

# Metalurgija

---

**Lazić, Ladislav; Smolčić, Ivan; Zovko Brodarac, Zdenka**

*Source / Izvornik:* **Hrvatska tehnička enciklopedija 2. svezak: prehrambena tehnologija, rudarstvo, nafta i geološko inženjerstvo, grafička tehnologija, biotehnologija, kemijska tehnologija, zaštita okoliša, tekstilstvo, metalurgija, poljoprivredna tehnika, šumarstvo, medicinska tehnika, farmaceutska tehnologija, 2022, 2, 458 - 464**

**Book chapter / Poglavlje u knjizi**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:115:454750>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-06-30**



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
METALURŠKI FAKULTET  
UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF METALLURGY

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb - Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb](#)



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Autor: L. Lazić, Uredništvo, Z. Zovko Brodarac

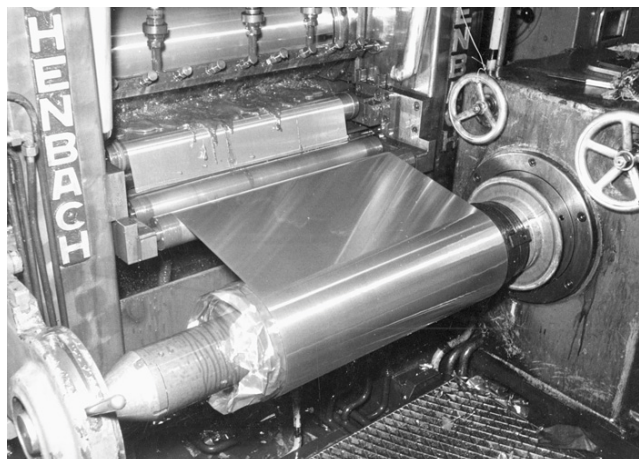
Objavljeno: 5. studenoga 2021.

Ažurirano: 8. lipnja 2022.

**metalurgija**, gospodarska i znanstvena djelatnost koja se bavi dobivanjem i primjenom metala i njihovih slitina. Kao znanstveno polje spada u područje tehničkih znanosti te obuhvaća grane procesne, mehaničke te fizičke metalurgije. *Procesna* (ekstraktivna) metalurgija obuhvaća redukciju metala iz ruda te njihovu rafinaciju, odn. izdvajanje, pročišćavanje, legiranje, lijevanje, oblikovanje metala, a sve radi dobivanja poluproizvoda ili gotovih proizvoda. *Mehanička* (prerađivačka) metalurgija bavi se oblikovanjem metala u plastičnom ili čvrstom stanju koristeći se tehnološkim postupcima poput valjanja, prešanja, kovanja, savijanja, izvlačenja metala i dr. (→ **OBLIKOVANJE DEFORMIRANJEM**; sv. 1). *Fizička* metalurgija bavi se utvrđivanjem fizikalnih i kemijskih zakonitosti ponašanja metalnih materijala tijekom obradbe, preradbe, ispitivanja i primjene. Obuhvaća kristalografiju, mehanička ispitivanja, određivanje fizikalnih karakteristika, metalografiju i druge postupke pri ispitivanju metala, odn. gotovih proizvoda, a u svrhu predviđanja njihove kvalitete, planiranja proizvodnih procesa i uvjeta korištenja.



Valjaonica traka, gredica i šavnih cijevi, Željezara Sisak, druga polovica XX. st.

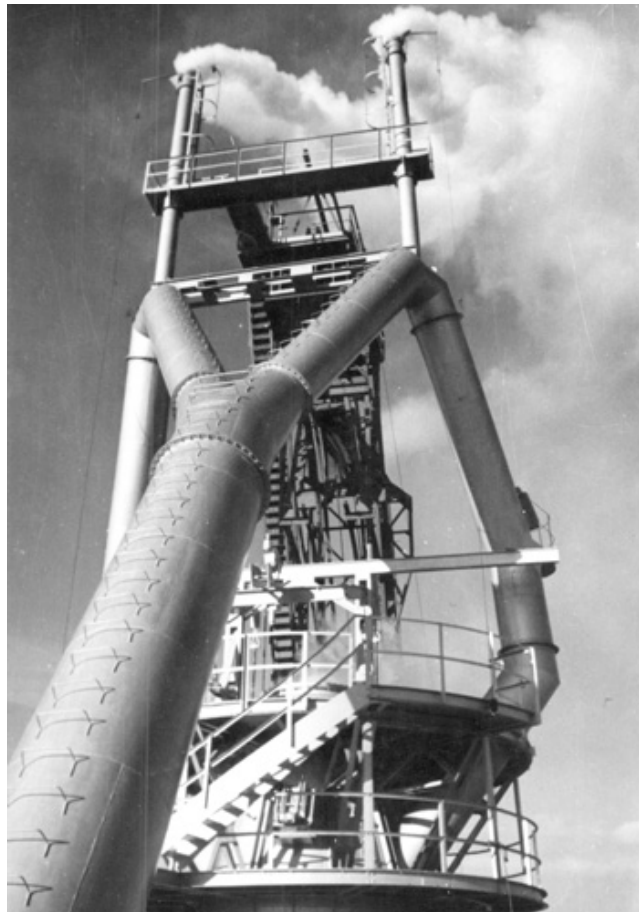


Valjaonica folija u Tvornici lakih metala Boris Kidrič, Šibenik, druga polovica XX. st.

