

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
Sisak, Hrvatska



UNIVERZA V LJUBLJANI
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA
Ljubljana, Slovenija



HRVATSKA GOSPODARSKA KOMORA
Županijska komora Sisak
Sisak, Hrvatska



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

KNJIGA SAŽETAKA

The image shows a book cover with a white background. At the top center is a small icon of a classical building with columns. Below it is a quote in black text: "The man who will use his skill and constructive imagination to see how much he can give for a dollar, instead of how little he can give for a dollar, is bound to succeed. - Henry Ford". The bottom half of the cover is a black rectangle containing a white 3D diagram. The vertical axis is labeled 'time' with a clock icon. The horizontal axis is labeled 'money' with a stack of coins icon. The diagonal axis is labeled 'quality' with a starburst icon containing the number '7'. The website address 'www.LeanSixSigmaBelgium.com' is printed at the bottom of the black area.

Sisak, 18. studeni 2016.

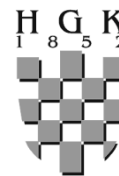
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
Sisak, Hrvatska



UNIVERZA V LJUBLJANI
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA
Ljubljana, Slovenija



HRVATSKA GOSPODARSKA KOMORA
Županijska komora Sisak
Sisak, Hrvatska



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

KNJIGA SAŽETAKA

Sisak, 18. studeni 2016.

ORGANIZATORI

Sveučilište u Zagrebu
Metalurški fakultet
Sisak, Hrvatska

Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta
Ljubljana, Slovenija

Hrvatska gospodarska komora
Županijska komora Sisak
Sisak, Hrvatska

KNJIGA SAŽETAKA

9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR
Lean proizvodnja odljevaka

UREDNICA

Zdenka Zovko Brodarac

TEHNIČKE UREDNICE

Zdenka Zovko Brodarac, Natalija Dolić, Lana Vanić

IZDAVAČ

Sveučilište u Zagrebu
Metalurški fakultet
Aleja narodnih heroja 3
44103 Sisak
Hrvatska

TISAK

InfOmArt Zagreb d.o.o.
Nikole Tesle 10
44000 Sisak
Hrvatska

BROJ PRIMJERAKA

100

ISBN: 978-953-7082-23-9

PREDGOVOR

Lean je proizvodna filozofija koja implementacijom skraćuje vrijeme od narudžbe kupca do isporuke gotovog proizvoda, eliminirajući sve izvore rasipanja (gubitaka) u proizvodnom procesu. Osnovno načelo je proizvodnja odljevka, uvažavajući vrstu, kvalitetu i količinu proizvoda koju diktira potražnja tržišta.

Imperativ usvajanja inovativnih koncepcija u hrvatskom gospodarstvu radi poboljšanja konkurentnosti na globalnom tržištu, motivirao je i organizaciju Znanstveno-stručnog seminara pod nazivom: Lean proizvodnja odljevaka. Ovaj 9. po redu Seminar organizirali su Metalurški fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Naravoslovnotehniška fakultete Univerze u Ljubljani te Hrvatska gospodarska komora Županijska komora Sisak. Seminar se održava pod pokroviteljstvom Sveučilišta u Zagrebu.

Intrigantne teme vezane za poboljšanja u lijevačkim proizvodnim procesima vezane su za organizacijsko restrukturiranje, reverzibilno inženjerstvo, ali i dobru praksu pripreme proizvodnje te obrade talina i tehnološkog unaprjeđenja procesa lijevanja. Teme će izlagati renomirani iiskusni znanstvenici i stručnjaci iz područja djelatnosti usko vezanog za lijevarstvo. Prepoznatljivost i važnost dokazano dobre prakse razmjene znanja potpomažu i brojni sponzori ovog događaja: Analysis d.o.o., INSTRUMENTALIA Adria d.o.o., MIKROLUX d.o.o., TC LIVARSTVO d.o.o., BITUS d.o.o., EDC d.o.o., IDEF d.o.o., SCAN d.o.o., kojima neizmjerljivo zahvaljujemo na ukazanom povjerenju.

Relevantne informacije vezane za održavanje Seminara transparentno se ažuriraju na poveznici: https://www.simet.unizg.hr/hr/popularizacija-znanosti/seminari/lean-proizvodnja-odljevaka_18-11-2016

Također, kreirana je i funkcionalno održavana nova mrežna stranica Centra za lijevarstvo – SIMET, koja će izravno doprinosti razmjeni znanstvenoistraživačkih i stručnih znanja za sve zainteresirane dionike iz područja lijevarstva: <http://castingpoint.simet.hr/>.

U nadi da ćemo zajednički pokrenuti nove procese jačanja konkurentnosti hrvatskog gospodarstva usvajanjem suvremenih koncepcija proizvodnje, organizatori zahvaljuju sudionicima, sponzorima, pokroviteljima i svima onima koji su na bilo koji način doprinijeli uspješnom održavanju ovog Seminara.

izv.prof.dr.sc. Zdenka Zovko Brodarac

POKROVITELJI

Hrvatska gospodarska komora Županijska komora Sisak, Sisak, Hrvatska

Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska

Sisačko-moslavačka županija, Sisak, Hrvatska

SPONZORI

ANALYSIS d.o.o., Beograd, Republika Srbija

INSTRUMENTALIA Adria d.o.o., Zagreb, Hrvatska

MIKROLUX d.o.o., Zaprešić, Hrvatska

TC LIVARSTVO d.o.o., Ljubljana, Slovenija

BITUS d.o.o., Zagreb, Hrvatska

EDC d.o.o., Zagreb, Hrvatska

IDEF d.o.o., Zagreb, Hrvatska

SCAN d.o.o., Kranj, Slovenija

ORGANIZACIJSKI I PROGRAMSKI ODBOR

Zdenka Zovko Brodarac, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Sisak, Hrvatska, predsjednica

Natalija Dolić, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Sisak, Hrvatska

Ladislav Lazić, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Sisak, Hrvatska

Primož Mrvar, Univerza v Ljubljani Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija

Jožef Medved, Univerza v Ljubljani Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija

Boris Mesarić, Hrvatska gospodarska komora Županijska komora Sisak, Sisak, Hrvatska

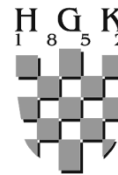
Branka Grd, Hrvatska gospodarska komora Županijska komora Sisak, Sisak, Hrvatska

Aneta Radoš, Hrvatska gospodarska komora Županijska komora Sisak, Sisak, Hrvatska



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET

UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

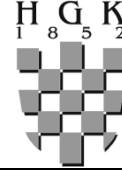
Lean proizvodnja odljevaka

SADRŽAJ:

Zdenka Zovko Brodarac Metalurški fakultet UNIZG, HR Uvodnik: Lean proizvodnja odljevaka	1
Aneta Radoš Hrvatska gospodarska komora Županijska komora Sisak, HR Metalci su (opet) IN	2
Dalibor Robinić Ferro-Preis d.o.o., HR Lean razvoj novih proizvoda	3
Nenad Drvar Topomatika d.o.o., HR Primjena 3D optičkih mjernih metoda u procesima lijevanja	4
Luka Biondić, Amir Šečerkađić IZIT d.o.o., HR Povratno inženjerstvo i 3D printanje u ljevarstvu	5
Primož Mrvar¹, Sebastjan Kastelic^{1,2}, Almir Mahmutović², Mitja Petrič¹ ¹ Naravoslovnotehniška fakulteta UNILJ, SI; ² TC Livarstvo d.o.o., SI Optimiranje kvalitete i troškova primjenom numeričke simulacije	6
Branko Čeh¹, Christoph Genzler², Alexander Schrey² ¹ Feal-inženjering d.o.o., SI; ² Vesuvius GmbH, DE Novi postupci za izradu kalupa i jezgri u ljevaonicama	7
Davor Stanić, Elvis Gržinić CIMOS-P.P.C. Buzet, d.o.o., HR Regeneracija otpadnog vodotopnog premaza za alate u tehnologiji tlačnog lijeva	8
Branko Čeh Feal-inženjering d.o.o., SI Obrada taline aluminijskih legura	9
Mitja Petrič¹, Maja Vončina¹, Sebastjan Kastelic^{1,2}, Primož Mrvar¹ ¹ Naravoslovnotehniška fakulteta UNILJ, SI; ² TC Livarstvo d.o.o., SI Dilatometrijska analiza Al-Si legura pri skrućivanju	10
Gordana Gojsević Marić¹, Snježana Zeljko², Martina Radoš², ¹ Elkem AS Podružnica u Sisku, HR; ² Plamen d.o.o., Požega, HR Uvođenje proizvodnje nodularnog lijeva u ljevaonice sivog lijeva	11
Sabahudin Kermo, Bojan Damjanović EKW Kremen d.o.o., SI Nova generacija masa za oblaganje lončastih indukcijskih peći i ljevačkih lonaca	12



