

Univerzitet u Beogradu

Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju

Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju - IHTM

Na osnovu člana 22. Statuta Univerziteta u Beogradu – Instituta za hemiju, tehnologiju i metalurgiju – Instituta od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, i dobijene preporuke Naučnog veća IHTM (br. odluke 534 na sednici održanoj 15.05.2024.), Direktorka Instituta donosi dokument:

Strategija razvoja IHTM

Za period 2024 – 2028



Direktorka IHTM

Dr Jasmina Stevanović

IHTM izražava zahvalnost ekspertskom timu SAIGE projekta i konsultantima iz IPMA-Srbija za podršku tokom pripreme ovog dokumenta.

SADRŽAJ

1. Uvod	2
2. Opis delatnosti	4
2.1 Istorijat	4
2.2 Sadašnji status IHTM	6
3. Analiza eksternog okruženja	7
3.1 Analiza zakonodavnog okvira/regulative	7
4. Analiza Instituta	9
4.1 Organizacija	10
4.1.1. Organizacija istraživanja	11
4.2 Infrastruktura	18
4.3 Projekti	20
4.3.1 Međunarodni projekti	20
4.3.2 Nacionalni projekti	23
4.4 Publikovani naučni radovi	25
4.5 Saradnja	27
5. Vizija i misija Instituta	28
5.1 Vizija	28
5.2 Misija	28
5.3 Vrednosti	28
6. Strateške oblasti razvoja i ciljevi	29
6.1 Oblasti istraživanja	29
6.2 Strateške oblasti razvoja (ključni strateški ciljevi)	31

1. UVOD

Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju (IHTM) je zahvaljujući rezultatima koje su postigli zaposleni u oblasti naučnog i istraživačkog rada zauzeo jedno od vodećih mesto u naučnoj zajednici, i predstavlja referentnu naučnu ustanovu u oblasti hemije i pratećih tehnologija. Renome koji ima Institut prepoznala je akademska zajednica i IHTM je postao član Univerziteta u Beogradu, ali i državne institucije, pa je dobio status Instituta od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju. Hemija ima izuzetno važan uticaj u svim segmentima savremenog života – od razvoja novih materijala za potrebe industrije, biotehnoloških rešenja za potrebe proizvodnje hrane i rešavanja problema u životnoj sredini do razvoja novih lekova i drugih sredstava u medicini. Iz tog razloga, strateški cilj IHTM-a je stvaranje vrhunskih dostignuća u oblasti hemijskih nauka i njima pridruženih tehnologija sa ciljem sticanja i širenja znanja u korist društva kao celine, kroz osnovna, razvojna i primenjena istraživanja, učešće u visokom obrazovanju i doprinos razvoju i širenju visokih tehnologija na nacionalnom i međunarodnom nivou. IHTM je opredeljen da svoj cilj ostvari i u saradnji sa vodećim naučnim i obrazovanim nacionalnim i međunarodnim institucijama, pre svega sa matičnim fakultetima (Hemijski fakultet, Fakultet za fizičku hemiju, Tehnološko-metalurški fakultet i Elektrotehnološki fakultet) i drugim fakultetima i institutima u Srbiji i inostranstvu.

IHTM će nastaviti sa opredeljenjem da među zaposlenima ima vrhunske stručnjake u svim oblastima istraživanja za koje je akreditovan, koji će svoje aktivnosti zasnivati na zajedničkim vrednostima kao što su a) izvrsnost u nauci i istraživanju, b) promovisanje znanja i inovacija kao društvenih vrednosti, c) negovanje kulture istraživačke saradnje, d) stimulisanje širenja znanja, e) negovanje preduzetničkog duha, f) društvena odgovornost nauke, g) inkluzivnost i raznolikost i g) tradicija pouzdanog partnerstva.

Oblasti istraživanja Instituta u narednom periodu će biti:

- A. Hemija i hemijsko inženjerstvo
- B. Biotehnologija
- C. Mikroelektronika i mikroelektronske tehnologije

Za uspešno ostvarivanje strateškog cilja IHTM je odredio četiri strateška pravca razvoja:

- 1. Povećana izvrsnost (izuzetnost) istraživanja
- 2. Povećana relevantnost istraživanja [poboljšan transfer znanja i tehnologije (KnTT)]
- 3. Povećan uticaj u društvu
- 4. Osnaženi kapaciteti

Kako bi navedeni pravci razvoja bili uspešno sprovedeni sačinjena je Strategija IHTM, kao strateški dokument koji će obezbediti sistematično planiranje, sprovođenje i praćenje neophodnih aktivnosti. Strategija IHTM ima sledeće ključne segmente:

- a) Opis delatnosti
- b) Analiza eksternog okruženja
- c) Analiza Instituta
- d) Vizija i misija Instituta

- e) Strateške oblasti razvoja i ciljevi
- f) Akcioni plan
- g) Sistem praćenja i izveštavanja

Da bi strategija razvoja IHTM bila realna i utemeljena na činjenicama, svi elementi strategije razrađeni su na osnovu objektivne analize dosadašnjih rezultata i projekcije razvoja IHTM koja stoji u vezi sa dosadašnjim rezultatima rada. Svaki od navedenih elemenata je detaljno razrađen i obrazložen. U Poglavlje 2 naveden je pregled trenutne organizacione strukture Instituta i kratak opis aktivnosti kojima se Institut bavi. Kratka istorija Instituta, njegova glavna dostignuća i nedostaci u različitim fazama postojanja Instituta takođe su opisani u Poglavlje 2. U Poglavlju 3 prikazana je analiza eksternog okruženje IHTM-a u naveden je zakonski osnov za rad Instituta kao i niz specifičnih zakona i propisa kojih dodatno uređuju rad zaposlenih u Institutu. Aktuelna istraživanja, organizaciona struktura, do sada postignuti rezultati, lista međunarodnih i nacionalnih projekata i analiza vrste, ukupnog broja i distribucije projekata po godinama opisani su u Poglavlju 4. U Poglavlju 4 takođe prikazana je trenutna infrastruktura (prostor, oprema i ljudske resurse) i navedene su aktuelne potrebe za unapređenje postojeće infrastrukture. U Poglavlju 5 navodi se vizija i misija Instituta i vrednosti kojih se pridržavaju zaposleni u Institutu. Projekcije za budući razvoj, uključujući oblasti istraživanja kojima se treba baviti, strateške oblasti napretka, specifične ciljeve i akcioni plan za budućnost navedene su u Poglavlju 6.

Ova strategija se radi za period do pet godina.

2. OPIS DELATNOSTI

Osnovna delatnost Instituta za hemiju, tehnologiju i metalurgiju – Instituta od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju (IHTM) je istraživanje i razvoj u širokoj oblasti hemijskih nauka i njima pridruženih tehnologija. U Institutu se realizuju osnovna i primenjena istraživanja i eksperimentalni razvoj u oblasti prirodno-matematičkih i tehničko-tehnoloških nauka, odnosno u oblasti hemije, fizičke hemije, geonauka, nauke o zaštiti životne sredine, materijala i hemijskih tehnologija, elektrotehničkog inženjerstva i inženjerstva zaštite životne sredine. Najvažnije naučne discipline koje su zastupljene u Institutu su: organska i neorganska hemija, biohemija, elektrohemija, kataliza, medicinska hemija, analitička hemija, hemija životne sredine, teorijska hemija, mikrobiologija, ekologija, nauka o materijalima, hemijsko inženjerstvo, mikroelektronske i mikrosistemske tehnologije, kao i nanotehnologije.

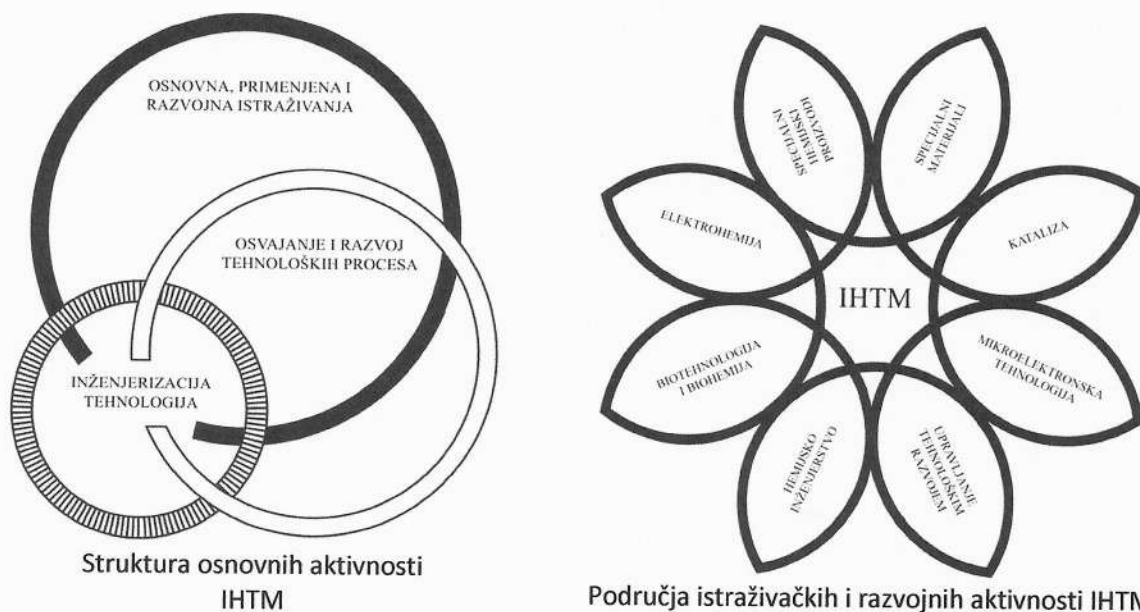
U skladu sa zakonom kojim se uređuje oblast visokog obrazovanja i sistem nauke i istraživanja u Republici Srbiji, istraživači Instituta učestvuju u realizaciji studijskih programa master i doktorskih akademskih studija sa srodnim visokoškolskim ustanovama, u oblastima nauke za koje je Institut akreditovan, ali i drugim oblicima neformalnog obrazovanja kao što je organizovanje seminara. Institut je preko izabраниh predstavnika zastupljen i u upravljačkim organima Univerziteta u Beogradu kome pripada. Osim toga, važan segment rada u Institutu je i organizacija naučnih skupova i javnih predavanja kojima se afirmiše nauka. Mnogi saradnici Instituta su angažovani u organizaciji rada naučnih udruženja, a u znatnoj meri i u radnim telima državnih organa zaduženih za upravljanje naučnom strategijom. U manjem obimu je zastupljena i izdavačka delatnost Instituta u obliku publikovanja monografija.

2.1 ISTORIJAT

Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju (IHTM) osnovan je 1961. godine, odlukom Izvršnog veća NR Srbije, na inicijativu tri fakulteta Univerziteta u Beogradu (Prirodno-matematički, Tehnološko-metalurški, Farmaceutski) i četrnaest radnih organizacija sa teritorije Srbije. IHTM je nastavio tradiciju Državne hemijske laboratorije koju je 1859. godine osnovao Knez Miloš Obrenović i Hemijskog Instituta Srpske akademije nauka.

Osnovna premisa prilikom formiranja IHTM-a je bila praćenje i prenošenje naučnih i tehnoloških novina u našu sredinu. IHTM od svojih početaka do danas uspešno afirmiše nauku u osnovnim i primenjenim istraživanjima u oblastima hemije, hemijske tehnologije, materijala, metalurgije, elektronike mikroelektronskih tehnologija.

Osnivanje IHTM-a 1961. godine imalo je za cilj da Institut pokrene naučnoistraživačke i razvojne aktivnosti za potrebe hemijske industrije i metalurgije. Ovakva odluka je nastala kao rezultat saznanja da se ozbiljan napredak u razvoju hemijske i metalurške proizvodnje ne može ostvariti bez razvijenog i efikasnog naučno-istraživačkog rada, kao i da se efikasan naučnoistraživački rad ne može ostvariti bez koncentracije i specijalizacije naučnoistraživačkih kadrova i opreme u domenu hemijskih, fizičko-hemijskih, hemijsko-inženjerskih i metalurških nauka. Već u to vreme je u strategiji IHTM istaknuto da bez sistematskih osnovnih istraživanja, uvida i praćenja svetskih naučnih dostignuća ne može biti ni uspešnih primenjenih istraživanja, niti transfera znanja i tehnologija.



Slika 1. Prikaz organizacije glavnih oblasti istraživanja i istraživačke teme pri osnivanju IHTM (1961. godina).

IHTM je bio organizovan kao sistem naučno-istraživačkih jedinica, specijalizovanih za realizaciju istraživačkih i razvojnih programa.

Razvoj IHTM-a može se sagledati kroz analizu više različitih perioda:

- I. PERIOD – FAZA INTENZIVNOG RASTA (1961–1973.);
- II. PERIOD – FAZA KRIZE (1974–1981.);
- III. PERIOD – FAZA REVITALIZACIJE (1982–1990.);
- IV. PERIOD – FAZA KRIZE PROUZROKOVANA RATNIM SUKOBIMA NA TERITORIJI ex-YU (1990–2000.);
- V. PERIOD – FAZA SISTEMATSKOG PODSTICANJA OSNOVNIH ISTRAŽIVANJA (2000–2022.);
- VI. PERIOD – FAZA TRANSFORMACIJE (2022–2025.).

U fazi intenzivnog rasta došlo je do snažnog kadrovskog jačanja i organizacione stabilizacije IHTM-a, tako da je broj zaposlenih porastao od početnih 46 u 1961. godini na 402 zaposlena na početku 1973. godine, a broj istraživača od početnih 22 u 1961. godini na 206 u toku 1973. godine. U ovom periodu, status saradnika sa fakulteta osnivača u IHTM-u bio je isti kao i status zaposlenih u IHTM, i oni su činili oko 40% sastava istraživača. Većinu rukovodilaca naučnoistraživačkih jedinica činili su saradnici sa fakulteta osnivača. Istraživači IHTM-a su bili pioniri i nosioci razvoja organske hemije i hemije prirodnih proizvoda. Oni su postavili temelje budućem razvoju hemije u celini, a naročito organske hemije i to kako u smislu stvaranja uslova za savremena naučna istraživanja, tako i u školovanju kadrova, po ugledu na poznate evropske univerzitete i institute.

Faza krize došla je kao rezultat raskida osnivačkog ugovora od strane Tehnološko-metalurškog fakulteta i primene tadašnjeg Zakona o udruženom radu (ZUR) u naučnoistraživačkim jedinicama, što je dovelo do njihovog osamostaljivanja i jednim delom njihovog izlaska iz sistema IHTM.

