

INSTITUT ZA FIZIKU

Misija i strategija razvoja Instituta za fiziku za  
razdoblje 2023. – 2027.

Bijenička cesta 46, 10000 Zagreb, tel.: +385-1-469 8888, faks: +385-1-469-8889,  
[ifs@ifs.hr](mailto:ifs@ifs.hr), [www.ifs.hr](http://www.ifs.hr)



Institut za fiziku, 2023.

Na temelju čl. 21. st. 3. t. 1. te čl. 31. st. 2. t. 8. Statuta Instituta za fiziku, u vezi čl. 33. stavka 3. i čl. 34. st. 3. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti (NN 119/22), Upravno vijeće Instituta za fiziku na 9. sjednici održanoj 6. prosinca 2024.g., na prijedlog Znanstvenog vijeća donijelo je Misiju i strategiju razvoja Instituta za fiziku za razdoblje 2023. – 2027.



## SADRŽAJ

1.	Pregled razvoja Instituta .....	1
1.1.	Djelovanje Instituta .....	1
1.2.	Misija i vizija .....	2
1.3.	Djelokrug rada.....	2
1.4.	Osvrt na razvoj Instituta u razdoblju 2018. – 2022.....	3
1.5.	Glavni prioriteti u razdoblju 2023. – 2027. ....	4
1.6.	Organizacijska struktura.....	5
1.7.	Nova infrastruktura i znanstvenoistraživačka oprema .....	10
1.8.	Programski ugovor .....	10
1.9.	Jačanje ljudskih potencijala.....	12
1.10.	Znanstveni savjet Instituta za fiziku .....	13
1.11.	Međunarodna prepoznatljivost Instituta.....	14
1.12.	Suradnja s gospodarskim sektorom .....	15
1.13.	Popularizacija znanosti.....	16
1.14.	Zelene tehnologije i održavanje .....	17
2.	SWOT analiza .....	18
2.1.	Strengths (jake strane).....	18
2.2.	Weaknesses (slabe strane).....	19
2.3.	Opportunities (prilike).....	20
2.4.	Threats (ugroze).....	21
3.	Ciljevi i aktivnosti .....	23
3.1.	Strateški cilj 1 – Aktivnosti za podizanje znanstvene izvrsnosti.....	24
3.2.	Strateški cilj 2 – Aktivnosti za jačanje suradnje s gospodarskim sektorom ..	27
3.3.	Strateški cilj 3 – Aktivnosti za jačanje društvene odgovornosti.....	29
4.	Pokazatelji rezultata iz programskog ugovora .....	31
4.1.	Pokazatelji rezultata za strateški cilj 1 .....	31
4.2.	Pokazatelji rezultata za strateški cilj 2 .....	32
4.3.	Pokazatelji rezultata za strateški cilj 3 .....	33

5.	Planirane teme istraživanja.....	34
5.1.	Istraživačke teme Odsjeka za istraživanja materijala u ekstremnim uvjetima .....	34
5.2.	Istraživačke teme Centra za napredne laserske tehnike .....	36
5.3.	Smjernice za uspostavu zajedničkih tema istraživanja .....	39

# MISIJA I STRATEGIJA RAZVOJA INSTITUTA ZA FIZIKU 2023. – 2027.

## 1. PREGLED RAZVOJA INSTITUTA

### 1.1. DJELOVANJE INSTITUTA

Institut za fiziku (dalje u tekstu: Institut), <http://www.ifs.hr/>, vodeći je hrvatski znanstveni institut posvećen temeljnim istraživanjima i njihovim primjenama u polju fizike.

Institut je osnovalo Sveučilište u Zagrebu 9. veljače 1960. pod nazivom Institut za fiziku Sveučilišta u Zagrebu. Kao znanstvenoistraživačka organizacija postao je javnom ustanovom stupanjem na snagu Zakona o ustanovama („Narodne novine“ br. 76/93.). Zakon o znanstvenoistraživačkoj djelatnosti („Narodne novine“ br. 96/93., 34/94., 29/96.) definira da je nad institutima, a među njima i nad Institutom za fiziku, Republika Hrvatska stekla osnivačka prava, a prava i dužnosti osnivača obavljat će nadležno ministarstvo. Temeljem tog zakona Institut je nastavio s radom kao javni institut u vlasništvu Republike Hrvatske pod nazivom Institut za fiziku. Stupanjem na snagu Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti (u daljnjem tekstu: Zakon) 12. listopada 2022. („Narodne novine“ br. 119/2022.), Institut je definiran kao javni znanstveni institut u vlasništvu Republike Hrvatske.

Prepoznatljivost Instituta temelji se na vrhunskim znanstvenim istraživanjima u granama atomske i molekulske fizike, fizike kondenzirane tvari i površina, fizike plazme te biofizike. Osim temeljnim znanstvenim istraživanjima ključnim za njihovu ekspertizu, znanstvenici se na Institutu bave i primijenjenim istraživanjima, surađujući s partnerskim institucijama i gospodarskim subjektima.

Institut sudjeluje u visokom obrazovanju kroz vođenje doktoranada tijekom izrade doktorskih disertacija, studenata za izradu diplomskih radova te studentskih seminara i stručnih praksa. Dodatno, znanstvenici Instituta sudjeluju kao predavači na diplomskim i poslijediplomskim studijima iz fizike i srodnih prirodoslovnih područja.

Institut putem svojih predstavnika sudjeluje u radu nacionalnih i međunarodnih tijela zaduženih za formuliranje programa znanstvenih istraživanja i strateških dokumenata. Između ostaloga, predstavnici Instituta članovi su radnih skupina Ministarstva znanosti i obrazovanja i mladih (u daljnjem tekstu: Ministarstvo), panela Hrvatske zaklade za znanost, kao i Matičnog odbora iz polja fizike. Osim toga, Institut sudjeluje u javnim raspravama u postupcima donošenja zakonodavnog okvira iz područja djelovanja.

Institut sudjeluje i u nizu aktivnosti vezanih uz promociju i popularizaciju znanosti, posebice onih iz polja fizike.

## 1.2. MISIJA I VIZIJA

Misija Instituta jest vrhunski znanstvenoistraživački rad u području prirodnih znanosti – polje fizike s pripadnim interdisciplinarnim područjima u kojima već ima svoj međunarodno prepoznatljiv i, u hrvatskim okvirima, jedinstven doprinos i perspektive razvoja, s ciljem da svojim temeljnim i primijenjenim istraživanjima izravno pridonese razvoju društva kao cjeline, kroz prijenos visokih tehnologija, stvaranja inovacija i патената, kroz doprinos visokom obrazovanju, kroz popularizaciju fizike te kroz promicanje znanstveno objektivnih spoznaja i fizike kao područja razvoja.

Vizija Instituta jest biti prepoznatljiv vrhunski europski centar u području temeljnih i primijenjenih istraživanja iz polja fizike.

## 1.3. DJELOKRUG RADA

Osnovna djelatnost Instituta jest provedba istraživanja kroz znanstvene, stručne i razvojne projekte financirane iz nacionalnih i međunarodnih izvora.

Djelatnost Instituta obuhvaća:

- istraživanje i eksperimentalni razvoj u prirodnim znanostima iz polja fizike
- visokoškolsko obrazovanje na sveučilišnim integriranim prijediplomskim i diplomskim studijima te na sveučilišnim prijediplomskim, diplomskim i poslijediplomskim (doktorskim) studijima u suradnji sa sveučilištima u Republici Hrvatskoj i svijetu
- stručne poslove
  - mjerenja i diseminacije vremena i frekvencije, umjeravanja vremena i frekvencije
  - vezane uz ukapljivanje kriogenih tekućina
  - iz područja mikroskopije
  - iz područja spektroskopije
  - razvoja, testiranja i umjeravanja znanstvene i mjerne opreme
  - vezane uz određivanje fizikalnih svojstava materijala
  - iz područja mehanike, mehatronike i elektronike
  - iz područja izrade fizikalnih uzoraka
- sudjelovanje u afirmiranju i usavršavanju znanstvenog, visokoškolskog i školskog obrazovnog rada u suradnji sa stručnim udrugama i institucijama
- savjetodavne usluge iz područja djelatnosti Instituta



- izdavanje knjiga, periodičnih publikacija i ostale izdavačke djelatnosti
- organizaciju znanstvenih i stručnih skupova, škola i radionica
- stručne analize i vještačenja iz područja registrirane znanstvenoistraživačke djelatnosti i visokostručne djelatnosti Instituta
- razvoj i primjenu analitičkih metoda
- računalne i srodne usluge.

#### 1.4. OSVRT NA RAZVOJ INSTITUTA U RAZDOBLJU 2018. – 2022.

Institut u svojoj je strategiji razvoja za razdoblje od 2018. do 2022. odredio pet strateških ciljeva: uspješnu provedbu infrastrukturnih projekata; podizanje kvalitete znanstvenoistraživačkog rada; sustavno sudjelovanje u visokoškolskom obrazovanju; jačanje partnerstva s gospodarskim subjektima; popularizaciju znanosti, promidžbene aktivnosti i utjecaj na društvo.

Kako je bilo predviđeno strategijom, u prošlom razdoblju usvojen je novi Pravilnik o ustroju radnih mjesta i Pravilnik o načinu rada Instituta kojima je reorganizirana institutska administracija na način da su osnovani Odjel za projektne aktivnosti i financije i Odjel za pravne kadrovske i opće poslove uz dodatno zapošljavanje administrativnog osoblja. Provedena je i iznimno važna organizacijska reforma znanstvenoistraživačkog odjela na način da su osnovani odjeli i grupe s ciljem boljeg definiranja odgovornosti, učinkovitijeg planiranja ljudskih i materijalnih resursa te bolje koordinacije aktivnosti između znanstveno-istraživačkih skupina unutar Instituta. Obje organizacijske mjere ujedno su do kraja odgovorile na neke od ključnih akreditacijskih preporuka Agencije za znanost i visoko obrazovanje u postupku reakreditacije Instituta 2014.

U okviru prvog strateškog cilja iz Strategije Instituta 2018. – 2022., posebno izazovna provedba infrastrukturnih projekata zahtijevala je angažman i aktivnosti koje uvelike premašuju redovito poslovanje Instituta. Uz poseban trud voditelja projekata i znanstvenika uključenih u ove velike projekte, uprave i institutskih administrativnih službi, oni su uspješno vođeni kroz cijelo prošlo razdoblje. Nakon potresa 2020. u Zagrebu Institutu su dodijeljena sredstva i za projekt obnove njegove infrastrukture sa zadatkom otklanjanja pretrpljenih šteta od potresa.

Izvedena su četiri infrastrukturna projekta:

- 1) Centar za napredne laserske tehnike (CALT)  
ugovorena sredstva: 16.098.986,31 €  
završetak provedbe: prosinac 2023.
- 2) Kriogeni centar Instituta za fiziku (KaCIF)  
ugovorena sredstva: 5.264.273,01 €  
završetak provedbe: prosinac 2022.

- 3) Istraživačka jedinica: Znanost o grafenu i srodnim 2D strukturama  
Znanstveni centar izvrsnosti za napredne materijale i senzore (CEMS)  
iznos financiranja: približno 1.390.000 €  
završetak: studeni 2023.
- 4) Dovođenje Instituta za fiziku u stanje prije potresa 22. ožujka 2020.  
vrijednost izvedenih radova: 792.717,99 €  
završetak provedbe: listopad 2022.

Navedena ulaganja u ukupnom su iznosu od gotovo 24 milijuna eura, što predstavlja daleko najveću investiciju u Institut od njegova osnutka.

Pored provedbe gore pobrojanih projekata Institut je redovito radio i na provedbi ostala četiri strateška cilja. Uz to je u odnosu na prethodno razdoblje uspio zamjetno povećati broj objavljenih radova, odnosno, čak za dvadesetak posto. Institut je uspio znatno povećati i broj znanstvenih i primijenjenih projekata. Tako je, primjerice, za više od pedeset posto porastao broj aktivnih projekata koje financira Hrvatska zaklada za znanost.

Institut je uspješno radio i na povećanju svoje međunarodne vidljivosti, sudjelujući u suorganizaciji konferencija ili preko sudjelovanja znanstvenika na brojnim međunarodnim konferencijama, uz znanstvene posjete i posjete studenata iz inozemstva Institutu. Znanstvenici Instituta sudjelovali su u izvođenju nastave, kako na prijediplomskom i diplomskom, tako i na poslijediplomskom studiju, kao i u suradnji s gospodarskim sektorom kroz projekte primijenjenih istraživanja ili izravnu suradnju s gospodarskih subjektima. Napokon, kako je i bilo predviđeno strategijom, Institut je sudjelovao u brojnim događajima popularizacije znanosti, a dio njih i organizirao, samostalno ili u suradnji s drugim institucijama, posebice školama.

### 1.5. GLAVNI PRIORITETI U RAZDOBLJU 2023. – 2027.

Institut je 2023. okončao ili ušao u zadnju godinu provedbe svojih velikih infrastrukturnih projekata. Okončanjem velikih projekata novim središnjim prioritetom Instituta postaju ljudski resursi. U tom smislu, svojim zaposlenim znanstvenicima Institut želi osigurati što bolje uvjete za rad i kreativnost na novoj opremi, kao i konkurentnost znanstvenih i primijenjenih istraživanja. Pri tome se posebnu pozornost želi posvetiti mladim znanstvenicima zaposlenima na Institutu i njihovu usavršavanju. Institut želi biti privlačan za povratak i daljnji razvoj izvrsnih mladih kolega koji su se s Instituta uputili na poslijedoktorska usavršavanja. Jednako tako, želi biti privlačan pri zapošljavanju pojedinih već iskusnih istraživača, koji svojom ekspertizom mogu dodatno podignuti kvalitetu istraživanja na Institutu, kao i njegovu međunarodnu vidljivost.

Cilj je, također, ojačati međusobnu znanstvenu suradnju unutar Instituta, kao i suradnju s međunarodno priznatim grupama i znanstvenicima u Republici Hrvatskoj i inozemstvu te tako dodatno ojačati institutske ekspertize, odnosno mogućnosti i kapacitete svojih znanstvenika. Zajedno s partnerskim znanstvenim institucijama i partnerima u gospodarstvu Institut namjerava sudjelovati u primijenjenim projektima te pružati izravne usluge zainteresiranim gospodarskim subjektima.

Kontinuirana suradnja Instituta s više fakulteta i sveučilišta u Republici Hrvatskoj uključuje sudjelovanja u tijelima koja provode obrazovnu i znanstvenu politiku, obuku studenata u znanstvenim istraživanjima, vođenje studenata u izradi seminarskih i diplomskih radova, držanje predavanja i vježbi na prijediplomskom i diplomskom studiju. Međutim, nužno je nastaviti i dalje jačati dosadašnju praksu aktivnog sudjelovanja članova Instituta u sveučilišnoj nastavi, nastojeći pri tome još više povećati vidljivost Instituta prema studentima.

