

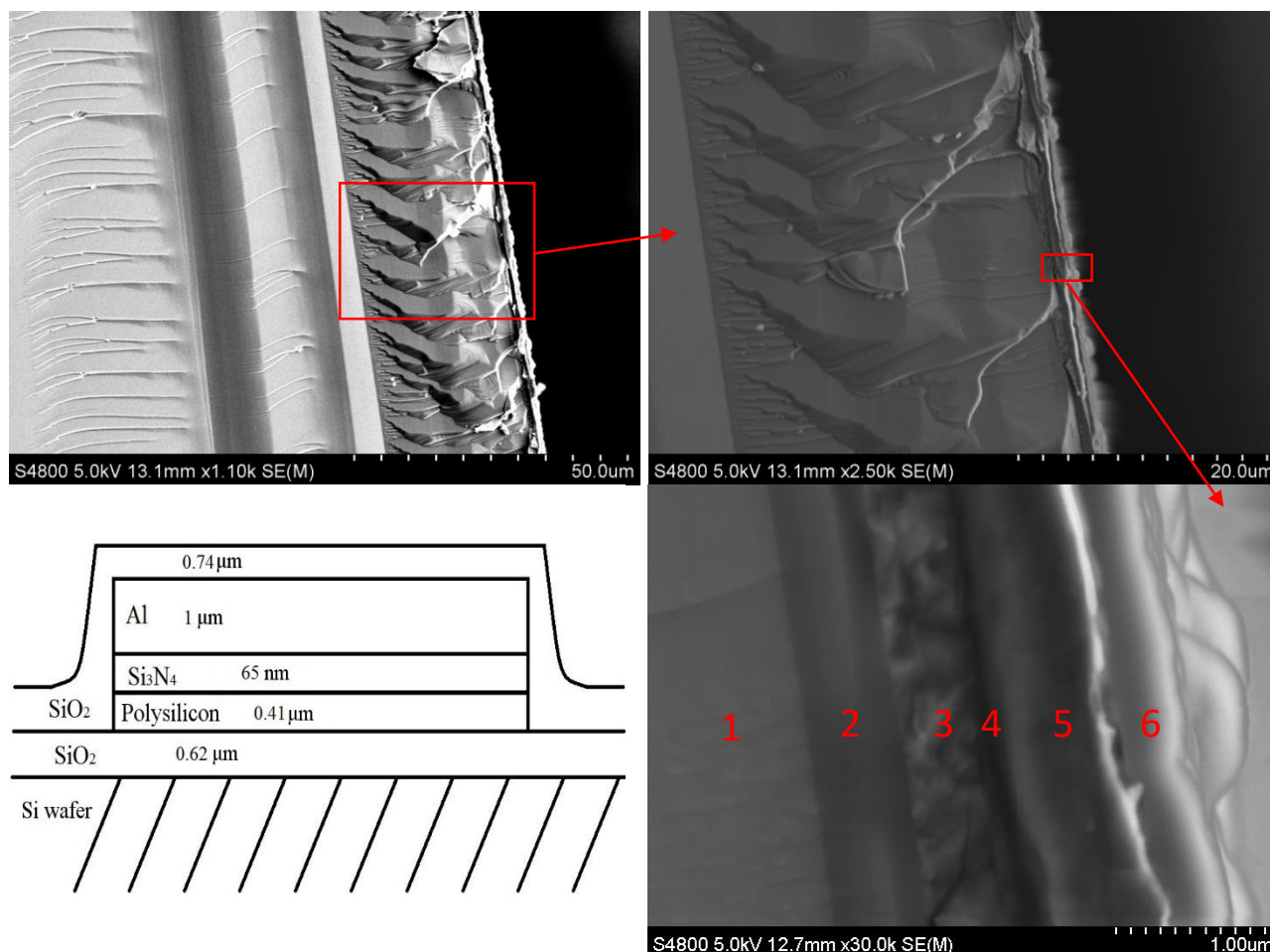


IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

Informatīvais ziņojums par ERAF projektā No. 1.1.1.1/16/A/203, “Daudzslāņu silīcija nanokondensators ar uzlabotiem dielektriskiem slāņiem” paveikto laika posmā 01.02.2018.-30.04.2018.

