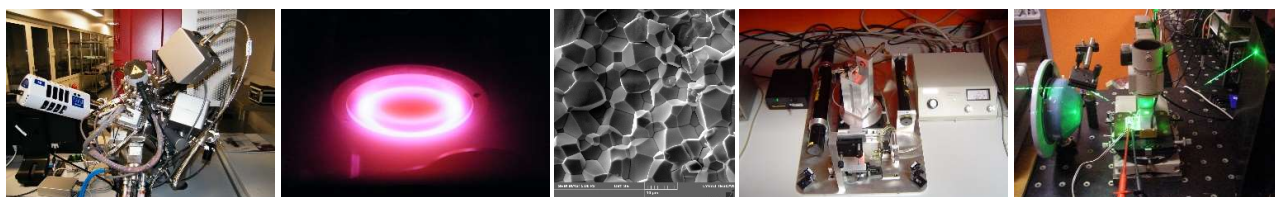




INSTITUTE OF SOLID STATE PHYSICS
UNIVERSITY OF LATVIA

INFRASTRUKTŪRAS ATTĪSTĪBAS UN INVESTĪCIJU PLĀNS 2017 - 2022



Rīga
2017

Ar 16.06.2020. precizējumiem

Saturs

Stratēģiskais konteksts.....	3
Budžeta novērtējums un multikritēriju analīze infrastruktūras pieprasījumam.....	6
1. Kompozīcijas, struktūras un morfoloģijas pētījumu laboratorijas infrastruktūra.	7
2. Optiskās spektroskopijas laboratorijas iekārtas.	10
3. Elektrisko un magnētisko mērījumu laboratorijas iekārtas.....	12
4. Ķīmisko tehnoloģiju laboratorijas infrastruktūra.....	16
5. Plāno kārtiņu un pārklājumu tehnoloģiju laboratorijas infrastruktūra.....	19
6. Fotonisko un mikroelektronisko ierīču prototipēšanas laboratorijas infrastruktūra...22	
7. Teorētiskajai materiālzinātnei nepieciešamās informācijas tehnoloģiju infrastruktūras attīstība.	25
8. Telpu vienkāršota atjaunošana un būvdarbi ugunsdrošības un vides pieejamības prasību nodrošināšanai.....	27

Stratēģiskais konteksts

Saskaņā ar Eiropas Komisijas ziņojumu par pētniecības un inovācijas sniegumu ES dalībvalstīs un asociētajās valstīs (Research and Innovation performance in EU Member States and Associated countries), kas publicēts 2013. gadā, piecas galvenās zinātnes un tehnoloģiju jomas, kurās Latvija izceļas Eiropas kontekstā, ir Materiāli, Veselība, Nanozinātnes un Nanotehnoloģijas, Vide un Enerģētika, savukārt, Materiālu pētniecība ir galvenā zinātnes joma Latvijā.

LU Cietvielu fizikas institūts ir vadošais Latvijas pētniecības centrs materiālu zinātnē, kur norisinās perspektīvu funkcionālo materiālu, nanozinātnes un nanotehnoloģiju pētniecība. Parāleli tiek nodrošinātas iespējas visu līmeņu studentiem apgūt iemaņas pētnieciskajā darbā un izstrādāt savus bakalaura, maģistra darbus un doktora disertācijas. Institūta kompetence tika augsti novērtēta jau 2001. gadā, kad Eiropas Komisija konkursa rezultātā vienīgajiem Latvijā piešķīra statusu "Ekselences centrs perspektīvo materiālu pētniecībā un tehnoloģijās" (Centre of Advanced Materials Research and Technology - CAMART). Šis augstais statuss 2013. gadā tika apstiprināts vēlreiz, Technopolis Group ārvalstu ekspertu veiktajā vērtējumā, kas ierindoja LU CFI otrajā vietā starp visām pētniecības organizācijām Latvijā.

Pašreizējais Infrastruktūras Attīstības un Investīciju Plāns (IAIP) formulē nepieciešamos infrastruktūras uzlabošanas pasākumus, lai praktiski īstenotu LU CFI pētniecības programmu 2017.–2022. gadā. IAIP ir svarīga CAMART² pirmās fāzes laikā izstrādāta Biznesa Plāna (BP) daļa, ko izmantos Ekselences Centra stiprināšanai LU CFI. Tā pamatā ir rekomendācijas, kas formulētas esošās situācijās **Izvērtējumā** (Assessment) un **Ceļa Kartes** (Roadmap) dokumentos, kas bija CAMART² 1. fāzes nodevuma dokumenti. **Izvērtējumā** ir sniegta pašreizējo pētniecības aktivitāšu prioritizācija, bet **Ceļa Kartes** dokumentā – nepieciešamās infrastruktūras attīstības plāns nākotnes darbībām katras tēmas un pētniecības virzienu attīstībai atbilstoši Pētniecības programmai.

LU CFI pētniecības programmas izpildei un Ekselences Centra stiprināšanai, īpaši attīstot tehnoloģijas pārneses spējas, ir nepieciešami būtiski ieguldījumi infrastruktūras attīstībai. Pašreizējais infrastruktūras attīstības plāns tiek atbalstīts ar ERAF un publisko finansējumu kopumā **15,32 MEUR** apjomā.

Izglītības un zinātnes ministrija (IZM), realizējot Operacionālās programmas "Uzņēmējdarbība un inovācijas" Specifiskā Atbalsta Mērķa 1.1.1. "Palielināt Latvijas zinātnisko institūciju pētniecisko un inovatīvo kapacitāti un spēju piesaistīt ārējo finansējumu, ieguldot cilvēkresursos un infrastruktūrā" 1.1.1.4. pasākumu "P&A infrastruktūras attīstīšana Viedās specializācijas jomās un zinātnisko institūciju institucionālās kapacitātes stiprināšana", IAIP realizācijai piešķirs **8,32 MEUR**.

Papildus **5,00 MEUR** piešķirs Ekonomikas Ministrija (EM), novirzot tās realizējamā Specifiskā Atbalsta Mērķa 1.2.1. "Palielināt privātā sektora investīcijas P&A" 1.2.1.1. pasākuma "Atbalsts jaunu produktu un tehnoloģiju izstrādei kompetences centru ietvaros" atbilstošo finansējuma daļu IZM 1.1.1.4 pasākumam.

LU CFI no saviem līdzekļiem plāno segt Infrastruktūras iegādes realizācijai nepieciešamo līdzfinansējumu **2,00 MEUR** apjomā.

Latvijas Universitāte ir apņēmusies papildus ieguldīt **1,00 MEUR** LU CFI infrastruktūrā, kas tiktu izmantota studentu izglītības mērķiem. Šie ieguldījumi plānoti pēc 1.1.1.4. projekta realizēšanas 2021. - 2022. gadā.

Pārskats par pēdējos piecos gados veikto investīciju LU CFI pētniecības infrastruktūrā apjomu un atdevi

Pēdējo piecu gadu laikā (2012 – 2016) LU CFI infrastruktūras attīstībā ir ieguldīti 5 miljoni EUR. Ieguldījumi ir veikti ERAF projekta “Nanostrukturēto un daudzfunkcionālo materiālu, konstrukciju un tehnoloģiju Valsts nozīmes pētniecības centra zinātniskās infrastruktūras attīstība” ietvaros. Tas ir vienīgais projekts, kurā bija iespējams iegādāties pētniecības un tehnoloģiskās iekārtas, kā arī veikt telpu pārbūvi.

Pārklāšanās ar citām ES fondu programmām ir izslēgta.

Institūtā ir nopirkta un uzstādīta sekojoša aparatūra:

- jaunas modernas iekārtas materiālu sastāva, īpašību, morfoloģijas un struktūru pētījumiem;
- tehnoloģiskā aparatūra plāno kārtiņu uzņemšanai, kā arī veikta 800 m² ISO6-ISO8 tirtelpu kompleksa izbūve.

Tirtelpas un aparatūra jau tiek izmantota Valsts pētījuma programmu projektu, LZP zinātnisko projektu, starptautisko un ERAF (ESF) pētniecības projektu izpildē. Tātad ir cieša sinerģija ar citiem pētniecības projektiem Institūtā.

Jaunās aparatūras izmantošana veicina jaunu zinātnisko ideju rašanos, palielina pētījumu rezultātu precizitāti, uzlabo iesniegto publikāciju kvalitāti un palielina Institūta pievilcību studentu sabiedrībā. Tā veicina arī Institūta starptautisko sadarbību.

Ieguldījumi infrastruktūrā tika veikti pēc gara pārtraukuma, kad ilgu laiku (no 1990. gada līdz 2005. gadam) Latvijā nebija pieejami pietiekami līdzekļi zinātniskās infrastruktūras attīstībai un atjaunošanai. Šajā periodā investīcijas tika veiktas, lai panāktu iekavēto, diemžēl tās nebija pietiekamas, lai visās jomās sasniegtu nepieciešamo līmeni, kas vajadzīgs augstākā līmeņa cietvielu fizikas un materiālu zinātnes pētījumu veikšanai.

Lielākā daļa no iepirktajām iekārtām ir paredzētas cietvielu (materiālu) sastāva, īpašību, morfoloģijas un struktūras pētījumiem (turpmāk tekstā Analītiskie Instrumenti – AI). Tāpēc institūtam ir gandrīz pilns instrumentu komplekts, kas nepieciešams iepriekš minētajiem pētījumiem.

Tajā pašā laikā dažas ļoti noderīgas ierīces kā TOF-SIMS, SQUID magnetometri, DSC, Spektrālanalīzes elipsometrija un citas LU CFI nav pieejamas. Dažas mērīšanas metodes, ko tradicionāli lieto Institūtā, ir balstītas uz iekārtām, kas nopirkta (vai būvētas) vairāk nekā pirms 25 gadiem, un kopš tā laika ir bijuši tikai daži nelieli uzlabojumi. Starp tām jāpiemin EPR un augstas izšķirtspējas Ramana spektrometri. LU CFI ir pieredze laboratorijas EXAFS spektrometra pilnveidošanā un izmantošanā laika posmā no 1989. -1997. gadam. Jaunas tehnoloģijas, kas parādās pēdējā laikā, piemēram, šķidrā metāla strūkļas rentgenstaru avots, polikapilārā optika un jauni detektoru, padara iespējamu un lietderīgu XAS laboratorijas sistēmas renovāciju. Daļa (~ 1 miljons EUR) no iepriekš minētajiem ieguldījumiem tika izmantota 800 m² ISO6-ISO8 tirtelpu kompleksa izveidei. Pašlaik (2016. gada decembris) tikai 50% no šī kompleksa ir aizņemti ar instrumentiem, kas ir nepieciešami pētniecības, mācību un tehnoloģijas pārnesei darbā. Pārējā tirtelpu daļa šobrīd nav aprīkota un turpmākai pilnas kapacitātes izmantošanai tā būtu jāpapildina ar nepieciešamo aprīkojumu. Tāpēc līdzekļu piesaistei un spējai pilnvērtīgi izmantot šo salīdzinoši dārgo neizmantoto tirtelpu daļu, ir augsta prioritāte. LU CFI plāno paplašināt

sadarbību ar uzņēmumiem (piemēram, Sidrabe, GroGlass, BSI u.c.), lai izmantotu šīs telpas un apgādātu tās ar aparatūru.