## 1.6. ORGANIZACIJSKA STRUKTURA

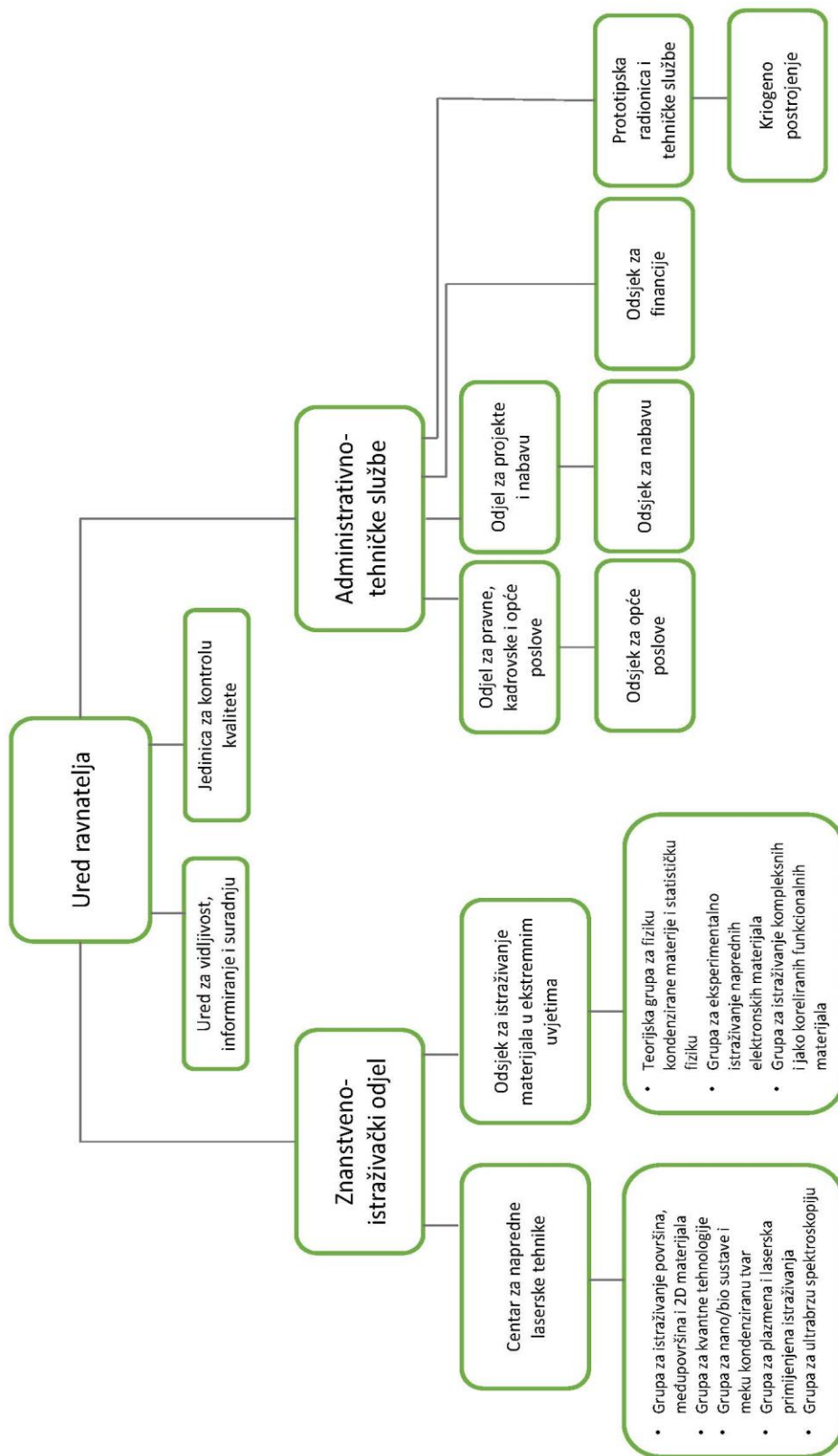
Temeljna znanstvenoistraživačka djelatnost Instituta obavlja se unutar osnovnih ustrojbenih jedinica. Ustroj i način djelovanja Instituta definirani su Statutom, koji je donesen 2023., uz prethodnu suglasnost Ministarstva. Također, predviđa se stupanje na snagu novog Pravilnika o ustroju Instituta, koji će u sebi uključivati i sve neophodne prilagodbe novoj zakonskoj regulativi i novom Statutu. Shematski prikaz predviđene organizacijske strukture Instituta može se pronaći na Slici 1.

Osnovne ustrojbene organizacijske jedinice Instituta jesu:

- Ured ravnatelja
- Znanstvenoistraživački odjel koji se sastoji od odsjeka i grupa
- Administrativno-tehničke službe koje se sastoje od odjela i odsjeka.

Ured ravnatelja obavlja poslove vezane uz organizaciju rada i poslovanja Instituta. Poslove iz djelokruga Ureda ravnatelja obavljaju ravnatelj i dva pomoćnika ravnatelja.

Znanstvenoistraživački odjel ustrojbeno je jedinica u kojoj se obavlja temeljna djelatnost Instituta. Znanstvenoistraživački odjel Instituta podijeljen je u dva odsjeka – Centar za napredne laserske tehnike i Odsjek za istraživanje materijala u ekstremnim uvjetima. Radom odsjeka upravljaju pročelnici odsjeka. Svaki odsjek sastoji se od dvije ili više znanstvenoistraživačkih grupa. Grupa je temeljna ustrojbeno jedinica odsjeka u kojoj se radi na jednom ili više srodnih projekata koji se koriste zajedničkom opremom i prostorom. Grupu čine zaposlenici na znanstvenim, suradničkim i stručnim radnim mjestima. Grupom upravlja voditelj grupe.



Slika 1. Organizacijska struktura Instituta za fiziku

U **Centru za napredne laserske tehnike** ustrojeno je pet grupa:

- **Grupa za istraživanje površina, međupovršina i 2D materijala**, čija istraživanja uključuju eksperimente i teoriju vezanu uz fiziku površina i niskodimenzionalne sustave, kao što su atomski tanki materijali i heterostrukture
- **Grupa za plazmena i laserska primijenjena istraživanja**, koja je posvećena istraživanjima svojstava plazmenih izvora i njihovim primjenama, kao i razvoju primjena optičkih hibridnih sustava za raznovrsna interferometrijska mjerenja
- **Grupa za nano/bio sustave i meku kondenziranu tvar**, čiji je naglasak na teorijskom modeliranju stanica i tkiva, hibridnim sustavima u biofizici, kao i materijalima na nanometarskoj skali te primjenama u nanosenzorici
- **Grupa za kvantne tehnologije**, koja je posvećena istraživanjima hladnih atomskih sustava u optičkim potencijalima, s ciljem razvoja kvantnih simulatora te kvantnih senzora
- **Grupa za ultrabrznu spektroskopiju**, koja se bavi ultrabrzim kemijskim i fotofizičkim procesima, uz primjene na polju foto-disocijacije, foto-ionizacije i prijenosu energije.

U **Odsjeku za istraživanje materijala u ekstremnim uvjetima** ustrojene su tri grupe:

- **Teorijska grupa za fiziku kondenzirane tvari i statističku fiziku**, koja se bavi mnogočestičnim problemima, proučavajući učinke različitih vrsta međudjelovanja i nereda u kvantnim i klasičnim sustavima
- **Grupa za eksperimentalno istraživanje naprednih elektronskih materijala**, u čijem su žarištu interesa istraživanja materijala s nekonvencionalnim magnetskim fazama i uređenjima
- **Grupa za istraživanje kompleksnih i jako koreliranih funkcionalnih materijala**, koja se najviše bavi istraživanjima materijala s jakim elektronskim korelacijama i kritičnim ponašanjima, te svojstvima slitina kompleksne kristalne strukture.

U Administrativno-tehničkim službama obavljaju se administrativni, tehnički i drugi opći poslovi od interesa za sve ustrojbene jedinice. U Administrativno-tehničkim službama ustrojeni su sljedeći odjeli i odsjeci:

- Odjel za pravne, kadrovske i opće poslove
- Odjel za projekte i nabavu
- Odsjek za financije
- Prototipska radionica i tehničke službe.

Odjel za pravne, kadrovske i opće poslove obavlja pravne poslove u vidu izrade prijedloga općih akata Instituta, praćenje primjene zakona i drugih propisa, sve pravne poslove

vezane uz postupke koji se vode pred sudovima ili drugim nadležnim tijelima u Republici Hrvatskoj, davanje pravnih mišljenja, poslove iz područja radnih odnosa, pružanje administrativne podrške tijelima Instituta te druge opće poslove od interesa za Institut. Odjel za pravne, kadrovske i opće poslove pruža savjetovanje znanstvenicima Instituta u području zaštite i komercijalizacije intelektualnog vlasništva.

Odjel za projektne aktivnosti i nabavu obavlja administrativne i stručne poslove vezane uz pripremu, provedbu i praćenje te financijsko upravljanje nacionalnim i međunarodnim znanstvenim i drugim projektima, poslove nabave, te njihovu promidžbu na internetskim stranicama Instituta.

Odsjek za financije i računovodstvo obavlja poslove financija i računovodstva, poslove prikupljanja, obrade i objave svih podataka o radu Instituta, kao i informacija potrebnih za rad ostalih odjela.

Tehničke službe Instituta obavljaju poslove koji su izravno vezani uz realizaciju znanstvenoistraživačke djelatnosti Instituta te ostale poslove iz djelokruga odsjeka. U Prototipskoj radionici i tehničkim službama ustrojeno je Kriogeno postrojenje. Usluge se pružaju korisnicima unutar Instituta, ali i korisnicima s partnerskih znanstvenih institucija i iz gospodarskog sektora.

#### *MODERNIZACIJA RADNIH MJESTA U ADMINISTRATIVNO-TEHNIČKIM SLUŽBAMA*

Razvoj tehnologije i eksperimentalnih tehnika na Institutu doveli su do bitnijih promjena i u potrebama koje znanstvenici imaju prema tehničkim službama. Isto tako, razvojem digitalnih platformi i novih vrsta globalne komunikacije, pojavile su se potrebe prema novim načinima komunikacije Instituta prema međunarodnoj znanstvenoj zajednici, suradničkim institucijama, gospodarskom sektoru i široj javnosti. Prepoznajući nove potrebe i trendove, a posebice nakon brojnih odlazaka u mirovinu tehničkog i stručnog osoblja, Institut je redefinirao tri radna mjesta i opis njihovih poslova na način da bolje odgovaraju modernim potrebama Instituta.

Prvo od tri radna mjesta odnosi se na stručnog koordinatora za eksploataciju znanstvenih istraživanja, međuinstitucijsku suradnju i kontakte s javnošću. Njegovi su osnovni zadatci (a) koordinirati procese prijenosa rezultata znanstvenih istraživanja, praktičkih primjena i stručnih usluga prema industriji, (b) identificirati primjene institutskih znanstvenih istraživanja i pružati potporu istraživačima na putu prijenosa znanja, (c) komunicirati sa suradničkim institucijama na projektima primjene i uspostave međuinstitucijske suradnje, (d) organizirati prezentacije rezultata znanstvenih i primijenjenih istraživanja, (e) pripremati prezentacije, članke, priopćenja za javnost i objave na društvenim mrežama, (f) pružati potporu istraživačima u jačanju prenosivih vještina i vidljivosti istraživanja.

Drugo radno mjesto donosi prilagodbe koje se tiču uloge voditelja Prototipske radionice i tehničkih službi. Opis poslova za ovo radno mjesto uključuje (a) rukovođenje radom prototipske radionice i tehničkih službi, (b) podršku istraživačima u području elektrotehnike, (c) projektiranje, izradbu i testiranje analognih i digitalnih elektroničkih komponenata, sklopova i uređaja, (d) sudjelovanje u rješavanju problema s komercijalnim

elektroničkim sklopovima i uređajima (dijagnostika kvarova, kalibracija, testiranje i popravak).

Treće radno mjesto jest ono tehničara za kriogeniku, koji bi, uz voditelja Kriogenog postrojenja, obavljao poslove rukovanja ukapljivačem helija, osiguravanja pouzdanog rada tog postrojenja, održavanja i demontaže kriogeničke opreme na Institutu, distribuiranja kriogenih tekućina korisnicima (tekući helij i tekući dušik) te sudjelovao u poslovima vezanima uz kriogeniku u laboratorijima na Institutu. Najvažnija novost ovog radnog mjesta jest to se od novog tehničara očekuje aktivnije sudjelovanje u distribuciji i radu s kriogenim tekućinama u laboratorijima, s obzirom na to da novi ukapljivač zahtijeva manji angažman u odnosu na staru opremu.

#### *URED ZA VIDLJIVOST, INFORMIRANJE I SURADNJU*

U skladu s izmjenama i modernizacijom radnih mjesta u Administrativno-tehničkim službama te u okviru Ureda ravnatelja, predviđen je ustroj koji je prikazan na Slici 1. Posebice, pri Uredu ravnatelja, dodan je Ured za vidljivost, informiranje i suradnju s dva stručna radna mjesta u sustavu znanosti i visokom obrazovanju.

Ključni element rada Ureda je stručnost, koja proizlazi iz potrebe za poznavanjem i razumijevanjem osnovnih djelatnosti Instituta, odnosno konkretnih istraživanja, opreme i mogućih primjena. Ured će na osnovu tih ekspertiza raditi na vidljivosti aktivnosti tema znanstvenih istraživanja Instituta i jačati suradnju Instituta sa znanstvenim i obrazovnim institucijama, partnerima u gospodarstvu, državnim i stručnim tijelima, međunarodnoj znanstvenoj zajednici, kao i široj javnosti i medijima.

Dva radna mjesta u Uredu za vidljivost, informiranje i suradnju odnose se na a) stručnog koordinatora za eksploataciju znanstvenih istraživanja, međuinstitucijsku suradnju i kontakte s javnošću, b) stručnog suradnika za komunikaciju u znanosti. Oba mjesta impliciraju završen sveučilišni diplomski studij iz fizike.

#### *JEDINICA ZA KONTROLU KVALITETE ZNANSTVENE DJELATNOSTI*

Uspostava Jedinice za kontrolu kvalitete znanstvene djelatnosti predviđena je na javnim institutima novim Zakonom o osiguravanju kvalitete u visokom obrazovanju i znanosti („Narodne novine“ br. 151/2022.), te je dio novog Statuta Instituta. Institut je, i bez formalne uspostave Jedinice za kontrolu kvalitete, već percipirao njezinu potrebu te se dio aktivnosti, konzultacija i usuglašavanja obavlja već nekoliko godina na razini sastanaka uprave Instituta s voditeljima odsjeka i grupa. Ti su se sastanci pokazali vrlo učinkovitim za rad Instituta.

Na osnovi tih iskustava, predviđeno je da Jedinica za kontrolu kvalitete kao svoj glavni zadatak ima kontinuirano osiguravanje i unaprjeđivanje kvalitete rada u svim segmentima Instituta. Jedinica bi isto tako predlagala mjere za daljnje poboljšanje uvjeta znanstvenog rada, kao i definiranje smjerova te kvalitete znanstvenih istraživanja na Institutu. U tom kontekstu, Jedinica bi razmatrala pitanja znanstvene politike, posebice pridonoseći ujednačavanju kriterija unutar Instituta i sinkronizaciji aktivnosti. Jedinica bi bila u stanju davati preporuke Uredu ravnatelja, Znanstvenom vijeću i voditeljima odsjeka i grupa za mjere koje bi bilo dobro provesti. Jedinica bi se konzultirala oko dijela aspekata politike

zapošljavanja, uspostave istraživačkih suradnji, novih projekata, uklanjanja nepotrebnih prepreka u radu, a pomogla bi i u donošenju preporuka koje vode većoj kvaliteti te većoj vidljivosti i utjecaju Instituta.

### 1.7. NOVA INFRASTRUKTURA I ZNANSTVENOISTRAŽIVAČKA OPREMA

Institut pokazao je iznimnu uspješnost u privlačenju sredstava iz europskih fondova te je, kao što je već navedeno, okončao četiri velika infrastrukturna projekta, CALT, KaCIF, CEMS i projekt obnove od potresa. S moderniziranom infrastrukturom i novom opremom, Institut sada može ponuditi uvjete za znanstvenoistraživački rad koje imaju slične znanstvenoistraživačke institucije u tehnološki naprednim zemljama.