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

UVODNIK: Lean proizvodnja odljevaka

Zdenka Zovko Brodarac^{1*}

¹ Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Aleja narodnih heroja 3, Sisak, Hrvatska

Lean je proizvodna filozofija koja implementacijom skraćuje vrijeme od narudžbe kupca do isporuke gotovog proizvoda, eliminirajući sve izvore rasipanja (gubitaka) u proizvodnom procesu. Osnovno načelo je proizvodnja odljevka, uvažavajući vrstu, kvalitetu i količinu proizvoda koju diktira potražnja tržišta. Pri tom se stavlja naglasak na fleksibilnu i učinkovitu organizaciju proizvodnih pogona i procesa, što se postiže skraćivanjem vremena proizvodnog procesa, izbacivanjem svih nepotrebnih aktivnosti, odnosno eliminiranjem ili smanjenjem svih oblika rasipanja. Glavni cilj je isporuka usluge ili proizvoda koji se potpuno podudara sa željama kupaca, sa što manje gubitaka.

Becoming 'lean' is a process of eliminating waste with the goal of creating value.

Poticaj uvođenju **lean koncepcije proizvodnje odljevaka** u hrvatske ljevaonice i metaloprerađivačke subjekte, izravno će doprinijeti i projekt **Centar za ljevarstvo – SIMET** nositelja Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Netom završena aktivnost pripreme projektne dokumentacije financirana je sredstvima Europskog fonda za regionalni razvoj, Operativni program Regionalna konkurentnost 2007.-2013. u okviru Poziva „Priprema zalihe infrastrukturnih projekata za EFRR 2014.-2020. – Treći poziv“ (Ugovor broj: HR. RC.2.2.10-0005) i predstavlja pripremnu fazu za implementaciju ciljeva projekta. Realizacijom projekta poboljšati će se uvjeti za istraživanje i poboljšanja nabavom visokosofisticirane opreme iz područja sinteze i karakterizacije materijala, povratnog inženjerstva te brze izrade prototipa. Time će Centar izravno doprinijeti razvoju inovacija i biti na usluzi hrvatskom gospodarstvu na putu usvajanja Lean koncepcija te omogućiti vrhunski transfer znanja i tehnologija.

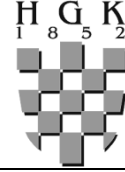
Svrha održavanja 9. Znanstveno-stručnog seminara u organizaciji Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani te Hrvatske gospodarske komore Županijske komore Sisak, s atraktivnim predavanjima iz implementacije segmenata **Lean proizvodnje**, je dokazati dodanu vrijednost proizvodnje odljevaka. Pritom će se tematika odnositi na organizacijsku strukturu, reverzibilno inženjerstvo, ali i dobru praksu pripreme, proizvodnje te obrade talina i tehnološkog unaprjeđenja procesa lijevanja. Razmjena iskustva doprinijeti će stvaranju vizije razvoja, identificiranju konkurentne prednosti te postavljanju strateških prioriteta svakog sudionika/tvrtke na ovom seminaru.

Ključne riječi: *lean proizvodnja, ljevarstvo, istraživanje i razvoj, transfer znanja i tehnologija*

* E-mail autora za korespondenciju: zovko@simet.hr



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

METALCI SU (OPET) IN!

Aneta Radoš^{1*}

¹ Hrvatska gospodarska komora Županijska komora Sisak, Kranjčevićeva 16, Sisak, Hrvatska

Sažetak

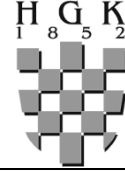
„Radnici su važni!“, poručuju metaloprerađivači Sisačko-moslavačke županije suočeni s problemom pronalaska odgovarajuće radne snage nužno potrebne za razvoj poslovanja. Možete otvoriti tržište, riješiti financije, ali ako nemate prave ljude poduzeće ne može rasti, kažu županijski metaloprerađivači. Poslije propalih velikih industrijskih sustava ostali su prazni pogoni, nezaposleni ljudi te posljedično i odlazak stanovništva iz županije. Na svu sreću, rastu nova, izvozno orijentirana poduzeća, stvaraju se novi pogoni s modernim tehnologijama koja uspješno konkuriraju na zahtjevnom europskom tržištu. No, uslijed desetljetnog „vakuuma“, nastao je problem u stvaranju radne snage. Negativna percepcija mladih kada su industrijska zanimanja u pitanju te nove tehnologije i način rada koji nisu savladali stariji radnici metaloprerađivačkih zanimanja, doveli su do nedostatka odgovarajuće radne snage potrebne za rast i razvoj postojećih poduzeća. Posjetili smo nekoliko sisačko-moslavačkih tvrtki iz metaloprerađivačke industrije te porazgovarali s njima o politici zapošljavanja i upravljanja kadrovima.

Ključne riječi: metaloprerađivačka industrija, radna snaga, stanje na tržištu rada

* E-mail autora za korespondenciju: arados@hgk.hr



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

LEAN RAZVOJ NOVIH PROIZVODA

Dalibor Robinić^{1*}

¹ Ferro-Preis d.o.o., Dr. T. Bratkovića 2, Čakovec, Hrvatska

Sažetak

Ferro-Preis d.o.o. omogućuje svojim partnerima proizvodnju odljevaka u rasponu od pojedinačnog komada do velikih serija. Široki raspon proizvodnih postupaka iziskuje novi pristup klijentu. Vrijeme potrebno za definiranje ponude i proizvodnju prvih uzoraka mora biti dovoljno kratko da partneru omogućimo planiran razvoj projekta. Postavljeni cilj nam je 5 dana za ponudu i 20 dana za proizvodnju uzoraka.

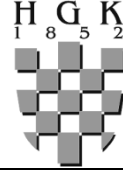
Kroz implementaciju LEAN sistema i odgovarajućih alata planiramo ostvarenje zadanog cilja do kraja 2016 - prvi kvartal 2017 godine. Krovni projekt razvoja i uvođenja novih proizvoda podijeljen je na jedanaest podprojekata kroz koje unapređujemo definirane segmente procesa. Cilj ovoga rada je pokazati postupak definiranja ključnih segmenata procesa te njihovo unapređenje.

Ključne riječi: LEAN, VSM, Kaizen, A3 projekt

* E-mail autora za korespondenciju: dalibor.robinic@ferro-preis.com



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

PRIMJENA 3D OPTIČKIH MJERNIH METODA U PROCESIMA LIJEVANJA

Nenad Drvar^{1*}

¹ TOPOMATIKA d.o.o., Fallerovo šetalište 22, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

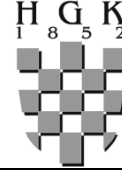
Moderni optički 3D digitalizatori razlikuju se od tradicionalnih koordinatnih mjernih uređaja i mjernih ruku. Umjesto mjerenja pojedinačnih točaka, omogućuju mjerenje cijele geometrije kao gusti oblak točaka, odnosno poligonalna gusta mreža trokuta koji detaljno opisuju površinu i sve elemente od kojih se sastoji objekt mjerenja. U sklopu predavanja objasniti ćemo elemente od kojih se sastoje 3D skeneri, princip skeniranja i 3D mjerenja. Korištenjem 3D skenera ATOS pokazati ćemo uživo 3D skeniranje i analizu automobilske odljevke te demonstrirati brzo otkrivanje pogrešaka koje bi kod mjerenja tradicionalnim metodama promakle. Na konkretnim primjerima iz ljevaonica u regiji (CIMOS, RS Metali, LTH Castings) prikazati ćemo kako je 3D skeniranje unaprijedilo izradu dokumentacije, ulaznu kontrolu, izradu alata i kontrolu kvalitete.