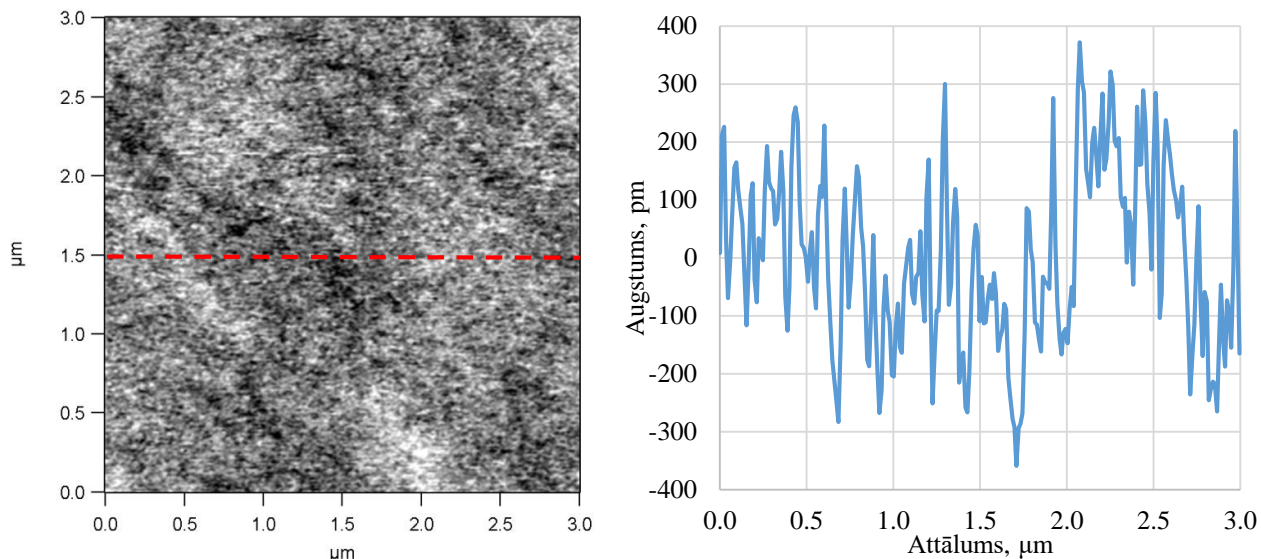
Pārskata periodā tika veikti sekojošie pētījumi:

1. Katrai nanokondensatora slāņu izgatavošanas tehnoloģiskai operācijai izgatavotas pavadošās struktūras: 1) Si plāksne; 2) Si-SiO₂; 3) Si-SiO₂-PolySi; 4) Si-SiO₂-PolySi-Si₃N₄ (ar vienslāņa un daudzslāņa Si₃N₄ biezumiem 20, 40 un 60 nm); 5) Si-SiO₂-Si₃N₄ (ar vienslāņa un daudzslāņa Si₃N₄ biezumiem 20, 40 un 60 nm).