Održavanje i servis znanstvenoistraživačke opreme nabavljene kroz infrastrukturne projekte predstavlja znatan financijski izazov za Institut. Budući da je riječ o sofisticiranoj znanstvenoistraživačkoj opremi velike vrijednosti, redovito održavanje i servisi financijski su zahtjevni, ali i nužno potrebni za njezinu funkcionalnost. Stoga je jedan od prioriteta Instituta osiguranje financijskih sredstava za servis i održavanje opreme nabavljene kroz projekte CALT, KaCIF i CEMS, kroz provedbu znanstvenoistraživačkih i stručnih projekata Instituta. U tom smislu, Institut je osigurao znatna financijska sredstva kroz provedbu svojih znanstvenih projekata koji su financirani kroz izvedbenu komponentu programskog ugovora.

### 1.8. PROGRAMSKI UGOVOR

Krajem 2022. na snagu je stupio novi Zakon o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti („Narodne novine“ br. 119/2022.), koji je donio brojne novine, posebice u načinu rada javnih instituta te njihova financiranja. Zakon je omogućio bolje planiranje i jasan financijski okvir svakom javnom institutu te u tom smislu predstavlja bitan napredak. Novi oblik financiranja temeljem programskog ugovora za financiranje osnovne proračunske komponente, razvojne proračunske komponente i izvedbene proračunske komponente donio je Institutu i dodatna sredstva za ostvarivanje svojih specifičnih prioritarnih ciljeva i aktivnosti.

U skladu sa zahtjevima nadležnog ministarstva i primljenom dokumentacijom, tijekom 2023. Institut priredio je i konkretan prijedlog razvojne i izvedbene proračunske komponente kroz programske strateške i posebne ciljeve, plan zapošljavanja i napredovanja, te popis pokazatelja ishoda za razdoblje 2024. – 2027. Ti su dokumenti bili ključni za potpisivanje četverogodišnjeg programskog ugovora o financiranju s nadležnim ministarstvom krajem 2023., a prošli su sve institutske procedure, odnosno, o njima su raspravljali i podržali ih Znanstveno vijeće i Upravno vijeće Instituta.

Razdoblje programskog ugovora prati razdoblje na koje se odnosi ova Misija i strategija Instituta za fiziku 2023. – 2027. Programski ugovor sadrži odredbe o sljedećem:



- strateškim i posebnim ciljevima koje Institut mora ostvariti u sklopu ugovorenog programskog razdoblja
- mjerljivim pokazateljima ostvarivanja ugovorenih ciljeva
- razvojnim aktivnostima te njihovu doprinosu ostvarenju ugovorenih ciljeva
- osnovnoj, razvojnoj i izvedbenoj proračunskoj komponenti
- ukupnom iznosu sredstava koja se doznaju temeljem programskog ugovora, kao i o iznosima ugovorenim za svaku godinu primjene programskog ugovora po proračunskim komponentama
- očekivanom godišnjem ostvarivanju namjenskih i vlastitih prihoda Instituta
- uvjetima ostvarivanja prava na visinu izvedbene proračunske komponente
- obvezi izvješćivanja i praćenja izvršenja pokazatelja provedbe programskog ugovora.

Osnovna proračunska komponenta Instituta obuhvaća sredstva državnog proračuna Republike Hrvatske kojima se financiraju osnovne potrebe Instituta, uključujući stavke u vidu plaća djelatnika, hladnog pogona, tekućeg investicijskog održavanja, kao i posebna sredstva za novo Kriogeno postrojenje Razvojna proračunska komponenta Instituta obuhvaća ciljeve za ostvarivanje napretka Instituta kojima se, između ostalih, financira internacionalizacija rezultata znanstvenih projekata i programa, razvoj programa kojim se jača društveni angažman Instituta u zajednici te potiče međunarodna mobilnost i suradnja, kao i zelena tranzicija. Izvedbena proračunska komponenta Instituta obuhvaća ciljeve koji se, između ostalih, odnose na prijavu i realizaciju kompetitivnih projekata, održavanje znanstvenih i stručnih skupova, poticanje međunarodne mobilnosti, jačanje konkurentnosti mladih znanstvenika te popularizaciju znanosti. Sve aktivnosti, i one obuhvaćene ovim financiranjem i one koje se oslanjaju na druge izvore, opisane su unutar ove misije i strategije.

	2024.	2025.	2026.	2027.
Osnovna proračunska komponenta	2.843.608,97	3.035.563,17	3.276.165,87	3.416.740,47
Razvojna proračunska komponenta	199.117,50	238.810,00	133.660,00	130.575,00
Izvedbena proračunska komponenta	369.617,65	287.160,00	257.979,41	203.452,94
UKUPNO:	3.412.344,12	3.561.533,17	3.667.805,28	3.750.768,41

Tablica 1: Osnovna, razvojna i izvedbena komponenta programskog ugovora

Ukupan iznos u eurima ugovorenih sredstava iz programskog ugovora raspoređen je po ugovornim godinama i proračunskim komponentama na način kako je prikazano u Tablici 1.

### 1.9. JAČANJE LJUDSKIH POTENCIJALA

Cilj Instituta jest povećati broj znanstvenika koji će raditi na novoj znanstvenoistraživačkoj opremi nabavljenoj kroz projekte CALT, KaCIF i CEMS jer ona omogućuje otvaranje novih smjerova istraživanja i poboljšanje međunarodne vidljivosti, a prilika je i za razne oblike prijenosa znanja i suradnje s gospodarskim sektorom. Svi nabrojeni čimbenici posebno su važni za daljnji razvoj i napredak Instituta.

Zbog obrnute piramide u strukturi znanstvenih radnih mjesta, koja je nastala kao rezultat zapošljavanja znanstvenika u generacijskim valovima, na Institutu se u proteklih desetak godina odlaskom u mirovinu seniornih znanstvenika otvorio znatan broj novih radnih mjesta. Institut je zbog toga provodio dugoročnu politiku planiranja radnih mjesta za sljedećih deset godina, s ciljem zapošljavanja kvalitetnih znanstvenika čiji znanstveni profil odgovara institutskim znanstvenim interesima, specifično, mogućnostima i zahtjevima eksperimentalne opreme koja je nabavljena kroz infrastrukturne projekte Instituta CALT, KaCIF i CEMS.

S danom 1. siječnja 2023. na Institutu bila su zaposlena:

- 4 znanstvena savjetnika u trajnom izboru
- 3 znanstvena savjetnika
- 11 viših znanstvenih suradnika
- 14 znanstvenih suradnika
- 5 viših asistenta
- 20 asistenata

uz 4 popunjena stručna radna mjesta. Time je nakon niza desetljeća Institut ostvario poželjnu piramidalnu strukturu znanstvenih radnih mjesta.

U sklopu programskog ugovora Institut je u razdoblju do 2027. osigurao 13 znanstvenih radnih mjesta (uključujući i povratnička radna mjesta) te 33 suradnička radna mjesta, pri čemu su za ova radna mjesta financijska sredstva osigurana kroz osnovnu komponentu programskog ugovora. Institut stoga u budućem razdoblju smatra ključnim pitanjem politiku zapošljavanja, kako bi se mogao kvalitetno u potpunosti realizirati plan novih zapošljavanja. Pri tome, Institut mora težiti ravnomjernom razvoju svojih istraživačkih kapaciteta, ali, isto tako, prilikom zapošljavanja na ta znanstvena radna mjesta posebno mora paziti na kriterije znanstvene izvrsnosti.

Kao znanstveno vrlo zanimljiva sredina koja nudi niz eksperimentalnih i teorijskih metoda, kao i cijeli spektar istraživačkih tema i suradnji, Institut je privlačan dolasku već priznatih znanstvenika sa širokim međunarodnim iskustvom. Zbog toga Institut vrlo aktivno radi na zapošljavanju znanstvenika-povratnika. Institut godišnje ima po jedno povratničko radno

mjesto. Povratnička radna mjesta osigurana su programskim ugovorom.

Osim radnih mjesta iz programskog ugovora, očekuje se dodatno zapošljavanje na suradnička radna mjesta kroz provedbu znanstvenih projekata na Institutu. To se odnosi kako na projekte Hrvatske zaklade za znanost, tako i na one EU programe s kojima je moguće financirati plaće asistenata i viših asistenata.

#### *SUSTAVNI RAD S MLADIMA*

Uspješno zapošljavanje asistenata i viših asistenata dugoročno podiže kvalitetu istraživačkog rada, kvalitetu i prepoznatljivost istraživačke grupe, a time i Instituta u cjelini. Sve to pretpostavlja sustavan rad s mladima na kojem Institut inzistira. Samo u 2022. na Institutu je završeno čak šest doktorskih disertacija, a veći dio mladih kolega već se nalazi na poslijedoktorskom usavršavanju u prepoznatljivim inozemnim znanstvenim grupama.

U radu s mladim kolegama na Institutu prvi je naglasak na izvrsnom znanstvenom radu i stručnom vodstvu njihovih mentora znanstvenika. Ujedno, njeguju se međunarodne suradnje i s tim povezane prezentacijske vještine, kako bi se istraživanja mogla dobro predstaviti međunarodnoj zajednici kroz znanstvene radove, konferencije i predavanja, podižući time dodatno i vidljivost Instituta. Među asistentima i višim asistentima potiče se kolegijalna atmosfera uzajamnog pomaganja i komunikacije, kako o znanstvenim temama, tako i o drugim temama koje obilježavaju profesiju znanstvenika fizičara. Sve to pridonosi pozitivnom ozračju koje je onda privlačno i za druge darovite mlade kolege i one koji razmišljaju o početku svoje karijere na Institutu.

Institutu je posebno važno održavati kontakte sa svim uspješnim asistentima i nakon obrane disertacije. Onima zainteresiranima za profesionalnu znanstvenu karijeru pomaže se u nalaženju stipendije i znanstveno ambiciozne poslijedoktorske pozicije. Nakon dobivenog međunarodnog iskustva te novih znanja u inozemnim grupama, ovisno o raspoloživim radnim mjestima, najbolje kandidate planira se zapošljavati na Institutu na stalna istraživačka radna mjesta. Zato je jedan od najvažnijih ciljeva Instituta omogućiti povratak izvrsnih kolega s poslijedokorskog usavršavanja te ih s njihovim novim ekspertizama integrirati u pojedine znanstvenoistraživačke grupe na Institutu.

#### 1.10. ZNANSTVENI SAVJET INSTITUTA ZA FIZIKU

Znanstveni savjet institutsko je tijelo koje čine istaknuti inozemni znanstvenici i stručnjaci iz područja djelatnosti Instituta. Svi članovi imaju izravne veze s istraživanjima i istraživačima na Institutu te dobro poznaju hrvatsku znanstvenu scenu i prilike. Glavna zadaća Znanstvenog savjeta jest procjenjivati kvalitetu i vrijednosti znanstvenih istraživanja, pokretati nove pravce međunarodne suradnje i predlagati strateške pravce istraživanja i upravljanja.

Članovi Znanstvenog savjeta Instituta jesu:

- Prof. dr. sc. László Forró, direktor Stavropoulos centra za kompleksnu kvantnu materiju, Odsjek za fiziku i astronomiju, Sveučilište Notre Dame, SAD

- Prof. dr. sc. Zoran Hadžibabić, Cavendish laboratorij, Odsjek za fiziku, Sveučilište Cambridge, Ujedinjeno Kraljevstvo
- Akad. prof. dr. sc. Dragan Mihailović, Odsjek za kompleksnu materiju, Institut Jožef Stefan, Ljubljana, Slovenija
- Akad. prof. dr. sc. Dejan Milošević, Odsjek za fiziku, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Sarajevu, Bosna i Hercegovina
- Prof. dr. Petra Rudolf, dekan za diplomsku nastavu, Prirodoslovno-tehnički fakultet, Sveučilište u Groningenu
- prof. dr. sc. Igor Žutić, Odsjek za fiziku, Sveučilište u Buffalu, Buffalo, NY, SAD.

Znanstveni savjet Instituta sastaje se u prosjeku jednom godišnje, pri čemu njegovi članovi bivaju upoznati s najnovijim zbivanjima, razvojnim programima i možebitnim poteškoćama u institutskom radu. Znanstveni savjet pripremio je 2021. podrobnu analizu stanja na Institutu, saževši ju zajedno sa svojim preporukama u dokumentu pod naslovom "Izvještaj međunarodnog Znanstvenog savjeta Instituta za fiziku". Podloga tom dokumentu bio je širi sastanak s članovima uprave, znanstvenicima Instituta, predstavnicima asistenata i viših asistenata te voditeljima Administrativno-tehničkih služba, kao i brojna dokumentacija o poslovanju Instituta koju je uprava Instituta uputila članovima Savjeta.

Unutar spomenutog izvještaja članovi Savjeta iznijeli su svoje zaključke o tome kako vide trenutačne aktivnosti i što bi Institut trebao učiniti glede ojačavanja svojih znanstvenih kapaciteta i prepoznatljivosti. Također, dani su komentari i preporuke vezane uz konkurentnost Instituta, njegov položaj u odnosu na druge institute, uvjete njegova djelovanja u Republici Hrvatskoj, objektivne probleme vezane uz financiranje znanstvene djelatnosti, konkurentnost plaća te uvjete rada, dolaznu i odlaznu mobilnost, mogućnosti privlačenja najboljih znanstvenika, kao i mogućnosti za daljnji znanstveni napredak Instituta.

### 1.11. MEĐUNARODNA PREPOZNATLJIVOST INSTITUTA

Znanstvenoistraživački rad Instituta međunarodno je vrjednovan i prepoznatljiv. To se očituje u objavljivanju rezultata znanstvenih istraživanja u kvalitetnim časopisima s međunarodnom recenzijom. U posljednjim analizama i dokumentima resornog ministarstva, znanstvene radove u časopisima rangiranim u 10 % najboljih časopisa ističu posebno vrijednima u evaluaciji znanstvenoistraživačkog rada. Institut i u toj kategoriji časopisa ima svoj doprinos, s člancima objavljenima u časopisima poput Physical Review X, Nature Communication, ACS Nano, ili Physical Review Letters.

Kompetitivnost znanstvenoistraživačkog rada Instituta očituje se i uspješnim povlačenjem financiranja znanstvenoistraživačkih projekata na natječajima, kao i u velikom broju održanih pozvanih predavanja na međunarodnim konferencijama. Završetkom provedbe infrastrukturnih projekata CALT, KaCIF i CEMS, Institut je uz potpuno moderniziranu infrastrukturu opremljen i vrhunskom znanstvenoistraživačkom opremom, koja pruža mogućnost otvaranja novih područja istraživanja u perspektivnim i međunarodno kompetitivnim područjima.

Institut se suočava s izazovom pronalaska kvalitetnih konzorcija za prijavu na programe Europske komisije kao što je Horizon Europe. Zbog velike opterećenosti administracijom tijekom provedbe infrastrukturnih projekata, pandemije virusa COVID-19, građevinskih radova na Institutu koji su trajali od 2019. do 2022., prvo u I. krilu, a poslije u okviru projekta obnove od potresa u II. i III. krilu, kao i zbog ograničenih sredstava za putovanje, institutski znanstvenici nisu bili u mogućnosti na odgovarajući način jačati inozemne međunarodne suradnje, gostovati na inozemnim sveučilištima i institutima te sudjelovati na međunarodno priznatim znanstvenim konferencijama u svrhu prezentacije znanstvenoistraživačkog rada.

