

ISTRAŽIVANJA U OBLASTI PROSTIRANJA TOPLOTE I MATERIJE

tokom pola veka razvoja Instituta za nuklearne nauke u Vinči

1. Laboratorija za termotehniku i energetiku - S. Oka

1.1. Osnivanje i razvoj Laboratorije za termotehniku i energetiku

Inicijator osnivanja Laboratorije za termotehniku reaktora bio je Prof. Milorad Ristić, koji je 1952. pozvan u Institut sa zadatkom da otpočne rad na konstrukciji nuklearnih reaktora. On je veoma brzo uočio da pri konstrukciji nuklearnih reaktora postoje dva ključna problema: kontrolisana lančana reakcija i odvodjenje toplote koja se pri tome generiše. Prvi put je u istoriji razvoja energetskih tehnologija bilo moguće proizvesti praktično neograničenu količinu toplotne energije, što je nametnulo potrebu suptilnog poznavanja zakonomernosti odvijanja fizičkih procesa, i odgovor na pitanje koliko toplote je moguće odvesti i korisno upotrebiti? Zbog toga su posle II Svetskog rata, istraživanja u oblasti prostiranja toplote postala veoma intenzivna u zemljama koje su počele razvoj nuklearnih energetskih reaktora. Tadašnja znanja u ovoj oblasti bila su zasnovana na korišćenju fosilnih goriva, čiji je osnovni problem bio kako stvoriti što veću količinu toplotne energije u određenoj zapremini, a problemi njenog odvodjenja nisu predstavljali ograničavajući faktor. Od Reaktorske grupe, koju je u okviru Laboratorije za fiziku osnovao prof. Milorad Ristić, i grupe inženjera koji su radili na izgradnji istraživačkog reaktora RA osnovana je 1957. godine **Laboratorija za reaktorsku termotehniku i reaktorske materijale**. Bili su to mašinski inženjeri - Naim Afgan, Zoran Zarić, Nenad Kondić, Milorad Ristić, koji je i postavljen za prvog Načelnika Laboratorije, i elektroinženjeri Miodrag Novaković, Branko Dokmanović, Vladimir Jovašević i dr. Zatim je 1961. godine ova Laboratorija je razdvojena na dve laboratorije - **Laboratoriju za reaktorske materijale** i **Laboratoriju reaktorsku termotehniku**.

Od osnivanja Laboratorija je imala specifičnu karakteristiku, koja se održava i do danas, da u njoj rade istraživači koji imaju različito osnovno fakultetsko obrazovanje (Mašinski, Elektrotehnički, Tehnološki i Prirodno matematički fakultet), što se odrazilo i na interdisciplinarnost i multidisciplinarnost istraživačkih programa. I pored teškoća koje pojedini istraživači imaju u savladavanju novih oblasti, ovakva struktura istraživačkog kadra daje Laboratoriji specifičnu sposobnost da rešava kompleksne probleme, i koristi metode svojstvene različitim naučnim i stručnim oblastima.

Osnivanje **Laboratorije za reaktorsku termotehniku** bilo je razuman odgovor na izazove savremene nauke i razvoja savremenih tehnologija. Do tada u Jugoslaviji nije bilo organizovanog istraživačkog rada u ovoj oblasti. Manje grupe istraživača na odgovarajućim fakultetima nisu mogle odgovoriti potrebama samostalnog razvoja nuklearnih reaktora. U to vreme na fakultetima još nije u poseban predmet bila izdvojena oblast Prostiranje toplote i materije. Dalji razvoj Laboratorije i rezultati koje je ona postigla u 40-to godišnjem razvoju, pokazali su da je njeno osnivanje bila dalekosežna odluka. Problemi prostiranja toplote i materije postali su ključni u mnogim savremenim tehnologijama, a istraživanja u ovoj oblasti i danas su u vrhu naučnog interesovanja u svetu.

Prva istraživanja iz oblasti reaktorske termotehnike otpočela su još u Laboratoriji za fiziku, eksperimentima simulacije generacije i odvodjenja toplote od modela gorivnog elementa nuklearnog reaktora. Rad autora M. Ristića, M. Novakovića, P. Anastasijevića i R. Rajkovića u kome su dati rezultati ovih eksperimenata objavljen je na I Konferenciji o mirmodopskoj primeni nuklearne energije u Ženevi, 1955. godine.

Saglasno zadacima proisteklim iz opšteg nuklearnog programa, koji je imao cilj ovladavanje novim naučnim i stručnim znanjima radi proračuna, konstruisanja i izgradnje sopstvenih energetskih nuklearnih reaktora, u Laboratoriji su počela istraživanja problema koji se javljaju u nuklearnim reaktorima hladjenim gasom i nuklearnim reaktorima hladjenim vodom, i to: prelaz toplote sa složenih geometrija gorivnih elemenata na gasove, prelaz toplote pri ključanju vode i prelaz toplote na mešavinu voda para, određivanje termofizičkih osobina materijala gorivnog elementa i kontaktnog otpora na dodiru metalnih površina.

Početkom 60-tih godina sa zapošljavanjem prve grupe stipendista Instituta sa Mašinskog fakulteta (Ljubomir Jovanović, Simeon Oka, Miodrag Stefanović, Kosta Maglić, Aleksandar Bratić) i u narednih godinu-dve, grupa sa odseka Tehnička fizika, Elektrotehničkog fakulteta (Dušan Spasojević, Rade Antić, Valerije Jović, Vladislav Pišlar, Sulejman Bećirspahić, Predrag Kulundić, Slobodan Zarić) i sa Mašinskog fakulteta M. Studović. Formirane su tri velike istraživačke oblasti: istraživanje strujanja gasova, turbulentnih strujanja i prelaza toplote na gasove (rukovodilac Zoran Zarić), istraživanje ključanja tečnosti i dvofaznih strujanja sa prelazom toplote (rukovodioci Miodrag Novaković, Naim Afgan, Nenad Kondić) i istraživanje kontaktnog otpora, termofizičkih osobina čvrstih materijala i toplotne metrologije uopšte (rukovodioci M. Ristić i M. Novaković).

Posle odlaska prvog načelnika Laboratorije Milorada Ristića na položaj Direktora Instituta, i razdvajanja Laboratorije za reaktorsku termotehniku i reaktorske materijale na dve laboratorije, rukovođenje naučnom politikom Laboratorije za reaktorsku termotehniku preuzeo je Dr. Miodrag Novaković, koji se tokom 1960. godine vratio sa doktorskih studija u Engleskoj, i postao novi Načelnik Laboratorije (od 1961. do 1967.).

Tokom 60-tih godina nekoliko značajnih događaja dovelo je do promena u shvatanjima istraživača u Laboratoriji, do promene pristupa istraživanjima, a otpočele su i izmene programa istraživanja. Ove promene će dalekosežno uticati na dalji razvoj Laboratorije. Suština promena proistekla je iz prirode tehnoloških ciljeva istraživanja u oblasti nuklearne tehnologije. U to vreme u svetu su već bili uspostavljeni kriterijumi i razvijane

metode istraživanja u ovoj oblasti, koji su imali presudni značaj na promenu karaktera istraživanja u tehničko-tehnološkim naukama. Do pojave nuklearne tehnologije razvoj tehnologija je bio zasnovan uglavnom na probi i/ili proveru tehničkog rešenja u eksploataciji.