U *periodu revitalizacije* došlo je do stabilizacije najvećeg dela naučnoistraživačkih jedinica i proširenja naučnoistraživačkog kadra koji je pokazao sposobnost za sagledavanje pravaca razvoja pojedinih istraživačkih i inženjerskih aktivnosti. Posle ukidanja ZUR-a, sistem IHTM se stabilizovao i organizaciono i kadrovski, pa tadašnja struktura IHTM predstavlja tipičnu strukturu naučnoistraživačkog instituta za rad u području visokih tehnologija i za istraživački rad orijentisan na tehnološki razvoj. Tokom ovog perioda, osim zapaženih rezultata u oblasti osnovnih istraživanja, na osnovu sopstvenih tehnoloških rešenja, realizacije osvojenih tehnologija i materijala u oblastima delatnosti, uspešno je sproveden i transfer tehnologija u odgovarajuće privredne organizacije ili u sopstvenim mikropogonima, a te aktivnosti su nažalost u narednom periodu bile znatno manje izražene. Zapaženim naučnim rezultatima treba dodati i veliki broj naučnih projekata, kreiranje novih proizvoda, novih tehnoloških postupaka, novih metoda i polu-industrijskih i industrijskih sinteza koje su realizovane u raznim preduzećima i fabrikama širom Srbije.

Tokom *ratnih sukoba* i sankcija devedesetih godina IHTM je nastavio da radi, ali pod izuzetno otežanim uslovima u periodu koji je obeležilo smanjivanje kapaciteta cele industrije u zemlji čije su se granice sužavale. Izolacija i sankcije su dodatno unazadile istraživački potencijal Instituta tokom ovog perioda zbog odliva radne snage, nemogućnosti nabavke opreme i hemikalija. Jednim delom, Institut se u ovom periodu orijentisao na nadomeštanje na tržištu onih proizvoda koji su zbog izolacije bili deficitarni. S druge strane učinjeni su naponi da se očuva naučni potencijal i baza znanja neophodna za obnovu u posleratnom periodu.

Nakon političkih promena ulaskom u novi milenijum otpočet je u zemlji proces intenzivnog podsticaja usmeravanja ka *osnovnim istraživanjima* koji u praksi i dalje traje, mada se u poslednjim godinama čine neki pokušaji angažovanja politike usmeravanja nauke u razvoj proizvodnje. Tokom ovog perioda dominirao je i objektivni nedostatak tržišta za usluge koje IHTM može da ponudi. Usled ovih kombinovanih procesa, struktura istraživanja na IHTM-u se promenila tako da su i izvori prihoda dominantno bili zasnovani na investiranju države u projekte pretežno osnovnih nauka. U ovoj oblasti IHTM je postigao zapažen napredak. Institut je 2018. godine akreditovan kao Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju.

Trenutno, IHTM je ušao u novu fazu razvoja – PERIOD TRANSFORMACIJE sa ciljem da postane moderan institut koji će svojim kapacitetima i aktivnostima biti jedan od centralnih instituta novog naučno-istraživačkog, inovacionog i preduzetničkog ekosistema Republike Srbije.

2.2 SADAŠNJI STATUS IHTM

Danas, IHTM je moderan naučni institut, koji u svom sastavu ima šest Centara, dva Centra izuzetnih vrednosti i jednu akreditovanu laboratoriju. Centri izuzetnih vrednosti su akreditovani 2014. (Centar za mikroelektronske tehnologije kao zasebna organizaciona jedinica IHTM) i 2017. (Centar za hemiju i inženjering životne sredine, u čijem radu učestvuju istraživači iz dva centra – Centra za hemiju i Centra za elektrohemiju). IHTM je 2018. godine stekao status Instituta od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, koji je obnovljen 2022. godine. Višegodišnje iskustvo u oblasti instrumentalne organske analize svrstava Centar za hemiju IHTM sa njegovom akreditovanom laboratorijom u svetski priznate centre u ovoj oblasti.

IHTM nastavlja da se bavi osnovnim i primenjenim istraživanjima u oblasti organske hemije, neorganske hemije, fizičke hemije, elektrohemije, biohemije, biotehnologije, hemije biomakromolekula, medicinske hemije, hemije životne sredine, hemije sintetičkih polimera, računarske hemije i nauke o materijalima. U sferi primenjenih istraživanja posebno se intenzivno radi na hemijskim tehnologijama i

hemijskom i metalurškom inženjerstvu, ali takođe i na srodnim tehnologijama kao što su adsorbensi, katalizatori i drugi materijali za specijalne namene, kao i na mikroelektronskim i mikrosistemskim tehnologijama i na njima zasnovanih senzora.

U periodu od 2017–2023. Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju je učestvovao u realizaciji ukupno 96 nacionalnih projekata (4 – Zeleni program saradnje nauke i privrede, 5 – IDEJE, 4 – PROMIS, 1 – COVID 19, 1 – Identiteti, 15 – Fond za inovacionu delatnost, 28 – Osnovna istraživanja MNTRS, 10 – Tehnološki razvoj MNTRS, 10 – III MNTRS, 3 – SANU, 8 – PRIZMA, 1 – Saradnja nauke i privrede, 2 – UNDP, 4 – ostalo). U istom periodu realizovan je i 61 međunarodni projekat (4 – Horizon Europe, 3 – Horizon 2020, 2 – NATO, 3 – EUREKA!, 5 – DAAD, 2 – Dijaspورا, 25 – COST i ostalo, 24 – projekti bilateralne saradnje).

U cilju poboljšanja efikasnosti i prolaznosti istraživača IHTM-a prilikom prijave na pozive za nacionalne i međunarodne projekte, kao i u cilju obezbeđivanja podrške istraživačima IHTM-a tokom realizacije projekata, Institut je 2023. godine osnovao Kancelariju za projekte i međunarodnu saradnju.

U cilju podrške aktivnostima komercijalizacije rezultata naučnog i istraživačkog rada, podsticanja preduzetništva i poslovnog povezivanja, Institut je 2023. formirao Telo za transfer tehnologije.

U skladu sa zakonom kojim se uređuje oblast visokog obrazovanja i sistem nauke i istraživanja u Republici Srbiji, Institut učestvuje u realizaciji studijskih programa na master i doktorskim akademskim studijama i programima studentske prakse sa srodnim visokoškolskim ustanovama, u oblastima nauke za koje je Institut akreditovan.

Institut u okviru svoje delatnosti može da organizuje usavršavanje, inovaciju znanja i osposobljavanje kadrova za rad u privredi, obrazovanju i nauci organizovanjem kurseva, seminara i drugih oblika usavršavanja.

3. ANALIZA EKSTERNOG OKRUŽENJA

3.1 ANALIZA ZAKONODAVNOG OKVIRA/REGULATIVE

Zakonodavni okvir relevantan za donošenje Strategije, kao i za sam rad Instituta definisan je prvenstveno Zakonom o nauci i istraživanjima („Službeni glasnik RS“, broj 49/19), Zakonom o Fondu za nauku Republike Srbije („Službeni glasnik RS“, broj 95/18) i Zakonom o inovacionoj delatnosti („Službeni glasnik RS“, broj 110/05, 18/10 i 55/13).

Pored toga, Strategija naučnog i tehnološkog razvoja Republike Srbije za period od 2021. do 2025. godine „Moć znanja“ predviđa niz mera koje će istovremeno ojačati institucije, istraživače i istraživačke timove u naučnoistraživačkom i inovacionom sistemu. Ovo željeno stanje podrazumeva da su institucije nauke i tehnološkog razvoja ojačane do nivoa da budu međunarodno prepoznatljive, osposobljene da samostalno rešavaju probleme i da odgovaraju na društvene izazove. U svrhu ostvarenja opšteg cilja Strategije, definisano je pet posebnih ciljeva i to 1) obezbeđivanje neophodnih uslova za dinamičan razvoj nauke, tehnološkog razvoja i inovacija, 2) povećanje efikasnosti korišćenja resursa naučnoistraživačkog sistema, 3) negovanje vrhunskog kvaliteta nauke i tehnološkog razvoja i jačanje konkurentnosti privrede, 4) fokusiranje istraživanja na društvene izazove i prioritete, kao i 5) jačanje međunarodne saradnje.

Zakonom o nauci i istraživanjima („Službeni glasnik RS“, broj 49/19) uređuje se sistem nauke i istraživanja u Republici Srbiji, i to planiranje i ostvarivanje opšteg interesa u nauci i istraživanju, obezbeđivanje kvaliteta i razvoja naučnoistraživačkog rada, pravni položaj instituta, osnivanje i upravljanje institutima, sticanje zvanja istraživača, institucionalno finansiranje i finansiranje drugih programa od opšteg društvenog interesa, vođenje evidencije, kao i druga pitanja od značaja za sistem nauke i istraživanja. Na osnovu člana 135. navedenog zakona zaključen je Ugovor o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO u 2023. godini.

Zakon o Fondu za nauku Republike Srbije („Službeni glasnik RS“, broj 95/18) članom 3. precizira-da se naučnoistraživačke i razvojne aktivnosti realizuju preko naučnih, tehnoloških i razvojnih programa u okviru kojih se realizuju projekti, radi ostvarivanja ciljeva sadržanih u Strategiji naučnog i tehnološkog razvoja Republike Srbije. Zakon definiše da se finansiranje projekata sprovodi tako da se obezbede konkurentnost i kvalitet rezultata, efikasnost primene istraživanja, otvorenost i dostupnost rezultata programa i projekata, kao i razvoj naučnih kadrova, integracija u međunarodne naučne i tehnološke projekte i sisteme, saradnja sa naučnom dijasporom, privrednim sektorom i uređivanje svojinskih prava na rezultatima istraživanja, zaštiti intelektualne svojine i autorskih prava, kao i zaštiti podataka.

Zakonom o inovacionoj delatnosti („Službeni glasnik RS“, br. 110/05, 18/10 i 55/13) uređuju se osnovna načela, ciljevi i organizacija primene naučnih, tehničkih i tehnoloških znanja, inventivnosti i pronalazaštva u funkciji unapređenja postojeće tehničko-tehnološku osnove, i razvoja novih i poboljšanih proizvoda, procesa i usluga, kao pokretača razvoja Republike Srbije.

Institut u svom radu primenjuje i sledeća zakonska i podzakonska akta:

1. Zakon o nauci i istraživanjima („Službeni glasnik RS“, 793/2020. od 30.07.2020.)
2. Zakon o osnovama sistema obrazovanja i vaspitanja („Sl. glasnik RS“, br. 88/2017, 27/2018 – dr. zakon, 10/2019, 27/2018 – dr. zakon, 6/2020 i 129/2021)
3. Zakon o javnim nabavkama („Sl. glasnik RS“, br. 91/2019)
4. Zakon o javnim službama („Sl. glasnik RS“, br. 42/91, 71/94, 79/2005 – dr. zakon, 81/2005 – ispr. dr. zakona, 83/2005 ispr. dr. zakona i 83/2014 – dr. zakon)
5. Zakon o zaštiti životne sredine („Sl. glasnik RS“, br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 – dr. zakon, 72/2009 – dr. zakon, 43/2011 – odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 – dr. zakon i 95/2018 – dr. zakon)
6. Zakon o obligacionim odnosima („Sl. list SFRJ, br. 29/78, 39/85, 45/89 – odluka USJ i 57/89, „Sl. list SRJ“, br. 31/93, „Sl. list SCG“ br. 1/2003 – Ustavna povelja i „Sl. glasnik“, br. 18/2020)
7. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu („Sl. glasnik RS“, br. 35/2023)
8. Zakon o privrednim društvima („Sl. glasnik RS“, br. 36/2011, 99/2011, 83/2014 – dr. zakon, 5/2015, 44/2018, 95/2018, 91/2019 i 109/2021)
9. Zakon o radu („Sl. glasnik RS“, br. 24/05, 61/05, 54/09, 32/13, 75/14, 13/17 – Odluka US, 113/17 i 95/18 – autentično tumačenje)
10. Zakon o upravljanju otpadom („Sl. glasnik RS“, br. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/2018 – dr. zakon i 35/2023)
11. Zakon o posebnim ovlašćenjima radi efikasnije zaštite prava intelektualne svojine („Sl. glasnik RS“, br. 46/2006, 104/2009 – dr. Zakoni i 129/2021)
12. Zakon o patentima („Sl. glasnik RS“, br. 99/2011, 113/2017 – dr. Zakon, 95/2018, 66/2019 i 123/2021)
13. Kodeks ponašanja u naučnoistraživačkom radu

14. Kodeks profesionalne etike Univerziteta u Beogradu
15. Statut Univerziteta u Beogradu
16. Statut IHTM
17. Pravilnik o radu IHTM-a, 407/1, od 28.04.2023.
18. Pravilnik o organizaciji i sistematizaciji poslova IHTM, 407, 28.04.2023.
19. Akt o proceni rizika na radnom mestu i radnoj okolini, 524/30.03.2021.
20. Pravilnik o bezbednosti i zdravlju na radu, 376/18.04.2023.
21. Program osposobljavanja zaposlenih za bezbedan i zdrav rad, 1476/06.11.2017.
22. Pravilnik o zaštiti od požara, 340/04.04.2023.
23. Periodična procena radnog okruženja od 01-647 NS 23.02.2021.
24. Uverenje o izvršenoj obuci za bezbedan rad pri rukovanju i korišćenju gasnih instalacija i opreme Dejan Vučetić 5997/2023 30.10.2023.
25. Imenovanje lica odgovornog za upravljanje otpadom dr Ivana Jevtić 1070/10.11.2023.
26. Uverenje o položenom ispitu savetnika za hemikalije Marko Jonović SH.2019.1570
27. Plan Instituta za hemiju, tehnologiju i metalurgiju za postizanje rodne ravnopravnosti za period 2022–2024.
28. Poslovnik o radu Naučnog veća, 10.04.2024.
29. Pravilnik o intelektualnoj svojini, 746/24.07.2023.
30. Pravilnik o otvorenoj nauci, broj 217 od 05.03.2024.
31. Pravilnik o sticanju istraživačkih i naučnih zvanja, „Sl. glasnik RS“, br. 159/2020 i 14/2023

U narednom periodu, Institut će se prilagoditi i regulativama koje će biti definisane za Inicijativu EU Chips Act, s obzirom da u svom sastavu ima Centar za mikroelektronske tehnologije koji se bavi istraživanjem i razvojem čipova.