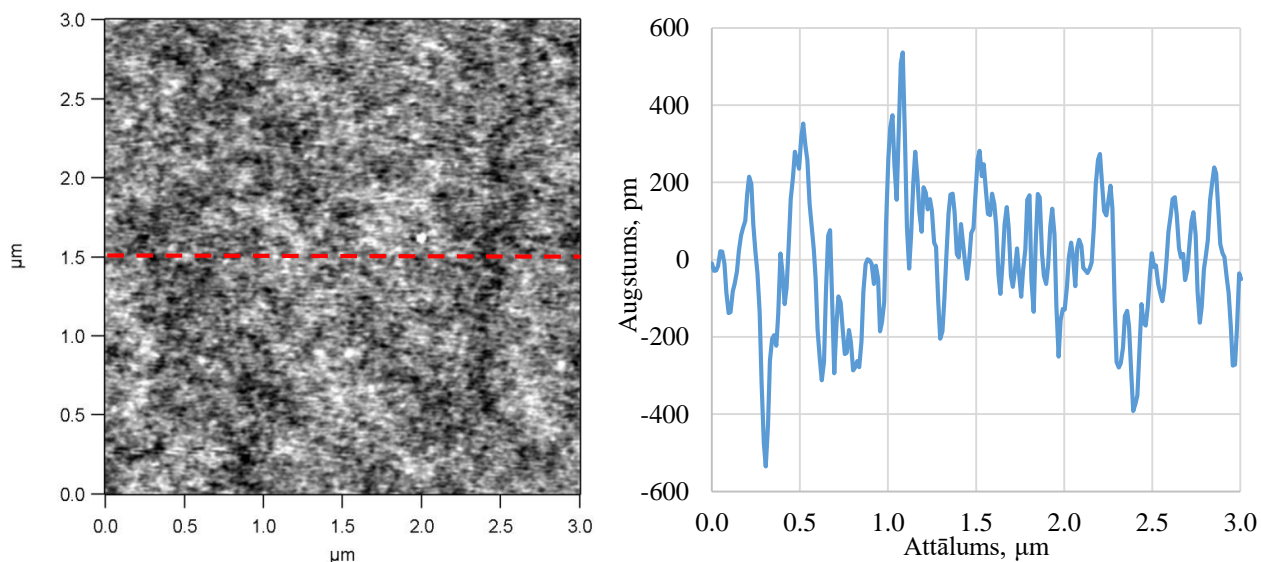


1. attēls. Nanokondensatora šķērsriezuma shematiskais attēlojums un SEM attēli dažādos palielinājumos. Nanokondensatora slāņu atšifrējums SEM attēlā ar vislielāko palielinājumu: 1 – Si pamatne; 2 – SiO₂; 3 – PolySi, apakšējais elektrods; 4 – Si₃N₄ dielektriķis; 5 – Alumīnijs, augšējais elektrods; 6 – SiO₂ aizsargslānis.