Na brzinu i kvalitet prihvatanja novih shvatanja smisla i karaktera istraživanja uticalo je nekoliko značajnih događaja. Presudni činioци ovih promena bili su: povratak Miodraga Novakovića sa doktorskih studija na Queens Mary College u Londonu, odlazak "najstarijih" istraživača na doktorske studije u najveće naučne centre u svetu: Argone National Laboratory (Naim Afgan, i Nenad Kondić) i Laboratoire des Mécaniques des Fluides, Orsay, Paris i Institut u Saclay-u (Vladimir Jovašević i Zoran Zarić), zapošljavanje velike grupe mladih istraživača, i više od svega najava gašenja Saveznog Nuklearnog programa.

U isto vreme rukovodstvo Laboratorije organizuje na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu prve postdiplomske studije iz reaktorske termotehnike, a uskoro zatim i druge na Mašinskom fakultetu, u čijoj realizaciji učestvuju niz istaknutih profesora Beogradskog Univerziteta: Prof. Dr. Dragomir Malić, Prof. dr. Konstantin Voronjec, Prof. dr. Vlatko Brčić, Prof. dr. Vladislav Fempl, prof. dr. Fedor Boreli, prof. Jovan Šel, pored saradnika Instituta dr. M. Novakovića i dr. Nenada Rajšića. Ovim postdiplomskim studijama počelo je obrazovanje istraživačkog kadra Laboratorije u zemlji, što je postala osnovna karakteristika politike Laboratorije.

U ovoj fazi razvoja Laboratorije značajan doprinos kvalitetu rada dali su izvrsni majstori i tehničari Rajković, Milan Belić, Milan Stanković, Dragi Cvetković i Nenad Vekić, koji su bez uzora davali specifična konstruktivna rešenja mernih uređaja i eksperimentalnih aparatura.

Dugo godina je u Laboratoriji i Institutu preovladavalo shvatanje da je prelaz toplote u nuklearnim reaktorima "posebna vrsta" prelaza toplote zbog čega, smatralo se, da izučavanjem ovih procesa treba da se bave posebno školovani istraživači, u posebnim ustanovama i laboratorijama. Prenebregavana je činjenica da je specifičnost ovog procesa samo to, da se odvija u specifičnim strujno-termičkim uslovima, a da u svemu ostalom ovaj prelaz toplote ne predstavlja nikakvu "novu" vrstu prelaza toplote. Ovakvo shvatanje prouzrokovalo je i delimično izolovanje istraživanja u Vinči od istraživanja prenosa toplote u drugim institutima i fakultetima i rešavanja problema u konvencionalnim uređajima i tehnologijama.

Razrađivane su metode proračuna strujanja i prelaza toplote sa gorivnih elemenata. Za potrebe ovih proračuna određivani su koeficijenti prelaza toplote i otpori strujanju različitih geometrija gorivnih elemenata. Tome su i bili posvećeni prvi eksperimenti u Laboratoriji. I pored ovakvog pragmatičnog pristupa problemima prostiranja toplote u nuklearnim reaktorima, sve više je preovladalo shvatanje da je za ozbiljna istraživanja, posebno za pronalaganje metoda povećanja koeficijenta prelaza toplote, potrebno istraživati osnovne fenomene - turbulentna strujanja, ključanje tečnosti, dvofazne tokove, kondukciju i fiziku kontaktnog otpora, i da su osnovna znanja potrebna za izučavanje prostiranja toplote u nuklearnim reaktorima, ista ona znanja koja je potrebno posedovati i pri rešavanju problema strujanja i prelaza toplote i u svim drugim uslovima, u klasičnim energetskim postrojenjima (kotlovima, menjivačima toplote, rashladnim tornjevima, procesnoj opremi). Ovaj novi pristup, i pridavanje osnovnog značaja fundamentalnim istraživanjima strujanja i prostiranja toplote, posebno je bio zaoštren najavom gašenja Saveznog nuklearnog energetskog programa.

Sredinom 60-tih godina Institut u celini, i Laboratorija posebno, su bili suočeni sa činjenicom da se je otpočela decentralizacija finansiranja nauke, i u okviru toga gašenje Saveznog programa za nuklearnu energiju, i to tako što će se sredstva za finansiranje smanjivati u toku 4 godine po 25%, do potpunog gašenja. Laboratorija je bila upućena da konkuriše kod Saveznog fonda za finansiranje naučnih delatnosti, koji je odvojio sredstva za tzv. preorijentaciju nuklearnih instituta, i kasnije da konkuriše sa projektima kod Republičkog fonda za naučni rad. U ovom periodu načelnik Laboratorije bio je Predrag Anastasijević od 1967- 1976, kada je, još uvek za potrebe nuklearnog programa, i izgrađena nova eksperimentalna hala (1968-1969).

Postavljala su se u tom momentu sledeća ključna pitanja:

- da li Laboratoriju gasiti i smanjiti broj istraživača na nivo koji će odgovarati sredstvima novog nuklearnog programa,
- koje su to oblasti istraživanja koje treba negovati u Laboratoriji u buduće,
- koji treba da bude karakter istraživanja - fundamentalni ili primenjeni,
- koji su to izvori finansiranja Laboratorije u budućnosti.

Razmatrajući savremena kretanja u nauci i energetici u svetu i potrebe tehnološkog razvoja privrede krajem 60-tih i početkom 70-tih godina, formulisani su novi programi istraživanja i uočen značaj fundamentalnih istraživanja i sticanja fundamentalnih znanja, da bi se mogao izvršiti prodor u druge oblasti istraživanja i druge tehnologije, ne napuštajući sasvim istraživanja prostiranja toplote u nuklearnim reaktorima. Otpočela su intenzivna fundamentalna istraživanja turbulentnih strujanja na hrapavim površinama, u uslovima obratnog gradijenta pritiska, pri opstrujavanju cevi, procesa ključanja na idealno glatkim površinama, u velikoj zapremini bez prisustva površine, i stabilnosti dvofaznog toka. Od izučavanja kontaktnog otpora došlo se do potrebe razvoja oblasti metrologije toplote, sa usmerenjima koja su činile termometrija i istraživanje i određivanje termofizičkih osobina čvrstih materijala. Stečena znanja poslужila su kao oslonac za prodore u nove oblasti u za otvaranje saradnje sa privredom.

U toku 1971 godine, istraživači Laboratorije obišli su niz velikih privrednih organizacija u SR Srbiji da bi utvrdili najverovatnije pravce budućeg istraživačkog programa, i tom prilikom je formulisana i sledeća politika:

- najveći deo istraživanja treba da budu primenjena istraživanja,
- za pravilan razvoj primenjenih istraživanja mora postojati određeni obim usmerenih fundamentalnih istraživanja,
- preuzimanje i učestvovanje u razvoju i čvršće vezivanje sa sudbinom pojedinih preduzeća,
- predlaganje krupnih kompleksnih i dugoročnih istraživanja, praćenih ugovorima o poslovno-tehničkoj saradnji sa privredom,
- prednost dati saradnji sa proizvođačima opreme, zbog zainteresovanosti za rezultate istraživanja u cilju unapređenja proizvodnje.