4. ANALIZA INSTITUTA

U Institutu se realizuju osnovna i primenjena istraživanja u oblastima prirodno-matematičkih i tehničko-tehnoloških nauka i to u oblasti hemije, fizičke hemije, biohemije i biotehnologije, geonauka, nauke o zaštiti životne sredine, materijala i hemijskih tehnologija, elektrotehničkog inženjerstva i inženjerstva zaštite životne sredine. Najvažnije discipline u okviru kojih se sprovode aktivnosti su: organska, neorganska i analitička hemija, medicinska hemija, biohemija, elektrohemija, hemijska kinetika i kataliza, hemija životne sredine, primena računara u hemiji, mikrobiologija, ekologija, nauka o materijalima, mikroelektronika, mikrosistemske tehnologije, hemijsko inženjerstvo.

U Institutu se realizuju i aktivnosti u oblasti istraživanja i razvoja u svrhu komercijalizacije rezultata naučnog i istraživačkog rada i to se pre svega odnosi na usluge iz oblasti analize organskih jedinjenja prirodnog i sintetičkog porekla, uslužne sinteze organskih, neorganskih i kompleksnih jedinjenja, razvoj katalizatora, razvoja senzora za detekciju jedinjenja i biomolekula, zatim na razvoj, projektovanje i realizaciju senzora i mernih instrumenata zasnovanih na strukturama izrađenim mikroelektronskim i mikrosistemskim (MEMS) tehnologijama, a koji su namenjeni merenju fizičkih parametara industrijskih procesa, detekciji hemijskih

supstanci, biomolekula i bioloških agenasa, merenju parametara zagađenja životne sredine, praćenju fiziološkog stanja organizma, kontroli ispravnosti hrane i dr., kao i na razvoj, projektovanje i realizaciju mikrofluidičkih platformi i struktura baziranih na MEMS tehnologijama za primenu u oblastima hemije, biohemije, biologije i medicine.

Od 2019. Institut uvodi repozitorijum za deponovanje radova i istraživačkih podataka (CeR: <https://cer.ihtm.bg.ac.rs/>), a u skladu sa Platformom o Otvorenoj nauci Ministarstva nauke (<https://prosveta.gov.rs/wp-content/uploads/2018/07/Platforma-za-otvorenu-nauku.pdf>) kao i Platformom o otvorenoj nauci Univerziteta u Beogradu (https://bg.ac.rs/files/sr/vesti/Platforma_za_otvorenu_nauku_UB.pdf). Repozitorijum ima za cilj da omogućiti otvoreni pristup publikacijama i drugim rezultatima projekata koji se realizuju u IHTM-u.

Danas, IHTM je moderan naučni institut koji u svom sastavu ima šest centara, dva Centra izuzetnih vrednosti i jednu akreditovanu laboratoriju. Centri izuzetnih vrednosti su akreditovani 2014. (Centar za mikroelektronske tehnologije) i 2016. (Centar za hemiju i inženjering životne sredine). IHTM je 2018. godine stekao status Instituta od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, koji je obnovljen 2022. godine.

4.1 ORGANIZACIJA

U okviru većih centara su prema oblastima istraživanja i užoj specijalizaciji definisane i uspostavljene istraživačke grupe i laboratorije, a dodatno su istraživači u okviru i između centara podeljeni i organizovani u manje formalne i vremenski promenljive istraživačke grupe i projektne timove. Trenutno uređenje i organizacija IHTM se uopšteno može predstaviti sledećom organizacionom šemom:



Slika 2. Organizaciona šema IHTM

Istraživačkim grupama i laboratorijama formalno i neformalno rukovode iskusniji istraživači u višim naučnim zvanjima ili istraživači sa zapaženim rezultatima bilo iz domena osnovnih ili primenjenih istraživanja (usluge i komercijalizacija), dok projektne timove organizuju i vode trenutni rukovodioci projekata. Centre vode istraživači-rukovodioci koje imenuje direktor. Pomoćnike direktora, članove Kolegijuma, postavlja i imenuje direktor uzimajući u obzir mišljenje Naučnog veća (NV). NV čine istraživači u naučnim zvanjima koji se biraju neposrednim izjašnjavanjem istraživača u okviru Centara kojima pripadaju, a broj članova i struktura Veća su definisani relevantnim pravnim dokumentima Instituta. Na prvoj, konstitutivnoj sednici, od izabranih članova imenuju se predsednik koji rukovodi radom NV i njegov zamenik.

Naučni odbor (NO), kao pomoćno telo, imenuje i postavlja NV, a čine ga istraživači u najvišem naučnom zvanju – naučni savetnik. Naučnim odborom rukovodi predsednik, dok su broj članova i struktura NO definisani relevantnim pravnim dokumentima Instituta. Direktor rukovodi radom, finansijskim i pravnim poslovanjem Instituta i o tome izveštava Upravni odbor. Imenovanje i postavljanje direktora Instituta i članova Upravnog odbora se sprovodi u skladu sa važećim Statutom Instituta i pravnim propisima Republike Srbije.

4.1.1. Organizacija istraživanja

Istraživački rad u Institutu se obavlja u okviru šest centara:

Centar za hemiju (CH) se bavi osnovnim i primenjenim istraživanjima u oblasti organske hemije, biohemije, biotehnologije, hemije biomakromolekula, sintetičkih i bio-polimera, hemije životne sredine, neorganske hemije i računarske hemije. Višegodišnje iskustvo u oblasti instrumentalne organske analize svrstava Centar za hemiju u svetski priznate centre. U okviru navedenih oblasti vrše se sledeća istraživanja:

- Organska sinteza, medicinska, bioorganska i hemija prirodnih proizvoda: sintetičke transformacije prirodnih proizvoda (derivati steroidnih jedinjenja, monosaharidi, heterociklična jedinjenja, sintetičke transformacije proteina), sinteza i dizajn biološki aktivnih supstanci (inhibitori quorum sensing-a, abiotski elicitori, heterociklična jedinjenja kao modulatori signalnih puteva, tiazolidini, dopaminergički i serotonergički ligandi, antimikrobne supstance, citotoksična i antikancerska jedinjenja, kompleksi prelaznih metala sa peptidima, heterocikličnim i drugim bio-relevantnim ligandima, reverzibilni stabilizatori proteina). Istraživanja u oblasti totalne i parcijalne sinteze prirodnih proizvoda, razvoj metodologije sinteze složenih organskih jedinjenja, što uključuje asimetrične sintetičke reakcije, aktivaciju S-N veze i razvoj novih katalizatora (organokataliza, biokataliza i kataliza kompleksnim jedinjenjima). Sintaza i razvoj složenih nano-struktura i nanomolekulskih mašina na osnovi fullerena S60 i drugih nano-materijala i ispitivanje fizičko-hemijskih osobina, supramolekulskih interakcija sintetisanih proizvoda i građenje nanočestica različitih derivata pogodnih za dizajn novih materijala i primene u bionanotehnologiji.
- Instrumentalne metode analize: izolovanje i karakterizacija prirodnih proizvoda i sekundarnih metabolita iz endemskih biljnih, marinskih vrsta i mikroorganizama; izolovanje organskih jedinjenja, određivanje strukture naprednim spektroskopskim tehnikama, ispitivanje njihove biološke aktivnosti i ispitivanje odnosa struktura – aktivnost, detaljna hemotaksonomska istraživanja od značaja za širi region Balkanskog poluostrva; metabolomičko ispitivanje biljaka i gljiva u cilju proučavanja uticaja metaboličkih varijacija (uzrokovanih bolestima, ekološkim ili genetskim promenama) na kompleksne biološke sisteme; metabolomičko ispitivanje uzoraka krvi i tkiva pacijenata obolelih od psihijatrijskih oboljenja i kancera sa ciljem razvoja metoda za ranu dijagnostiku i praćenje dejstva medicinske terapije; razvoj i unapređenje analitičkih metoda za identifikaciju i karakterizaciju toksičnih supstanci (dugotrajni organski zagađivači, hemijsko oružje, ...).
- Teorijska hemija i molekularno modelovanje (računarska hemija) – razumevanje hemijskih problema pomoću modernih računarskih tehnika, racionalni dizajn i predikcija hemijskih sistema sa ciljanim osobinama (molekulski magneti, katalizatori, eksplozivi, lekovi, boje); supramolekulski pristup kristalnom pakovanju, njegova uloga u biološkom prepoznavanju i u vezivanju za sintetičke polimere; reakcioni mehanizmi; računarska spektroskopija; modelovanje neorganskih kompleksa, biomolekula i molekula od atmosferskog ili energetskog značaja raspršenih unutar poroznih materijala; korelacija između elektronske strukture, (re)aktivnosti i osobina molekula. Koriste se kvantno-mehanički proračuni visokog nivoa, teorija funkcionala gustine, semi-empirijske metode, molekulska dinamika, Monte Karlo simulacije, doking, pretraživanja baza podataka.
- Biohemija i biotehnologija: proizvodnja industrijski važnih enzima; razvijanje metoda za identifikaciju kompleksnosti izoenzimskih formi u smeši enzima koje proizvode mikrobi; stabilizacija enzima tehnikama proteinskog inženjeringa i/ili hemijskom modifikacijom kao i imobilizacijama na inertnim nosačima; izolovanje i karakterizacija mikroorganizama; produkcija i karakterizacija mikrobnih biološki aktivnih supstanci (antibiotici, polisaharidi, enzimi, biosurfaktanti); proučavanje i razvoj novih infant formula sa posebnim svojstvima u odnosu na bifidogeni efekat i antioksidacionu aktivnost; bioremedijacija, biodegradacija i biotransformacija supstanci iz životne sredine; razvoj novih materijala na bazi biopolimera

za upotrebu u prehrambenoj industriji i zaštiti životne sredine; dirigovana evolucija lignocelulitičkih enzima; ispitivanje biološke aktivnosti malih organskih molekula i neorganskih kompleksa sa DNA i proteinima.

- Hemija polimera: sinteza polimernih nanokompozita na bazi nanočestica srebra, nemodifikovanih i modifikovanih nanočestica i različitih polimernih matrica; sinteza hiper-razgranatih poliestara, kao i umreženih poliuretana na bazi hiper-razgranatih poliestara; sinteza, funkcionalizacija i karakterizacija nemagnetičnih i magnetičnih makroporoznih kopolimera; sinteza i karakterizacija polimernih nanokompozita; ispitivanje biokompatibilnosti polimernih materijala.
- Funkcionalni i biomaterijali – racionalni dizajn, sinteza i razvoj novih multifunkcionalnih nano- i mikrokompozitnih materijala, funkcionalizovanih prirodnih i sintetičkih makromolekulskih materijala i koordinacionih jedinjenja, sa optimalnim strukturnim i funkcionalnim svojstvima, u cilju njihove uspešne primene u medicinske i tehnološke svrhe, kao elektrohemijski, optički i biološki aktivnih materijala. Proučavaju se funkcije i aktivnosti materijala: analitičke (elektrohemijska detekcija – senzori i biosenzori), katalitičke (fotohemijske i elektrodegradacione), u zaštiti životne sredine (za remedijaciju prirodnih i otpadnih voda), antimikrobne (baktericidne, anifugalne), farmakološke (biokompatibilnost, antikancerogeni lekovi, dostava lekova); zaštita ekosistema kroz ispitivanje efikasne kontrole uticaja prirodnih i antropogenih toksičnih i nutritivnih supstanci na lance ishrane (ekotoksikološki bioindikatori); razvoj novih oksidnih materijala, karakterističnih električnih, magnetnih i optoelektričnih svojstava, za primenu kao multiferoika i materijala za konverziju i skladištenje energije, bazirajući se na korelaciji između makroskopske aktivnosti i nanostrukture materijala.
- Razvoj novih bioloških indeksa zasnovanih na mikro- i makroalgama kao i novih, inovativnih metoda poput metabarkodinga, kojima će se značajno unaprediti monitoring prirodnih vodenih ekosistema (jezera i reka) i praćenje stanja njihovog biodiverziteta.
- Geohemija i hemija životne sredine – ispitivanje biogeohemijskih procesa koji se dešavaju na površini i u dubljim slojevima Zemljine kore koristeći različite geohemijske analize. Terenski, eksperimentalni i laboratorijski rad u cilju utvrđivanje stanja u raznim segmentima životne sredine, između ostalog proučavanje porekla, puteva distribucije, biorazgradnje i bioakumulacije zagađujućih supstanci, određivanje osetljivosti terena na promene u životnoj sredini, prevencija degradacionih procesa, aktuelne klimatske promene, rizici po životnu sredinu i zdravlje ljudi, određivanje ekosistemskih usluga i predlaganje prirodom inspirisanih rešenja; ispitivanje sedimentnih stena različite geološke starosti, sirovih nafti, ugljeva, uljnih šejlova, zemljišta, arheoloških uzoraka i artefakata, karakterizacija proizvoda pirolize i mogućnosti korišćenja biougljeva.

Centar za elektrohemiju (CEH) se bavi naučnoistraživačkim radom u oblasti elektrohemije i elektrohemijskog inženjerstva, kao što su karakterizacija elektrokatalitičkih materijala, galvanotehnika, elektrometalurgija, korozija i zaštita od korozije, gorivni spregovi, superkondenzatori, elektroanalitika hemije lekova i elektrohemijskih senzora, kao i elektrohemija polimernih, građevinskih materijala i biokompozita. U ovoj oblasti postavljeni su sledeći okviri rada:

- Elektrokataliza – razvoj katalizatora za primenu u niskotemperaturnim gorivnim spregovima i elektrolizerima vode, sinteza i karakterizacija stabilnih katalizatora za reakcije oksidacije malih organskih molekula kao i reakcije redukcije i izdvajanja kiseonika. Istraživanja katalizatora na bazi plemenitih i prelaznih metala i oksida se sprovode kroz dva aspekta: prvi se bavi tankim filmovima katalitičkih materijala kao model sistemima za realne katalizatore, dok je drugi fokusiran na sintezu nanokatalizatora na

ugljeničnim, polimernim i kompozitnim materijalima razvijenih površina. Cilj istraživanja je dobijanje katalizatora boljih karakteristika od trenutno dostupnih komercijalnih katalizatora.

