobovišek, Vojin Dokić, Anton Grgič, Bogomir Dobovišek, Mirko Holc, Janko Kambič, Avgust Karba, Franc Zore in Oskar Bratanič.

## Vir:

1. 34. Skok čez kožo. Univerza v Ljubljani – NTF, Ljubljana, 1995.

## Zgodovina varilstva

Ko so naši davni predniki začeli oblikovati kovine in iz njih izdelovati uporabne stvari, so začeli razmišljati kako med seboj spojiti posamezne dele. Najden nakit iz obdobja 3000 do 2000 let pred našim štetja kaže, da so že takrat za spajanje posameznih delov uporabljali kovaško varjenje. V bakreni in bronasti dobi so za sestavljanje posameznih kovinskih delov uporabljali spajkanje.

V železni dobi so odkrili, da je mogoče s kovanjem spojiti več manjših kosov železa med seboj. Kovaško varjenje so uporabljali za izdelavo orodja in orožja iz jekla. Tak način varjenja je bil edini način spajanja jekla skozi dva tisoč letno obdobje, vse do konca 19. stoletja, ko se je začelo razvijati talilno varjenje. Kovaško varjenje, ki spada med načine varjenja s pritiskom, se uporablja še danes.

Osnova za razvoj talilnega varjenja je odkritje gorljivih plinov. Proti koncu 19. stoletja so začeli izdelovati kalcijev karbid iz katerega pridobivamo acetylen. Kmalu nato so uspeli z frakcionirano destilacijo utekočinjenega zraka pridobiti zadostno količino

čistega kisika. Zgorevanje acetilena s čistim kisikom je dalo dovolj vroč plamen, da je bilo mogoče lokalno taliti kovine. Na začetku 20. stoletja so začeli uporabljati plamen za varjenje jekla in barvnih kovin. Plamensko varjenje je bilo vse do druge svetovne vojne najpomembnejši način varjenja. Plamen je še danes nepogrešljiv vir toplotne energije v varilni tehniki.

Prvi poskusi uporabe elektrike za taljenje kovin segajo v leto 1885, ko je ruski znanstvenik Nikolaj Nikolajevič Bernardos patentiral taljenje kovine v električnem obloku z ogljeno elektrodo. Pet let kasneje je Nikolaj Gavrilovič Slavjanov namesto ogljene elektrode uporabil kar jekleno žico in tako zasnoval električno obločno varjenje. Takratni način varjenja z golo žico zaradi težav z ionizacijo obloka in oksidacijo še ni bil uporaben.

Šele patent Oskarja Kjellberga iz leta 1908 je omogočil nadaljnji razvoj električnega obločnega varjenja.

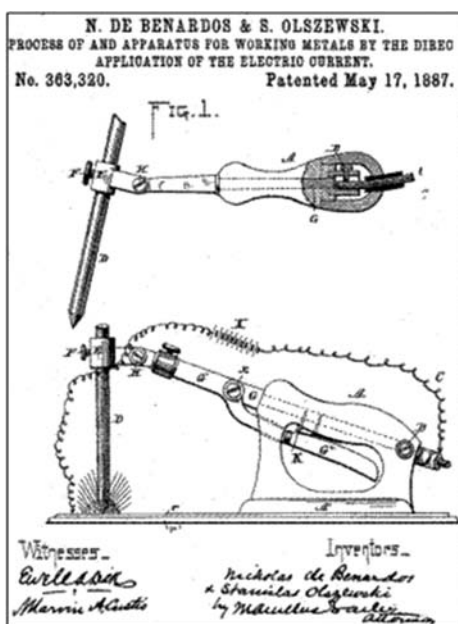
Mladi Šved je prišel na idejo, da bi v varilni proces uvajal snovi, ki bi odpravile težave varjenja z golo žico. Jekleno žico je najprej premazal z apnenim mle-

kom, nato je dodal še druge mineralne komponente. Ugotovil je, da se z raznimi dodatki lahko vpliva na proces obločnega varjenja. Iz te zamisli se je razvila proizvodnja oplaščenih elektrod. V plašč so začeli dodajati snovi za ionizacijo obloka, dezoksidante, legirne elemente, žilindrotvorne komponente in snovi, ki so razvijale plinsko zaščito. Varjenje z oplaščenimi elektrodami je postalo najbolj razširjen način talilnega varjenja vse do 70 let 20. stoletja.

Z oplaščenimi elektrodami ni bilo mogoče uspešno variti aluminija in nekaterih drugih kovin. Pred drugo svetovno vojno so v ZDA za potrebe letalske industrije iskali boljše načine varjenja aluminija. Tako so iznašli varjenje z netaljivo volframovo elektrodo in varjenje s taljivo žično elektrodo v zaščiti inertnega plina helija. Pri varjenju s taljivo elektrodo poseben mehanizem dovaja žico, navito na kolut, v varilni proces. To je bil prvi način pri katerem je mehanizem pomagal varilcu in začetek mehanizacije in avtomatizacije v varilstvu. Po vojni so nov način varjenja začeli uporabljati tudi v Evropi, s to razliko, da so namesto helija uporabljali argon.

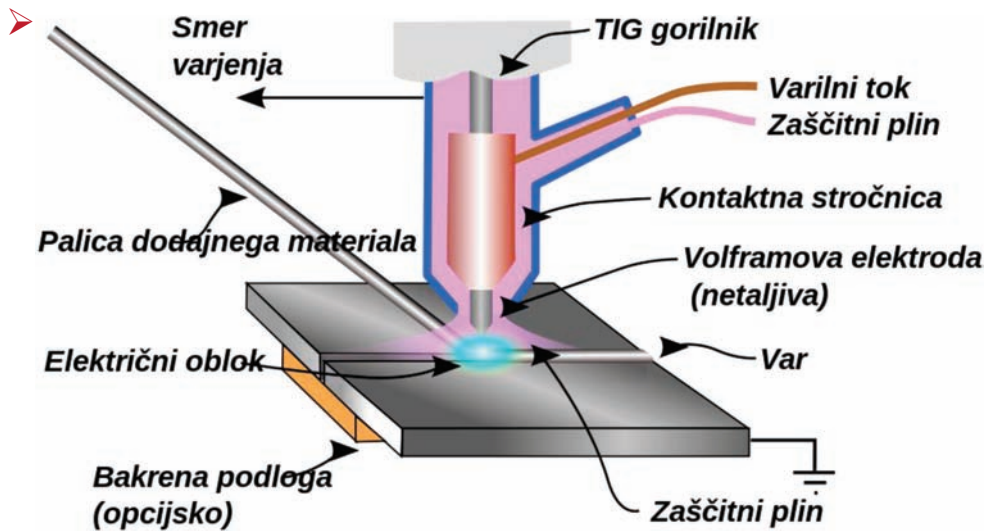
V takratni Sovjetski zvezi so razvijali varjenje s taljivo elektrodo v zaščiti aktivnih plinov. Izkazalo se je, da je mogoče jekla uspešno variti v zaščiti ogljikovega dioksida. Omenjen način varjenja je zaradi večje storilnosti in možnosti avtomatizacije uspešno konkuriral varjenju z oplaščenimi elektrodami. V 70 letih prejšnjega stoletja je že postal najpomembnejši način varjenja nelegiranih jekel in je presegel varjenje z oplaščenimi elektrodami.

Nadaljnji razvoj varjenja jekel v zaščitnih plinih je potekal v treh smereh. Namesto čistega ogljikovega dioksida so začeli uporabljati razne mešanice inertnih in oksidativnih plinov. Več so uporabljali strženske žice v obliki tankih cevi, ki so bile napolnjene z mineralnimi in kovinskimi praški. Izboljšali so varilne ➤



Patent Nikolaja Nikolajeviča Bernardosa in Stanislava Olszevskega – taljenje kovin z oblokom

## Zgodovina



Princip varjenja z volframovo elektrodo v zaščiti inertnih plinov

stroje, ki so imeli boljšo regulacijo električnih parametrov. Z omenjenimi izboljšavami je postalo varjenje v zaščitnih plinih najpomembnejši način varjenja.

Danes varjenje v zaščitnih plinih dosega 90 % vsega talilnega varjenja. V veliki meri je varjenje avtomatizirano in robotizirano. Sodobne varilne naprave imajo senzorje in procesorje, ki optimirajo parametre in pomagajo voditi varilni proces.

Poleg obločnega in plamenskega varjenja so razvili številne druge načine od katerih so se v praksi uveljavili: varjenje pod praškom, varjenje pod elektropredvodno žilindro, alumotermično varjenje, varjenje z elektronskim snopom, plazemsko varjenje, indukcijsko varjenje, obžigalno varjenje, varjenje s trenjem, lasersko varjenje, varjenje s trenjem in mešanjem.

Drugo veliko področje spajanja kovin je uporovno varjenje. Točkovno uporovno varjenje so iznašli v 30 letih dvajsetega stoletja. Uporablja se za spajanje tanke pločevine. Sam princip varjenja se do danes ni bistveno spremenil. Izboljšali so se stroji in naprave za upravljanje procesa. Danes je točkovno uporovno varjenje najpomembnejši način var-

jenja v avtomobilski industriji. Osebni avto ima več tisoč zvarov. Tipična slika tovarne avtomobilov je dolga linija varilnih robotov, ki sestavijo in varijo avtomobilske karoserije.

