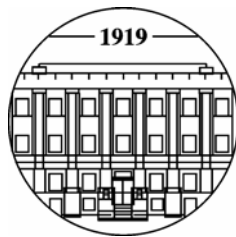


Edicija
Istaknuti profesori
MIROSLAV KARŠULIN



Nakladnici

**Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u
Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb**

Hinus, Miramarska 13 b, Zagreb

Urednica

Marija Kaštelan-Macan

Skenirali

Miroslav Gojo, Marko Rogošić, Hrvoje Zrnčić

ISBN 953-6470-18-7

CIP – Katalogizacija u publikaciji Nacionalna i sveučilišna knjižnica –
Zagreb

UDK 66-05 Karšulin, M.

MIROSLAV Karšulin : o stotoj obljetnici rođenja / <urednica Marija
Kaštelan-Macan>. – Zagreb : Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
: Hinus, 2004. – (Edicija Istaknuti profesori)

Bibliografija

ISBN 953-6470-18-7 (Fakultet)

I. Karšulin, Miroslav – život i djelo

440212152

**Edicija
Istaknuti profesori**

**MIROSLAV
KARŠULIN**

O STOTOJ OBLJETNICI ROĐENJA

Zagreb 2004.

Branko Kunst

AKADEMIK MIROSLAV KARŠULIN

ŽIVOT I DJELO

Povodom skore 100. obljetnice rođenja Miroslava Karšulina zamoljen sam da napišem njegov stručni životopis popraćen sjećanjima na njega u razdoblju od mog dolaska u Zavod za fizikalnu kemiju Tehnološkog fakulteta početkom 1959. do njegove smrti 1984.

Iako sjećanja blijede i gube se, a mnogi se zanimljivi detalji iz života pojedinaca i njihovih odnosa sa suradnicima zaboravljaju, profesor Karšulin bio je toliko posebna osoba da se i danas često sjetim poneke zanimljivosti i događaja iz razdoblja njegova vođenja Zavoda za fizikalnu kemiju, kao i njegova održavanja i organizacije nastave iz kolegija fizikalna kemija i drugih manjih kolegija, koji su bili u domeni Zavoda. Obično su to sitni detalji, koji bi tek povezani zajedno sa sjećanjima drugih ljudi, dali sliku čovjeka i sredine, kojoj je posvetio velik dio svoje aktivnosti, detalji kojih se prisjećamo uz zavodsku kavicu ili u razgovoru s kolegama moje generacije i ponešto mlađima. Kako je M. Karšulin bio čovjek, o kojem su se pričale mnoge - nerijetko izmišljene i djelomično izmišljene - anegdote, pri podsjećanju na zgone i trenutke s njim treba se čuvati "začina i kićenja" i nastojati ostati vjerni osobi i ozračju vremena u kojem je djelovao. Svjestan sam da nakon proteklih godina nisam uvijek siguran jesu li moja sjećanja dovoljno objektivna ili je to samo moje viđenje ljudi i događaja, pa mi je daleko lakše neka od tih sjećanja prenijeti usmeno, što ću i učiniti, kad mi se za to pruži prilika. Na ovom ću mjestu stoga, uz neprijeporne činjenice koje čine Karšulinov stručni životopis, iznijeti tek one dojmove, za koje sam, nakon višekratnih razgovora s brojnim kolegama, siguran da nisu samo moji i koji će pridonijeti slici o tom, po našu znanost i Fakultet, zaslužnom čovjeku.

U I M E
NJEVOG VELEČANSTVA
PETRA II
po milosti Božjoj i volji narodnoj
Kralja Jugoslavije
Kraljevski Namesnici

Na predlog Gospodina Ministra prosvete, ukazom od današnjeg na osnovu § 58 st. 2 i § 103 Zakona o činovnicima i § 3 Zakona o ukidanju, izmeni i dopuni zakonskih propisa koji se odnose na vrhovnu državnu upravu, postavili su

Na Tehničkom fakultetu Univerziteta u Zagrebu za asistenta sa pravima činovnika VII položajne grupe,
KARŠULINA Dr.Inž.MIROSLAVA kontraktualnog činovnika istog Fakulteta.

U Beogradu, 12 novembra 1937

Br. 44962

Po naredbi
Ministra prosvete
Neštelnik opšteg odelenja:

D.Jekšić v.r.

Sa izvorom suglasno:

Propis neštitljiv v.r.

M.P.

sekretar Tehničkog Fakulteta



Karšulina

Rješenje o imenovanju Miroslava Karšulina asistentom Tehničkoga fakulteta
1937.

M. Karšulin rođen je 4. travnja 1904. u Przemyslu u Poljskoj. Osnovnu je školu završio u Zagrebu, srednju u Traiskirchenu u Austriji, gdje je 1921. maturirao. Studirao je elektrotehniku (1921.-1923.) na odjelima Tehničkih visokih škola u Beču i Zagrebu, a 1923. prelazi na Kemijski odsjek Tehničke visoke škole u Zagrebu, gdje je 1928. na Tehničkom fakultetu diplomirao kao inženjer kemije. Doktorsku disertaciju "O Becquereleovu efektu" iz tehničkih znanosti na području kemije obranio je 1932. na Sveučilištu u Zagrebu. Habilitiran je 1941. na Tehničkom fakultetu u Zagrebu.

U Zavodu za fiziku i fizikalnu kemiju na Tehničkom fakultetu od 1926. radi kao demonstrator i vodi studentski praktikum. Nakon diplomiranja bio je 1929. do 1932. ugovorni asistent u Zavodu za opću eksperimentalnu patologiju i farmakologiju Medicinskog fakulteta u Zagrebu. Od školske godine 1932/33. ugovorni je asistent u Zavodu za anorgansku kemijsku tehnologiju i metalurgiju Tehničkog fakulteta, a od 1937. stalni je asistent u Zavodu za analitičku kemiju. Od školske godine 1941/42. predaje kolegije analitička kemija za rudare i rudarska kemija, a 1942. izabran je za privatnog docenta, nedugo zatim iste godine i za sveučilišnog docenta. 1945. izabran je za izvanrednog profesora fizikalne kemije na Tehničkom fakultetu, a 1952. za redovitog profesora. Dopisnim članom Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti postao je 1948., da bi 1952. bio izabran je za redovitog člana. Umirovljen je 1977., a umro je 12. veljače 1984. u Zagrebu.

Uz nastavno djelovanje M. Karšulin je obavljao mnoge dužnosti na Tehničkom fakultetu, na Sveučilištu i u Jugoslavenskoj akademiji znanosti i umjetnosti (JAZU). Bio je dugogodišnji (1945.-1977.) predstojnik Zavoda za fizikalnu kemiju, dekan Tehničkog fakulteta, a nakon diobe Tehničkog fakulteta 1956. postaje prvi dekan novoosnovanog Kemijsko-prehrambeno-rudarskog fakulteta. M. Karšulin je bio posebno aktivan u organizaciji i širenju visokoškolske nastave u nas. Pokrenuo je poslijediplomske studije Korozija i zaštita materijala (1961.) i Kemija i tehnologija silikata (1963.).

Sudjelovao je pri osnutku i bio jedan od nastavnika Prehrambeno biotehnološkog fakulteta u Zagrebu, Metalurškog fakulteta u Sisku i Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu, pomogao je pri osnutku Tehnološkog fakulteta u Skopju.

Nezavisna Država Hrvatska
ministarstvo nastave
odjel za visoko školstvo i znanstvene zavode

Broj : 16.708/1942

Gospodinu

Dru.ing.MIROSLAVU KARŠULINU
asistentu i privatnom docentu Tehničkog
fakulteta Hrvatskog sveučilišta

u

Z A G R E B U

Odredbom poglavnika Nezavisne države Hrvatske broj 16.708 od 21.travnja 1942.a na temelju § 114.Zakonske odredbe o Hrvatskom sveučilištu u Zagrebu broj CCCLIX-1933-2-1941.,u savezu s §§ 5.,9.i 21.Zakonske odredbe o svrstavanju,berivima i mirovinama državnih službenika broj CDXXXVII-2-1941.,imenovani ste sveučilišnim docentom Tehničkog fakulteta Hrvatskog sveučilišta u Zagrebu,činovnikom VIII.činovnog raseđa 1.plaćevnog stupnja na katedri za anorgansku kemiju,za predmet:"Kemija za rudare i talioničare".

U Zagrebu, dne 21.travnja 1942.

Odjelni pročelnik:

dr.Božidar Buzgic,s.r.

L.S.



Suglasno sa originalom

Tajnik Tehničkog fakulteta

Jouučić

Karšulinovo imenovanje u zvanje docenta 1942.

NARODNA VLADA HRVATSKE
MINISTARSTVO INDUSTRIJE I RUDARSTVA
Personalni odjel

Broj:Prs.3379/45 Zagreb, dne 8.XII.1945.

Predmet: Karšulin dr.ing.Miroslav- pre-
imenovanje.

Temeljen saglasnosti Predsedništva Narodne Vlade, personalni
odjel od 28.XI.1945. broj 6323/45 i ukazane potrebe

r j o š a v a n ,

da se KARŠULIN dr.ing.Miroslav, izvanredni profesor za rudarsku ke-
miju na Tehničkom fakultetu u Zagrebu - činov.III.pol.grupe I.stepe-
na, preimenuje za izvanrednog profesora, u istoj položajnoj grupi i
stepenu, za predmet fizikalnu kemiju na katedri za organsku kemiju,
fizikalnu kemiju, elektrokemiju i organsku kemiju.

SMRT FASIZMU - SLOBODA NARODU!

MINISTAR INDUSTRIJE I RUDARSTVA
/Dr.Mladen Iveković/
Iveković s.r.

L.S.

O TOM OBAVIJEST:

1/Karšulin dr.ing.Miroslav - Zagreb.

Suglasno sa originalom

Tajnik Tehničkog fakulteta



Jovanić

Preimenovanje M. Karšulina u zvanje izvanrednog profesora fizikalne kemije
1945.

Bio je direktor Sveučilišnog instituta za fizikalnu kemiju u Zagrebu. Od 1963. do 1972. bio je glavni tajnik JAZU. Suosnivač je Zavoda za zaštitu materijala od korozije i za desalinaciju JAZU u Dubrovniku, Internacionalnog komiteta za boksit, okside i hidrokside aluminija (ICSOBA), te dugogodišnji predsjednik Međuakademijskog koordinacijskog odbora za kemijske i primijenjene kemijske znanosti. Osnovao je 1954. i bio prvi predsjednik Društva za zaštitu materijala SR Hrvatske i sudjelovao pri osnivanju Saveza društava za zaštitu materijala Jugoslavije.



Profesor Karšulin 1970-ih sa suradnicama B. Kulušić i Lj. Krstulović u Zavodu za zaštitu materijala od korozije i desalinaciju u Dubrovniku

Bio je član Hrvatskog kemijskog društva, Srpskog hemijskog društva, Društva inženjera i tehničara, Društva za zaštitu materijala SR Hrvatske, Faraday Society u Londonu, Deutsche Keramische Gesellschaft u Bonnu, Sächsische Akademie der Wissenschaften u Leipzigu i Makedonske akademije nauka u Skopju, te član međunarodnog izdavačkog savjeta časopisa Corrosion Science.

Osim fizikalne kemije kao temeljnog predmeta predavao je je i niz kolegija na dodiplomskom i poslijediplomskom studiju: fizikalna

kemija silikata, teorijske osnove korozije, termodinamika i kinetika korozijskih procesa, reakcijski mehanizmi u silikatnim sustavima, termodinamika i kinetika silikata pri visokim temperaturama i dr.

Znanstvena mu je aktivnost bila vrlo široka, iako je u osnovi svih interesa bila fizikalna kemija i njezina primjena pri rješavanju kemijsko-tehnoloških i praktičnih inženjerskih problema. Bavio se fotokemijom, elektrokemijom, kemijskom kinetikom, korozijom i zaštitom materijala, te fizikalnom kemijom silikatnih materijala.

Nakon početnih radova s I. Plotnikovim o fotokemijskim svojstvima kromnih i željeznih soli, kao samostalni se autor javlja već 1930. radovima o Becquerelovu efektu, fotogalvanskim pojavama na osvijetljenim CuO elektrodama, a tada slijede radovi s tri glavna područja Karšulinova znanstvenog interesa.

To su 1930-ih (1934.-1940.) periodičke, oscilacijske pojave na elektrodama (titracije potencijala željeza u krom-sumpornoj i u dušičnoj kiselini, katodička polarizacija željeza u dušičnoj kiselini, titracije potencijala kositra u kiselim otopinama). Proučavanje periodičkih pojava proširuje zatim na kemijske reakcije (periodičke reakcije amalgama, periodičke eksplozije u sustavu vodik-kisik), a to razdoblje završava preglednim radom (1947.) o autoperiodičkim kemijskim reakcijama. Zanimljivo je da su u svjetskoj znanstvenoj javnosti oscilacijski procesi ponovno postali zanimljivi 1970-ih, pa im se Karšulin sa suradnicima vraća pred kraj života s još nekoliko radova o pasiviranju željeza i srodnih kovina.

Potkraj 1940-ih Karšulina znanstveno zaokupljaju silikatni materijali, što je proizašlo iz studija o boksitima i spoznaje da naši boksiti sadržavaju previše silikata (1949.). Iz proučavanja geneze aluminosilikata u boksitima brzo je uočio specifičnosti, sveprisutnost i važnost silikatnih materijala, pa su slijedili radovi o određivanju hidrargilita u boksitima, o ispitivanju strukture i sinteze haloazita i sintetskog montmorilonita, o ponašanju i promjenama strukture kaolinita i haloazita na povišenim temperaturama, o istraživanju minerala kojeg je nazvao "Tućanit", te o strukturi i termičkom ponašanju alofanskog prokaolina. U to područje (do 1969.) pripadaju i studije o sastavu, strukturi i tehnologiji neolitičke keramike u Grapčevoj spilji na otoku Hvaru, te o svojstvima azbesta.



M. Karšulin (drugi slijeva) i M. Gyiketta-Ogrizek (u sredini) sa studentima na stručnoj ekskurziji u Lozovcu 1940.

Paralelno s time pojavljuju se i radovi o koroziji (1952.) s naglaskom na rješavanju praktičnih problema. Započinje s temom korozije olova u vodi i vodenim otopinama, a slijede radovi o koroziji željeza i aluminija u tlu, o posebnim problemima korozije željeza i čelika u industriji nafte i kotlovskim sustavima, o ispitivanju djelovanja inhibitora uz katodičku zaštitu, o zaštiti željeza u morskoj vodi primjenom žrtvovanih anoda, o elektropoliranju željeza te o djelovanju dodatka PbSnSb na koroziju aluminija u prirodnoj morskoj vodi.

Rezultate tih istraživanja objavljivao je u brojnim domaćim i stranim časopisima poput: *Zeitschrift für Physik*, *Zeitschrift für Electrochemie*, *Biochemische Zeitschrift*, *Arhiv za kemiju i farmaciju*, *Farmaceutski vjesnik*, *Radiologica*, *Arkiv för kemie, mineralogi och geologi*, *Zeitschrift für analytische Chemie*, *Glasnik hemijskog društva*, *Rad JAZU*, *Kolloid Zeitschrift*, *Nafta*, *Bulletin de la Société française de minéralogie et de cristallographie*, *Kemija u industriji*, *Monatshefte für Chemie*, *Werkstoffe und Korrosion*, *Zaštita materijala*, *Informativni bilten Društva za zaštitu materijala*, *Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie*, *Elektrochimija*, *Glasnik hemičara i tehnologa BiH*, *Corrosion Science*, *Vodoprivreda i Electrochimica Acta*.