- Elektrohemijsko taloženje i rastvaranje metala obuhvata procese elektrohemijskog taloženja i rastvaranja metala i legura iz vodenih elektrolita, rastopa i jonskih tečnosti. Razvijaju se novi postupci elektrohemijskog taloženja tehnološki važnih metala (bakar, srebro, kalaj i sl.) iz vodenih elektrolita u cilju poboljšanja njihovih morfoloških, strukturnih i mehaničkih karakteristika. Razvijaju se postupci koji omogućavaju dobijanje metala i legura u različitim formama, počev od kompaktnih do veoma razvijenih praškastih formi. Oblast takođe obuhvata razvoj novih procedura elektrohemijskog taloženja obojenih metala, retkih zemalja i njihovih legura koji omogućavaju uspješniju reciklažu tih metala i legura iz dotrajalih proizvoda. Dobijanje nanomultifunkcionalnih prevlaka na titanu postupcima elektrohemijskog taloženja sa biokompatibilnim, osteokonduktivnim, antimikrobnim, anti-kancer i anti-inflamatornim svojstvima se takođe istražuje.
- Baterije i superkondenzatori – sinteza, fizičko-hemijska i elektrohemijska karakterizacija kompozitnih čestica sa različitim jezgro-ljuska strukturama, koje bi služile kao elektrokatalizatori u uređajima za dobijanje alternativnih izvora energije. Cilj je dobijanje kompozitnih čestica putem kontrolisane sinteze jezgra, zatim sinteza jezgro-ljuska čestica i testiranje elektroda, dobijenih od ovih čestica, u gorivnoj ćeliji.
- Zaštita od korozije – ispitivanja različitih vidova korozije konstrukcionih materijala primenom elektrohemijskih i neelektrohemijskih metoda. Ispitivanje metalnih, nemetalnih neorganskih i organskih prevlaka, inhibitora korozije i anoda za katodnu zaštitu. Ispitivanja zaštitnog dejstva ekološki prihvatljivih inhibitora korozije na bazi kombinacije lantanoida i organskih inhibitora, na komercijalnim aluminijumskim legurama kao i na čelicima. Ispituje se mehanizam njihovog dejstva na zaštitu pomenutih materijala elektrohemijskim metodama, i morfološkom i strukturnom karakterizacijom. Mehanizam dejstva inhibitora sa metalom dodatno se karakteriše metodama računarske hemije.
- Ostale aktivnosti obuhvataju sintezu i karakterizaciju novih kompozitnih, metalnih, vatrostalnih, keramičkih i građevinskih materijala poboljšanih svojstava sa ciljem da odgovore zahtevima savremenih industrijskih koncepata i održivog razvoja; razvoj tehnoloških procedura za dobijanje upotrebljivih i ekološki prihvatljivih materijala i proizvoda, korišćenjem nedovoljno iskorišćenih prirodnih, ali i tehnogenih mineralnih resursa; sinteza i karakterizacija funkcionalnih polimera i polimernih nano kompozita u cilju razvoja novih tehnologija proizvodnje biodegradabilnih materijala za pakovanja hrane, nosače lekova itd.

Centar za katalizu i hemijsko inženjerstvo (CKHI) se bavi sintezom i karakterizacijom materijala koji se mogu upotrebiti kao katalizatori, prekursori i nosači katalizatora, kao i adsorbensi; proučavanjem adsorpcionih i katalitičkih procesa i njihovim modelovanjem, mehanikom fluida i višefaznim sistemima fluid-čestica, kao i transferom tehnologija. Aktuelna istraživanja u oblasti katalize obuhvataju sledeće teme:

- Heterogena kataliza – razvoj novih katalizatora za hidrogenizaciju biljnih ulja, proizvodnju biodizela transesterifikacijom, fotokatalitičko dobijanje vodonika, oksidativnu i fotokatalitičku degradaciju zagađujućih materija u vodi i izradu senzornih materijala za detekciju organskih jedinjenja u biološkim tečnostima.
- Fotokataliza – razvoj novih nanostrukturnih fotokatalitičkih materijala i njihova primena u procesima konverzije energije i zaštite životne sredine. Unapređenje i modifikacija postojećih katalizatora za konverziju i skladištenje sunčeve energije (dobijanje vodonika fotokatalitičkim razlaganjem vode, veštačka fotosinteza/fotoredukcija CO₂). Istraživanja su bazirana i na razvoju nanostrukturnih multifunkcionalnih katalizatora na bazi polimer/metal-oksid i njihovoj primeni u fotokatalitičkoj degradaciji organskih

zagađivača u vodenoj sredini. Korišćenjem kvantno-mehaničkih izračunavanja u složenim reakcionim sistemima dobija se uvid u mehanizme i kinetiku reakcija degradacije.

- Elektrokataliza – razvoj novih elektrodnih materijala za elektroanalitičke primene i konverziju energije. Aktivnost, stabilnost i selektivnost elektrodnih materijala sa primenom u medicini, kontroli hrane, životne sredine. Optimizacija elektrokatalitičkih procesa poput redukcije kiseonika, izdvajanja kiseonika i vodonika, elektrooksidacije metanola. Istraživanja elektrohemijskih površina, uticaja površine nosača i sinergije nosača i elektroaktivne komponente na elektrokatalitička svojstva kompozitnih materijala.
- Enzimaska kataliza – (u saradnji sa CH) istraživanja usmerena na imobilizaciju enzima na neorganskim, prirodnim i modifikovanim, neškodljivim nosačima. Dobijeni biokatalizatori mogu se višekratno primenjivati u kontinualnim procesima različitih industrija. Istraživanja obuhvataju hemijske, fizičke, morfološke, strukturalne i teksturalne karakterizacije nosača enzima i imobilizata.
- Modelovanje katalitičkih procesa – katalitičke reakcije predstavljaju po pravilu složene fizičko-hemijske procese sa kompleksnom dinamikom i nelinearnom kinetikom; razjašnjavanje mehanizma reakcija u kojima se javljaju oscilatorne promene koncentracije intermedijera.
- Hemijsko inženjerstvo – prenos količine kretanja, toplote i mase u sistemima fluid-čestice pri istostrujnom i suprotnostrujnom transportu, prečišćavanje vazduha i vode, granulacija/aglomeracija, sušenje suspenzija i pasta, ispitivanje rotacionih sistema (rotacioni reaktori, rotacioni pakovani i fluidizovani slojevi) u svrhu intezifikacije prenosa mase i toplote u procesima polimerizacije, destilacije, ekstrakcije i kristalizacije. Istraživanja uključuju i modelovanje i projektovanje procesa sa fokusom na visok kvalitet proizvoda, malu potrošnju energije i minimalan uticaj na životnu sredinu uz poboljšanje efikasnosti procesa.
- Adsorpcija – razvoj nanostrukturnih i hibridnih materijala na bazi filosilikata smektitita i njihovoj primeni kao adsorbenasa i razvoj multifunkcionalnih hibridnih nanokompozita. Izučavaju se adsorpcije različitih adsorbata, organskih zagađujućih supstanci kao i neorganskih zagađujućih supstanci.

Centar za mikroelektronske tehnologije (CMT) se bavi osnovnim i primenjenim naučnim istraživanjima u oblasti mikroelektronskih, optoelektronskih i mikrosistemskih tehnologija i materijala, senzora i mernih instrumenata. To obuhvata sve aspekte, od teorijskog istraživanja fenomena, razvoja, projektovanja i izrade senzorskih struktura i komponenti mikroelektronskim i mikrosistemskim tehnologijama, razvoja mernih metoda i aparatura za karakterizaciju izrađenih struktura i komponenti, optimizacije dizajna primenom matematičkih modela i računarskih simulacija, do razvoja elektronskih sklopova za obradu signala, mehaničkih sklopova i, konačno, realizacije mernih instrumenata zasnovanih na senzorima razvijenim u Centru. Aktuelna istraživanja obuhvataju:

- Razvoj minijaturnih senzora za različite primene: senzori zasnovani na grafenu za detekciju i praćenje fizičkih pojava i hemijskih reakcija (detekcija prisustva gasova, promena vlažnosti vazduha, promena temperature, naprezanje podloge, akustički signali, fiziološki parametri); MEMS multisenzorski instrument za merenje aerodinamičkog pritiska; senzori zasnovani na debelim slojevima dobijeni mehanohemijskim tretiranjem metal-oksidnih prahova u cilju izrade minijaturnog poluprovodničkog senzora jednostavnog dizajna, visoke osetljivosti, stabilnosti i velike brzine odziva sa mogućnošću rada na sniženoj temperaturi; samonapajajući elektrohemijski senzori vlažnosti vazduha čiji se princip rada zasniva na elektrohemijskoj reakciji vode i materijala od kojih je senzor izrađen; poluprovodnički detektori jonizujućeg zračenja; nova generacija termalnih MEMS senzora sa termoparovima za detekciju pojedinačnih gasova i sastava binarne smeše gasova, a planiran je i razvoj prenosivog multifunkcionalnog mernog uređaja koji bi se primenjivao u industriji, medicini i zaštiti životne sredine; mikrotalasni filteri širokog opsega.

- Mikrofluidne platforme zasnovane na MEMS tehnologijama – razvoj, projektovanje i realizacija naprava koje će imati primenu u oblastima hemije, biohemije, biologije i medicine. U okviru ovih istraživanja razmatra se razvoj i izrada više naprava koje su kombinacije mikrofluidnih reaktora, mikromiksera i separatora mikročestica. Optimizacija dimenzija mikrokanala i parametara integrisanih grejača u mikrofluidnim reaktorima za sintezu nanočestica. Optimizacija i unapređenje mikrofluidnih reaktora za fotoredoks funkcionalizaciju u cilju dobijanja potencijalno biološki aktivnih derivata. Ispituje se validnost kompromisa između troškova izrade i pouzdanosti izrađenih naprava.
- Solarne ćelije senzibilizovane bojom na bazi prirodnih pigmenta u cilju postizanja što veće efikasnosti konverzije solarne u električnu energiju korišćenjem relativno jeftinih i dostupnih materijala. Optimizacija postojećih ćelija primenom novih materijala, metoda i procedura u cilju proširenja apsorpcionog opsega i povećanja efikasnosti.
- Mikro i nanosistemski senzori i komponente – modelovanje kinetike i dinamike adsorpciono-desorpcionih (AD) procesa i praktična primena razvijenih modela. Fizičke i hemijske promene koje se modeluju su: adsorpcija teških metala i hazardnih materijala (bioremedijacija), AD gasova koji doprinose globalnom zagrevanju, AD isparljivih organskih jedinjenja u lancima ishrane itd. Modelovanje AD procesa uz upotrebu metoda veštačke inteligencije. Teorijska i eksperimentalna istraživanja optičkih metapovršina za primenu u refraktometrijskim biohemijskim senzorima.
- Materijali za primenu u mikroelektronici i njihova karakterizacija – metalne prevlake dobijene postupkom elektrohemijskog taloženja sa primenom u mikroelektronici – elektrohemijsko taloženje tankih metalnih prevlaka i višeslojnih struktura, metamaterijala, softverska analiza i primena veštačke neuralne mreže i višeparametarske regresione analize u cilju optimizacije. Karakterizacija strukturno-morfoloških i mehaničkih svojstava sintetisanih materijala. Pomenuta istraživanja su našla svoju primenu i u forenzici. Sinteza, razvoj i karakterizacija novih multifunkcionalnih polimernih materijala i njihovih nanokompozita sa dobrim mehaničkim, termičkim i površinskim svojstvima, a koji se mogu primeniti kao prevlake u medicini (proučavanje antimikrobnih svojstava, biokompatibilnost, otpuštanje lekova, gena, antibiotika i sl. iz polimernih materijala) i kao prevlake za primenu u mikroelektronici. Ispitivanje mehaničkih karakteristika polimernih materijala na konkretnim konstrukcionim rešenjima primenom aditivnih tehnologija u cilju poboljšanja mehaničkih karakteristika polimernih materijala izlaganjem različitim hemijskim jedinjenjima ili dodatnim termičkim tretmanom.

Centar za materijale i metalurgiju (CMM) je usmeren ka razvoju savremenih metalnih, magnetnih, keramičkih, polimernih, kompozitnih i nanostrukturnih materijala i višekomponentnih metalnih sistema sa različitim funkcionalnim svojstvima. Istraživanjima su obuhvaćeni i matematičko modelovanje i simulacija hemijsko inženjerskih procesa i ponašanja materijala u cilju njihove optimizacije i integracije na laboratorijskom i industrijskom nivou i razvoj zelene tehnologije u cilju smanjenja emisije štetnih materija, reciklaže i povećanja energetske efikasnosti hemijskih procesa. Ovako integrisana istraživanja obuhvataju:

- Procesiranje, karakterizaciju, termodinamičku analizu i modelovanje metalnih sistema i sinterovanih materijala sa ciljem dizajniranja materijala sa unapređenim strukturnim, mehaničkim, termijskim i električnim svojstvima i/ili ekološki prihvatljivijih materijala za primenu u elektronici, elektrotehnici, energetici i drugim oblastima.
- Razvoj i istraživanje alternativnih i inovativnih metoda sinteze nanokristalnih i nanočestičnih materijala na bazi magnetnih Nd-Fe-B legura, magnetno mekih mešovityh oksida Fe, kao i kvazi-jednodimenzionalnih

nanomaterijala sa magnetnim i superparamagnetnim svojstvima, modifikaciju i funkcionalizaciju njihove površine.

- Sintezu, karakterizaciju, razvoj i modelovanje kompozitnih/nanokompozitnih materijala na bazi polimerne ili metalne matrice sa definisanom strukturom, poroznošću, magnetnim, električnim i mehaničkim svojstvima.
- Modifikaciju i funkcionalizaciju površine tkanih i netkanih polimernih kompozitnih tekstilnih membrana primenom postupka elektrospininga sa ciljem unapređenja njihove selektivnosti, mehaničkih, fizičkih i hemijskih svojstava.
- Ispitivanja mogućnost uklanjanja organskih sumpornih jedinjenja iz sirove nafte pomoću polimernih membrana sa ciljem smanjenja emisije sumporovih oksida prilikom sagorevanja naftnih derivata.
- Konstrukciju membrana na bazi polimerne matrice i dispergovanih neorganskih zeolitnih prahova sa različitim geometrijama pora i aditivima sa ciljem smanjenja emisije štetnih produkata sagorevanja.
- Razvoj uređaja za testiranje performansi membranske separacije i razvoj sistema za naprednu osmozu.
- Razvoj univerzalnog transportnog matematičkog modela procesa membranske separacije uključujući i razvoj hibridnog matematičkog modela zasnovanog na veštačkoj inteligenciji.
- Dizajniranje uređaja za efikasno i kontinualno filtriranje fluida na principu centrifugalne filtracije, uključujući i modelovanje, simulaciju, integraciju i optimizaciju procesa filtriranja.
- Razvoj uređaja na principu destilacije za reciklažu i ponovno korišćenje otpadnih organskih rastvarača koji se nalaze u sastavu boja, uključujući i razvoj aplikacija za ekonomsku procenu opravdanosti reciklaže otpadnih boja i ostalih organskih rastvarača.
- Istraživanja u oblasti energetike, energetske efikasnosti procesa u različitim tipovima industrije (hemijaska, petrohemijska, prehrambena, farmaceutska).
- Ispitivanje alternativnih obnovljivih goriva na bazi terpenskih sirovina. Eksperimentalno određivanje volumetrijskih karakteristika višekomponentnih smeša terpena na visokim pritiscima i temperaturama i njihovo dalje modelovanje.
- Ispitivanje mogućnosti indirektno proizvodnje električne energije korišćenjem otpadne toplote pomoću Organskog Rankinovog Ciklusa.