### Razvoj varilstva v Sloveniji

V spominih inž. Leon Knez piše, da je bil prvi varilec pri nas livarski mojster Torkar iz Jesenic. Kranjska industrijska družba ga je leta 1908 poslala na Dunaj, da bi se izučil varilne tehnike. Na Jesenice je pripeljal acetilenski razvijalec in dve jeklenki s kisikom ter osnovno opremo za plamensko varjenje. Kot piše, je bilo takratno vodstvo družbe navdušeno nad novo tehniko varjenja in rezanja jekla s plamenom. Toda zaradi pomanjkanja kisika in kalcijevega karbida ter znanja o varjenju se do 1. svetovne vojne plamensko varjenje v praksi še ni uporabljalo v večji meri.

Leta 1918 so v Rušah zgradili tovarno, ki je izdelovala tudi kalcijev karbid. Kmalu so prišli na idejo, da bi z uvajanjem plamenskega varjenja lahko povečali prodajo kalcijevega karbida.

Dogradili so še kolone za proizvodnjo kisika in polnilnico za jeklenke. Ustanovili so oddelek za uvajanje plamenskega varjenja. Zaposlili so inž. Leona

Kneza, ki je najprej odšel na študijsko potovanje v Avstrijo, Nemčijo in v Švico, kjer se je seznanil s takratno tehniko varjenja. V Slovenijo je prinesel nova znanja o varjenju in pričel z uvajanjem varjenja v slovensko obrt in industrijo. Prirejal je varilske tečaje in predavanja o uporabi varjenja. Inž. Leon Knez je nedvomno pionir varjenja v Sloveniji.

Takratna AGA Ruše je prvi tečaj varjenja organizirala v Mariboru leta 1929. Nato so potekali potujoči tečaji varjenja po večjih industrijskih središčih v Sloveniji. V Rušah so uredili stalno učilnico varjenja, ki je imela 6 varilnih mest. Leta 1938 je inž. Leon Knez izdal prvo knjigo o varjenju v slovenskem jeziku pod naslovom »Kisik in acetilen v kovinarstvu«.

Varjenje so v takratnem času uporabljali v vzdrževanju, v glavnem za popravila in obnovo strojev in naprav. V večjem obsegu so varjenje uporabljale Železniške delavnice in Premogokopna družba Trbovlje. Vse več zanimanja za varjenje je bilo med obrtniki. Z varjenjem so obnavljali kurišča parnih lokomotiv, varili so zvonove in bloke motorjev z notranjim izgorevanjem ter železniške in tramvajske tračnice. Takratni predpisi še niso dovoljevali uporabe varjenja pri izdelavi nosilnih konstrukcij in tlačnih posod.

Po zaslugi AGA Ruše, kasneje Tovarne dušika Ruše, se je plamensko varjenje uspešno uveljavilo pri nas. V zahodni Evropi je takrat plamenskemu varjenju konkuriralo razvijajoče se obločno varjenje. Pri nas je obločno varjenje propagirala avstrijska firma ELIN, ki je izdelovala varilne agregate in firma Böhler, ki je že takrat izdelovala kvalitetne oplašene elektrode. Prve agregate za obločno varjenje so nabavile Železniške delavnice v Mariboru, Premogovnika v Trbovljah in Velenju ter Stavbarska družba iz Maribora (kasneje Metalna).

Znanje in izkušnje pridobljene pred 2. svetovno vojno so prišle prav po vojni

## Zgodovina



Učilnica plamenskega varjenja

ko je bilo potrebno obnoviti poškodovane objekte, industrijske obrate in kmetijsko orodje. Takrat ni bilo rezervnih delov in možnost nabave novih naprav. Tako so v tistem času z varjenjem usposobili številne poškodovane stroje in naprave.

Leta 1951 je bila v Mariboru ustanovna skupščina Društva za varilno tehniko LRS na kateri so se zbrali vsi, ki so že kaj vedeli o varjenju. Za tehničnega sekretarja so izbrali g. Pavla Štularja, ki je kasneje veliko prispeval k razvoju varjenja pri nas.

V prvih letih je društvu pri organizaciji tečajev in strokovnih srečanjih z inženirji in tehniki pomagalo Avstrijsko društvo za varilno tehniko. Kmalu se je društvo včlanilo v mednarodna varilska združenja. Slovenija je tako v kratkem času zmanjšala zaostanek na področju razvoja varilne tehnike v svetu.

Leta 1956 je društvo ustanovilo Zavod za varjenje LRS, ki je kasneje prerastel v Institut za varilstvo.

Slovenija se je tudi na področju proizvodnje materialov in naprav za varjenje hitro razvijala. Leta 1936 je firma

Böhler Kranjski industrijski družbi prodala licenco za izdelavo strženskih elektrod. To so bile cevke napolnjene z mineralnim in kovinskim prahom, ki so se izdelovale v času ko je firma Kjelberg zaščitila proizvodnjo oplaščenih elektrod. Ideja o polnjenih elektrodah je postala aktualna ponovno čez 30 let ko so se začele razvijati polnjene (strženske) žice za varjenje v zaščitnih plinih. Že leta 1946 so na Jesenicah razvili prve lastne kislino oplaščene elektrode. Železarna je kmalu postala vodilni proizvajalec dodatnih materialov za varjenje. Izdelovala je vse vrste oplaščenih elektrod, žice za varjenje v zaščitnih plinih, praške za varjenje pod praškom in strženske žice. Proizvodnja dodatnih materialov na Jesenicah uspešno deluje še sedaj.

Prve varilne transformatorje je pri nas izdelovala firma »Furlan« iz Črnuč pri Ljubljani. V 60 letih prejšnjega stoletja sta ISKRA in Varstroj iz Lendave pričela s proizvodnjo sodobne varilne opreme. Obe omenjeni podjetji še sedaj uspešno izdelujeta varilne naprave.

Varjenje je tehnologija, ki se uporablja v proizvodnem strojništvu in gradbeništvu. Toda za razumevanje samega varilnega procesa in ponašanja kovin pri varjenju so potrebna tudi temeljna znanja s področja metalurgije. V prvem obdobju razvoja varilne tehnike še niso poznali procesov. Težave, ki so se pojavile pri segrevanju in taljenju kovin so reševali na obrtniški način. Po drugi svetovni vojni so metalurgi pričeli sistematično proučevati procese pri varjenju. Razvila se je posebna veda, »metalurgija varjenja«, ki se ukvarja s ponašanjem kovin pri varjenju. Izšle so številne obsežne knjige, ki obravnavajo varjenje s stališča metalurgije. Jeklarne so pri razvoju novih jekel upoštevale zahteve glede varivosti. Tak primer je razvoj visokotrdnih jekel, kjer iščemo kompromis med natezno trdnostjo in varivostjo jekel.

Številni univerzitetni diplomanti sedanjega Oddelka za materiale in metalurgijo NTF UL so uspešno delovali na raznih področjih varilstva kot: profesorji, raziskovalci, vodje varilnih laboratorijev, razvijalci dodatnih materialov, varilni tehnologi in varilni inženirji, naj omenim nekatere: Viktor Prosenc, Boris Štefotič, Meta Velikonja, Inoslav Rak, Aleš Šuklje, Gabriel Rihar, Marija Taučar, Edbin Batista, Borut Zorc, Nataša Novak.

Slovenska kovinska industrija danes izdelujejo zahtevne varjene izdelke. Podjetja imajo sodobno varilno opremo in dobro usposobljeno osebje. V zadnjih 25 letih je na Institutu za varilstvo specializacijo iz varilstva po mednarodno harmoniziranem programu opravilo 350 inženirjev strojništva in metalurgije. Varjenje poučujejo na Fakulteti za strojništvo v Ljubljani in Mariboru, ter na Oddelku za materiale in metalurgijo NTF UL.

Gabrijel Rihar



## Generacije metalurgov

### Moja poklicna pot

Svojo poklicno pot sem zastavil kot dijak srednje šole za strojništvo na Aškerčevi cesti v Ljubljani in se leta 1989 izšolal za strojnega tehnika. Za vpis na srednjo strojno šolo me je navdušil pokojni oče, ki je prav takrat pričeval svojo podjetniško pot z ustanovitvijo majhne livarne barvnih kovin v Ljubljani. V bivši Jugoslaviji je bilo takšno početje precej drzno, saj je bilo treba pustiti varno ter razmeroma solidno plačano zaposlitev in se podati v nemirne ter zelo nepredvidljive vode. Podjetniška iniciativa namreč ni bila niti zaželjena niti cenjena, ne pri oblasteh ne pri ljudeh. Ljudje namreč niso želeli zapustiti varnih, pa čeprav slabše plačanih služb in se zaposliti pri t.i. zasebnikih, kjer je bilo potrebno pokazati večjo delovno vnemo. Zaradi kroničnega pomanjkanja kadra, še v poznem času jugoslovanskega socializma, me je oče vedno znova »vlekel« v livarno, kjer sva na noge postavljala proizvodnje ulitkov. Tovrstno očetovo neustrašno pionirstvo me je do te mere navdušilo ter pritegnilo, da je bila edina logična izbira nadaljevanje študija metalurgije na takratni FNT. Tudi moj

oče je bil namreč univerzitetni diplomirani inženir metalurgije.

Vmes je morala moja generacija opraviti še enoletno služenje vojaškega roka, tako da sem se po končanju le-te vpisal na univerzitetni študij Metalurgije in ga leta 1996 tudi uspešno končal.