Materijali visokog tališta, koji se ne mogu taliti u industrijskim agregatima zbog nemogućnosti postizanja visokih temperatura (npr. talište volframa iznosi 3400 °C), proizvode se s pomoću tehnoloških procesa metalurgije praha. Ti procesi ne obuhvaćaju taljenje kao polaznu fazu, već se do proizvoda dolazi konsolidacijom praha metala ili slitina, a dobiveni komadi se toplinski tretiraju u odgovarajućim pećima pri temperaturama nižima od temperature taljenja (sinteriranje). Metalurgija praha također omogućava proizvodnju slitina ili metala koji nisu međusobno topljivi jedan u drugome, odn. kojih se talina ne može pripremiti uobičajenim metodama. Pruža velike mogućnosti pri optimiranju sastava i mikrostrukture materijala prema željenim svojstvima.

S obzirom na metale kojima se bavi, metalurgija se tradicionalno dijeli na metalurgiju željeza i čelika (tradicionalno crna metalurgija; lijevano → ŽELJEZO, čelik, krom, mangan, nikal, kobalt i dr.), metalurgiju neželjeznih metala (metalurgija obojenih metala; → BAKAR, cink, olovo, kositar, živa, → ALUMINIJ, magnezij, litij, berilij, titanij i dr.) i metalurgiju → PLEMENITIH METALA (zlato, srebro, platina, osmij i dr.). Sirovo željezo, glavna sirovina za proizvodnju čelika, proizvodi se s pomoću visokih peći. Uz to se rabe i redukcijski postupci taljenja koji omogućavaju korištenje ruda koje zbog fizikalnih i kemijskih svojstava nisu pogodne za proizvodnju sirovog željeza u visokim pećima. Izravan put od željezne rude do čelika ostvaruje se proizvodnjom izravno reduciranoga željeza,

odn. izravnom pretvorbom oksida željeza u metalno željezo u čvrstome stanju bez taljenja rude, bez potrebe za proizvodnjom sirovog željeza kao međuproizvoda. Neželjezni metali proizvode se pirometalurškim i hidrometalurškim postupcima. Pirometalurške metode uključuju obradbu u pećima pri visokoj temperaturi kako bi se odvojio metal od jalovine koja se odstranjuje u obliku troske. Hidrometalurške metode uključuju izluživanje rude ili koncentrata s vodenim otopinama kiselina, lužina ili soli. Pritom metal prelazi u vodenu otopinu, iz koje se može izdvojiti na različite načine. Plemeniti metali javljaju se kao samородni, iz ruda se dobivaju izluživanjem, a javljaju se i kao nusprodukti rafinacije drugih metala.



Detalj visoke peći u Žejezari Sisak, druga polovica XX. st.

## Razvoj metalurgije u svijetu

Metalurgija je jedna od najstarijih i najvažnijih djelatnosti ljudske

civilizacije, o čemu svjedoče nazivi pojedinih pretpovijesnih doba (bakreno, brončano, željezno). Čovjek je počeo rabiti bakar, srebro i zlato, te meteorsko (telurno) željezo kao samorodne metale najkasnije oko 5500. pr. Kr. Prvi metal dobiven iz rude bio je bakar, a najstariji nalazi upućuju na njegovu proizvodnju na području gorja Elbrus u Armeniji oko 4300. pr. Kr. Bronca, slitina bakra i kositra, rabila se oko 3000. pr. Kr. Olovo se dobivalo iz rude, vjerojatno galenita, oko 3500. pr. Kr. Prvo željezo iz rude proizvedeno je u Armeniji oko 1500. pr. Kr. Lijevanje metala poznato je više od 5000 godina i danas je jedan od najdjelotvornijih načina proizvodnje metalurških ekološki prihvatljivih proizvoda s mogućnošću recikliranja.

U ranome srednjem vijeku metalurgija se razvijala razmjerno slabo, a brži je razvoj započeo u srednjoj Europi nakon 1100. Sredinom XV. st. u Europi je konstruirana prva visoka peć, kakvu je opisao talijanski kipar i graditelj Filarete u knjizi *Rasprava o graditeljstvu (Trattato dí Architettura, 1460–64)*. Leonardo da Vinci donio je nacrt prve valjaonice za plastičnu preradbu metala koja nije ostvarena u praksi. Pisane podatke o taljenju željeza s pomoću drvenog ugljena donijeli su 1540. Vannoccio Biringuccio u knjizi *O pirotehnici (De la pirotechnia)* i 1556. Georgius Agricola u djelu *O metalima (De re metallica)*.

