

KTU veikiantis Medžiagų mokslo institutas (MMI) - viena moderniausių mokslo institucijų Lietuvoje, priklausanti tarptautiniam „EuroNanoLab“ tinklui, kuris jungia 44 švariuosius kambarius 14-oje Europos šalių. Tokios pažangios technologijos gali padėti įgyvendinti Lietuvos lustų gamybos planus ir paruošti tam būtinus specialistus.

Kaip „Europos Horizontas“ programos finansuojamo projekto RIANA vykdytojas, KTU siūlo 130 kvadratinų metrų ISO5 klasės švariojo kambario darbo erdvę, taip pat pažangias technologines ir analitines paslaugas, užtikrinančias aukščiausių mokslinių tyrimų lygį.

Apie tai, kas yra švarusis kambarys (angl. *cleanroom*), kokia jo paskirtis ir kokių sričių specialistai jame dirba kalbamės su KTU Medžiagų mokslo instituto Nano ir mikrolitografijos mokslo laboratorijos vyresnioju mokslo darbuotoju Mindaugu Juodėnu.

- Papasakokite, kas yra švarusis kambarys ir kam jis skirtas?

- Dirbant su mikro ir nanoobjektais svarbūs ne tik tipiniai aplinkos parametrai, tokie kaip temperatūra, slėgis, drėgmė, bet ir įvairių dalelių koncentracija ore. Dulkė, kurios dydis gali būti nuo kelių nanometrų iki kelių mikrometrų, nusėdusi ant gaminamo ar analizuojamo paviršiaus, gali sugadinti ištisą nanoobjektų masyvą ar pakeisti paviršiaus savybes.

Sparčiai vystantis mikroelektronikos ir nanotechnologijų sritims atsirado būtinybė šias sąlygas valdyti standartizuotai. Tokios specializuotos patalpos vadinamos švariaisiais kambariais ir dažniausiai yra naudojamos puslaidininkių, farmacijos, biotechnologijų bei panašiose srityse, kur itin svarbu užtikrinti procesų patikimumą ir atkartojamumą.

Jų dydis gali varijuoti nuo kelių dešimčių iki tūkstančių kvadratinų metrų ir juose siekiama sutalpinti maksimalų kiekį technologinės bei analitinės įrangos.

- Kas gali naudotis švariuoju kambariu ir kokios technologinės paslaugos jame teikiamos?

- KTU „Santakos“ slėnyje esančiu švariuoju kambariu gali naudotis visi KTU bendruomenės nariai ir išorės užsakovai iš akademinio bei pramonės sektorių, pasinaudoję atvirąja prieigos sistema APCIS. Šiuo kambariu rekomenduojama naudotis tikslingai, o visi nauji naudotojai privalo išklausti darbo švariuosiuose kambariuose kursus.

Patalpose yra įdiegta KTU MMI prižiūrima puslaidininkių [nanogamybos technologijoms pritaikyta įranga](#) - litografijos, reaktyviojo joninio ėsdinimo, vakuuminio plonų sluoksnių

formavimo ir kitos sistemos.

Taip pat ten yra analitinės įrangos, tokios kaip skenuojantys elektronai ir optiniai mikroskopai. Darbui su chemikalais įrengta atskira patalpa su šlapiaisiais darbastaliais (angl. *wetbench*).

- Kaip ISO5 (100 klasės) švaros standartus atitinkančios patalpos prisideda prie KTU konkurencingumo ir lygiavimosi su kitais Europos universitetais?

- Pagal ISO 14644-1 standartą, švarumo klasė nurodo leistiną dalelių, didesnių kaip 0,1 µm, kiekį viename kubiniame metre išreikštą dešimtainiu logaritmu.

Pavyzdžiui, ISO5 švarumo klasė reiškia, kad švariajame kambaryje gali būti ne daugiau nei 100 tūkst. tokių dalelių kubiniame metre. Palyginimui, įprastoje laboratorijoje gali būti iki 35 mln. dalelių, kurių dydis yra didesnis kaip 0,5 µm, o dalelių, kurių dydis viršija 0,1 µm – dar daugiau.

Daugelis pirmaujančių technologijų universitetų, tokių kaip [Masačusetso technologijos institutas \(MIT\)](#), [Stanfordo universitetas](#), turi švariusius kambarius, kurių klasė svyruoja tarp ISO4 ir ISO7.

Šie kambariai yra laikomi itin reikšminga infrastruktūros dedamąja, į juos investuojama daug lėšų, nes čia atliekami aukščiausio lygio moksliniai tyrimai nanotechnologijų, lustų gamybos, energetikos, duomenų komunikacijų, šviesos technologijų, kvantinių kompiuterių ir kitose srityse, kurių neįmanoma vykdyti tradicinėse laboratorijose.

Švarieji kambariai tampa ir bendradarbiavimo centru kitoms institucijoms, neturinčioms tokių patalpų. Be to, jų turėjimas pritraukia talentingus nanotechnologijomis besidominčius studentus.

- Kokie yra pagrindiniai iššūkiai, su kuriais susiduriama eksploatuojant švarųjį kambarį?

- Esminis iššūkis eksploatuojant švarųjį kambarį yra taršos kontrolė, nes net menkiausi nukrypimai gali sugadinti visą eilę atliekamų tyrimų bei gaminamą produkciją. Privalome nuolat stebėti aplinkos parametrus ir greitai reaguoti į bet kokius pokyčius.