Ovi novi stavovi formulisani su u prvom dokumentu **DUGORO^NI PROGRAM LABORATORIJE ZA TOPLITNU FIZIKU I TEHNIKU**, objavljenom decembra 1972 (autori P. Anastasijević, novi načelnik, N. Afgan, Z. Zarić, S. Oka, V. Jovašević, M. Stefanović, B. Maršićanin, V. Pišlar, K. Maglič), koji je donesen posle opsežnih diskusija i razgovora u privredi. U to vreme laboratorija je i promenila naziv, da bi se naglasilo da je osnova svih istraživanja toplotna fizika i fundamentalna istraživanja, ali da je krajnji cilj istraživanja primena rezultata u svim oblastima tehnike, a ne samo u nuklearnoj oblasti. Osnovna ideja novog programa je bila da se problemi prostiranja toplote javljaju u svim oblastima tehnike - termoenergetici, transportnoj tehnici, procesnoj tehnici, građevinarstvu, elektrotehnici, poljoprivredi, zagadjenju biosfere, i da oblast interesovanja i rada istraživača Laboratorije treba da budu sve ove oblasti, a ne samo nuklearna energetika. Prvi put se u tom tekstu pominju nove oblasti istraživanja, koje će kasnije postati osnova programa istraživanja u Laboratoriji.

U termoenergetici - sagorevanje uglja u loštima velikih energetskih kotlova, prenos toplote sa kotlovskih površina, rashladni tornjevi, termofizička karakterizacija goriva i pepela, pogonski problemi termoenergetskih objekata. Naglašavaju se osnovna istraživanja u oblasti turbulentnih graničnih slojeva sa hemijskim reakcijama, prenosa toplote i dinamike dvofaznog toka, prenosa mase u protivstrujnim sistemima voda-vazduh.

U nuklearnoj energetici - težište se stavlja na sigurnost rada i analizu udesa nuklearnih elektrana, odvođenje toplote tečnim metalima, a proučavaju se i radni ciklusi MHD generatora. Istraživači Laboratorije su inicijatori rada Instituta na analizi, istraživanjima i razvoju tehnologija gorivog ciklusa nuklearnih elektrana. Očigledna je preorijentacija sa konstrukcije i razvoja nuklearnih reaktora, na izučavanje pogonskih problema nuklearnih elektrana.

U procesnoj tehnici - transport dvofaznih i fluidizovanih sistema gas-čvrste čestice, istraživanje procesa sušenja, istraživanje prenosa toplote u višekomponentnim sistemima, aparati procesne tehnike, sa naglaskom na fundamentalna istraživanja hidrodinamike sistema fluid-čvrste čestice, temperaturskih i koncentracijskih polja i prenosa vlage u poroznim materijalima, veze vlage i poroznog materijala i proučavanje procesa razmene materije i toplote na granicama faza.

U metrologiji toplote - razvoj termofizičkih mernih metoda, metoda u istraživanjima prenosa toplote i materije, termofizička karakterizacija materijala, ustanovljavanje standardnih referentnih materijala za termofizičke osobine, razvoj etalona temperature i opremanje instrumentima za metrologiju temperature.

Iako su teme preteno sadržavale primenjena i razvojna istraživanja za potrebe privrede, eksplicitno se naglašava: "Bolje poznavanje osnovnih procesa i mehanizama prenosa toplote i mase omogućava i uspešnije rešavanje niza tehničkih problema. Ovo se pre svega odnosi na fenomene turbulentnog transporta u strujanjima i na probleme višefaznih sistema sa ili bez faznih prelaza. Naučna orijentacija Laboratorije mora se i dalje održavati preko publikovanja u eminentnim časopisima i stručnim usavršavanjem mladih kadrova unutar i van Laboratorije kroz izradu magistarskih i doktorskih teza".

U pomenutom Dugoročnom programu, prvi put su eksplicitno formulisane osnovne postavke na kojima se temeljio rad u Laboratoriji sve do današnjih dana:

- orijentacija na saradnju sa privredom i ka razvoju novih tehnologija,
- briga za održanje i razvoj fundamentalnih istraživanja i nivoa naučnog rada,
- stalno obnavljanje naučnog kadra mladim istraživačima,
- naučna orijentacija mora se ogledati i u publikovanju radova u eminentnim časopisima,
- stalna briga o stručnom usavršavanju mladih kadrova u, i van Laboratorije, izradom magistarskih i doktorskih teza,
- hrabrost da se ulazi u nove oblasti istraživanja, na osnovu raspolaganja znanjima fundamentalnih procesa.

Ova poslednja postavka najbolje se može ilustrovati otpočinjanjem istraživanja formiranja naslaga pepela na grejnim površinama kotlova loženih ugljem za potrebe Elektroprivrede, i istraživanjima procesa sušenja poljoprivrednih proizvoda za potrebe fabrike CER iz Ačka.

U ovom periodu u Laboratoriji se razvijaju mnoge nove merne metode, preteno za merenja u loštima kotlova termoelektrana loženih ugljem. Laboratorija je opremljena sopstvenim konstrukcijama sonde za merenje brzina, temperatura, koncentracije čestica i gasova u loštima kotlova i meračima toplotnog fluksa i brzine formiranja naslaga pepela na ekranisanim zidovima lošta. Počinje izgradnja novih eksperimentalnih aparatura za istraživanje sagorevanja uglja, pneumatskog transporta rastresitih materijala, sušenja poljoprivrednih proizvoda, određivanja efikasnosti izmenjivača toplote. Tako je nova orijentacija usmerena na rešavanje problema prenosa

toplote u klasičnim termoelektroenergetskim i termotehničkim uređajima dobila svoju mernu i eksperimentalnu bazu, orijentisanu pre svega na merenja na gotovim postrojenjima u pogonu i na primenjena istraživanja u aparaturnama ranga pilot-postrojenja. U intenzivnim merenjima u pogonu obučen je kvalitetan tehnički kadar sposoban da samostalno pripremi, organizuje i izvede složena merenja u industrijskim postrojenjima u pogonu (Ivan Antić, Ljubiško Savković, Slobodan Popović, Rade Starčević).

U tom periodu Savezni fond za finansiranje naučnih delatnosti prihvatio nekoliko novih projekata Laboratorije: Istraživanje strujanja prenosa toplote i mase u sistemima gas čvrste čestice, Istraživanje opstrujavanja grupe cilindara. Otpočinju i programi finansirani od privrede - Elektroprivreda Srbije finansira istraživanje procesa lepljenja pepela u kotlovima domaćih termoelektrana, a fabrika CER iz ^ačka, Razvoj novih tipova sušara za kukuruz.

Period do 1980 godine, predstavlja period brojčanog rasta i afirmacije Laboratorije i stalnog proširenja saradnje sa privredom. Karakteristike i aktivnosti u ovom periodu, dalja konkretizacija i usmeravanje novog programa na saradnju sa privredom, otvaranje zbog toga novih oblasti, ali i gašenje starih, ali su formulisani u dokumentu: **LTFT - Laboratorija za toplotnu fiziku i tehniku, Instituta Boris Kidrič, Vinča Beograd**, objavljenom 1977 godine. U dokumentu se kaže: " Od 1973 do 1975 ukupan prihod Laboratorije je porastao dva puta. U 1976 godini ostvaren je dalji porast prihoda za 30%, a u 1977 za novih 30%. Prihodi od fondova RZN su opali od 80% u 1973., na 40% u 1976 i 35% u 1977., od ukupnih prihoda". Ovi podaci najbolje govore o porastu istraživanja za potrebe privrede, što je i uticalo na dalju promenu programa istraživanja.