Infrastrukturā attīstība tiks veikta atbilstoši Institūta pētniecības un inovācijas aktivitātēm, kā arī ņemot vērā industrijas pieprasījumu. Infrastrukturā attīstība CAMART² projekta kontekstā tiks organizēta tādā veidā, lai dārgi instrumenti un specifiskas kompetences Latvijā un pie Zviedru partneriem tiktu attīstītas sinerģiski, bet piekļuve LU CFI un KTH/Acreo darbiniekiem un klientiem tiktu nodrošināta ar brīvas piekļuves līgumu. Infrastrukturā attīstības pasākumu un CAMART² realizācijas rezultātā, LU CFI jāklūst par Atvērtā Tipa Laboratoriju, kas apkalpo publiskās pētniecības iestādes, kā arī augstas pievienotas vērtības MVU un industrijas vajadzības Baltijas Jūras reģionā.

Izvērtējums par izveidojamo infrastruktūras objektu plānoto noslodzi

Daļa no infrastruktūras objektiem, kas izvietoti LU CFI tirtelpās (TEM, SEM un klāsteris vakuuma pārklājumu izgatavošanai), ir iegādāti par visu VNPC partneru līdzekļiem un tie ir pieejami visiem sadarbības partneriem no LU, RTU un citiem zinātniskajiem institūtiem. Tas veicina objektu noslodzi.

Tabulā parādīts LU CFI aparatūras noslogojums 2016. gadā. Piecām iekārtām noslogojums ir ap 8 stundām dienā, vēl piecām – 4 stundas dienā. Nākotnē, aizpildot tirtelpas ar jauno moderno aparatūru un piesaistot partnerus ne tikai no Latvijas pētniecības organizācijām bet arī no komerstrukturām (Sidrabe, GroGlass, BSI u.c.) un ārzemēm (KTH/Acreo, Tartu un Viļņas universitātes), un veidojot Atvērtā Tipa laboratorijas, aparatūras noslogojums varētu būt augstāks.

Pamatlīdzeklis		Mašinstundas	Saimnieciskās darbības mašinstundas	Nesaimnieciskās darbības mašinstundas	Kombinētā tipa darbības mašinstundas	Citas darbības mašinstundas
29010	Difraktometrs Xpert PRO MPD	1 864		1 864		
211111	Masspektrometra sistēma	1 118		1 118		
211174	Holla mērīšanas iekārta HMS-5000	70		70		
211194	FT-IR sistēma ar mikroskopu un helija kriostatu	1 716		1 716		
211195	Bezkontakta 3D skenējošās baltās gaismas interferometrs	588		588		
211196	Skenējošais elektronu mikroskops un dubultstaru fokusēta jonu kūļa iekārta	1 922		1 922		
211200	Transmisijas elektronu mikroskops	1 020		1 020		
214115	Daudzfunkcionāla klāstera iekārta vakuuma pārklājumu izgatavošanai	1 041		1 041		
214114	Tiešā ieraksta lāzera litogrāfijas sistēma	772		772		
214120	Ieriču komplekts paraugu sagatavošanai SEM	1 924		1 924		
214125	Skenējošais mikroskops Phenom Pro Table Top SEM	1 868		1 868		
214145	Eksimeru lāzera iekārta	1 120		1 120		
214146	Velkmes skapis tirtelpām 1	326		326		
214147	Velkmes skapis tirtelpām 2	214		214		
214148	Velkmes skapis tirtelpām 3	193		193		

Par aparatūras izmantošanu partnerības ietvaros. Lielākā daļa no iekārtām, kas ir LU CFI Infrastruktūras un investīciju plāna sarakstā, mūsu Latvijas partneriem nav. Bez tam, jauno iekārtu izvietošana LU CFI tirtelpu kompleksā dod papildus labumu: pētāmie paraugi, kas tiek mērīti ar dažādām iekārtām, nenonāk saskarsmē ar putekļiem. Tas palielina rezultātu precizitāti un atkārtojamību.

Budžeta novērtējums un multikritēriju analīze infrastruktūras pieprasījumam.

Katram infrastruktūras objektam tika iegūts aptuvenš cenš novērtējums no viena vai vairākiem potenciālajiem piegādātājiem. Infrastruktūras saraksts un tam nepieciešamā summa (skatīt zemāk) pārsniedz piešķirto līdzekļu apjomu, tāpēc, lai prioritizētu iegādājamās aparatūras sarakstu, katra pozīcija tika izvērtēta, izmantojot multikritēriju analīzi. Izmantoto kritēriju saraksts bija sekojošš:

1. Ieguldījums LU CFI Pētniecības Programmas realizācijā;
2. Iekārtas izmaksas;
3. Iekšējā (LU CFI) interese;
4. LU CFI esošā kompetence šajā tehnoloģijā;
5. Industrijas interese;
6. Ārējā akadēmiskā interese;
7. Iekārtas unikalitāte;
8. Uzturēšanas izmaksas;
9. Instalācijas sarežģītība;
10. Ieinteresēto struktūrvienību zinātniskie sasniegumi un potenciāls.

Vērtējumu skalā no 1 līdz 5 pēc katra kritērija veica kopumā 30 iekšējie un ārējie eksperti. Katra kritērija rezultāti ir aprēķināti kā vidējā vērtība no visiem ekspertu vērtējumiem, pēc tam katrai iekārtai aprēķinot vidējo vērtību pa visiem kritērijiem. Iegūtas vērtības diapazonā no 2,05 līdz 4,02, kas analizētas sekojošā veidā:

- 2,05 – 2,74 – izņemtas ārā no pašreizējā IAIP;
- 2,75 – 2,99 – tiks iegādātas gadījumā, ja tiks piešķirts papildus finansējums (atzīmētas sarkanā krāsā);
- 3,00 – 3,24 – zema prioritāte pašreizējā IAIP (atzīmētas oranžā krāsā);
- 3,25 – 3,49 – vidējā prioritāte pašreizējā IAIP (atzīmētas dzeltenā krāsā);
- 3,50 – 4,02 – augsta prioritāte pašreizējā IAIP (atzīmētas zaļā krāsā).

Izdevumu/ieguvumu analīze tiks veikta pirms Infrastruktūras attīstības projekta (SAM 1.1.1.4. aktivitātē) iesniegšanas.

1. Kompozīcijas, struktūras un morfoloģijas pētījumu laboratorijas infrastruktūra.

Zināšanām par sastāvu, atomu struktūru un virsmas morfoloģiju ir būtiska nozīme jaunu materiālu un funkcionālo ierīču attīstībai, izpratnei un optimizācijai. Šī informācija ir būtiska, teorētiskai modelēšanai, kā arī tehnoloģisko procesu optimizācijai un ir pieprasīta visās LU CFI laboratorijās. Lai risinātu pētniecības programmas vajadzības, tiks veikta jaunu modernu iekārtu uzstādīšana un attīstība, būtiski modernizējot esošu mikroskopu infrastruktūru.

Mēs plānojam izstrādāt jaunu daudzfunkcionālu eksperimentālu iekārtu, kas ļaus mums pētīt materiālu struktūru un sastāvu ar submikronu un nanomēroga laterālo izšķirtspēju, izmantojot rentģena absorbcijas spektroskopijas (XAS) kombināciju ar konfokālo optisko (Ramana un luminiscences) spektroskopiju, konfokālo mikroskopiju un rentģenfluorescences (XRF) spektroskopiju. Tiks izstrādāts jauns konfokāls-XEOL-XAS (XEOL ir Rtg-staru ierosināta optiskā luminiscence) spektromikroskops, lai to lietotu sinhrotrona starojuma centros. Jaunā iekārta īstēnos 2D un, iespējams, 3D parauga attēlu, izmantojot vienlaicīgu strukturālās (XEOL-XAS), ķīmiskās (XEOL-XAS, XRF) un optiskās (atstarošanas, luminiscences, Ramana izkliede) informācijas iegūšanu no parauga ar izšķirtspēju līdz 200-300 nm.

Ja izdosies atrast papildus finansējumu (neskaitot šajā dokumentā plānotās kopējās investīcijas 16.32 MEUR), esošā caurejošā elektronu mikroskopa (TEM) atjaunošana ar jaunu elektronu enerģijas zudumu spektroskopijas (EELS) papildbloku varētu ievērojami palielināt materiālu raksturošanas iespējas LU CFI. Tas būtiski uzlabos ķīmisko elementu analīzi, ko pašreiz nodrošina ar EDX (EDAX) detektoru, un paplašinās pieejamās iespējas ar attēlveidošanas un spektroskopijas detektēšanas kanāliem. Iegūtā oriģinālā informācija papildinās datus no sinhrotrona starojuma eksperimentiem un tiks apstrādāta, balstoties uz LU CFI spēcīgu kompetenci šajā jomā.

Atjaunojot esošos skenēšanas un caurejošo elektronu mikroskopu (SEM & TEM) ar nanomanipulatoriem, atomspēku mikroskopu un skenēšanas zondes mikroskopa kontrolieri, tas nodrošinās jaunas eksperimentālās iespējas un darbības režīmus. Šāds uzlabojums ļaus *in situ* raksturot nanostrukturētus materiālus, kā arī MEMS un NEMS ierīču montāžu un testēšanu. Šīs metodes ir komplementāras vienkāršai elektronu mikroskopijai un paplašinās tās funkcionalitāti. Temperatūras kontrole un elektriskie mērījumi TEM iekšpusē ļaus pētīt tādas parādības kā stiklu kristalizācija, kristālu audzēšana un fāžu pārejas.

Izmantojot LU piešķirtos līdzekļus (1 MEUR), plānots iegādāties vakuuma skenējošās zondes mikroskopu (AFM / STM) virsmas struktūru vizualizācijai atomu līmenī, ļaujot iegūt gan augstas kvalitātes topogrāfiskos attēlus un optimizētus spektroskopijas datus. Patlaban neviena šāda iekārta nav pieejama LU CFI, un tā būtu vajadzīga nanostrukturēto materiālu raksturošanai un ļautu veikt materiāla izmaiņas kontrolētā vidē ar atomāru izšķirtspēju.

Tiek plānots iegādāties jaunu SEM/STEM ar ļoti augstu izšķirtspēju (zem 1 nm). Šāda izšķirtspēja nav pieejama šobrīd Latvijā, un tā ir svarīga, lai pētītu ļoti plānas kārtiņas un pārklājumus. Papildus augstai izšķirtspējai, mikroskops ļaus arī iegūt tilpuma elementāro sadalījumu paraugos - ļoti svarīgus datus keramikas, plāno kārtiņu un pārklājumu padziļinātai analīzei. Turklāt šī iekārta ļaus daudz labāku paraugu sagatavošanu TEM pētījumiem. Jaunās paaudzes jonu kolonna, kas ir iebūvēta jaunajā SEM, ļaus sagatavot ļoti plānus paraugus tālākai pētniecībai.

Tiek plānots uzlabot esošo Nanoindentor G200 iekārtu ar jauno interfeisu un programmatūru, lai garantētu tās lietojamību nākamajos gados. Tā ir svarīga iekārta, kuru LU CFI izmanto jau daudzus gadus plāno kārtiņu un pārklājumu, nanomateriālu un materiālu virsmas slāņu nanomehāniskai raksturošanai. Tāpēc ir svarīgi nodrošināt tās darbību pētniecības programmas īstenošanai.