Razdoblje moderne metalurgije započelo je 1856. prijavom patenta Henrya Bessemera za propuhivanje zraka kroz rastaljeno željezo u konvertoru obzidanome kiselom oblogom. Sukladan postupak propuhivanja željeza u konvertoru obzidanome bazičnom oblogom razradio je 1878. Sidney Gilchrist Thomas. Oko 1864. Émile i Pierre Émile Martin te braća Siemens uveli su novu konstrukciju peći za taljenje željeza s regenerativnim loženjem (Siemens-Martinova peć), čime je bio stvoren temelj za razvoj industrije čelika i suvremene metalurgije. Značajan razvoj metalurgije praha započeo je početkom XIX. st. pri dobivanju platine, a početkom XX. st. proizvedena je i žarulja s volframovom niti (→ FRANJO HANAMAN). Na prijelazu iz XIX. u XX. st. se naglo razvila proizvodnja čelika u električnim pećima, što je omogućilo izradbu čelika velike čistoće te niza novih vrsta specijalnih čelika i slitina. Sredinom 1920-ih razvoj metalurgije

praha usmjerili su proizvodnja tvrdog metala (smjesa volframova karbida i kobalta) te porozne bronce za samopodmazujuće ležajeve. Prvi sinterirani željezni proizvodi nastali su potkraj 1930-ih kada je prepoznato kako je proizvodnja poroznih ležajeva osnova za izradbu inženjerskih komponenti gotovoga konačnog oblika.

## Razvoj metalurgije u Hrvatskoj

### Od bakrenoga doba do kraja antičkoga razdoblja

U Rudama kraj Samobora pronađen je tip bakrene sjekire koja se datira u razdoblje oko 4000. pr. Kr., što je najraniji dokaz rudarenja i metalurgije na području današnje RH. Predmeti od arsensko-antimonske bronce pojavili su se oko 3500. pr. Kr. s tzv. badenskom kulturom (3500–3150. pr. Kr.), i među najstarijima su na svijetu. Još se snažnije metalurgija razvila u doba vučedolske kulture (3000–2500. pr. Kr.). U sve većoj potražnji za bakrenom rudom došlo je do njezina širenja iz matičnoga područja istočne Slavonije na rudna područja širom srednje i jugoistočne Europe. Posvetivši se preradbi rude i serijskoj (normiranoj) proizvodnji metala, nositelji vučedolske kulture unijeli su u metalurgiju bakrenoga doba sve značajne inovacije (kupolaste peći, dvodijelne i višedijelne glinene kalupe, mijeh, legiranje itd.).



Jednodijelni kalup za lijevanje plosnatih sjekira i dlijeta te bakrena sjekira, Vučedol, kasno bakreno doba, vučedolska kultura, prva polovica III. tis. pr. Kr., Arheološki muzej u Zagrebu



Dvodijelni kalup za lijevanje listolikih bodeža, Sarvaš, kasno bakreno doba, vučedolska kultura, prva polovica III. tis. pr. Kr., Arheološki muzej u Zagrebu

Prvo naselje na položaju današnjega Siska, koje je najznačajnije s gledišta razvoja i dosega metalurgije u hrvatskoj povijesti, izgrađeno je u

VIII. st. pr. Kr. radi važnog komunikacijskog položaja na Savi, a egzistenciju je osiguravalo prije svega proizvodnjom željeza iz rude koja se dopremala s Trgovske gore, područja najbogatijega ležištima metala u RH. U IV. st. pr. Kr. Kelti su, kao vrsni metalurzi željeza, osnovali naselje *Segesticu* na desnoj obali Kupe, kraj današnjega Siska, tada najveće naselje zapadnoga dijela Panonske nizine. Metalurške su se djelatnosti znatno razvijale dolaskom Rimljana, nakon što je 35. pr. Kr. Oktavijan August osvojio i razorio *Segesticu*, a potom na lijevoj obali Kupe utemeljio novo naselje *Sisciju*. U tom se razdoblju metalurgiji posvećivala posebna pozornost radi potrebe za proizvodnjom oružja. U doba cara Galijena, u drugoj polovici III. st. u *Sisciji* je otvorena kovnica novca. O metalurškoj djelatnosti rimskoga doba također svjedoče pronađene velike količine troske uz rijeku Sanu (Stari Majdan) i Japru (Blagaj i Maslovare) na području današnje BiH.

## Srednji vijek

Propašću Zapadnorimskoga Carstva u V. st. zamrla je i rudarska i metalurška aktivnost, a obnovljena je dolaskom Sasa potkraj X. i početkom XI. st. Rudišta olova bila su otkrivena u dolini Malog Majdana, a manjim dijelom u području Srebrenjaka i Tomašice, dok se željezna ruda dobivala na ostalim lokalitetima Trgovske gore. Od tog se doba, uz kraće prekide, nastavilo iskorištavanje rudnih ležišta koje je svoj puni zamah dobilo tek 1463. kada je kralj Matija Korvin izdao Petru II. Zrinskom dozvolu za trajno iskorištavanje rudnika zlata, srebra, bakra i drugih metala. Tom se povlasticom Zrinski najprije koristio za rudarenje u Gvozdanskom na Banovini, a potom i za otvaranje rudnika na Medvednici i u Gorskome kotaru (Lič i Čabar). Njegov sin Nikola III. nastavio je očevu razgranatu metaluršku djelatnost u Gvozdanskom gdje se nalazila talionica, ljevaonica i kovnica novca.