Be to, būtina reguliariai prižiūrėti patalpas: keisti filtrus, valyti sienas ir lubas, pasirūpinti tiekiamo vandens švarumu, skalbti aprangą.

Darbas su studentais taip pat kelia iššūkių, nes jie nuolat keičiasi, todėl pastoviai reikia apmokyti naujus, užtikrinant saugų darbą tiek jiems, tiek tinkamą švariojo kambario aplinką.

- Kaip švariajame kambaryje užtikrinamas švaros lygis ir kokie yra galimi jo palaikymo sunkumai?

- Norint švariojoje patalpoje sumažinti pašalinių dalelių koncentraciją ir palaikyti švaros lygį, oras nuolat filtruojamas per kambario lubose įrengtus didelio efektyvumo filtrus. Patalpoje sukuriama padidinta slėgis, apsaugantis nuo dalelių patekimo iš išorės. Taip pat naudojama speciali įranga ir baldai, generuojantys minimalų dalelių kiekį.

Čia nepageidaujamas įprastas popierius, pieštukai ir kai kurių natūralių pluoštų audiniai. Vis dėlto, pagrindinis pašalinių dalelių šaltinis yra žmogus, kurio veikla per minutę gali išskirti milijonus dalelių. Jos kyla iš odos ir aprangos, o jų kiekis priklauso nuo žmogaus judėjimo greičio bei darbo intensyvumo. Siekiant sumažinti taršą, personalas į švarųjų kambarių patenka ir iš jo išeina tik per specialias zonas, dažnai su „oro dušu“, ir dirba dėvėdami specialius rūbus, kepurės, kaukes, pirštines bei batus.

- Kokių specifinių kompetencijų reikia personalui, dirbančiam švariajame kambaryje, siekiant išvengti eksploatacinių problemų?

- Švariajame kambaryje dirbantys darbuotojai turi gerai išmanyti standartizuotus darbo protokolus, tokius kaip apsirengimo, nusirengimo ir švaros palaikymo taisyklės. Personalas turi suprasti taršos šaltinius ir gebėti juos efektyviai pašalinti, mokėti naudotis esančia įranga ir medžiagomis.

Darbuotojai yra apmokomi, ypatingai dėl cheminės saugos užtikrinimo, nes išsiliejus cheminėms medžiagoms, dėl intensyvios oro cirkuliacijos, garai gali greitai išplisti po visą patalpą. Tam įrengti įvairių dujų, įskaitant deguonies, jutikliai, perspėjantys apie pavojų vaizdiniais ir garsiniais signalais.

- Kokie yra pagrindiniai RIANA ir kitų projektų, vykdomų švariajame kambaryje, ypatumai?

- RIANA (angl. *Research Infrastructure Access for Nanoscience and Nanotechnology*) – tai „Europos Horizontas“ programos finansuojamas [projektas, apjungiantis nanomokslų ir nanotechnologijų tinklus](#).

Juo siekiama sukurti vieno langelio prieigą prie specializuotos įrangos, tokios kaip

sinchrotronai, elektronų lazeriai, joninės spinduliuotės ir neutronų šaltiniai, elektroninės mikroskopijos centrai, lazerių centrai, minkštųjų medžiagų tyrimų centrai bei švarieji kambariai.

Šis projektas išsiskiria tuo, kad jis nėra susietas su konkrečia tyrimų tema. KTU švariajame kambaryje buvo vykdomi įvairūs ES ir nacionalinėmis programomis finansuojami projektai, susiję su mikro ir nanoobjektų gamyba fotonikos, elektronikos, jutiklių ir kitose srityse.

- Kiek laiko per dieną personalas praleidžia švariajame kambaryje?

- Įprastai darbuotojai švariajame kambaryje praleidžia iki 3-4 valandų per dieną ir nors laikas patalpoje nėra ribojamas, darbuotojams vis tiek reikia bent trumpam išeiti, pavyzdžiui, atsigerti vandens. Švarusis kambarys veikia nuolat, priešingu atveju būtų prarasta oro kokybė, o jos atstatymas trunka gana ilgai.

- Kaip KTU švarusis kambarys prisideda prie tarptautinių projektų sėkmės, tokių kaip RIANA?

- Turint ISO5 švarias patalpas KTU tapo konkurencingesniu tarptautiniuose projektuose, kas leido prisijungti prie „EuroNanoLab“ tinklo ir dalyvauti „Europos Horizontas“ projekte RIANA. Švariojo kambario priežiūra ir įrangos naudojimas atspindi universiteto supratimą apie aplinkos sąlygų svarbą patikimiems moksliniams tyrimams.

Dabar universitetas turi prieigą prie partnerių universitetų švariuosiuose kambariuose esančios infrastruktūros ir sukauptos patirties, kas leidžia [KTU mokslininkams naudotis aukščiausios klasės įranga](#), plėsti bendradarbiavimą ir dalyvauti tarptautiniuose projektuose. Tai taip pat padeda viešinti KTU pasiekimus nanotechnologijų srityje ir pritraukti talentingus mokslininkus bei studentus.

„EuroNanoLab“ siekia skatinti universitetų narių bendradarbiavimą ir dalijimąsi patirtimi per bendrus tyrimus, mokymus ir dirbtuves. Tai padeda mokslininkams ir studentams mokytis dirbti su nanogamybos įranga, dalytis žiniomis ir standartizuoti procesus, kad tyrimai galėtų būti atkartojami skirtingose institucijose.