Tiek plānots iegādāties attīrītāju un magnētiskā lauka atcelšanas sistēmas esošām SEM & TEM sistēmām, lai uzlabotu viņu sniegumu un pretestību apkārtējiem magnētiskiem laukiem, tādējādi uzlabojot viņu ilgdzīves laiku pētniecības programmas ilgmū.

Tiek plānots paplašināt sarakstu ar pieejamajām raksturošanas metodēm ar elektronu spektroskopijas ķīmiskajām analīzēm (XPS), kas ir visplašāk izmantotā virsmas analīzes tehnoloģija. Tā tiks piemērota visdažādākajiem materiāliem (nanomateriāli, keramikas, plānās kārtiņas) un sniedz vērtīgu informāciju par elementu sastāvu, empīrisko formulu, virsmas piesārņojumu, ķīmisko stāvokli un elektronisko elementu stāvokli laikā, kad tiek pētīts materiāla virsmas slānis aptuveni 0-10 nm. Iegūtā informācija tiks izmantota elektroniskās struktūras aprēķinu validācijai.

Ja izdosies atrast papildus finansējumu (neskaitot šajā dokumentā plānotās kopējās investīcijas 16.32 MEUR), plānots iegādāties masspektrometrijas (TOF-SIMS) sistēmu, kas nodrošina informāciju par elementāro un ķīmisko stāvokļiem un molekulāro informāciju no cietvielu virsmām nanomērogā. Metode papildina XPS un ir visvairāk virsmas jutīga, bet sniedz tikai kvalitatīvu informāciju un ir destruktīva virsmai, jo tā izmanto jonu izsmidzināšanas procesu.

XPS un TOF-SIMS metožu sniegtā informācija par virsmas slāņiem vai plāno kārtiņu struktūru ir svarīga daudziem rūpniecības un pētniecības lietojumiem, kad virsmai vai plāno kārtiņu sastāvam ir izšķiroša nozīme, ietverot tai skaitā: nanomateriālus, fotoelementus, polimērus virsmas modificēšanai, katalīzi, koroziju, adhēziju, pusvadītāju ierīces un iepakojumu, magnētiskās medijus, displeja tehnoloģiju, plāno kārtiņu pārklājumus un medicīnas materiālus, ko plaši pielieto.

	Responsible Person	Upgrade/ New/ Extension	Quotation value	Averaged MF Value	Multifactor Evaluation										
					kEUR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Composition, Structure and Morphology Investigations	A. Kuzmins		4,436									
X-ray absorption spectrometer with nano-scale resolution (confocal-XEOL-XAS), to be used at synchrotron radiation sources	A. Kuzmins	N	270	3.56	3.77	3.16	2.92	4.31	2.59	3.30	4.09	3.74	3.50	4.26	
EELS spectrometer for TEM	B. Pojakovs K. Šmits	U	350	3.84	4.36	2.85	3.89	4.07	3.42	3.67	4.00	4.00	4.04	4.08	
Inside SEM nanomanipulators	B. Pojakovs	U	125	3.76	4.15	3.36	3.63	4.15	3.04	3.57	3.73	4.05	3.91	4.04	
Inside SEM AFM microscope	B. Pojakovs	U	110	3.70	4.04	3.44	3.52	4.11	2.86	3.52	3.95	3.86	3.74	3.96	
Low-temperature vacuum AFM/STM (RHK company)	B. Pojakovs, K. Kundzi	N	350	3.46	3.88	2.79	3.38	3.77	2.71	3.38	3.91	3.50	3.53	3.78	
SEM+FIB FEI Helios NanoLab DualBeam G4 UX	K. Šmits	N	1,244	3.58	4.25	2.52	3.92	4.21	3.65	3.57	3.76	2.95	2.81	4.14	
Inside TEM SPM Scanning Probe Microscope (only controller)	B. Pojakovs	U	30	3.72	3.89	4.04	3.44	3.96	2.83	3.42	3.75	4.00	3.83	4.00	
Nanoindentora G200 programatūras atjaunošana	J. Maniks	U	20	3.78	3.85	3.77	3.26	4.52	3.54	3.22	3.62	4.14	4.17	3.71	
SEM+TEM dekontaminātors (1 gab.), SC24 magnetic field cancelling system (2 gab.)	K. Kundzinš	U	82	3.55	4.00	3.72	3.63		3.09	3.30	3.29	3.81	3.52	3.61	
Thermo Fisher Scientific K-Alpha™+ X-ray Photoelectron Spectrometer (XPS) System	A. Šarakovskis	N	855	3.76	4.48	3.32	3.90	3.30	3.52	3.75	4.12	3.48	3.67	4.08	
TOF-SIMS	M. Rutkis	N	1,000	2.75	3.04	1.88	2.42	2.09	2.90	3.15	3.42	2.44	2.65	3.45	

2. Optiskās spektroskopijas laboratorijas iekārtas.

Optiskā spektroskopija ir pamatmetode optisko un elektronisko procesu izpētei cietvielu materiālos, kas tiek plaši izmantota daudzās institūta laboratorijās.

Infrastrukturā attīstības projekta realizācijas gaitā ir plānots iegādāties jaunas, modernas iekārtas, kā arī būtiski modernizēt jau esošo aprīkojumu. Optiskās spektroskopijas infrastruktūras attīstība tiks realizēta atbilstoši pētniecības programmā definētajām prioritātēm.

Ir plānota spektrālā elipsometra un augstas kvalitātes absorbcijas spektrometra iegāde, kas tiks izmantoti, lai raksturotu dažādu materiālu optiskās īpašības. Esošo iekārtu klāstu papildinās fluorescences spektrometrs, kas tiks aprīkots ar papildināmām luminiscences ierosināšanas un detektēšanas komponentēm, kas ļaus to pielāgot dažādu pētījumu objektu luminiscences īpašību noteikšanas specifikai un vajadzībām.

Ir plānots iegādāties koherentas anti-Stoksa Ramana izkliedes spektroskopijas optisko mikroskopu, kura pamatā ir īpaši augstas jutības svārstību spektroskopijā balstīta metode ķīmiskās kartēšanas attēlu iegūšanai ar izcilu telpisko izšķirtspēju.

Termostimulētas/optiski stimulētas luminiscences iekārta tiks izmantota, lai noteiktu starojuma dozas dabiskajos un mākslīgajos materiālos ar praktiskajiem pielietojumiem ģeoloģisko un arheoloģisko paraugu vecuma noteikšanā, kā arī cietvielu materiālu standartizētā jonizējošā starojuma dozimetrijas analīzē.

Laikā izšķirtās absorbcijas sistēma ļaus analizēt fotoķīmisko reakciju veidošanās un sabrukšanas gaitu un starpproduktus, kā arī materiālu ierosināšanas un relaksācijas procesus, kam ir liela nozīme cietvielu materiālu elektroniskās apakšsistēmas pētniecībā.

Jaunākās paaudzes Ramana spektrometrs apvienos ultra-augstas spektrālās izšķirtspējas un virsmas analīzes iespējas, un tas būs neaizstājams instruments plāno kārtiņu un citu cietvielu materiālu optisko īpašību un struktūras pētījumos.

Līdztekus jauno iekārtu iegādei ir paredzēts veikt uzlabojumus vairākās esošajās sistēmās. Viena no tām, NanoFinder, (3D skenēšanas konfokālais mikroskops ar spektrometru), tiks papildināta ar zemtemperatūras kriostatu, kas ļaus veikt optiskos mērījumus dažādās temperatūrās. Tiks būtiski modernizēta iekārtas ierosmes un detektēšanas sistēmas. Vertex 80V, vakuuma Furjē transformācijas infrasarkanā spektrometra sistēma tiks papildināta ar jaunu detektoru, kas ievērojami uzlabos sistēmas jutību un paplašinās instrumenta detektēšanas spektrālo apgabalu.

Kopumā projekta ietvaros iegādājāmās un modernizējamās optiskās spektroskopijas iekārtas ievērojami uzlabos pētījumu efektivitāti un kvalitāti šajā jomā, un tās apmierinās ne tikai Institūta zinātniskās vajadzības, bet arī pieaugošo pieprasījumu no rūpnieciskajiem partneriem.

	Responsible Person	Upgrade/ New/ Extension	Quotation value	Averaged MF Value	Multifactor Evaluation										
					kEUR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Optical Spectroscopy	A. Šarakovskis		2,256												
Spectrometers															
Spectral ellipsometer (RC2-temperature-translational-tilting stage)	M. Rutkis	N	200	3.85	4.19	3.70	3.72	3.88	3.59	3.50	3.83	4.00	3.86	4.25	
High performance absorption spectrometer (Cary7000)	M. Rutkis	N	130	4.02	4.29	3.77	4.29	4.50	3.54	3.50	3.44	4.21	4.23	4.39	
Fluorescence spectrometer FLS 980 (Edinburg Instruments)	K. Šmits	N	220	3.95	4.32	3.54	4.11	4.36	3.38	3.63	3.80	4.10	4.08	4.22	
Nonlinear multiphoton excited spectroscopy (CARS, TPA, TPL)	M. Rutkis	N	250	3.67	4.08	3.33	3.08	3.75	3.05	3.52	3.91	3.79	3.85	4.32	
Thermo- and optically stimulated luminescence (RISO TL/OSL)	L. Trinklere	N	150	3.65	3.93	3.42	3.36	4.29	3.33	3.26	3.15	4.10	4.00	3.63	
Ramana spektrometrs ar mikroskopu T64000	A. Kuzmins	N	300	3.85	4.14	3.23	3.89	4.36	3.45	3.95	3.20	3.74	4.05	4.50	
Pump-probe spectroscopy	D. Millers	N	250	3.37	3.63	2.96	2.96	3.52	2.59	3.22	3.77	3.35	3.57	4.16	
Kolorimetrija un attēlu optiskās intensitātes un fāzes analīze															
System for photometric and radiometric characterization of light emitters and optical coatings	M. Ozoliņš	N	90	3.28	2.89	3.48	2.81	3.82	2.96	2.91	3.21	4.05	3.96	2.74	
System for multispectroscopic imaging and data analysis	M. Ozoliņš	N	20	3.20	2.69	3.92	2.36	3.85	2.54	2.75	3.38	4.00	3.96	2.52	
Adaptive optics and light modulation system for optical quality control	M. Ozoliņš	N	140	2.80	1.74	1.92	1.77	3.65	2.22	2.22	4.04	4.14	4.13	2.15	
Upgrade for NanoFinder															
Optical low-temperature cryostat and high-temperature furnace for micro-Raman measurements	A. Kuzmins	E	23	3.62	3.82	3.69	3.56		2.80	3.39	3.61			4.48	
SLM solid state laser sources (532 nm, 442 nm, 633 nm)	A. Kuzmins	E	53	3.59	3.82	3.69	3.59		2.88	3.26	3.35			4.52	
Deep-cooled CCD camera(s) with single-photon-sensitivity	A. Kuzmins	E	30	3.64	3.86	3.78	3.61		2.88	3.29	3.56			4.46	
Nano-positioning sample stage(s) for development of TERS mode	A. Kuzmins	E	15	3.47	3.61	3.62	3.37		2.60	3.26	3.50			4.37	
Upgrades of IR spectrometer Vertex80v															
Far IR detector (Bolometer) for FTIR spectrometer Vertex 80v	G. Čikvaidze	U	33	3.63	4.00	3.81	3.57		3.40	3.56	3.54			3.50	
Turbo-Molecular Pump Systems for FTIR upgrade	G. Čikvaidze	U	11	3.61	4.04	3.88	3.50		3.36	3.56	3.38			3.54	
Temperature controlled table for microscope (77K - 600K)	Mironova-Ulmane	U	20	3.52	3.93	3.73	3.46		3.13	3.44	3.33			3.64	
Excitation sources															
Powerful UV light source for excitation	M. Rutkis	N	25	3.43	3.82	3.69	3.59		2.86	3.09	3.08			3.86	
Tunable nanosecond laser (210nm-2600nm) EKSPILA (1kHz)	A. Šarakovskis	N	86	3.99	4.45	4.19	4.29		3.23	3.88	3.62			4.28	
Detection systems															
Gated iCCD camera (ANDOR)	J. Grūbe	N	50	3.35	3.81	3.54	3.58		2.62	3.17	3.08			3.67	
Accessories															
X-ray power source(s) (50kV 1200W) for X-ray excitation Spellman	L. Skuja	N	10	3.52	4.00	4.31	3.29		2.88	3.15	3.04			3.96	
Opto-mechanical components	Visi	N	100	3.68	4.15	4.12	4.30		3.09	3.17	3.13			3.79	
Noslēgtā cikla kriostats 10 K - 800 K ar turbomolekulāro sūkni	B. Bērzina	N	50	3.29	3.89	3.73	3.37		2.61	3.13	2.85			3.46	