## 1.12. SURADNJA S GOSPODARSKIM SEKTOROM

Većina znanstvenih istraživanja na Institutu temeljne je prirode te su usmjerena na povećanje znanja. Rezultati tih istraživanja objavljuju se ponajprije kroz radove u uglednim međunarodnim znanstvenim časopisima. Takva ekspertiza ujedno Institutu osigurava podlogu za sve ostale aktivnosti, posebice one prema primjeni te je zato od vitalnog značenja zadržati i dalje razvijati institutsku temeljnu znanost.

Istovremeno, većina grana institutskih istraživanja od samog početka bila je povezana s potencijalnim primjenama, a Institut je gotovo kontinuirano bio uključen u primijenjena istraživanja i suradnju s industrijskim partnerima. Tako Institut, s novom znanstvenoistraživačkom opremom koja omogućuje prilike za razne oblike prijenosa znanja, aktivno radi na jačanju suradnje s gospodarskim sektorom.

Uspješna provedba projekta CALT omogućuje sudjelovanje Instituta u razvoju društveno-ekonomskog sektora kroz primjenu suvremenih laserskih tehnika za rješavanje društveno važnih problema koji se tiču zdravlja, hrane, energije, okoliša i sigurnosti. Karakterizacija i istraživanje novih naprednih materijala temeljem rezultata projekta KaCIF treba pridonijeti rješavanju problema u području zdravlja, energije i sigurnosti. Za navedene aktivnosti, koje izravno povezuju znanost i industriju te vode do mogućnosti modernizacije visokih tehnologija u Republici Hrvatskoj, velik interes iskazali su sektori gospodarstva i obrazovanja (Studija izvedivosti CALT projekta: poglavlje 5; Studija izvedivosti KaCIF projekta: 1.6.7. Utjecaj projekta na gospodarski razvoj, kao i 4.1.5. Rezultati istraživanja tržišta).

U protekle četiri godine Institut je ostvario 60-ak suradnja s partnerima iz sektora gospodarstva i obrazovanja. Pri tome se ta suradnja ponajprije odnosi na formalne sporazume i ugovore, a manje na zajedničke istraživačko-razvojne projekte. Projekti s

Euro-fuzijom koji se trenutačno provode u Institutu, kao i pružanje usluga preciznog vremenskog standarda na nacionalnoj razini, samo su neki primjeri trenutačne suradnje Instituta u području industrije i primjene. Interdisciplinarna istraživanja na Institutu, poput suradnja sa stomatolozima, istraživanja u tekstilnim tehnologijama i istraživanja u plazma tretmanu sjemena ili usjeva primjer su suradnja s javnim i privatnim partnerima s velikim potencijalom za primjene. Cilj je Instituta nastaviti jačati i graditi nove suradnje i zajednička interdisciplinarna istraživanja.

Dodatno, na Institutu djeluje Povjerenstvo za intelektualno vlasništvo kao savjetodavno tijelo ravnatelja. Povjerenstvo za intelektualno vlasništvo na Institutu ima ključnu ulogu u pružanju potpore znanstvenicima od trenutka nastanka inovacije do uvrštenja inovacije u portfelj Instituta. U suradnji s Odjelom za pravne, kadrovske i opće poslove znanstvenike se savjetuje oko upravljanja rezultatima istraživanja, a o mogućnostima prijenosa znanja i komercijalizacije znanstvenike savjetuje Ured za vidljivost. Kroz provedbu tih formalnih koraka osigurava se da inovacije budu zaštićene, potiče se prijenos tehnologije te olakšava suradnja s poslovnim sektorom radi ostvarivanja stvarne koristi od znanstvenih postignuća.

### 1.13. POPULARIZACIJA ZNANOSTI

Institut kontinuirano organizira i sudjeluje u događajima koji demonstriraju ulogu znanosti u društvu i trenutačne istraživačke aktivnosti. Popularizacijski događaji podižu interes građana za istraživački rad i STEM područje, stoga je nužno nastaviti sudjelovati u njima i podržavati ih.

Institut svake godine organizira događanje za studente viših godina studija fizike pod nazivom „Karijerni putevi“. Ovaj događaj služi za upoznavanje studenata sa znanstvenim aktivnostima Instituta, i općenito promociji fizike.

Članovi Instituta održavaju predavanja u školama i drugim javnim mjestima o svojem radu. Kako bi se aktivnosti Instituta predstavile široj publici, redovito se organiziraju Dani otvorenih vrata Instituta. Odnedavno se Dani otvorenih vrata izvode u zajedničkoj suradnji s Institutom Ruđer Bošković, a inicirani su također razgovori za slične aktivnosti i u suradnji s Prirodoslovno-matematičkim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu. Mediji aktivno prate te popularizacijske napore, što pridonosi vidljivosti Instituta i njegovih zaposlenika, a i javnom interesu.

Institut podržava pripremu učenika za natjecanja iz fizike, uključujući i Fizičku olimpijadu. Trenutačno Institut ugošćuje studentsku udrugu Istraživački centar mladih, koja je posebno aktivna u povezivanju učenika sa znanstvenim i tehničkim temama te u aktivnostima vezanim uz međunarodna učenička natjecanja. Također, Institut se povezao i s drugim udrugama civilnog društva u području popularizacije STEM-a, kako bi s njima kao partner izvodio projekte s ciljem popularizacije znanosti i fizike.

#### 1.14. ZELENE TEHNOLOGIJE I ODRŽAVANJE

U okviru projekta CALT, Institut je u potpunosti adaptirao i rekonstruirao I. krilo tako da zadovoljava najviše tehničke standarde znanstvenoistraživačkih institucija, kao što su kontrolirani mikroklimatski uvjeti u prostorima laboratorija, odnosno stabilnost temperature od  $\pm 1$  °C i visoka čistoća zraka; stabilno i neprekinuto napajanje uređaja putem UPS baterija i agregata; kemijski laboratorij s odušcima za digestore i spremnicima za čuvanje kemikalija; odušci za otpadni zrak koji se preko filtara odvodi u atmosferu; dovod komprimiranog zraka i plinova do pojedinih laboratorija; odvod korištenog helija koji se priključuje na postojeću centralnu stanicu za reciklažu helija koja je smještena u II. krilu Instituta itd. Dodatno, zgrada je opremljena sustavom za vatrodojavu i kontrolu pristupa, a izgrađena je i nova kotlovnica koja opskrbljuje toplom vodom i grijanjem sva tri krila Instituta.

Zgrada CALT-a (I. krilo Instituta) spada u najveću, A kategoriju energetske učinkovitosti. S druge strane, II. i III. krilo Instituta obnovljeni su u okviru projekta obnove od potresa. Međutim, obnova je obuhvaćala samo građevinsku rekonstrukciju bez ulaganja u energetske učinkovitost zgrada II. i III. krila te u ostalu tehničku infrastrukturu koja je nužna za laboratorijske prostore. Institut zbog toga prati odgovarajuće natječaje i nalazi se na listi prihvatljivih zgrada Agencije za pravni promet i posredovanje nekretninama za „Energetsku obnovu zgrada javnog sektora ugovaranjem energetske usluge uz korištenje bespovratne financijske pomoći“.

Institut kontinuirano radi na većoj digitalizaciji poslovanja i optimiziranju radnih procesa. Pri tome se ova aktivnost oslanja najviše na vlastitu informatičku službu i unutarne simulacije mogućih ušteda i pristupačnosti podataka. Posebice, želi se olakšati i rasteretiti znanstveni dio Instituta od poslova koji nisu izravno vezani uz sam istraživački rad i znanstvenu produkciju.

## 2. SWOT ANALIZA

Radi boljeg uvida u rad Instituta i čimbenike koji imaju znatan utjecaj na taj rad, ovo poglavlje sadrži sažetu SWOT (eng. Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analizu. Ova forma analize omogućuje vrlo učinkovit pregled prednosti i trenutačnih slabosti Instituta. Na prilike i ugroze za njegov razvoj Institut ne može (bitnije) utjecati, pri čemu one, s druge strane, mogu imati znatniji utjecaj na ciljeve koji se razrađuju unutar ove misije i strategije za razdoblje od 2023. do 2027.

### 2.1. STRENGTHS (JAKE STRANE)

**J1.** Institut jedna je od vodećih znanstvenoistraživačkih institucija u području prirodnih znanosti u Republici Hrvatskoj. Uspješnom realizacijom projekata CALT i KaCIF Institut je osigurao čvrste temelje za daljnji razvoj. Uz dobivanje akreditacije za standarde mjerenja vremena i frekvencije, skup znanja, znanstvenih tema i tehnika unutar CALT-a ovaj centar čini jedinstvenim u širem okružju. Nabava najmodernijih eksperimentalnih postava i opremanje Kriogenog postrojenja novim ukapljivačem helija u sklopu projekta KaCIF predstavlja pak jedinstvenu prednost Instituta u istraživanju materijala u ekstremnim uvjetima, u kojima ima dugogodišnju ekspertizu. Teorijska ekspertiza dodatno pojačava institutske znanstvene mogućnosti.

**J2.** Znanstvenoistraživački rad Instituta međunarodno je vrjednovan i prepoznatljiv. To se očituje u objavljivanju rezultata znanstvenih istraživanja u kvalitetnim časopisima s međunarodnom recenzijom (62 rada u 2022. indeksiranim u bazi WoS CC), povlačenjem financiranja znanstvenoistraživačkih projekata na kompetitivnim natjecanjima i znatnom broju održanih pozvanih predavanja na međunarodnim konferencijama. Institut ima široku mrežu međunarodnih suradnja koje se jasno iščitavaju iz njegovih publikacija, s dodatnim potencijalom za suradnju koju nude novi eksperimentalni sustavi.

**J3.** Uz potpuno moderniziranu infrastrukturu, Institut opremljen je vrhunskom znanstvenoistraživačkom opremom, uključujući niz naprednih laserskih sustava, mikroskopa, i uređaja za analizu svojstava materijala pri vrlo niskim temperaturama, visokim magnetskim poljima i tlakovima. Navedena oprema pruža mogućnost otvaranja novih područja istraživanja u perspektivnim i međunarodno kompetitivnim područjima, kao što su fizika materijala, nano- i bio-znanosti, kvantni simulatori i senzori, fizika plazme te fizika ultrabrzih procesa. Nova oprema ujedno daje i niz novih mogućnosti za prijenos znanja te pružanje usluga gospodarskim subjektima u Republici Hrvatskoj, ali i inozemstvu.

**J4.** Nova organizacija Instituta, s osam znanstvenih grupa u dva odsjeka, u odnosu na prijašnju vodoravnu strukturu znatno podiže i organiziranost znanstvenih aktivnosti i služi kao jaka platforma za kontinuirano skupljanje, obradu, stvaranje i diseminaciju novih znanja. Institut je razvio administrativne kapacitete kao stratešku potporu u prijavi i praćenju provedbe projekata te pravovremeno informiranje i pomoć znanstvenicima o natjecanjima i prilikama za suradnju, kao i pravnu potporu zaštite i komercijalizacije rezultata znanstvenoistraživačkog rada. Institut ima sve predispozicije za jačanje svoje prepoznatljivosti i povećanje broja istraživačkih EU projekata.



**J5.** Institut je u kontekstu dolazne mobilnosti znanstveno atraktivna sredina koja nudi mladim motiviranim istraživačima rad na rješavanju aktualnih problema koji zaokupljaju međunarodnu znanstvenu zajednicu. Institut je kroz mehanizam zapošljavanja znanstvenika povratnika zanimljiv i etabliranim znanstvenicima koji nastavak karijere žele ostvariti u Republici Hrvatskoj. Zahvaljujući svojoj vidljivosti i svojoj jakoj međunarodnoj suradnji, Institut svoje mlade znanstvenike šalje u renomirane istraživačke grupe u Europi i svijetu.

**J6.** Institut sudjeluje u prijediplomskoj, diplomskoj i poslijediplomskoj nastavi na studijima hrvatskih sveučilišta te potiče razvoj kvalitetnih doktorskih programa. Na Institutu se sustavno radi s mladima, pri čemu se nudi cijeli niz različitih tema i ekspertiza za izradu doktorskih disertacija. Nakon stjecanja doktorata, mladi znanstvenici mogu birati između nastavka znanstvene karijere ili zapošljavanja u naprednim industrijama.

**J7.** Institut je okupio Znanstveni savjet s posebno istaknutim međunarodnim znanstvenicima iz područja institutske djelatnosti, čija je velika prednost što iznimno dobro poznaju i razumiju hrvatske prilike. To otvara brojne mogućnosti za podizanje izvrsnosti unutar samog Instituta i pospješuje njegovu međunarodnu vidljivost kroz izravne kontakte s članovima Savjeta ili suradnju s njihovim znanstvenim institucijama.

## 2.2. WEAKNESSES (SLABE STRANE)

**S1.** Prijašnja rascjepkanost istraživanja unutar Instituta još nije dovoljno prevladana, kao i općenit manjak vođenja učinkovite znanstvene politike.

**S2.** Postoji nedostatak pronalaza/identificiranja najkompetitivnijih projekata koji bi privukli veći broj istraživača na Institutu i šire, kao i nedostatak kontinuiranih aktivnosti koje bi privlačile, formirale ili identificirale takve projekte, kao temelj za jače konkuriranje unutar europskog istraživačkog prostora i jače financiranje kroz međunarodne projekte iz programa poput Horizon Europe.

**S3.** Postoji manjak asistenata i viših asistenata u odnosu na broj stalno zaposlenih znanstvenika, posebice kod pojedinih istraživačkih grupa.

**S4.** Zbog posebno zahtjevnih infrastrukturnih projekata koji su bili najviši prioriteti Instituta, povezanost između svih znanstvenika i administrativno-tehničkog dijela Instituta nije na optimalnoj razini. Složene procedure i procesi te manjak odgovarajućih radionica za edukaciju unutar Instituta troše previše vremena znanstvenom osoblju, s otežavajućim učinkom na institutski istraživački potencijal.

**S5.** Institut nije u dosadašnjem razdoblju u dovoljnoj mjeri ostvarivao vlastite prihode. Navedeno je bilo uzrokovano ponajviše zastarjelom znanstvenoistraživačkom infrastrukturom kao naslijeđenim stanjem.

### 2.3. OPPORTUNITIES (PRILIKE)

**P1.** Zahvaljujući dugoročnoj strategiji zapošljavanja, koja se temelji na pažljivom planiranju radnih mjesta za nadolazeće desetljeće, Institut ima značajne preduvjete za osiguranje kontinuiteta u zapošljavanju novih perspektivnih i motiviranih znanstvenika tijekom programskog razdoblja. Kao znanstvena institucija koja nudi niz eksperimentalnih i teorijskih tehnika, istraživačkih tema te brojnih mogućnosti za suradnju, Institut je privlačno odredište za priznate znanstvenike povratnike s međunarodnim iskustvom.

**P2.** Institut je osigurao preduvjete za privlačenje stranih znanstvenika kroz model financiranja Horizon Europa ERA Chair, kao i asistente i više asistente kroz akcije Horizon Europa Marie Skłodowska-Curie i projekata Europskog istraživačkog vijeća (ERC). Institut ima mogućnost zapošljavanja asistenata i viših asistenata kroz mehanizam svojih programskih (razvojnih) koeficijenata i kroz projekte Hrvatske zaklade za znanost.