Centar za ekologiju i tehnoekonomiku (CETE) je najmlađa organizaciona jedinica IHTM-a i predstavlja naučnoistraživačku i razvojnu organizaciju u oblasti primenjenih istraživanja u oblasti zaštite životne sredine, održivog korišćenja prirodnih resursa, ublažavanja klimatskih promena kao i tehnoekonomske analize proizvodnih procesa i usluga. Aktivnosti obuhvataju primenjena istraživanja u oblasti zaštite voda, vazduha i zemljišta, primene obnovljivih resursa, kao i razmatranje tehnoekonomskih aspekata proizvodnih tehnologija. Oblasti istraživanja i rada obuhvataju:

- Razvoj i ispitivanje efikasnosti adsorpcionih procesa u pogledu uklanjanja zagađujućih materija (teških metala, naftnih derivata, boja, pesticida i drugih organskih zagađujućih materija) iz vodenih ekosistema i zemljišta korišćenjem različitih biomaterijala.
- Modelovanje eksperimentalnih rezultata primenom adsorpcionih izoterma i kinetičkih modela, izračunavanjem termodinamičkih i aktivacionih parametara, modelovanje dobijenih kinetičkih parametara primenom difuzionih modela u šaržnim i kontinualnim sistemima.
- Sintezu i modifikaciju biomaterijala i njihovu primenu u uklanjanju zagađujućih materija, kao i istraživanja bioloških procese za dobijanje vodonika.

- Primenu obnovljivih, alternativnih i novih izvora energije, kao i biogoriva u funkciji zaštite životne sredine i ublažavanja efekata klimatskih promena. Koristeći laboratorijska ispitivanja dobijanja energije iz biomase i drugih resursa, statističke metode i energetske modelovanje, cilj je da se ovi resursi integrišu u postojeće energetske sisteme kroz koncept cirkularne ekonomije i čistije proizvodnje.
- Detekciju i monitoring organskih zagađivača u različitim medijumima (voda, vazduh, zemljište), kao i praćenje njihove migracije u životnoj sredini koristeći hemijske i elektrohemijske tehnike detekcije, kao i Geografski Informacioni Sistem (GIS);
- Izradu strateških procena uticaja na životnu sredinu i izradu planova, strategija i programa za saniranje tih uticaja; studiju uticaja investicionih projekata na životnu sredinu; izradu planova unapređenja zaštite životne sredine lokalnih samouprava, kao i pružanje ostalih konsultantskih ekspertiza iz domena zaštite životne sredine.

U IHTM-u su akreditovana i dva centra izuzetnih vrednosti: **Centar izuzetnih vrednosti za hemiju i inženjering životne sredine** i **Centar za mikroelektronske tehnologije**.

U radu **Centra izuzetnih vrednosti za hemiju i inženjering životne sredine** učestvuju istraživači iz Centra za hemiju i Centra za elektrohemiju. Istraživači se bave proučavanjem uzročno-posledičnih veza zagađivača i životne sredine, proučavanje migracija, transformacija i interakcija polutanata u životnoj sredini (atmosfera aerosoli, zemljišta i rečni sedimenti) sa procenom rizika po životnu sredinu i živi svet. Kvantno hemijska izračunavanja faktora stabilnosti molekula iz klase postojećih organskih zagađivača u cilju predviđanja njihovog ponašanja u životnoj sredini. Hemija hrane malih molekula koji mogu da imaju štetan uticaj na ljudsko zdravlje.

U radu **Centra izuzetnih vrednosti za mikroelektronske tehnologije** uključeni su svi istraživači iz ovog Centra koji raspolaže opremom i ljudskim resursima osposobljenim za projektovanje, izradu i karakterizaciju mikrosistema i mikročipova (planarne tehnologije i mikromašinstvo), što predstavlja zaokruženi kompleksni sistem jedinstven u Srbiji sa tradicijom dugom preko 60 godina.

4.2 INFRASTRUKTURA

Od osnivanja Instituta do danas, prostor koji je na raspolaganju zaposlenima nalazi se na tri lokacije: upravna zgrada (Njegoševa 12), Hemijski fakultet (Studentski trg 12–16) i Tehnološko-metalurški fakultet (Karnegijeva 4). Ukupan prostor kojim Institut raspolaže, odnosno na koji ima pravo korišćenja je 3606 m², što je, imajući u vidu trenutni broj zaposlenih, približno 15 m² po zaposlenom. Institut ima izražene potrebe za povećanjem broja istraživača, pre svega mladih, i proširenjem postojećeg radnog prostora kako bi obezbedio povećanje obima i proširenje delatnosti u skladu sa misijom i vizijom. Prostor koji trenutno koriste zaposleni u Institutu uključuje poslovne prostorije, laboratorijski i kancelarijski prostor, laboratorijski prostor u partnerskim istraživačkim organizacijama kao i pomoćne prostorije. Kvalitet istraživačke infrastrukture nije odgovarajući što ogleda se u činjenici da prostor za istraživanje nije dovoljan i da laboratorijska infrastruktura nije u skladu sa zahtevima savremenih istraživačkih laboratorija. U skladu sa mogućnostima konstantno se radi na adaptaciji i uređenju prostora, ali i dalje jedan deo prostora zahteva uređenje i ulaganja. Poseban problem predstavlja oprema. Iako je u trenutku nabavljanja predstavljala poslednju generaciju u oblasti, danas je to mahom

zastarela oprema koju treba obnoviti. Komunikacija između pojedinih organizacionih celina koje su smeštene na različitim lokacijama je otežana, tako da i to predstavlja problem u funkcionisanju.

Institut, kao i većina vodećih NIO u Srbiji, trenutno raspolaže opremom koja je uslovno odgovarajuća za realizaciju naučnoistraživačkog rada i najveći deo opreme je u intenzivnoj dugogodišnjoj upotrebi. Uzrok tome je dugogodišnji izostanak državnih ulaganja u krupnu i kapitalnu opremu, nedostatak evidencije postojeće opreme u Srbiji, nedostatak kompetitivnih programa za nabavku opreme na nivou države, nedovoljno definisana, održiva i efektivna rešenja za održavanje, osiguranje i amortizaciju opreme, kao i do sada nedovoljan broj kapitalnih projekata kojima rukovode istraživači iz IHTM ili su učesnici na njima. Održavanje zastarele i amortizovane opreme predstavlja veliki finansijski i tehnički problem, pogotovo imajući u vidu da ne postoje sredstva koja su sistemski opredeljena za te svrhe. Jedan deo opreme je obnovljen kroz realizaciju međunarodnih i nacionalnih projekata u proteklih desetak godina, ali to je nedovoljno da bi mogla da se realizuju vrhunska naučna istraživanja i da se rezultati publikuju u časopisima sa visokim impakt faktorom. Ipak, značajan deo opreme koja se nalazi u Institutu je zastareo u smislu stanja samih instrumenata, ali i konkurentnosti po pitanju savremenosti metoda. Česti su slučajevi da su modeli koje poseduje IHTM izašli iz proizvodnje, ponekad toliko davno da sami proizvođači više ne pružaju servisnu podršku ili odgovarajuće rezervne delove. Funkcionisanje te opreme je za sada obezbeđeno isključivo zahvaljujući entuzijazmu samih istraživača, njihove tehničke obučenosti i energije koju ulažu.

Ono po čemu je Institut prepoznatljiv su ljudski i tehnički resursi (instrumenti i infrastruktura) objedinjeni u laboratoriji za kompletnu identifikaciju jedinjenja i određivanje strukture nepoznatih organskih molekula, koja po tome predstavlja jedinstvenu laboratoriju u zemlji i u regionu. U svom sastavu ova laboratorija poseduje instrumente za najsavremenije metode strukturne analize jedinjenja (NMR, MS, IR, UV-VIS, mikroanaliza, polarimetrija, HPLC, HPLC-MS, GC i GC-MS). Deo ovih resursa je obuhvaćen akreditovanom Laboratorijom Centra za hemiju.

Pored toga, u okviru Instituta je i laboratorija za određivanja teksturalnih svojstava poroznih materijala: niskotemperaturske fizisorpcije azota i živine porozimetrije, čiji istraživači poseduju najveći nivo kompetentnosti u Srbiji i regionu zapadnog Balkana, zasnovan na višedecenijski građenoj ekspertizi. Pored ovih metoda, analize osobina površine upotpunjuje instrument za temperaturski programiranu desorpciju/redukciju/oksidaciju sa pulsnom hemisorpcijom opremljen masenim detektorom – TPDRO. Pomenuta oprema omogućava kompletnu analizu teksturalnih i svojstava površine u oblasti katalize, katalizatora, prekursora katalizatora i nosača katalizatora, kao i drugih materijala. To uključuje mogućnost analize celokupnog opsega dijametara pora – supermakro, makro, mezo i mikropora – kao i analizu površinskih svojstava i reaktivnost površine heterogenih katalizatora i drugih aktivnih materijala, kao što su specifična površine aktivnih vrsta, disperznost i aktivnost površine.

Značajnu i specifičnu celinu u Institutu predstavlja Centar za mikroelektronske tehnologije akreditovan kao Centar izuzetnih vrednosti koji raspolaže opremom i ljudskim resursima osposobljenim za projektovanje, izradu i karakterizaciju mikrosistema i mikročipova (planarne tehnologije i mikromašinstvo), što predstavlja zaokruženi kompleksni sistem jedinstven u Srbiji sa tradicijom dugom preko 60 godina. Specifična oprema kojom ovaj Centar raspolaže sastoji se od: peći za difuziju i oksidaciju za planarne tehnologije, uređaja za lasersku izradu maski i litografiju, sistema za depoziciju tankih filmova (Sputtering sistem), automatskog

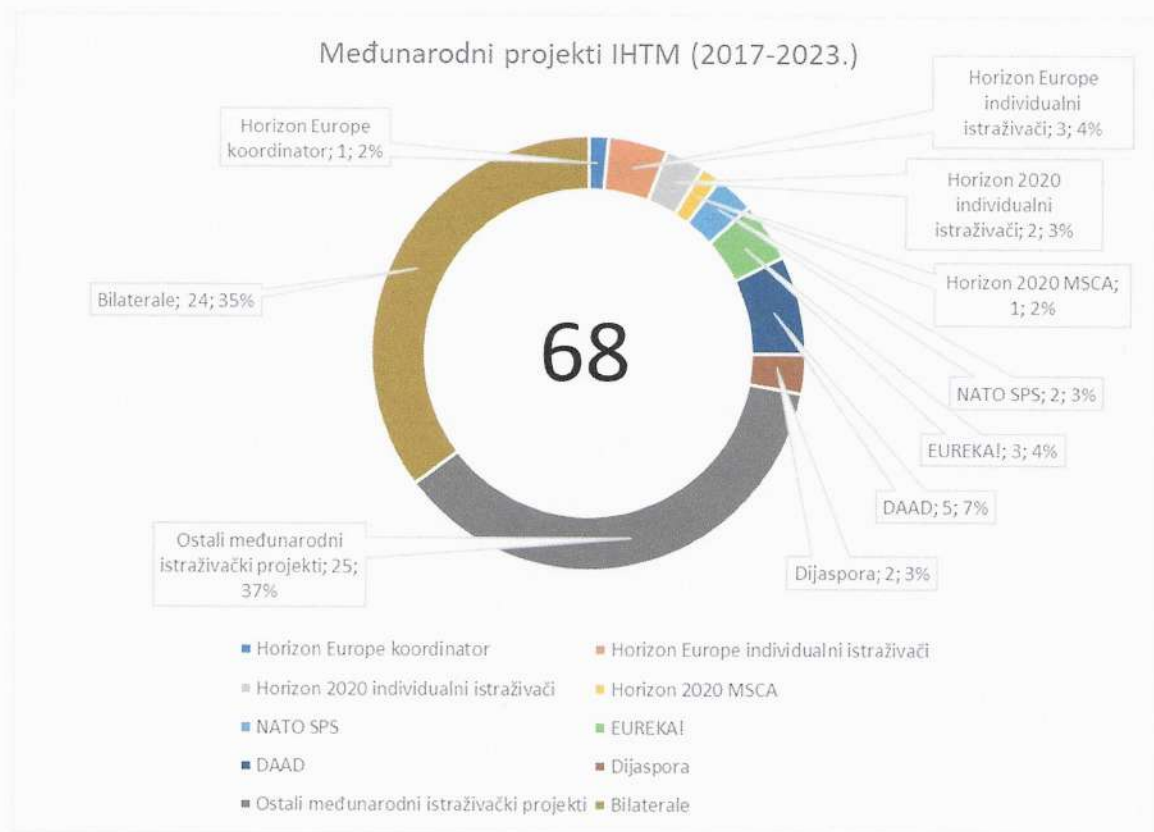
probera, profilometra za merenje debljine tankih filmova, uređaja za zavarivanje plazmom, dvostranog alajmenta, wafer bonder-a sa alajniranjem, bonder-a Al, automatske mašine za sečenje silicijumskih pločica, kao i opreme za karakterizaciju (mikroskopi sa skenirajućom sondom, spektrofotometri, FT-IR mikroskop, itd).

Pored ove tri specifične celine, Institut raspolaže sa preko 100 instrumenata koji se mogu klasifikovati kao krupna oprema.