Kjub dnevni prisotnosti v družinskem podjetju – livarni barvnih kovin, sem se skladno z nasvetom pokojnega očeta odločil svojo poklicno pot začeti v industriji in ne v družinski obrtni livarni, kar je imelo za mojo nadaljno poklicno pot daljnosežne pozitivne posledice. Zaposlil sem se kot pripravnik v podjetju SŽ-ŽJ, Acroni Jesenice. Pripravištvu sem opravljal v razvojnem oddelku (RO) podjetja Acroni in sicer na področju jeklarstva. V Acroniju smo v proizvodni program poskušali ponovno vpeljati feritna nerjavna jekla, poigrali pa smo se tudi z izzivom, kako izdelati nerjavno feritno jeklo z nizkim deležem fosforja ( $P < 0,020 \%$ ), ki ga je omogočila takrat na novo postavljena ponovna peč. Takšna »čista jekla« bi bila namenjena posameznim kupcem s posebnimi zahtevami. Po opravljenem pripravištvu – v takrat za slovensko jeklarstvo težkih časih – dela v podjetju nisem nadaljeval, ampak sem se odločil nadaljevati študij kot mladi raziskovalec in se zaposlil na IMT v Ljubljani. Kljub ustrezno visoki povprečni oceni študija ter študioznosti, ki sem jo premogel, sem že čez pol leta ugotovil, da to delo ni zame, saj mi je manjkala vonj obrata, oziroma konkretni strokovni izzivi ter bolj merljivi rezultati mojega dela. Na povabilo takratnega člana uprave za Razvoj in raziskave mag. Darka Mikca ter ob pomoči glavnega metalurga Acronija mag. Aleša Lagoje sem se v tovarno vrnil, vendar smer razvoja oddelka za Raziskave in razvoj ni izpolnila pričakovanj nemirnega duha mladega inženirja, zato sem podjetje po slabih dveh letih zopet zapustil ter se zaposlil v takrat že privatizirani Litostrojevi jeklo-livarni v Ljubljani, kot vodja talilnice.

Tega, da sem zapustil Acronijev RO nisem nikoli obžaloval, saj oddelek žal danes ne obstaja več, raziskovalci pa že takrat niso bili preveč cenjeni po tovarniških obratih. V Litostroju smo takrat zaganjali rabljen AOD-MRP konvertor za proizvodnjo nerjavnih jekel. Sama inštalacija naprave, ki jo je Litostroj kupil v Nemčiji, je prinesla s seboj vrsto težav. Tehnološki izzivi, kako obvladovati izrazito maloserijsko in individualno proizvodnjo ulitkov, pa so bili toliko večji. Vsi jeklarji vemo, da so konvertorji BOF, AOD namenjeni visokoserijski ter neprekinjeni proizvodnji bodisi nelegiranega bodisi malolegiranega (BOF) jekla, oziroma visokolegiranega jekel s pomočjo konvertorske AOD tehnologije. Z AOD napravo obratovati nekajkrat mesečno predstavlja velik izziv pri vodenju šarže, saj je težko vzdrževati ustrezni temperaturni režim procesa, predvsem pa diskontinuirno delo naprave povroča izjemno velik pritisk na porabo ognjavarne obzidave, ki smo jo v Litostroju »kurili« kot za stavo. Dobavitelji opeke so si meli roke, saj smo bili zanje prava zlata jama! V konvertorsko posodo kapacitete 20 ton smo vgrajevali 25 ton najdražje krom-magnezitne ognjavarne obzidave, saj dolomitna opeka zaradi svoje sestave ni primerna za diskontinuirno obratovanje takih naprav. Na koncu vseh testiranj ter poizkusov smo dosegli ca. 1/3 vzdržnosti ognjavarne obzidave v primerjavi s kontinuirnimi cikli v jeklarnah, kar je bil nenazadnje zelo dober rezultat. O metalurških prednostih konvertorskega nerjavnega jekla, kaj šele o kratkih časih izdelave šarže pa ne gre niti izgubljati besed, saj so bili rezultati zelo hitro vidni na kakovosti ulitkov. Naj ob tem omenim, da sem v karieri vodje litostrojske talilnice s svojo ekipo pripravil in odlil skoraj 70 ton taline v dveh elektro-obločnih pečeh, kapacitete 25 ton ter 10 ton, za litje ležajnega ohišja za podjetje Voest Alpine iz Linza v Avstriji. ➤



Semjon Ilić

»Od svetovnih jeklarn do lastne livarne«

## Generacije metalurgov

➤ Šlo je za inovativnost pri doseganju nominalnih kapacitet talilnih agregatov, kar livarji dostikrat počno. Čeprav smo v Litostroju obratu za pripravo taline rekli talilnica, pa je šlo v bistvu za jeklarski obrat, ki je bil relativno malo zaseden, zaradi specifičnosti maloserijske proizvodnje težkih odlitkov.

Žal Litostrojske težke livarne danes ni več, vse znanje, ki so ga ljudje tam notri premogli, se je za vedno izgubilo. Tudi sam sem že kmalu po prihodu v Litostroj ugotovil, da zadeve niso zastavljene pravilno in na dolgi rok; vedel sem, da ob takšnem vodenju tovarne le-ta nima dolgoročne perspektive. Moje zle slutnje so se leta 2002, ko sem tovarno zapustil, izkazale za pravilne, saj je tovarna zaprla svoja vrata prav v teh dneh, ko pišem ta članek. Po sedmih letih hude agonije ter nekaj insolvenčnih postopkih, ki so skušali tovarno razbremeniti več kot 50 milijonskega dolga, so livarno do te mere finančno ter kadrovsko izčrpali, da pomoči enostavno ni bilo več. S tem je v Sloveniji dokončno ugasnila visokozahtevna proizvodnja težkih ulitkov, ki jo naša stroka, zasebni kapital, kot tudi država nikoli več ne bodo obudili, saj za to ni več ne znanj, niti kapitala in trgov.

Po zgodbi z Litostrojem se je v meni nekaj prelomilo in kariere nisem imel več namena nadaljevati v Sloveniji. Daleč nisem želel, zato je bila bližina severnoitalijanskega industrijskega bazena zame idealna priložnost. S petimi leti delovnih izkušenj ter znanjem angleškega in italijanskega jezika sem službo dobil tako rekoč nemudoma, pri naših sosedih Furlanih v sosednji avtonomni deželi Furlaniji Julijski krajini (FJK) in sicer v svetovno znanem inženiring podjetju Danieli officine meccaniche S.p.A. Formalnih ovir pri moji zaposlitvi ni manjkalo, saj Slovenija takrat še ni bila članica EU. To, kaj pomeni imeti prost dostop do trga dela v EU sem takrat izkusil na lastni koži. Gre za veliko stvar, ki se je morda mladi in



šolani ljudje niti ne zavedajo, saj je danes prost trg dela nekaj povsem samoumevnega. Tistim, ki morda premalo poznajo nam sosednjo italijansko deželo naj povem, da gre za pravo metalurško meko, kjer še vedno domuje težka industrija. Naši neposredni sosedje Furlani premorejo dve veliki jeklarni in sicer ABS-Acciaierie Bertoli Safau, zraven Vidma (Udine), ki jo lastniško obvladuje Danieli, z več kot 1 mio ton letne proizvodnje specialnih jekel, nadalje imajo pod Zahodnimi Julijci pri Osoppo veliko elektrojeklarno betonskega jekla Ferriere Nord - Pittini, ki prav tako proizvaja preko 1 mio ton letne proizvodnje. Sosedje premorejo tudi železarno v Škednju (Servola) pri Trstu, ki jo je konec 19. stoletja ustanovila Kranjska industrijska družba (KID). Danes še obratuje, vendar z mnogo težavami ter zapleti, ki jih narekuje obratovanje plavžev malodane v mestu Trst. V sosednji deželi deluje tudi livarska skupina Gruppo Cividale (Čedadsko livarna), ki s petimi livarnami znotraj skupine letno ustvari desetkratnik Litostrojeve realizacije iz njegovih najboljših let in je sposobna proizvesti težke ulitke do neto teže 60 ton, celo iz nerjavnega jekla!

Z odločitvijo, da se zaposlim na tujem so se mi ponudile nove možnosti tako za strokovno napredovanje, kot tudi karierno napredovanje in dobro plačilo. Vedeti je treba, da so bile plače inženirjev v 90-letih prejšnjega stoletja

v Sloveniji tudi do 3-4x nižje kot pri naših sosedih.

Danieli je poleg nemškega SMS, združenega avstrijsko-japonskega Primetals-a, nekoč Siemens VAI-a in Mitsubishi-Hitachi-ja, eden izmed treh svetovnih velikanov na področju projektiranja in izdelave težke železarske opreme ter prodaje metalurških tehnologij. Svoje poslovne operacije udeležujejo povsod po svetu, na vseh kontinentih, povsod tam, kjer želijo jeklarske družbe bodisi postavljati nove metalurške obrate bodisi posodabljati stare. V letih službovanja v Danieli-ju sem prepotoval velik del sveta, kar je bilo za mladega inženirja pravzaprav izjemna priložnost in izziv. Moje delovno mesto je bilo mesto procesnega tehnologa v tehnološkem oddelku v diviziji Danieli Centro Met (DCM), ki projektira, izdeluje in trži jeklarne, t.j. elektroobločne peči, agregate za sekundarno metalurgijo (ponovčne peči-LF, vakuumske naprave VD/VOD, AOD konvertorje), naprave za konti litje gredic ter vso ostalo pripadajočo opremo skupaj z vso potrebno avtomatizacijo procesnih tehnologij v jeklarnah. Kot tehnolog sem imel tri osnovne naloge in sicer: priprava tehničnega dela ponudb za našo komercialno, asistenca kupcem podjetja po celem svetu, občasno, vendar vsaj 1x letno sodelovanje pri zagonu nove jeklarne ali naprave kjerkoli na svetu. Tako sem potoval na predstavitve naših projektov z našimi tržniki v najrazličnejše dele sveta, potoval sem sam ali s sodelavci iz jeklarne, kjer sem opravljal asistenco in posle tehnološkega svetovanja v ekipi Danielija, v kateri so bili ljudje različnih profilov: strojniki, elektroinženirji, ljudje zadržani za avtomatizacijo, sodeloval pri zagonu celih železarn, oziroma posameznih naprav za izdelavo jekla.