I u drugim krajevima Hrvatske tijekom XV. st. pojavile su se prve stalne ljevaonice (→ LJEVARSTVO; sv. 1). Prva dubrovačka ljevaonica topova, isprva kovnica, osnovana je 1410. na Pilama. Prva stalna zagrebačka ljevaonica zvona utemeljena je 1456. Osim zvona lijevali su se različiti

brončani predmeti, a u doba obrane od Turaka i topovi. Na početku XVI. st. otvorio se rudnik u Rudama kraj Samobora gdje se dobivala ruda te proizvodio bakar taljenjem rude u tamošnjim pećima. Ondje se 1850–1960. eksploatirala i ruda željeza. Prvu manufakturnu proizvodnju roba na osnovi željeza na hrvatskom tlu osnovao je Petar IV. Zrinski u Čabru, izgradivši 1651. peć za taljenje, ljevaonicu i kovačnicu.



Peć Ivana Krstitelja Rabljanina za lijevanje topova i zvona u tvrđavi Revelinu, početak XVI.st., Dubrovački muzeji, Arheološki muzej



Portal potkopa sv. Trojstva stare jame željezne rude sv. Barbare, Rude

## Novi vijek

Najintenzivnije rudarenje srebronosnih galenita na Trgovskoj gori odvijalo se u XV. i XVI. st. Prema prosudbama, 1463–78. eksploatirano je 25 000–40 000 t ruda olova te proizvedeno 2000–4000 t olova i



800–1400 kg srebra. Nakon povlačenja Osmanlija u drugoj polovici XVIII. st. počela su intenzivna istraživanja rudnoga blaga Petrove gore i Banovine na temelju odredbe Marije Terezije iz 1770. U razdoblju od 1768. do 1788. težište je bilo na istraživanju ruda bakra na širem području Gradskog potoka i Tomašice. Od 1788. do 1832. pojačalo se istraživanje ruda željeza u širem području Gvozdanskog, Resanovića i Kosne. Početno su krenula otkapanja isključivo ruda željeza, potom ruda bakra (1840–74), te u minimalnim količinama ruda olova. Od 1778. do 1805. nađene su i rude željeza na nizu mjesta od Vojnića preko Gvozda do Gline, te od Petrovca do Peckog, kao i tragovi prastarih rovova i peći za taljenje kraj Perne i Maličke. Istraživali su se reviri Zrin i Ferdinand (Čatrnja, južno od Gvozdanskog) te ležišta ruda bakra. Proizvodnja u rudniku Zrin počela je potkraj XVIII. i početkom XIX. st., a manja količina rude olova otkopana je 1858–76. kad se u Bešlincu osim bakrove talila i ruda olova. Od 1830. do 1850. vlasnici trgovskih rudokopa često su se mijenjali. Unatoč nekontinuiranoj proizvodnji, količina dobivena željeza povećavala se i iznosila je od 150 t do maksimalnih 455 t 1885., za što je bilo potrebno iskopati 1137 t rude. Nakon 1832. počela je naglo rasti potražnja i za bakrom Trgovske gore pa su 1840. otvoreni prvi rudnici, a dvije godine kasnije i talionica u Bešlincu. Osim željeznu rudu, u Trgovskoj se gori u drugoj polovici XIX. st. rudarilo i bakrenu i olovnu rudu. Poslije se preradba rude željeza s tog područja koncentrirala u Bešlincu, a izgrađena je i talionica u Velikoj Vranovini kraj Topuskog.



Visoke peći Bešlinec

Prvom industrijskom ljevaonicom smatra se tvornica osnovana 1853. u Rijeci pod nazivom Ljevaonica metala (Fonderia Metalli), kojoj je 1856. promijenjen naziv u Riječki tehnički zavod (Stabilimento tecnico fiumano; → TORPEDO; sv. 1). Na riječkom Dolcu, u središtu grada, 1859. počela je raditi mala ljevaonica bronce i željeza Fonderia al Dolac di Diracca, Cussar, Skull. Nakon II. svj. rata njezin je pogon preseljen u bivšu Tvornicu duhana i nastavio je raditi u sklopu poduzeća → RIKARD BENČIĆ (sv. 1). Na riječkom je Sušaku 1929. osnovana pomorska mehaničarska radionica (od 1931. Sila, od 1933. → VULKAN; sv. 1) u sklopu koje je bila i ljevaonica za sivi lijev i obojene metale.