3. Elektrisko un magnētisko mērījumu laboratorijas iekārtas.

Magnētisko rezonansu spektroskopija ir viena no cietvielu fizikas fundamentālajām izpētes metodikām, ar kuras palīdzību tiek raksturota dažādu paramagnētisko centru lokālā struktūra cietvielu materiālos. LU CFI Magnētisko rezonansu laboratorijā tiek veikti pētījumi ar elektronu paramagnētiskās rezonanses (EPR) un optiski detektētās magnētiskās rezonanses (ODMR) metodikām. Uz šo brīdi laboratorijas rīcībā esošais EPR spektrometrs ir tehniski un morāli novecojis. Jauns moderns **EPR spektrometrs** ļaus ievērojami palielināt Magnētisko rezonansu laboratorijas potenciālu un veikspēju. Ievērojami augstāka jutība un izšķiršanas spēja ļaus detektēt un izpētīt dažādus defektus jebkura tipa cietvielu materiālos – monokristālos, keramikās, stiklos, stikla-keramikās, plānajās kārtiņās un utt. Aprikojot spektrometru ar šķidrā hēlija kriostatu un paplašinot tā frekvences diapazonu līdz **Q-joslai**, tiks nodrošināta papildus spektrālā informācija, kas ievērojami uzlabos un atvieglos rezultātu interpretāciju. Aprikojot spektrometru ar dubultās **elektronu-kodolu rezonanses (ENDOR) paplašinājumu**, tiks ieviesta unikāla kodolu spinu mijiedarbību izpētes iespēja, kas ļaus paramagnētisko centru izpētes līmeni pacelt pasaulē vadošo magnētisko rezonansu laboratoriju līmenī.

Optiski detektējamo magnētisko rezonansu signāli tiek pētīti, ierosinot tos ar optisko starojumu. Pašreiz laboratorijas rīcībā ir šķidrā hēlija kriostats, kas spēj nodrošināt stiprus magnētiskos laukus ar supravadošu magnētu palīdzību, taču ir nepieciešams uzlabot optiskā starojuma detekcijas un mikroviļņu starojuma sistēmas blokus. Jauns dzēsējami un magnētiski ekranēts fotoelektronu pavairotais ļaus ievērojami paaugstināt spektrometra jutību, savukārt mikroviļņu oscilators ar augstu frekvenci nodrošinās augstāku spektrālās izšķiršanas spēju.

Magnētisko rezonansu spektroskopijas metodes lielām mērā balstās uz mērījumiem zemās temperatūrās. EPR un ODMR kriostatu dzesēšanai tiek izmantots šķidrās hēlijs. Lokāli pieejama **hēlija šķidrināšanas stacija**, kuru paredzēts iegādāties izmantojot LU līdzekļus (1 MEUR). Tā ļaus nodrošināt mēriekārtu darbību to maksimālo iespēju robežās neatkarīgi no ārējām šķidrā hēlija piegādēm, piegāžu pārtraukumiem un neizbēgamiem hēlija gāzes cenas pieaugumiem. Izvēlētais hēlija gāzes šķidrināšanas risinājums ir rentabls un augstā pakāpē automatizēts, tam nav nepieciešama īpaša apkope un uzraudzība.

Izmantojot LU piešķirtos līdzekļus (1 MEUR) paredzēts iegādāties **Laues kameru**. Tā ir rentgendifrakcijas iekārta, ar kuras palīdzību tiek noteikta monokristālu kristalogrāfiskā orientācija. Magnētisko rezonansu spektroskopijā šī informācija ir ļoti svarīga, tomēr šobrīd ne tikai LU CFI, bet arī plašākā valsts zinātniskās infrastruktūras mērogā nav tiešas iespējas veikt šādus pētījumus monokristāliem.

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta (LU CFI) prioritārais pētījumu virziens (Nanotehnoloģijas, nanokompozīti un keramika) ietver pētniecības un attīstības aktivitātes jauniem nanomateriāliem, nanostrukturām un polimēru nano-kompozītiem, kas pielietojami bez-oglekļa tehnoloģijās un enerģijas uzkrāšanā (elektrodi akumulatoriem, ūdeņraža iegūšana, uzkrāšana un izmantošana). Šīs aktivitātes veicina pētījumus īpaši jauna tipa nātrija jonu baterijām, superkondensatoriem, kā arī inovatīvām tehnoloģijām un materiāliem ūdeņraža enerģētikā. Visās minētās jomās nepieciešami elektroķīmiskie eksperimenti, un plānotā iekārta – **potenciostats/galvanostats** ar sevišķi zemu strāvu (ECD) un frekvenču analīzes (FRA) blokiem un speciāla pielietojuma kivetēm, tai skaitā rentgenstaru elektroķīmiskajai šūnai struktūras izmaiņas mērījumiem elektrodā tieši izlādes (uzlādes) procesa laikā, ir neaizvietojams dažāda pielietojuma un sastāva materiālu elektrodu, katalizatoru, membrānu pētījumiem. Viena no šī brīža aktuālām pētniecības aktivitātēm visā pasaulē ir saistīta ar jaunu foto-katalītiski aktīvu materiālu radīšanu ūdens sadalīšanai Saules gaismā, un pie šādiem pētījumiem LU CFI strādā gan teorētiski, gan eksperimentatori. Plānotais potenciostats/galvanostats būs aprīkots ar speciālu šūnu foto-elektroķīmiskiem pētījumiem un LED gaismas avotu komplektu tieši gaismas jutīgu elektrodu pētījumiem.

LU CFI pētnieki strādā arī pie inovatīvu materiālu radīšanas akumulatoru elektrodēm, un šādos pētījumos neaizvietojams ir **bateriju testeris** ar vairāk kā vienu kanālu mērījumiem, atļaujot pētniekiem ciklot (izlāde/uzlāde) vienlaicīgi vairākus elektrodus akumulatoriem,

superkondensatoriem, degvielas šūnām. Katrs tāds tests aizņem pat vairākas dienas, tādēļ jaunā iekārta ļaus daudz ātrāk iegūt mērījumu rezultātus vairākiem elektrodu sastāviem, jo tai ir 16 neatkarīgi kanāli. Plānotais **bateriju testeris (BioLogic Bateriju Testēšanas Stacija)** nepieciešams, lai pētītu dažāda sastāva elektrodu materiālus, katalizatorus, membrānas un elektrolītus akumulatoriem, superkondensatoriem, kā arī pašu izgatavoto akumulatoru un kondensatoru prototipiem, demonstrējot inovācijas R&D. Interese par potenciostat/galvanostatu, kā arī bateriju testēšanas staciju ir ne tikai šīm divām laboratorijām, bet arī vairākiem pētniekiem no citām LU CFI laboratorijām un citiem Latvijas institūtiem, universitātēm.

LU CFI Pētniecības programmā noteiktās R&D aktivitātes ietver jaunu nanomateriālu, nanostruktūru, kompozītu pielietojumiem gāzu jutīgās sistēmās un sensoros. Dažādas materiālu īpašības (elektriskā pretestība, gaismas absorbcija/atstarošanās, luminiscence etc.) tiek izmantotas, lai signalizētu par konkrētas gāzes klātbūtni apkārtējā vidē. Plānotā **Gāzes Sensoru testēšanas Sistēma KSGAS1S** ir konstruēta tā, lai ģenerētu dažādu gāzu maisījumus (parasti mērāmā gāze un references gāze) un padotu tos uz mērāmo paraugu dažāda garuma impulsu veidā. Vairākas laboratorijas LU CFI strādā pie materiāliem gāzu sensoriem, un par **Gāzes Sensoru testēšanas Sistēmu** interesi izrāda arī RTU pētnieki. Šo iekārtu paredzēts iegādāties ja izdosies atrast papildus finansējumu (neskaitot šajā dokumentā plānotās kopējās investīcijas 16.32 MEUR).

Vadoties pēc dažādiem starptautiskiem līgumiem un protokoliem, Valsts institūcijas un Rūpniecības uzņēmumi ir ieinteresēti CO₂ emisiju samazināšanā. Tas iespējams, vai nu atmosfērā esošo (pa skursteņiem izplūstošo) CO₂ noglabājot specifiskā vidē, vai reformējot to par degvielu. Tādu uzdevumu veikšanai nepieciešami materiāli ar lielu virsmu un to gāzu adsorbcijas/absorbcijas pētījumiem nanostrukturētos materiālos (kas atbilst LU CFI prioritārajiem pētījumu virzieniem) **XEMIS Gāzu Sorbcijas Analizators** ir īstais instruments. Tas balstās uz augstas precizitātes mikrosvāriem paraugā sorbētās gāzes precīza daudzuma noteikšanai, arī ekstrēmās vidēs (lieli spiedieni, reaktīvas gāzes). Instruments ļauj veikt gāzu sorbcijas analīzi, nosaka sorbcijas procesa izoterma, termodinamiskos parametrus un daudz ko citu, kā arī pielietojams gan ūdeņraža adsorbcijas, gan CO₂ atdalīšanas pētījumiem. Iespējams veikt arī klasiskos nanostrukturētu paraugu atklātās virsmas laukumu mērījumus, noteikt poru izmēru sadalījumu, kā arī poru tilpumu.

Pašlaik jaunizveidotu materiālu, kā segnetoelektriskā keramika, organiskas un neorganiskas kārtiņas, dielektrisko īpašību izpētei jau vairāk nekā 20 gadus lieto pašu spēkiem izveidotu mērsistēmu. Nepieciešama šīs sistēmas aparatūras (augstsprieguma avoti, voltmetri, elektrometers, kapacitātes mērtīlis, mēršūna, termoregulators un piederumi) un programmatūras modernizācija, lai palielinātu tās funkcionalitāti un nodrošinātu efektīvu pētniecības organizāciju.