Sodeloval sem pri več projektih v Shanghai-u na Kitajskem, pri zagonu nove Baosteel-ove jeklarne, v ZDA v Nucor-jevi železarni v Crawfordsvillu, ➤



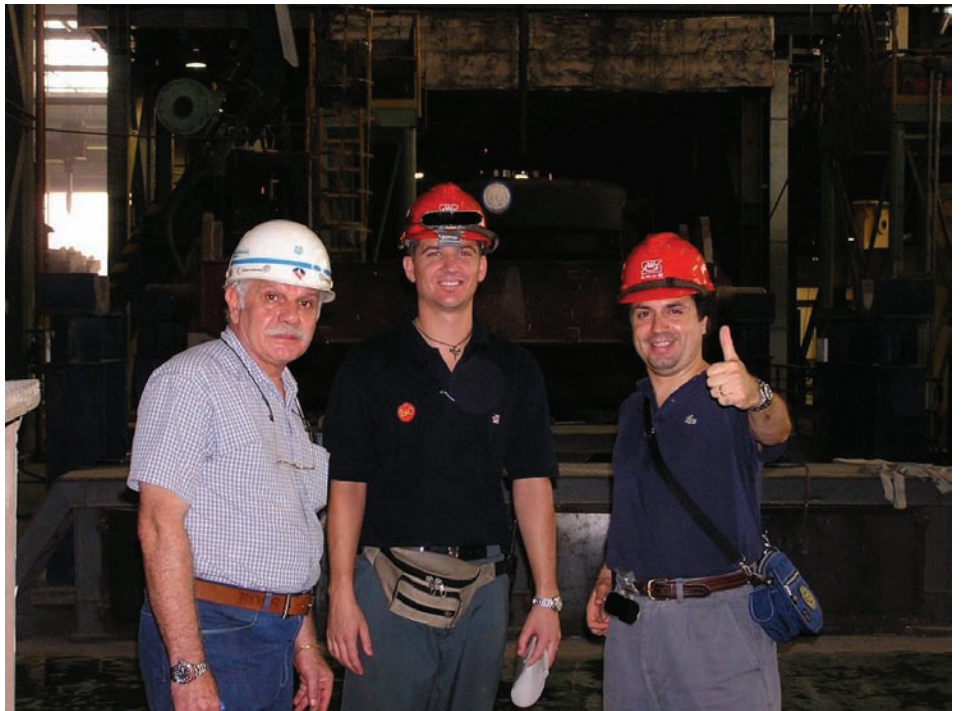
»Naša fakulteta mi je zagotovila dovolj znanja, da sem se lahko enakopravno kosal z vsemi!«

## Generacije metalurgov

➤ Indiana ter v Allegheny Ludlum-u v Pittsburgu, Pennsylvania, v Sidor-ju (Siderugica del Orinoco) v Venezueli, v jeklarni Hylsa-Puebla v Mehiški Puebli de Los Angeles, v Corusu Ex-British Steelu v Angliji, Arcelor Mittalu v Zumarragi v Španiji, Belgiji, Bolgariji, Grčiji, Nemčiji na Poljskem, itd, itd.

Zagnal sem več VOD ter VD naprav ter ponovčnih peči. V težki livarni AFC v Čedadu (Cividale del Friuli), le streljaj od naše državne meje, sem zagnal ter njihove jeklarje učil izdelovanja nerjavnih jekel na novi 25-tonske VOD napravi, ki je bila, mimogrede, veliko bolj racionalna tehnološka izbira kot AOD-MRP konvertor v Litostroju. Zasebni lastniki livarne, z ing. Valdugoom na čelu (ing. Valduga je bil dolgoletni predsednik združenja industrijalcev v sosednji deželi FJK) so zelo racionalno ter pametno investirali, ter si na ta način zagotavljali prednosti pred konkurenco ter omogočali obstoj podjetij na dolgi rok. Moram pripomniti, da v Italiji nisem po znanju v ničemer zaostajal za metalurgji, ki so delovali v tehnološkem oddelku divizije DCM. Svoje znanje sem lahko neposredno primerjal z nemškimi, švedskimi, španskimi, poljskimi in italijanskimi inženirji, ki so delovali v mojem oddelku, na tujem pa z metalurgji z vseh kontinentov. Naša fakulteta mi je zagotovila dovolj znanja, da sem se lahko enakopravno kosal z vsemi!

Žal se mi je leta 2005 pripetila družinska tragedija, v kateri je moj oče, ustanovitelj livarne barvnih kovin iz Ljubljane, nenadoma ter nepričakovano umrl v



nesreči. Podjetje Livarstvo Krim d.o.o., ki ga je ustanovil leta 1983, kot obrtno livarno barvnih kovin, se je preko noči znašlo brez svojega prvega človeka. Kljub dobro plačani službi, polni izzivov, sem se odločil pustiti svetovljansko službo v Italiji in se vrniti v rodno Ljubljano. Izziv, preizkusiti se na lastni podjetniški poti je bil takrat zame prevelik, posebej še, ker sem z očetovo livarno odraščal in sem do podjetja čutil posebno vez. Leta 2005 ob očetovi smrti je bilo podjetje v krizi, s kar nekaj dolgovi ter slabim portefljem kupcev. Potrebna je bila tudi tehnološka posodobitev proizvodnje. V nekaj letih sem uspel podjetje stabilizirati ter izvesti delno tehnološko posodobitev, ki jo je prekinila velika kriza, ki se je pričela jeseni 2008.

Po nekaj težkih letih smo ponovno zagnali investicijski cikl ter livarno dodatno posodobili, predvsem pa opravili delo na komercialnem področju z razširitvijo potrdelja kupcev v Italiji ter vstopom na avstrijski trg. Livarna danes proda 80 % na trge Avstrije, Italije in Nemčije, doma prodaja le najboljšim,

izvozno usmerjenim slovenskim podjetjem. Podjetje s 4 zaposlenimi izdelava in proda za nekaj preko 1 mio EUR letno, pri čemer deluje v izraziti niši, ki so jo večje livarne zapustile.

Gre predvsem za rezervne dele ter manjše serije, kar pred vodstvo livarne postavlja dodaten napor, tako tehnološki, kot tudi komercialno-logistični. Livarna izdeluje ulitke iz bakrovih zlitin (broni in medi), ter trži izdelke iz litih želez ter jeklolitine. Področja uporabe naših izdelkov so: petrokemija, metalurgija, prehrabena industrija, železnice, splošna ter težka strojegradnja, ladjedelništvo, elektroindustrija, preskrba s pitno vodo, itd, itd. V zadnjem času največji izziv predstavlja pomanjkanje ustreznih kadrov, vendar ne inženirjev, temveč tistih na srednje tehničnem in nižjem poklicnem nivoju. Poklicev kot so KV livar-kaluper, talilec, ali metalurški tehnik v Sloveniji praktično ni več. Prav tako jih ni več na področju bivše skupne države. Metalurško proizvodnjo tako z velikimi napori vodimo metalurški inženirji s podrejenim, a popolnoma nešolanim kadrom, ➤



## Generacije metalurgov

➤ brez kakršnega koli predznanja ali tradicije. Tistim, ki se v naši državi ukvarjajo s šolanjem metalurških profilov na vseh nivojih, zelo toplo priporočam, da strnejo glave ter najdejo rešitve, kako v tem hipu zapolniti nastalo vrzel na srednješolskem poklicnem izobraževanju. V nasprotnem primeru, žal, ne vidim možnosti za napredek ter konkurenčnost slovenske metalurške industrije v naslednjih desetletjih, ki bo tako neminovno obsojena najprej na hiranje, nato pa izgintje.

Kjub izjemno težkim obdobjem, ki jo je slovenska metalurška proizvodnja mo-

rala prestopiti v zadnjih treh desetletjih, pogojenim z razpadom velikega jugoslovanskega trga, veliko finančne krize leta 2008, vsemi ostalimi udarci popolnoma liberaliziranega evropskega in svetovnega trga metalurških izdelkov, česar ne bi preživela marsikatera druga industrijska panoga, jo je naša metalurgija do sedaj v dobršnji meri uspela preživeti. To kaže na zmožnost akumulacije te zrele, pa vendar popolnoma fundamentalne industrijske veje, ki na slovenskem še vedno premore visok nivo znanja.

Vendar se razmere lahko zelo hitro spremenijo, če ne bo ustrezne strate-

gije in vizij, ki jo v panogo lahko prinesejo le visokokakovostni kadri, ki bodo v prihodnjih letih nadomeščali kader, ki bo počasi zapuščal svojo aktivno delovno pot. Zapomniti si velja, da enostavnih časov v zgodovini naše zahodne civilizacije ni bilo nikoli, zato morajo biti mlajši kadri opremljeni z znanjem in pogumom.

Ker je sreča vedno dobrodošel legirni element, za katerega upam, da v prihodnosti ne bo umanjkal, vas pozdravljam z našim:

Srečno!

Semjon Ilić

## Rezbarstvo – ko les oživi

Čeprav so me rezbarska dela že od nekdaj navduševala, sem šele po upokojitvi kot »67-letni mladenič« prvič poskušal nekaj ustvariti iz lesa. Les mi je že od nekdaj všeč, ker je topel, predvsem pa je to naravni »rostfrei« material.

Z rezbarstvom me je spoznal moj sosed rezbar, ki zaradi bolezni ni mogel več voziti avta in mu je prav prišel moj prevoz. V Trzinu sem se tako pridružil družini rezbarjev v društvu Kanja, pravim umetnikom, ki so me naučili prvih rezbarskih korakov, tako da sedaj že poznam nekaj črk njihove abecede. Tam sem srečal tudi veliko novih prijateljev, ki so mi pri delu pomagali, mi svetovali in vzpodbujali.