Životopis i faktografski pregled znanstvenog i ostalog djelovanja M.Karšulina širinom tema i raznolikim aktivnostima pokazuju širinu njegove znanstvene znatiželje. U doba sve veće specijalizacije u znanosti bio je jedan od ljudi širokog, gotovo univerzalnog znanja, jedan od rijetkih takvih ljudi u nas. Vjerujem da nije slučajno studirao dvije struke, tehničku kemiju i elektrotehniku, bio je to njegov promišljeni izbor. Već kao student prijateljevao je s matematičarima i fizičarima, a kasnije i s kolegama drugih struka: geodetima, arhitektima, arheolozima i medicinarima, te mu je rano postalo jasno da su kemija, kemijsko inženjerstvo i tehnologija nezamislivi bez poznavanja matematike, ali i mnogih drugih znanstvenih disciplina. S dobrim uvidom u povijest zagrebačkog sveučilišta i razvitak kemijsko-tehnološke nastave u svijetu i u nas, s dubokim razumijevanjem povijesti znanosti, ali i naše opće povijesti znao je predosjetiti budućnost i predlagati prava rješenja za daljnji razvitak nastave na Fakultetu kao i za budućnost znanosti na Sveučilištu i u Hrvatskoj. Pionirski je provodio nove ideje i trasirao razvitak primijenjene fizikalne kemije toliko važne za inženjere, kemijske tehnologe u industrijskoj praksi.

Već od mladosti mnogo je putovao i to ne samo u Njemačku i susjedne zemlje, te kasnije u Meku znanstvenika, SAD, već i u druge, udaljene i katkada siromašne i male zemlje, od Švedske, Brazila do Perua. Poznao je većinu vodećih svjetskih znanstvenika svoje uže struke, ali i mnoge ljude drugih struka.

Njegove lucidne ideje o znanstvenom radu u maloj sredini, koja ne smije zaostati za svijetom, a sama nema dovoljno sredstava, niti prepoznaje važnost znanosti za razvitak društva, često su bile ispred vremena u kojem je živio. Znao je gotovo nepogrešivo procijeniti koji su ciljevi u određenom trenutku važni i ostvarljivi i kako ih se može postići. Zbog toga su njegova postignuća tako brojna. U našoj široj znanstvenoj javnosti, u skladu sa sudbinom svih pionira, nije uvijek bio potpuno shvaćen ni prihvaćen, i osobno je mnogo žrtvovao, posebice u znanstvenom pogledu, radeći u nerazvijenoj sredini, koja ga je samo djelomice razumjela. A bilo je to i vrijeme kad su, uz ostalo, i danas nezamislivi politički kriteriji utjecali na razvitak znanosti u nas, pa i na osobne sudbine ljudi. M.Karšulin je i to znao prevladati i vješto u svakom trenutku postići optimalne

rezultate. Međutim, trošio se više nego što je trebalo, iako se zbog toga nikada nije žalio. Sasvim je sigurno, npr. da zbog velikog angažmana u Akademiji nije Fakultetu i Sveučilištu dao sve što je mogao.

Pod njegovim mentorstvom, ako se njegov stil rada uopće može tako nazvati, stasalo je mnogo suradnika. Svojim specifičnim pristupom tražio je od svakog pojedinca, već na početku suradnje, samostalnost, ne samo u znanstvenom radu nego i u svakodnevnom životu u Zavodu. Cijenio je sposobnost objektivne ocjene vrijednosti dobivenih rezultata i njihove argumentirane obrane. Za svaki problem tražio je paralele u drugim područjima znanosti, što je tražilo i formiralo izvanredno načitane istraživače. Nikada nije određivao radno vrijeme, izuzevši dakako satnicom obvezno održavanje nastave, znao je reći da svaki suradnik na fakultetu mora to sam znati. I u tom pogledu bio je uzorom, radio je mnogo, noću, nedjeljom i praznikom, ne pitajući za nagradu, posebno ne onu materijalne prirode. Nagrada je bila sama znanstvena spoznaja do koje čovjek dolazi vlastitim radom, kao i saznanje da će dobiveni rezultati prije ili kasnije biti prepoznati i za napredovanje pojedinca i kao prinos dobrobiti sredine i naroda. Iako osobno nije uvijek bio blizak suradnicima, pratio je njihov rad i poteškoće i znao je pravim savjetom pomoći.

Sjećam se vlastitog primjera, mojih razmišljanja 1960-ih o izboru sredine za postdoktorski studij, kojim sam se mogao usmjeriti usko elektrokemijski ili prema kemiji membrana u biološkim sustavima. Znajući da nakon obranjene disertacije na području fizikalne kemije membrana razmišljam o odmaku od dotada istraživanih ionsko izmjenjivačkih membrana, on me - kad sam ga zamolio da mi napiše preporuku - upitao kakve su mi ideje o području usavršavanja. Objasnio sam mu svoje dileme, a on je, iako se nikada nije bavio membranama, iz hrpe časopisa sa svog stola izvukao jedan broj časopisa *Science* i doslovno rekao: "Pogledajte, tu ima jedan informativni člančić o dva znanstvenika, koji su u Kaliforniji predložili ideju o mogućnosti desalinacije morske vode pomoću membrana. Pokušajte kod njih, moglo bi to biti zanimljivo za Hrvatsku."

Sam je bio rijetko nadareni eksperimentator, (neki nisu tako mislili pa su ga čak zvali “bastlerom”), no neosporivo je da je glav-
nina njegovih pokusa bila izvedena s pomoću naprava i uređaja, koje
je sam zamislio i sagradio. Neke je eksperimente, ključne za razjaš-
njenje pojava koje je studirao, znao beskrajno ponavljati, dok nije
bio apsolutno siguran da može potpuno objasniti promatrani efekt.
Istodobno je bio i inženjer s praktičnim smislom za primjenu dobive-
nih rezultata.

Mnogi od nas mlađih nastojali smo tada slušati njegove sav-
jete, katkada se s njima nismo slagali, ali život je najčešće potvrdio
ispravnost njegovih ideja. Njegov pristup znanstvenom radu nije bio
nimalo lagan niti za učenika, ali niti za učitelja, no kod njega školo-
vani znanstvenici i stručnjaci lako su se afirmirali na svim poslovima
i u svim sredinama, gdje ih je život zatekao.

Bio je katkada nestropljiv i nagao, ali kad i nije imao pravo, a
to baš nije volio priznati, znao se na elegantan način izdignuti iznad
svagdašnjice.

Kao profesora, znanstvenika, pokretača i realizatora mnogih
dalekosežnih zamisli i akcija tijekom 50 godina raznovrsne i uspješ-
ne akademske karijere poznavala ga je cijela znanstvena javnost
Hrvatske i Jugoslavije. Tijekom 30 godina njegova predavanja iz
kolegija fizikalna kemija slušalo je više od 3000 studenata, a uz
njegove savjete magistrirali su i doktorirali mnogi ugledni znanstve-
nici. Svi se oni sjećaju njegovih predavanja, nažalost ne uvijek ujed-
načenih, njegovih savjeta, misli i ohrabrenja, pa i njegovih tipičnih
ispita, koji su bili u skladu s njegovim svjetonazorom, da mu je duž-
nost da studente uvede u ljepote znanosti i struke, a da je provjera-
vanje znanja manje važan aspekt nastavnčkog rada, jer svatko tko
želi učiti i naučiti napraviti će to i bez nastavnčke kontrole.

Držim da i ovdje navedena faktografija, te kratko osobno
prisjećanje potvrđuju stanovište, da je M.Karšulin svojim radom i
aktivnostima, postignutim rezultatima, utjecajem na mlađe suradnike
i širu znanstvenu javnost, zasluženio dobio mjesto među velikanima
Kemijsko-tehnološkog studija, Sveučilišta u Zagrebu i cijele hrvatske
akademske zajednice.

*Olga Šarc-Lahodny*¹

AKADEMIK MIROSLAV KARŠULIN - HRVATSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI

Povodom 100. obljetnice rođenja profesora Miroslava Karšulina želim u ime grupe suradnika podsjetiti na njegovu djelatnost u okviru Akademije u Zagrebu, tada imenom Jugoslavenska, a sada Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti. Izabran je 1948 za izvanrednog člana, te redovitog 1952. Bio je glavni tajnik (1961.-1972.). Svojim znanstveno-istraživačkim radom u okviru Razreda za matematičke, fizičke, kemijske i tehničke znanosti, te naročito idejama i radom na osnivanju novih oblika djelovanja Akademije, mnogo je pridonio razvoju te ustanove u suvremenom smjeru, nastojeći poticati povezivanje teoretskih znanja i laboratorijskih istraživanja s primjenom u industrijskoj i uopće privrednoj praksi u Hrvatskoj.

Među brojnim projektima koje je kao glavni tajnik Akademije potaknuo i vodio u razdoblju od 1961.-1972., treba istaknuti organizaciju više znanstvenih skupova iz elektrokemije, korozije i zaštite materijala, silikatne kemije, boksita i nemetala, pri čemu je organizirao dolazak eminentnih stručnjaka iz inozemstva, koji su održali predavanja u Akademiji ili na Tehnološkom fakultetu gdje je bio redoviti profesor. Također je kao glavni tajnik i profesor fizikalne kemije u to vrijeme, na poziv Američke akademije znanosti u Washingtonu posjetio nekoliko instituta u SAD, te u Velikoj Britaniji, Austriji i Njemačkoj, gdje je održao brojna predavanja o rezultatima svoga istraživačkog rada na širokom području fizikalne kemije.

Ličnost široke kulture i enciklopedijskog znanja, ustrajan znanstvenik, precizni eksperimentator, bio je ispred svog vremena

¹ u suradnji s Ljiljanom Krstulović, Biserkom Kulušić i Dubravkom Sambrailom

gledajući uvijek naprijed sve do kraja svog života. Kao pravi neimar širenja znanstvene misli bio je inicijator i osnivač više visokoškolskih institucija, te znanstvenih i stručnih društava.

Na prijedlog profesora Karšulina Akademija je 1965. osnovala Zavod za zaštitu materijala od utjecaja morske vode i za desalinaciju u Dubrovniku. Profesor Karšulin je bio do svoje smrti voditelj tog Zavoda. Mi, njegovi suradnici nastojimo poticati ostvarenje vizije profesora Karšulina u razvoju Zavoda.

Između profesora Karšulina kao mentora naših doktorskih teza, te zatim voditelja znanstvenih projekata iz korozije i zaštite materijala i nas njegovih studenata i suradnika postojao je uvijek zajednički interes razvoja znanstvene misli. Svoje je ideje branio iskreno, s jasnoćom i mjerom, s rijetkom uvjerenošću koja nas je potaknula i oduševila za rad koji je predlagao, često s diskretnim i produhovljenim humorom, svjestan važnosti znanja iz fizikalne kemije u rješavanju inženjerskih problema, u našem slučaju iz područja korozije i zaštite materijala, te tome shodno prinosa gospodarskom razvoju Hrvatske. Profesora Karšulina zaokupljao je problem korozije i zaštite u svim oblicima. U svojim razmišljanjima pokušao je naći odgovor na mnoga teoretska pitanja osnova korozije, pokazujući pritom originalni pristup problemima. Svojim načinom mišljenja, svojim kritičkim pristupom podacima iz literature ukazivao je i učio nas istraživačkom radu, na čemu smo mu duboko zahvalni.

U Zavodu u Dubrovniku velik dio znanstveno-istraživačkog studija posvećen je ponašanju materijala uslijed djelovanja morske vode i klime. Zavod je jedna od 18 znanstveno-istraživačkih jedinica Akademije. Smješten je u istočnom dijelu grada u zgradi bivšeg benediktinskog samostana. Zgrada je bila napuštena od redovnika benediktinaca 1808. gašenjem toga reda u našim krajevima i od tada je u vlasništvu općine Dubrovnik. Godine 1963. vlasnik postaje Akademija, koja je provela veliku adaptaciju postojećeg prostora, osposobila 5 laboratorija, veliku i malu dvoranu za predavanja, knjižnicu, fotolaboratorij i radionice. U vrtu su postavljeni solarni kolektori i stanica za korozijska ispitivanja. Crkva je, s nekoliko pomoćnih prostorija, ustupljena 1972. općini Dubrovnik, koja ju je dala na korištenje Crkvi.

Znanstvenoistraživačka djelatnost Zavoda odvija se u okviru

istraživanja i zaštite Jadranskog mora, a obuhvaća dvije discipline:

1. Korozija i zaštita materijala od utjecaja morske vode i klime
2. Desalinacija morskih voda.



Zavod za istraživanje korozije i desalinaciju Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti u Dubrovniku.

Zavod je jedina ustanova takve vrste u Hrvatskoj. Premda se, zbog kroničnog nedostatka financijskih sredstava, nije razvio do predviđene razine, on predstavlja jezgru iz koje se može u vrlo kratkom vremenu stvoriti centar za istraživanje Jadranskog mora kakav imaju druge mediteranske i pomorske zemlje. O tome govore do sada postignuti rezultati od oko 100 radova koje su objavili stalni suradnici, sada su to dva znanstvena savjetnika i jedan viši stručni suradnik, u domaćim i stranim časopisima, te također radovi vanjskih suradnika, s Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije, Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta i Biotehnološko-prehrambenog fakulteta u Zagrebu. Tome je pogodovala praksa koju je uveo profesor Karšulin, da znanstvenici i studenti sa Sveučilišta izrađuju svoje

diplomske, magistarske i doktorske teze dijelom u Zavodu, te da sudjeluju na zajedničkim istraživačkim projektima.

Na Tehnološkom fakultetu u Zagrebu je profesor je Karšulin 1960. osnovao poslijediplomski studij korozija i zaštita materijala i predavao kolegije iz korozije i zaštite, te omogućio studentima, za potrebe magistarskih radova, istraživanja u Zavodu u Dubrovniku.

Ovdje treba spomenuti da je profesor Karšulin znao potaknuti istraživanja i za njih okupiti velik broj znanstvenika ne samo iz Zagreba. Naročito je to bio slučaj 1972.-1977. za rad na međunarodnom projektu sufinanciranom od National Science Foundation USA-NSF GRANT GF – 31057: *Problems in Electrochemical and Chemical Deposition and Dissolution of Metals*, čiji je bio voditelj. Spominjem ga i kao voditelja domaćih projekata: *Atmosferska korozija metalnih i nemetalnih polugotovih i gotovih proizvoda, namjenjenih za izvoz u prekomorske zemlje* u suradnji s tvornicom «Iskra» u Kranju (1980.-1984.), projekta 43/1/1983. (SIZ III) *Istraživanje korozije i obraštaja u morskoj sredini* (1982.-1983.), projekta 18/0101 (SIZ I): *Struktura i svojstva materijala. Problemi elektrokemijskih i kemijskih pojava na metalima* (1982.-1984.).