Lai turpinātu cietu materiālu (keramika, t.sk. segnetoelektriskā; polimēri u.c.) elektromehānisko īpašību izpēti, nepieciešama esošo mēraparātu modernizēšana un papildināšana. Dinamiskās mehāniskās analīzes (DMA) instruments tiks izmantots, lai pētītu un aprakstītu materiālus, ļaujot noteikt komplekso elastības moduli un termiskās izplešanās koeficientu kā jutīgu metodi strukturālo fāzu pāreju noteikšanai. Mainot parauga temperatūru, vai mehāniskās iedarbības frekvenci var noteikt strukturālo fāzu pārejas temperatūru.

Kopš segnetoelektrisko materiālu elektromehāniskās īpašības ir pētījumu degpunktā, tiek attīstītas dažādas pjezoelektriskā tenzora komponentu mērīšanas metodes, kā d33 mērs, impedances analizators rezonanses/antirezonanses metode, kā arī augstas precizitātes lineārās pozīcijas sensori un lāzera interferometrs ar telpiskās modulācijas sistēmu, ar augstjutīgu detektēšanas sistēmu un programmējamu augstsprieguma avotu.

Nanokristālisku materiālu, nanokompozītu un keramikas magnētisko īpašību raksturošana tiek veikta, lietojot **vibrējoša parauga magnetometru**, kāds pašlaik LU CFI nav pieejams. Ar šo iekārtu var mērīt dažādu materiālu magnētisko caurlaidību un uzņemt magnētisko histerēzes līkni, tādējādi nosakot to piederību diamagnētīku, paramagnētīku, ferromagnētīku vai

ferromagnētiku saimei. Šī informācija ir ļoti būtiska magnētiskajām tehnoloģijām un daudziem citiem pielietojumiem, ieskaitot veselības aprūpi. Šo iekārtu paredzēts iegādāties ja izdosies atrast papildus finansējumu (neskaitot šajā dokumentā plānotās kopējās investīcijas 16.32 MEUR).

	Responsible Person	Upgrade/ New/ Extension	Quotation value	Averaged MF Value	Multifactor Evaluation										
			kEUR		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Electrical and magnetic characterization	A. Fedotovs		1,823												
EPR spectrometer with low temperature accessories (Bruker) (X-band)	A. Fedotovs	N	337	3.66	4.07	3.52	3.62	4.42	2.45	3.19	3.91	3.74	3.76	3.96	
EPR spektrometra Q-band papildinājums (iesk. Q-band LHe kriostats.)	A. Fedotovs	N	140	3.64	3.96	3.39	3.50	4.42	2.45	3.27	3.86	3.79	3.90	3.85	
EPR spektrometra ENDOR papildinājums (X&Q-band)	A. Fedotovs	N	132	3.64	3.96	3.39	3.50	4.23	2.59	3.17	4.00	3.81	3.87	3.85	
Upgrade of the ODMR, incl. upgrade to 93 GHz frequencies	A. Fedotovs	U	30	3.66	3.96	3.75	3.41	4.41	2.43	3.08	4.17	3.55	3.86	3.93	
Laues kristālu orientēšanas iekārta MWL 120 (kamera, X-ray)	A. Fedotovs	N	140	3.15	3.25	2.40	3.00	3.57	2.37	2.70	3.38	3.56	3.68	3.61	
LHe sistēma ATL160 - iekļauj pilnīgu automatizāciju	A. Fedotovs	N	300	3.12	3.35	2.55	3.21	3.50	2.26	2.58	3.83	3.00	3.22	3.68	
Potentiostat/galvanostat Metrohm Autolab PGSTAT 302N with ECD and FRA modules and multiplexer	J. Kleperis, G. Bajārs	N	69	3.56	3.65	3.76	2.96	4.23	3.15	3.20	3.33	4.00	4.05	3.26	
BioLogic battery Test Station	G. Bajārs	N	51	3.58	3.57	3.81	2.92	4.14	3.15	3.10	3.56	4.11	4.00	3.47	
Gas Sensor testing System KSGAS1S (J. Kleperis)	J. Kleperis	N	60	3.57	3.63	3.77	3.15	4.17	3.20	3.15	3.39	3.95	4.00	3.25	
XEMIS gas sorption analyzer (J. Kleperis)	J. Kleperis	N	215	3.28	3.50	2.45	2.83	4.00	2.94	2.89	3.50	3.71	3.82	3.17	
Laboratory equipment for electromechanical properties Perkin Elmer DMA (Dynamic Mechanical Analyzer), TESA UPC – for Comparative Measurement IMPEDANCE ANALYZER HIOKII Wide band ACCESSORIES	M. Kundziņš	N	50.00	3.56	3.96	4.00	3.15	3.92	3.08	2.96	3.26	3.95	4.00	3.28	
Laboratory equipment for dielectric properties LCR Meter HIOKI Electrometers - KEITHLEY High Voltage Power Supplies - Tektronix ACCESSORIES	M. Kundziņš	U	50.00	3.52	3.85	4.00	3.23	4.00	2.96	2.81	3.17	3.91	4.00	3.32	
Vibrating sample magnetometer (Lakeshore vai Toeikogyo)	M. Kundziņš	N	250.00	2.79	3.04	2.27	2.61	2.52	2.40	2.33	2.94	3.35	3.32	3.15	

4. Ķīmisko tehnoloģiju laboratorijas infrastruktūra.

Nepieciešamība veidot vienotu ķīmisko tehnoloģiju laboratoriju (ĶTL) LU CFI nosaka vajadzība izgatavot dažādas funkcionalitātes materiālus zinātnisko pētījumu un šo materiālu īpašību uzlabojumu jomā. Materiāli vairumā gadījumu ir kompleksas ķīmiskas vielas dažādos termodinamiskos un fizikālos stāvokļos, tādi kā metālu nanodaļiņas un to sāļi, polimeri un keramika, kompozītu materiāli, kompleksas struktūras organiski savienojumi u.t.t. Pašlaik katru LU CFI laboratorija paraugu iegūšanas un to saistītās ķīmisko tehnoloģiju organizācijas jautājumus risina patstāvīgi.

Svarīgs nosacījums saistībā ar materiālu izgatavošanu ir vides aizsardzības nodrošināšana, droši apstākļus darbam ar toksiskajām vielām un ugunsdrošība. Vienota ķīmisko tehnoloģiju laboratorija samazinās riskus un izmaksas, kas saistītas ar gaisa un notekūdeņu piesārņojumu, kā arī drošu ķīmisko reaģentu uzglabāšanu.

ĶTL ir neatņemams posms nodrošinot materiālus zinātniskiem pētījumiem, un uz šo pētījumu bāzes attīstot jaunus un modificējot jau zināmus materiālus, lai panāktu to īpašību uzlabošanu. Arī materiāli plāno kārtiņu izgatavošanai lielā mērā tiks sagatavoti ĶTL.

Laboratorijas nokomplektēšana sastāv no vairākiem funkcionāliem blokiem, tādiem kā vispārīgas nozīmes ķīmijas iekārtas un aprīkojums, iekārtas attīstītām augsto temperatūru tehnoloģijām, operatīvai izgatavoto materiālu testēšanai un apstrādei atbilstoši konkrēto fizikālo īpašību mērījumu un pielietojumu prasībām.

Vispārīgas nozīmes ķīmijas iekārtas un aprīkojums ietver t.s. slapjās ķīmijas iekārtas ar velkmes skapjiem, cimdu kameru, ķīmisko reaģentu noliktavu un aprīkojumu ķīmisko procesu veikšanai, kas nepieciešamas jebkurai ķīmijas laboratorijai. Tāpat ir paredzēta dažādiem tehnoloģiskiem procesiem nepieciešamā virsu attīrīšana un aktivizēšana (vakuuma mikroviļņu krāsns, Xe2 eksimeru lampa, CO₂ lāzers). Šis ir pamatbloks jebkuru pētniecībai un pielietojumiem paredzētu materiālu izgatavošanai LU CFI.

Augsto temperatūru tehnoloģijas ir bāzes funkcionalitāte dažādu neorganisko materiālu un kompozītu iegūšanai. Šādu materiālu izgatavošana ar perspektīvām no praktisko pielietojumu viedokļa perspektīvām īpašībām ir viens no galvenajiem pētījumu virzieniem LU CFI. Sakarā ar to, ka pētāmajiem materiāliem bieži ir raksturīgs šauras reakcijas temperatūras, atmosfēras un spiediena intervāls, kurā šie materiāli ir stabili, ir nepieciešama attīstīta tehnoloģija, kas nodrošina dažādus izgatavošanas parametrus. Pašreizējo iekārtu iespējas ir nepietiekamas šo prasību nodrošināšanai. Jāņem vērā arī ierobežojumi saistībā ar dažādu materiālu izgatavošanu vienā un tajā pašā augsttemperatūru kamerā.

Pilnīgi jauna funkcionalitāte ir operatīva iegūto materiālu testēšana, lai pārlicinātos, vai ir iegūts nepieciešamais materiāls vai arī ir jāveic izgatavošanas parametru tālāka optimizēšana. Ņemot vērā to, ka liela daļa pētāmo materiālu ir ļoti jūtīga pret novirzēm no optimālajiem izgatavošanas apstākļiem, augstas kvalitātes materiālu izgatavošanai bieži vien izgatavošanas process ir jāveic vairākkārtīgi. Šādos apstākļos laika ekonomija saistībā ar operatīvu iegūto materiālu pārbaudi un nepārtrauktas izgatavošanas tehnoloģijas modificēšanas nodrošināšana ir vērtīga priekšrocība. Spektroskopiskās metodes, īpaši organisko savienojumu testēšanai, un rentgena difrakcija ir vērtīgas metodes šādas testēšanas veikšanai. Savukārt ar elektroforēzes uzklāšanas metodi iegūto augstas kvalitātes pārklājumu, kas paredzēti no oglekļa brīvām enerģijas iegūšanas tehnoloģijām un enerģijas uzglabāšanai, kontrolei ir vajadzīga tādu parametru kontrole kā zeta potenciāls, daļiņu izmēri un viskozitāte.

Virkne iekārtu neietilpst iepriekš minētajās funkcionālajās grupās, tomēr tās nav mazāk svarīgas. Kombinēta diferencētas skanējošās kalorimetrijas un gravimetrijas iekārta (DSC/DTG), kas ļauj noteikt ķīmisko reakciju temperatūras un reakciju tipu plašā temperatūru diapazonā, ir cieši saistītas ar materiālu izgatavošanas procesu. Svarīgs DSC pielietojumu lauks ir arī fāzu pāreju (piemēram, polimorfo pāreju) pētījumi. Funkcionālās keramikas un kompozītu paraugu izgatavošanai atbilstoši konkrētajam pētījumam vai pielietojumam nepieciešamajām prasībām ir nepieciešamās zāģēšanas un slīpēšanas iekārtas Jaunās iekārtas ļaus ievērojami samazināt

materiāla zudumus izgatavošanas laikā un uzlabot iegūto paraugu kvalitāti. Ultraskaņas izsmidzināšanas iekārta nepieciešama galvenokārt liela laukuma elektrodu, katalītisku pārklājumu, membrānu materiālu izgatavošanai, kuru pielietojums ir baterijas, superkapacitori, degvielas šūnas.