V roke sem dobil kos lesa, dleto in leseno kladivo ter začel tolči po dletu, čemur se pravi rezbarjenje. Z vsakim novim rezbarskim izdelkom, ki sem ga sam izdelal, sem pridobil veliko veselja

za nadaljevanje dela. Pri rezbarjenju nisem nikdar uporabljal brusnega papirja. Končni izdelek pa sem premazal s tekočim voskom.

Dleta različnih oblik in rezbarski noži so iz orodnega jekla in morajo biti skrbno nabrušeni ter spolirani, da je iz lesa sploh mogoče kaj narediti. Le z dobro





## Generacije metalurgov

➤ vzdrževanim orodjem je možno rezbariti in ustvarjati zadovoljive lesene podobe. Delo se običajno konča, ko si sam zadovoljen s svojim izdelkom.

Največ uporabljamo lipov les, ki je mehak in lahek, belkaste ali rumenkaste barve, in izrazitega ter prijetnega vonja. Uporablja se v rezbarstvu in mizarstvu, za izdelavo pohištva, glasbil, igrač. Sam



rez mora biti opravljen v smeri, ki ga dovoljuje struktura lesa. Pri tem je treba upoštevati starost lesa, trdoto, razporeditev letnic, itd.

Z rezbarjenjem povrnemo lesu svojo lepoto, ki mu ga je dala narava. Tako postane les spet »živ« in lep ter v zadovoljstvo ljudi.

Vsako leto v maju organiziramo stalne rezbarske delavnice v gradu Jable, v avli Centra Ivana Hribarja v Trzinu in v Grobljah. Našo rezbarsko dejavnost

predstavljamo tudi na drugih različnih prireditvah doma v Sloveniji, pa tudi v tujini, kjer mimoidoči lahko vidijo, kako nastajajo posamezne unikatne skulpture.

Fotografije prikazujejo nekaj rezbarskih skulptur, ki so del moje zbirke.

Vasilij Gontarev





## Generacije metalurgov

## 13. srečanje metalurgov I.1957/58

### 8.6.2019

### Srečali smo se v Nordijskem centru Planica.

To pot je bilo srečanje v pomladnem času, ker je kolega Mladen Štupnišek predlagal obisk tudi na njegovem vikendu v Podkorenu.



Dvondstropna stavba Nordijskega centra Planica ima le obsežne podzemne prostore s tekaškim stadionom.

Ledena površina za smučarske teke; tukaj je hladno celo leto.

V kavarni centra smo spili kavo in zbrali v naši družbi so bili tudi nekateri družinski člani kolegov.



Izpred stavbe centra je lep razgled na celotno panoramo, le posebej na velikanko.

Z vrha velikanke smo videli stavbo centra kot komaj opazno drobno piko.



Po obisku Planice smo se skupaj odpravili do podliške hipe kolega Štupniška. Prijazen gostitelj s soprogo nas je dočkal na lepem cvetočem travniku.



Navdušeni smo bili nad lepimi kraji.



Posejali smo v prijetno senco.



V Mladenovem lastno izdelanem žaru so nastajale dobrote.



Druženje se je ob zanimivih pogovorih polegnilo v pozno popoldne.

Počitek in dobro hrano si je zagodnje privoščili te gostitelji.



Srečanje je bilo prijetno in nepozabno. Spomnili smo se tudi kolegov, ki zaradi bolezni ali drugih zadržkov niso mogli sodelovati. Upamo in želimo, da se nam prihodnjič spet pridružijo!

# Srečno!

Volfand



## Dogodki

### Seja Strateškega sveta za metalurgijo

Redna seja Strateškega sveta za metalurgijo je potekala 19. 2. 2020 v Narodnem muzeju Slovenije v prostoru razstave »Ko zapoje kovina«. Seje sta se poleg članov strateškega sveta udeležila ministra – v času opravljanja tekočih poslov – za gospodarski razvoj in tehnologijo g. Zdravko Počivalšek in za okolje in prostor g. Simon Zajc.

Tema sestanka je bila slovenska industrija na poti krožnih in podnebno nevtralnih izdelkov. Na seji smo ministroma predstavili izzive in predloge rešitev največjih slovenskih podjetij s področja metalurgije in kovinsko predelovalne dejavnosti ob sprejemanju Nacionalnega energetskega in podnebne načrta (NEPN) ter evropskega zelenega dogovora.

Po uvodnem pozdravu predsednika Strateškega sveta za metalurgijo Marka Drobniča (Talum) je Antonija Božič Cerar, direktorica Službe za varstvo okolja (GZS), predstavila slovenske izzive glede na evropski zeleni dogovor. Sledila je predstavitev dobrih praks slovenskih podjetij: dr. Stanislav Kores (Talum) in dr. Peter Cvahte (Impol) za aluminij ter Slavko Kanalec (SIJ d.d.) jeklo.

Slovenska metalurška industrija se ne boji ambiciozno zastavljenih ciljev, ki pa morajo biti realni in hkrati podprti z



zadostno količino virov za izvedbo. Prav tako ne more izostati optimalen časovni okvir za njihovo realizacijo, je ob začetku seje SSM v Narodnem muzeju Slovenije, kjer je do maja na ogled razstava »Ko zapoje kovina – Tisočletja metalurgije na Slovenskem«, dejal Marko Drobnič, predsednik Strateškega sveta za metalurgijo in predsednik uprave Taluma.

Stališče govorcev je, da sedanja verzija NEPN namesto stabilnega, predvidljivega in konkurenčnega poslovnega okolja ponuja energetske revščino državljanom in izgon pomembnega dela industrije. Poudarjeno je bilo, da so slovenska metalurška podjetja po energetski učinkovitosti svojih proizvodnih procesov in z nizkimi izpusti toplogred-

nih plinov (TGP) med najboljšimi na svetu. V svojih procesih uporabljajo trenutno najboljše dostopne tehnike in aktivno vlagajo v izdelke z nizkim oz. ogljično nevtralnimi odtisom. Za prihodnost planeta je krožno gospodarstvo edina logična usmeritev, zato pozdravljajo usmeritve Evropskega zelenega dogovora, pri čemer pa slovensko državo pozivajo, da si Slovenija kot izrazito izvozno usmerjena država ne more privoščiti, da bi pogoje za gospodarstvo zaostri la bolj kot druge države.

Po besedah ministra za gospodarski razvoj in tehnologijo Zdravka Počivalška ob zaključku seje bodo v medresorskem usklajevanju glede sprememb Zakona o varstvu okolja, podprli predloge GZS in energetske intenzivne industrije in sicer, da se v zakon uvede pravna podlaga za morebitno vzpostavitev sheme za indirektno emisije TGP (toplo grednih plinov). Je pa še poudaril, da bo prehod v krožno gospodarstvo tudi ena od ključnih prioritete slovenskega predsedovanja Svetu EU v letu 2021.

Po končani seji Strateškega sveta za metalurgijo je sledil voden ogled razstave in novinarska konferenca.

Jožef Medved



## Dogodki

## Brucovanje 2019

Kot stara tradicija veleva, so različne generacije montanistov naše fakultete tudi v letošnjem študijskem letu počastile zaščitnico rudarjev Sv. Barbare na njen praznik, ki ga obeležujemo 4. decembra. Za izpeljavo brucovanja oz. Šahtaga, je bil zadolžen **novi Organizacijski odbor Skoka čez kožo**. Ta je bil sestavljen po predaji žezla prejšnjega predsednika **Kristijana Kresnika** novemu mlajšemu kolegu **Blažu Žerjavu Jerebu**. Blaž je z veseljem sprejel dokaj zahtevno nalogo, to je organizirati samo prireditev in še težjo, najti pogumne kandidate, ki bi bili pripravljeni stopiti na sod in ponosno skočiti v montanistični stan. Vsi, ki smo bili zadnja leta prisotni pri organizaciji preteklih Šahtagov vemo, da najti kolege, ki bi bili pripravljeni sodelovati, ni ravno mačji kašelj. Zanimanja za tradicijo, ugotavljamo, je čedalje manj, veliko kolegov pa o brucovanju, rudarskih običajih in prazniku Sv. Barbare pravzaprav ni kaj dosti vedelo. Zato je bil novi odbor še



toliko bolj odločen, da ozaveš kolege in kolegice ter jim poizkuša predstaviti dogodek, ki povezuje mnoge generacije montanistov. Kolega Blaž in njegovi somišljeniki so res zavihali rokave in zaradi zelo dobre propagande pridobili več kot 50 kandidatov, kar je največje število v zadnjih letih. In tako so se začele priprave. Majice in vstopnice so šle kot za med in 11. decembra smo se vsi navdušenci zbrali v prostorih Naravoslovnotehniške fakultete na Aškerčevi 12. Organizatorji smo se zbrali v

kletnih prostorih, v t.i. Skok sobi, za prenovitev katere se lahko zahvalimo kolegu Kresniku in njegovemu odboru, ter nadaljevali v eni izmed predavalnic. Če me spomin ne vara, predavalnica že dolgo ni bila tako polna, pa ne govorim le o brucovanjih. Ko smo se vsi prišleki natrpali vanjo, je brucmajor končno pripeljal četo prestrašenih brucev in bruck, katerih kolona se je vila ob treh stenah predavalnice. Uradni del je minil ob zvokih rudarskih pesmi in smeha, ko so neveščki bruci in brucke odgovarjali na zvita in predrzna vprašanja prezidija, ter bili zaradi svoje nevednosti in mladostniške razposajenosti primorani nazdraviti s kozarcem rujnega ali slanice. Ko so izmučeni kolegi opravili z uradnim delom, smo se prestavili v avlo fakultete in zaplesali v ritmih, ki so nam jih ponudili člani ansambla Boršt. Za okrepčilo je poskrbela Študentska organizacija, ki je z odličnim golažem zagotovila, da nihče ni odšel domov lačen. Žur je trajal do jutranjih ur, najpogumnejši pa so se nato odpravili še na predavanja. Ostali so lepi spomini, ki nas bodo spremljali za večno. Upajmo, da bomo pri organizaciji tako uspešni tudi v prihodnje in bomo ohranjali tradicije, ki so nam jih predali dedki, babice in drugi, ki so opravljali težke, a lepe poklice za katere se šolamo in jih ohranjamo za prihodnje rodove.