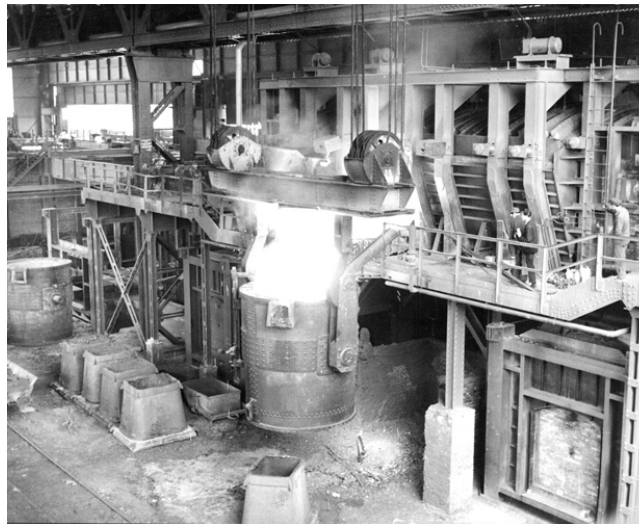


Rad ljevaonice Vulkan d. o. o. iz Zagreba

## Metalurgija u RH u suvremeno doba

Ukupna je godišnja proizvodnja željeza u talionicama Topusko (Vranovina) i Bešlinac 1919–37. iznosila od 1000 do 10 000 t. Rudarsko udruženje Talionica Caprag osnovano 1938. potaknulo je gradnju Talionice Caprag u Sisku 1939. Talionica je proizvodila 40 t sirovog željeza na dan. Godine 1946. nacionalizirana je i naziv joj je promijenjen u Narodna talionica Caprag. Iste je godine donesena odluka o izgradnji → ŽELJEZARE SISAK na prostoru nasuprot staroj talionici. Proizvodnja čelika započela je 1954. puštanjem u pogon prve Siemens-Martinove peći, a valjaonica traka, gredica i šavnih cijevi puštena je u pokusni pogon 1964. Poduzeće Bata iz

Borova (→ BOROVO) preuzelo je 1941. talionicu u Bešlincu, a 1945. proizvodilo je 15 t željeza na dan. Od 1952. sustavna rudarska istraživanja na prostoru Trgovske gore provodi Željezara Sisak. Posljednji aktivni rudnici ruda željeza u Trgovskoj gori bili su Meterize i Jokin potok (do 1965) i Bukovica (do 1968).



Izlijevanje u lonce iz Siemens-Martinove (SM) peći, Željezara Sisak, druga polovica XX. st.

Željezara Sisak 1989. proizvela je 780 000 t koksa, 365 000 t čelika, 214 000 t sirovog željeza, 114 000 t šavnih cijevi, 73 800 t preciznih šavnih cijevi, 34 000 t hladno vučenih i valjanih cijevi, 136 000 t bešavnih cijevi i 3730 t odljevaka. Tijekom Domovinskoga rata došlo je do opće nelikvidnosti gospodarstva, a proizvodi dobiveni zastarjelim postupcima sve su se teže plasirali na inozemno tržište. Obustavljena je proizvodnja aglomerata i sirovog željeza u sisačkoj željezari, a Siemens-Martinove peći prestale su s radom. Proizvodnja čelika nastavljena je postojećom elektrolučnom peći, koja za sirovinu nije trebala sirovo željezo, nego čelični otpad za proizvodnju šavnih i bešavnih cijevi.

Osim sisačkih pogona, u Hrvatskoj je u drugoj polovici XX. st. djelovalo više metalurških poduzeća. Među njima su značajnija bila → ŽELJEZARA SPLIT s godišnjom proizvodnjom od 120 000 t (okrugli profili glatkog i rebrastog betonskog čelika, valjana hladno vučena žica i dr.), poduzeća za preradbu čeličnog uložka u gotove proizvode – Valjaonica Kumrovec

(profili i betonski čelici), → ARMKO iz Konjščine (žica) i Tvornica tankostjenih cijevi (poslije Histria tube) iz Potpićana (šavne cijevi), tvornice ferolegura u Šibeniku i Dugom Ratu (→ TVORNICA ELEKTRODA I FEROLEGURA i → TVORNICA KARBIDA I FEROLEGURA DALMACIJA – DUGI RAT) s godišnjom proizvodnjom 168 000 t. Prvi blokovi aluminija izliveni su u tvornici aluminija u Lozovcu 1937 (→ TVORNICA LAKIH METALA), tada jedinoj tvornici te vrste u Europi.



Gornji sloj peći za proizvodnju ferolegura, Tvornica karbida i ferolegura Dalmacija – Dugi Rat, druga polovica XX. st.



Lijevanje trupaca u ljevaonici, Tvornica lakih metala Boris Kidrič, Šibenik, druga polovica XX. st.

Godine 2008. proizvedeno je 53 921 t odljevaka od ljevova na bazi željeza (74,4%), 16 715 t aluminijskoga lijeva (23,1%) i 1812 t lijeva na osnovi

bakra, cinka i olova (2,5%).

Metaloprerađivačku industriju u RH karakteriziraju usitnjenost proizvodnje te nepostojanje jasne razvojne strategije. Današnja poduzeća nastala su uglavnom prilikom restrukturiranja nekadašnjih velikih industrijskih poduzeća od kuda potječe i glavnina stručnog kadra i znanja u metaloprerađivačkoj industriji. Zadnjih godina uspješno se razvilo nekoliko malih poduzeća (dijelovi za autoindustriju, bolničke stolice, profilirani limovi, građevinska limarija) koja inovacijama i visokom kvalitetom proizvoda uspješno konkuriraju na domaćem i izvoznim tržištima. Prema podacima za 2018., u strukturi hrvatske industrijske proizvodnje primarna proizvodnja metala iznosila je svega 1,84% kao posljedica nepostojanja ekonomski isplativih nalazišta primarnih sirovina i tržišne nepostojanosti njihove cijene, ali i nedostatka suvremenih proizvodnih kapaciteta. Međutim, valorizacija i izvozna komponenta gotovih metalnih proizvoda ističe se visokim udjelom od gotovo 8,03%, a proizvodnja strojeva i uređaja s 3,12%, što ukupno čini 12,99% industrijske proizvodnje RH.