Znanstveni potencijal, položaj na obali mora i opremljenost omogućili su Zavodu u novije vrijeme sudjelovanje u međunarodnim istraživačkim projektima: *Comparison of seawater corrosivity at test stations in Europe* (1992.-1994.), te u projektu *Crevice corrosion investigation of stainless steels in the seawater* (2001.-2003.). Na projektima je sudjelovalo više istraživačkih instituta, na prvom iz 8 obalnih zemalja Europe, a na drugom iz 20 zemalja iz cijelog svijeta. Projekti su provedeni u okviru radne grupe «Marine Corrosion» Europske federacije za koroziju. Obuhvaćaju specifične oblike korozije u morskoj vodi, pukotinsku i rupičastu koroziju, najopasniji oblik lokaliziranog korozijskog razaranja pasivnih metala i legura. Teoretsko poznavanje tih procesa, te rješenja u svrhu praktične zaštite od velikog su značenja za privredu u nas i u svijetu. Djelatnici Zavoda sudjelovali su u projektima na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu, na istraživanju inhibicije korozije metala, a sada rade na istraživanju ekološko pogodnih, netoksičnih inhibitora korozije. Radi se o projektu Akademije financiranom od Ministarstva znanosti i tehnologije.

Dva navedena međunarodna projekta pomogla je financijski Europska zajednica putem projekta *Crevcorr, Competitive and Sustainable Growth Programme* (5th Framework Programme), te materijalno poduzeća Atlantska plovidba iz Dubrovnika, Hempel iz Umaga i Biološki zavod iz Dubrovnika.



Akademici M. Karšulin i H. Iveković u Zavodu za istraživanje korozije i desalinaciju u Dubrovniku

Od vremena kada je profesor Karšulin vodio Zavod kontinuirano se provodi suradnja s privrednim organizacijama na rješavanju praktičnih problema zaštite metala od korozije i obradbe morske i bočate vode u svrhu dobivanja pitke vode.

Profesor Karšulin je u Zavodu podržao projekt akademika Hrvoja Ivekovića o radu na desalinaciji. Pod vodstvom profesora Ivekovića, a kasnije su to nastavili njegovi suradnici u Zavodu i na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije u Zagrebu, ostvarena je zapažena djelatnost na području desalinacije. U vodi za piće, ispitivala su se onečišćenja, njihove interakcije i suvremeni postupci njihovog uklanjanja. U odnosu na primjenu znanstvenih istraživanja u tom području Zavod je dao mogućnosti rješenja problema nedos-

tatka pitke vode na Jadranskim otocima, te sudjelovao u izradi prvog tehno-ekonomskog elaborata 1986. u suradnji sa Institutom Brodospilita «Gradnja postrojenja za desalinaciju na konkretnoj lokaciji na Jadranu». Sudjelovao je također i u izradi idejnog projekta *Reverzno osmotsko dobivanje pitke vode iz mora i bočatih voda u cilju vodoopskrbe otoka Lastovo*. Nosilac je Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije u Zagrebu. Rezultat je bio postavljanje prvog desaliniacijskog postrojenja u Hrvatskoj na otoku Lastovu, te daljnja tri uređaja na otoku Mljetu. Iz navedenih razloga Ministarstvo razvitka i obnove – Centar za razvitak otoka, sklopilo je sa Zavodom ugovor o nadzoru nad radom tih postrojenja.

U Zavodu je do sada organizirano dvadesetak simpozija i drugih međunarodnih i domaćih znanstvenih skupova, uglavnom iz korozije i zaštite materijala i elektrokemije. U Zavodu su kao sudionici simpozija ili posjetioци boravili mnogi istaknuti znanstvenici. Početak tih kontinuiranih znanstvenih okupljanja bila je 1971. Ovdje navodim neke od simpozija:

- 1971. – 22nd Meeting of ISE, International Society of Electrochemistry;
- 1972. – Yug.-Belgian Conference on Corrosion and Protection of Materials, Corrosion Week of Cebelcor;
- 1975. – Symposim of Engineering Aspects of Electrochemical Synthesis;
- 1976. – The first Soviet-Yugoslav Symposium on Electrochemistry in memory of A. M. Frumkin;
- 1981. – 32nd Meeting of ISE, Cavtat;
- 1998. – Symposium on Corrosion Control by Coatings, Cathodic Protection and Inhibitors in Seawater, 223rd Event of the European Federation of Corrosion, Dubrovnik.

Šest simpozija o elektrokemiji održano je u Dubrovniku u organizaciji Međukademijskog koordinacijskog odbora za kemijske i primjenjene kemijske znanosti. Od 1980.-1984. održana su tri Savjetovanja o koroziji i zaštiti materijala.

Drugo znanstvenoistraživačko područje koje je profesora Karšulina zaokupilo relativno rano, a naročito poslije 1945., bilo je istraživanje silikatnih materijala, posebice glina. Osim važnosti zna-

nosti o glinama za upoznavanje geneze silikatnih ruda u geološkoj struci velik je spektar primjene glina u raznim granama industrije i općenito gospodarstva. Egzaktno poznavanje strukturne građe minerala glina uvjet je za tumačenje površinskih svojstava glina što dijelom određuje i njihova tehnološka svojstva. Temperaturne promjene strukturne građe minerala glina važan su aspekt detaljnih studija o proizvodnji porculana, keramike, stakla, cementa, te metal-keramičkih proizvoda visokovrijedne tehnologije, cermeta. Već u svojim prvim radovima profesor se Karšulin služio egzaktnim metodama, uz rendgensku difrakcijsku analizu i drugima, u to vrijeme primjenjivanim samo u nekim svjetskim laboratorijima. Bila je to infracrvena spektroskopija, već tada općenito korištena u analizi organskih spojeva, ali ne i silikata, gdje je trebalo posebno definirati i razlučiti različite vrste veza hidroksilnih skupina i vode u strukturnoj građi. Koristio je elektronski mikroskop za morfološku identifikaciju minerala. Promovirao je diferencijalno termičku analizu i termogravimetrijska mjerenja unatoč skepticizmu nekih kolega. Rezultati su pokazali važnost i pogodnost tih mjerenja u određivanju temperaturne stabilnosti pojedinih minerala glina na osnovi endotermnih reakcija, odnosno fazne egzotermne promjene kod viših temperatura, a uporaba tih metoda nadišla je područje silikata i prihvaćena u mnogim domenama istraživanja materijala.

Profesora Karšulina je naročito potaknuo razvoj metalurške industrije i kasnije dobivanje nafte i plina na ispitivanje domaćih bentonitnih glina za ljevačke pjeske i isplake pri dobivanju nafte i plina, te kaolinske gline i vatrostalnih glina za keramičku industriju. Među silikatnim sirovima od interesa je bilo i istraživanje azbesta, tada strateške sirovine s obzirom na vatrostalna svojstva i mogućnost njegove obradbe u vatrostalni tekstil. Postoji velika lepeza industrijskih proizvoda dobivenih na osnovi glina; uz nabrojene, to je područje katalizatora, bez kojih nema tehnološki mogućih i ekonomski prihvatljivih mnogih industrijskih procesa, zatim antacida i raznih adsorbensa, glina za stabilizaciju tla i kaolina u papirnoj industriji; razvoj na glinama temeljenih materijala koji štite pesticide od fotodegradacije, smanjuju isparavanja herbicida u atmosferu ili migracije hidrofobnih herbicida njihovom adsorpcijom na predadsorbirane gline s organskim kationima, smanjuju potrebnu količinu pesticida i

time zaštićuju okolinu uz povoljan ekonomski efekt. Novija je uloga glina kao prirodnih nanokristala u sintezi nanomaterijala pogodnih svojstava. Premda se znanost o glinama do danas razvila velikom brzinom i ima znatnu primjenu u različitim djelatnostima u industriji i agrikulturi, u mehanici tla, zaštiti okoliša, a sve struke priznaju joj važnost, još je uvijek premalo univerzitetskih kolegija iz te problematike. To je već rano uočio profesor Karšulin. On je u dodiplomske studije kao specijalističke kolegije uveo neke iz područja silikata, te na Tehnološkom fakultetu u Zagrebu osnovao 1963. poslijediplomski studij Kemija i tehnologija silikata, izradivši sa suradnicima planove i programe toga studija. Predavao je na dodiplomskom i postdiplomskom studiju kolegije: fizikalna kemija silikata, reakcijski mehanizmi u silikatnim sustavima, termodinamika i kinetika silikata pri visokim temperaturama.

Sva ta djelatnost bila je usmjerena podizanju nivoa znanja o silikatima u nas, ali i industrijskom razvoju Hrvatske gdje su nemetalni jedan od važnih resursa. U vrijeme aktivnosti profesora Karšulina bile su to gline. Dio njihove uloge preuzeli su kasnije zeoliti, također silikatni minerali u primjeni za katalizatore, naročito pri dobivanju naftnih derivata, te molekularna sita u organskoj industriji. U novije vrijeme modificirane gline ponovo imaju u tim područjima rastuću prednost.

Profesor Karšulin je potaknuo u Akademiji osnivanje jedinstvenog instituta, ne samo u Hrvatskoj nego i u tadašnjoj Jugoslaviji, Instituta za kemiju o tehnologiju silikata u Zagrebu. Institut je bio za ono vrijeme relativno dobro opremljen za laboratorijska ispitivanja silikatnih materijala, međutim vladalo je mišljenje da istraživačke jedinice koje mogu servisirati industriju trebaju biti i financirane od industrijskih poduzeća, pa je Institut 1955. izdvojen iz Akademije i pripojen praktički tvornici »Jugokeramika«. Znanstveni rad na glinama profesor Karšulin je nastavio sa suradnicima na Tehnološkom fakultetu u Zagrebu.

U ovo područje pripadaju i studije o sastavu, strukturi i izradi neolitičke keramike u Grapčevoj špilji na otoku Hvaru, kao znatan doprinos arheologiji u poznavanju predhistorijskog načina života na našim otocima i u široj regiji.

Kako su interesi profesora Karšulina uvijek išli za utvrđiva-

njem znanstvene istine, a isto tako i za potreba naše zemlje, Hrvatske, uočio je vrlo rano važnost studija rude boksita s nalazišta u našim krajevima, ali također i u svijetu, upravo da pokaže mogućnost i svrsishodnost eksploatacije u nas. Boksiti se protežu duž dalmatinske obale u kopnenom dijelu, zatim preko Crne Gore i Grčke. Pojedina ležišta često sadrže previsoku količinu glina, komercijalno izraženu kao udio silicijskog dioksida, da bi se mogla ekonomično koristiti u Bayerovom procesu. Iz svojih iskustava studija silikata, odnosno glina, Karšulin je znao primijeniti metode istraživanja, kemijsku analizu, rendgensku difrakciju, infracrvenu analizu i termičke analize za određivanje kompatibilnosti uzoraka boksita iz različitih dijelova zemlje s obzirom na Bayerov proces, za koji smo tijekom studija učili, da je jedan od primjera neekonomičnog kemijskog procesa, ali za dobivanje aluminija, donekle modificiran, još i danas ekonomski najprihvatljiviji, ako se raspolaže s boksitima s niskim udjelom glina. Profesor Karšulin je ispitivao mineralni sastav naših boksita, sadržaj boksita i gipsita, prirodu pratećih glina i željeznih minerala. Tim radom je dao također doprinos poznavanju geneze boksita, oko koje još i danas nisu suglasni svi geolozi, s obzirom na metode istraživanja. Vjerojatno se mora svim tipovima nalazišta pristupiti individualnim studijem, jer im je geneza različita. Držeći da se upravo ta problematika boksita treba obrađivati na internacionalnom nivou, a također i s interdisciplinarnog stanovišta, tj. uzeti u obzir istraživanja geologa, mineraloga, kemijskih analitičara, fizikalnih kemičara, tehnologa za dobivanje glinice i za elektrolizu, do metala, ali i drugih proizvoda, od više vrsti aluminijevih hidroksida i oksida, osim glinice, za katalizatore, antacide, ili sintezu zeolita, predložio je osnivanje međunarodnog znanstvenog društva International Committee for the Study of Bauxite, Alumina and Aluminium, ICSOBA. Akademija je prihvatila to Međunarodno društvo kao jedno od svojih tijela tj. znanstvenih jedinica. Statut Društva je usklađen sa statutom Akademije. Profesor Karšulin postao je prvi tajnik ICSOBE (1963.-1972.). Razvoj Društva nadmašio je očekivanja.



M. Karšulin u ugodnom društvu nakon otvorenja simpozija ICSOBA 1975.

Na 1. Međunarodnoj konferenciji, odnosno kongresu, koji je organizirao profesor Karšulin i pozvao mnoge eminentne stručnjake iz odnosnih područja istraživanja eksploatacije boksita i srodnih ruda, prerade u glinicu i elektrolize u aluminiј, sudjelovao je velik broj znanstvenika i stručnjaka iz cijelog svijeta. Na prijedlog profesora Eduarda Rocka sa Univerziteta u Parizu odlučili smo se sastajati svakih pet godina na međunarodnom kongresu, a u razdoblju između, svake dvije godine organizirati simpozij sa specifičnom aktualnom temom. Nadalje, svakih se pet godina bira predsjednik ICSOBA-e iz redova znanstvenika ili stručnjaka iz aluminiјske industriје, koji će organizirati idući kongres, a da je tajnik uvijek netko iz Akademije u Zagrebu. Ta se praksa provodi do danas. U listopadu 2003 proslavili smo 40. godišnjicu djelovanja ICSOBA-e održavši » 14th International Symposium of ICSOBA, Forty Years of ICSOBA». Profesor Karšulin je također istaknuo potrebu izdavanja znanstvenog časopisa, jer postoji mnogo publikacija iz svakog relevantnog područja našeg Društva ICSOBA. Često se isti problemi obrađuju s više stanovišta,

uz više ili manje kritičan pristup. Jedan interdisciplinarni časopis može približiti probleme geologa, rudara, tehnologa, ekonomista i ostalih struka rješenju eksploatacije i preradbe boksita, primjene alternativnih ruda ili nisko vrijednih boksita, te pomoći rješavanju odlaganja crvenog mulja, koje ustvari predstavlja limitirajući faktor za ekonomsku opravdanost dobivanja glinice u danim okolnostima. Nezaobilazni su i uvijek aktualni problemi elektrolize, naročito mogućnost sniženja visoke temperature elektrolita, čime bi proces postao jeftiniji, te kontrola karcenogenih plinova. Časopis je nazvan «Travaux de l'ICSOBA» jer je većina sudionika prvoga sastanka bila iz francuskog govornog područja. Jedan od razloga je i taj, što se boksiti velikim djelom pojavljuju u zemljama bivših francuskih posjeda. Službeni jezici ICSOBA-e su engleski, francuski, njemački i ruski. Danas je općenito prihvaćen samo engleski na znanstvenim skupovima i u časopisu *Travaux*. Do sada smo izdali 38 brojeva časopisa, tri knjige Sažetaka radova sa kongresa i simpozija u Hrvatskoj, Zbirku radova izdanu u Francuskoj s kongresa u Francuskoj, i 4 monografije sa znanstvenih skupova u Mađarskoj. 15. Simpozij ICSOBA-e održava se 2004. u St. Petersburgu u Rusiji.

Četrdeset godina je dugo razdoblje u kojem su se dogodile mnoge promjene u ekonomskom i političkom životu u nas i u svijetu. Usljed porasta cijene energije i zahtjeva za zaštitom okoliša, ali također radi visokog nivoa integracije zapadnih zemalja, aluminijska industrija se suočava svakim danom s većim izazovima. To se sve odražava i na djelatnost ICSOBA-e. Potrebno je stoga usmjeriti napore i našeg znanstvenog Društva prema svim aspektima znanstvene i industrijske suradnje sa ostalim svijetom.