Jerneja Šušel





## Dogodki

Otvoritev razstave »Ko zapoje kovina – Tisočletja metalurgije na Slovenskem«, Narodni muzej Slovenije, Muzejska 1, Ljubljana, 10. 12. 2019

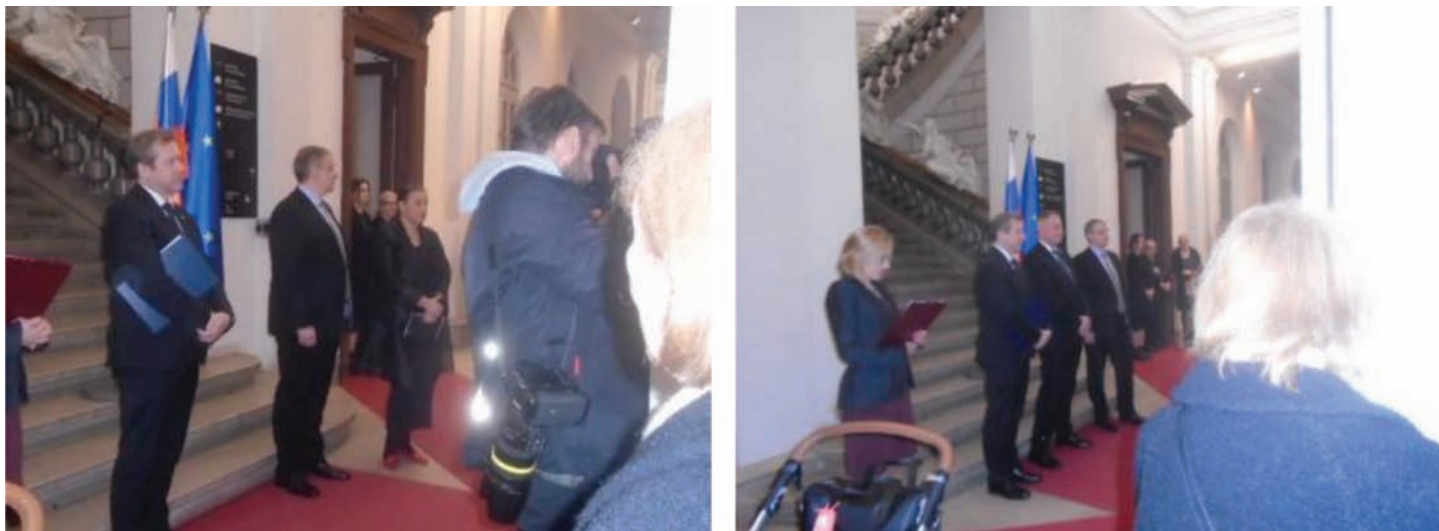


Foto: S. Spačič

Občni zbor društva alumnov NTF-OMM, december 2019



Foto: S. Spačič

Občni zbor društva smo imeli dne 10. 12. 2019. Za poslovnega sekretarja društva je bil izvoljen mag. Martin Debelak. Pristrčna hvala vsem za udeležbo in sodelovanje.

## Novice

## Nacionalni energetske in podnebni načrt ter vpliv »razogljčenja« evropske jeklarske industrije na slovensko jeklarstvo

Človeštvo, še posebej pa razviti zahodni svet, že vrsto let nebrzdano in netrajnostno porablja in izrablja naravne vire ter prekomerno obremenjuje naravno okolje, ki je največji poznani čudež v nam poznanim delu vesolja. Narava ječi pod tem bremenom in nam pošilja opozorilne signale v obliki naravnih nesreč in nazadnje tudi drobnega virusa, ki je ohromil življenje po večini zemeljske krogle. Politiki si že vrsto let zama prizadevajo najti učinkovit podnebni dogovor, nevladne organizacije svarijo in strašijo, večina ljudi pa še vedno ni pripravljena spremeniti svojih potrošniških navad. Zeleni dogovor na nivoju Evropske unije je smeli in ambiciozni poskus, da stara dama Evropa naredi nekaj dobrega za ta svet in vse nas. Obenem je zeleni dogovor podlaga za vse nacionalne energetske programe. Upam, da bomo vsi skupaj po tej »korona« streznitvi lažje došli, da je napočil čas za korenite spremembe in prave ter konkretne ukrepe. Ne samo v industriji, prometu, kmetijstvu... pač pa pri vsakem izmed nas.

### NEPN 5.0.

Ključni cilji iz nacionalnega energetskega in podnebnega načrta, ki se dotikajo slovenske jeklarske industrije, so naslednji:

Dekarbonizacija: Blaženje in prilagajanje podnebnim spremembam
Zmanjšati emisije TGP v sektorjih, ki niso vključeni v shemo trgovanja, do leta 2030 v večji meri, kot Sloveniji to določa Uredba o delitvi bremen, tj. vsaj za 20 % glede na leto 2005 z doseganjem indikativnih sektorskih ciljev:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- promet: + 12 %,</li> <li>- široka raba: - 76 %,</li> <li>- kmetijstvo: - 1 %,</li> <li>- ravnanje z odpadki: - 65 %,</li> <li>- industrija*: - 43 %,</li> <li>- energetika*: - 34 %.</li> </ul>
<small>* Samo del sektorja, ki ni vključen v sistem trgovanja z emisijami.</small>

Jeckarska industrija pri znižanju emisij CO<sub>2</sub> ni izvzeta, kajti ETS zavezance čakajo podobno ambiciozni cilji, le da niso zapisani v NEPN, pač pa cilji izvirajo iz evropskega zelenega dogovora, kjer je jasno napisano, da bodo emisije do leta 2030 znižane za 43 % v primerjavi z letom 2005.

Glede energetske učinkovitost so cilji za industrijo zelo ambiciozni, vendar dosegljivi. Jeckarska podjetja razpolagajo

Dekarbonizacija: Obnovljivi viri energije
Doseči vsaj 27 % delež obnovljivih virov v končni rabi energije do leta 2030, tj. (indikativno):
<ul style="list-style-type: none"> <li>- vsaj 2/3 rabe energije v stavbah iz OVE do leta 2030 (gre za delež rabe OVE v končni rabi energentov brez električne energije in daljinske toplote),</li> <li>- vsaj 30 % delež OVE<sup>19</sup> v industriji,</li> <li>- 43 % delež v sektorju električna energija,</li> <li>- 41 % delež v sektorju toplota in hlajenje,</li> <li>- 21 % delež v prometu (delež biogoriv je vsaj 11 %).</li> </ul>
Učinkovita raba energije
Izboljšanje energetske in snovne učinkovitosti v vseh sektorjih (in posledično zmanjšanje porabe energije in drugih naravnih virov) kot prvi in ključni ukrep na poti k podnebno nevtralni družbi.
Do leta 2030 izboljšati energetske učinkovitost vsaj za 35 % glede na osnovni scenarij iz leta 2007 (skladno z Direktivo o energetske učinkovitosti).

z veliki količinami »odpadne« ali po novem »koristne toplote«. Še posebej je mamljivo, ker se za ta namen načrtuje 400 mio EUR nepovratnih sredstev. Treba pa bo imeti pravočasno pripravljene realne projekte. Zavedati se moramo dejstva, da je velik del te energije na razpolago na srednje temperaturnem nivoju. Izraba za namen ogrevanja je omejena na zimske mesece, tako da je najbolj realna možnost za izkoriščanje tega vira energije, poleg ogrevanja, proizvodnja električne energije preko ORC sistemov. Ob vseh napovedanih transformacijah je evidentno, da se bo električna energija v prihodnje dražila, še posebej distribucijski del. Ti servisi bodo vedno dražji. Bolj kot cena električne energije in strošek distribucije pa je za slovensko industrijo pomembno vprašanje, kje bomo vso to električno energijo proizvedli. Vsekakor lahko pričakujemo veliko debat na temo drugega bloka NEK, kar izvira iz ciljev na področju energetske varnosti.

Dekarbonizacija: Obnovljivi viri energije
Doseči vsaj 27 % delež obnovljivih virov v končni rabi energije do leta 2030, tj. (indikativno):
<ul style="list-style-type: none"> <li>- vsaj 2/3 rabe energije v stavbah iz OVE do leta 2030 (gre za delež rabe OVE v končni rabi energentov brez električne energije in daljinske toplote),</li> <li>- vsaj 30 % delež OVE<sup>19</sup> v industriji,</li> <li>- 43 % delež v sektorju električna energija,</li> <li>- 41 % delež v sektorju toplota in hlajenje,</li> <li>- 21 % delež v prometu (delež biogoriv je vsaj 11 %).</li> </ul>
Učinkovita raba energije
Izboljšanje energetske in snovne učinkovitosti v vseh sektorjih (in posledično zmanjšanje porabe energije in drugih naravnih virov) kot prvi in ključni ukrep na poti k podnebno nevtralni družbi.
Do leta 2030 izboljšati energetske učinkovitost vsaj za 35 % glede na osnovni scenarij iz leta 2007 (skladno z Direktivo o energetske učinkovitosti).