**P3.** Razvojna i izvedbena komponenta programskog financiranja, koje su predviđene Zakonom o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti, trebale bi osigurati sustavno održavanje, redoviti servis i nadogradnju vrlo sofisticirane opreme nabavljene kroz projekte CALT, KaCIF, kao i pripadajuće infrastrukture. Te komponente programskog financiranja ujedno bi trebale poslužiti podizanju izvrsnosti znanstvenih istraživanja, jačanju primijenjenih istraživanja, podizanju međunarodne vidljivosti Instituta, unaprjeđenju mobilnosti znanstvenika, jačanju kapaciteta mladih znanstvenika, popularizaciji znanosti, kao i zelenoj tranziciji Instituta u više aspekata, od energetske učinkovitosti, proširivanja sustava vatrodajave na cijeli Institut, gospodarenja opasnim otpadom, do očuvanja vrijednih prirodnih resursa i zaštićene parkovne infrastrukture.

**P4.** Dobra dosadašnja suradnja i prostorna blizina istraživačkih institucija u neposrednom susjedstvu u Zagrebu (Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Institut Ruđer Bošković), kao i suradnja s institucijama u obližnjim gradovima (Split, Rijeka, Ljubljana, Trst, sveučilišta u Austriji i Mađarskoj, Sarajevo, Beograd itd.) otvaraju prilike za daljnje jačanje institutskih istraživačkih sposobnosti, međusobnu razmjenu znanstvenika, institucionalnu suradnju i jačanje institutske međunarodne vidljivosti.

**P5.** Institutu se u sljedećem razdoblju otvaraju nove prilike izravne suradnje s gospodarskim subjektima, pojedinačno ili u sklopu većih suradnja, odnosno uz pomoć projekata financiranih iz Nacionalnog programa oporavka i otpornosti (NPOO). Pri tome se treba računati na novu opremu s kojom Institut može ponuditi brojne nove usluge mjerenja, formuliranja rješenja, inovacije, stručno usavršavanje u laboratorijima, kao i usluge stručnog savjetovanja.

**P6.** Troškovi smještaja u Zagrebu posebno su visoki za studente, više asistente, mlade znanstvenike i njihove obitelji. Najavljena ulaganja u prometnu infrastrukturu, posebice u javni prijevoz, u kombinaciji s nedavno razvijenim tehničkim rješenjima za rad na daljinu, kao i posebnim okolnostima vezanim uz rad u znanosti, problem skupog stanovanja može se u budućnosti dijelom smanjiti.

## 2.4. THREATS (UGROZE)

**U1.** U odnosu na najrazvijenije zemlje, u Republici Hrvatskoj postoji općeniti manjak društvene svijesti o važnosti temeljnih istraživanja, kao rasadnika znanja, ideja i stručnjaka za potrebe naprednih industrija, sustava visokog školstva i procesa strateškog odlučivanja na nacionalnoj razini. Kontakata i savjetovanja s iskusnim znanstvenicima na Institutu o strateškim odrednicama hrvatskog razvoja ima premalo, čime se propušta donošenje odluka koje bi mogle više pomoći jačanju i konkurentnosti znanstvenoistraživačkog sektora u Hrvatskoj i njegovu boljem povezivanju s industrijom, kao i općenito jačanja konkurentnosti Republike Hrvatske u odnosu na najrazvijenije zemlje i nove nadolazeće tehnologije.

**U2.** Sustav plaća i nagrada za znanstveno, administrativno i tehničko osoblje nefleksibilan je i nekompetitivan na razini cijelog sustava znanosti i školstva. Prevelik je broj studenata s upravo dobivenom diplomom i, općenito, perspektivnih znanstvenika koji karijeru, umjesto u Hrvatskoj, nastavljaju na inozemnim znanstvenim institucijama zbog neadekvatnih plaća. U Hrvatskoj se pak istodobno, iako svakako treba podržati pojavu sve većeg broja uspješnih hrvatskih tvrtki na području naprednih tehnologija, zbog znatno boljih uvjeta zapošljavanja u privatnom sektoru, ubrzano stvara dodatni odljev perspektivnih kadrova sa znanstvenih institucija. Time se dugoročno radi izravna šteta sustavu koji trenutačno školuje i usavršava mlade ljude, što će neumitno dovesti u pitanje njegovu održivost. Već je sada, zbog manjka odgovarajućih srednjoškolskih profesora, slabija pripremljenost i interes mladih za studije koji traže dobro znanje iz matematike i fizike.

**U3.** Znanstvenici Instituta nedovoljno su povezani sa studentima na prijediplomskoj razini. Nemogućnost da studenti fizike na sustavan način dođu u kontakt sa znanstvenicima i njihovim ekspertizama na Institutu pridonosi odljevu mozгова i nedostatku doktora znanosti, odnosno padu broja studenata koji ulaze u istraživanja, kako na Institutu, tako i na ostalim srodnim institucijama.

**U4.** Uspješnom provedbom velikih projekata (CALT i KaCIF) povećani su troškovi povezani s održavanjem laboratorija/opreme. Sredstva potrebna u tu svrhu vrlo su mala u odnosu na sama ulaganja kroz izvedene projekte, ali predstavljaju trošak koji nije uračunat u dosadašnje financiranje. Poseban problem predstavlja više od trostrukog povećanja cijene helija unatrag 4 godine, koji se ukapljuje na Institutu, jer je riječ o resursu koji je ključan za moderna istraživanja svojstava materijala ne samo na Institutu već i na Fizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Dijelom je problem helija riješen kroz programski ugovor koji predviđa godišnje 20.000 eura za Kriogeno postrojenje tako da treba osigurati kontinuitet financiranja.

**U5.** Prekinut je pristup fizikalnim časopisima, osim onih s otvorenim pristupom. To ugrožava istraživački proces kao i konkurentnost istraživačkih projekata od interesa za međunarodnu zajednicu te općenito pravovremeni dotok znanstvenih informacija. Privremeni pristup naručivanju znanstvenih članaka, predviđenog trajanja do kraja 2025., preko Nacionalne i sveučilišne knjižnice (RapidILL), ublažava trenutačno stanje, ali ne pruža istu kvalitetu pristupa literaturi kakvu daje izravna pretplata na znanstvene časopise.

**U6.** Prekinute su mnoge aktivnosti važne za istraživanje i nastavu u fizici. Prekinute su veze s europskim društvima i časopisima. Povezanost istraživača fizike u različitim područjima istraživanja unutar Hrvatske je narušena jer više ne postoje redoviti znanstvenoistraživački skupovi Hrvatskog fizikalnog društva. Poveznica između istraživanja, nastave u školama i talentiranih učenika također znatno trpi.

**U7.** Sve veća birokratiziranost mnogih aspekata rada javnih instituta, projektnog financiranja, kadrovske politike i tekućeg poslovanja, zahtijeva sve veći administrativni angažman sa sve suženijim manevarskim prostorom za prilagodbe stvarnim potrebama, situacijama i prioritetima. Načini financiranja znanosti na razini EU-a i Republike Hrvatske dovode do dodatnog administrativnog opterećenja, pri čemu se kreativnost znanstvenika i izvođenje istraživanja moraju prilagođavati načinima financiranja, a ne obratno. Poseban problem predstavlja nedovoljno redovit način nacionalnog financiranja uz efikasne i transparentne postupke provođenja natječaja i vrjednovanja projektnih prijedloga.

### 3. CILJEVI I AKTIVNOSTI

Strateški ciljevi Instituta u razdoblju 2023. – 2027. proizlaze iz analiza trenutačnog stanja i dosadašnjeg razvoja Instituta, posebice iz ovdje dane SWOT analize. Ti se ciljevi također temelje i na preporukama Znanstvenog savjeta Instituta, podrobnoj analizi i razgovorima koje je unutar Instituta tijekom 2023. vodila radna skupina za pripremu misije i strategije na čelu s dr. sc. Eduardom Tutišem, analizi razvoja Instituta, posebice godišnjih izvještaja Instituta u razdoblju od osam godina, odnosno od 2014. do 2022., preporukama zadnje akreditacije Instituta iz 2014., strateškim dokumentima Republike Hrvatske kojima se planira njezin razvoj u sljedećem razdoblju do kraja desetljeća, kao i javno dostupnim analizama o stanju u sustavu znanosti i prioritetima kako ih je odredilo resorno ministarstvo.

Institut za razdoblje 2023. – 2027. odredio je svoje glavne strateške ciljeve, koji su onda razrađeni kroz posebne ciljeve. Svi oni dani su u donjoj tablici. U sljedećem koraku, u skladu s ciljevima, razrađene su detaljnije i odgovarajuće aktivnosti.

STRATEŠKI CILJ	POSEBNI CILJ
1. Podizanje znanstvene izvrsnosti	Promicanje objavljivanja u časopisima s velikim čimbenikom odjeka
	Povećanje sudjelovanja u kompetitivnom projektnom financiranju
	Jačanje međunarodne znanstvene suradnje i znanstvene aktivnosti
	Jačanje ljudskih potencijala za znanstveni rad
	Privlačenje, rad i vidljivost prema studentima
2. Jačanje suradnje s gospodarskim sektorom	Poticanje provedbe primijenjenih znanstvenih aktivnosti, uključujući projekte suradnje s gospodarskim sektorom
	Unaprjeđenje institucijskog upravljanja intelektualnim vlasništvom
	Unaprjeđenje pružanja znanstvenih, istraživačkih ili tehnoloških usluga na slobodnom tržištu
3. Jačanje društvene odgovornosti	Popularizacija znanosti

	Jačanje kulture cjeloživotnog obrazovanja, jednakosti i ravnopravnosti
	Jačanje zelene tranzicije
	Jačanje savjetodavne uloge u društvu

Tablica 2: Strateški i posebni ciljevi Instituta za razdoblje 2023. – 2027.

### 3.1. STRATEŠKI CILJ 1 – AKTIVNOSTI ZA PODIZANJE ZNANSTVENE IZVRSNOSTI

U međunarodnom znanstvenom okružju, koje se stalno mijenja i donosi konstantno nove teme i izazove, aktivnosti za podizanje znanstvene izvrsnosti nužnost su ako se želi držati korak s najboljim europskim znanstvenoistraživačkim institucijama. Zato su stalne aktivnosti na podizanju znanstvene izvrsnosti jedan od strateških ciljeva Instituta. Pri tome, Institut ujedno je svjestan svoje uloge i odgovornosti, kao jedne od vodećih znanstvenoistraživačkih institucija u području prirodnih znanosti u Republici Hrvatskoj.

U nastavku ovog poglavlja, aktivnosti su organizirane kroz posebne ciljeve iz Tablice 2. Ti posebni ciljevi u nastavku su ujedno istaknuti podcrtavanjem.

**Promicanje objavljivanja u časopisima s velikim čimbenikom odjeka** ostvarit će se kroz sljedeće aktivnosti:

- **Otvoreni pristup u prestižnim časopisima.** Aktivnost uključuje sufinanciranje otvorenog pristupa i objavu znanstvenih radova s međunarodnim autorstvom ili koautorstvom institutskih znanstvenika u znanstvenim časopisima rangiranim u bazi WoS s visokim čimbenikom odjeka. Institut će za takve članke osigurati sredstva posebice u slučajevima manjka projektnih sredstava za tu namjenu.
- **Interna prezentacija rezultata tekućih znanstvenih istraživanja.** U okviru ove aktivnosti znanstvenici će se poticati da rezultate tekućih istraživanja prezentiraju na razini Instituta, s ciljem uspostave jače suradnje između institutskih grupa i podizanja istraživanja na višu razinu.
- **Internacionalizacija rezultata znanstvenih istraživanja.** Ova aktivnost obuhvaća uspostavu mehanizma pomoći pri predstavljanju rada na pojedinim uglednim i prestižnim međunarodnim konferencijama. U slučajevima kada važnost rezultata i potreba za njihovom promocijom biva iznad mogućnosti projektnih sredstava s kojima voditelji istraživanja raspolažu, glavni autor/autori mogao bi/mogli bi također dobiti financijsku pomoć za predstavljanje rada u obliku seminara na institucijama u zemlji i inozemstvu.
- **Promocija istraživanja.** Ova aktivnost obuhvaća (a) organiziranje promocije rezultata i uspjeha na institutskoj razini tako da autori svoj rad predstave kroz

institutski seminar za znanstvenike na Institutu i suradničkim institucijama, organiziranom kao posebna prigoda, (b) uz suglasnost autora, dodatnu promociju rada prema široj javnosti kroz posebno pripremljena medijska izvješća, objavom na internetskim stranica Instituta, na društvenim mrežama i sl.

- **Godišnje nagrađivanje.** Ova aktivnost odnosi se na godišnje nagrade koje bi Institut svečano dodijelio najuspješnijim znanstvenicima za njihove izvrsne radove. Time bi se dodatno osnažio sustav inovativnosti i izvrsnosti među znanstvenicima.

Sve opisane aktivnosti dovest će do povećanja broja znanstvenih radova u prestižnim časopisima.

**Povećanje sudjelovanja Instituta u kompetitivnom projektom financiranju** ostvarit će se kroz sljedeće aktivnosti:

- **Unutarinstitutska suradnja.** Aktivnost obuhvaća (a) podizanje općenito svijesti o važnosti ovakvih projekata, (b) dijeljenja iskustva s kolegama koji su uspješni na natječajima ili s timom zaduženim za provedbu projekata i posebnu podršku za uspješne znanstvenike koji pripremaju prijave na višoj razini nego što su već sami iskusili, (c) organiziranje posebnih radionica i druženja, s naglaskom na probleme i potrebe mladih kolega s manje iskustva.
- **Internacionalizacija znanstvenih rezultata.** Aktivnost uključuje organizaciju međunarodnih konferencija za diseminaciju znanstvenih spoznaja s tematikama relevantnim za institutska znanstvena istraživanja, u kojima je Institut za fiziku glavni organizator ili jedan od glavnih organizatora, s naglaskom na znatno povećavanje vidljivosti Instituta u znanstvenoj međunarodnoj zajednici.
- **Nagrađivanje prijavljenih projekata.** Aktivnost uključuje dodjelu nagrada znanstvenicima Instituta koji su u razdoblju od 2024. do 2027. prijavili kompetitivni projekt na EU natječaje ako bi ti projekti bili ugovoreni za financiranje ili bi njihove prijave bile pozitivno ocjenjene, odnosno ako bi prijave bile predložene za financiranje, ali nisu financirane zbog nedostatnih sredstava.
- **Sudjelovanje u radionicama za poboljšanje vještina prezentiranja istraživanja.** Kroz ovu aktivnost, vještine prezentacije znanstvenog istraživanja široj publici i ocjenjivačkim panelima trebaju se učiti i poboljšavati praksom kroz pozitivne primjere, uz pomoć odgovarajućih radionica koje organiziraju agencije koje financiraju kompetitivne projekte, kao i dostupnu literaturu.
- **Jačanje strateški ciljanih istraživanja na Institutu.** Aktivnost uključuje provedbu znanstvenih projekata Instituta za strateški ciljanih istraživanja u područjima naprednih elektronskih materijala, magnetskih fenomena u kompleksnim sustavima, svojstva materijala na mezo- i nano-skali, sustava niske

dimenzionalnosti, nano-bio sustava, kvantnih tehnologija, fizike plazme, ultrabrze dinamike te teorijskih istraživanja u fizici kondenzirane tvari i statističkoj fizici.

Obavljanje visokokvalitetnog, vrhunskog istraživanja obično je ključni kriterij za dobivanje posebno kompetitivnog projekta. Taj se kriterij najviše percipira putem scijentometrijskih pokazatelja koji pokazuju visoku produktivnost i članke visokog čimbenika utjecaja. Glavna podrška za uspješnu prijavu kompetitivnih znanstvenih projekata na razini Instituta jest stvaranje i održavanje okoline visokokvalitetnog istraživanja, što uključuje vrhunsku znanstvenu opremu, ali i kvalitetan pristup administrativnim i financijskim informacijama oko projekta. Sve opisane aktivnosti pridonijet će povećanju broja budućih uspješnih projektnih prijava na kompetitivne izvore financiranja i povećanju broja znanstvenih radova u časopisima koje registriraju baze SCOPUS i WoS. Osim toga, aktivnosti će izravno pridonijeti ostvarenju pokazatelja projekata CALT i KaCIF.