Ključne riječi: 3D skeniranje, mjerenje, kontrola kvalitete

* E-mail autora za korespondenciju: n.drvar@topomatika.hr



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

POVRATNO INŽENJERSTVO I 3D PRINTANJE U LJEVARSTVU

Luka Biondić^{1*}, Amir Šečerkađić¹

¹ IZIT d.o.o. Fallerovo šetalište 22, Zagreb, Hrvatska

Sažetak

Povratno inženjerstvo je postupak dobivanja CAD modela i tehničke dokumentacije iz kojih se mogu izraditi novi dijelovi. Postupak započinje skeniranjem. Na temelju skenirane geometrije razvija se prilagođeni CAD model kojim se mogu ispraviti greške fizičkog modela.

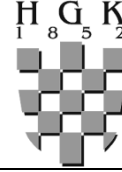
Tehnologije 3D printanja u ljevarstvu koriste se pri izradi zamjenjivih elemenata modelnih ploča. Samim korištenjem 3D printanih modela pogreška u dizajnu je minimalna pošto se greške ispravljaju još pri CAD modeliranju. Umetci za modalne ploče mogu biti šuplje geometrije čime se ostvaruje značajna ušteda u vremenu i materijalu.

Ključne riječi: 3D Print, Povratno inženjerstvo, FDM tehnologija, PolyJet tehnologija, NURBS površine, conformal cooling

* E-mail autora za korespondenciju: info@izit.hr



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

OPTIMIZACIJA KVALITETE I TROŠKOVA PRIMJENOM NUMERIČKE SIMULACIJE

Primož Mrvar^{1*}, Sebastjan Kastelic^{1,2}, Almir Mahmutović², Mitja Petrič¹

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za metariale in metalurgijo,
Katedra za livarstvo, Aškerčeva 12, Ljubljana, Slovenija

² TC Livarstvo d.o.o., Teslova 30, Ljubljana, Slovenija

Sažetak

U suvremenim ljevaonicama visokotlačnog lijeva (HPDC), upravljanje svim segmentima proizvodnog ciklusa je izrazito važno, pri čemu se naglasak stavlja na pouzdano vođenje procesa, planiranje i dizajniranje rastaljenog metala, procese lijevanja i skrućivanja, izbacivanja odljevaka, transporta do mjesta hlađenja te odrezivanje uljevnog sustava. Za proizvodnju odljevaka kompleksne geometrije uz zahtjeve za većom dimenzijskom točnošću, značajno je odgovarajuće planiranje lijevanja i napajanja pojedinih elemenata uvažavajući ekonomičnost proizvodnje odljevaka, brzu izradu alata i prototipova i potom konzistentnu proizvodnju koja obuhvaća upravljanje svim rubnim uvjetima u procesnom lancu.

U ovom radu prikazati će se primjer virtualne analize mjenjača brzine lijevanog od aluminijske legure odabirom odgovarajuće tehnologije lijevanja, proračunom pomoću numeričke simulacije procesa lijevanja koja uključuje proces punjenja hladne komore i kalupne šupljine, opis modela tri faze tlačenja pri visokotlačnom lijevanju, tok rastaljenog metala, skrućivanje, uzimajući u obzir nastanak zračnog džepa u svakom segmentu, otvaranje alata, izbacivanje odljevka, odsijecanje uljevnog sistema te hlađenje u vodi ili na zraku. Dodatno će se prikazati optimizacija sistema hlađenja i zagrijavanja te usporedba proračunatog volumena grešaka, dimenzija odljevaka i njegovih deformacija s eksperimentalno dobivenim vrijednostima. Karakterizacija je provedena računalnom tomografijom i 3D mjerenjima.

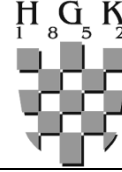
Dokazano upravljanje visokotlačnim lijevanjem rezultirati će važnim finansijskim učincima i smanjenjem zahtijevanog vremena za pokretanje serijske proizvodnje odljevaka.

Ključne riječi: *tlačno lijevanje, tehnologija izrade lijevanih dijelova*

* E-mail autora za korespondenciju: primoz.mrvar@omm.ntf.uni-lj.si



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

NOVI POSTUPCI ZA IZRADU KALUPA I JEZGRI U LJEVAONICAMA

Branko Čeh^{1*}, Christoph Genzler², Alexander Schrey²

¹ Feal-inženiring d.o.o. Rajšpova ulica 18 a , 2250 Ptuj, Slovenija

² Vesuvius Gmbh Genselkirchener Strasse 10, Borken, Njemačka

Sažetak

Zbog sve većeg pritiska s ekološkog aspekta i legislative, novi postupci za izradu kalupa i jezgri za ljevaonice idu prema sve većoj primjeni anorganskih veziva. Dosad razvijana organska veziva za sobom povlače i probleme s emisijama štetnih plinova kod izrade jezgri, lijevanju i istresanju odljevka s jezgrama.

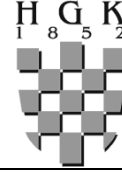
Novi postupci temelje se na anorganskim vezivima, koji su u osnovi modificirana vodena stakla. Očvršćivanje jezgri, u zavisnosti od postupka, provodi se s tekućim ili praškastim katalizatorima. Osnovna kinetika postupka zasniva se na istjerivanju vode iz mješavine pri samom očvršćivanju. Na osnovu novih linija za regeneraciju pijeska dolazi se do regenerabilnosti veće od 80%. S ekološkog aspekta ostatci ne predstavljaju nikakav problem za okoliš. Štoviše, ostatci su prikladni za primjenu u građevinarstvu, jer ne sadrže komponente koje bi na bilo koji način štetno utjecale na degradaciju okoliša.