	Responsible Person	Upgrade/ New/ Extension	Quotation value	Averaged MF Value	Multifactor Evaluation										
					kEUR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Laboratory Chemical Technologies	E. Birks		1,725												
Chemical laboratory furniture (fume cupboards, laboratory tables, cabinets, shelves, etc)		N	90	3.85	4.48	4.12	4.15		3.14	3.14	5.00		3.22	3.55	
Small equipment for LCT (balances, stirrers, hotplates, ovens, evaporators, centrifuges, etc.)		N	50	3.95	4.44	4.24	4.19		3.18	3.18	5.00		3.70	3.64	
Glovebox Workstation			25	3.88	4.41	4.12	4.00		3.27	3.27	5.00		3.33	3.61	
Vacuum microwave furnace (200 °C)		N	10	3.82	4.16	4.17	3.96		3.21	3.25	5.00		3.29	3.52	
Eksimeru lampa virsmu attīrīšanai un aktivēšanai		N	6	3.76	4.04	4.13	3.80		3.05	3.05	5.00		3.43	3.55	
Small x-ray diffractometer, (Bruker Phaser D2)		N	123	3.59	3.82	3.81	3.79	4.11	3.35	3.21	2.79	3.74	3.64	3.67	
LC-MS chromatograph		N	140	2.88	3.08	2.59	2.67	2.79	2.58	2.70	2.90	2.89	3.29	3.30	
IR Spectrometer		N	30	3.40	3.27	3.52	3.00		2.71	2.77	5.00		3.41	3.50	
UV-VIS Spectrometer		E	20	3.33	3.35	3.38	3.00		2.62	2.68	5.00		3.23	3.41	
DSC (1600 °C), DTG upgrade (DTG detector, gas analyzer)		N	90	3.67	4.11	3.88	3.89	3.88	3.13	3.36	3.48	3.64	3.68	3.67	
Zeta potenc., rheological viscometer, particle analysis		N	66	3.50	3.92	3.91	3.32	3.40	3.16	3.26	3.33	3.58	3.59	3.55	
New Carbolite furnace x2 (1800 °C)		N	42	3.71	4.31	4.20	3.86	4.00	3.14	3.27	3.21	3.52	3.73	3.83	
Tube furnace (1800 °C)		N	33	3.67	4.21	4.20	3.76	4.07	3.22	3.21	3.28	3.55	3.61	3.64	
Optical furnace (FZ-T-800-H-I-S-PC, Crystal Systems Corp.)		N	400	3.06	3.33	1.91	2.88	3.36	2.81	3.00	3.60	2.88	3.22	3.58	
Isostatic hot press HP 20-4560 (THERMAL TECHNOLOGY, LLC)		N	298	3.73	4.37	3.42	3.89	4.26	3.58	3.33	3.92	3.21	3.30	4.00	
High temperature furnace with controlled atmosphere, upgrade of furnaces		N/U	52	3.66	4.33	3.88	3.85	4.04	3.33	3.33	3.54	3.36	3.38	3.52	
Microwave synthesis system		N	96	3.69	4.23	3.60	3.73	3.69	3.30	3.50	3.84	3.67	3.73	3.65	
CO ₂ laser for thermal proces. of nanoparticles and optical fibers		N	18	3.43	3.72	3.86	3.36	3.27	3.33	3.06	3.19	3.40	3.64	3.50	
Equipment for preparing of polycrystalline samples (sawing, grinding, manual hydraulic press, planetary ball mill)		N/U	60	3.80	4.21	4.08	4.19	4.33	3.63	3.43	3.14	3.57	3.55	3.87	
Exactacoat Fuel Cell Coating System - pirolīzes izsmidzināšanas iekārta paraugiem līdz 40x40 cm		N	76	3.43	3.85	3.50	3.20	3.46	3.27	3.32	3.53	3.25	3.44	3.45	

5. Plāno kārtiņu un pārklājumu tehnoloģiju laboratorijas infrastruktūra.

Plāno kārtiņu vakuuma tehnoloģija ir viena no galvenajām metodēm funkcionālo materiālu izgatavošanai LU CFI. Atzīmēsim, kā Latvijā starp Baltijas valstīm ir viena no lielākajām vakuuma tehnoloģiju nozarēm (AS SIDRABE, SIA GroGlass, AS ALFA). Tas ir iemesls, lai attīstītu plāno kārtiņu un pārklājumu tehnoloģiju laboratorijas infrastruktūru un sadarbību starp LU CFI un ražotājiem, kura ir īpaši efektīva ar vietējiem ražotājiem (AS Sidrabe, SIA GroGlass, AS ALFA).

Plāno kārtiņu un pārklājumu laboratorija sniegs pakalpojumus dažādu materiālu uzklāšanai, pamatojoties uz dažādām metodēm no esošām un jaunām uzklāšanas ierīcēm, ieskaitot daudzfunkcionālu R&D klasteru ražotni, PLD epitaksiālo audzēšanu un vairākas citas pārklāšanas metodes (ALD, MOCVD). Uzklāšanas ierīces un procesus, kas ļauj jaunu materiālu uzklāšanu, ko pieprasa iekšējie projekti vai ārējie klienti, vada augsti kvalificēts personāls. Būs pieejamas arī jaunas plazmas tehnoloģijas, kā "High Power Impulse Magnetron Sputtering (HIPIMS)" - augstas jaudas impulsu izsmidzināšana un plazmas procesi.

Tālāk tiks attīstīta PVD SAF25/50 daudzfunkcionāla R&D klastera iekārta (uzstādīta tīrās telpās). Daudzfunkcionālā, moduļu ražotne tiks paplašināta ar jaunām kamerām HIPIMS un PLD procesiem, kā arī plāno kārtiņu raksturošanai. Rūpnieciskai realizācijai ir jāveic HIPIMS procesu tālāka uzlabošana un pielāgošana attiecībā uz pulsu ģenerēšanu. Šodien esošas izsmidzināšanas ražotnes atjaunināšana ar HIPIMS tehnoloģiju ir saistīta ar lielu apkalpošanas laiku, lai optimizētu un pielāgotu elektriskos parametrus un iegūtu darbojošos procesus. Tādēļ ir jārealizē cieša sadarbība un atgriezeniskā saite ar uzņēmumiem, kuri ražo energoavotus.

SAF25/50 daudzfunkcionāla R&D klastera iekārtā tiks izstrādāti pētniecības un attīstības darbi, kā arī priekšizpēte un pamatā akadēmiskais darbs plāno kārtiņu tehnoloģiju jomā. SAF25/50 daudzfunkcionāla R&D klastera iekārta ir paredzēta pētniecībai un attīstības darbiem, kā arī priekšizpētei un vispārīgāka akadēmisko darbu jomā plānas plēves tehnoloģijas. Iekārta ir daudzfunkcionāla, paplašināma, elastīga moduļu sistēma. Tā sastāv no ievades / izvades kameras ar jonu lielgabalu, centrālo pamatnes pārnese kameru ar radiālo teleskopisko transporta roku un 7 uzklāšanas kamerām. Pamatne ir novietota horizontāli uz turētāja. Uzklāšanas zonas ir konfigurētas pamatnes rotācijai vai nobīdei augšup vērstas uzklāšanas laikā.

Daudzfunkcionālā moduļu iekārta tiks paplašināta ar jaunām kamerām HIPIMS un PLD procesiem, kā arī plāno kārtiņu raksturošanai. HIPIMS plazmas izsmidzināšanas tehnoloģiju laboratorija tiks atjaunota. Iekārta sastāv no diviem HIPIMS magnetroniem vakuuma kamerā ar plazmas regulēšanu un kontroli ar optiskās emisijas spektroskopijas (OES) sistēmu.

PVD HIPIMS plazmas izsmidzināšanas tehnoloģiju laboratorijas renovācija: 1) pašreizējās izsmidzināšanas iekārtas tiks modernizētas ar diviem HIPIMS avotiem un divu kanālu laika izšķiršanas Plazmas optiskās emisijas spektroskopijas (OES) sistēmu procesa kontrolei, kas tiks izmantota, lai izveidotu jaunas plāno kārtiņu uzklāšanas metodes; 2) tiks izstrādāta RF-OES daudzfunkcionāla R&D iekārta ar plazmas regulēšanu un kontroli ar OES sistēmu. RF-OES daudzfunkcionāla R&D iekārta ir paredzēta pētniecības un attīstības darbiem, kā arī priekšizpētei un vispārīgākiem akadēmiskiem darbiem plāno kārtiņu tehnoloģiju jomā. Iekārta sastāv no RF magnetrona vakuuma kamerā ar plazmas regulēšanas un kontroles optiskās emisijas spektroskopijas (OES) sistēmā.

PLD tiks izstrādāti plāno kārtiņu un heterostruktūru ražošanai no dažādiem materiāliem ar sarežģītu stehiometriju. PLD ļaus viens pret vienu pārnest elementus no mērķa uz pamatni, kas ir liela priekšrocība, lai uzklātu daudzelementu sistēmu. Uzklāšana dažādās vidēs ļauj dažādot kārtiņu īpašības plašā diapazonā. Mēs plānojam izgatavot augstas kvalitātes perovskīta struktūru plānās kārtiņas ar PLD, pētīt struktūru, virsmas topoloģiju (ar AFM), dielektriskās un elektromehāniskās īpašības.

Pašreizējais **MOCVD reaktors AIXTRON (AIX-200RF)** ir izmantojams, lai sintezētu plānās kārtiņas, kas ietver esošos metālus, izmantojot atbilstošus šķīdros metāl-organiskos savienojumus un gāzveida nemetāla ķīmiska hidrīda un oksīda gāzes. Reagentu plūsmas ātruma

kontrolē tiek nodrošināta, izmantojot termostatus ar šķidru metāl-organisko savienojumu, un nesējgāzes (N_2 , H_2) plūsmu. Ne-metāla ķīmiskā hidrīda gāzu plūsmu kontrolē ietver gan nesējgāzes un prekursoru apriti. Tagad MOCVD aprīkojumā ir uzstādīti šādi ķīmiskie reaģenti: SiH_4 (6N), SiH_4 200ppm H_2 maisījums, NH_3 - slāpekļa avots (6N), N_2 , H_2 nesējgāzes (tīrība 2ppb), metāl-organiskās līnijas: metāla avoti (Ga, Al, Zn, Mg, In) - TMGa, 2 x TMIIn, TEGa, 2 x TMAI, CpMg, DEZn, skābekļa avoti - NO, N_2O . Iekārta ir piemērota, lai sintezētu klasiskās LED struktūras, kā arī Si, ZnO, un III grupas nitrīdu 1D nanostruktūru sintēzei. Pastāv iespēja, tai pievienot materiālus, lai iegūtu n- vai p-vadītspēju. Izmantojot LU līdzekļus (1 MEUR) MOCVD iekārta tiks tālāk attīstīta, paplašinot iespējas manipulēt ar ķīmiskajiem reaģentiem, tādējādi radot iespēju iegūt jaunas 1D, 2D un hibrīdas struktūras.

Atomu slāņa uzklāšana (Atomic layer deposition - ALD) ir ķīmisko tvaiku uzklāšanas apakšklase, kas balstās uz secīgu gāzes fāzes ķīmisko procesu izmantošanu. ALD reakciju vairākums izmanto divus prekursorus, reaģējot ar virsmas materiālu vienā laikā secīgā, pašierobežojošā veidā. Atkārtotot iedarbību atsevišķiem prekursoriem, tiek uzklātas plānās kārtiņas. ALD sistēmas iepirkums tiek plānots ar iezīmēm, tostarp pamatnes sagatavošanas kamera (8" diskem / nesējiem) un pamatnes turētāja un reaktora sienu temperatūras kontrole līdz 400 °C un 150 °C, attiecīgi. Sistēma tiks izmantota pusvadītāju ierīču izgatavošanai un nanomateriālu sintēzei.