U ovom dokumentu iz 1977 godine, istraživački program se definiše na osnovu Politike dugoročnog razvoja SR Srbije, i to u oblastima - energetika, hrana i sirovine. Laboratorija je tada bila angažovana na istraživanjima u oblasti klasične termoelektroenergetike, nuklearne energetike, procesne tehnike, mašinogradnje i automobilske industrije i to ne samo u Srbiji, već i u Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini, Sloveniji i Makedoniji. Laboratorija je u značajnoj meri obnovila svoju eksperimentalnu i mernu bazu, izgrađena je nova oprema za merenja na termoelektroenama i drugim termotehničkim uređajima u pogonu (aspiracioni pirometar, sonda za merenja brzine gasova u ložima kotlova, sonde za uzimanje uzoraka gasa i čestica iz ložišta kotlova, pokretni merači toplotnog fluksa u ložima, sonde za praćenje formiranja naslaga u ložima, sonde za merenje vlažnosti vazduha u sušarama i u rashladnim tornjevima i dr.). U oblasti termometrije razvijaju se primarne fiksne tačke međunarodne temperaturske skale za nacionalni etalon jedinice temperature, a u njenom primenjenom delu pun zamah dobija rad na karakterizaciji temperaturskih polja u pećima za termičku obradu metala u privredi. Organizaciono, i radi lakšeg naučnog vođenja Laboratorija je podeljena na četiri naučne oblasti: Oblast termoelektroenergetike, Oblast nuklearne energetike, Oblast procesne tehnike i Oblast merne tehnike. Ovakva naučna podela ostala je i do danas. Nosioci ovih promena bili su Lj. Jovanović, N. Afgan i Z. Zarić (u termoelektroenergetici), M. Stefanović (u procesnoj tehnici), D. Spasojević (u nuklearnoj energetici) i K. Maglić (u metrologiji) i S. Oka, načelnik Laboratorije od 1976 do 1980 (u procesnoj tehnici, visokotemperaturnim turbulentnim strujanjima i termoelektroenergetici).

Značajno je takođe napomenuti, da u ovom periodu pod rukovodstvom Dr. Zorana Zarića (kasnije izabranog za člana SANU), počinje rad na razvoju matematičkih modela za proračun strujnih i termičkih procesa. Razvoj matematičkog modeliranja turbulentnih strujanja postaje od tada stalna aktivnost Laboratorije. Tada su razvijeni modeli za proračun perjanica rashladnih tornjeva, prostiranje struje tople vode iz rashladnih sistema termoelektrana (klasičnih i nuklearnih) u rekama, jezerima i morima, i modeli za proračun toplotnog kapaciteta rečnih slivova.

U klasičnoj termoelektroenergetici istraživanja su orijentisana na eksploatacione probleme termoelektrana i sagorevanje uglja. U nuklearnoj energetici program je orijentisan na probleme uvodjenja nuklearne energetike i tehnologije i probleme eksploatacije nuklearnih elektrana i integralno planiranje nuklearnog gorivnog ciklusa. U procesnoj tehnici osnovu čine problemi sušenja poljoprivrednih proizvoda, razvoj i ispitivanje sušara, procese u fluidizovanim slojevima, pneumatski transport granuliranih i praškastih materijala, razvoj opreme za prečišćavanje gasova, proračun i ispitivanje razmenjivača toplote, rashladne tornjeve i optimizaciju hladnog kraja termoelektrana. U mnogim oblastima dolazi do pune međunarodne afirmacije Laboratorije. To se posebno ogleda u aktivnosti Z. Zarića i N. Afgana u Međunarodnom Centru za prenos toplote i mase, koji svake godine organizuje simpozijume iz različitih oblasti prostiranja toplote. Afirmacija Laboratorije u istraživanjima turbulentnih strujanja (Z. Zarić) i dvofaznim tokovima (N. Afgan) predstavljaju osnovu za intenzivnu međunarodnu saradnju. I u oblasti metrologije dolazi do pune međunarodne afirmacije. Laboratorija je u periodu 1976-78. dala predsednika Evropskog termofizičkog organizacionog komiteta i veoma uspešno organizovala 6. Evropsku konferenciju o termofizičkim osobinama materijala, 1978. godine u Dubrovniku. 1979 godine započinje i veliki međunarodni poduhvat standardizovanja metoda za termofizičku karakterizaciju (K. Maglić).

Impresivan je spisak privrednih organizacija sa kojima Laboratorija ima saradnju: Elektroprivreda Srbije, ali i Elektroprivrede drugih republika SFRJ, Savezni Zavod za mere i dragocene metale, CER ^ačak, Fabrika vagona u Kraljevu, JUGEL, sve termoelektreane u Srbiji, Rudarsko-energetski Kombinat Obilić na Kosovu, Fabrika "21 maj" u Rakovici, Fabrika "Soko" u Mostaru, MINEL Beograd, Fabrika automobilskih hladnjaka Ikarus, Beograd, i druge.

U ovom periodu počinje i potpuno novi program istraživanja za potrebe JNA (K. Maglić, S. Oka, P. Pavlović). Saradnja sa JNA predstavlja značajnu prekretnicu u razvoju Laboratorije, što je poslužio i za formulaciju novog pristupa istraživanjima. Saradnja sa JNA dala je priliku za:

- usvajanje metodologije izrade programa istraživanja na osnovu detaljnih i sveobuhvatnih analiza i pregleda literature, i
- novog pristupa planiranju dugoročnih istraživanja, sa predviđanjem broja istraživača, materijalnih troškova i striktnih rokova završetka pojedinih faza i celokupnog istraživanja,
- otvaranje istraživačkog programa u oblasti visokih temperatura, visokih toplotnih flukseva i strujanja sa sagorevanjem i hemijskim reakcijama,
- uvođenje je kontrole realizacije i verifikacije rezultata pred veoma stručnim i kritičkim auditorijumom.

Po prvi put posle izrade nuklearnog energetskog programa, Laboratorija je dobila priliku da se bavi istraživanjima koja su i u svetu bila u samom vrhu naučnog interesovanja. U program fundamentalnih istraživanja unete su potpuno nove i savremene teme: nadzvučna i okolozvučna strujanja, strujanja sa hemijskim reakcijama i česticama, ablacija materijala u dodiru sa visokotemperaturnim tokovima, tokovi sa temperaturama do 4000 K, veoma brzi procesi, reda vremena trajanja nekoliko milisekundi, tokovi jonizovanog gasa i niskotemperaturne plazme, karakterizacija anizotropnih i kompozitnih materijala na visokim temperaturama, kontaktna i beskontaktna merenja pritiska, brzina, temperatura, toplotnih flukseva i entalpije u tokovima veoma visokih temperatura i kratkotrajnih procesa.

Program istraživanja za potrebe JNA bio je začetak kasnijih istraživanja niskotemperaturne plazme, razvoja plazma generatora, plazma hemijskih reaktora i postupaka za proizvodnju ultradisperznih prahova, spaljivanja toksičnih materija i otpada, istraživanje strukture turbulencije u plamenu, primene Laser Dopler anemometrije, matematičko modeliranje turbulentnih tokova, sa hemijskim reakcijama i na visokim temperaturama i karakterizacije visokotemperaturnih materijala sa milisekundnom rezolucijom do 2300 °C itd.