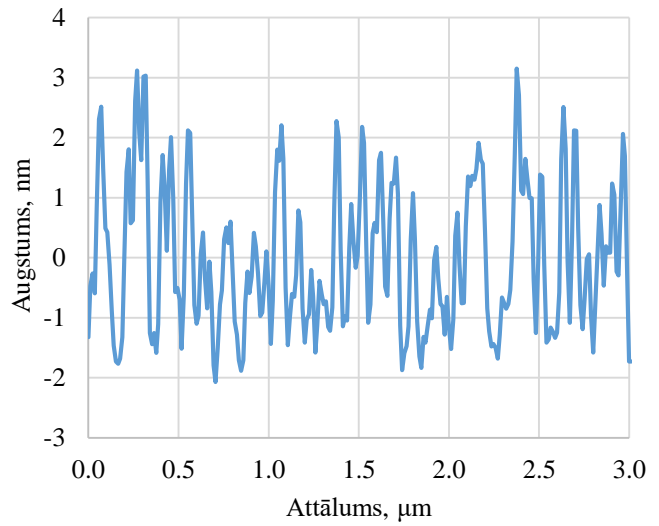
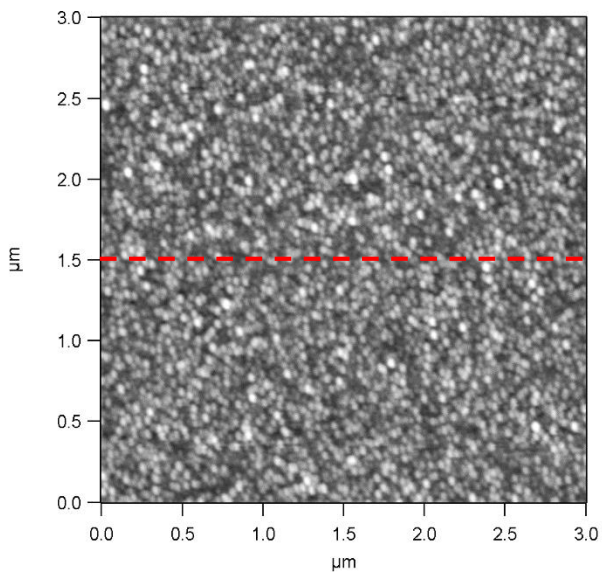
2. Analizēts nanokondensatoru šķērsgriezums, izmantojot skenējošo elektronu mikroskopiju (SEM), 1. attēls.
3. Izanalizēta Si plākšņu un nanokondensatoru N un N...N slāņu pavadīto struktūru (SiO_2 , PolySi un Si_3N_4 slāņi) virsmas morfoloģija, izmantojot atomspēku mikroskopiju (AFM). Slāņu AFM attēli ar virsmas profiliem ir parādīti 2.–6. attēlos. No AFM attēliem izrēķināti raupjuma parametri Ra (profila vidējā aritmētiskā novirze) un Rq (profila vidējā kvadrātiskā novirze). Noteikts, ka Si_3N_4 nanoslāņu raupjumu ietekmē apakšējā slāņa raupjums (PolySi vai SiO_2), bet neietekmē nitrīda kopējais biezums vai nitrīda nanoslāņu skaits (7. attēls).



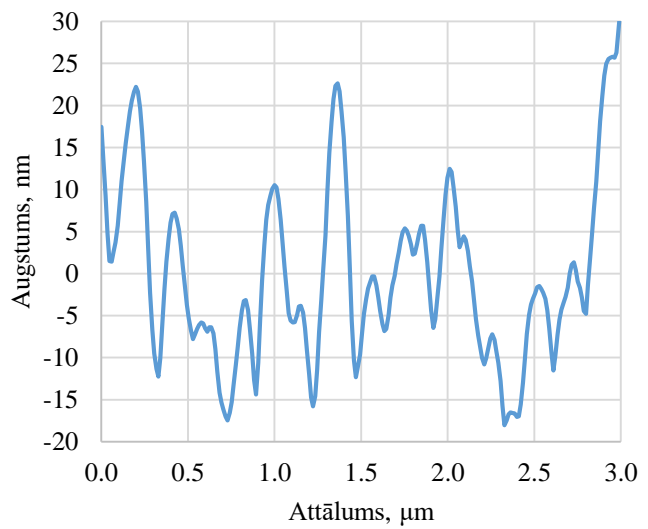
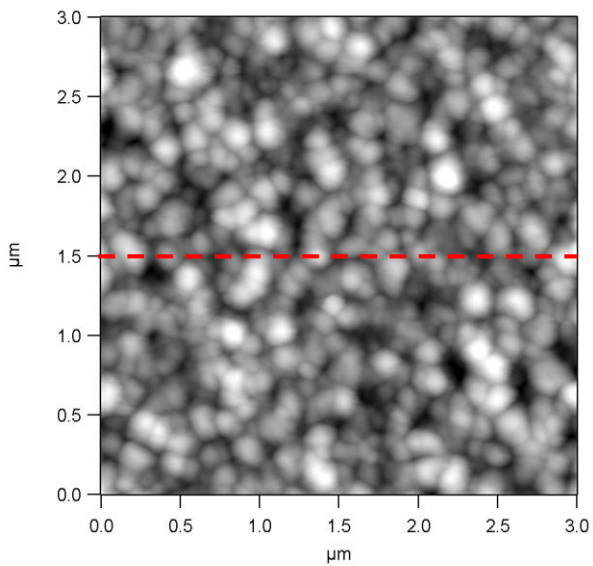
2. attēls. Si pamatnes virsmas AFM attēls un virsmas profils.