Ključne riječi: anorganska veziva, ručno kalupovanje, izrada jezgri

* E-mail autora za korespondenciju: branko@feal-inzeniring.si



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

REGENERACIJA OTPADNOG VODOTOPNOG PREMAZA ZA ALATE U TEHNOLOGIJI TLAČNOG LIJEVA

Davor Stanić^{1*}, Elvis Gržinić¹

¹ PS CIMOS- P.P.C. Buzet d.o.o, Most 24, Buzet, Hrvatska

Sažetak

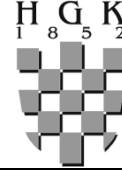
Vodotopni premaz je vrlo bitna komponenta u procesu tlačnog lijevanja aluminijskih odljevaka. Osnovni premaz se miješa s vodom i nanosi špricanjem na alat prije svakog ciklusa lijevanja. Funkcija premaza je višestruka: hlađenje pregrijanih dijelova alata prije slijedećeg ciklusa lijevanja, stvaranje zaštitnog sloja (filma) radi lakšeg odvajanja odljevka iz alata i na kraju postizanje kvalitetne površine odljevka. Otpadna emulzija nakon premazivanja alata mora se zbrinjavati, sakupljati u sabirnim kanalima, zatim tretirati uparivanjem i nakon toga se preostali koncentrat mora ekološki zbrinjavati i deponirati na odlagališta. Sve te aktivnosti predstavljaju visoke troškove procesa koji utječu na konkurentnost proizvodnje odljevaka. Poznat je problem potencijalne opasnosti od miješanja vodotopnog premaza s različitim uljima (sintetičkim i mineralnim) i glikolom kod tlačnog lijevanja aluminijskih odljevaka, što se vrlo lako može desiti u procesu lijevanja prilikom nekontroliranog istjecanja tih medija koji pod tlakom cirkuliraju u proizvodnoj opremi (preše-strojevi, alati). Kontaminirani premaz nije upotrebljiv za premazivanje alata u proizvodnji aluminijskih odljevaka, prije svega jer odljevci nakon lijevanja imaju neprihvatljive vizualne površinske greške, tamne i hrapave površine, crne mrlje, ili npr. ne mogu se kvalitetno bojati ukoliko se radi o dekorativnim odljercima i sl. Zbog toga postoje realna ograničenja primjene otpadnog premaza kao regeneracijske komponente za ponovno korištenje. U ovom radu je opisan projekt: Regeneracije vodotopnog premaza Condafond 310 REC gdje se otpadna emulzija 100% vraća (reciklira) u proces miješanja novog premaza. Projekt je u potpunosti realiziran u CIMOS-ovoj Ljevaonici tlačnog lijeva u Buzetu i odvijao kroz više faza, od početnog probnog rada i monitoringa praćenja s jednom REC (rekuperacijskom) jedinicom prvo na jednoj automatiziranoj ćeliji za lijevanje, do konačnog umrežavanja svih četrnaest (14) preša-ćelija s ukupno šest (6) instaliranih REC jedinica. Ciljevi projekta su bili smanjiti visoke troškove zbrinjavanja otpadne emulzije na tlačnom lijevu. Projekt regeneracije otpadne emulzije je ekološki i financijski pozitivan, odnosno prihvatljiv, što potvrđuju uštede i analize ostvarene u realnom vremenu od jedne godine od kada je implementiran.

Ključne riječi: tlačno lijevanje Al-odljevaka, regeneracija i recikliranje vodotopnog premaza, otpadna emulzije, zbrinjavanje emulzije

* E-mail autora za korespondenciju: davor.stanic@timos.eu



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

OBRADE TALINA ALUMINIJSKIH LEGURA

Branko Čeh^{1*}

¹ Feal-inženiring d.o.o., Rajšpova ulica 18 a, Ptuj, Slovenija

Sažetak

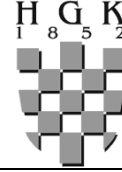
Obrada talina aluminijskih legura zavisi od primijenjene kvalitete legure i postupka lijevanja. Priprema taline pri konvencionalnim postupcima lijevanja i suvremenim tehnologijama obrade omogućavaju dobivanje kvalitete taline koja će omogućiti proizvodnju ispravnog odljevka. Pri tom treba obratiti pažnju da pri lijevanju ne dođe do nasisavanja plinova, oksidacije taline te izdvajanja plinova i kompleksnih oksidnih uključaka. Uklanjanje plinova i oksidnih uključaka provodi se metodom u zavisnosti od kvalitete legure slitine (silumini, perali, durali, ...). Pri tom se primjenjuju soli različitih tipova i namjena te plinovi za pročišćavanje taline. Veliki utjecaj na kvalitetu odljevka imaju i postupci modifikacije primarnog zrna aluminija i usitnjavanja eutektika. Oba postupka obrade taline direktno utječu na razvoj mikrostrukture u smislu veličine zrna i morfologije eutektičkog silicija te samim tim na mehanička svojstva konačnog odljevka.

Ključne riječi: *rafinacija taline, modifikacija, usitnjavanje, uključci, otplinjavanje*

* E-mail autora za korespondenciju: branko@feal-inzeniring.si



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

DILATOMETRIJSKA ANALIZA Al-Si LEGURA PRI SKRUĆIVANJU

Mitja Petrič^{1*}, Maja Vončina¹, Sebastjan Kastelic^{1,2}, Primož Mrvar¹

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za metariale in metalurgijo,
Katedra za livarstvo, Aškerčeva 12, Ljubljana, Slovenija

² TC Livarstvo d.o.o., Teslova 30, Ljubljana, Slovenija

Sažetak

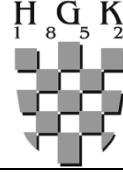
Skrućivanje AlSi12 legure se opisuje primjenom različitih metoda ispitivanja poput toplinske analize, dilatometrijske analize povezane s termodinamičkim proračunom faznih ravnoteža provedenog ThermoCalc računalnim alatom. Metalografska analiza provedena je primjenom svjetlosne i elektronske mikroskopije (SEM). Analize mikrostrukturnih sastava su provedene primjenom energijske disperzivne spektrometrije (EDS). Cilj istraživanja je bio ispitati dimenzijske promjene odljevaka pri skrućivanju. Analizirana su četiri različito obrađena uzorka AlSi12 legure. Prvi uzorak je bila AlSi12 legura bez dodataka, drugi je bila legura usitnjena dodatkom predlegure AlTi5Bi1, treći uzorak je bio modificiran dodatkom predlegure AlSr10, dok je četvrti bio usitnjavan i modificiran. Mikrostrukture svih uzoraka su pokazale razlike veličini kristalnih zrna α_{Al} te veličine čestica eutektičkog β_{Si} . Dilatometrijska analiza je pokazala razlike u stezanju pri skrućivanju uzoraka od AlSi12 legure bez dodataka i obrađenih uzoraka kod kojih je uočeno manje stezanje.

Ključne riječi: skrućivanje, Al - Si legure, stezanje pri skrućivanju

* E-mail autora za korespondenciju: mitja.petric@omm.ntf.uni-lj.si



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

UVOĐENJE PROIZVODNJE NODULARNOG LIJEVA U LJEVAONICE SIVOG LIJEVA

Gordana Gojsević Marić^{1*}, „Snježana Zeljko², Martina Radoš²

¹ Elkem AS Podružnica u Sisku, J. J. Strossmayer 176, 44000 Sisak, Hrvatska

²Plamen d.o.o., Njemačka ulica 36, 34000 Požega

Sažetak

Imperativ svake ljevaonice je povećanje konkurentnosti na tržištu. Povećanje konkurentnosti iziskuje proširivanje palete proizvoda, a samim tim i osiguranje proizvodnje i opstanka na tržištu, u slučaju pojave nekih novih recesija i kriza. Povećanjem proizvodnje ljevaonice sivog lijeva u današnje vrijeme idu i na proširenje palete proizvoda s odljevcima od nodularnog lijeva.

Pitanje „*Kako najbezbolnije započeti proizvodnju nodularnog lijeva u ljevaonicama sivog lijeva?*“ u zadnje vrijeme muči sve više ljevaonica sivog lijeva.

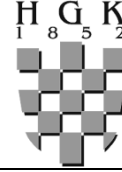
U ovoj prezentaciji prikazan je izazov nametnut pred ljevaonice sivog lijeva te način na koji se uvodi proizvodnja nove kvalitete: što je nužno potrebno promijeniti, na što se treba paziti te rezultati prvih proba. Paralelna proizvodnja sivog i nodularnog lijeva u jednoj ljevaonici nije jednostavna, ali je moguća i učinkovita. Zahtjevnost ovakvog načina proizvodnje ovisi o vrsti, kvaliteti i zahtjevnosti samih odljevaka koji se proizvode. Trošak uvođenja proizvodnje nodularnog lijeva u ljevaonice sivog ovisi o odabranom načinu obrade taline Mg, postojećoj opremi koju ljevaonica posjeduje i obimu nove proizvodnje.

Ključne riječi: nodularni lijev, obrada taline Mg, uložni materijal i preporučeni kemijski sastav

* E-mail autora za korespondenciju: gordana.gojsevic@elkem.com



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

NOVA GENERACIJA MASA ZA OBLAGANJE LONČASTIH INDUKCIJSKIH PEĆI I LJEVAČKIH LONACA

Sabahudin Kermo^{1*}, Bojan Damjanovič¹

¹ EKW - Kremen proizvodnja in prodaja ognjevarnih materialov d.o.o.,
Dolenje Mokro Polje 40, Šentjernej, Slovenija

Sažetak

Ispravnost toplinskih agregata u ljevaonici je od velikog značaja za ispravno vođenje proizvodnje taline. Najčešći toplinski agregati su indukcijske lončaste peći i ljevački lonci za sivi, nodularni lijev i visokolegirani čelični lijev. Važan segment njihove ispravnosti je i primjena kvalitetnih masa kojima se oni oblažu. U novije vrijeme veliku primjenu imaju specijalne suhe vibrirajuće mase.