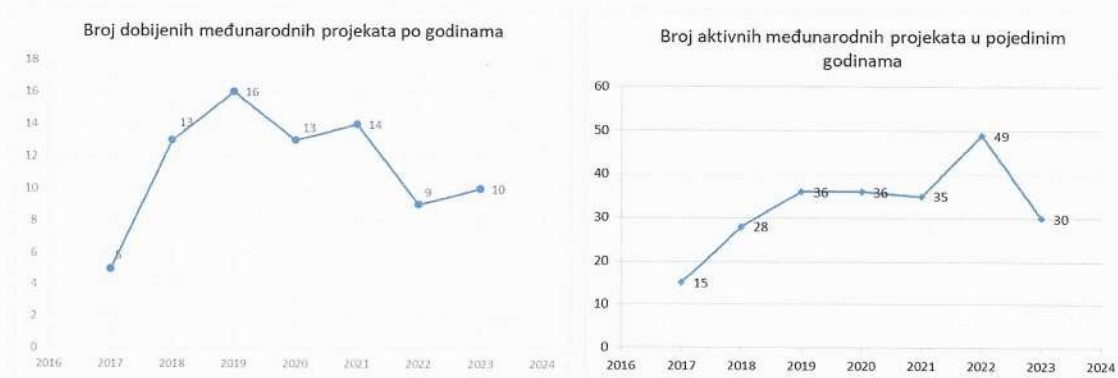
Među najznačajnije instrumente se ubrajaju: gasni hromatograf (GC) sa termalnim desorberom i plameno-jonizacionim detektorom (FID) kuplovan sa masenim spektrometrom niske rezolucije (MSD), GC sa FID detektorom i selektivnim detektorom za fosforna i sumporna jedinjenja (FPD), GC sa Headspace semplerom, FID detektorom i detektorom za detekciju atoma i molekula u gasu putem vezivanja elektrona (ECD), GC dual-sistem, jonski hromatograf, tečni hromatograf pod viskom pritiskom (HPLC) spregnut sa masenim spektrometrom visoke rezolucije, tečni hromatograf (UPLC) sa detektorom od niza dioda (PDA) spregnut sa masenim spektrometrom niske rezolucije (MS/MS QQQ), maseni spektrometar sa induktivno spregnutom plazmom (ICP-MS), HPLC sa detektorom od niza dioda, uređaj za voltametrijsko određivanje tragova mikroelemenata i toksičnih mikroelemenata kao i određivanje organskih aditiva cikličnom voltametrijom sa obogaćivanjem i sukcesivnim rastvaranjem, Kaskadni impaktor, Mobilni gasni analizator, Mikrotalasni digestor i ekstraktor, Elementalni analizator sastava organskih jedinjenja, ⁵⁷Fe Mössbauer spektrometar, Infracrveni spektrometar (FT-IR), Spektrometar nuklearne magnetne rezonance, spektrofotometar UV/VIS, UV 2600, UV/VIS za mikrotitar ploče, Aparat induktivno spregnute plazme sa optičkom emisionom spektrometrijom, sa masenim spektrometrom kao detektorom, Atomski apsorpcioni spektrofotometar sa MHS hidridnim sistemom i kompresorom, Aparat za određivanje ukupnog organskog i neorganskog ugljenika, Potentiostat/Galvanostat VOLTALAB PG2 402, EIS SP-240, EIS SP-200, Mikro vaga modul, NanoScope MultiMode SPM sa antivibracionim stolom, Optički mikroskop sa kamerom OLYMPUS CX41, Metalografski mikroskop Leica DM ILM, Stakleni reaktor pod pritiskom, Reaktor za rad pod visokim pritiskom, Fotokatalitički reaktor, Hidrotermalni reaktor, Planetarni mlin, Planetarni kuglični mikro mlin, Cevna peć za žarenje, Peći za difuziju Labor-Centurion sa 6 grejnih elemenata, za planarne tehnologije na Si, Polarimetar, Refraktometar, Kalorimetar, Respirometar, Liofilizator, Sistem za hidrogenizaciju, Uređaj za simultanu diferencijalnu termijsku analizu SDT Q600, Instrument za merenje električne provodljivosti Sigmatest 2.069, Analizator spektra, DSP Lock-In Amplifier 7280, Uređaj za lasersku izradu maski i litografiju – LaserWriter LW – 405, Photoplotter MIVA 2516 T3, Spinkoater, Laserska mašina za sečenje i graviranje, Sistem za prečišćavanje vode Milli-Q® Advantage A10 i Elix®10, Glove box sistem, Klima komora sa pratećom opremom, Aparatura za ultravisoki vakuum, Programabilni dvokanalni elektronski kalibrator pritiska, Gasni mešač sa kontrolnom elektronikom, Centrifuge, Ultracentrifuge, Uređaj za duboko zamrzavanje i čuvanje uzoraka na niskoj temperaturi (-80°C), Vakuum uparivač, Precizne digitalne vage.

4.3. PROJEKTI

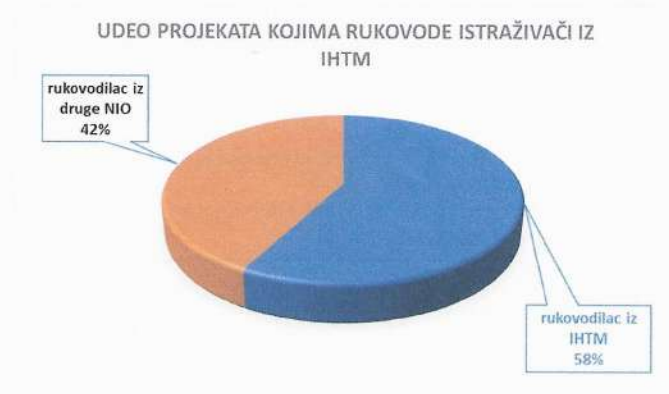
4.3.1 MEĐUNARODNI PROJEKTI



Slika 3. Pregled međunarodnih projekata, 2017–2023.



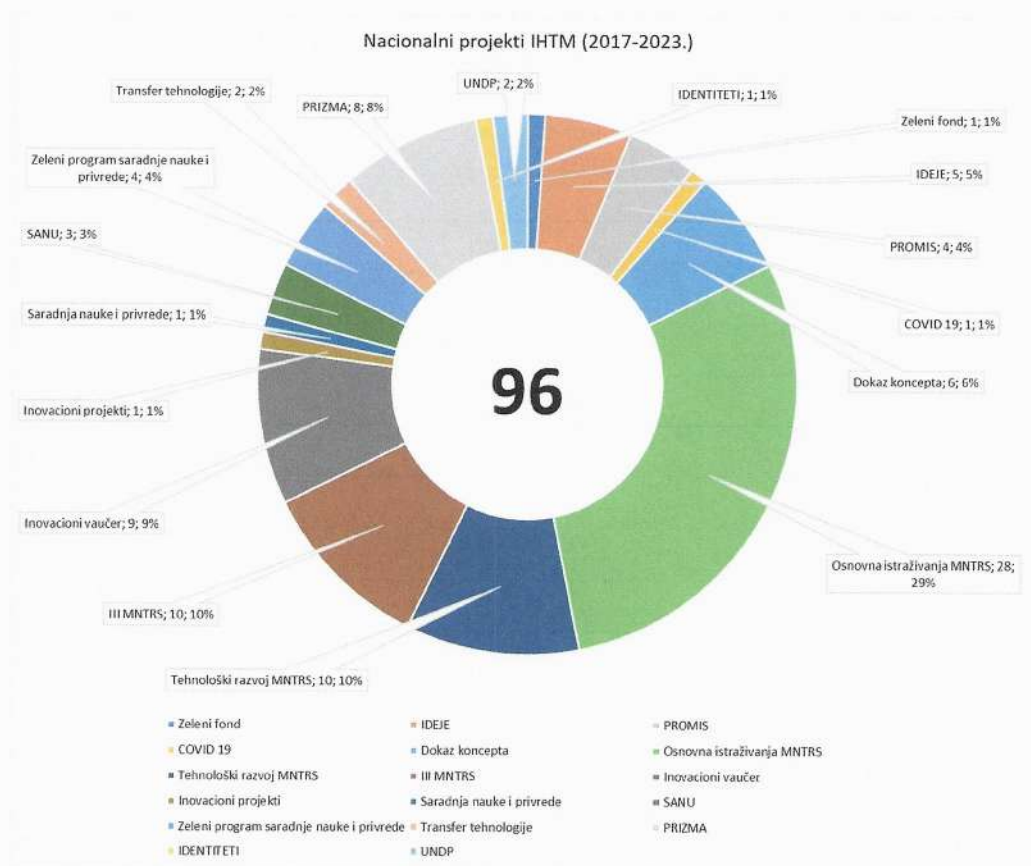
Slika 4. Broj dobijenih i aktivnih međunarodnih projekata, 2017–2023.



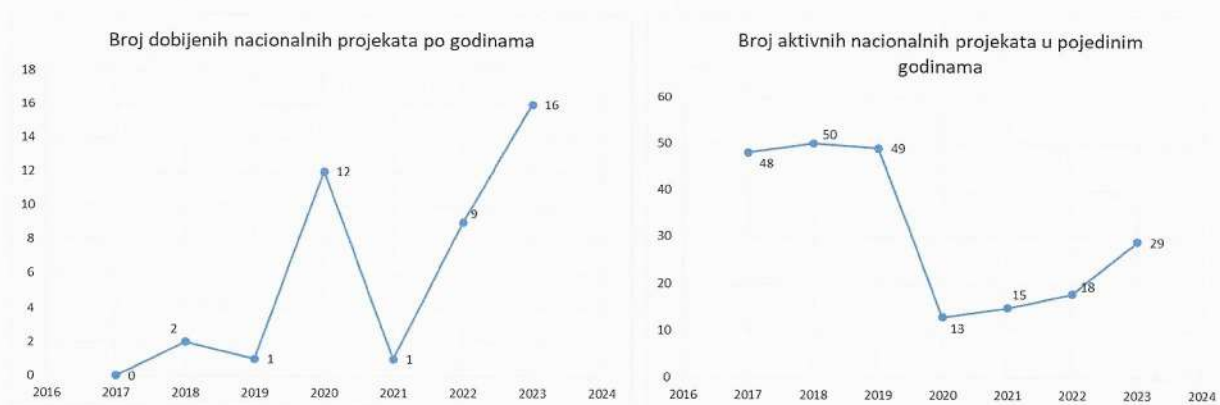
Slika 5. Udeo međunarodnih projekata kojim rukovode istraživači iz IHTM-a

Kao što se može videti, ukupan broj međunarodnih projekata u čijoj realizaciji je učestvovao IHTM u periodu od 2017. godine je znatno manji od nacionalnih. S obzirom, da u ovom segmentu nikada nije postojala praksa da se svi istraživači angažuju na projektima i da se na taj način finansiraju, može se smatrati da ovaj broj nešto realnije oslikava ambicije i motivisanost istraživača. Uticaj broja raspoloživih, odnosno otvorenih poziva u pojedinim periodima na promenu broja dobijenih i aktivnih projekata se takođe ne može isključiti. Pozitivan trend porasta broja projekata koji se realizuju u toku pojedinih godina je evidentan u periodu do 2019. godine. Dostignut broj aktivnih projekata na godišnjem nivou od oko 36 se zadržava u narednih par godina, a znatan skok se ostvaruje tek 2022., što je verovatno posledica pandemije virusa Covid 19, koje je prouzrokovala odlaganje početka realizacije većeg broja projekata. Prema tipovima projekata koji se realizuju može se videti da značajan udeo imaju bilateralni projekti i COST akcije, na koje je pandemija i imala najviše uticaja. Podaci za 2023. godinu pokazuju pad broja aktivnih projekata, verovatno zbog zasićenja i zauzetosti, odnosno znatnog angažovanja istraživača na ovom polju u prethodnoj godini.

4.3.2 NACIONALNI PROJEKTI

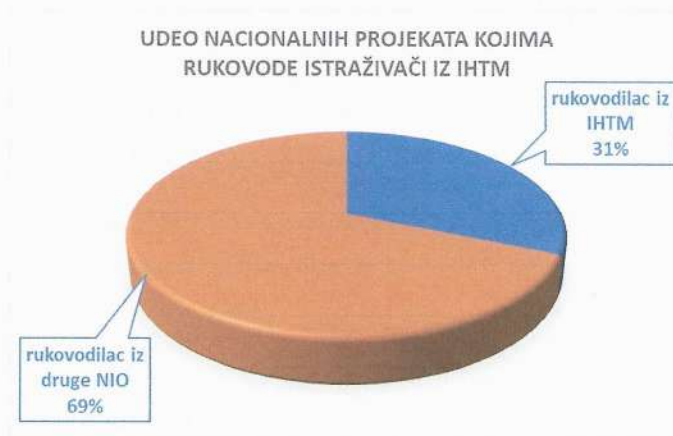


Slika 6. Pregled nacionalnih projekata, 2017–2023.



Slika 7. Broj dobijenih i aktivnih nacionalnih projekata, 2017–2023.

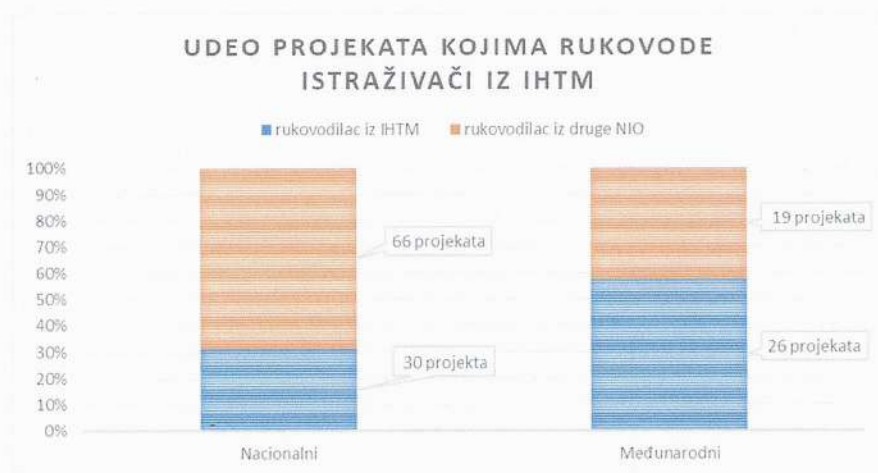
Ukoliko se pogleda promena broja nacionalnih projekata, koje je Institut u proteklom periodu dobio, po pojedinačnim godinama, mogu se uočiti velike fluktuacije koje odgovaraju periodima raspisivanja poziva, odnosno završetku evaluacije. Po objavljivanju rezultata poziva iz prethodne godine i novootvorenih poziva u 2023. godini došlo je do povećanja broja dobijenih projekata, odnosno nastavljen je trend rasta.