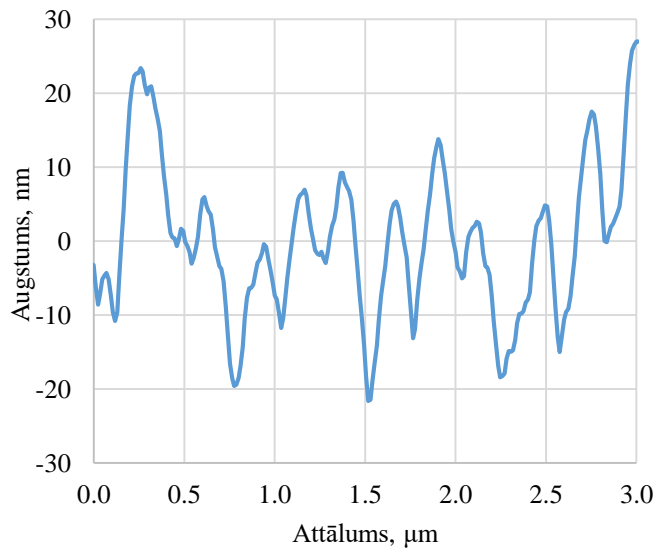
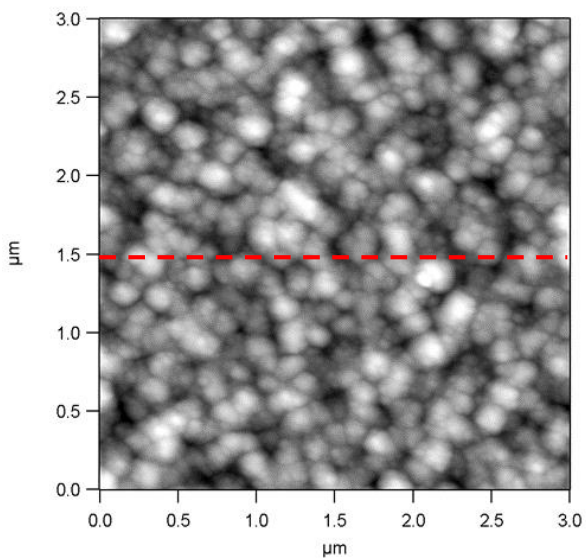
3. attēls. Si-SiO₂ parauga virsmas AFM attēls un virsmas profils.



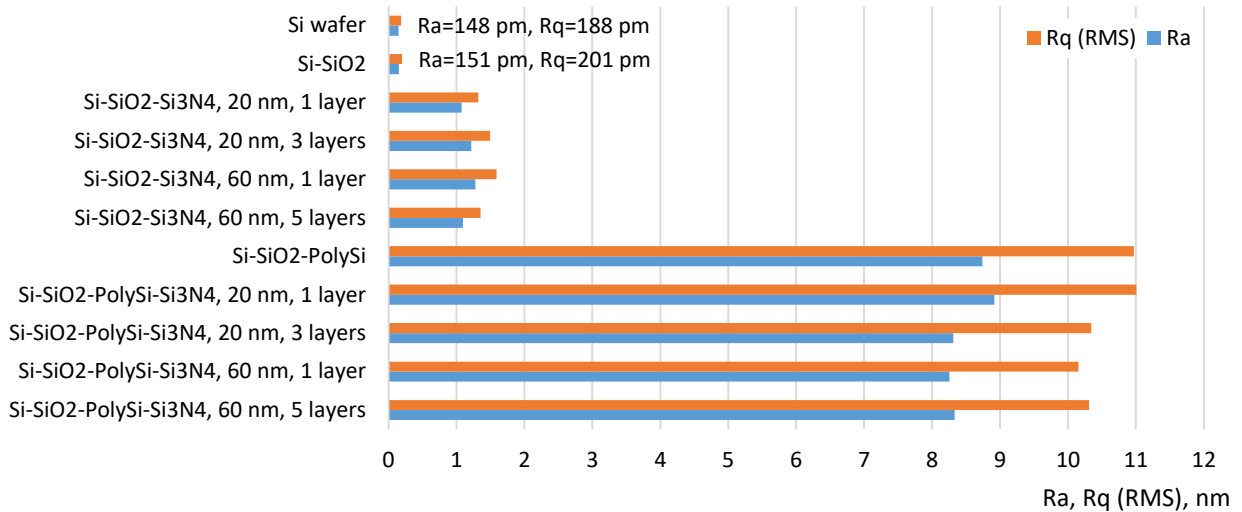
4. attēls. Si-SiO₂-Si₃N₄ parauga virsmas AFM attēls un virsmas profils.