Značajno kadrovska jačanje u drugoj polovini sedamdesetih godina (od 1975 do 1977 godine primljeno je 10 mladih istraživača), veliki kadrovski potencijal (skoro 70 zaposlenih, 45 istraživača, 10 doktora nauka, 15 magistara nauka), širok istraživački program i značajne veze i saradnja sa privredom uticali su da krajem sedamdesetih godina, Laboratorija promeni naziv u **Institut za termotehniku i energetiku**.

Period od kraja sedamdesetih do kraja osamdesetih godina bio je period daljeg rasta i uspeha Laboratorije, sada Instituta, i pored odlaska nekih starijih istraživača (Z. Zarić prelazi u Laboratoriju za nuklearnu energetiku, M. Studović prelazi na Mašinski fakultet u Beogradu, V. Jovašević u Savezno Ministarstvo za energetiku). Prihod od saradnje sa privredom dostigao je 80%, Institut je i dalje kadrovski jačao. Nova generacija istraživača preuzela je glavni teret (G. Kanevče, P. Radulović, J. Jovanović, D. Milojević, J. Riznić, N. Perović, P. Pavlović, S. Šikmanović). U ovom periodu načelnici Laboratorije su bili Lj. Jovanović 1981-1986 i M. Stefanović 1987-1990.

U oblasti energetike i procesne tehnike realizuje se niz novih istraživačko-razvojnih programa: Razvoj ložišta i kotlova sa fluidizovanim slojem, Razvoj sistema za potpalu kotlova ugljenim prahom, Razvoj sušara sa recirkulacijom i smanjenom potrošnjom energije, Razvoj metoda za procenu preostalog radnog veka metala ugrađenog u kotlove termoelektrana, Razvoj tehnologija i opreme za efikasno sagorevanje niskovrednih čvrstih goriva, Ekspertski sistemi za praćenje formiranja naslaga u kotlovima i praćenje položaja plamena.

U oblasti nuklearne energetike istraživanja su se odvijala kroz tri osnovne komplementarne programski odvojene celine. Prva, program osvajanja tehnoloških faza nuklearnog gorivog ciklusa, koja je na nivou Jugoslavije koordinirana od strane zajednice nuklearnih instituta (NUKLIN). Druga, koju je činio program planiranja aktivnosti i pripreme podloga za gradnju prve nuklearne elektrane u elektroenergetskom sistemu Srbije, a koja je koordinirana od strane sektora za razvoj elektroprivrede Srbije, bila je vezana za probleme analize i procene sigurnosti nuklearnih elektrana, pri čemu je posebna pažnja bila posvećena sigurnosnim kriterijumima i uslovima za izbor lokacije nuklearnih elektrana. Treća, koju je činio program osnovnih istraživanja, predstavljala je naučno-stručne podloge za rad na prve dve programske celine, i obuhvatala je proučavanje toplotno-fizičkih pojava koje su izazivale, nosile ili pratile potencijalne udese na nuklearnim elektranama. Ova celina bila je koordinirana od strane Samoupravne interesne zajednice nauke Srbije. Naalost, rad na ovim programima bio je prekinut krajem 80-ih godina, neposredno pre početka tehnološke realizacije prve faze.

U oblasti metrologije paralelno sa radom na proširivanju mernih mogućnosti ka što višim temperaturama, povećanju tačnosti merenja, učešću u međunarodnim programima oformljenja i karakterizacije standardnih referentnih materijala, radom za vojni program, odvijao se rad na dvotomnoj seriji referentnih knjiga "Kompendijum metoda za merenje termofizičkih osobina materijala" (ukupno preko 1400 str.), koji je pored uređivača i autora (dr K. Maglić, Vinča, dr A. Cezairliyan, NIST Vašington i dr V. E. Peletski, IVTAN Moskva), uključio više od trideset vodećih svetskih eksperata za pojedine merne metode iz sedam zemalja Evrope i Severne Amerike. Rad je završen 1992. god. izdanjem drugog toma: "Preporučene metode i merni postupci", od izdavača Plenum Press u Njujorku.

Institut za termotehniku i energetiku u tom periodu definitivno postaje najznačajnija naučno-istraživačka organizacija u zemlji u oblasti termoenergetike i termotehnike, sa jasnim opredeljenjem da se ostvari potpuni lanac istraživanja - fundamentalna, primenjena i razvojna istraživanja, praćena gradnjom i ispitivanjem pilot postrojenja i

gradnjom demonstracionih i industrijskih postrojenja radi overe novih tehnologija i opreme. Najveći deo istraživača Instituta angažovan je na razvoju savremenih tehnologija i opreme.

Istovremeno se i dalje vodi politika obrazovanja kadrova, završavanje magistarskih i doktorskih disertacija i kraćim i dužim boravcima u najčuvanijim laboratorijama u svetu (Univerziteti: Karlsruhe, Aachen, Erlangen u Nemačkoj, Chalmers u Geteborgu, Švedska, Purdue SAD, Talin SSSR, Instituti: Teplofiziki SO AN SSSR u Novosibirsku, Institut teplo i masoobmena u Minsku, Institut visokih temperatura AN SSSR u Moskvi, Institut problema energetike u Viljnusu, NIST Washington, KFA Julich, i dr.).

U punom naponu snage i međunarodne afirmacije, sa veoma kvalitetnim kadrom, savremenim programom, relativno savremenom opremom i tesno povezana sa privredom Jugoslavije, Laboratorija za termotehniku je dočekala i preživela krizni period od 1990 do 1997 godine. Ali ne bez gubitaka i značajnih promena.

U toku 1988 do 1990 u inostranstvo odlazi niz kvalitetnih istraživača srednje i mlađe generacije (magistri S. Nešić, M. Matović, M. Josipović, G. Šorak, I. Milosavljević, M. Vrhovac, Z. Stošić i doktori nauka M. Trifunović, P. Radulović, J. Jovanović, D. Milojević, J. Riznić, G. Kanevče). Svi su oni u inostranstvu doktorirali, postali profesori i u mnogim institutima rukovode većim istraživačkim timovima. D. Milojević je rukovodilac razvoja u firmi Flekt, J. Jovanović rukovodilac istraživanja turbulencije u Erlangenu, P. Radulović rukovodi istraživanjima sagorevanja uglja na univerzitetu Provo, Utah, USA, G. Kanevče izabran za profesora na Mašinskom fakultetu u Bitolju. Da su ostali u Institutu ove dve generacije istraživača bile bi glavni nosioci istraživanja.

Ekonomska, finansijska, i politička kriza, kao i raspad Jugoslavije je drastično uticao na položaj i dalju politiku istraživanja u Institutu. U jeku opštih promena laboratorija menja naziv ponovo u **Laboratorija za termotehniku i energetiku**. Saradnja sa privredom je prekinuta u roku od dve godine. Već u 1990 godini prihodi od privrede pali su praktično na nulu, a finansiranje istraživanja vrši se samo od sredstava iz fondova, odnosno budžeta. Promenjena je politika finansiranja naučno-istraživačkog rada. Ministarstvo za nauku od 1991 godine, finansira uglavnom samo osnovna i primenjena istraživanja. Projekti tehnološkog razvoja se finansiraju ukupno manjim sredstvima, raspoređenim na veliki broj malih projekata. Uslovi za finansiranje istraživača i projekata se zaoštravaju, oslanjajući se samo na objavljivanje rezultata istraživanja u inostranim časopisima.