UDC 553.492.1:622.349.21:669.71.712 (05)

YU ISSN 0350-7548

ACADEMIE CROATE DES SCIENCES ET DES ARTS

TRAVAUX

DU COMITÉ INTERNATIONAL
POUR L'ÉTUDE DES BAUXITES,
DE L'ALUMINE ET DE L'ALUMINIUM

Vol. 20—21, 1991 (No. 23)



Travaux ICSOBA, Vol. 20—21, 1991, pp. 1/68

Zagreb 1991

Primjerak časopisa *Travaux de l'ICSOBA*

ICSOBA, kako ju je zamislio profesor Karšulin, uvijek je poticala razmjenu mišljenja i rezultata istraživanja među znanstvenicima iz akademskih ustanova i stručnjacima iz privrede i to vrlo uspješno putem naših znanstvenih skupova, pozvanih predavanja, te objavljivanja radova u časopisu *Travaux* i drugim publikacijama. Uz to je uvijek bila pokretač ne samo razmjene rezultata istraživanja već i razumijevanja među različitim zemljama i kulturama, što se nadamo da će i nadalje ostati. Taj opsežni projekt, ICSOBA, koji je osmislio i izveo profesor Karšulin na internacionalno priznatom nivou, dosad je dao kao rezultat 9 međunarodnih kongresa: 1963. u Zagrebu, 1968. u Mađarskoj, 1973. u Nici, 1978. u Ateni, 1983. u Zagrebu, 1988. u Brazilu, 1992. u Mađarskoj, 1997. u Italiji i 2002. u Beču. Organizirano je 14 međunarodnih simpozija: dva u Milanu, jedan u Jamaici, jedan u Leobenu (Austrija), četiri u Hrvatskoj, tri u Mađarskoj, jedan u Slovačkoj, jedan u Delfima (Grčka) i jedan u Teheranu. Nakon svakog znanstvenog skupa organizirali smo stručnu ekskurziju na nalazišta boksita ili u aluminijsku industriji u zemlji održavanja skupa.

Ovo je samo mali dio djelatnosti profesora Karšulina u okviru Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, nama njegovim suradnicima blizak i poznat. Kao član II. Razreda i glavni tajnik radio je mnogo na promoviranju Akademije kao najviše Hrvatske znanstvene ustanove u zemlji i u inozemstvu suradnjom s analognim znanstvenim ustanovama, Akademijom u Washingtonu, u Sovjetskom savezu, Saskoom akademijom u Njemačkoj, Royal Society u Velikoj Britaniji i drugima.

Od nas svojih suradnika tražio je predan rad, korištenje izvorne literature i sve citate idući unatrag do pionirskih radova za rješenje svakog problema. Smatrao je da se danas ne čita starija literatura i ponovno otkrivaju već poznate činjenice. Istovremeno je tražio egzaktno eksperimente i na osnovu rezultata samostalno mišljenje. Nije nas podučavao već je inicirao studiranje problema. Tek kasnije, kad smo se susreli s radom u nekim drugim sredinama više smo cijenili ozračje i entuzijazam za novim otkrićima koje je on stvorio bilo u navedenim institutima ili na Fakultetu. Znali smo cijeliti njegovu ulogu profesora i mentora, te smo mu zato zahvalni.

Ema Stupniček-Lisac²

ZNANSTVENI RAD PROFESORA MIROSLAVA KARŠULINA U PODRUČJU ELEKTROKEMIJE

Profesor Miroslav Karšulin počeo se baviti znanstvenim radom vrlo rano, još kao student. Radeći kao demonstrator u Zavodu za fizikalnu kemiju, zbog nedostatka asistenata obavljao je i asistentske dužnosti, a sudjelovao je i u znanstvenom radu profesora Ivana Plotnikova, što je vidljivo iz njegovih prvih radova objavljenih u *Zeitschrift für Physik* i *Zeitschrift für Elektrochemie* (1-3), vezanih uz ispitivanja fotokemijskih svojstava anorganskih soli. Treba spomenuti da je Plotnikov bio učenik slavnog fizikalnog kemičara i nobelovca Wilhelma Ostwalda u Leipzigu i vrstan poznavalac fotokemije i fotokemijskih metoda. Znanstvena suradnja s njim bila je vrlo poticajna za mladog Miroslava Karšulina i odrazila se u njegovu kasnijem znanstvenom radu, u kojemu se često služio fotokemijskim metodama (5, 6, 18). Tema njegove doktorske disertacije bila je ČO fotogalvanskim pojavama na osvijetljenim CuO i elektrodama« (Becquerelov efekt).

Pozornost znanstvenoga istraživanja profesora Karšulina u razdoblju od 1934.-1947. zaokupljivalo je područje periodičkih oscilacija, t.j. ispitivanja periodičkih pojava koje nastaju spontano, bez vanjskog djelovanja na heterogeni sustav i javljaju se u vrlo pravilnim oblicima. U tim istraživanjima Karšulin je objavio niz vrlo zapaženih publikacija (10-15, 17, 20, 21, 24, 26, 27).

Da bismo mogli bolje sagledati Karšulinov prinos području autooscilirajućih sustava, ukratko ću prikazati ranije spoznaje o tomu.

Herschel je 1833. uočio da se željezo uronjeno u dušičnu kiselinu određene koncentracije otapa periodički i tako otkrio prvi

² u suradnji s Nadom Ciković i Miroslavom Gojom

autoperiodički sustav. Mehanizam ove periodičke reakcije proučavali su neovisno jedan od drugog Schönbein i Faraday 1836. i 1837. i razvili o tomu zanimljivu raspravu. Faraday je mislio da je pri periodičkom otapanja riječ o konkurenciji dvaju procesa tj. nastajanju tamnog željeznog oksida zbog oksidacijskog djelovanja dušične kiseline na površinu željeza, te susljedno otapanju tog oksida u dušičnoj kiselini. Schönbein je, međutim, držao nevjerojatnim da stabilni, kruti sloj oksida može uzrokovati periodički tijek otapanja željeza u dušičnoj kiselini. Faraday je prihvatio taj argument i modificirao svoju teoriju oksidnog sloja pretpostavivši da dolazi do nastajanja labilnog spoja između željeza i kisika, što bismo danas nazvali kemijsorbiranim kisikom.

Stotinjak godina nakon klasičnih istraživanja Schönbeina i Faradaya profesor Karšulin je prvi sustavno studirao pojavu periodičkog otapanja željeza u dušičnoj kiselini i uspio razjasniti prirodu tamnog sloja koji nastaje djelovanjem dušične kiseline na željezu. Spektroskopskim istraživanjima tog sloja ustanovio je da se radi o feronitrozo kompleksu koji pokriva površinu željeza u tankom tekućinskom sloju. Spoj je relativno slabo stabilan i raspada se djelovanjem jakih kiselina, u ovom slučaju dušične kiseline. Dokazivanjem intermedijarno nastalog labilnog tamnosmeđeg feronitrozo kompleksa riješen je i stari spor između Schönbeina i Faradaya jer tamna prevlaka na željezu nastala djelovanjem dušične kiseline nije oksidni sloj.

Ostwald je 1900. istražujući sustav Cr-HCl otkrio drugu autoperiodičku reakciju. On je konstruirao tzv. »kemograf« kojim je grafički bilježio periodičko otapanje metalnog kroma u klorovodičnoj kiselini i to registriranjem promjene tlaka vodika koji nastaje u reakciji.

Bredig je 1906. studirajući katalitički raspad vodikova peroksida na živi uočio periodičko razvijanje kisika na površini žive. Ova pojava popraćena je promjenom elektrokemijskog potencijala i površinske napetosti žive što dovodi do pulsiranja žive. Ovaj autooscilirajući sustav upotrijebljen je kasnije za demonstraciju rada električnog srca.

Profesor Karšulin studirao je sve ove navedene autooscilirajuće sustave i zaključio da je tumačenje ovih procesa samo konku-

rencijom redukcijskih i oksidacijskih procesa nedostatno, te da će analiza mehanizma ovih reakcija uspjeti će tek poznavanjem:

1. kemijskih procesa, i to ne samo sumarnih reakcija već i poznavanjem pojedinih faza ovih reakcija sa svim eventualno nastalim međuproduktima i
2. fizikalno-kemijskih procesa na granici faza reakcijskog sustava.

Time je on uveo novi pristup u proučavanju autooscilirajućih sustava, za razliku od dotadašnjih metoda obične registracije pojava bilo pomoću Ostwaldova »kemografa«, bilo registriranjem elektrokemijskih promjena koje prate periodičke reakcije.

Svoja nastojanja profesor Karšulin usmjerio je na traženje periodičkog sustava sa što jednostavnijim kemizmom. To mu je uspjelo realizirati autoperiodičkim sustavom $\text{Pb-H}_2\text{CrO}_4$ koji je do tada bio još neistražen. Sustavnim istraživanjem uspio je razraditi mehanizam periodičkog otapanja olova u kromnoj kiselini pri čemu intermedijarno nastaje bazni olovni kromat.

Treba naglasiti da je Karšulin još 1930-ih mjerio kapacitet elektrokemijskog dvosloja na površini polarizirane elektrode pomoću aparature koju je sam izradio.

Osim ovoga, Karšulin je otkrio i ispitao sljedeće autooscilirajuće sustave: $\text{Fe-CrO}_3\text{-H}_2\text{SO}_4$, $\text{Sn-CrO}_3\text{-HCl}$ i periodičku kondenzaciju vode pri eksploziji u sustavu $\text{H}_2\text{-O}_2$.

Prve pokuse u sustavu $\text{Sn-CrO}_3\text{-HCl}$ registrirao je pomoću galvanometra s torzijskom niti i uspio zabilježiti samo titraje potencijala niske frekvencije, najviše do 10 Hz.

Tih godina Karšulin osim istraživanja oscilirajućih sustava objavljuje i rezultate svojih istraživanja fotoosjetljivih slojeva na bakru (18). Ustvrдио je da obradom bakrene pločice u smjesi dušične i klorovodične kiseline na njezinoj površini nastaje ružičasti fotoosjetljivi sloj, koji ima dvije izrazite zone fotokemijske adsorpcije, jednu pri 590 nm (zeleno-žuti dio spektra), a drugu pri 360 nm u ljubičastom dijelu spektra. Ujedno, takav sloj pokazuje najmanju osjetljivost u modrozelenom dijelu spektra (480 nm).

Profesor Karšulin nastavio je 1938. istraživanje sustava $\text{Sn-CrO}_3\text{-HCl}$ u Stockholmu zajedno s Ehrensvardom (20, 21). Pomoću

katodnog oscilografa oni su otkrili da je ovaj sustav u stanju izvoditi titraje s frekvencijom od oko 250 Hz. O tom sustavu Karšulin piše: »Ovako ekstremno visoke frekvencije, koje su po prvi put registrirane kod autoperiodičkih kemijskih reakcija kao i činjenica da se kod periodičkog otapanja kositra u krom-klorvodičnoj kiselini na površini kositra stvara tamna prevlaka, idu u prilog pretpostavci da do periodičke pojave u tom sistemu dolazi uslijed intermedijarno nastalih kratkotrajnih labilnih spojeva, kao npr. hidrida kositra. Ovu hipotezu podupire i opažanje da kod ovih reakcija uopće ne dolazi do razvijanja vodika što bi trebalo očekivati barem u prvoj fazi procesa«.

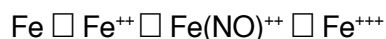
Proučavajući razne periodičke procese profesor Karšulin je otkrio mnoge intermedijarne produkte i ukazao na njihovu ulogu u oscilirajućim procesima. Njegovi radovi u tom području bili su od svjetskog značenja u vremenu kada su nastali.



Članovi i suradnici Zavoda za fizikalnu kemiju 1960-ih. Slijeva nadesno: M. Karšulin, Z. Kovač, T. Supper, N. Defterdarović, K. Moslavac, T. Lovreček, J. Kovač, A. Zielinski, B. Lovreček i V. Jendrašić.

Nakon razdoblja od oko 20 godina tijekom kojeg se bavio drugim znanstvenim područjima, prof. Karšulin se sredinom 1960-tih ponovno vraća elektrokemijskom istraživanju i to u prvom redu sustavu željezo-dušična kiselina, koji zbog svog specifičnog ponašanja - i to ne samo pojave oscilacija nego i spontanog pasiviteta - privlači pozornost istraživača od 1789., kada je Keir našao da se željezo, uronjeno u koncentriranu dušičnu kiselinu ne otapa, da je pasivno, dok se u razrijeđenoj dušičnoj kiselini vrlo lako i brzo otapa.

Polazeći od eksperimentalno utvrđene činjenice, da u području između aktivnog i pasivnog stanja željeza u dušičnoj kiselini intermedijarno nastaje $\text{Fe}(\text{NO})^{++}$ kompleks, proces na granici faza $\text{Fe}-\text{HNO}_3$ može se shematski prikazati :



Da bi dobio dublji uvid u ovaj kompleksni reakcijski sustav, Karšulin ga je sa suradnicima³ razrađivao tako da je prvo odvojeno studirao procese u homogenom sustavu, dakle reakcije u otopini:



Kinetika reakcije oksidacije željezo(II)-iona sa dušičnom kiselinom, pri čemu intermedijarno nastaje tamno smeđi $\text{Fe}(\text{NO})^{++}$ kompleks ispitivana je pomoću aparature koju je sastavio prof. Karšulin.

Apsorpcija svjetla tamno smeđeg $\text{Fe}(\text{NO})^{++}$ kompleksa mjerena je fotolankom i registrirana pitalom uz istovremeno mjerenje potencijala Pt-elektrode u otopini.

Već su 1928. Abel i Schmid došli do zaključka da oksidaciju Fe^{++} -iona u dušičnoj kiselini katalizira dušičnata kiselina koja je u tragovima prisutna u dušičnoj kiselini. Vetter i Schroer pokušali su ukloniti dušičnatu kiselinu dodatkom uree. Međutim, prema podacima koje u literaturi daje Vetter, urea ne

³ Mira Stepinac-Gattin i poslije Ema Stupnišek-Lisac

uklanja potpuno dušičnatu kiselinu nego smanjuje njezin udio do određene koncentracije.

Karšulin je reakcijom s p-nitroanilinom uspio potpuno eliminirati dušičnatu kiselinu i tako potpuno inhibirati reakciju oksidacije željezo/II/-iona u dušičnoj kiselini. Pritom je došao do zaključka da željezo/II/-ion ne reagira s dušičnom, nego s dušičnatom kiselinom. Na temelju eksperimentalnih podataka postavljen je mehanizam oksidacije željezo/II/-iona u HNO_3 (HNO_2).

Da bi se provjerilo odgovara li postavljeni mehanizam reakcijskim promjenama u sustavu $\text{Fe}^{++} - \text{HNO}_3$ (HNO_2) simuliran je tijekom reakcija na analognom elektroničkom računalu. U tu su svrhu napisane kinetičke diferencijalne jednadžbe promjene koncentracija svih reaktanata i produkata⁴. Dobiveno je dobro podudaranje eksperimentalne krivulje s krivuljom koja je dobivena proračunom na računalu, čime je potvrđena ispravnost postavljenog mehanizma.