	Responsible Person	Upgrade/ New/ Extension	Quotation value	Averaged MF Value	Multifactor Evaluation										
			kEUR		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Thin films and coatings technologies	J. Purāns		1,659												
New chambers for HIPIMS + e-beam processes and for characterisation of thin films at PVD SAF25/50 R&D cluster	J. Purāns	U	400	3.73	4.16	2.87	3.52	4.24	4.12	3.45	3.91	3.52	3.24	4.28	
PVD HIPIMS plasma sputtering technology laboratory renovation:	J. Purāns	U	400	3.56	3.58	2.95	3.18	4.09	4.00	3.28	3.47	3.50	3.32	4.18	
PLD equipment to extend functionality	K. Kundziņš	N	419	3.42	4.00	2.70	3.33	3.38	3.46	3.30	3.64	3.48	3.38	3.54	
ALD equipment to extend functionality	L. Dimitročenko	N	200	3.10	3.33	3.04	2.67	2.92	3.14	3.05	3.81	2.80	3.20	3.00	
Renaissance of the existing MOCVD technology	L. Dimitročenko	U	200	3.14	3.54	3.00	2.83	3.46	3.08	2.95	3.55	2.71	3.24	3.00	

6. Fotonisko un mikroelektromehānisko ierīču prototipēšanas laboratorijas infrastruktūra.

Lai CFI spētu nodrošināt profilam atbilstošu pielietojamo pētniecību, prototipēšanu, inovāciju un tehnoloģiju pārnesi, būs nepieciešams investēt tādas infrastruktūras attīstībā, kas paredzēta prototipēšanai un maza apjoma ražošanai. Šim nolūkam tiks radīta un ieviesta fotonikas un mikroelektronikas ierīču prototipēšanas laboratorija. Ar tās palīdzību CFI būs iespējams realizēt dažādas praktiski pielietojamas un inovatīvas ierīces, kurās tiks izmantoti CFI pētīti nelineāri optiski materiāli, uz nanovadiem balstīti sensori, hibrīdas gaismasvadu ierīces, luminiscenti materiāli, keramikas u.c. Fotonikas un mikroelektronikas ierīču prototipēšanas laboratorija tiks veidota CAMART² projekta ietvaros cieši sadarbojoties ar projekta partneriem *KTH* un *Acreo* nodrošinot savstarpēju sinerģiju, kā arī balstoties uz *Electrum Laboratory* vairāku desmitu gadu pieredzi pētniecības, prototipēšanas un tehnoloģiju pārneses jomā.

Fotonikas un mikroelektromehānisku ierīču prototipēšanas laboratorija tiks aprīkota ar nano- un mikrolitogrāfijas procesam, izgatavoto ierīču pārbaudei nepieciešamajām iekārtām.

CFI tiks ieviests pilns fotolitogrāfijas cikls no pamatņu tīrīšanas un plāno kārtiņu uznešanas līdz fotorezista apstarošanas un kodināšanas procesam. Būs iespējams iegūt vairāku slāņu dažādas sarežģītības ierīces ar detaļu precizitāti līdz 10 nm. Tiks nodrošināta arī ierīču pārbaude un iespēja izgatavot speciālu korpusu katrai prototipa ierīcei.

Lai nodrošinātu plāno kārtiņu nogulsnešanas augstu kvalitāti un fotorezistu adhēziju tiks nodrošināta pamatņu tīrīšana ar UV/ozonu un plazmu un iegādāta silanizēšanas krāsns. Virsmas tīrības noteikšanai tiks izmantota ūdens pilienu slapināšanas leņķa noteikšanas metode. Kvalitatīva fotorezista nocietināšanai tiks iegādātas fotorezista plītiņas.

Iekārta zemas temperatūras ķīmiskā tvaika nogulsnešanai ar plazmu ļaus uznest dažādus litogrāfijā nepieciešamus kodināšanu ierobežojošus, kā arī funkcionālus amorfa silīcija, silīcija dioksīda un silīcija nitrīda slāņus. Ar ķīmiskās tvaika nogulsnešanas metodi būs arī iespējams nogulsnēt dopētas plānās kārtiņas. Pamatņu un jau nogulsnētu kārtiņu dopēšanai tiks iegādāta dopēšanas krāsns. Tiks uzstādīta oksidācijas krāsns, kas ļaus veidot cietos masku slāņus, audzējot uz pamatnēm oksīdu. Šīs iekārtas (dopēšanas un oksidācijas krāsns) paredzēts iegādāties ja izdosies atrast papildus finansējumu (neskaitot šajā dokumentā plānotās kopējās investīcijas 16.32 MEUR). Augstas precizitātes un kvalitatīva silīcija, silīcija oksīda, polimēru un citu materiālu kodināšanai tiks iegādāta reaktīvo jonu kodināšanas sistēma. Mikroelektromehānisko ierīču veidošanai svarīgi ir iegūt mikroniem dziļas silīcija struktūras ar taisnām sienām. Tā realizēšanai tiks iegādāta iekārta dziļā reaktīvā jonu kodināšanas procesa nodrošināšanai. Kodināšana ar skābēm un tīrīšana ar organiskiem šķīdinātājiem tiks veikta kodināšanas darba stacijā. Pēc kodināšanas svarīgi ir noskalot visu atlikušo reaģentu pēdas, kas tiks nodrošināts ar skalošanas un žāvēšanas iekārtu. Fotorezista nocietināšanai un citiem zemas temperatūras (<300 °C) karsēšanas procesiem tiks iegādāta konvekcijas krāsns. Kodināšanas un citu procesu vizuālai kontrolei tiks iegādāti vairāki optiskie mikroskopi.

Viens no svarīgākajiem posmiem CFI būs elektronu staru litogrāfijas procesa ieviešana. Tā ļauj veikt nanostrukturēšanu ar līdz pat 10 nm izšķirtspēju, un tiek lietota vairākās strauji attīstošās nozarēs, piemēram, viļņvadu fotonikā, fotonisko integrēto shēmu veidošanā, plazmonikā, mikroelektromehānisko elementu veidošanā u.c., kur nepieciešama augsta izšķirtspēja. Šim nolūkam tiks izmantota elektronu staru rakstīšanas iekārta, kura tiks uzstādīta LU CFI tirtelpās. Šobrīd LU CFI ir pieejama submikrona litogrāfijas tehnoloģija, kas tiek aktīvi lietota organisku viļņvadu ierīču prototipēšanā, elektrodu masku definēšana un citur. Par būtiskāko elementu šajā procesā var uzskatīt tiešā ieraksta litogrāfijas iekārtu, kas nodrošina ērtu un salīdzinoši ātru masku pārvešanu uz rezistu. Diemžēl vienas maskas vairākkārtīga pārvešana uz dažādām pamatnēm ar šo iekārtu ir ļoti nepraktiska un laiktelpīga. Sērijveida masku pārvešanai tiks iegādāta masku savietošanas iekārta. Tā ļaus pārnest ar tiešā ieraksta rakstītāju sagatavoto masku negatīvus uz citām pamatnēm dažu minūšu laikā būtiski neietekmējot masku kvalitāti. Masku savietošanas iekārta būtiski samazinās prototipu pagatavošanas laiku un izmaksas.

Tāpat LU CFI tiks ieviesti vairāki citi rīki prototipa ierīču sagatavošanai, pārbaudei un iekapsulēšanai. Lai pārbaudītu iegūtās ierīces tiks iegādāta mikrozondu pozicionēšanas iekārtu, kas ļauj veikt optisko un elektrisko īpašību raksturošanu. Pamatņu sagriešana un ierīču atdalīšana tiks veikta ar augstas kvalitātes pamatņu griešanas zāģi. Lai prototipa ierīces savienotu ar iespiedplati vai elektrodiem tiks izmantota mikrokontaktu lodēšanas iekārtu. Dažādu paraugu turētāju un prototipa ierīču korpusa izgatavošanai tiks iegādāts 3D printeris.

Fotonikas un mikroelektronikas ierīču prototipēšanas iespējas būtiski papildinās citas LU CFI laboratorijas, kas attīstīsies līdztekus. Piemēram, specifisku materiālu uzklāšana varēs tikt veikta plānkārtas pārklājumu uznešanas tehnoloģijas laboratorijā, bet slapjā un sausā kodināšana – LU CFI ķīmijas laboratorijās. Kvalitatīvai prototipēšanas procesa nodrošināšanai vēl tiks ieviestas atbalstošās sistēmas, piemēram, dejonizēta ūdens un gāzu piegādes, kā arī ķīmisko atkritumu novadīšanas sistēma.

Ieviestie tehnoloģiskie procesi un tirtelpas uz atvērtās pieejas laboratorijas pamata būs pieejamas gan akadēmiskiem, gan industrijas pārstāvjiem. Lielāka apjoma ražošanas tiks veikta sadarbojoties ar Electrum laboratoriju KTH.

	Responsible Person	Upgrade/New/Extension	Quotation value	Averaged MF Value	Multifactor Evaluation											
					kEUR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Prototyping, application assessment, small scale production	G. Mozolevskis		2,298													
UV/ozone treatment		N	5													
Plasma Cleaner		N	65													
HMDS prime oven		N	90													
Drop angle measurement		N	13													
Photoresist hot plates 2x			10													
Oxidation oven		N	100	3.50	4.36	3.16	3.60	3.25	3.47	3.33	3.53	3.19	3.44	3.65		
Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition: PECVD		N	230	3.36	3.82	3.00	3.15	2.90	3.50	3.27	3.76	3.07	3.40	3.75		
Doping chamber		N	30													
Large area electron beam lithography system		N	930	3.39	4.30	2.55	3.38	3.05	3.53	3.50	4.05	3.00	3.11	3.48		
Mask aligner		N	130	3.51	4.26	3.20	3.57	3.19	3.53	3.40	3.72	3.13	3.47	3.61		
Reactive ion etching system (RIE)		N	150	3.51	4.36	3.11	3.60	3.11	3.42	3.40	3.88	3.13	3.47	3.63		
Deep Reactive ion etching system (DRIE)			280													
Wet bench		N	40	3.45	4.38	3.39	3.37	3.11	3.56	3.33	3.31	3.20	3.20	3.63		
Rinser/Dryer		N	30	3.45	4.33	3.33	3.42	3.17	3.53	3.21	3.38	3.21	3.27	3.60		
Oven <300°		N	10													
Probe stations 2x (vienkāršāks un smalkāks)		N	40	3.41	4.25	3.18	3.50	3.06	3.41	3.07	3.33	3.29	3.36	3.67		
Microwire bonding station		N	30	3.38	4.19	3.17	3.47	2.95	3.28	3.07	3.38	3.29	3.36	3.67		
Dicing saw		N	80	3.39	4.14	3.06	3.53	3.11	3.39	3.07	3.38	3.21	3.36	3.67		
Polishing tool		N	x10	3.42	4.00	3.50	3.74	3.26	3.33	3.07	3.25	3.07	3.21	3.80		
Chip electrical testing tools		N	x43	3.57	4.43	3.44	3.68	3.26	3.53	3.36	3.44	3.33	3.40	3.80		
3D printer		N	10													
Tirtelpu ventilācijas sistēmas automatizācija			25	3.51	4.36	3.62	3.86	3.77	2.90	2.81	2.74	3.56	3.50	3.94		
266 nm CW laser FQCW266-200mW	J. Teteris	N	x99	3.35	3.37	3.08	2.78	4.27	2.81	2.65	2.78	3.95	4.43	3.39		
405, 457, 473, 514, 660, 1064 nm lāzeru un to optisko detaļu nodrošinājums	J. Teteris	U	x50	3.35	3.37	3.36	2.81	4.31	2.81	2.70	2.70	3.95	4.05	3.43		

7. Teorētiskajai materiālzinātnei nepieciešamās informācijas tehnoloģiju infrastruktūras attīstība.

Augstas veiktspējas skaitļošanas infrastruktūra mūsdienās ir pētniecības procesa izšķiroša komponente, kas nodrošina pamatu materiālu modelēšanai un ierīču simulācijai. Turklāt tā palīdz eksperimentatoriem interpretēt eksperimenta rezultātus un piekļūt informācijai, kas nav pieejama savādāk. Turklāt modelēt sistēmas attīstību bieži ir arī ātrāk un/vai lētāk nekā pētīt ar mēģinājumu un kļūdu metodi, tādējādi ļaujot paātrināt pētniecības un attīstības darbu un samazināt izdevumus.