U ovoj je prezentaciji stavljen naglasak na usporedbu, razlike i učinke standardne i specijalne vibrirajuće kvarcne mase. Također, detaljno će se opisati postupak ozidavanja indukcijske peći i završno tekuće sinteriranje suhe silikatne mase za peći. Osim peći i ljevački lonci zahtijevaju pažljivo ozidavanje, koje će također detaljno biti opisano. Usporedbom snižavanje temperature taline u loncima različitih kapaciteta i namjena, ozidanim konvencionalnim načinom i masama nove generacije, daje uvid u kvalitetu pojedinih masa u pogledu toplinske provodljivosti. Na kraju će se prikazati primjeri dobre prakse iz ljevaonica različitih kvaliteta metalnih materijala: sivi lijev, nodularni lijev, čelik, bakrene legure.

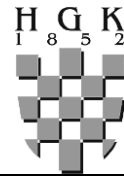
Ključne riječi: mase za oblaganje, postupak ozidavanja, lončaste indukcijske peći, ljevački lonci

* E-mail autora za korespondenciju: kermo@kremen-nm.si



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET

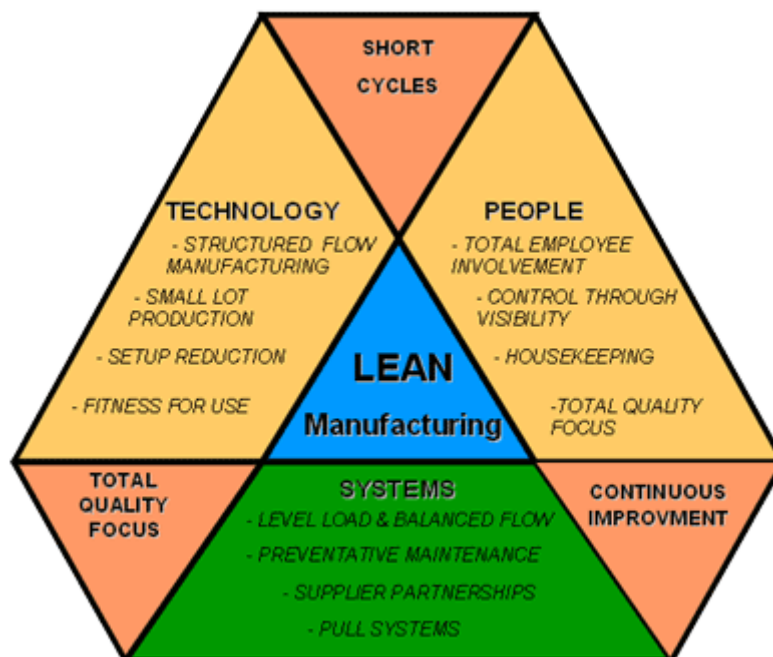
UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY



9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

Lean proizvodnja odljevaka

REKLAMNE STRANICE



Thermo Scientific i BELEC - svjetski lideri u OES, XRF i XRD analizi

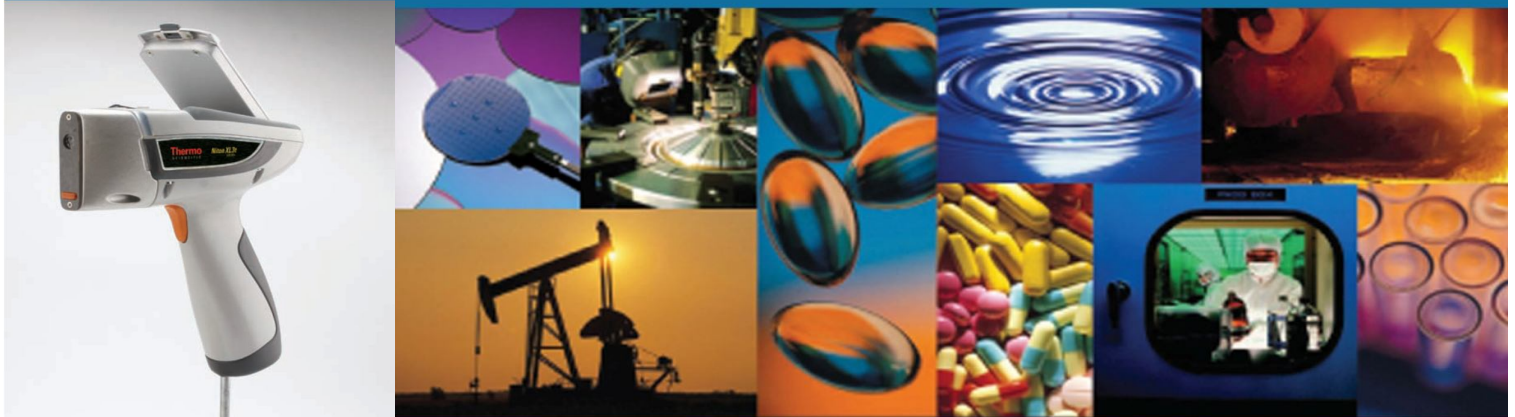


Ovlašteni zastupnik (prodaja, aplikacije, servis iz Zagreba i Beograda) :

Analysis DOO, Beograd, Srbija

+381 11 318 64 46, www.analysis.rs;

- OES spektrometri: ARL 4460, ARL 3460, ARL iSpark, BELEC Lab3000S
- XRF spektrometri:
WDX: Optim', Perform'X I ARL 9900
EDX: Quant'X, NITON XRF portabl
- XRD spektrometri: X'TRA
- XRF/XRD u jednom: ARL 9900 IP I WS



Thermo
SCIENTIFIC



Main features

Innovative OES for reliable quality metals

PMT or dual
CCD/PMT optics

Quick table changeover
and maintenance - no
tools needed

Easy to use
safety stand cover

Worktop

Storage
compartment

Space saving

Easy front access to
all modules

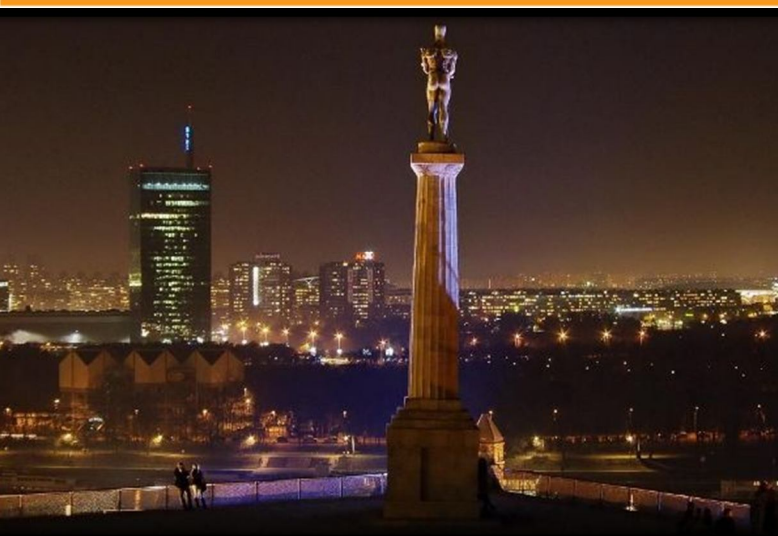
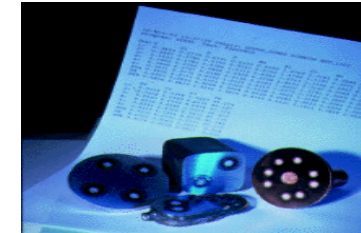
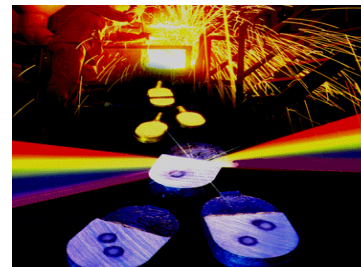
Innovative stand and
ergonomic sample
clamp