Ispitivanje u heterogenom sustavu, tj. na granici faza željezodušična kiselina provedeno je najsuvremenijim visokosofisticiranim elektrokemijskim metodama na Université Pierre et Marie Curie u Parizu u Laboratoire Physique des Liquides et Electrochimie ak. god. 1973/74.⁵

U suradnji s istraživačima toga Laboratorija, metodom elektrokemijske impedancijske spektroskopije testiran je i potvrđen mehanizam koji je postavio prof. Karšulin, uključivši primarnu reakciju otapanja željeza u dušičnoj kiselini. Postavljeni i potvrđeni mehanizam reakcija u sustavu $\text{Fe}-\text{HNO}_3$ upućuje na zaključak da se spontano pasiviranje željeza u HNO_3 odvija uz stvaranje sloja Fe/III/-nitrata na površini željeza. Međutim, i nadalje ostaje otvoreno pitanje je li je željezo/III/-nitrat konačna struktura pasivnog sloja na željezu, ili on reakcijom s dušičnom kiselinom prelazi u oksid, budući da izravan dokaz sastava pasivnog sloja na željezu u dušičnoj kiselini nije do danas dobiven.

⁴ Rješenje diferencijalnih jednadžbi na analognom računalu dobiveno je uz dragocjenu pomoć dr Nikole Šermana sa Fakulteta strojarstva i brodogradnje.

⁵ Prilikom izradbe dijela disertacije Eme Stupnišek-Lisac

Nakon sustava Fe-HNO₃ - za koji se sigurno može reći da je bio najvažnija i vremenski najduža znanstvena preokupacija profesora Karšulina u području elektrokemijskog istraživanja - ispitivani su procesi otapanja i pasiviranja drugih, željezu srodnih metala, kao što su nikal i kobalt, u dušičnoj kiselini. Značajne rezultate postigao je Karšulin i u istraživanju sustava Fe-H₂SO₄⁶.

Osim ispitivanja navedenih sustava željeza i dušične, odnosno sumporne kiseline Karšulin se vraća istraživanjima fotoosjetljivog sloja na bakru koje je započeo još 1937. Istraživanja su obuhvatila ispitivanja nastajanja fotoosjetljivog sloja na bakru u različitim otopinama alkalijskih soli koje su sadržavale anione i kiseline iz kojih je dobiven fotoosjetljivi sloj.

Fotoosjetljivi sloj s najboljim karakteristikama (fotoosjetljivost) dobiven je obradbom bakrene pločice u otopini bakar-(II) klorida⁷. Utvrđeno je da fotoosjetljivi sloj na bakru ima svojstva poluvodiča, te je postavljen mehanizam stvaranja sloja kao i mehanizam reakcija u samom fotoosjetljivom sloju.

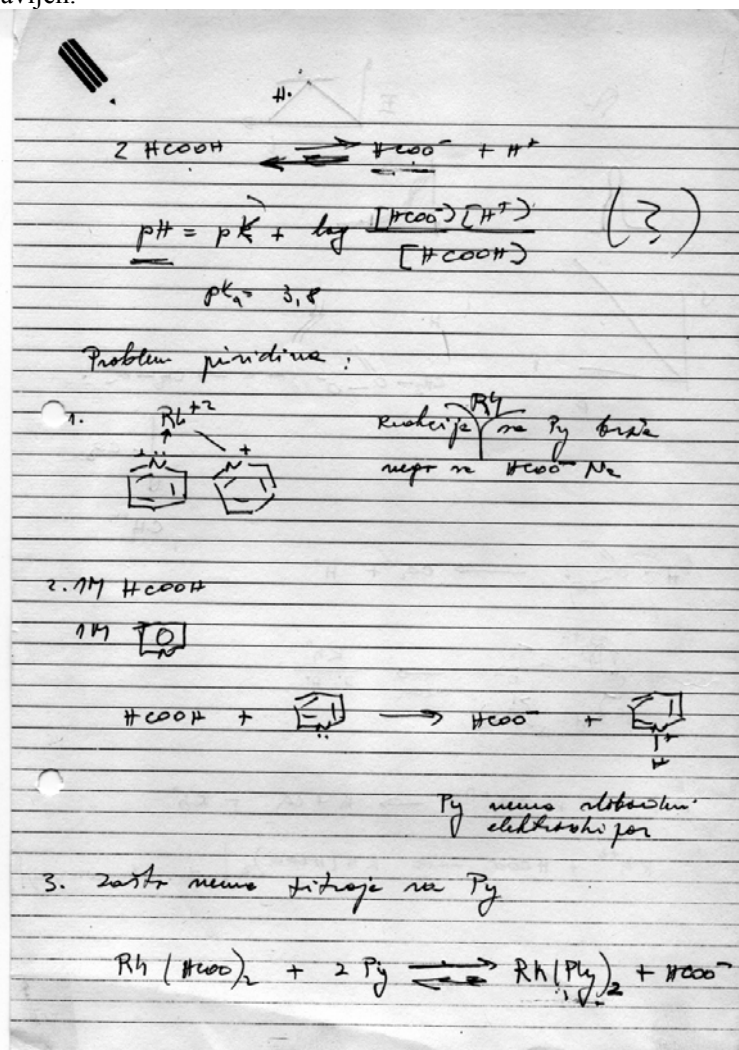
I nakon odlaska u mirovinu 1977. profesor je Karšulin nastavio s eksperimentalnim radom. Nažalost, posljednjih su godina života njegov rad ograničavale mrene i operacije na oba oka, pa je sa sve većom požrtvovnošću i naporom provodio istraživanja sve do svojih posljednjih dana.

Potaknut izlaganjem na jednom od Jugoslavenskih simpozija o elektrokemiji održanih u Dubrovniku, vraća se ponovno istraživanjima periodičkih titraja, ovaj put promatrajući anodnu oksidaciju mravlje kiseline na rodiniranim platinskim elektrodama. Zajedno s Miroslavom Gojom ispituje uzroke nastajanja periodičkih titraja i postavlja mehanizam anodne oksidacije mravlje kiseline. Zadnji pokusi obavljeni su na staru godinu 1983. i to su bila posljednja istraživanja profesora Miroslava Karšulina. Pred kraj života nije želio više publicirati radove, tako

⁶ Dio istraživanja proveo je u suradnji s Jadrankom Delcet-Kovač, a veći dio u dubrovačkom Zavodu za zaštitu materijala od korozije u dugogodišnjoj suradnji s Biserkom Kulušić i Ljiljanom Krstulović.

⁷ U suradnji s Nadom Ciković, te Berislavom Horvatom i Miroslavom Gojom ispitani su mnogi sustavi za dobivanje fotoosjetljivog sloja, te njegove karakteristike.

da velik dio dobivenih rezultata, osim izlaganja na kongresima, nije objavljen.



Jedan od mnogobrojnih Karšulinovih zapisa

Neiscrpan je broj tema znanstvenog istraživanja profesora Karšulina u ovom području i sigurno je da ih sve nisam mogla obuhvatiti. Potrebno je, međutim, istaknuti područje korozije i zaštite materijala, kojim se Karšulin počeo baviti još u vrijeme osnivanja Društva za zaštitu materijala Hrvatske. Tu je problematiku razrađivao u okviru spomenutoga Društva, te sa suradnicima Zavoda za fizikalnu kemiju Tehnološkog fakulteta u Zagrebu i Zavoda HAZU u Dubrovniku (današnji Zavod za istraživanje korozije i desalinaciju).

Jedna od tematika bila je katodna zaštita čelika od korozije u morskoj vodi zaštitnim anodama na osnovi aluminija, te su za tu svrhu istraživana svojstva aluminijevih slitina s cinkom, magnezijem i malim dodatcima drugih elemenata poput galija, indija, talija, bakra i drugih.⁸ Iako aluminij sam ne predstavlja djelotvornu katodnu zaštitu za čelik, legiranjem s nekim drugim metalima dolaze do izražaja njegova pozitivna svojstva: lagan je i kao trovalentni metal u elektrokemijskom smislu povoljniji je od dvovalentnog cinka koji se uobičajeno rabi kao zaštitna anoda na brodovima. AlZn legura sa 70% Al i 30% Zn pokazala se prikladnom anodom po svojim svojstvima te je primijenjena na pokusnom brodu, gdje se po zaštitnim karakteristikama pokazala djelotvornijom od komercijalnih zaštitnih anoda. Nažalost, praktičnu primjenu ove legure nije bilo moguće ostvariti u velikom i zatvorenom sustavu kao što je bila mornarica. Ove legure također su pokazale dobra zaštitna svojstva za čelik i u protočnim sustavima. Legure aluminija tipa AlMg, AlZnMg, AlZnMgCu i neke druge koje su također proučavane, pokazale su stanovita zaštitna svojstva, ovisno o sastavu i količini legirajućih elemenata, međutim rezultati su potvrdili da one mogu imati daleko veću mogućnost primjene kao dobri konstrukcijski materijali.

Nastavljajući rad započeti na idejama profesora Karšulina navedeni suradnici nastavili su s istraživanjima iz područja korozije i zaštite i na drugim metalima (aluminij, čeljezo, čelik, kositar, bijeli lim i drugi) proučavajući područja

⁸ Na ovoj temi rađeni su magistarski i doktorski radovi te više diplomskih radova, a suradnici su između ostalih, bili Nada Ciković, Lucija Kaštelan, Marijan Šeruga, Ljiljana Krstulović, Biserka Kulušić, Katarina Salajster-Berković i drugi.

istraživanja i u druge struke (npr. neki od ovih metala važni su ambalažni materijal u prehrambenoj industriji), što je kasnije rezultiralo publiciranjem brojnih znanstvenih radova u domaćim i stranim časopisima te priopćenjima na elektrokemijskim i korozijskim znanstvenim i stručnim skupovima.



M. Karšulin u svojoj radnoj sobi u Zavodu za istraživanje korozije i desalinaciju u Sv. Jakovu u Dubrovniku

Nažalost, objavljeni radovi profesora Karšulina, premda brojni, ni iz daleka ne odražavaju njegovu stvarnu znanstvenu aktivnost. Vođen snažnom znanstvenom znatiželjom, Karšulin je intenzivno istraživao ali nije posvećivao puno pozornosti objavljivanju radova pogotovo 1960-ih i 1970-ih, kada su mu dužnost glavnog tajnika JAZU i mnoge druge odgovorne dužnosti na Sveučilištu oduzimale puno vremena.

Pisao je članke samo onda kada je »morao«, kao npr. 1977., kada je bio zamoljen da pošalje rad u specijalni broj časopisa *Elektrochimia* posvećen čuvenom elektrokemičaru Frumkinu nakon njego-

ve smrti, ili kada je bio pozvan da održi predavanje na Internacionalnom simpoziju o pasivitetu koji je organiziran u čast profesora Schwabea u povodu njegova 70-og rođendana. Radove s tog kongresa objavio je Akademie Verlag u Leipzigu. 1980-ih, kada su njegovi suradnici stasali i počeli samostalno pisati, broj radova se donekle povećao.

Međutim, profesor je Karšulin vrlo rado i često izlagao svoje radove na kongresima, kako na inozemnim, tako i na domaćim. Bio je izvrstan predavač i njegova su nadahnutna predavanja na kongresima uvijek plijenila pozornost slušatelja.

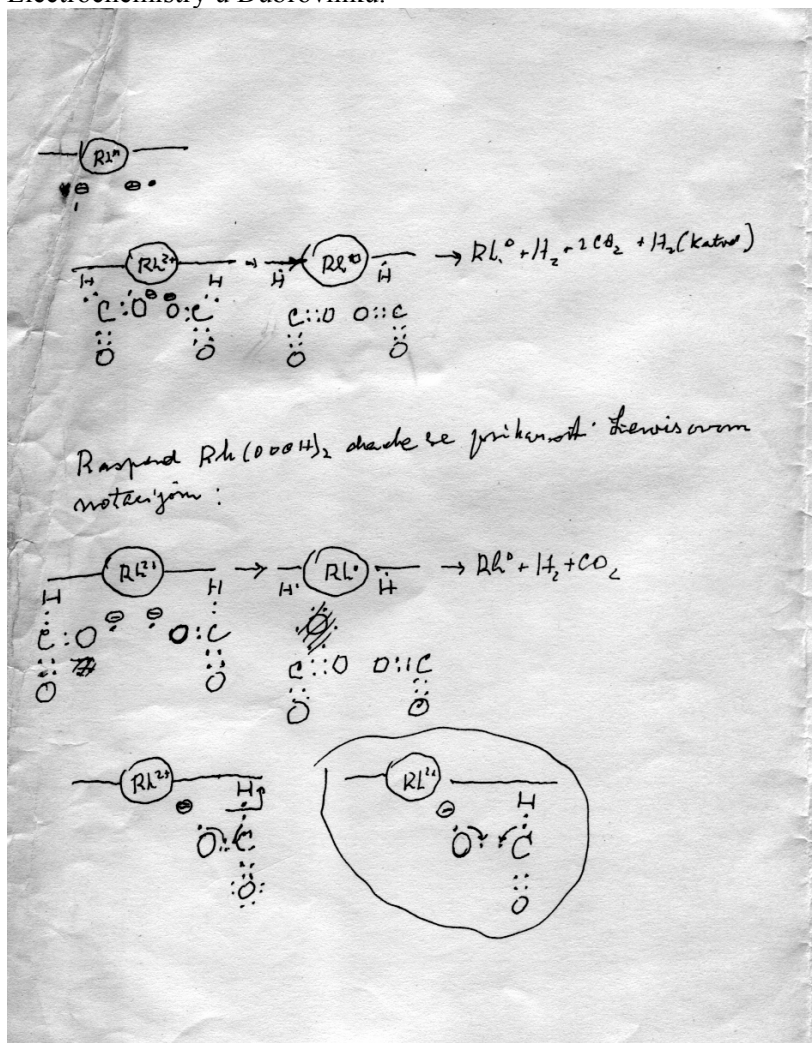


Na elektrokemijskom kongresu u Dubrovniku 1979.

Bio pokretač i organizator mnogih znanstvenih skupova. Tako je 1969. pokrenuo održavanje Jugoslavenskih simpozija o

elektrokemiji koji su se redovito održavali svake druge godine sve do 1991.

1971. organizirao je 22nd Meeting of Internacional Society of Electrochemistry u Dubrovniku.



Karšulinove zabilješke za raspravu sa suradnicima

1972. organizirao je Jugoslavensko-belgijsku konferenciju o koroziji i zaštiti materijala u suradnji s CEBELCOR-om, poznatim belgijskim centrom za istraživanje korozije.

1977. organizirao je Sovjetsko-jugoslavenski simpozij o elektrokemiji posvećen preminulom akademiku Frumkinu.

1980. pokrenuo je održavanje Savjetovanja o koroziji metala.

Većina ovih kongresa, koje je Karšulin organizirao s puno entuzijazma i volje, održavala se u prekrasnom ambijentu samostana Sv. Jakova u Dubrovniku, u prostorima Zavoda za zaštitu materijala i desalinaciju.

Ne samo u radnom dijelu kongresa, nego i u slobodnim trenucima, profesor Karšulin bio je središte svih društvenih okupljanja. Bio je erudit, čovjek široke kulture i univerzalnog znanja. Žarko je želio organizirati i Savjetovanje o koroziji materijala 1984., za koje je govorio da je to njegov zadnji kongres na kojem želi proslaviti svoj osamdeseti rođendan i time se oprostiti od znanstvenog rada i povući u pravu mirovinu. Kad sam ga posjetila u bolnici nekoliko dana prije smrti, u kratkim lucidnim trenucima spominjao je taj kongres u Dubrovniku. Nažalost, profesor Karšulin nije dočekao taj oproštaj. Savjetovanje o koroziji *In memoriam prof. Karšulin* održano je nekoliko mjeseci kasnije.