Slika 8. Udeo nacionalnih projekata kojim rukovode istraživači iz IHTM-a

U pogledu broja aktivnih nacionalnih projekata, može se uočiti da je 2019. godina prelomna. Nagli pad broja projekata je posledica završetka prethodnog projektnog ciklusa i promene pristupa resornog Ministarstva da se znatno smanji prolaznost na pozivima, kao i da se prekine sa praksom da su svi istraživači pokriveni projektima. Manji broj projekata koji se finansiraju i veća kompetitivnost poziva su doprineli da Institut u roku od godinu dana sa 49 projekata spadne na 13. U periodu od 2020. može se uočiti blag trend porasta broja projekata koji se realizuju u toku pojedinih godina. To se može dovesti u vezu i sa povećanim brojem dobijenih projekata, ali i sa većim brojem poziva koji se raspisuju.

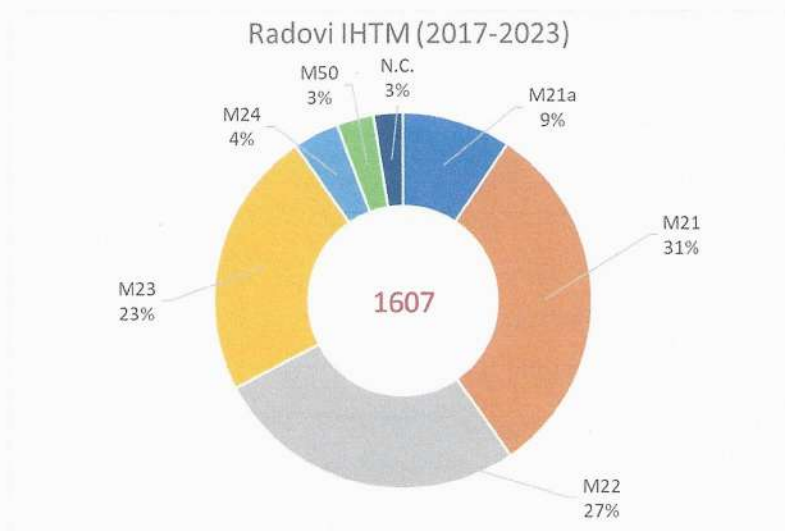
Sa stanovišta udela nacionalnih projekata kojima rukovode istraživači iz Instituta, može se zaključiti da se IHTM nalazi u veoma nepovoljnoj poziciji. Sa udelom od svega 31%, gubi se značajan deo sredstava sa kojima bi Institut inače mogao da raspolaže. U slučaju međunarodnih projekata situacija je znatno povoljnija jer na nekih 58% projekata su rukovodioci iz IHTM. S druge strane, evidentan je veći broj individualnih učešća istraživača, pogotovo na većim projektima, nego učešće Instituta u ulozi partnera ili koordinatora, što je takođe nepovoljno.



Slika 9. Udeo projekata kojim rukovode istraživači iz IHTM-a

4.4 PUBLIKOVANI NAUČNI RADOVI

Istraživači IHTM su u periodu 2017–2023. objavili 1605 radova u časopisima (229 radova godišnje u proseku, na osnovu podataka iz institucionalnog repozitorijuma). Na slici 10 dat je pregled objavljenih radova na osnovu klasifikacije resornog Ministarstva (M21a, M21, M22, M23, M24, M50 i radovi bez kategorije – N.C.).



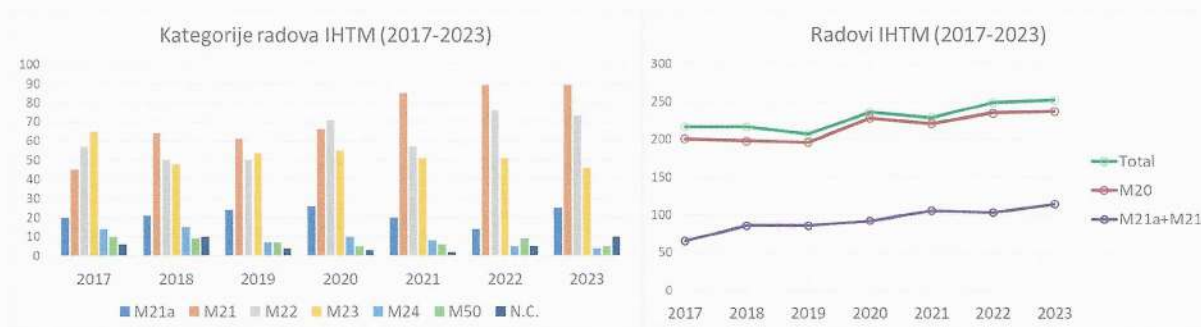
Slika 10. Pregled objavljenih radova u periodu 2017–2023. na osnovu klasifikacije resornog Ministarstva.

Kvalitet objavljenih radova se ogleda u činjenici da 40% svih objavljenih radova u časopisima u ovom periodu pripada najvišim kategorijama (M21a+M21).

Na osnovu poređenja sa institucijama u Srbiji (na osnovu podataka na portalu e-nauka: <https://enauka.gov.rs/>, koji osim radova uključuje i konferencijske priloge, monografije i poglavlja u monografijama, tehnička rešenja, kao i ostale publikacije, u periodu 2014–2022.) IHTM je po produktivnosti (sa

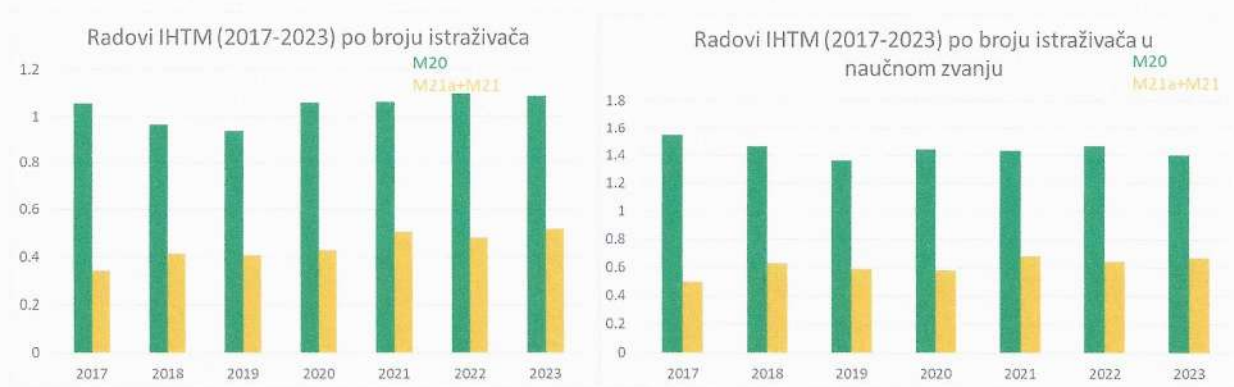
8420 različitih publikacija u e-nauci) na 4. mestu od 38 institucija u oblasti prirodno-matematičkih nauka i na 5. mestu od 56 institucija u oblasti tehničko-tehnoloških nauka. Od ukupno 219 NIO u Republici Srbiji, IHTM je po produktivnosti na 12. mestu. Prema citiranosti radova istraživača, IHTM je, sa 16354 citata po podacima na e-nauka portalu, na 9. mestu od svih NIO u Republici Srbiji, odnosno na 6. mestu u oblasti prirodno-matematičkih nauka i na 4. mestu u oblasti tehničko-tehnoloških nauka.

Pregled objavljenih radova u časopisima po godini objavljivanja dat je na slici 11. Istraživači dominantno objavljuju u međunarodnim časopisima (M20 kategorije).



Slika 11. Pregled objavljenih radova po godinama u periodu 2017–2023. na osnovu klasifikacije resornog Ministarstva.

U periodu 2017–2023. vidi se blag porast broja radova – 2017. je objavljeno 217 radova (201 u kategorijama M20), a 2023. je objavljeno 252 radova (237 u kategoriji M20). Primetan je porast broja radova u najkvalitetnijim časopisima (65 radova kategorije M21a+M21 u 2017., 114 radova pomenutih kategorija u 2022.). Porast broja radova se može delimično objasniti i povećanjem broja istraživača u ovom periodu. Broj radova po istraživaču se kreće od 0,94 (2019. godine) do 1,1 (2022. godine), odnosno od 0,34 radova M21a+M21 (2017. godine) do 0,52 radova M21a+M21 (2023. godine), što je ilustrovano na slici 12.



Slika 12. Pregled broja objavljenih radova kategorije M20 i radova objavljenih u prvih 30% časopisa (kategorija M21a+M21) po broju istraživača u periodu i po broju istraživača u naučnom zvanju, period 2017–2023.

Na slici 12 prikazan je pregled broja radova po broju istraživača u naučnim zvanjima (doktori nauka) – od 1,36 radova M20 kategorije po istraživaču u naučnom zvanju 2019. godine do 1.55 radova M20 kategorije 2017. godine. 2023. godine je publikovano 1,40 radova po istraživaču u naučnom zvanju. U kategorijama M21a

i M21 se vidi blag porast – od 0,50 radova po istraživaču u naučnom zvanju 2017. do 0,68 radova u 2021. godini. 2023. godine taj broj je 0,67 rada po istraživaču u naučnom zvanju.

Institucionalni repozitorijum (<https://cer.ihtm.bg.ac.rs/>) je digitalna biblioteka IHTM-a, sa više od 7400 deponovanih zapisa. U repozitorijumu se nalaze zapisi od 1963. godine, te je i od istorijskog značaja. Takođe, repozitorijum omogućava otvoreni pristup publikacijama, kao i ostalim rezultatima nastalim u okviru projekata koje se izvode na Institutu. Više od 50% zapisa u repozitorijumu je u otvorenom pristupu, slika 13.



Slika 13. Nivo dostupnosti zapisa istraživača u institucionalnom repozitorijumu

4.5 SARADNJA

Naučnoistraživačka saradnja Instituta sa privrednim i drugim organizacijama se odvija kroz pružanje usluga ispitivanja i analiza supstanci, proizvoda i materijala, izdavanje potvrda o kvalitetu, kroz ugovore o naučno-tehničkoj saradnji, kroz realizaciju istraživačko-razvojnih projekata, inovacionih projekata i inovacionih vaučera Fonda za inovacionu delatnost. Neki od značajnijih projekata saradnje sa privredom u poslednjih pet godina uključuju:

- (1) Nova aseptička visokoprotočna industrijska pumpa za guste, viskozne, abrazivne i agresivne fluide; Ugovor br. 1363/18 od 10. 12. 2018. IHTM i NIP INOX D.O.O, Paraćin;
- (2) Razvoj HPLC-UV analitičke metode za određivanje signalnih molekula Gram-negativnih bakterija, Ugovor br. 685-01 od 09.08.2021. godine, IHTM, DSP Chromatography d.o.o, Beograd i Fond za inovacionu delatnost RS;
- (3) Softverski paket za ekonomsku procenu opravdanosti reciklaže otpadnih organskih rastvarača, br. 837/16.10.2020., IHTM, Dualis d.o.o. Beograd i Fond za inovacionu delatnost RS;
- (4) Razvijanje i validacija analitičke metode za određivanje sadržaja PAH u lekovitom i začinskom bilju; ID projekt 727, Herba doo i Fond za inovacionu delatnost RS;
- (5) Razvoj i izrada prototipa aluminatnog vatrostalnog betona sa dodatkom bazalta za ozid u vagonetima; Ugovor br. 1456/21.10. 2019, IHTM, Geoinvest industrijski minerali d.o.o Arandjelovac i Fond za inovacionu delatnost RS;
- (6) Izrada MEMS strukture za grafski mikrofoni; ID projekt 90 od 30. 01. 201, IHTM, Dirigent Acoustics, Beograd i Fond za inovacionu delatnost RS;

- (7) Razvoj uređaja za ispitivanje filtera; IHTM, Dualis doo Beograd, Fond za inovacionu delatnost RS;
- (8) Kompletna hemijska i UV dezinfekcija zaštitne opreme u cilju sprečavanja širenja hemijske i biokontaminacije, IHTM, Catena Alfa doo, Fond za inovacionu delatnost RS;
- (9) Ispitivanje uticaja nutritivnih sastojaka na ekspresiju digestivnih enzima pčela (*Apis mellifera*), IHTM, Golden bee doo, Fond za inovacionu delatnost RS;
- (10) Razvoj HPLC-UV analitičke metode za određivanje sastava racemskih smeša hlorokina i njihovih farmakokinetičkih profila, IHTM, Ina Soldo, Fond za inovacionu delatnost RS;

Institut ima potpisan sporazum sa Kancelarijom za informacione tehnologije i elektronsku upravu o korišćenju Nacionalne platforme za veštačku inteligenciju.

U IHTM-u je prepoznat poseban značaj jačanja saradnje sa izuzetnim istraživačima iz dijaspore. U prethodnom periodu saradnja je ostvarena, na pojedinačnom nivou i zasniva se na ličnom poznanstvu. U narednom periodu, ovom aspektu saradnje treba pristupiti sistematično, kroz jaču, sistemsku podršku Instituta, posebno imajući u vidu da su resorno Ministarstvo i Fond za nauku saradnju sa dijasporom podigli na strateški nivo, koji je pomognut značajnim finansijskim sredstvima.

5. VIZIJA I MISIJA INSTITUTA

5.1 VIZIJA

Kreator budućnosti inovativnim naučnim i tehnološkim rešenjima koja unapređuju društvo u celini.

5.2 MISIJA

Misija Instituta je kreiranje vrhunskih dostignuća u oblasti hemijskih nauka i njima pridruženih tehnologija s ciljem sticanja i širenja znanja u korist društva kao celine, kroz osnovna, razvojna i primenjena istraživanja, učešće u visokom obrazovanju i doprinos razvoju i širenju visokih tehnologija na nacionalnom i međunarodnom nivou.