No 2002 – LU CFI tiek nepārtraukti attīstīts viens no visspēcīgākajiem augstas veiktspējas skaitļošanas klasteriem Latvijā - Latvijas SuperCluster (LASC). Tā teorētiskā maksimālā veiktspēja 2016. gadā sasniedza aptuveni 12 TFlops, to intensīvi izmanto LU CFI pētnieki, kā arī LU pirmsdiploma un doktora studiju studenti valsts un starptautiskos pētniecības projektos. LASC tiek izmantots, pirmkārt, plaša mēroga atomu un elektroniskās struktūras modelēšanai, kas ir svarīgi daudzām modernās tehnoloģijas nozarēm, kā jauni enerģijas avoti, katalīze, nanoelektronika, sensori, spina transporta elektronika, pašorganizējošas sistēmas, kas var kalpot kā komponentes nanomēroga slēdžiem un mašīnām; otrkārt, dažādu spektroskopisku eksperimentu datu interpretācijai (piemēram, rentgenstaru absorbcijas spektriem, infrasarkanajiem un Ramana spektriem, elektronu paramagnētiskās rezonanses spektriem, rentgenstaru fotoemisijas spektriem u.c).

Pašlaik pieejamie augstas veiktspējas skaitļošanas klastera resursi ļauj simulēt no pirmajiem principiem kristālisku materiālu statiskas struktūras un īpašības, veikt empīrisku potenciālu simulēšanu, kā arī eksperimentālo datu analīzi un interpretāciju, balstoties uz iepriekš minētajiem teorētiskajiem tuvinājumiem. Šie uzdevumi tiek realizēti, izmantojot plaša spektra komerciālu, bezpeļņas un iekšēji izstrādātu, LASC pašlaik instalētu, programmatūru.

Pētniecības programmas īstenošana prasa veikt materiālu temperatūras un laika atkarību īpašību modelēšanu no pirmprincipiem un paplašināt to diapazonu līdz nanomērogam, kā arī veikt uz teorētiskiem materiālu modeļiem bāzētu ierīču simulācijas (tā piemēram, ierīces veiktspēju, siltumatdevi, strāvu sadalījumu). Tik vērienīgi uzdevumi prasa daudz lielākus skaitļošanas resursus, tostarp datu apstrādes ātrums un atmiņas apjoms ir pirmajā vietā. Tādēļ mēs plānojam palielināt LASC klastera skaitļošanas jaudu vismaz līdz 100 TFlops, izmantojot jaunākās paaudzes daudzkodolu procesorus un ātrdarbīgu cietvielu disku (SSD) tehnoloģiju. Lietotājiem pieejamās atmiņas apjoms tiks palielināts no 4 Tb 2016. gadā vismaz līdz 12 TB pēc jaunināšanas.

	Responsible Person	Upgrade/New/Extension	Quotation value	Averaged MF Value	Multifactor Evaluation										
			kEUR		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
IT support	M. Kundziņš		600												
High-performance computing (HPC) cluster "LASC" upgrade up to at least 100 Tflops		U	600	3.71	4.04	3.17	3.38	4.56	2.78	3.87	3.73	3.20	3.84	4.52	

8. Telpu vienkāršota atjaunošana un būvdarbi ugunsdrošības un vides pieejamības prasību nodrošināšanai.

LU CFI ēkā, Ķengaraga ielā 8, pēdējo desmit gadu laikā atjaunošanas darbos ir ieguldīti vairāk par 1 MEUR. Lielākā daļa no šiem ieguldījumiem ir izmantoti, lai atjaunotu inženiertīklus, jo īpaši ventilāciju, apkuri, ūdensapgādi un kanalizāciju, kas ir pilnīgi pārbūvēta. Papildus tam, gandrīz par 1 MEUR ir pārbūvēta puse no viena stāva, 800 m² platībā, kurā ir izvietotas tirtelpas ar autonomu apkuri, ventilāciju un katrai telpai atsevišķu gaisa attīrīšanas un kondicionēšanas sistēmu.

2016. gadā ir veikta ēkas energosertifikācija un apstiprināts energosertifikāts (Reģ. Nr. BIS/ĒED-1-2016-464). Šobrīd, ERAF aktivitātes 4.2.1.2. pasākuma "Veicināt energoefektivitātes paaugstināšanu valsts ēkās" ietvaros, tiek izstrādāts ēkas energoefektivitātes paaugstināšanas projekts. Tā galvenie aspekti ir ēkas ārējo norobežojošo konstrukciju siltinājuma papildināšana vai papildus siltinājuma iestrādāšana vietās, kur tā nav vispār, kā arī datu centra serveru 20-25 kW jaudas izmantošana telpu apsildīšanai apkures sezonā. Kopējā ēkas energoefektivitātes uzlabošanas pasākumos ieguldāmā summa ir paredzēta 320 tūkstošu EUR apjomā.

Kopš 1975. gada, kad ēka ir nodota ekspluatācijā un sāka izmantot, praktiski gandrīz nekādi uzlabojumi, ar nelieliem izņēmumiem, nav veikti laboratoriju un kabinetu telpās. Ir paredzēts izbūvēt ugunsdrošas, skaņu izolējošas starpsienas, mainīt durvis uz Al-pakešu tipa durvīm, vai ugunsdrošām, kur tas nepieciešams, pārbūvēt griestus un grīdu klājumu. Atjaunojot apgaismojuma elementus, tie būtu jāaizstāj ar LED gaismekļiem, tādā veidā būtiski ietaupot patērēto elektroenerģiju un uzlabojot ugunsdrošību.

Gandrīz visās laboratorijas telpās velkmes skapji nav tikuši atjaunoti, vai arī, to sistēmu bojājumu dēļ, nav izmantojami. Ir jāiebūvē jauni velkmes skapji un nosūces konusi, ieskaitot gaisa nosūces kanālus un ventilatorus, kas izvietojami ēkas sestajā stāvā. Plānojam daļēji atjaunot arī kabinetu mēbelējumu.

LU CFI ēkā līdz 2015. gadam bija izvietota LU Fizikas un matemātikas fakultātes Optometrijas un redzes zinātnes nodaļa. Tagad tā ir pārvietota uz LU Dabaszinātņu akadēmisko centru Torņakalnā un puse no CFI ēkas piektā stāva telpām, apmēram 500 kvadrātmetru laboratoriju un kabinetu telpas, ir papildus izmantojamas institūta vajadzībām. Šīs telpas ir paredzēts atjaunot pirmkārt, vienlaicīgi tās pielāgojot iepērkamajām pētnieciskajām iekārtām. Šajās telpās tiks izvietotas jaunas laboratorijas, vai tiks pārvietotas jau esošās laboratorijas, kuru telpas tad varētu tikt atjaunotas nākamajā kārtā.

Atjaunojot ēkas telpas, īpaša uzmanība tiks veltīta ugunsdrošības un vides pieejamības prasību nodrošināšanai. Ugunsdrošības jautājumi tiks risināti, ēku sadalot ugunsdrošības nodalījumos, kāpņu telpas pārbūvējot par drošām evakuācijas zonām un liftus, gan pasažieru, gan pasažieru – kravas, nomainot ar ugunsdrošiem. Vides pieejamības prasību nodrošināšanai, lifti tiks izbūvēti ērtai lietošanai cilvēkiem, kas izmanto ratiņkrēslus. Lifti un kāpnes tiks aprīkotas ar informāciju Braila rakstībā, kā arī tiks realizēti citi nodrošinājumi. Tiks mūsdienīgi risināta vestibulu atjaunošana.

Lai visas ēkas telpas atjaunotu, būs nepieciešamas astoņas līdz desmit atjaunošanas kārtas. 2016. gadā ir uzsākta telpu atjaunošanas projektēšana. Būvniecības darbi tiks uzsākti 2017. gadā, bet pilnībā telpu atjaunošana varētu tikt pabeigta 2019. gada pirmajā pusē.

Ir ļoti svarīgi šos telpu atjaunošanas darbus veikt cik ātri vien iespējams, jo vienlaikus notiks telpu pielāgošana jaunajām pētniecības iekārtām un laboratorijām, tādā veidā veicinot CAMART2 realizāciju, kas palielinās cilvēkresursu piesaisti un pētniecisko metožu attīstību, un kopumā radikāli palielinās zinātnes, inovāciju un akadēmisko produktivitāti.

Plānotie institūta telpu atjaunošanas (jeb atjaunošanas un pielāgošanas), un pārbūves (ugunsdrošības un vides pieejamības nodrošināšana, kā arī vestibulu atjaunošana) darbi atbilst 1.1.1.4. aktivitātes Ministru kabineta 562. noteikumu sadaļai Nr.30 par atbalstāmām infrastruktūras aktivitātēm - "30.1.2. būves atjaunošana, būves restaurācija, ēku vai telpu pārbūve

vai atjaunošana ”un “30.1.3. ēku un telpu pielāgošana pētniecības aprīkojuma uzstādīšanai”, kā arī “30.1.4. būvuzraudzība un autoruzraudzība”.

Papildus paskaidrojam, ka pēc spēkā esošajiem būvniecības normatīvajiem dokumentiem, pārbūvējot ēku vai kādu tās daļu, būvniecība ir jāveic vienlaicīgi atrisinot visas ēkas ugunsdrošības un vides pieejamības prasības. Tas nozīmē, piemēram, ka kāpņu telpas no pārējās ēkas ir jānorobežo ar ugunsdrošām durvīm, kāpņu telpās ir jābūt pārspiedienam pret pārējām telpām utt., arī liftiem ir jābūt ar ugunsdrošām durvīm, izmantojamiem ratiņkrēsliem lietotājiem, norādījumiem jābūt arī Braila rakstā u.c. Institūta ēka ir būvēta pagājušā gadsimta 70-tajos gados. Tad tādu *noteikumu nebija. Kopš tā laika institūta telpas kopumā nav tikušas pārbūvētas, ir veikti tikai nenozīmīgi kosmētiskie remontu*