Profesor Miroslav Karšulin bio je oduševljeni znanstveni radnik koji je umio i u svojih suradnika pobuditi ljubav za istraživački rad i nesebično im prenosio svoje neizmjereno znanje. Redovito je pratio znanstvenu literaturu i upućivao suradnike na određene članke i u dragocjenim diskusijama kritički komentirao pročitane tekstove. Satima sam, u gotovo svakodnevnim razgovorima slušala njegova razmišljanja i dileme vezane uz znanstvenu tematiku na kojoj smo surađivali. Imao je puno ideja i uvijek je pronalazio lucidna rješenja pri njihovom ostvarivanju. Pri tome je pored vlastitih rješenja i izgradnje aparatura koristio i sva najnovija tehnička dostignuća koja su mu bila dostupna u ono vrijeme (NMR na Institutu »Ruder Bošković«, analogno računalo na Fakultetu strojarstva i brodogradnje i dr.), ali koja su bila nedostatna za ona istraživanja kojima je nastojao pronaći odgovore na znanstvena pitanja koja su ga deset-

ljećima zaokupljala. Profesor Karšulin se, nažalost, prerano rodio. Tek današnji razvoj novih nanotehnologija obećava mogućnost dobivanja konačnog odgovora na stoljetnu dilemu o sastavu pasivnog sloja na željezu u dušičnoj kiselini kao i na druga pitanja koja su ga zaokupljala tijekom njegova bogatog znanstvenog životnog vijeka.

Imala sam beskrajnu sreću da sam u svom znanstvenom školovanju rasla uz velikog znanstvenika, čovjeka širokog, univerzalnog znanja i velike erudicije koji je u velikoj mjeri utjecao na moj razvoj i znanstveno opredjeljenje.

Ivan Esih

MIROSLAV KARŠULIN I HRVATSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU MATERIJALA

Hrvatsko društvo za zaštitu materijala utemeljeno je 1954. na poticaj tadašnjeg predstojnika Zavoda za fizikalnu kemiju Tehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu profesora Miroslava Karšulina i njegovih suradnika docenta Tihomila Markovića i asistenta Zvonimira Dugog. Stoga se ove godine osim 100. obljetnice rođenja i 20. obljetnice smrti Miroslava Karšulina obilježava i 50. obljetnica djelovanja toga Društva. Valja istaknuti da je Društvo osnovano samo 5-10 godina poslije analognih udruga u najrazvijenijim europskim zemljama.

Korozijom konstrukcijskih materijala počeo se Miroslav Karšulin baviti 1930-ih kao asistent zagrebačkog Medicinskog odnosno Tehničkog fakulteta istražujući periodičke pojave pri izlaganju željeza, bakra i njegova amalgama, kositra i olova kiselinama, pa je već 1934. u uglednom časopisu *Zeitschrift für Elektrochemie* objavio dva rada o titrajima potencijala željeza u otopini CrO_3 i H_2SO_4 , a kasnije još nekoliko radova u stranoj i domaćoj znanstvenoj periodici. Nakon II. svjetskog rata orijentirao se profesor Karšulin na tehničku problematiku, aktualnu za unapređenje hrvatskoga gospodarstva, studirajući – među ostalim – postupak niklovanja katalitičkom redukcijom, koroziju metala u tlu, katodnu zaštitu i inhibiciju korozije. On je i prije osnutka Društva vodio diplomske radove s takvim temama, a usto je usmjerio djelatnost svojih suradnika na isto područje, čime je pokrenuo proces obrazovanja hrvatskih stručnjaka za zaštitu materijala, koji su bili osposobljeni za obavljanje teških zadaća u razvoju gospodarstva. Uvidjevši da je organizirana stručna djelatnost jedan od bitnih preuvjeta za daljnji napredak prof. Karšulin je sa suradnicima pristupio osnivanju Hrvatskog društva za zaštitu materijala u kojem se na početku okupilo dvadesetak stručnjaka iz industrije te iz sveučilišnih i drugih znans-

tvenih ustanova. Po prijedlogu utemeljitelja Društvo se odmah uključilo u Savez inženjera i tehničara Hrvatske, kojem je pravni sljednik današnji Hrvatski inženjerski savez. To je uključenje motivirano težnjom za suradnjom sa stručnjacima drugih profila koja je nužna zbog interdisciplinarnoga karaktera postupaka zaštite materijala. Karšulin je također inicirao međunarodnu suradnju Društva, što je svakako pridonijelo uzdizanju stručne razine djelatnosti. Društvo je 1955. njegovom zaslugom – preko Saveza inženjera i tehničara za zaštitu materijala Jugoslavije – sudjelovalo u osnivanju Europske korozijske federacije (EFC), u koju je i danas učlanjeno. Pod Karšulinovim vodstvom Društvo je 1956. organiziralo u Zagrebu trodnevnu Međunarodnu konferenciju o koroziji i zaštiti materijala, na kojoj su hrvatski stručnjaci i ugledni gosti iz Austrije, Belgije, Njemačke, Poljske, Švicarske i Velike Britanije iznijeli 46 referata pred stotinjak sudionika. Od 10 inozemnih referenata šestorica su bili prijatelji profesora Karšulina (T.P. Hoar, R. Jucniewicz, E. Lange, M. Pourbaix, E. Rabald i F. Tödt). Njih valja ubrojiti među najistaknutije svjetske specijaliste za zaštitu materijala toga doba.



Miroslav Karšulin 1976.

Kasnije je pod vodstvom profesora Karšulina Društvo samo

ili u suradnji s drugim institucijama organiziralo niz znanstveno-stručnih skupova kao što su:

- Savjetovanje o izvoznoj i transportnoj ambalaži u Rijeci 1956.,
- Savjetovanje o problemima korozije u preradi nafte u Sisku 1960.,
- Savjetovanje o problemima korozije i zaštite materijala od djelovanja morske vode i klime u Dubrovniku 1965.,
- Kolokvij o problemima zaštite lakih metala od korozije u Šibeniku 1966.,
- Jugoslavensko-belgijska konferencija o koroziji i zaštiti materijala u Dubrovniku 1972.,
- Bienalna Savjetovanja o dostignućima i tendencijama razvoja na području zaštite materijala i industrijskog finiša u Zagrebu 1972., 1974., 1976., 1978., 1980. i 1982.

Posebno treba istaknuti spomenutu konferenciju u Dubrovniku 1972., na kojoj su glavne teme bile »Tehničke konstrukcije u morskoj vodi i klimi« i »Kirurški umeci u ljudskom tijelu«. Konferencija je registrirana i kao 65. skup Europske korozijske federacije. Održana su 33 referata, od kojih je 13 autora bilo iz Hrvatske, 6 iz ostalih republika bivše Jugoslavije i 14 iz Belgije, Francuske, Italije, Izraela i SAD. Konferenciji su predsjedali profesor Karšulin, koji je u to doba bio glavni tajnik Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, i profesor Marcel Pourbaix, ravnatelj Belgijskog centra za studij korozije CEBELCOR iz Bruxellesa. Tom je prigodom izdana i knjiga proširenih sažetaka konferencije. Bienalna savjetovanja u Zagrebu između 1972. i 1982. održavana su na Zagrebačkom vele-sajmu istodobno s Međunarodnim izložbama zaštite materijala i industrijskog finiša »ANTIKOROZIJA« i bila popraćena izdavanjem zbornika referata.

Profesor Karšulin je potaknuo i nakladničku djelatnost Društva, pa je ono 1957. izdalo »Priručnik za ambalažu« skupine autora i »Kontrolu i održavanje galvanskih kupelji« I. Esiha. Godine 1958. tiskani su priručnici »Površinska zaštita i bojadisanje metala kemijskim putem« I. Esiha, »Anodizacija (eloksiranje) i ostale površinske obrade aluminijske« O. Korelić i »Kemijsko i elektrolitičko poliranje

metala« I. Esiha, a 1959. »Koroziona tehnologija I. Upotreba inhibitora« T. Markovića.



M. Karšulin nazdravlja otvaranju simpozija ICSOBA-e u Umjetničkoj galeriji u Dubrovniku 1975.

Karšulin je usto 1957. pokrenuo izdavanje časopisa Društva »Informativni bilten« koji je izlazio kvartalno od 1957. do 1960. i znatno pridonio širenju znanja o zaštiti materijala objavljujući stručne i znanstvene članke, opise slučajeva iz prakse, preglede literature i društvene vijesti. Nažalost, časopis se zbog nedostatka sredstava nije uspio održati.

Velik je prinos Društva na čelu s Karšulinom razvitku sustava izobrazbe za zaštitu materijala na svim razinama, od KV radnika do magistara i doktora znanosti. Društvo je 1956. na njegov poticaj počelo održavati tečajeve s područja galvanske tehnike, anodizacije aluminijskih, drugih kemijskih postupaka zaštitnog prevlačenja, pakovanja i katodne zaštite. Na temelju pohađanja tih tečajeva poduzeća su priznavala kvalifikaciju radnicima i tehničarima. Do

1965. održano je više od 40 tečajeva, da bi poslije ta djelatnost zamrla zbog promjene propisa o stjecanju kvalifikacija, ali je i do danas u tom pogledu stanje u Hrvatskoj ostalo nesređeno. Bez obzira na to, znanje, koje je steklo nekoliko stotina polaznika tečajeva, sigurno je u sljedećem razdoblju pridonijelo zamjetnom porastu tehničke razine zaštite materijala u gospodarstvu, a time i njegovoj konkurentnosti.

Takav je učinak, u još većoj mjeri, imalo i osnivanje post-diplomskog studija Korozija i zaštita materijala 1960. na Tehnološkom fakultetu u Zagrebu. Pokrenuo ga je profesor Karšulin, a u ostvarivanju nastave sudjelovali su od početka članovi Društva. Još za Karšulinova života na tom je studiju steklo zvanje magistra znanosti oko 80 osoba iz Hrvatske, drugih republika bivše Jugoslavije i inozemstva. Među njima bilo je fakultetski obrazovanih stručnjaka različitih profila (diplomiranih inženjera kemijske tehnologije, strojarstva i građevinarstva, fizičara i kemičara s prirodoslovnih fakulteta i drugih) jer im je prema koncepciji profesora Karšulina bio dopušten upis. On je, naime, s pravom smatrao da se problematika zaštite materijala može uspješno rješavati samo interdisciplinarnim pristupom. U to vrijeme prevladavala je cehovska zatvorenost pojedinih struka, pa je takav Karšulinov stav bio smjela anticipacija suvremenih pogleda na specijalističko obrazovanje koje se tada u Hrvatskoj tek počelo razvijati.

Profesor Karšulin nastojao je da se Društvo osposobi za stručni i znanstveni rad na zaštiti materijala. Stoga je 1955. utemeljio laboratorij Društva sa zadaćom uključivanja u rješavanje problema iz privredne prakse i razvijanja eksperimentalne istraživačke djelatnosti. U laboratoriju su tijekom više od 5 godina postojanja izvedena mnogobrojna ispitivanja i analize u okviru izrade ekspertiza i elaborata za potrebe različitih tvrtka. Oko 50 tvrtka učlanilo se u Društvo kao tzv. članovi-korisnici, tj. kao sponzori njegove djelatnosti. Kasnije je propisima onemogućen takav odnos između Društva i gospodarstva, pa je laboratorij ukinut zbog nedostatka sredstava. Njegovu funkciju preuzele su nove fakultetske i ostale znanstvene institucije. Stručnjaci Društva su u laboratoriju izradili prototipove nekoliko uređaja za korozijska ispitivanja (npr. komore za ispitivanje atmosferske korozije, uređaj za elektrokemijsko odre-

divanje brzine korozije), za ispitivanje otpornosti na abraziju, za kemijsko i kulonometrijsko mjerenje debljine metalnih prevlaka te za tehničku kontrolu u galvanotehnici, pri čemu je profesor Karšulin sudjelovao kao savjetnik.

Tijekom rada laboratorija Društva profesor se Karšulin intenzivno angažirao u izradbi ekspertiza, elaborata i studija za potrebe gospodarstva kao i u znanstveno-istraživačkom radu na aktualnim temama. Dio postignutih rezultata objavio je sa suradnicima u časopisima *Nafta, Werkstoffe und Korrosion, Rad JAZU te u Informativnom biltenu Društva*.

Društvo je 1960-ih predložilo upravi Zagrebačkog velesajma uvođenje periodičkih međunarodnih izložaba sredstava i opreme za zaštitu materijala i za finalnu obradu u industriji. Nakon dužeg kolebanja uprava Velesajma je prihvatila prijedlog i u suradnji s Društvom 1972. organizirala prvu takvu izložbu pod nazivom »ANTIKOROZIJA«. Uspjeh nije izostao, pa se ta manifestacija o tada održava bienalno, i to – kako je već navedeno – uz neizostavna Savjetovanja Društva.

Profesor Karšulin je bio vrlo aktivan i kao sveučilišni nastavnik i kao akademik. Među njegove najveće uspjehe valja ubrojiti osnivanje Zavoda za koroziju i zaštitu materijala i za desalinaciju tadašnje JAZU u Dubrovniku 1965. Tu je znanstvenu instituciju uspješno vodio do kraja života.

Treba istaknuti da je prof. Karšulin – kao što je opisano – dao golem doprinos na polju zaštite materijala postizujući istodobno istaknute rezultate u fotokemiji, elektrokemiji, istraživanju boksita i silikata itd. te obavljajući mnoge važne dužnosti, primjerice, dekana i prodekana u nekoliko navrata te glavnog tajnika JAZU 1962.-1972.

Kada je Karšulin osnovao Hrvatsko društvo za zaštitu materijala sa zadaćom bavljenja tom, u nas tada nepoznatom i nepriznatom, strukom, mnogima je njegova inicijativa sličila Don Kihotovoj borbi s vjetrovačama, ali je takvo gledište ubrzo bilo opovrgnuto uspješnom djelatnošću. Svojim je radom profesor Karšulin neosporno stekao velike zasluge za povećanje broja stručnjaka za zaštitu materijala u Hrvatskoj i za podizanje njihove stručne razine tako da je danas ta struka društveno priznata i zamjetno pridonosi gospodarskom razvoju. Sada njome već upravljaju stručni «unuci» profesora

Karšulina, tj. đaci njegovih đaka.



Karšulin kao eksperimentator u laboratoriju Zavoda za fizikalnu kemiju

Profesor je Karšulin imao dvije glavne osobine: radoznalost i maštovitost. Njega je doslovce sve zanimalo, sve je želio saznati i iskusiti, u svemu sudjelovati, u skladu s poslovicom: *Nihil humanum a me alienum puto*⁹. Zato je stekao golemo i svestrano znanje, što mu je olakšavalo rješavanje najzamršenijih stručnih problema. Suočen s problemom, pretvarao se njegov mozak, pun znanja i bujne mašte u živi vulkan iz kojega je tekla bujica lucidnih zamisli o eksperimentalnim i teorijskim metodama njegova rješenja. Njegovi su se suradnici (diplomandi, magistrandi, doktorandi, asistenti i tehničari)

⁹ Ništa ljudsko nije mi strano

pribojavali tih njegovih »erupcija«, svjesni da će on od njih tražiti mnogo rada i samoprijedora, ali – upravo zato – rezultati nisu izostali. Nažalost, u našoj siromašnoj i slabo organiziranoj sredini mnoge zamisli profesora Karšulina nisu bile ostvarljive.

Profesor je Karšulin zaista bio inženjer *par excellence*, tj. ingeniozan u punom smislu riječi. Svojim je radom stekao neosporan autoritet na svim područjima kojima se bavio. Za života, njegov je rođendan, 4. travnja spontano postao blagdanom hrvatskih stručnjaka za zaštitu materijala.