**Jačanje međunarodne znanstvene suradnje i znanstvene aktivnosti** ostvarit će se kroz aktivnost:

- **Poticanje međunarodne mobilnosti i međunarodne međuinstitucionalne suradnje.** Aktivnost uključuje istraživački boravak znanstvenika Instituta na inozemnom visokom učilištu ili znanstvenom institutu u trajanju od najmanje jednog mjeseca pa sve do četiri mjeseca i to ponajprije u europskim zemljama, ali i šire, primjerice u Sjedinjenim Američkim Državama i zemljama azijskoga kontinenta.

Navedena aktivnost izravno će kroz gostovanja i povezivanja institutskih znanstvenika te međunarodnu međuinstitucionalnu suradnju pridonijeti podizanju kvalitete znanstvenoistraživačkog rada na Institutu i jačanju vidljivosti Instituta kao jednom od njegovih strateških ciljeva. Aktivnost će također izravno pridonijeti povećanju broja znanstvenika uključenih u programe znanstvene mobilnosti.

**Jačanje ljudskih potencijala za znanstveni rad** ostvarit će se kroz aktivnosti:

- **Jačanje konkurentnosti mladih znanstvenika.** Aktivnost uključuje financiranje u-savršavanja asistenata i viših asistenata, zaposlenika Instituta, na visokom učilištu ili znanstvenom institutu na kojem nisu zaposleni, kroz sudjelovanje u znanstvenim školama ili radionicama, odnosno kroz sudjelovanje na međunarodnim konferencijama.

Navedena aktivnost izravno će pridonijeti jačanju ljudskih potencijala u kontekstu jačanja i međunarodne prepoznatljivosti istraživanja temeljenih na opremi nabavljenoj kroz institutske infrastrukturne projekte, što je jedan od strateških ciljeva Instituta. Osim toga, aktivnost izravno pridonosi povećanju broja znanstvenika koji su stekli doktorsko ili poslijedoktorsko usavršavanje izvan Instituta. **Poseban naglasak ove mjere jest na mladim kolegama, koje Institut prepoznaje kao ključan element bilo kakvog dugoročnog napretka.**

- **Ugošćivanje izvrsnih znanstvenika.** Kroz ovu aktivnost, nudeći izvrsnim gostujućim znanstvenicima najbolje mogućnosti za istraživački rad koje ima na



raspolaganju, Institut dobiva dio njihovih ekspertiza trajno u svoj portfelj. Gostujući znanstvenici ujedno otvaraju mogućnosti za uspostavu dugoročne vanjske međunarodne suradnje, odnosno, ako se nađe zajednički interes, u pojedinim slučajevima oni su i mogući kandidati za dulji ostanak na Institutu.

**Privlačenje, rad i vidljivost prema studentima** ostvarit će se kroz aktivnost:

- **Sudjelovanje u sveučilišnoj nastavi i vidljivost prema studentima.** Nastava na sveučilištu efikasan je način da se aktualni problemi i suvremene metode znanosti prenesu studentima, kao i učinkovit način privlačenja i educiranja novih asistenata, a time i osiguravanja kontinuiteta i kvalitete istraživačkog rada. S obzirom na ekspertizu znanstvenika s Instituta (ponajprije u područjima istraživanja koja su ojačana projektima CALT i KaCIF), Institut je u odličnoj poziciji preuzeti ili uvesti nove kolegije za koje nedostaje ekspertize unutar fakulteta.

Korist od suradnje s fakultetima je obostrana – fakulteti jačaju svoje nastavne kapacitete stručnjacima iz relevantnih istraživačkih područja, a Institut dobiva na vidljivosti i otvaraju mu se mogućnosti novih suradnji i privlačenja većeg broja studenata. Kroz aktivnost sudjelovanja u sveučilišnoj nastavi studenti se kroz izravan kontakt i rad upoznaju sa znanstvenicima, a onda i istraživačkim mogućnostima na Institutu. **Važno je unutar ovakvih aktivnosti poticati posjete studenata institutskim laboratorijima i uključivanje studenata u aktivnosti istraživačkih grupa.**

- **Povećavanje vidljivosti prema studentima.** U okviru ove aktivnosti organizirat će se posjeti studenata fizike Institutu, te će se Institut redovito predstavljati na odgovarajućim manifestacijama posvećenim studentima.
- **Nagrađivanje studenata.** U okviru ove aktivnosti koristit će se mehanizmi nagrađivanja studenata koji se uspješno i kvalitetno uključuju u rad znanstvenih grupa Instituta putem stipendija.

### 3.2. STRATEŠKI CILJ 2 – AKTIVNOSTI ZA JAČANJE SURADNJE S GOSPODARSKIM SEKTOROM

Uz potpuno moderniziranu infrastrukturu, Institut opremljen je vrhunskom znanstvenoistraživačkom opremom koja, osim pružanja niza mogućnosti u znanstvenoistraživačkom radu, daje i niz novih mogućnosti za prijenos znanja te pružanje usluga realnom sektoru.

Suradnja s gospodarskim sektorom pruža priliku zaposlenicima tvrtki za izradu doktorata kroz provedbu dijela istraživanja na Institutu. Time se omogućuje kontinuirani prijenos znanja te potiče aktivna i dugoročna suradnja između tvrtki i Instituta. Veliki potencijal za suradnju leži u projektima „dokaza koncepta“, pružajući temelje za daljnji razvoj proizvoda. Patentni ostvareni u suradnji još su jedan način povezivanja istraživačkog rada u Institutu i industrijske aktivnosti.

**Poticanje provedbe primijenjenih znanstvenih aktivnosti, uključujući projekte suradnje s gospodarskim sektorom** planirano je kroz sljedeću aktivnost:

- **Razvoj programa od posebnog utjecaja na gospodarstvo.** Aktivnost uključuje financiranje provedbe primijenjenog istraživanja na Institutu koja obuhvaća industrijsko istraživanje i eksperimentalni razvoj s ciljem stjecanja novih znanja i vještina namijenjenih razvoju novih proizvoda, procesa ili usluga, odnosno postizanju znatnog poboljšanja postojećih proizvoda, procesa ili usluga.

**Unaprjeđenje institucijskog upravljanja intelektualnim vlasništvom** ostvarit će se kroz sljedeće aktivnosti:

- **Poticanje i podrška razvoja intelektualnog vlasništva.** Aktivnost podrazumijeva sufinanciranje patentnih prijava podnesenih na osnovi rezultata znanstvenih projekata te sufinanciranje prijenosa rezultata istraživanja s ciljem njihova daljnjeg razvoja ili korištenja u razvoju i komercijalizaciji novih proizvoda ili usluga.
- **Održavanje seminara o upravljanju intelektualnim vlasništvom.** Aktivnost predviđa organiziranje seminara i radionica koje bi vodili eksperti iz područja upravljanja intelektualnim vlasništvom.
- **Umrežavanje s organizacijama za podršku razvoju poslovnih ideja temeljenih na intelektualnom vlasništvu.** Aktivnost predviđa uspostavljanje suradnje s inovacijskim centrima i startup inkubatorima za podršku razvoju poslovnih ideja temeljenih na intelektualnom vlasništvu.

**Unaprjeđenje pružanja znanstvenih, istraživačkih ili tehnoloških usluga na slobodnom tržištu** ostvarit će se kroz sljedeće aktivnosti:

- **Održavanje znanstvenih i stručnih skupova.** Aktivnost uključuje financiranje organizacije stručnih skupova kojima će se ojačati suradnja znanstvenika Instituta s gospodarskim sektorom. Specifično, Institut planira održati stručni skup o mjeriteljstvu u području vremena i frekvencije.
- **Katalog s portfeljem istraživanja i usluga.** Aktivnost predviđa izradbu kataloga s portfeljem istraživanja i usluga za specifična područja, koji bi opisao stručnost i opremu koja postoji na Institutu, s naglaskom na metode i pristupe temeljene na postojećoj stručnosti na Institutu koji pružaju prednost. Takav katalog posebno je važan u komunikaciji s potencijalnim partnerima u znanosti i gospodarstvu, kao i prilikom razmatranja budućih smjerova razvoja Instituta.
- **Konzultacije, savjetovanja, razmjene inženjera.** Unutar ovih aktivnosti, Institut je u stanju pojedinim tvrtkama za njihove zaposlene inženjere ponuditi pomoć u izradbi doktorskih radova s naglaskom na primijenjena istraživanja. Ta pomoć, uz

konzultacije i savjetovanja, može uključiti i rad u institutskim laboratorijima na korištenju, odnosno razvoju pojedinih eksperimentalnih tehnika koje imaju svoju izravnu tehnološku primjenu.

Navedene aktivnosti izravno će pridonijeti jačanju partnerstva s gospodarskim subjektima te povećanju broja formalnih suradnja s gospodarskim subjektima, povećanju broja patentnih prijava kao i povećanju broja ugovorenih projekata za pružanje usluga gospodarskom sektoru, samostalno ili u suradnji i s drugim znanstvenim institucijama. Cilj je Instituta iskoristiti svoj potencijal i raditi na daljnjem jačanju suradnje s partnerima iz industrije u okviru zajedničkih projekata i kao pružatelj usluga.

### 3.3. STRATEŠKI CILJ 3 – AKTIVNOSTI ZA JAČANJE DRUŠTVENE ODGOVORNOSTI

Unutar ovog strateškog cilja, koji obuhvaća cijeli niz aspekata društvene odgovornosti, Institut je izdvojio četiri posebna cilja.

**Popularizacija znanosti** ostvarit će se kroz sljedeće aktivnosti:

- (a) **održavanje dana otvorenih vrata** za građanstvo, (b) **prezentacije znanstvenih projekata** i novih znanstvenih postignuća studentima fizike i srodnih interdisciplinarnih područja, (c) **izravnu suradnju sa školama i profesorima** kako bi se učenici upoznali s mogućnostima koje pruža studij fizike i što znanstvena karijera predstavlja, (d) **pripreme za studentska i učenička natjecanja**, (e) **suradnju s udrugama civilnog društva** i zajedničko sudjelovanje na projektima popularizacije.

Kroz podučavanje, popularizaciju znanosti i predavanja Institut pridonosi i cjeloživotnom obrazovanju građana. Time Institut obavlja i društvenu ulogu širenja najnovijih znanja i znanstvenih spoznaja u području fizike te radi na jačanju povjerenja građana u sustav znanosti.

**Jačanje kulture cjeloživotnog obrazovanja, jednakosti i ravnopravnosti** ostvarit će se kroz sljedeću aktivnost:

- **Razvoj programa stručnog usavršavanja kao i programa kojima se jača cjeloživotno obrazovanje institutskih zaposlenika.** Aktivnosti podrazumijevaju (a) financiranje programa stručnog usavršavanja programa cjeloživotnog obrazovanja za administrativno osoblje Instituta kako bi se osigurao efikasan rad Instituta u aktivnostima poput provođenja javne nabave, novih vrsta projekata, izmjenama u pravnoj regulativi, (b) financiranje stručnog usavršavanja tehničkog osoblja o radu s novom opremom, tehnikama i nužnim sigurnosnim pravilima, (c) organiziranjem radionica za znanstvenike na temu projektnih aktivnosti, nabave, i pravne regulative od strane administrativnih službi Instituta i/ili vanjskih stručnjaka, (d) financiranje organizacije i održavanja radionica na temu promicanja ravnopravnosti spolova.

U dugoročnom je interesu Instituta poticati svoje zaposlenike na dodatne edukacije, prijave na radionice i njihovu organizaciju. Tako se stvara i širi mreža kontakata i korisnog

znanja te izravno povećava produktivnost i uspješnost rada Instituta. Međutim, pored aktivnosti stručnog usavršavanja u sklopu cjeloživotnog obrazovanja na Institutu se planira održavanje radionica na temu promicanja ravnopravnosti spolova i stručnog usavršavanja koje će izravno pridonijeti jačanju ljudskog potencijala kroz jačanje kulture jednakosti i ravnopravnosti na Institutu te povećanju broja poduzetih mjera za promicanje kulture ravnopravnosti i jednakosti spolova na Institutu.

**Jačanje zelene tranzicije** planirano je kroz sljedeću aktivnost:

- **Učinkovito gospodarenje otpadom, podizanje razine energetske učinkovitosti.** U okviru ove mjere financirat će se aktivnosti za podizanje energetske učinkovitosti II. i III. krila Instituta, kao što su zamjena dotrajale drvene stolarije, zamjena zastarjelih radijatora i klimatizacijskih jedinica, postavljanje sustava vatrodojave. Dodatno, financirat će se zamjena dotrajale mreže hidranata, gospodarenje opasnim otpadom te očuvanje zaštićene parkovne infrastrukture Instituta kao prirodnih resursa okoliša.

**Jačanje savjetodavne uloge Instituta u društvu** planirano je kroz sljedeću aktivnost:

- **Rad u stručnim i savjetodavnim tijelima.** Institut kroz rad stručnih tijela i izravne kontakte može ojačati svoju savjetodavnu ulogu u društvu. Njegovi znanstvenici posjeduju niz ekspertiza koje mogu pomoći u analizi stanja i pri savjetovanju tijekom oblikovanja razvojnih politika, kao i pri rješavanju vrlo konkretnih problema koji zahtijevaju specifična predznanja.

Cilj je Instituta kroz ovu aktivnost ojačati svoju društvenu ulogu i biti prepoznatljiv partner u rješavanju postojećih problema, analizi stanja i mogućnosti razvoja u širokom rasponu interesnih područja, kao i u oblikovanju znanstvenih, tehnoloških, energetskih i obrazovnih politika.

#### 4. POKAZATELJI REZULTATA IZ PROGRAMSKOG UGOVORA

Pokazatelji rezultata sastavni su dio programskog ugovora, a postavljaju se u svrhu mjerenja uspješnosti u postizanju ugovorenih posebnih ciljeva s nadležnim ministarstvom. Oni predstavljaju posrednu mjeru napretka prema ostvarenju strateških ciljeva.

U nastavku je izložena **tablica** s detaljnim prikazom mjerljivih **pokazatelja Instituta koji su dio programskog ugovora** za razdoblje 2024. – 2027. Početna vrijednost označava vrijednost pokazatelja krajem 2022. koje je kao referentnu točku prilikom pripreme programskog ugovaranja tražilo nadležno ministarstvo, a ciljana vrijednost označava očekivanu vrijednost na kraju 2027.