5.3 VREDNOSTI

IHTM svoje naučne, istraživačke i razvojne aktivnosti sprovodi sa zaposlenima koji su vrhunski stručnjaci u svim oblastima istraživanja za koje je Institut akreditovan. Svi zaposleni svoje aktivnosti sprovode oslanjajući se na zajedničke vrednosti kao što su a) izvrsnost u nauci i istraživanju, b) promovisanje znanja i inovacija kao društvenih vrednosti, c) negovanje kulture istraživačke saradnje, d) stimulisanje širenja znanja, e) negovanje preduzetničkog duha, f) društvena odgovornost nauke, g) inkluzivnost i raznolikost i g) tradicija pouzdanog partnerstva.

6. STRATEŠKE OBLASTI RAZVOJA I CILJEVI

6.1 OBLASTI ISTRAŽIVANJA

Neophodno je da strateške oblasti istraživanja budu usklađene sa Strategijom pametne specijalizacije koje će podržati država kroz inicijative u osnovnim i primenjenim istraživanjima, inovacijama i tehnološkom razvoju. Ona predviđa četiri vertikalne prioritetne oblasti: informaciono-komunikacione tehnologije, hrana za budućnost, kreativne industrije, mašine i proizvodni procesi budućnosti. Zaštita životne sredine je prepoznata kao horizontalna prioritetna oblast i sadrži energetska efikasnost, remedijaciju i zaštitu vazduha, voda i zemljišta po ugledu na inicijativu IPA (Innovations for Poverty Action). Zaštita životne sredine kao jedna od prioritet oblasti istraživanja više nije dovoljna sama po sebi, već je neophodno da i ostala istraživanja sadrže odgovarajuće aspekte koji se odnose na postizanje standarda u oblasti zaštite životne sredine. Prednost bi trebalo da se daje istraživanjima koja imaju za cilj dobijanje novih vrednosti (proizvoda, uticaj na tržištu ili doprinos društvu) uzimajući u obzir standarde zaštite životne sredine. Da bi bili ostvareni specifični ciljevi strategije potrebno je da strateške oblasti budu adekvatno postavljene uz istovremeno zadržavanje svih oblasti kojima bave istraživači u IHTM-u, uz racionalno poštovanje slobode izbora istraživanja. Strateške oblasti istraživanja IHTM-a će biti definisane elaboratom koji će biti urađen odmah po usvajanju Strategije. Do tada oblasti istraživanja su:

1) Hemija i hemijsko inženjerstvo

- i) **Organska, medicinska i bioorganska hemija:** sinteza organskih jedinjenja i sintetičke transformacije prirodnih proizvoda izolovanih iz prirodnih materija, koja su od značaja za primenu u humanoj medicini kao lekovi ili prateći terapeutici, primenom svih savremenih metoda organske sinteze. Dizajn novih jedinjenja uključuje primenu *in silico* metoda (molekulski doking, predviđanje drug-likeness osobina, dizajn lekova zasnovan na strukturi biološke mete (structure-based drug design – SBDD) i na osnovu strukture aktivnog molekula (ligand-based drug design (LBDD)), QSRR/QSAR analize, bioautografiju i tumačenje mehanizma biološke aktivnosti.
- ii) **Instrumentalna analiza, hemija prirodnih proizvoda i metabolomika prirodnih proizvoda:** izolovanje i strukturna karakterizacija sekundarnih i endogenih metabolita iz biljaka, ćelija, tkiva ili celih organizama, primenom savremenih metoda istraživanja u metabolomici i strukturnoj instrumentalnoj karakterizaciji.
- iii) **Hemija polimera:** razvoj i istraživanje novih materijala na bazi polimera, polimernih (nano)kompozita, hibridnih materijala i premaza za specifične namene. Osim značaja u osnovnim istraživanjima, razvijeni materijali se primenjuju u oblasti zaštite životne sredine za prečišćavanje voda i vazduha.
- iv) **Hemija životne sredine:** Ispitivanje prisustva, sudbine i hemodinamike zagađujućih supstanci u vodi, zemljištu, sedimentima i živim organizmima – procena rizika po životnu sredinu i po zdravlje ljudi. Bioremedijacija zagađenih zemljišta i voda i studije optimizacije bioloških tretmana zagađenih lokacija u životnoj sredini.
- v) **Teorijska hemija i molekulsko modelovanje:** razvijanje računarske metodologije za razumevanje hemijskog ponašanja molekula i racionalni razvoj molekula sa željenim osobinama primenom kvantno-mehaničkih proračuna visokog nivoa sa primenom u mnogim oblastima, kao što su

predviđanja ponašanja zagađujućih organskih molekula u životnoj sredini ili predviđanja njihovih mutagenih svojstava što je u visokoj saglasnosti sa eksperimentima koji su skupi i dugo traju. Proučavanje kompleksa prelaznih metala sa ciljanom primenom u homogenoj i heterogenoj katalizi, magnetizmu i u bionerorganskoj hemiji i interakcije u kristalnim, supramolekulskim strukturama.

- vi) **Kataliza i hemijsko inženjerstvo:** dizajn i sinteza nanomaterijala kao katalizatora i adsorbenasa, projektovanje (mikro)reaktorskih sistema, kao i modeliranje kinetike i nelinearne dinamike heterogenih katalitičkih procesa, sa ciljem primene u sensorima, zaštiti životne sredine, obnovljivim izvorima energije, prehrambenoj industriji i medicini.
- vii) **Elektrohemijska:** dizajn elektrokatalizatora sa poboljšanim performansama, životnim vekom i cenom za oksidaciju organskih i neorganskih jedinjenja u niskotemperaturnim direktnim tečnim gorivnim spregovima. Primena procesa elektrohemijskog taloženja iz vodenih elektrolita, rastopa i jonskih tečnosti u stvaranju različitih struktura na nano i mikro nivoima za primenu u industriji i zaštiti životne sredine. Istraživanje u oblasti multivalentnih metal-vazduh i metal-jonskih baterija, sa inovativnom pripremom katodnih i anodnih materijala.
- viii) **Biohemijska i bioanalitička hemijska:** Istraživanja strukture i funkcije mikrobioloških, biljnih, životinjskih, virusnih i humanih biomolekula (proteina, ugljenih hidrata, nukleinskih kiselina itd.) i razvoj metoda za analizu bioloških molekula, ćelija i virusa.

2) Biotehnologija

Industrijska biotehnologija i biotehnologija životne sredine:

- i) **Inovativne enzimске tehnologije** za proizvodnju prehrambenih proizvoda dodate vrednosti, biogoriva i materijala na bazi biomase bazirane kako na tehnologiji rekombinantnih proteina (GMO) tako i na postojećem prirodnom repertoaru enzima koji se mogu dobiti od proizvođača divljeg tipa (Non-GMO).
- ii) **Održive metode i tehnologije bioremedijacije** koristeći prirodne resurse kao što su mikroorganizmi, enzimi, biljke i prirodni adsorbenti za čišćenje Zemlje. Istraživanje ekološkog stresa živih organizama, biorazgradnje i metaboličkih puteva ksenobiotika; praćenje metabolita u živim organizmima i životnoj sredini; fitoremedijacija i prerada kontaminirane biomase za proizvodnju biogoriva.
- iii) Istraživanja za **upravljanje zemljištem** uz minimalnu degradaciju, obezbeđujući čistu vodu i biodiverzitet. Obezbeđivanje dugotrajnih rešenja zasnovanih na prirodi za smanjenje uticaja klimatskih promena na zemljište.
- iv) Istraživanje, razvoj i proizvodnja **terapeutskih proteina**.

3) Mikroelektronika i mikroelektronske tehnologije

- i) **Senzori i merni instrumenti:** istraživanje, razvoj i realizacija senzora i mernih instrumenata, zasnovanih na strukturama izrađenim mikroelektronskim i mikrosistemskim (MEMS) tehnologijama, koji su namenjeni merenju fizičkih parametara industrijskih procesa, detekciji hemijskih supstanci, biomolekula i bioloških agenasa, uključujući i merenje parametara zagađenja životne sredine (vazduha, vode), fiziološkog stanja organizma (respiracije, pulsa, hemijskog sastava znoja i daha, sadržaja telesnih tečnosti), ispravnosti hrane i slično.

- ii) Mikrofluidičke platforme: razvoj, projektovanje i realizacija mikrofluidičkih platformi i struktura baziranih na MEMS tehnologijama za primenu u oblastima hemije, biohemije, biologije i medicine.
- iii) Materijali za primenu u mikroelektronici i njihova karakterizacija: sinteza, razvoj i karakterizacija novih multifunkcionalnih polimernih materijala i njihovih nanokompozita; metalne prevlake dobijene postupkom elektrohemijskog taloženja sa primenom u mikroelektronici.

6.2. STRATEŠKE OBLASTI RAZVOJA (KLJUČNI STRATEŠKI CILJEVI)

Strateške oblasti razvoja su usmerene na osvajanje i primenu vrhunskih naučnih i inovativnih rešenja u hemiji, biotehnologiji, nauci o materijalima i mikroelektronici kroz saradnju sa akademskim institucijama i industrijom radi doprinosa zajednici u oblastima zdravlja, hrane i životne sredine.

U periodu od narednih 5 godina postavljene su sledeće strateške oblasti razvoja IHTM-a:

1. Povećana izvrsnost (izuzetnost) istraživanja: osnovni cilj u ovoj oblasti je povećanje naučne izvrsnosti IHTM-a u osnovnim i primenjenim istraživanjima što bi trebalo da bude postignuto kroz a) reviziju prioriternih pravaca istraživanja, b) osnivanje novih i osnaživanje postojećih Centara izuzetnih vrednosti, c) povećanje kvaliteta naučnih publikacija, d) povećanje broja konkurentnih naučnih projekata kojima rukovode ili u kojima učestvuju istraživači IHTM-a, e) osnaživanje saradnje sa srodnim međunarodnim naučnim institucijama, f) osnaživanje saradnje sa istraživačima iz dijaspore i g) jačanje istraživačke infrastrukture.

2. Povećana relevantnost istraživanja [poboljšan transfer znanja i tehnologije (KnTT¹):] osnovni cilj u ovoj oblasti je povećanje relevantnosti istraživanja što bi trebalo da bude postignuto kroz a) jačanje inovacionog potencijala, b) povećanje broja prijavljenih nacionalnih i međunarodnih патената, c) jačanje saradnje sa industrijom i javnim sektorom, d) povećanje broja i razvoj postojećih kompanija koje proističu iz IHTM-a, i e) jačanje i umrežavanje transfera KaTT² kancelarije.

3. Povećan uticaj u društvu: U tekstu ovog dokumenta, više puta je prepoznato da se u dosadašnjem radu IHTM nedovoljna pažnja posvećivala aktivnostima promocije istraživačkih timova IHTM i samog Instituta. Tome se nije pristupalo planski i organizovano, već su eventualne komunikacione aktivnosti bile posledica individualnih inicijativa istraživača. Pošto su vidljivost i prepoznatljivost IHTM time znatno umanjene, verovatne posledice sa kojima se IHTM danas suočava jesu nedovoljna svest o potencijalnom uticaju na društvo i nedovoljno učešće naših istraživača u donošenju razvojnih strategija i politika društva. Time je umanjen uticaj IHTM u našem društvu i šire, što potencijalno rezultuje u daleko manjem angažovanju Instituta u projektnim i drugim saradnjama sa interesnim stranama od trenutnih potencijala i kapaciteta IHTM za ostvarivanjem takvih saradnji. Zbog toga je povećan uticaj u društvu prepoznat kao posebna Strateška oblast u akcionom planu. Osnovni cilj u ovoj oblasti je povećanje uticaja Instituta u društvu što bi trebalo da bude postignuto kroz a) povećanje vidljivosti i prepoznatljivosti Instituta, b) povećavanje svesti zaposlenih u Institutu o mogućnostima

¹ KnTT- skraćenica od Knowledge and technology Transfer

² KaTT – skraćenica za Kancelarija za transfer tehnologije

uticaja Instituta u društvu, c) povećavanje uticaja kroz savetodavne uloge u državnoj upravi, Univerzitetu i organima Vlade RS.

4. Osnaženi kapaciteti: osnovni cilj u ovoj oblasti je povećanje kapaciteta Instituta što bi trebalo da bude ostvareno kroz a) podmlađivanje istraživačkog kadra, b) podršku kontinualnom usavršavanju istraživača, c) osnaživanje tzv. mekih veština (upravljanje projektima, prezentacije, motivisanje tima i sl.), d) jačanje kapaciteta KaTT, e) jačanje kapaciteta zajedničkih službi, f) jačanje IT i istraživačke infrastrukture i g) podrške unapređenju učinaka zaposlenih u IHTM-u.

U okviru Strategije izrađen je detaljan Akcioni plan kojim se definišu sve neophodne aktivnosti i mere koje je neophodno sprovesti kako bi bili ostvareni svi specifični ciljevi u okviru svake od strateških oblasti. Za svaku od strateških oblasti razvoja navedeni su specifični ciljevi i određena je po jedna osoba iz redova pomoćnika direktora kao koordinator koja će biti odgovorna za praćenje realizacije plana. Za svaki od specifičnih ciljeva planirane su aktivnosti za koje su definisani ciljevi, očekivani rezultati, vremenski okvir trajanja, učesnici u realizaciji, indikatori kojima će biti praćena ispunjenost aktivnosti kao i mogući rizici koji mogu dovesti do usporavanja ili potpunog prekida realizacije. Indikatori kojima će biti praćena realizacija svake od planiranih aktivnosti su izraženi kroz kvantitativne vrednosti kada god je to moguće, utvrđena je polazna vrednost i planirana je kvantitativna promena tih vrednosti za svaku godinu realizacije kao i izvori provere na osnovu kojih će biti moguće pratiti stepen ispunjenosti svakog od indikatora.

Strateška oblast	Broj specifičnih ciljeva	Broj aktivnosti	Broj indikatora
1. Povećana izvrsnost (izuzetnost) istraživanja	7	31	24
2. Povećanje relevantnost istraživanja [poboljšanje transfera znanja i tehnologije (KnTT)]	5	12	12
3. Povećan uticaj u društvu	2	13	6
4. Osnaženi kapaciteti	7	19	15

Definisane su i procedure koje omogućavaju efikasno praćenje sprovođenja Strategije, što podrazumeva imenovanje odgovornih osoba za sprovođenje aktivnosti, pripremu i podnošenje periodičnih izveštaja. Na osnovu periodičnih izveštaja i dobijenih preporuka biće izvršena analiza realizacije akcionog plana i u slučaju značajnijih odstupanja od predviđene realizacije aktivnosti biće izvršena revizija Akcionog plana. Finansijski deo Akcionog plana se usklađuje sa usvojenim finansijskim planom Instituta za odgovarajuću godinu.