Ivica Štern

MIROSLAV KARŠULIN – SVEUČILIŠNI PROFESOR

Profesor je Karšulin cijeli život bio vezan za sveučilišnu nastavu. Započeo je raditi, kao ugovorni asistent na Medicinskom fakultetu. Kao asistent se zapošljava, i nastavlja nastavničku karijeru, na Kemijsko-inženjerskom odsjeku Tehničkog fakulteta te, nakon njegova formiranja, na Tehnološkom fakultetu.

Kao znanstvenik cijelog je života, sve do posljednjeg umirovljeničkog dolaska na Marulićev trg 20, bio vezan za laboratorijski rad. Sam je programirao i ostvarivao pokuse. Njegovi su znanstveni rezultati prvenstveno slijedili iz vlastitih eksperimentalnih rezultata.

Svojim je pristupom radu stvarao posebnu atmosferu. U svoje suradnike imao je puno povjerenje, i najmlađima je ostavljao punu slobodu u izboru tema te načinu njihova rješavanja. Uvijek je bio spreman za raspravu. Kad mu nešto nije bilo prihvatljivo jasno bi to iskazao.

Uvijek je govorio da treba čitati izvorne radove, i da se ne treba oslanjati jedino na interpretacije, jer se nadogradnja ne može razumjeti bez poznavanja osnove.

Osnovna područja njegova nastavnog rada i znanstvenog interesa bila su: fizikalna kemija, korozijski procesi te kemija silikata.

Bitni predmeti koje je predavao bili su, na dodiplomskom studiju fizikalna kemija te korozija i zaštita materijala, a na postdiplomskom reakcijski mehanizmi, termodinamika nepovrativih procesa, teorijske osnove korozijskih procesa, fizikalna kemija silikata, termodinamika i kinetika silikatnih sistema kod visokih temperatura. Već i sami nazivi predmeta pokazuju da su sadržaji predavanja profesora Karšulina bili usmjereni prema stvarnim inženjerskim pitanjima.

Njegova predavanja, posebno na postdiplomskom studiju, bila su vezana za istraživačke rezultate i praktička iskustva. Izlaga-

nja, je usredotočio na bitna pitanja, pred sobom je imao jasan cilj koji treba dostići. Uvijek su mu bili bitni logika i slijed izlaganja. Nove činjenice i postavke slijedile su iz prethodno izloženih.

Profesora Karšulina upoznao sam kao student i demonstrator, na predavanjima i ispitima. Na novoosnovanim Naftno-petrokemijskom i Metalurškom odjelu Tehnološkog fakulteta u Sisku, predavao je od ak. god. 1962./63. do 1964./65. fizikalnu kemiju te ak. god. 1963./64. koroziju i zaštitu. Bio sam mu asistent.

Na predavanja nikad nije kasnio. Prigodom višegodišnjih dolazaka u Sisak, samo je jednom izostao, bilo je to 1964. kad su, zbog poplave u Zagrebu, podrumske prostorije Zavoda za fizikalnu kemiju na Marulićevu trgu bile pod vodom.

Način izlaganja fizikalne kemije nije bio klasičan. Tako npr. poglavlja iz statističke i kvantne mehanike nije izlagao kao posebne cjeline, već u onoj mjeri i na onom mjestu kada je to bilo potrebno za razumijevanje pojedinog svojstva – strukturnog, termodinamičkog, kinetičkog – odnosno promjene. Tako je npr. osnovnu veličinu, kao što je toplinski kapacitet, osvjetljavao i razmatrao cjelovito uzevši u obzir sva ključna gledišta: Mayera, Boltzmann, Plancka, Einsteina. Sve je logički izložio na jednom mjestu, a ne razdvojeno u pojedinim poglavljima.

Kroz predavanja profesor je Karšulin vodio prema vrhovima spoznaje. Nažalost, zbog uvijek prisutnih akademskih ograničenja satnice, taj put nije svaki puta bio dovoljno širok, ali omogućavao je bitno: objašnjavanje svojstava i procesa na osnovi eksperimentalnih rezultata i znanja.

Bio je svjestan činjenice da je fizikalna kemija ključna disciplina kroz koji se povezuju znanja iz kemije, matematike i fizike te stvara osnova za razumijevanje i svladavanje kemijsko-inženjerskih disciplina. To je trenutak kad studenti trebaju učiniti bitan korak: povezati ranije stečena znanja, produbiti ih, te stjecati sposobnost da se svojstva tvari i njihove promjene – procesi – opišu apstraktnim matematičkim jezikom. Uvijek je bio svjestan svih poteškoća na koje se nailazi na tom putu.

Kad se pogleda njegova aktivnost kao znanstvenika i nastavnika treba uočiti da se bavio korozijom i silikatima te da je, što je posebno značajno, predavao termodinamiku nepovrativih procesa.

Termodinamiku u kojoj se materijalni izolirani sistem otvara prema okolišu, ako je društveni prema okolini, te uzima u obzir vremenska koordinata promjena. Takav pristup posljedica je dubokog razumijevanja povezanosti proučavanog prirodnog ili tehnološkog sustava i okoliša. Prirodnu zakonitost, da jedino otvorenost sistema (neizoliranost) vodi k napretku, nije prihvatao samo kao činjenicu koja se navodi u predavanjima, već se je prema njoj i vladao. Bio je životno vezan za stvaran sustav, poticao je svaku akciju kojom se razbija zatvorenost, ne samo na području znanstvenih istraživanja. Dao je bitne doprinose pri stvaranju novih sveučilišnih ustanova i otvaranju Akademije prema rješavanju inženjerskih pitanja vezanih za proučavanje korozivskih procesa, silikata i nafte.



Karšulin kao predavač

Njegova otvorenost, pristupačnost i komunikativnost uklanjali su barijere visoke znanstvenosti i podizale razinu znanja u praksi.

Jedna od njegovih odlika bila je njegova sposobnost da se približi i da saobraća s ljudima različitog obrazovanja. Svakom je članu Zavoda, od čistačice i činovnice do kolega nastavnika pristupao kao suradniku koji obavlja svoj dio posla u nastavnom stručnom i znanstvenom radu.

O njegovoj skromnosti najbolje govori činjenica da pri pregledu njegove dokumentacije nije pronađen niti jedan podatak o nagradama i odlikovanjima što ih je primio.

Bio je erudit i enciklopedist širokih znanja i interesa.

Njegovi studenti i suradnici, i danas mnogi rade na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije, mogu jedino žaliti da više vremena, umjesto u Jugoslavenskoj akademiji znanosti i umjetnosti, nije provodio na Marulićevu trgu, ali tada Karšulin ne bi bio Karšulin.

BIBLIOGRAFIJA¹⁰

Disertacija: *Istraživanja o Becquerel-efektu*, Tehnički fakultet
Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 23. III. 1932.

A. Knjige i udžbenici

1. M. Karšulin, Fizikalna kemija, I. dio, *Osnovi termodinamike i kinetike*, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1962.

B. Poglavlja u knjigama

1. M. Karšulin, Sastav, struktura i tehnologija neolitičke keramike u Grapčevoj spilji na otoku Hvaru, poglavlje 11. u knjizi G. Novak, *Prehistorijski Hvar*, JAZU, Zagreb 1955.
2. E. Stupnišek-Lisac, M. Karšulin, H. Takenouti, Passivation of Iron, Nickel and Cobalt in Concentrated Nitric Acid Solutions. U: *Passivity of Metals and Semiconductors*, M. Froment (ed.), Elsevier Sci. Publ. Amsterdam 1983., str. 327P.

C. Znanstveni i stručni radovi u časopisima

1. J. Plotnikow i M. Karschulin, Über die photochemischen Eigenschaften der Chromatsalze, *Zeitschrift für Physik* **36**(1926)277.
2. J. Plotnikow i M. Karschulin, Über die photochemischen Eigenschaften der Chromatsalze und anderer Verbindungen, *Zeitschrift für Physik* **36**(1926)502.

¹⁰ Preuzeto iz knjige M. Kaštelan-Macan „Vizionari kemijsko-inženjerskog studija“, Zagreb, 2004.

3. J. Plotnikow i M. Karschulin, Über die photochemischem Apsorption der Eisensalze, *Zeitschrift für Elektrochemie* **33**(1927)212.
4. M. Karschulin, Über die Wirkung des spektralzerlegten Lichtes auf sensibilisierte Lebewesen, *Biochemisches Zeitschrift* **213**(1929)202-208.
5. M. Karschulin, Über die photogalvanischen Erscheinungen an belichteten CuO-Elektroden (Becquereleffekt I.), *Biochemisches Zeitschrift* **220**(1930)122-133.
6. M. Karschulin, Über die photogalvanischen Erscheinungen an belichten CuO-Elektoden (Becquereleffekt II.), *Biochemisches Zeitschrift* **236**(1931)312-325.
7. M. Karschulin, Spektrografska istraživanja johimbina, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **5**:4(1931)227-232.
8. M. Karschulin, O konzerviranju hraniva hlađenjem, *Farmaceutski vjesnik* **23**:3(1933)74-77.
9. M. Karschulin, Slador iz drveta, *Farmaceutski vjesnik* **23**:10(1933)328-332.
10. M. Karschulin, Über die periodischen Potentialschwankungen des Eisens in Chrom-Schwefelsäure-Lösungen, *Zeitschrift für Elektrochemie* **40**(1934)174-180; Periodički titraciji potencijala željeza u krom-sumpornoj kiselini, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **8**(1934)125-127.
11. M. Karschulin, Über periodische Potentialschwingungen des Eisens in Chrom-Schwefelsäure II., *Zeitschrift für Elektrochemie* **40**(1934)559-563; Periodički titraciji potencijala željeza u krom-sumpornoj kiselini, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **8**(1934)192-198.
12. M. Karschulin, Über die Potentialschwingungen des Eisens in Salpetersäure I., *Zeitschrift für Elektrochemie* **41**(1935)225.
13. M. Karschulin, Über Potentialschwingungen des Eisens in Salpetersäure II., *Zeitschrift für Elektrochemie* **41**(1935)664.
14. M. Karschulin, O periodičkom otapanju željeza u dušičnoj kiselini, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **10**(1936)89-97.

15. M. Karschulin, Über die Potentialschwingungen des Eisens in Chromschwefel-säurelösungen III., *Zeitschrift für Elektrochemie* **42**(1936)722-729.
16. M. Karschulin, Ultra-zvučni valovi, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **10**(1936)27-32.
17. M. Karschulin, Die periodische Auflösung des Eisens in Salpetersäure, *Zeitschrift für Elektrochemie* **43**(1937)588¹¹.
18. M. Karschulin, Beitrag zur Photochemie des Kupfers, *Radiologica* **1**(1937)245.
19. M. Karschulin, Katodična polarizacija željeza u dušičnoj kiselini, *Arhiv za kemiju i tehnologiju* **12**(1938)125-131¹².
20. M. Karschulin i G. Ehrensvärd, Über die periodischen Potentialschwankungen des Zinns in CrO₃-HCl-Lösungen I., *Zeitschrift für Elektrochemie* **44**(1938)877-881.
21. G. Ehrensvärd, M. Karschulin i I. Ehrensvärd, Über die periodischen Potentialschwankungen des Zinns in CrO₃-HCl-Lösungen II., *Arkiv foer Kemi, Mineralogi och Geologi* **13A**:20(1939)1.
22. M. Karschulin i S. Ban, Beitrag zur elektrolytischen Zinkbestimmung an Messingnetzelektroden I., *F' Zeitschrift für Analytische Chemie* **120**(1940)244.
23. M. Karschulin i M. Mirnik, Beitrag zur elektrolytischen Zinkbestimmung an Messingnetzelektrode II., *F' Zeitschrift für Analytische Chemie* **120**(1940)248-252.
24. M. Karschulin i Z. Tuda, Periodische Reaktionen der Amalgame I., *Zeitschrift für Elektrochemie* **49**(1943)166-171.
25. M. Karschulin i Z. Švarc, Kromatografske studije I. Kromatografska analiza elemenata II. B skupine pomoću aktivnog Al₂O₃ iz Lozovca, *Kemijski vjesnik* **17**(1943)99-105.

¹¹ predavanje na kongresu Bunsen društva u Grazu

¹² predavanje na X. međunarodnom kongresu za kemiju, Rim 16. V. 1938.

26. M. Karšulin, M. Ogrizek i O. Mlinarić, O periodičkoj pojavi kod eksplozije u sistemu vodik-kisik, *Glasnik hemijskog društva* **11**:3-4(1940-1946)18.
27. M. Karšulin, Autoperiodičke kemijske reakcije, *Glasnik hemijskog društva*, Jubilarni broj 1897-1947, Beograd 1947., str. 8.
28. M. Karšulin, A. Tomić i A. Lahodny, Studije o boksitima I., *Rad JAZU* **276**(1949)125-138; *Geološki vjesnik* **2-4**(1948.-50.)200.
29. M. Karšulin i V. Stubičan, Struktur und Synthese der Halloysite, *Kolloid-Zeitschrift* 124(1951)169.
30. M. Karšulin i T. Marković, Korozija olova u industriji nafte I., *Nafta* **3**(1952)311.
31. M. Karšulin i T. Marković, Korozija olova u industriji nafte II., *Nafta* **3**(1952)353.
32. M. Karšulin i T. Marković, Korozija olova u industriji nafte III., *Nafta* **3**(1952)393.
33. M. Karšulin, A. Tomić i A. Lahodny, Studies on Bauxites I., *Bulletin international de l'Academie des sciences des beaux-arts* **5**(1952)41-44.
34. M. Karšulin, Studije o boksitima II., *Rad JAZU* **292**(1953)83-98.
35. M. Karšulin i V. Stubičan, Contribution a l'étude de la structure des halloysites et essais de synthèse, *Bulletin de la Societe Francaise de Mineralogie et de Cristtallographie* **76**(1953)434-437.
36. M. Karšulin, O genezi alumosilikata u boksitima, *Glasnik hemijskog društva* (Beograd) **18**:6-7(1953)461.
37. M. Karšulin i A. Lahodny, Određivanje hidrargilita u boksitima, *Glasnik hemijskog društva* (Beograd) **18**:6-7(1953)341.
38. M. Karšulin i T. Marković, Pokusi koksovanja ugljena iz Raše za metalurške svrhe, *Kemija u industriji* **2**:10(1953)291-292.
39. M. Karšulin i V. Stubičan, Über die Struktur und die Eigenschaften synthetischer Montmorillonite I., *Monatshefte für Chemie* **85**:2(1954)343-358.