5. attēls. Si-SiO₂-PolySi parauga virsmas AFM attēls un virsmas profils.

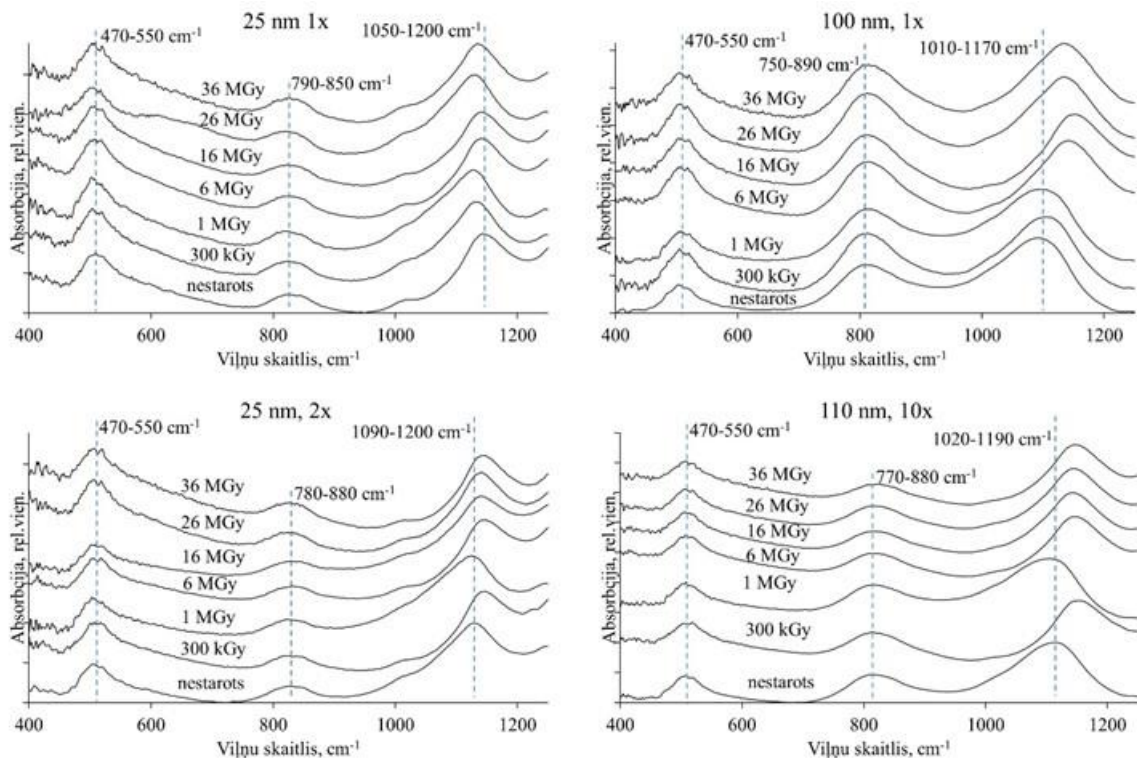


6. attēls. Si-SiO₂-PolySi-Si₃N₄ parauga virsmas AFM attēls un virsmas profils.