High degree of functionality

Speed • Precision • Accuracy • Repeatability • Stability • Reliability

www.thermoscientific.com/ispark

- Improved PMT spectrometer
- High performance CCD spectrometer
- Advanced signal acquisition and processing for PMT and CCD
- New spark stand to facilitate maintenance and minimize argon consumption during analysis
- IntelliSource digital spark source with increased flexibility and efficiency
- Significant argon savings when instrument is idle with Smart Argon Management
- Reliable factory calibration
- Proven quality assurance
- Installation Qualification and Operational Qualification (IQ/OQ)
- Flexible OXSAS software
- Ultra-fast analysis of micro-inclusions
- Worldwide support



instrumentalia



TA
Instruments

A family of dilatometers,
thermal conductivity &
diffusivity meters

 **elementar**
EXCELLENCE IN ELEMENTS

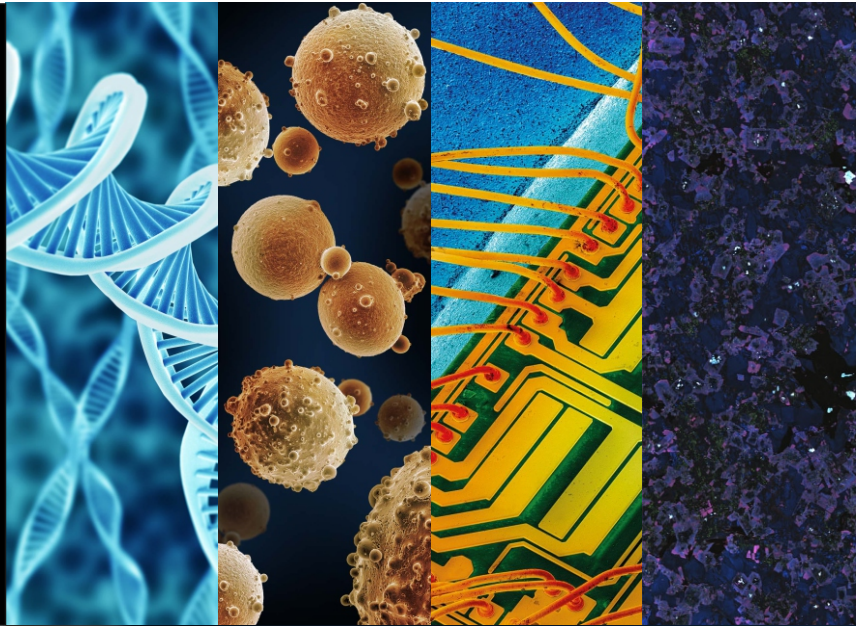
inductar EL cube 5 elements in 1 analyzer

High temperature elemental analysis of
C, S, O, N, and H in inorganic materials

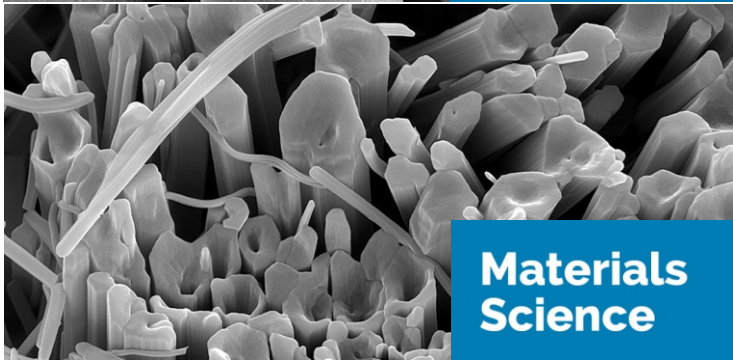


SLOVENIA
LESKOŠKOVA CESTA 9 E
1000 LJUBLJANA
Tel: +386 1 5240 196
www.instrumentalia.si

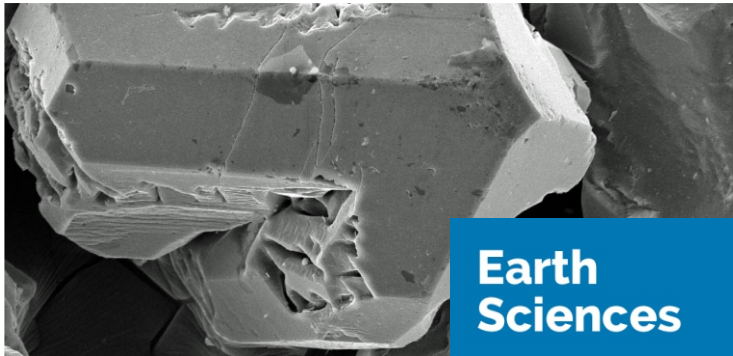
CROATIA
AV. VEČESLAVA HOLJEVCA 40
10010 ZAGREB
Tel: +385 1 662 3883
www.instrumentalia.hr



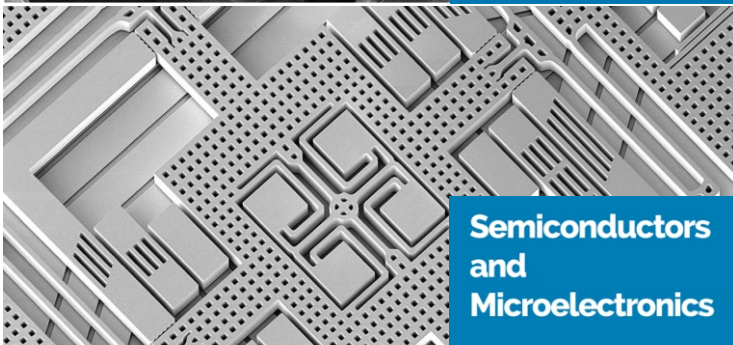
Life
Sciences



Materials
Science



Earth
Sciences



Semiconductors
and
Microelectronics

9. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR „Lean proizvodnja odljevaka“

18. studeni 2016.
Sisak, Croatia

Zadovoljstvo nam je pozvati vas na Seminar u organizaciji Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Naravoslovnotehničke fakultete Univerze v Ljubljani i Hrvatske gospodarske komore Županijske komore Sisak.

Seminar će biti održan 18. studenog 2016. U Sisku, u prostorijama Hrvatske gospodarske komore Županijske komore Sisak.