## Obrazovanje, visoko školstvo i znanost

Počeci visokoškolske nastave iz područja metalurgije vežu se uz utemeljenje Tehničke visoke škole u Zagrebu 1919 (od 1926. → **TEHNIČKI FAKULTET U ZAGREBU**; sv. 4). Prve nastavne aktivnosti iz područja metalurgije namijenjene pojedinim odjelima Škole provodio je do 1941. F. Hanaman, koji je 1922. osnovao Zavod za anorgansku kemijsku tehnologiju i metalurgiju. Profesor Hanaman je na poticaj odjelnog predstojnika u Banovini Hrvatskoj, inženjera Nikole Belančića predložio Savjetu Tehničkog fakulteta u Zagrebu osnivanje Odsjeka za rudarstvo i metalurgiju, koji je utemeljen 1939., a metalurški smjer otvoren je akademske godine 1940/41. Izbijanje II. svj. rata poremetilo je rad Odsjeka, kao i cijelog Sveučilišta, što se posebno osjetilo u nedostatku potrebnih nastavnika za stručne metalurške kolegije. Od 1941. nastavu iz područja metalurgije provodili su → **RIKARD PODHORSKY** (Anorganska kemijska tehnologija), → **ARTEMIJE ŠAHNAZAROV** (sv. 1) (Metalurgija),

Epaminondas Ključenko (Priprema i mehaničko oplemenjivanje ruda i ugljena, briketiranje i koksiranje, Metalurgija sirovog željeza, Metalurgija kovanog željeza i čelika, Specijalne vrste čelika, Talioničko oblikovanje željeza i čelika) i Kserkses Ključenko (Metalurgija neželjeznih kovina, Elektrometalurgija, Talioničko oblikovanje neželjeznih kovina). Na Strojarskom odsjeku Tehničkoga fakulteta akademske godine 1945/46. kolegij Mehanička tehnologija počeo je predavati → NIKO MALEŠEVIĆ (sv. 1), a 1951/52. uveden je izborni kolegij Metalurgija željeza za studente Kemijsko-tehnološkog odsjeka zagrebačkoga Tehničkoga fakulteta pod vodstvom → VLADIMIRA LOGOMERCA. Nakon diobe Tehničkoga fakulteta 1956. na zasebne fakultete Sveučilišta u Zagrebu metalurgija se predavala na Strojarsko-brodograđevnome fakultetu te Kemijsko-tehnološkom odsjeku Kemijsko-prehrambeno-rudarskoga fakulteta (od akademske godine 1957/58. Tehnološki fakultet), gdje su se od 1957/58. do 1961/62. izvodili kolegiji Metalurgija željeza, Metalurgija lakih metala, Metalurgija obojenih metala, Fizikalna kemija metalurških procesa i Elektrometalurgija.

Od 1954. Željezara Sisak je počela podupirati srednjoškolsko tehničko obrazovanje učenika i doškoloavanje svojih nekvalificiranih radnika, dopunsko osposobljavanje radnika u samom kolektivu, specijalizacije radnika i studijske boravke u inozemstvu, u okviru čega je samo do 1959. oko 1000 zaposlenika steklo odgovarajuću kvalifikaciju. Godine 1961. u Sisku je osnovan Školski centar za metalce gdje je bila otvorena večernja srednja tehnička škola strojarskoga (1962) i metalurškoga smjera (1963). Tradiciju srednjoškolskog obrazovanja tehničkih kadrova danas baštini Industrijsko-obrtnička škola Sisak, osnovana 1992. iz Centra usmjerenog obrazovanja Norbert Veber (utemeljenoga 1980); škola provodi obrazovanje iz područja strojarstva i elektrotehnike u industriji i obrtništvu te program obrazovanja odraslih iz područja strojarstva, elektrotehnike i metalurgije u industrijskim i obrtničkim zanimanjima.