I u ovako izmenjenim i oštrim uslovima finansiranja, Laboratorija je uspela da obezbedi uslove za preživljavanje, do boljih vremena. Još jednom se u istoriji laboratorije potvrdila ispravnost politike negovanja fundamentalnih istraživanja, podsticanja izrade magistarskih i doktorskih radova, publikovanja rezultata u domaćim i inostranim časopisima i stalnog podmladjivanja istraživačkog kadra. Na Konkursu Ministarstva za nauku i tehnologiju Srbije, svi istraživači Laboratorije zadovoljili su nove, oštre kriterijume Ministarstva, svi predloženi projekti fundamentalnih i primenjenih istraživanja su prihvaćeni i obezbeđeno je skromno, ali stabilno, finansiranje za period 1991-1995. Sličan nivo finansiranja obezbeđen je i u periodu 1996-2000. U ovom periodu načelnik laboratorije je bio Lj. Jovanović 1991-1997, a njega krajem 1997 zamenjuje P. Stefanović, koji pripada četvrtoj generaciji istraživača poniklih u Laboratoriji.

Medjutim, i pored toga što je i u laboratoriji ostao značajan broj istraživača koji su činili stvaralačko istraživačko jezgro Laboratorije, i kadar podmladjen, period 1991-1995 i naredni period su periodi veoma teških uslova za minimalno održavanje obima i kvaliteta naučnog rada. Finansiranje iz budžeta obezbeđuje samo veoma skromne lične dohodke istraživača, i egzistencijalne materijalne troškove. Nema sredstava ni za osnovno održavanje, a pogotovo ne za osavremenjavanje eksperimentalne i merne opreme, nema sredstava za nabavku nove savremene merne opreme, nema sredstava za naučnu literaturu, međunarodna saradnja je iz političkih i ekonomskih razloga svedena na minimum, nema mogućnosti za učešće u međunarodnim projektima, saradnja sa privredom je minimalna. Iskusni naučni kadar postaje sve stariji, a postoji opasnost da mladi istraživači odu u inostranstvo, čim steknu naučnu afirmaciju.

I pored ovako teških uslova rada, zavidan nivo istraživanja u Laboratoriji omogućio je da se značajan broj radova u ovom periodu objavi u međunarodnim časopisima i na međunarodnim konferencijama, pokrenut je časopis međunarodnog značaja **THERMAL SCIENCE** koji se štampa na engleskom jeziku, naučna saradnja sa nekim Univerzitetima u inostranstvu se obnavlja (Erlangen, Novosibirsk, Aachen, Pariz), a obnavlja se saradnja i sa Međunarodnom Agencijom za energiju (IEA) zemalja OECD-a i pokreće saradnja sa naučnim institucijama u Italiji, Rumunji i Makedoniji. Postignuti su značajni rezultati u kompjuterizaciji Laboratorije. U termoenergetici značajno je razvijeno matematičko modeliranje termičkih i strujnih procesa, pre svega na visokim temperaturama, sa sagorevanjem i sa česticama, razvijeni su i ugrađeni ekspertski sistemi u neke termoelektrane. U okviru plazma tehnologija, razvijeni su postupci za proizvodnju ultradisperznih prahova. U oblasti nuklearne energetike istraživanja su svedena na program osnovnih istraživanja, koji obuhvata probleme sigurnosti i pouzdanosti korišćenja nuklearne energije i naravno, praćenje i analizu pogonske sigurnosti nuklearnih elektrana lociranih u neposrednom okruženju naše zemlje. U metrologiji je obrađen veći broj grupa materijala, uključujući i kompleks visokotemperaturnih metala (W, Nb, Mo, Ti, V), ranije razvijena impulsna kalorimetrija ušla je u svoju punu zrelost. U termometriji dat je značajan doprinos realizovanju novog međunarodnog etalona, naročito njegovom proširenju na oblast pirometrije. Ovlašćena metrološka laboratorija za termometriju ostvaruje rastući stepen saradnje sa privrednim subjektima, zahvaljujući u prvom redu uvođenju sistema kvaliteta prema standardima JUS/ISO 9000.

U Laboratoriji je u ovom periodu objavljeno više monografija, od kojih su dve dobile Oktobarske nagrade grada Beograda u 1994 i 1996 godini, a mladi sardnici Laboratorije završili su i odbranili na fakultetima u zemlji 5 doktorskih i 5 magistarskih radova.

U narednom periodu pred Laboratorijom se nalazi niz veoma složenih zadataka u definisanju novog programa i orijentacije istraživanja, promena sadržaja i karaktera istraživanja, saglasno promenama u svetu i ekonomskoj situaciji i promenama u strukturi privrede. Dosadašnja orijentacija na razvoj tehnologija i opreme, mora pretrpeti promene u pravcu veće zastupljenosti: problema eksploatacije opreme i sistema, upravljanja sistemima i opremom, povećanja efikasnosti rada postrojenja, racionalizacije potrošnje energije u hemijskoj, procesnoj industriji i poljorivredi, zaštite okoline, uvođenja računara u vođenje procesa, ekspertskih sistema, razvoja i primene matematičkih modela za proračun složenih procesa u energetske i procesne opreme i matematičkih modela za analizu i optimizaciju energetskih i proizvodnih sistema. U sistemima za proizvodnju energije preovladjujuće sistemi sagorevanja pod pritiskom, i u fluidizovanim slojevima, kombinovana proizvodnja toplotne i električne energije i kombinovani parno-gasni ciklusi, sagorevanje biomase i otpada, zatvoreni sistemi u ekološkom pogledu, kontrolom svih zagadjivača u gasnom, tečnom i čvrstom stanju i uz maksimalno iskorišćenje otpadne topline. Ovim ciljevima treba usmeriti i prilagoditi fundamentalna istraživanja, razvoj matematičkih metoda i merne opreme.

U svim ovim tehnologijama presudno mesto imaće znanja, podaci i metode analize termičkih i strujnih procesa, u širokom opsegu temperatura, brzina strujanja i toplotnih flukseva. Značaj istraživanja u oblasti prostiranja topline i materije može samo da raste, čime je obezbeđena budućnost Laboratorije.