40. T. Marković i M. Karšulin, Der Einfluss der Lüftung auf die Bödenkorrosion des Aluminiums, *Werkstoffe und Korrosion* **6**:1(1955)6-8.
41. M. Karšulin, Bauxit-Studien II., *Bulletin international de l'Academie des sciences des beaux-arts* **13**(1955)39-44.
42. T. Marković, M. Karšulin, Z. Dugi i D. Žagar, Der Temperaturkoeffizient und die Aktivierungsenergie der Korrosions-Reaktionen des Eisens im Erdreich, *Werkstoffe und Korrosion* **7**:3(1956)138-139.
43. M. Karšulin, On the Mechanism of the Corrosion of the Lead in Water and in Solutions, *Rad JAZU* **314**(1957)187-199; O mehanizmu korozije olova u vodi i u otopinama, *Rad JAZU* **314**(1957)201-205.
44. M. Karšulin, Studije o azbestu iz Stragara I., *Zaštita materijala* **6**(1958) 347.
45. M. Karšulin, Studije o azbestu iz Stragara II., *Zaštita materijala* **6**(1958) 391.
46. O. Šarc-Lahodny i M. Karšulin, Promjene strukture kaolinita između 100 i 600 °C, *Rad JAZU* **319**(1961)185-202.
47. M. Stepinac i M. Karšulin, Über die pH-Funktion von Gläsern des Systems $\text{Li}_2\text{O}-\text{BaO}-(\text{Pr},\text{Nd})_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, *Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie* **355**(1967)219.
48. O. Lahodny-Šarc, B. Mihelčić-Gostiša i M. Karšulin, On the Structure and Thermal Behavior of Allophanic Prokaolin, *Travaux du Comite international pour l'étude des bauxites, des oxydes et des hydroxydes d'aluminium, JAZU* **6**(1969)13-25.
49. M. Karšulin, J. Delcet-Kovač i E. Stupnišek-Lisac, Povedenie anodno poljariziranog železa v sernoj kislote, *Elektrokhimija* **13**(1977)690.
50. Lj. Krstulović, B. Kulušić, N. Ciković, L. Kaštelan i M. Karšulin, Istraživanja korozije čeličnog materijala utisnutog u drvo u slanom mediju i njegova zaštita, *Glasnik hemičara i tehnologa Bosne i Hercegovine* **26**(1979)31.

51. E. Stupnišek-Lisac i M. Karšulin, Über die Intermediären Reaktionen bei der Passivierung des Eisens in Salpetersäure, *Abhandlungen der Sächsischen Akademie der Wissenschaften* (Leipzig) **53**:1(1979)49.
52. Lj. Krstulović, B. Kulušić i M. Karšulin, The Influence of the Polarization Time on the Passivation of Iron in Suphuric Acid, *Corrosion Science* **21**(1981)95.
53. Lj. Krstulović, B. Kulušić i M. Karšulin, O zaštiti željeza u morskoj vodi primjenom žrtvovanih Al-Zn anoda, *Vodoprivreda* **13**(1981)249.
54. B. Kulušić, Lj. Krstulović i M. Karšulin, Electropolishing of Iron in H₂SO₄-CH₃OH Solutions I. The Influence of Acid Concentration on Electropolishing in the System Fe- H₂SO₄-CH₃OH, *Rad JAZU* **394**(1982)23-27.
55. B. Kulušić, Lj. Krstulović i M. Karšulin, Electropolishing of Iron in H₂SO₄-CH₃OH Solutions II. The Influence of H₂O Concentration on Polarization of Iron, *Rad JAZU* **394**(1982)29-32.
56. Lj. Krstulović, B. Kulušić i M. Karšulin, Utjecaj Cl-iona na anodnu polarizaciju željeza u otopinama sumporne kiseline, *Rad JAZU* **394**(1982)33-39.
57. Lj. Krstulović i M. Karšulin, Utjecaj dodatka kositra na aktivnost aluminija u prirodnoj morskoj vodi, *Rad JAZU* **394**(1982)41-47.
58. Lj. Krstulović, B. Kulušić i M. Karšulin, Utjecaj dodatka PbSnSb na koroziju aluminija u prirodnoj morskoj vodi, *Kemija u industriji* **32**:10(1983)495-500.
59. E. Stupnišek-Lisac i M. Karšulin, Electrochemical Behaviour of Nickel in Nitric Acid, *Electrochimica Acta* **29**(1984)1339.
60. Lj. Krstulović, B. Kulušić i M. Karšulin, Elektrokemijska istraživanja mjedi u otopinama koje sadrže kloride i sulfate, *Kemija u industriji* **34**(1985)731-734.

D. Radovi u zbornicima radova

1. M. Karschulin, Das Verhalten des in Salpetersäure katodisch polarisierten Eisens, *Atti del X. Congresso Internazionale di Chimica*, Rim 1939., str.371-380.
2. M. Karšulin i B. Lovreček, The periodic dissolution of lead in chromic acid, *Proceedings of the XI. International Congress of Pure and Applied Chemistry*, London 1947., str. 793-798.
3. M. Karšulin, Korozija i zaštita brodova protiv korozije, *Pomorski zbornik I.-II.*, Zagreb 1962., str. 1323-1333.
4. M. Karšulin, Das Mineral $2Al_2(OH)_6 \cdot H_2O$ - "Tučanit", *Symposium sur les bauxites, oxydes et hydroxydes d'aluminium*, JAZU, Vol. II., (1964)37-46.
5. M. Karšulin, O. Šarc-Lahodny i V. Kovačić, Über die Mechanismen der Dehydroxylierung des Hydryrgillits und des Kaolinitis, *Symposium sur les bauxites, oxydes et hydroxydes d'aluminium*, JAZU, Vol. II., (1964)194.
6. M. Karšulin i sur., Boksiti karsta kao mineralna folija, *Symposium sur les bauxites, oxydes et hydroxydes d' aluminium*, JAZU, Vol. I., (1964)173-199.
7. M. Karšulin, *Report on the work of ICSOBA in the period 1964.-1965.*, *Travaux de l'ICSOBA*, 1969.
8. N. Ciković, L. Kaštelan i M. Karšulin, Zaštita čeličnih konstrukcija pomoću Al-Zn legura, *Zbornik radova jugoslavenskog simpozija o zaštiti čeličnih konstrukcija od korozije*, Bor 1971., str. 194-199.
9. N. Ciković, N. Kovač i M. Karšulin, Elektrokemijsko ispitivanje cinka i Zn-Al legura u otopini $NH_4Cl-ZnCl_2$, *Knjiga radova III. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1973., str. 16-27.
10. B. Horvat, Z. Bodiš, N. Ciković i M. Karšulin, Ispitivanje fotopotencijala bakra, *Knjiga radova III. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1973., str. 130-136.
11. M. Karšulin i L. Gradišar, O elektrokemijskim periodičkim reakcijama u sistemu $Tl-HNO_3$, *Knjiga radova III. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1973., str. 144-150.

12. Lj. Krstulović, B. Kulušić i M. Karšulin, Analiza krivulja struja-vrijeme kod anodičke polarizacije željeza u n-H₂SO₄, *Knjiga radova III. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1973., str. 239-247.
13. B. Kulušić, Lj. Krstulović i M. Karšulin, Krivulje potencijal-vrijeme i potencijal-struja u području anodičke polarizacije željeza u n-H₂SO₄, *Knjiga radova III. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1973., str. 248-254.
14. M. Karšulin i E. Stupnišek-Lisac, Oksidacija fero-iona u dušičnoj kiselini, *Knjiga radova III. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1973., str. 265-273.
15. M. Karšulin i K. Salajster, Korozija bijelog lima u otopinama soli pod opterećenjem, *Knjiga radova III. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1973., str. 356-362.
16. J. Salopek, N. Ciković i M. Karšulin, Korozija i zaštita nedeformiranih i plastično deformiranih materijala za ambalažu uz analizu zaštitnih prevlaka, *Knjiga radova IV. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1975., str. 100-109.
17. M. Šeruga, V. Stošić, N. Ciković i M. Karšulin, Ispitivanje zaštitnih svojstava Al-Zn-Mg legura, *Knjiga radova IV. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1975., str. 140-153.
18. M. Slavić, I. Katalinić, N. Ciković i M. Karšulin, Katodna zaštita plovnih objekata Al-Zn legurama, *Knjiga radova IV. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1975., str. 164-180.
19. M. Karšulin i E. Stupnišek-Lisac, O pasivitetu niklja u dušičnoj kiselini, *Knjiga radova VI. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1979., str. 277-281.
20. B. Kulušić i M. Karšulin, Cementiranje cinka iz cinkatnih otopina na aluminiju i elektrokemijsko ponašanje ovih sistema, *Knjiga radova VI. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1979., str. 426-431.

21. M. Cvjetanović i M. Karšulin, Elektrokemijska i zaštitna svojstva AlZnMg i AlZnCu legura, *Knjiga radova VI. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1979., str. 432-436.
22. Lj. Krstulović i M. Karšulin, Ispitivanje zaštitnih svojstava legura AlSn, *Knjiga radova VI. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1979., str. 447-451.
23. M. Karšulin i M. Gojo, Reakcija mravlje kiseline i Na-formijata na rodniranim anodama platine i rodija, *Knjiga radova VIII. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1983., str. 170-178.
24. B. Kulušić, Lj. Krstulović i M. Karšulin, Prilog istraživanju elektrokemijske zaštite armaturnog željeza u kloridnim otopinama, *Knjiga radova VIII. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1983., str. 409-416.
25. Lj. Krstulović, B. Kulušić i M. Karšulin, Utjecaj klorid i sulfat iona na anodičko otapanje mjedi, *Knjiga radova VIII. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1983., str. 417-423.
26. M. Karšulin, Passivation of iron, nickel and cobalt in nitric acid solutions, *V. International symposium on passivity*, Bombannes (Francuska) (1983.)
27. B. Kulušić, Lj. Krstulović i M. Karšulin, Korozija mjedi u morskoj vodi, *Radovi III. savjetovanja o koroziji i zaštiti materijala*. In memoriam akademiku Miroslavu Karšulinu, Dubrovnik 1984., str. 57.
12. Lj. Krstulović, B. Kulušić i M. Karšulin, Koroziona aktivnost legura Al-Sb u prirodnoj morskoj vodi, *Radovi III. savjetovanja o koroziji i zaštiti materijala*. In memoriam akademiku Miroslavu Karšulinu, Dubrovnik 1984., str. 8-10.
13. M. Karšulin, M. Gojo i S. Muštra, Elektrokemijska oksidacija mravlje kiseline na Pd/Pt elektrodama: AES i SEM analiza elektrode, *Knjiga radova IX. jugoslavenskog simpozija o elektrokemiji*, Dubrovnik 1985., str. 117-120.

E. Članci u monografijama, biltenima i spomenicama

1. M. Karschulin, O djelovanju spektralno rastavljenog svijetla na senzibiliziranje životinje, *Godišnjak Sveučilišta Kraljevine Jugoslavije u Zagrebu 1924/25-1928/29*, str. 337-342.
2. M. Karšulin, Das Verhalten des Kaolinit und des Halloysits bei hohen Temperaturen, *Dechema-Monographien* 27(1956)91.
3. O. Šarc-Lahodny i M. Karšulin, Korozija cijevi kotlovnog sistema jedne termoelektrane, *Informativni bilten Društva za zaštitu materijala SR Hrvatske* 3:3(1959)1.
4. O. Šarc-Lahodny i M. Karšulin, Ispitivanje djelovanja inhibitora uz katodičku zaštitu, *Informativni bilten Društva za zaštitu materijala SR Hrvatske* 4:3-4 (1960)1.
5. M. Karšulin, "Tućanit" novi mineral sastava $4 \text{Al}_2(\text{OH})_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, *Spomenica JAZU u počast 40 godišnjice osnivanja Saveza komunista Jugoslavije 1919-1959*, Vol. II.(1960)113-126.
6. M. Karšulin, Korozija i zaštita brodova protiv korozije, *Pomorski zbornik povodom 20. godišnjice Dana mornarice i pomorstva Jugoslavije 1942.-1962.*, Zagreb (1962)1323-1333.

F. Kratki članci i prikazi

1. Izvješća 52. kolokvija kemijske sekcije Hrvatskoga prorodoslovnog društva u Zagrebu, održanog 21. III. 1927., *Vjesnik ljekarnika* 9(1927) br. 5, str. 245-247; br. 6, str. 314-315.
2. Les corps humiques, *Arhiv za hemiju i farmaciju* 3(1929)137.
3. Konzerviranje limunovog soka, *Arhiv za hemiju i farmaciju* 5(1931)296.
4. Prepoznavanje radiranih čekova pomoću ultravioletnog svetla, *Arhiv za hemiju i farmaciju* 5(1931)296.
5. Jod kao dobro gnojivo za duhan, *Arhiv za hemiju i farmaciju* 5(1931)297.
6. Ultravioletno svetlo kao lek protiv trovanja sa ugljik-monoksidom, *Arhiv za hemiju i farmaciju* 5(1931)340.
7. Led kod 82 °C, *Arhiv za hemiju i farmaciju* 5(1931)340-341.

8. Vitamin D dodaje se kruhu, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **5**(1931)341.
9. Napredak nauke god. 1930., *Arhiv za hemiju i farmaciju* **5**(1931)341-342.
10. Najviša temperatura, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **5**(1931)345.
11. Nova hemikalija uvedena u industriju-bezvodni fluorovodik, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)33.
12. Merenja vrlo slabih struja, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)60.
13. Schumannove ploče za ultraljubičasto svetlo, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)141.
14. Upotreba retkih metala, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)142.
15. Kondenzacija velikih molekula delovanjem brzih elektrona, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)142.
16. Upliv vodene pare na čvrstoću čelika, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)143.
17. Promena sadržaja kisika u željezu sa temperaturom, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)143.
18. Toplina reakcije, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)214.
19. Živin surogat, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)214.
20. Umetni dijamanti, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)215.
21. Ultravioletno svetlo pretvara pigmente mrkve u vitamin A, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)215.
22. Neutralan standard za određivanje koncentracije vodikovih iona, koji se može prirediti u 1 minuti, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)215.
23. "Guma" iz hemijskog laboratorija, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)215.
24. Novo staleško udruženje hemičara, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)218-219.
25. Pokusi sa koloidalnim otopinama, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **7**(1933)45.

26. Novo azotno gnojivo, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **7**(1933)45.
27. Celuloza za industriju, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **7**(1933)46.
28. Grejanje električnom strujom u hemijskoj industriji, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **7**(1933)46.
29. Galium, renium i tantal, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **7**(1933)46.
30. Znatna napredak u anorganskoj hemijskoj tehnologiji, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **7**(1933)46.
31. Reagens za određivanje nitrita, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **7**(1933)122.
32. Radium u sedimentu na dnu oceana, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **7**(1933)122.
33. Le Chatelierov princip, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **7**(1933)122.
34. Peto zasjedanje njemačke radne zajednice na području korozije u Berlinu 1935., *Arhiv za hemiju i farmaciju* **9**(1935)26-28.
35. Ogib elektrona, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **9**(1935)20-22.
36. Prof. ing. dr. Jaroslav Milbauer, predsjednik Masarykove akademije rada, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **9**(1935)35-36.
37. Kaiser–Wilhelm Gesellschaft, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **10**(1936)32.
38. O modernom načinu poniklovanja, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **10**(1936)120-122.
39. X. Internacionalni kongres kemičara u Rimu, *Arhiv za kemiju i tehnologiju* **12**(1938)100-103.
40. Spremanje sijena unatoč kiše, *Arhiv za kemiju i tehnologiju* **13**(1939)146.
41. Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, br. 25. i 39. *Arhiv za kemiju i tehnologiju* **13**(1939)155; broj 38. i 67., *Arhiv za kemiju i tehnologiju* **14**(1940)73.
42. U. R. Evans, Korrosion, Pasivität und Oberflächenschutz von Metallen, *Arhiv za kemiju i tehnologiju* **14**(1940)73-74.
43. Gorenje, eksplozija i detonacija, *Priroda* **33**:4/6(1943)62-68.

G. Nekrolozi

1. Theodor Curtius, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **2**(1928)209.

H. Uredništvo

1. Ljetopis JAZU, Zagreb 1962.-1971.
2. Symposium sur les bauxites 1964.-1965.
3. Travaux, Budapest 1988. (25-godišnjica ICSOBA-e)