##### 4.1. POKAZATELJI REZULTATA ZA STRATEŠKI CILJ 1

Posebni cilj	Pokazatelj	Izvor podataka	Početna vrijednost	Ciljana vrijednost
1.1. Povećanje sudjelovanja Instituta u kompetitivnom projektnom financiranju	Broj uspješnih projektnih prijava na kompetitivne izvore financiranja	Godišnje izvješće	12	18
	Broj znanstvenih radova u SCOPUS i WoS časopisima te međunarodno recenziranim zbornicima	Godišnje izvješće	220	250
1.3. Jačanje međunarodne znanstvene suradnje i znanstvene aktivnosti	Broj znanstvenika uključenih u aktivnosti znanstvene mobilnosti	Godišnje izvješće	9	15
1.4. Jačanje ljudskih potencijala za znanstveni rad	Broj znanstvenika koji su stekli stručnu kvalifikaciju tijekom doktorskog studija ili završili poslijedoktorsko usavršavanje izvan Instituta	Interna evidencija	109	130

4.2. POKAZATELJI REZULTATA ZA STRATEŠKI CILJ 2

Posebni cilj	Pokazatelj	Izvor podataka	Početna vrijednost	Ciljana vrijednost
2.1. Poticanje provedbe primijenjenih znanstvenih aktivnosti, uključujući projekte suradnje s gospodarskim sektorom	Broj uspješnih projektnih prijava za projekte primijenjenih istraživanja (od čega: suradni projekti u gospodarstvu ili u kulturi i obradovanju)	Godišnje izvješće	0	3
2.1. Poticanje provedbe primijenjenih znanstvenih aktivnosti, uključujući projekte suradnje s gospodarskim sektorom	Broj formalnih suradnji s gospodarskim subjektima te ustanovama iz kulture i obradovanja	Godišnje izvješće	69	72
2.2. Unaprjeđenje institucijskog upravljanja intelektualnim vlasništvom	Broj patentnih prijava	Godišnje izvješće	3	5

#### 4.3. POKAZATELJI REZULTATA ZA STRATEŠKI CILJ 3

Posebni cilj	Pokazatelj	Izvor podataka	Početna vrijednost	Ciljana vrijednost
4.2. Jačanje kulture cjeloživotnog obrazovanja, jednakosti i ravnopravnosti	Broj poduzetih mjera za promicanje kulture jednakosti i ravnopravnosti	Godišnje izvješće	1	5
	Broj zaposlenika koji su završili programe stručnog usavršavanja	Godišnje izvješće	2	4
4.5. Jačanje zelene tranzicije	Iznos vlastitih i namjenskih sredstava utrošen na projekte s ciljem podizanja energetske učinkovitosti	Godišnje izvješće	0	40.000 €
4.6. Popularizacija znanosti i umjetnosti	Broj aktivnosti popularizacije znanosti i umjetnosti	Godišnje izvješće	76	98

## 5. PLANIRANE TEME ISTRAŽIVANJA

Planirane teme istraživanja predstavljaju ključni element znanstvenoistraživačkog rada za buduće razdoblje, oko kojeg se okuplja veći broj znanstvenika, kako onih koji rade na Institutu, tako i onih izvan Instituta kroz formalne i neformalne međunarodne znanstvene suradnje. Također, kroz zajedničku suradnju više grupa unutar Instituta koja prati svjetske trendove znatno se pridonosi kvaliteti ukupnih institutskih istraživanja.

U ovom dokumentu, razvoj istraživačkog rada u razdoblju 2023. – 2027. planiran je unutar dva glavna okvira koji prate strukturnu organizaciju znanstvenoistraživačkog odjela Instituta, odnosno, u okviru **Odsjeka za istraživanje materijala u ekstremnim uvjetima i Centra za napredne laserske tehnike**. Također, u ovom poglavlju, u obliku smjernica navode se kasnije i teme koje izlaze iz uobičajenih okvira rada unutar grupa i odsjeka, **podrazumijevajući novu dodatnu unutarinstitutsku suradnju između istraživača** koji imaju vrlo različite ekspertize, ali slične interese vezane uz pojedine fizikalne sustave i probleme.

Planirana istraživanja imaju svoje jako uporište u infrastrukturnim projektima Instituta. Njihova uspješna izvedba danas omogućuje rad na vrhunskoj znanstvenoj opremi, osigurava podizanje kvalitete i međunarodne konkurentnosti znanstvenoistraživačkih rezultata, pospješuje mogućnosti privlačenja kvalitetnog znanstvenog kadra uključujući talentirane mlade istraživače iiskusne znanstvenike, kao što i općenito povećava interes za institutska istraživanja i bolju međunarodnu vidljivost Instituta.

### 5.1. ISTRAŽIVAČKE TEME ODSJEKA ZA ISTRAŽIVANJA MATERIJALA U EKSTREMNIM UVJETIMA

Ciljevi znanstvenog rada Odsjeka za istraživanja materijala u ekstremnim uvjetima jesu eksperimentalna opažanja i teorijska objašnjenja prirode faznih prijelaza i kolektivnih pobuđenja u sustavima u kojima zbog jakih korelacija, frustracija i nereda dolazi do kompeticije osnovnih stanja. Time se izravno unaprjeđuje razumijevanje fundamentalnih pojava u novim materijalima koji imaju značaj i u znanstvenom istraživanju i u praktičnim primjenama.

Svojstva poput visokotemperaturne supravodljivosti, divovskog magnetootpora ili multiferoičnosti proizlaze iz novih oblika uređenja i kolektivnih osnovnih stanja u sustavima s jakim korelacijama i frustracijom. Razumijevanje mehanizama koji dovode do novih kolektivnih kvantnih stanja predstavlja znatan izazov za eksperimentalno utvrđivanje i teorijsko objašnjenje. Zbog toga ovakvi istraživački napori obično zahtijevaju uporabu različitih eksperimentalnih pristupa i velikog broja eksperimentalnih i teorijskih metoda, odnosno sinergiju rada više znanstvenika i grupa. Dodatno, poseban motiv razumijevanju novih materijala daju moderni trendovi u svjetskoj znanosti s naglaskom na vrlo brzu implementaciju fundamentalnih znanja u području primijene i tehnološkog razvoja.



Ostvarivanje glavnih znanstvenih ciljeva Odsjeka za istraživanja u ekstremnim uvjetima provest će se kroz nekoliko aktivnosti. One se dijelom oslanjaju na postojeće ekspertize i međunarodnu prepoznatljivost pojedinih istraživačkih grupa, posebice iz danas vrlo atraktivnih područja naprednih elektronskih materijala, područja magnetskih fenomena u kompleksnim sustavima, kao i nekih užih područja teorijskih istraživanja u fizici kondenzirane tvari i statističkoj fizici:

- Istraživanje egzotičnih osnovnih stanja u materijalima s jakim elektronskim korelacijama
- Manipulacija magnetskih stanja u antiferomagnetima u ekstremnim uvjetima
- Utjecaj međudjelovanja itinerantnih, magnetnih i kristalnih stupnjeva slobode na osnovna stanja
- Modeliranje faznih prijelaza, procesa i pobuda u kristalnim i neuređenim sustavima.

**Istraživanje egzotičnih osnovnih stanja u materijalima s jakim elektronskim korelacijama** obuhvaća istraživanje kolektivnog elektronskog odziva te jakih elektronskih korelacija u egzotičnim osnovnim stanjima s nabojnim, spinskim i/ili orbitalnim uređenjem te praćenje njihovih promjena preko susjednih faznih prijelaza.

Cilj istraživanja jest dublje razumijevanje mehanizama nastanka supravodljivosti, feroidnosti, multiferoidnosti, spinskih i nabojnih valova gustoće, Mottovih izolatora i spinskih tekućina. U sklopu teme provodit će se ispitivanje prirode faznih prijelaza, mehanizama vodljivosti, vrste naboja odgovornih za transport, niskofrekventnih relaksacijskih procesa i kolektivnih pobuđenja u fazama uređenog naboja.

**Manipulacija magnetskih stanja u antiferomagnetima u ekstremnim uvjetima** obuhvaća istraživanje utjecaja simetrije i dimenzionalnosti kristalne rešetke u formiranju osnovnog stanja te mapiranje faznih dijagrama u ekstremnim uvjetima magnetskog polja, električnog polja, tlaka i niskih temperatura u dvije skupine antiferomagnetskih materijala.

Prva su skupina niskodimenzionalni i/ili frustrirani antiferomagnetni kod kojih jake antiferomagnetske interakcije upućuju na neuređeno osnovno stanje, ali utjecaj defekata, slabih dodatnih interakcija, loma kristalne simetrije ili neka druga vrsta nereda ipak može rezultirati uređenim antiferomagnetskim stanjem.

Druga su skupina antiferomagnetski materijali kod kojih interakcije vode na dugodosežno magnetsko uređenje, koje je ujedno multiferoidno i/ili magnetoelektrično. Ovdje će se proučavati utjecaj vanjskih ekstremnih uvjeta na magnetsku simetriju magnetski uređenog stanja. Poznavanje magnetske simetrije nužno je za predviđanje mogućih odgovora (magnetska, magnetoelektrična, optička i dr. svojstva) sustava na razne fizikalne pobude. Upravo zbog mogućnosti relativno lakog manipuliranja magnetskim stanjima antiferomagnetni imaju velik potencijal za primjenu u budućim energetski efikasnijim elektroničkim uređajima (primjerice: topološki antiferomagnetni, antiferomagnetska spintronika, magnonika, multiferoidi).

**Utjecaj međudjelovanja itinerantnih, magnetnih i kristalnih stupnjeva slobode na**

**osnovna stanja** obuhvaća istraživanje osnovnih stanja nekoliko sustava, koji uključuju magnetski interkalirane dihalogenide prijelaznih metala, fosfide prijelaznih metala i intermetalike rijetkih zemalja, posebno baziranih na europiju. Zbog mogućnosti finog ugađanja značajki magnetskih i metalnih podsustava jednostavnom zamjenom prijelaznog metala, ovi sustavi imaju visok potencijal za primjene u novim elektroničkim i spintroničkim uređajima.

Neki od učinaka koji se planiraju istražiti jesu sprezanje električnog transporta i magnetskih stanja, anomalni i spontani Hallov efekt, razni *proximity* učinci, spinsko-nabojna konverzija i sl. Osnovna stanja, interakcije koje ga definiraju te prisutni stupanj frustracije ispitivat će se mjerenjem termo-električnog transporta u širokom intervalu temperature, magnetskog polja i hidrostatskog tlaka. Proučavanje termodinamičkih svojstava, kao što je specifični toplinski kapacitet, poslužit će za identificiranje stupnjeva slobode te njihova aktiviranja i važnosti u pojedinim režimima. Poseban naglasak bit će na sintezi visokokvalitetnih uzoraka te njihovoj karakterizaciji.

Dio do sada navedenih eksperimentalnih istraživanja popratit će i teorijski doprinos, posebice kroz rezultate dijagramatskih izračuna (Dijagramatska Monte Carlo metoda) koji su u stanju tretirati elektronske i magnetske stupnjeve slobode na istoj razini aproksimacije, kao i vezanje na fononske stupnjeve slobode kristalne rešetke. Nastojat će se dobiti egzaktni rezultati u okviru pojednostavljenih fizikalnih modela, kako bi se bolje razumjela ograničenja standardnih aproksimacija u literaturi. S unaprijeđenim teorijskim metodama onda će se moći dati i precizne odgovore u ovisnosti o parametrima koji odgovaraju fizikalnim materijalima.

**Modeliranje faznih prijelaza, procesa i pobuda u kristalnim i neuređenim sustavima** obuhvaća teorijska istraživanja u području statističke fizike i fizike kondenzirane materije. U okviru statističke fizike, cilj istraživanja je poboljšanje računa vjerojatnosti unutar Neperturbativne funkcionalne renormalizacijske grupe pomoću teorije polja. Želi se izvesti proračun distribucije vjerojatnosti za parametar reda, kao i istražiti utjecaj rijetkih događaja na fazne prijelaze te donju kritičnu dimenziju u prijelazu koji uključuje histerezu.

U okviru fizike kondenzirane materije i konkretnih sustava, istražiti će se granice u kojima zanemarivanja vršnih korekcija u dijagramskim izračunima nisu primjenjiva, što je važno za razumijevanje materijala u kojima jake fluktuacije definiraju elektronska stanja. Istraživanja se planiraju povezati i s istraživanjima u okviru Centra za napredne laserske tehnike, koja imaju naglasak na točnoj parametrizaciji elektronske strukture u fizikalnim materijalima, kao i fononskog spektra. Također, planiraju se istraživanja na temu elektronske povezanosti slojeva u kvazi-dvodimenzionalnim elektroničkim sustavima ispod temperature kooperativnih faznih prijelaza u nabojnom ili spinskom sektoru, što će biti izravna potpora nedavnim eksperimentima.

## 5.2. ISTRAŽIVAČKE TEME CENTRA ZA NAPREDNE LASERSKE TEHNIKE

Istraživanja u okviru Centra za napredne laserske tehnike temelje se na širokom rasponu tehnika za koje grupe unutar ovog institutskog znanstvenog odsjeka tradicionalno imaju ekspertizu i međunarodnu vidljivost, ali uključuju i pokretanje novih aktivnosti koje nudi

novonabavljena vrhunska istraživačka oprema u okviru projekta CALT. Cilj ovih istraživanja jest podizanje znanstvene izvrsnosti kroz fokusirana temeljna znanstvena istraživanja na temama od velikog socioekonomskog učinka, koje su u skladu sa strateškim smjerovima razvoja Instituta.

Teme istraživanja unutar Centra za napredne laserske tehnike tiču se nekoliko danas vrlo zanimljivih širih područja znanstvenog rada, važnih za jačanje institutske međunarodne prepoznatljivosti:

- Dvodimenzionalni materijali i nanomaterijali
- Kvantne tehnologije
- Laserska sinteza nanočestica i atmosferske plazme
- Biološki i hibridni sustavi na mikro- i nano-skali
- Ultrabrza dinamika.

**Dvodimenzionalni materijali i nanomaterijali** obuhvaćaju eksperimentalna i teorijska istraživanja sustava ograničene dimenzionalnosti kao što su površine, dvodimenzionalni materijali i nanomaterijali. 2D materijali, heterostrukture i na njima temeljeni uređaji karakteriziraju se s obzirom na strukturna, optička i elektronička svojstva, s ciljem potpunijeg razumijevanja njihovih fundamentalnih svojstava i optimizacije mogućih primjena. Istraživanja se usmjeravaju k različitim vrstama senzora i testiranju njihovih performansi za primjenu u fleksibilnoj (opto)elektronici, spintronici, memorijskim i piezoelektričnim uređajima, (bio)senzorima i u nanofluidici.

Eksperimentalna istraživanja usmjerena su na razvoj i unaprjeđenje metoda sinteze i proizvodnje 2D materijala i njihovih heterostrukture, kao i drugih nanometarski tankih materijala. To podrazumijeva sinteze u ultravisokom vakuumu (MBE, CVD, PLD), kao i one pri ambijentalnim tlakovima (CVD, CVT) te metode mikromehaničke eksfolijacije volumnih materijala. Pored sinteze, prilagodba svojstava 2D materijala provodi se kroz kemijski (varijacija kemijskog sastava, kontrola defekata, interkalacija, funkcionalizacija) i/ili mehanički (naprezanja) inženjering. Karakterizacijske eksperimentalne tehnike obuhvaćaju različite vrste mikroskopija (STM, AFM, sSNOM, SEM) i spektroskopija (ARPES, STS, Raman, PL, nano-FTIR, pumpa-proba spektroskopija, EDX), što omogućuje razlučivanje uloge (atomske) defekata, elektronske strukture te elektronskih i optičkih pobuđenja, uključujući njihovu ultrabrznu dinamiku, na mikro i nano-skali. Na raspolaganju su i litografske tehnike (e-beam, AFM litografija) za izradbu uređaja.

U teorijskim istraživanjima 2D materijala i sustava koriste se napredne metode izračuna pomoću funkcionala gustoće (DFT), što se nadograđuje metodama za proučavanje kvazičestičnih korelacija i vremenske dinamike. Jedan od ciljeva jest detaljna analiza fononske dinamike i elektron-fonon vezanja u raznim kvantnim koreliranim materijalima pomoću metoda iz prvih principa. Uređena stanja planiraju se teorijski proučavati u ravnotežnim i laserski induciranim neravnotežnim uvjetima. Pored navedenog, cilj je istražiti kompleksne kvazičestične sustave poput polaritona i vezanih stanja uslijed jake interakcije svjetlosti i materijala, pomoću plazmon-polaritona.