1.2. Doprinos Laboratorije za termotehniku i energetiku razvoju nauke u nas

U toku svog 40-to godišnjeg razvoja Laboratorija za termotehniku i energetiku je postala, i u bivšoj Jugoslaviji, a pogotovo danas, najveća naučnoistraživačka organizacija u oblasti termonergetike, termotehnike i procesne tehnike u zemlji. Laboratorija uživa visok međunarodni ugled, što se ogleda ne samo u broju radova objavljenih u inostranstvu, već i u njenoj intenzivnoj međunarodnoj saradnji sa poznatim Univerzitetima i institutima u svetu. Ugled i doprinos Laboratorije našoj nauci izražen je i u njenom savremenom pristupu istraživanjima i savremenom istraživačkom programu. Prvi put je u nas formirana naučno-istraživačka organizacija u oblasti strujanja, prostiranja topline i materije. U Laboratoriji je tokom celog perioda insistirano na eksperimentalnom radu, formirana je značajna eksperimentalna baza za istraživanja u oblasti turbulentnih strujanja, dvofaznog toka, sušenja, sagorevanja uglja i gasa i za određivanje termofizičkih osobina materijala i u oblasti metrologije temperature, jedinstvena u zemlji i na zavidnom međunarodnom nivou. Bez preterivanja i bez lažne skromnosti može se tvrditi:

- Za oblast prenosa topline i materije, Laboratorija je *de facto*, postala naučna i eksperimentalna baza praktično svih univerziteta u Srbiji, a posebno Mašinskog fakulteta u Beogradu. U njoj se realizuje veliki broj diplomskih, magistarskih i doktorskih radova, studenata iz cele Jugoslavije, pod rukovodstvom saradnika Laboratorije.
- Po prvi put se u nas u oblasti termotehnike, termonergetike i procesne tehnike insistira na potpunom lancu istraživanja, od fundamentalnih, primenjenih i razvojnih do ispitivanja pilot-postrojenja i demonstracionih postrojenja, kao jedino mogućem putu za sopstveni razvoj tehnologija i opreme. U Laboratoriji su začeta prva istraživanja u nas strujanja dvofaznih tokova voda-para, turbulentnih strujanja i fundamentalna istraživanja sušenja poljoprivrednih proizvoda, sagorevanja uglja, razvoj plazma generatora i plazma hemijskih procesa.
- U Laboratoriji je na vreme još sredinom sedamdesetih godina, uočen značaj matematičkog modeliranja u izučavanju procesa u realnim uslovima, i razvijani matematički modeli zasnovani na modelima turbulencije, da bi danas matematičko modeliranje pratilo svako eksperimentalno istraživanje.
- U Laboratoriji je samostalno razvijen niz savremenih metoda, tehnologija, opreme: konvektivne sušare za zrno sa smanjenom potrošnjom energije, sušare za razne poljoprivredne proizvode, kotlovi i ložišta sa sagorevanjem u fluidizovanom sloju, sistemi za potpalu energetskih kotlova gorionicima na ugljeni prah, gorionici za ugljeni prah sa smanjenom emisijom NO_x, metode analize sigurnosti nuklearnih elektrana, ekspertski sistemi za kontrolu rada kotlova na ugalj, matematički modeli za proračun turbulentnih strujanja na visokim temperaturama i sa hemijskim reakcijama, plazmahemijski reaktori za proizvodnju ultradisperznih prahova, fiksne tačke temperaturske skale, metode za određivanje termofizičkih osobina materijala u širokom opsegu osobina, temperatura i materijala, i mnogo drugog.
- Saradnici Laboratorije su 1964 godine bili inicijatori osnivanja Jugoslovenskog društva termičara, i redovnog organizovanja Simpozijuma termičara i inicijatori izdavanja časopisa Termotehnika i Thermal Science. U sklopu ovih aktivnosti Laboratorija je jedan od osnivača Međunarodnog centra za prenos topline i mase, čije je sedište do raspada Jugoslavije bilo u Institutu za nuklearne nauke u Vinči.
- Na sličan način kao i kod osnivanja Jugoslovenskog društva termičara, iz Laboratorije je potekla i vođena akcija za osnivanje Međunarodnog centra za prenos topline i mase (1968), bez dvojbe najznačajnije međunarodne organizacije u ovoj naučnoj i tehnološkoj oblasti tokom protekle četvrtine veka. Pored izuzetno značajne funkcije naučnog mosta između istoka i zapada, ova institucija, čije je sedište do raspada Jugoslavije bilo u Institutu za nuklearne nauke u Vinči, organizovala je i realizovala veliki broj međunarodnih seminara,

simpozijuma i letnjih škola iz najrazličitijih podoblasti prenosa toplote i materije, kao i studijskih misija za potrebe UNESCO-a i značajno je doprinela ucrtavanju Vinče i Jugoslavije u naučnu mapu sveta.

- Na kraju, treba navesti i podatak koji može ilustrovati doprinos Laboratorije Institutu, da su od 12 oktobarskih nagrada koje je Institut u Vinči dobio tokom cele svoje istorije, 5 dobili saradnici Laboratorije za termotehniku i energetiku. Zoran Zarić 1972, Naim Afgan 1976, Oka Simeon sa grupom saradnika (Lj. Jovanović, B. Grubor, B. Arsić, D. Dakić, M. Urošević, I. Kovačević) 1986, Oka Simeon 1996, Kosta Maglić sa grupom saradnika (N. Perović, A. Stanimirović, G. Danković, Lj. Zeković) 1996.

1.3. Stručne i naučne aktivnosti Laboratorije na širem planu

Saradnja sa naučnim institucijama u zemlji i inostranstvu

Važna karakteristika istraživačke aktivnosti Laboratorije su veoma tesne veze sa naučnim institucijama u zemlji i u inostranstvu. Prilikom predlaganja većih istraživačkih projekata Laboratorija je uvek pozivala na saradnju druge naučne institucije u zemlji, pre svega Mašinski fakultet u Beogradu, ali i Tehnološko-metalurški fakultet, Poljoprivredni, Rudarski i Šumarski fakultet u Beogradu i Rudarski institut u Zemunu. Intenzivna je bila saradnja sa Energoinvestom iz Sarajeva (Institutom za termotehniku i nuklearnu tehniku) i Institutom Jožef Štefan iz Ljubljane. Posebno je negovana saradnja sa Mašinskim fakultetom u Skopju i Bitolju, koja je nastavljena i posle raspada Jugoslavije.

Osim saradnje na realizaciji projekata, istraživači Laboratorije su bili rukovodioci izrade i mentori više desetina diplomskih radova, magistarskih i doktorskih teza studenata i asistenata Mašinskog fakulteta u Beogradu, ali i mnogih magistarskih i doktorskih teza saradnika Tehničkog fakulteta u Novom Sadu, Mašinskog fakulteta u Nišu, Skopju i Bitolju. Mnogi saradnici Laboratorije birani su za asistente, docente i profesore na fakultetima. Z. Zarić je držao predavanja na Mašinskom fakultetu u Kragujevcu, N. Afgan na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu i Mašinskom fakultetu u Zagrebu, S. Oka na Saobraćajnom fakultetu i na postdiplomskim studijama na Mašinskom fakultetu u Beogradu, Lj. Jovanović na Fakultetu organizacionih nauka u Beogradu, K. Maglić na Fizičkom fakultetu u Beogradu, D. Spasojević na Tehnološkom fakultetu u Boru, P. Radovanović na Mašinskom fakultetu u Banja Luci. Saradnici laboratorije organizovali su specijalan postdiplomski kurs iz Merenja na mašinskom Fakultetu u Skopju.