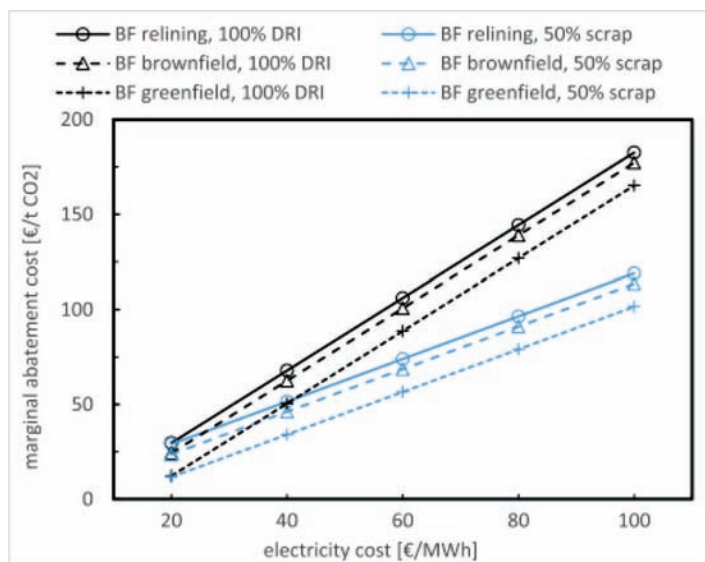
### Emisije v SIJ v obdobju 2020 – 2025

Ob predpostavki, da bo kljub velikemu upadu industrijske proizvodnje, kot posledica korona virusa, obveljal zeleni ➤



## Novice

dogovor in se bodo količine brezplačno dodeljenih kuponov ETS zavezancem znižale do leta 2030 za 43 % v primerjavi z letom 2005, bomo glede na načrtovano proizvodnjo do leta 2030 v skupini SIJ morali dokupiti ta cca 1 mio t kuponov. Ocenjujemo, da bomo v navedenem obdobju imeli iz tega naslova dodatne stroške med 25 in 50 mio EUR. V skupni SIJ ne načrtujemo nekega velikega tehnološkega preskoka s katerim bi drastično znižali emisije CO<sub>2</sub>. Takšen tehnološki preskok je možen le za integralne železarnе z opustitvijo kokska kot reducenta in plavžev ter konvertorjev. To pa pomeni, da se bo še večji del proizvodnje jekla realiziral skozi elektroobločne peči, kar bo pomenilo dodatne potrebe po električni energiji. Spodnji diagram kaže ekonomičnost investicij v proizvodnjo vodika, DRI in elektroobločne peči, kot nadomestek trenutne tehnologije (koks, plavž, konvertor), v odvisnosti od cene CO<sub>2</sub> kuponov in električne energije. Iz diagrama je razvidno, da se ekonomika dodatno izboljša z povečanjem porabe jeklenega odpadka. To je logično, kajti v tem primeru odpadejo znatne investicije v proizvodnjo vodika in DRI.



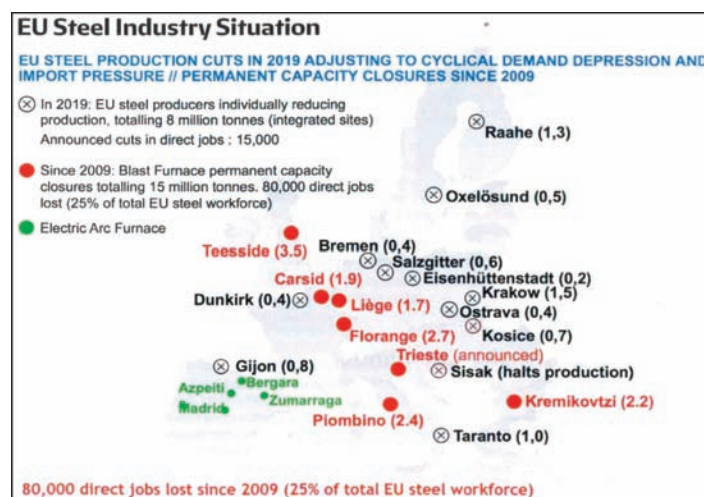
Na osnovi tehnoloških izboljšav ne bomo mogli znatno znižati svojih emisij CO<sub>2</sub> in bomo prisiljeni kupovati kupone. Na drugi strani bodo integralne železarnе, ki se bodo odločile za prehod v brezogljlično proizvodnjo železa in jekla, zlahka znižale emisije na predpisani nivo, kuponi pa jim bodo celo ostajali in jih bodo prodajali na trgu. Zato je njihov interes, da bodo cene kuponov čim višje. Obenem bodo svoje investicije v primarno proizvodnjo železa omejevali, ker si bodo zagotovili polovico svojih potreb po vložku v obliki jeklenega odpadka. To bo naredilo velik pritisk na trgu jeklenega odpadka, kar se lahko odrazi v dramatičnem zvišanju cen te

sekundarne surovine, ki je strateško pomembna za delovanje mini jeklarn.

### Transformacija jeklarske industrije

Evropski jeklarji že dolgo napovedujejo brezogljlično proizvodnjo jekla, večina do leta 2050, prva »fossil-free« jekla pa naj bi bila na trgu že leta 2026 (SSAB). Ena izmed rešitev za globalna podjetja bo tudi selitev proizvodnje v predele z manj striktnimi zahtevami glede emisij.

Ne smemo pozabiti, da se je od leta 2009 v Evropi za stalno že zaprlo za 15 mio t kapacitet za proizvodnjo grodlja, s čimer je ugasnilo 80.000 delavnih mest. Če se bo ta trend nadaljeval, bo Evropa kmalu ostala brez jeklarske industrije. Slika nazorno prikazuje ta proces.



### Potrebne investicije

Za dosego brezogljlične oz. maloogljlične proizvodnje jekla obstaja samo ena možnost, in to je zamenjava reducenta v postopku pridobivanja železa in jekla. Očitno bo ta novi reducent vodik. To pomeni, da se v integralnih železarnah ukinjajo plavži in konvertorji. S tem se tudi ugasne lastna proizvodnja električne energije in ti obrati bodo postali novi veliki porabniki električne energije zaradi proizvodnje vodika in z namenom taljenja v elektroobločnih pečeh, ki bodo nadomestile konvertorje.

Obstaja osnovno vprašanje, kje in kako se bo proizvedla vsa potrebna zelena električna energija za proizvodnjo vodika?

Dejstvo je, da sedanja klasična tehnologija proizvodnje grodlja in jekla emitira v povprečju 2330 kg CO<sub>2</sub>/t jekla. Pri proizvodnji jekla iz jeklenega odpadka so te emisije v povprečju 690 kg CO<sub>2</sub>/t jekla. Vsekakor bodo integralni proizvajalci železa in jekla z investiranjem v vodikove tehnologije zlahka znižali svoje emisije. Novi postopki bodo emitirali 20 % sedanjih vrednosti, s čimer se bodo z ostankom CO<sub>2</sub> kuponov



## Spremembe in trendi v jeklarstvu – kje je Slovenija? Novica z IMT

### Novice

➤ pojavili na trgu in odvečne kupone prodajali. Na ta način bo ostala industrija posredno financirala investicije v prestrukturiranje integralnih železarn.

Dekarbonizacija: Blaženje in prilagajanje podnebnim spremembam
Zmanjšati emisije TGP v sektorjih, ki niso vključeni v shemo trgovanja, do leta 2030 v večji meri, kot Sloveniji to določa Uredba o delitvi bremen, tj. vsaj za 20 % glede na leto 2005 z doseganjem indikativnih sektorskih ciljev:
- promet: + 12 %,
- široka raba: - 76 %,
- kmetijstvo: - 1 %,
- ravnanje z odpadki: - 65 %,
- industrija*: - 43 %,
- energetika*: - 34 %.
<small>* Samo del sektorja, ki ni vključen v sistem trgovanja z emisijami.</small>

Če seštejemo vsa potrebna vlaganja od proizvodnje vodika, reaktorjev za redukcijo železove rude in nove elektroobložne peči, ki bodo zamenjale konvertorje, lahko vidimo, da bodo investicije znatne in bodo višje od 800 EUR/t inštalirane kapacitete za proizvodnjo jekla. Za vsak milijon ton »fossil-free« jekla tako rabimo investicijo v višini 800 mio EUR. Lahko nekaj manj, če bodo del železa iz rude nadomestili z jeklenim odpadkom. Na ta način bodo velike jeklarske družbe pred velikim izzivom. Obetajo se enormne investicije za zamenjavo obstoječe tehnologije ob velikih neznankah glede cene CO<sub>2</sub> kuponov in električne energije. Dejstvo je, da se bosta obe postavki znatno podražili, vendar

se bo pojavilo vprašanje konkurenčnosti evropske jeklarske industrije.

#### Zaključek

- Slovenija potrebuje jasno politiko in cilje na področju energetike in okolja. NEPN 5.0 je pravi in smeli dokument v tej smeri. Kljub temu, da se je dolgo pripravljala, je bil na hitro in v naglici sprejet. Za slovensko industrijo prinaša velike možnosti pa tudi zelo velike izzive.
- Evropska jeklarska industrija se bo v prihodnjih 20 do 30 letih močno tehnološko prestrukturirala ali pa v veliki meri zamrla. Izzid je zelo negotov, kajti veliko več argumentov govori v prid tezi, da bo prišlo do selitve proizvodnje jekla iz Evrope.
- Podobna usoda lahko čaka slovensko jeklarsko industrijo. Pa ne zaradi NEPNa 5.0 ampak zaradi prepočasnega prilagajanja na spremembe in trende v svetovnem jeklarstvu.