7. attēls. Paraugu virsmas raupjuma parametri Ra un Rq (RMS), noteikti no AFM attēliem ar skenēšanas laukumu 3x3 μm. Paraugiem ar Si₃N₄ ir uzrādīts nitrīda noslāņa kopējais biežums un nitrīda noslāņu skaits.

4. Veikta N un N...N noslāņu apstarošana ar paātrinātiem elektroniem (5 MeV) ar dozām līdz 36 MGy. Veikta apstarotu N un N...N noslāņu pirms- un pēc apstarošanas izpēte ar Furjē transformāciju infrasarkano spektrometriju, pavājinātās pilnīgās atstarošanas režīmā (FT-IR ATR), 8. attēls.



8. attēls. Si-SiO₂-PolySi-Si₃N₄ paraugu normalizētie FT-IR spektri pirms un pēc apstarošanas ar paātrinātiem elektroniem ar dozām līdz 36 MGy. Uzskatāmībai, spektri ir pacelti viens attiecībā pret otru. Vienslāņaina un daudzslāņaina nitrīda kopējie biežumi 25, 100 un 110 nm, pie slāņa biežuma grafikos ir uzrādīts nitrīda noslāņu skaits.

FT-IR spektros novērotie $490\text{--}520\text{ cm}^{-1}$ signāli liecina par Si-O-Si saitēm, Si-O šķērveida svārstībām. Si-N stiepšanās ir $490\text{--}530\text{ cm}^{-1}$. $820\text{--}850\text{ cm}^{-1}$ signālu rada Si-O liekšanās un Si-N stiepšanās svārstības. Savukārt spektra diapazonā no $900\text{--}1250\text{ cm}^{-1}$ ir Si-O-Si, Si-O simetriskās un asimetriskās svārstības, kā arī Si-N un Si-O-N saišu signāli. Kopumā savstarpēji līdzīgā spektru forma liecina par ķīmisko saišu stabilitāti līdz absorbētajām dozām 36 MGy.

Citi projekta popularizēšanas pasākumi:

1. Ēnu diena LU, 2018.gada 14.februārī – seši skolnieki no dažādām Latvijas skolām ēnoja vadošo pētnieci Elīnu Pajusti un pētnieci Līgu Avotiņu. Skolnieki tika iepazīstināti ar skenējošā elektronu mikroskopa darbības pamatprincipiem un mērījumu metodiku. L. Avotiņa pastāstīja par FT-IR spektrometra darbības pamatprincipiem, skolnieki piedalījās Si_3N_4 nanoslāņu infrasarkanā spektru uzņemšanā un datu apstrādes procesā.
2. Ēnu diena RTU, 2018.gada 14.februārī – divas skolnieces no Rīgas skolām ēnoja vadošo pētnieci Marinu Romanovu. Skolnieces tika iepazīstinātas ar atomspēka mikroskopa darbības principu un piedalījās Si_3N_4 nanoslāņu reljefa mērīšanā.
3. Atvērto durvju diena LU Dabaszinātņu akadēmiskajā centrā (DAC), 2018.gada 22.martā – piedalījās Līga Avotiņa, Elīna Pajuste un Gunta Ķizāne. Informācija par projektu visas dienas garumā periodiski tika rādīta uz informācijas ekrāniem LU DAC vestibilā 1. un 2. stāvā.
4. Atvērto durvju diena RTU, 2018.gada 14.aprīlī – piedalījās Dr.Sc.Ing. Aldis Balodis un demonstrēja Marinas Romanovas sagatavoto prezentāciju par studējošo iespējām iesaistīties projekta īstenošanā.

Publicēts 23.05.2018.