**Kvantne tehnologije** temelje se na iznimno visokoj razini kontrole, manipulacije i mjerenja kvantnih sustava, a istraživanja uključuju optički atomski sat, cQED s hladnim atomima, optički inducirane fotoničke rešetke te kvantne memorije.

Planira se istraživanje ultrahladnih atoma stroncija zarobljenih u optičkim rešetkama za realizaciju atomskog sata visoke preciznosti. Precizna kontrola optičkog frekventnog češlja koristit će se za proučavanje dinamike hladnih atoma unutar optičkog rezonatora, s ciljem razumijevanja koherentne kvantne dinamike na mezoskopskoj skali. Također će se istraživati propagacija svjetlosti kroz optički inducirane fotoničke rešetke za razvoj i simulaciju metamaterijala kao i proučavanje nehermitske fizike. Fotonska stanja pohranjivat će se u atomskim parama te će se ispitivati performanse kvantnih memorija za primjene u kvantnoj komunikaciji.

U sklopu grupe uspostavljen je Laboratorij za vrijeme i frekvenciju koji, kao prvi takav laboratorij u Republici Hrvatskoj, realizira visokopreciznu vremensku skalu i sudjeluje u izračunu koordiniranog univerzalnog vremena (UTC), što je primarni vremenski standard prema kojemu se regulira vrijeme na svjetskoj razini.

**Laserska sinteza nanočestica i atmosferske plazme** obuhvaća istraživanja laserske sinteze nanočestica sa željenim svojstvima za razvoj fotokatalize u UV i vidljivom dijelu spektra, kao i impregnacije nanočestica u polimere radi poboljšanja antimikrobnih i barijernih svojstava i UV zaštite. Posebno će se razvijati metoda sinteze dvokomponentnih nanočestica koja se temelji na sintezi mete pomoću pulsne laserske depozicije i laserskoj ablaciji tako dobivene mete u vodi, kako bi se dobile koloidne otopine dvokomponentnih nanočestica s naprednim fotokatalitičkim svojstvima. Istraživat će se metoda impregnacije nanočestica u polimerne površine pomoću atmosferskog plazmenog mlaza.

Fizička i kemijska svojstva polimernih materijala mogu se poboljšati promjenom površinskih svojstava (djelovanjem plazmenog mlaza) ili inkorporacijom metalnih nanočestica, čime se stvaraju nove klase polimernih kompozitnih materijala, koji privlače pozornost zbog iznimnih svojstava primjenjivih u nanobiotehnologiji, medicini, nanokemiji, optoelektronici te u tekstilnoj i prehrambenoj industriji. Dodatno, provest će se istraživanja usmjerena k razvoju uređaja i procedura za efikasnu lasersku izradu fleksibilnih bioelektroničkih elemenata koji se koriste u biomedicinske svrhe (kao što su biosenzori i stimulatori). Fleksibilni supstrati imaju prednosti nad čvrstim podlogama jer zbog svoje fleksibilnosti smanjuju opasnosti od oštećenja tkiva ili samoga uređaja.

**Biološki i hibridni sustavi na mikro- i nano-skali** obuhvaćaju eksperimentalna i teorijska istraživanja. Pri tome su eksperimentalna istraživanja usmjerena na ispitivanje skalabilnosti svojstava nanomaterijala, naprednu sintezu materijala, mogućnosti međusobnog kombiniranja u nove materijale te njihove primjene u nanosenzorici (detekcija kemijskih i bioloških spojeva s osjetljivošću na razini jedne molekule). Cilj je istražiti hibridne sustave u biofizici upotrebom super-rezolucijskog mikroskopa.

Teorijska istraživanja bave se oblikom i dinamikom bioloških nano- i mikro-struktura, tkiva i stanica, kroz koncepte ekstremne mehanike, teorije elastičnosti, termodinamike i elektrostatike. Takva istraživanja imaju svoj važan primijenjeni aspekt jer mogu pojasniti

evolucijske mehanizme u razvoju biljaka (sjeme ili pelud) i biti korisna u raznim područjima, od svemirskih istraživanja i projektiranja pakiranja i aktivacije aktivnih komponenata do dostave lijekova u mikro-kapsulama.

**Ultrabrza dinamika** obuhvaća eksperimentalna istraživanja u području razvoja novih fotokatalitičkih materijala u svrhu efikasnijeg izdvajanja vodika iz vode (s primjenom kao gorivo), kroz određivanje dinamike foto-pobuđenih nosilaca naboja te njihove mobilnosti. U tom kontekstu cilj je istražiti dinamiku foto-pobuđenih slojastih materijala tehnikama ultrabrze tranzijentne apsorpcije i 2D elektronske spektroskopije. Kao uzorci planiraju se koristiti tanki filmovi oksinitrida i oksida prijelaznih metala, dihalogenidi prijelaznih metala i slitine visoke entropije.

Planiraju se istraživanja kolektivnih stanja u materijalima manipuliranim ultrabrzim laserskim pulsevima i visokim električnim poljima, kako bi se istražila dinamika uređenih faza u ekstremnim uvjetima i netermalni fazni prijelazi, fokusirajući se na val gustoće naboja i pseudo Jahn-Teller sustave. Također, nastavit će se razvoj tehnike vremenski razlučive fotoelektronske spektroskopije te njezina primjena u istraživanju jako koreliranih slojevitih materijala. Elektronska struktura slitina visoke entropije istraživat će se pomoću kutno razlučive fotoemisijske spektroskopije (ARPES).

U području fotokemije molekulskih spojeva detaljno će se istražiti fotokemija različitih spojeva BODIPY fenola, što je zanimljivo iz perspektive foto-označavanja bioloških uzoraka u laserskoj mikroskopiji ili mogućoj primjeni u fototerapiji za liječenje bolesti raka.

### 5.3. SMJERNICE ZA USPOSTAVU ZAJEDNIČKIH TEMA ISTRAŽIVANJA

Institut u svom radu konstantno teži međunarodno-relevantnim istraživanjima. Da bi se taj napor dodatno iskoristio, potrebno je uspostaviti i promovirati posebne teme istraživanja s dugoročnim znanstvenim učinkom. Takva aktivnost upravo je u skladu s izvještajem Znanstvenog savjeta, koji je preporučio definiranje pravaca istraživanja koji bi bili posebno zanimljivi međunarodnoj znanstvenoj zajednici i koji bi ujedno bitno ojačali znanstvenu vidljivost Instituta.

Ideja je kombinirati stručnost, metode i istraživačke teme, već uglavnom prisutne u različitim istraživačkim grupama, u nekoliko aktivnosti gdje Institut može zauzeti vodeću poziciju, s utjecajem i vidljivošću na međunarodnoj razini. Znanstveni savjet, unutarinstitutski sastanci i konzultacije, kao i voditelji grupa u svojim pisanim doprinosima, identificirali su nekoliko mogućih smjerova u kojima bi se već postojeće ekspertize i mogućnosti suradnje na Institutu mogle dalje razviti u veće, koherentnije i utjecajnije aktivnosti. Unutar ove misije i strategije izdvojene su tri od njih s najvećim potencijalom i širinom. Ostale manje opsežne aktivnosti, koje uključuju manji broj istraživača, dobit će tijekom vremena podršku putem užih koordinacija te će se tako moći oblikovati kao posebni prijedlozi prema institutskim istraživačima.

*A. ZAJEDNIČKE AKTIVNOSTI VEZANE UZ NOVE TIPOVE UZORAKA U PODRUČJU  
ČVRSTOG STANJA*

Znanstveni savjet predložio je, a voditelji grupa podržali, suradnju u sintezi novih uzoraka i njihovoj karakterizaciji. Takvo sinergijsko istraživanje uspostavilo bi šire znanstvene temelje i ojačalo ekspertizu na području razvoja trenutačno i u budućnosti atraktivnih spojeva za istraživanja. U tom smislu, nedavni infrastrukturni i drugi projekti znatno su poboljšali mogućnosti sinteze i istraživanja svojstava uzoraka, a nova oprema može pomoći u sintezi potpuno novih tipova uzoraka. Takve aktivnosti omogućit će izravno okrupnjavanje različitih smjerova istraživanja na Institutu i ojačati postojeće ekspertize u pripremi uzoraka, kako na Institutu tako i na suradničkim institucijama, s dugoročnim konačnim ciljem dobivanja prepoznatljivog multidisciplinarnog tima.

Konkretno, ove bi aktivnosti mogle uključivati uvođenje i novih, trenutačno nepostojećih ekspertiza ili istraživačkih tema, poput korištenja elektrokemijskih metoda, napredovanje MBE sinteze, PLD taloženje tankih filmova, formiranje različitih slojeva i materijala na temelju nanočestica, i eksfolijacija u novim kristalima proizvedenim u institutskim i suradničkim laboratorijima uključenim u sintezu. Isti spojevi koji se sintetiziraju, obrađuju i istražuju u različitim oblicima (3D kristali, 2D slojevi i nanočestice) pružaju jasnu istraživačku prednost nad mnogim drugim laboratorijima i istraživačkim sredinama. Pri tome se ujedno mogu kombinirati već postojeće, stare metode i one nedavno uvedene u različitim laboratorijima (primjerice, nisko-temperaturni STM). Te veze mogu se osnažiti istovremenom karakterizacijom svojstava 3D kristala i 2D materijala. Primjerice, postojeći stari i nedavno nabavljeni novi sustav za kutno-razlučivu elektronsku spektroskopiju (ARPES) mogu se koristiti za istraživanje oba tipa uzoraka.

*B. NOVI SENZORI I UREĐAJI*

Pojedini voditelji istraživanja predložili su smjer znanstvenih aktivnosti koji također može dovesti do suradnje između grupa u Institutu, a povezan je s proizvodnjom novih jednostavnih uređaja i senzora na temelju materijala koji do sada nisu u tu svrhu bili razmatrani. Praktički sve institutske grupe imaju potencijala za razvoj u ovom smjeru, a njihova je suradnja moguća na nekoliko posebno zanimljivih tema. Stoga bi Institut, posebice na temelju nove opreme koja mu je na raspolaganju, mogao pokrenuti i tu vrstu zajedničkih istraživačkih napora. Takav pristup, također, nudi obećavajući put za širu suradnju s industrijom.

Konkretno, senzori/uređaji mogli bi se temeljiti na 2D materijalima i strukturama, novim 3D materijalima, kao i na kvantnim fizikalnim sustavima koji se dobivaju kombiniranjem laserskih snopova u međudjelovanju s plinovima i površinama. Mogućnost razvoja novih kvantnih senzora posebno je privlačna s obzirom na trenutačno iznimno brzo rastući interes za kvantne uređaje na svjetskoj razini. Pri tome, odnosno prilikom određivanja konkretnih programa za te aktivnosti, treba imati na umu kako se istraživačke granice danas brzo pomiču u ovoj grani istraživanja. Zato, prednosti koje može ostvariti Institut trebaju se vrlo pažljivo i kritički procijeniti prilikom planiranja i iniciranja istraživanja, kako bi se izbjegli, odnosno umanjili vezani rizici.

C. SINERGIJA TEMA U OKVIRU EUROPSKIH ISTRAŽIVAČKIH PROJEKATA

Obzor Europa okvirni je program Europske unije za istraživanja i inovacije za razdoblje od 2021. do 2027. Zamišljen je kao jedan od ključnih instrumenata Unije za jačanje europskog istraživačkog prostora, osnaživanje europske konkurentnosti, usmjeravanje i ubrzavanje digitalne i zelene tranzicije, europskog oporavka, pripravnosti i otpornosti. Institut i njegovi znanstvenici već sudjeluju u prijavama na pozive u okviru programa Obzor Europa, tako da se i u razdoblju do 2027. očekuju dodatni napori u tom pravcu.

Mala prolaznost i najboljih projektnih prijedloga unutar poziva koje predviđa okvirni program Obzor Europa, kao što je to primjerice slučaj s programom potpore Europskog istraživačkog vijeća, iziskuje od institutskih znanstvenika posebne rizike pri planiranju svojih aktivnosti. Naime, priprema ambicioznih projektnih prijava za ovakve vrste natječaja vremenski je vrlo zahtjevna, dok je, s druge strane, velika mogućnost izostanka plasmana koji osigurava financiranje. Slično vrijedi i za programe koji podrazumijeva suradnju unutar većih znanstvenih konzorcija. Pripreme ovakvih projektnih prijedloga također zahtijevaju velik napor, kao i usuglašavanje između mnogih projektnih partnera, uz znatne rizike da sam projekt ne će u konačnici biti prihvaćen za financiranje. Zato je važno pokušati na razini cijeloga Instituta prepoznati područja u kojima bi suradnje, posebice znanstvenika na Institutu, osigurale projektnim prijavama veće šanse za uspjeh, kao i osobe koje bi bile u stanju dobro voditi projektni tim.

Tri glavna razvojna cilja iz 2. stupa strateškog plana programa Obzor Europa za razdoblje 2025. – 2027. u kojima Institut posjeduje znatne ekspertize su:

- 1) Zelena tranzicija
- 2) Digitalna tranzicija
- 3) Otporna, kompetitivna, inkluzivna i demokratska Europa.

Utjecaj tih strateških ciljeva dodatno je razrađen kroz šest klastera te specifične tematske ciljeve unutar samih klastera. Institut u sklopu svojeg djelovanja i istraživačke ekspertize obuhvaća nekoliko tih tematskih ciljeva, odnosno klastera. Tako Institut prepoznaje svoje mogućnosti rada na sljedećim temama:

- postizanje tehnološkog vodstva i otvorene strateške autonomije Europe u području sirovina, kemikalija i inovativnih materijala – *obuhvaća institutsku ekspertizu u fizici materijala i njihovoj karakterizaciji te njihovu teorijskom modeliranju, kao i ekspertizu u 2D, nano i bio materijalima i njihovoj sintezi*
- razvoj i primjena novih alata, tehnologija i digitalnih rješenja za zdravlje – *obuhvaća institutsku ekspertizu u kvantnim, 2D, nano i bio materijalima i njihovoj sintezi te teorijskom modeliranju*
- ostvarivanje strateške autonomije u digitalnim i novim inovativnim tehnologijama – *obuhvaća institutsku ekspertizu u kvantnim tehnologijama*
- osiguravanje klimatske neutralnosti te održive i zelene tranzicije kroz razvoj novih materijala, tehnike i izvora energije – *obuhvaća institutsku ekspertizu u analizi*

*katalitičkih materijala za proizvodnju vodika, u fizici materijala i njihovoj karakterizaciji te njihovu teorijskom modeliranju, kao i ekspertizu u 2D, nano i bio materijalima i njihovoj sintezi*

- osiguravanje zdrave hrane te nutritivne sigurnosti, održivosti i otpornosti pakiranja – *obuhvaća institutsku ekspertizu u tretiranju površina plazmom i nanočesticama.*

Nabrojene teme i ekspertize pokazuju kako Institut sigurno može, u vidu individualnih doprinosa svojih znanstvenika, odnosno kroz šire suradnje, doprinijeti strateškim i posebnim ciljevima koje je zacrtala Europska unija.



Misija i strategija razvoja Instituta za fiziku 2023. – 2027.

Zagreb, 6. prosinca 2024.

Predsjednik Upravnog vijeća

Izv. prof. dr. sc. Matko Glunčić

Utvrdjuje se da je „Misija i strategija razvoja Instituta za fiziku 2023. – 2027.“ objavljena na oglasnoj ploči 20.12.2024., i stupa na snagu 28.12.2024.

Ravnatelj

dr. sc. Osor S. Baršić