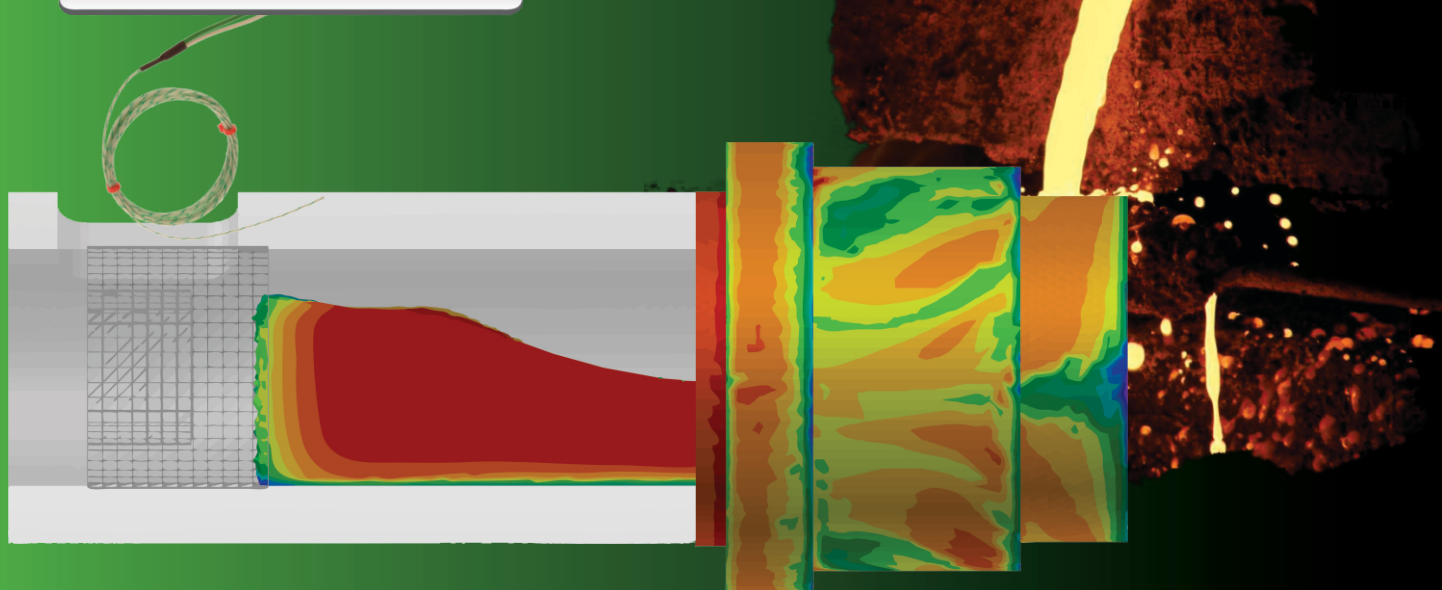
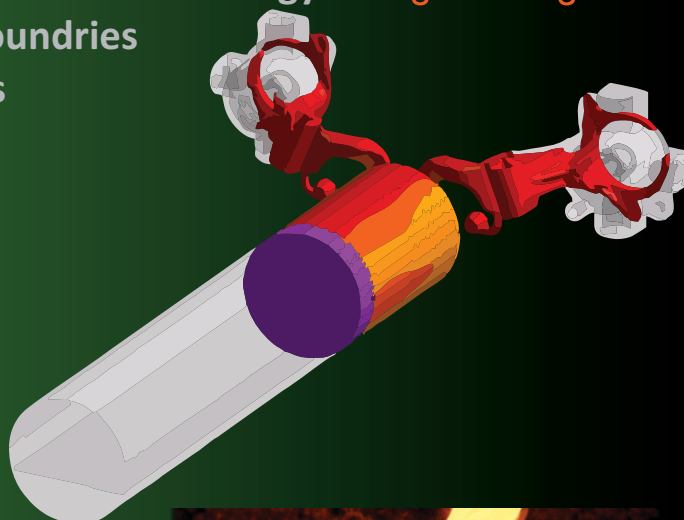
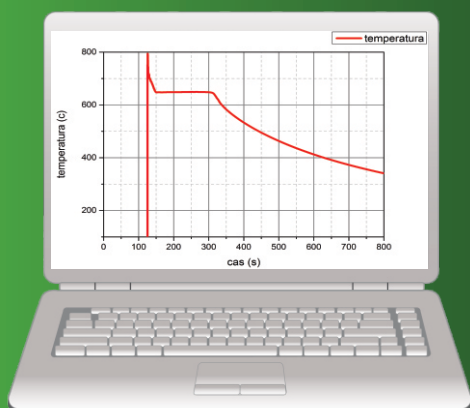
Predstaviti ćemo nove instrumente, inovativne i jedinstvene tehnike za vaša istraživanja.



TC LIVARSTVO d.o.o.
Teslova 30
SI-1000 Ljubljana
Slovenija
www.tc-liv.eu
info@tc-liv.eu

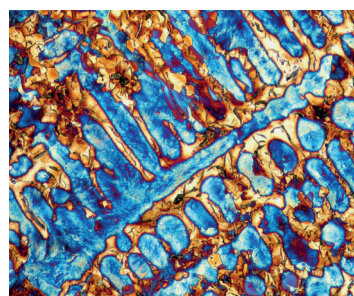
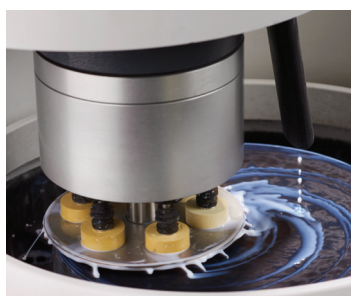
- consulting and solutions in foundries
- numerical analysis of
 - all foundry technologies
 - welding
 - heat treatment
- optimization of foundry processes and technology
- control methods for Fe and Al foundries
- representing ESI Group products

esi
get it right®



Oprema i potrošni materijali za pripremu metalografskih uzoraka.

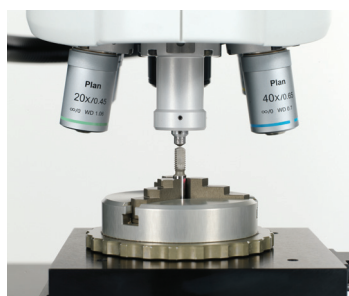
- Rezanje
- Zalijevanje
- Brušenje/Poliranje
- Elektrolitsko poliranje i jetkanje
- Mikroelektronika
- NDT
- Mineralografija
- Analiza slike



www.struers.com

Sustavi i oprema za mjerenje tvrdoće i mikrotvrdoće.

- Prijenosni, manualni, polu-automatski i automatski sustavi
- Brinell, Vickers, Rockwell, Knoop, plastika i karbon

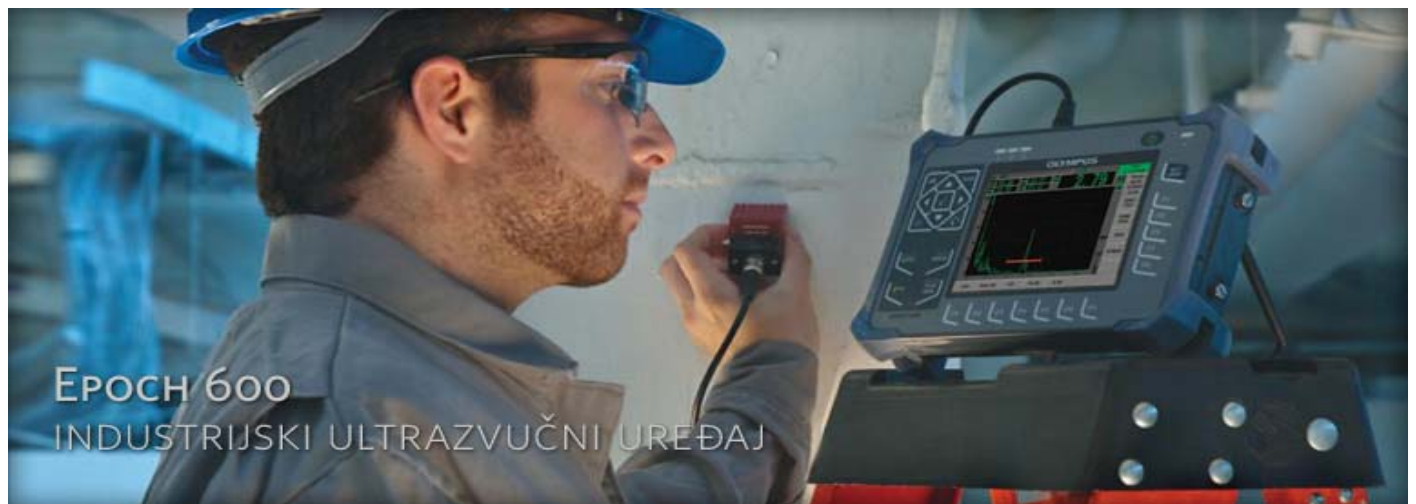


www.emcotest.com

bitus

Profesionalna rješenja na području metalografije i mjerenja tvrdoće

BITUS d.o.o. | Tuškanova 38 | HR-10000 Zagreb
T +385 (0)1 4670 382 | M + 385 (0)98 355 905
info@bitus.hr