Sustavni razvoj polja metalurgije u tehničkim znanostima u RH započeo je osnivanjem Metalurškog odjela u Sisku Tehnološkoga fakulteta u Zagrebu 1960. U okviru Odjela u zimskome semestru akademske godine 1965/66.

uveden je poslijediplomski (magistarski) studij metalurgije kao redoviti studij, čime je Metalurški odjel u Sisku započeo obrazovanje visoko stručnih metalurških kadrova. U akademskoj godini 1967/68. započela je na Metalurškom odjelu Tehnološkoga fakulteta nastava na I. stupnju metalurgije za stjecanje više stručne spreme, tzv. pogonskih inženjera. Studij je bio izvanredni, obuhvaćao je metalurški i valjaonički smjer, te je uveden na prijedlog gospodarskih subjekata s područja Siska, Privredne komore kotara Sisak i → METALSKE INDUSTRIJE VARAŽDIN (sv. 1). Tada se na jednom mjestu započela stvarati jezgra stalno zaposlenih znanstveno-nastavnih i stručnih djelatnika iz područja metalurgije kao znanstvene discipline. Veliku pomoć u osnivanju i razvoju, posebice u prvim godinama odvijanja visokoškolske nastave u Sisku, pružio je matični Tehnološki fakultet iz Zagreba izravnim sudjelovanjem u nastavi, organizaciji i osnivanju laboratorija te izobrazbi nastavnoga kadra. U tome su se posebno istaknuli → MIROSLAV KARŠULIN, → LUKA MARIĆ, → IVAN JURKOVIĆ, → VJERA MARJANOVIĆ-KRAJOVAN, → MARIJAN LAĆAN, Vladimir Logomerac, → LUJO CHLOUPEK i dr. Godine 1971. donesen je novi Statut Tehnološkoga fakulteta kojim se i studij metalurgije produžio na pet godina, uvedeni su novi kolegiji, a od akademske godine 1974/75. i smjerovi crne i obojene metalurgije. Uvedeni su novi kolegiji Tehnologija metalurških procesa, Metalurgija teških obojenih metala, Teorija i tehnologija plastične deformacije, Elektrotermički procesi, Metalurgija zavarivanja, Korozija i zaštita, Prerada obojenih metala i dr.

Studij metalurgije izdvojio se iz sastava zagrebačkoga Tehnološkog fakulteta 1978–79., od kada se izvodi u organizaciji Metalurškoga fakulteta u sastavu Instituta za metalurgiju Željezare Sisak. Nakon osamostaljenja fakulteta ponovno je uveden četverogodišnji studij metalurgije te su se počeli primjenjivati novi nastavni planovi. U okviru suradnje s Tehnološkim fakultetom iz Zagreba na Metalurškome fakultetu izvodila se nastava (1978–86) za potrebe kemijsko-tehnološkoga profila stručnjaka. U to doba nositelji znanstveno-istraživačkoga, nastavnog i stručnoga rada bili su → ILIJA MAMUZIĆ (plastična deformacija i ispitivanje materijala), → JOSIP KRAJCAR (proizvodnja i kontinuirano lijevanje čelika), → JOSIP ČRNKO (metalurške peći i energetika), → DARKO MALJKOVIĆ

(hidrometalurgija), Dubravka Ugarković (ugljični materijali), → ANTE MARKOTIĆ (priprema Fe-ruda i proizvodnja sirovog željeza), Milomir Ćosić (vatrostalni materijali u metalurgiji), → PROSPER MATKOVIĆ (razvoj metalnih materijala), → FARUK UNKIĆ (lijevanje metala), → LADISLAV LAZIĆ (toplotehnika i procesi izgaranja), Vjera Novosel-Radović (rendgenska fazna analiza metalnih materijala), Ediba Lipovac (zaštita materijala), Rade Križanić (valjanje metalnih materijala), Berislav Iharoš (hladna deformacija metala), Viktor Simončić (zaštita okoliša), Mijo Kundak (energetika), Andrija Preloščan (razvoj mikrolegiranih čelika) i dr.

Od 1991. → METALURŠKI FAKULTET nastavlja djelovanje kao samostalna znanstveno-istraživačka organizacija i kao jedna od 46 sastavnica Sveučilišta u Zagrebu, odvajanjem iz sustava Željezare Sisak. Nastava po Bolonjskom procesu uvedena je akademske godine 2005/06. Godine 2011. osnovan je preddiplomski sveučilišni stručni izvanredni studij Ljevarstvo, a 2012. revidiran je preddiplomski sveučilišni studij Metalurgija sa smjerovima Metalurško inženjerstvo i Industrijska ekologija, a diplomski sveučilišni studij Metalurgija uveo je tri studijska modula u četvrtom semestru: Procesna metalurgija i ljevarstvo, Mehanička metalurgija i Inženjerski metalni materijali. Godine 2019. uveden je novi preddiplomski sveučilišni studij Sigurnost, zdravlje na radu i radni okoliš. Istaknuti pojedinci u novijem razdoblju djelovanja Metalurškog fakulteta te znanstveno-istraživačke i nastavne djelatnosti iz područja metalurgije su → MIRKO GOJIĆ (toplinska obradba i razvoj legura s prisjetljivosti oblika), Stoja Rešković (plastična deformacija i ispitivanje materijala), Tamara Holjevac Grgurić (termodinamika materijala), Stjepan Kožuh (specijalni čelici i toplinska obradba) i Zdenka Zovko Brodarac (lijevanje neželjeznih metalnih materijala i optimiranje oblikovanja odljevaka primjenom suvremenih numeričkih simulacija lijevanja) i dr.