Slavko Kanalec

#### Viri:

MPT International, March 2020, Christian Kohl: Blast furnace closures  
Steel Times International, March 2020, Emissions for BF-BOF vs DR-EAF  
Steel Times International, Jan/Feb 2020, Trends in hydrogen stelmaking  
Journal for cleaner production; Assessment of hydrogen direct reduction for fossil-free steelmaking Valentin Vogl\*, Max Åhman, Lars J. Nilsson  
RS, Ministrstvo za infrastrukturo; Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije, 28.2.2020  
Worldsteel CO2 report

## 3D tisk kovin, novo področje raziskav na IMT

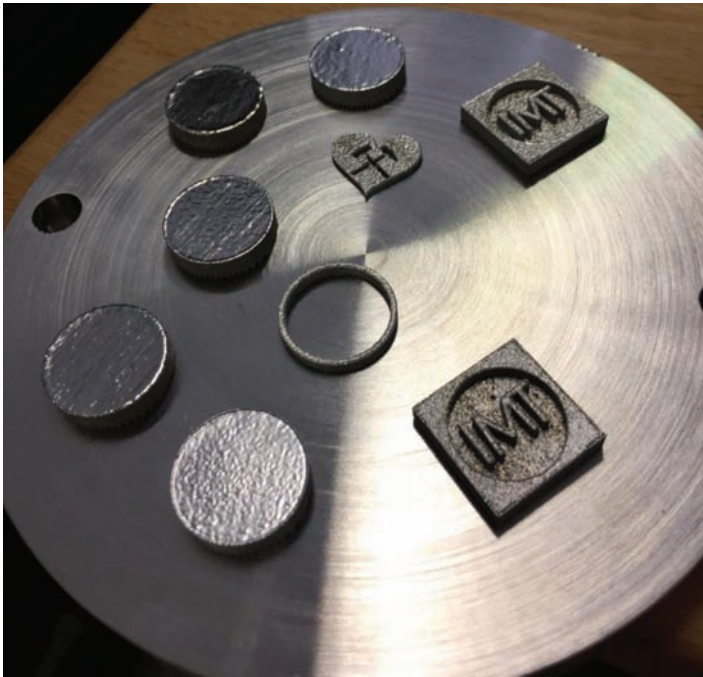
Mineva natanko eno leto, odkar je Inštitut za kovinske materiale in tehnologije (IMT) obogatil svoj široki nabor raziskovalnih naprav tudi z laboratorijskim 3D tiskalnikom za kovine AconityMINI, nemškega podjetja Aconity 3D. S tem je IMT začel samostojno raziskovalno pot na področju dodajalnih tehnologij. V tem kratkem času smo uspeli objaviti dva znanstvena članka, enega celo v najprestižnejši reviji na tem področju in sicer v reviji Additive Manufacturing.

3D tisk kovin omogoča izdelavo skoraj poljubnih oblik, brez načrtovanja in izdelave obilice orodji in drugih postopkov, ki pripeljejo do končnega izdelka. S stališča raziskovanja je zelo pomembno razumevanje mikrostrukture in posledično izbira ustreznih postopkov toplotne obdelave, ki po navadi nekoliko odstopajo od teh za izdelke izdelane s konvencionalnimi postopki. Za nekatere materiale kot so nerjavna jekla, pa je ob izbiri ustreznih parametrov mogoče doseči izjemne



Izobraževanje operaterjev ob prevzemu AconityMINI. Levo delovna komora z laserskim sistemom. Desno računalniška in podporna oprema tiskalnika.

## Novice



3D natisnjeni kovinski modeli iz nerjavnega jekla AISI 316L.

mehanske lastnosti kot so natezna trdnost, meja tečenja in hkrati zelo velik raztezek.

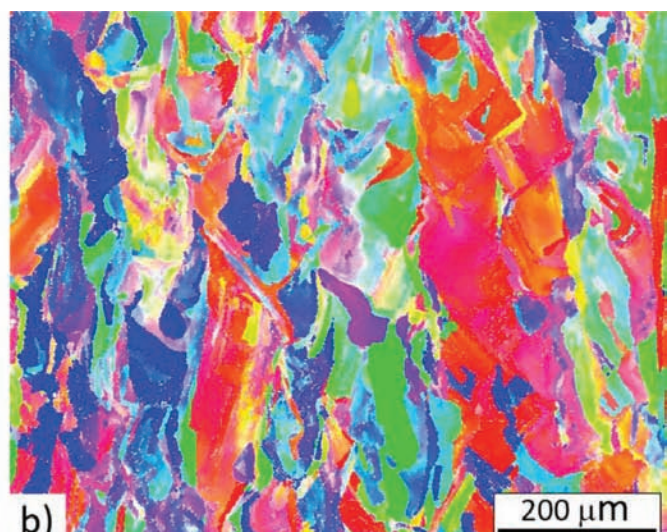
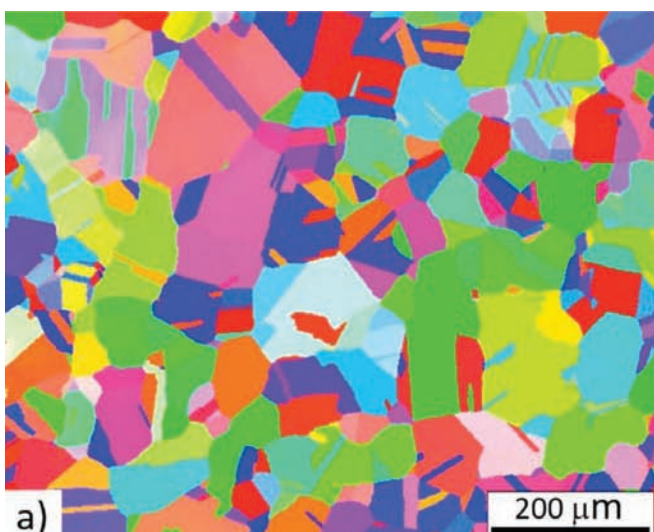
Tiskalnik AconityMINI deluje po metodi selektivnega laserskega taljenja (SLM), ki spada v skupino, najbolj razširjenih, posteljnih dodajalnih tehnologij. Postopek SLM je tudi industrijsko najbolj zanimiv postopek, ker omogoča izdelavo kovinskih materialov z najmanjšo poroznostjo in najboljšimi mehanskimi lastnostmi. Osrednji del tiskalnika je delovna komora. Le-to je pred delovanjem potrebno založiti s

kovinskim prahom in preprihati z argonom. Plast za plastjo karbonska ščetka nanaša kovinski prah, ki ga laser vrstično stali, strjeni model oz. izdelek pa raste oz. se izdeluje v vertikalni smeri. Odvisno od uporabljenega prahu, se mora prilagoditi tudi podlaga, ki je kompatibilna s kovinskim prahom. Po končanem tiskanju se komora odpre, odstrani se odvečni prah ter natisnane modele iz podlage kamor se je tiskalo, komoro pa očisti in pripravi za naslednjo tiskanje.

Laboratorijski 3D tiskalnik AconityMINI omogoča prosto spreminjanje obratovalnih parametrov kot so: moč laserja, hitrost vrstičenja in premer laserskega snopa. Z dodatno programsko opremo je možno spreminjati tudi medlasersko razdaljo, debelino sloja in načine vrstičenja. Taka naprava je idealna za raziskovalno delo, saj lahko hkrati tiskamo več deset enakih ali različnih modelov, vsakega od teh pa z različnimi parametri. S primerno karakterizacijo tako zelo hitro ugotovimo povezave in razlike obratovalnih parametrov, kot končni rezultat pa optimalno kombinacijo obratovalnih parametrov za doseganje najboljših lastnosti tiskanega materiala.

V enem letu je na IMT z AconityMINI bilo uspešno uporabljenih že pet različnih kovinskih in zlitinskih prahov. Za nekatere od teh prahov so se izdelale procesne mape za prikaz optimalnega delovanja naprave. Ob metalografski karakterizaciji (poroznost, talilni bazeni, mikrostruktura), korozijskih preizkusih, mehanskem testiranju, merjenju trdot se na IMT velik poudarek daje tudi razumevanju nastanka specifičnih mikrostruktur, zaradi hitrega strjevanja, kjer za te namene uporabljamo vrstičnim in presevalni elektronski mikroskop.

Matjaž Godec, Jakob Kraner, Irena Paulin



Primerjava med mikrostrukturo nerjavnega jekla AISI 316 izdelanega z a) konvencionalnim postopkom in b) s SLM postopkom (3D tisk kovinskega prahu). Prikazani sliki sta narejeni z vrstičnim elektronskim mikroskopom s tehniko EBSD, kjer barve označujejo orientacije kristalnih zrn.



## Napovednik

### Napovednik

Obisk laboratorija za 3D tisk kovin na IMT in strokovna ekskurzija, ko bodo to dopuščale zdravstvene razmere.



Vse podatke o Društvu ALUMNOV OMM NTF UL najdete na internetni strani:

<http://www.ntf.uni-lj.si/omm/o-oddelku/alumni>

Za včlanitev izpolnite obrazec, ki ga dobite na internetni strani društva.

ISSN 2591-1392

**Izdajatelj:** Društvo ALUMNI OMM Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Aškerčeva 12, 1000 Ljubljana

**Uredništvo:** prof. dr. Jakob Lamut, dr. Darja Steiner Petrovič, prof. dr. Jožef Medved

**Računalniški prelom:** Miro Pečar