**VAŠ PARTNER
ZA KVALITETU**

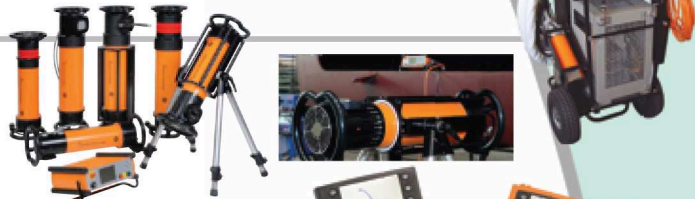


GE
Measurement & Control Solutions

GE Measurement & Control Solutions

SEIFERT

- prijenosni industrijski rentgeni i rentgenski sustavi



HOCKING

- uređaji za ispitivanje vrtložnim strujama



Krautkramer

- ultrazvučni kontrolni sustavi
- prijenosni mjeraci tvrdoće
- phased array
- TOFD
- mjeraci debljine
- sonde
- software i kontrolni sustavi



AGFA **NDT**

- filmovi
- kemikalije
- uređaji i pribor za razvijanje filmova
- prijenosna i stacionarna kompjuterizirana radiografija (CR)



MAGNAFLUX

Tiede

- ručni elektromagnet
- prijenosne i stacionarne jedinice za magnetnu kontrolu
- magnetne čestice
- UV LED svjetiljke
- penetranti



- oprema i potrošni materijal za materijalografiju / metalografiju

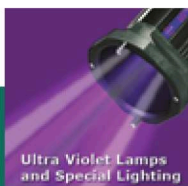


Taylor Hobson
PRECISION

- uređaji za ispitivanje stanja površine
- mjeraci hrapavosti



Labino
- UV svjetiljke jakog intenziteta



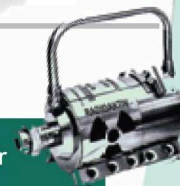
KOWOTEST

- pribor za radiografiju



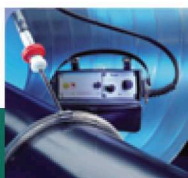
Nuclear

- teletron i pribor za gamagrafiju



ELMED
MEASUREMENT TECHNOLOGY

- holiday detector ispitivanje izolacije



ElektroPhysik
Advancing with Technology

- mjeraci debljine premaza (boje)



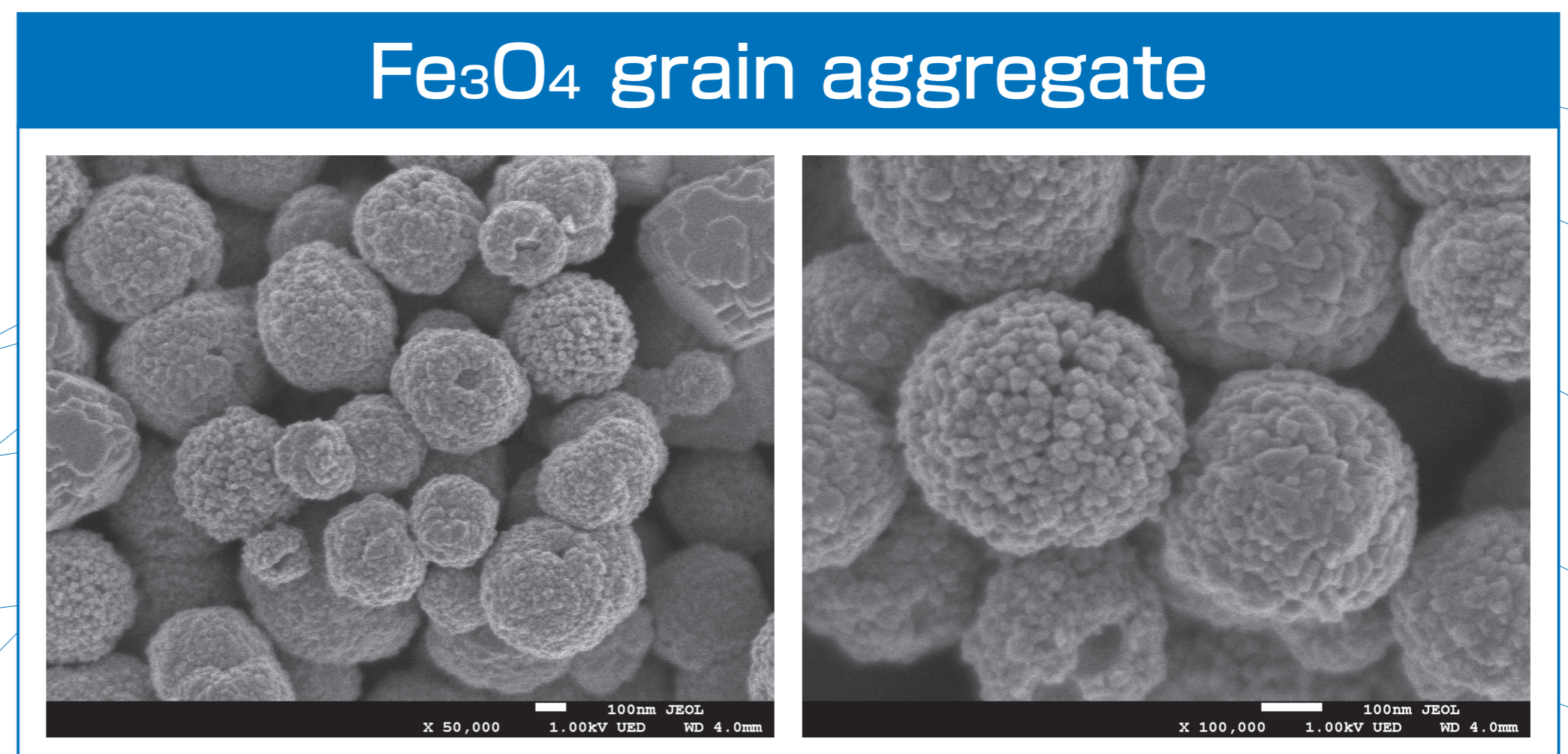
rte

- akustična rezonanca



Ultimate Analysis Tool Applicable for Wide Research Field

Thermal Field Emission Scanning Electron Microscope JSM-7800F



Photograph : Courtesy of WPPI-AIMR
Dr. Takanari Togashi
WPPI-AIMR = Tohoku University

Our super hybrid objective lens enables researchers to approach to the Nano World further. This objective lens can provide high resolution at a very low electron energy which is inevitable for nano structure observation of specimen surface. Our super hybrid objective lens enables high magnification observation and analysis even for magnetic material.

Ultimate Resolution

Our super hybrid objective lens provides high resolution of 0.8nm (15kV), 1.2nm(1kV). High performance electron optical system with built-in Gentle Beam displays fine structure of specimen surface. The distribution of composition can be observed at a low voltage of 0.5kV.

High Speed and High Accuracy Analysis

Our Aperture Angle Optimization Lens enables small electron probe diameter even if electric current is increased. By using large electric current, short time analysis is possible without degrading the quality of analysis accuracy or elemental map. Use of various analytical instruments such as EDS, WDS, and EBSD is possible. As the EBSD pattern with little distortion is possible to obtain, highly accurate crystal orientation analysis is possible.

Stable High Performance Data by Highly Stable Electron Probe

Thanks to in-lens thermal field emission electron source, electron probe which is stable for a long time can be obtained. High performance can be always possible. It is not necessary to wait until probe current becomes stable. Easy comparison of data obtained by several users, or data obtained on different day is possible.

High Performance for Any Kind of Specimen

Our super hybrid objective lens does not cause magnetic field at the analysis position. This can provide observation and analysis of magnetic materials at high magnification. Observation of non-conductive specimen can be easily done.