Više saradnika Laboratorije otišlo je za stalno na fakultete u zemlji i izabrano za profesore: M. Novaković na Tehnološki fakultet u Novom Sadu (1972), M. Ristić (1971) i M. Studović (1976) na Mašinski fakultet u Beogradu, G. Kanevče i Lj. Kanevče na Tehnički fakultet u Bitolju (1985 i 1993), V. Pavasović na Poljoprivredni fakultet u Zemunu (1981). Laboratorija ima dugoročnu, obostrano korisnu saradnju sa mnogim Univerzitetima u inostranstvu. Posebno treba istaći saradnju sa Imperial College-om u Londonu, Univerzitetima u Karlsruhe-u, Aachenu i Erlangenu i Talinu i Geteborgu, Institutima u Novosibirsku, Moskvi, Minsku, Vilnusu. Sa ovim inostranim institucijama, pored razmene istraživača realizovana su i mnoga zajednička istraživanja. Posebno treba istaći zajednička istraživanja turbulencije sa Univerzitetom u Erlangenu i Institutom u Novosibirsku, istraživanja sagorevanja u fluidizovanom sloju sa Univerzitetom u Aachenu, istraživanja plazma generatora i plazma tehnologija za Institutima u Novosibirsku i Minsku, istraživanja sušenja sa Institutom u Minsku, i zajednički rad u oblasti metrologije sa Purdue Univerzity SAD, Institutom visokih temperatura AN SSSR u Moskvi, NIST u Washingtonu, KFA u Julichu, IAEA u Beču i dr. Najznačajniji vid međunarodne aktivnosti Laboratorije bilo je osnivanje Međunarodnog centra za prenos toplote i mase (International Centre for Heat and Mass Transfer-ICHMT).

Osnivanje Jugoslovenskog društva termičara i Međunarodnog centra za prenos toplote i mase (ICHMT)

Ideja formiranja Jugoslovenskog društva termičara nastala je u Laboratoriji za termotehniku reaktora u Vinči početkom šezdesetih godina, u prvom redu akcijom mladog i ambicioznog načelnika Laboratorije prof. dr Miodraga Novakovića, koji je preuzeo ovu novu Laboratoriju posle povratka sa doktorskih studija u Engleskoj 1961, organizovao prve poslediplomske studije iz termotehnike reaktora na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu i pokrenuo akciju afirmisanja oblasti prenosa toplote i mase u zemlji. On je okupio inicijativnu grupu koju su činili ugledni profesori termodinamike i stručnjaci iz termoenergetike iz predratnog i posleratnog perioda, Fran Bošnjaković, Dušan Veličković, Đordje Fišer, Haralampije Fukara i Teogor Gregorić. Oslanjajući se na postojeći kadar stručnjaka u zemlji, elektroprivredi u prvom redu, i na veliku grupu mladih mašinskih inženjera i inženjera tehničke fizike u Laboratoriji, u jesen 1962 osnovano je Jugoslovensko društvo termičara. U Laboratoriji je već naredne godine pripremljen I Simpozijum termičara Jugoslavije, koji je sa puno uspeha održan u leto 1963 u Herceg Novom. U dve naredne godine usledila su dva sledeća, II i III Simpozijum termičara Jugoslavije, koji su održani u Zagrebu i Sarajevu.

Uparedo sa ovim aktivnostima, koje su se bile proširile u druge republičke centre, u Vinči, predvodjena starijom istraživačkom generacijom koju su činili Predrag Anastasijević, Zoran Zarić i Naim Afgan, uz svesrdnu pomoć akademika Dušana Veličkovića, predsednika JDТ, započinje priprema prvog međunarodnog skupa JDТ. U leto 1968 u Herceg Novom održan je prvi i veoma uspešan seminar iz oblasti prenosa toplote i mase, pod naslovom "Prenos toplote i mase u graničnom sloju". Sa ovog skupa potekla je inicijativa za stvaranje Međunarodnog centra za prenos toplote i mase (International Center for Heat and Mass Transfer), koji je ubrzo i obrazovan sa sedištem u Jugoslaviji, kadrovski, organizaciono i materijalno lociran u Laboratoriji u Vinči.

Međunarodni centar za prenos toplote i mase je nesumnjivo predstavljao najznačajniji međunarodni

naučni forum koji je ikad u toliko dugom periodu i sa toliko međunarodnog uticaja operisao na našem prostoru. Centar je održavao svoje skupove po tri godine u Herceg Novom i Trogiru a potom je prešao u Dubrovnik. Od osnivanja do 1990. kada je preseljen iz Jugoslavije, održao je 41, što međunarodnih seminara, simpozijuma ili konferencija, često praćenih letnjom školom po određenoj u`oj stručnoj tematici koja je prethodila seminaru. Teme skupova su se stalno menjale, dovodeći svake godine novu grupu iz nove stručne i naučne podoblasti prenosa toplote i mase, predvodjenu i okupljenu od vodećih svetskih autoriteta. Brojni zbornici radova i neke referentne knjige koje su izdavali Pergamon Press, Scripta Books, John Wiley & Son, Hemisphere Publishing Corp. i Springer Verlag, trajni su tragovi uspešnosti delovanja Centra.

Pored svetske klime kojoj je Centar pogodio kao most između nauke istoka i zapada, najveću zaslugu za njegovo stvaranje, njegovu ugradnju u UNESCO, širenje i postajanje jednog od najznačajnijih međunarodnih naučnih i stručnih organizacija u svetu imaju pok. akademik Zoran Zarić i profesor Naim Afgan, generalni i naučni sekretari Centra. U pojedinim fazama uspešnom organizacionom funkcionisanju Centra dali su doprinos mlađji saradnici Laboratorije, P. Kulund`ić, K. Maglić i J. Riznić.

Za jugoslovensku nauku u oblasti prenosa toplote i mase, skupovi Centra bili su prilika za upoznavanje sa svetskom naukom i najnovijim istra`ivanjima u svojoj zemlji, mesto sretanja sa vodećim naučnicima iz prvih svetskih naučnih i obrazovnih institucija, pa i mesto za afirmaciju, kao suorganizatori pojedinih naučnih manifestacija. Brojni susreti koji su rezultirali u uspešnim međunarodnim saradnjama ostvareni su na skupovima ICHMT. Gubitak Centra preseljenjem u Tursku 1990 predstavlja nenadoknadiv gubitak i za našu zemlju uopšte i za njenu nauku.

Posle zastoja u aktivnostima JDT zbog anga`ovanja na međunarodnom planu, održavanje simpozijuma termičara Jugoslavije obnovljeno je novom serijom, započetom IV simpozijumom 1974 u Beogradu, potom V u Zagrebu, VI u Sarajevu, VII na Bledu i VIII u Ohridu. Rad Društva nastavljen je u SRJ 1993 skupovima YU-TERM 93 u Beogradu i YU-TERM 97 na Zlatiboru. Iako je još prvim Statutom JDT bilo predviđeno mnogo različitih aktivnosti, pre svega usmerenih ka dizanju naučnog i stručnog nivoa u ovoj oblasti u privredi, Društvo je ostalo najvećim delom svojih delatnosti vezano za svoje skupove i istra`ivačke institute i visokoškolske obrazovne institucije. Tu su postignuti i najveći rezultati. Veliku zaslugu u ovom razvoju ima časopis "Termotehnika", iniciran 1974, takodje uređivan u termotehničkoj Laboratoriji u Vinči, čiji je glavni i odgovorni urednik dr Ljubomir Jovanović. Iz "Termotehnike" iznedrio se poslednjih godina međunarodni izdanak, časopis "Thermal Science" čiji urednik je prof. dr Simeon Oka, postavljen prema svim kriterijuma međunarodnih časopisa i koji lagano stiče svoju međunarodnu reputaciju. Treba na kraju dodati da su iz Laboratorije unapredjenju Jugoslovenskog društva termičara, pored njegovog osnivača Miodraga Novakovića, doprinos dali generalni sekretari u periodu 1965-1971 pok. Predrag Anastasijević i 1971-1981 Kosta Maglić.