## Udruženja

Godine 1957. u Željezari Sisak osnovano je Društvo inženjera i tehničara, u kojem je zapaženu ulogu imala Sekcija metalurga. Sekcija je 1978. prerasla u Društvo metalurških, geoloških i rudarskih inženjera i tehničara



Hrvatske, a početkom 1992. u → HRVATSKO METALURŠKO DRUŠTVO, koje promiče stručne i znanstveno-nastavne djelatnosti u metalurškoj struci te razvoj metalurgije. Društvo također organizira međunarodne simpozije o materijalima i metalurgiji te izdaje časopis → *METALURGIJA*, najstariji domaći časopis iz toga područja. Društvo ljevača SR Hrvatske osnovano je 1953., a od 1995. nosi ime Hrvatsko udruženje za ljevarstvo. Bavi se stručnim usavršavanjem metalurških djelatnika u suradnji s visokoškolskim ustanovama u RH i u svijetu te omogućava razmjenu iskustava pri rješavanju metalurško-tehnoloških poteškoća u proizvodnji.

## Stručna i znanstvena publicistika

Pokretanjem znanstveno-stručnoga časopisa *Metalurgija* 1962. u Sisku stvorile su se pretpostavke i za objavljivanje rezultata znanstveno-istraživačkoga rada. Prvi radovi nastavnika Metalurškog odjela i poslije Metalurškog fakulteta odnosili su se na korištenje otpadne topline Siemens-Martinovih peći (1962), određivanje granice istezanja na povišenim temperaturama čelika St.35.8 za kotlovske cijevi (1962), na razvoj produkcije i tehnološkoga postupka dobivanja sirovog željeza u visokoj peći (1963), odsumporavanje sirovog željeza i čelika (1964) i dr. Profesor Lujo Chloupek bio je autor prvih knjiga, udžbenika i skripta iz polja metalurgije: *Proizvodnja sirovog gvožđa* (1954), *Metalurško-tehnološki račun I, II* (1963) te *Metalurške peći s projektiranjem I, II* (1964).

Ističu se i djela *Osnove tehnologije plastičnog oblikovanja metala* (I. Mamuzić, 1970), *Materijal čelik* (P. Pavlović, 1990), *Teorija, materijali, tehnologija čeličnih cijevi* (I. Mamuzić, V. M. Drujan, 1996), *Tehnike spajanja i razdvajanja materijala* (M. Gojić, 2003), *Metalurgija čelika* (M. Gojić, 2005), *Metalurgija željeza i čelika. Zbirka riješenih zadataka* (V. Grozdanić, A. Markotić, 2006), *Numeričke metode u toplinskoj analizi* (L. Lazić, 2007), *Površinska obradba materijala* (M. Gojić, 2010), *Metalurgija, uvijek prosperitet za čovječanstvo* (I. Mamuzić, 2012) i dr., kao i makropedijski članak *metalurgija* autora Andreja Paulina objavljen u 11. svesku *Tehničke enciklopedije LZ-a* 1988.

Ostali podatci

Vidi još...

→ LJEVARSTVO

Što pročitati?

*Metalurški fakultet u Sisku. 40. obljetnica visokoškolske nastave metalurgije (1960. – 2000.).* Sisak, 2000.

I. Mamuzić: *Hrvatska metalurgija – prošlost, sadašnjost, budućnost.* Metalurgija, 43(2004) 1, str. 3–12.

*Pedeset godina studija metalurgije. Monografija 1960–2010.* Sisak, 2010.

M. Gojić: *Metalurgija.* U: Sveučilište u Zagrebu 350 godina: 1669. – 2019. Zagreb, 2019., str. 410–415.

L. Lazić, Z. Zovko Brodarac: *Povijesni razvoj metalurških aktivnosti na tlu Republike Hrvatske.* Godišnjak HATZ-a, (2019) 1, str. 251–267.

M. Gojić: *Povijesni razvoj znanstvenog polja metalurgije od Tehničke visoke škole do osnivanja Metalurškog odjela Tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.* Kemija u industriji, 70(2021) 3–4, str. 171–178.

M. Gojić: *Razvoj znanstvenog polja metalurgije u Republici Hrvatskoj u razdoblju od 1960. do 2020. godine.* Kemija u industriji, 70(2021) 5–6, str. 293–310.

Iz arhive LZMK-a

I. Kosovinc: *METALOGRAFIJA.* Tehnička enciklopedija, sv. 8, 1982., str. 419–433.

A. Paulin: *METALURGIJA.* Tehnička enciklopedija, sv. 8, 1982., str. 433–452.

Sadržaj

Razvoj metalurgije u svijetu

Razvoj metalurgije u Hrvatskoj

Od bakrenoga doba do kraja antičkoga

razdobljaSrednji vijekNovi  
vijekMetalurgija u RH u suvremeno  
doba  
Obrazovanje, visoko školstvo i znanost  
Udruženja  
Stručna i znanstvena publicistika  
metalurgija



Radnik na peći za taljenje metala u čakovečkom poduzeću Ferro-Preis,  
2015.

Gospodarska i znanstvena djelatnost koja se bavi dobivanjem i  
primjenom metala i njihovih slitina.

Kategorije i područja

Kategorija

opći pojmovi

Područje

metalurgija



Leksikografski zavod Miroslav Krleža © 2018