

*"Tehnoloģijas materiālu digitālai multispektrālai kontrolei
un kvalitātes uzlabošanai"*

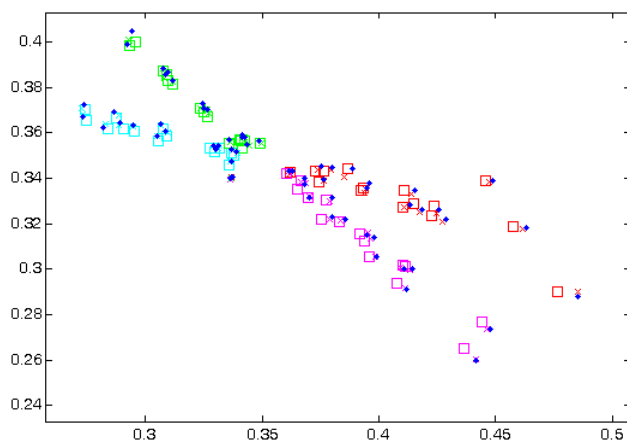
Nr.2010/0259/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/137

9.atskaites posmā darbības notika 4.,5.,7. aktivitātēs.

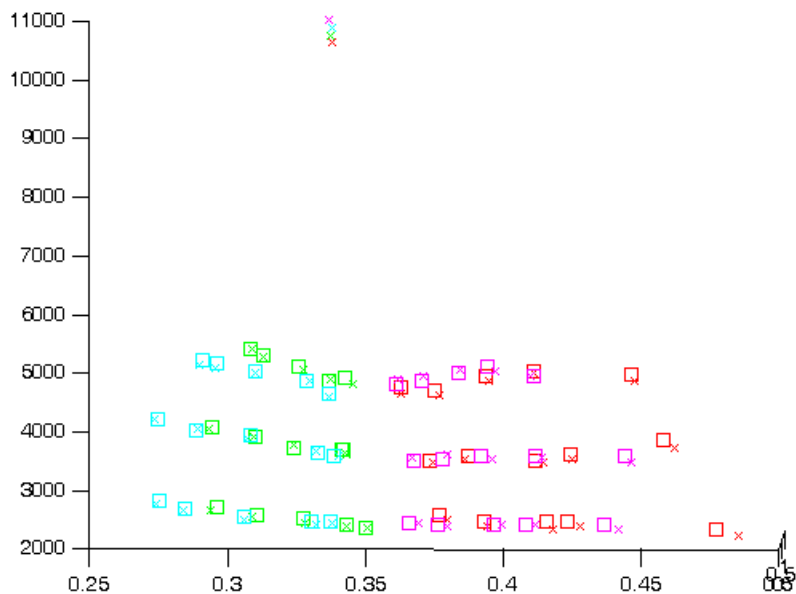
Darbības 4.aktivitātē

Drukas pigmentu izbalēšanas pārbaude

Jebkura drukāta materiāla svarīga īpašība ir krāsu piesātinājuma saglabāšana, jeb krāsu izturība. Krāsu testā izmantotas krāsas tika izdrukātas uz viena lapas parauga vairākos eksemplāros. Viens no šādiem paraugiem tika pakļauts gaismas iedarbībai iekštelpās. Ņemot vērā testu lietošanas nosacījumus - lietošana telpās bez tiešo saules staru iedarbības, paraugi tika izvietoti difūzā apgaismojuma vietā ar apgaismojuma intensitāti vismaz 500 lx dienas vidū. Paraugi tika nomērīti pirms izvietojanas un mērīti arī pēc dažu nedēļu ilgstošas gaismas ekspozīcijas vasaras laikā.



1.1.attēls. Krāsu testa paraugu kolorimetrikas vērtības CIE x y diagrammā pirms gaismas ekspozīcijas (kvadrāti) un pēc mēneša gaismas ekspozīcijas (punkti).



1.1.attēls. Gaišuma izmaiņas CIE xyZ telpā. Kvadrāti apzīmē mērījumus pirms gaismas iedarbības un krustiņi apzīmē paraugus pēc mēneša gaismas iedarbības.

Pēc attēlos 1.1. un 1.2 redzams, ka spēcīgas izmaiņas kolorimetriskās vērtības netiek novērotas. Pēc mēneša ilgas iedarbības dažas krāsas izskatās vairāk piesātinātas, bet izmaiņas nav būtiskas un ir spektrometriska mērījuma kļūdu robežās. Gaišuma izmaiņas ir vēl mazākas par krāsu piesātinājuma izmaiņām.

Darbības 4.aktivitātē

Algoritms krāsu redzes anomāliju simulācijai

Algoritms tika veidots analizējot multispektrālo attēlu telpiskās un spektrālās īpašības, kā arī balstoties uz cilvēka vāļišu jutības parametriem anomāliju gadījumā. Pieeja spēj nodrošināt krāsu redzes traucējumu gradāciju simulāciju reālām ainām un nodrošina adekvātu attēlošanu. Algoritms ļauj novērtēt jebkuru krāsainu vizuālu materiālu (informatīvu, izklaides, profesionālo) pieejamību cilvēkiem ar krāsu redzes traucējumiem.

Metodes būtību var aprakstīt, ka sastāvošu no trīs posmiem:

a) Spektrālā informācija tiek pārveidota par vāļišu informāciju.

$$L, M, S = \sum_{420}^{720} S(\lambda) l, m, s(\lambda)$$

, kur $S(\lambda)$ ir spektrāls attēls, $l()$ ir garo viļņa garumu jutīgo vāļišu jutība, $L - l$ vāļišu ierosinājuma attēls. Līdzīga matemātika ir pielietojama citām vāļišēm.

b) Vāļišu signāli pārveidoti uz CIE XYZ tehnoloģisko krāsu telpu.

$$\begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1716 & 0.5290 & -0.0220 \\ -0.1596 & 0.4855 & 0.0430 \\ 0.0192 & -0.0399 & 1.0399 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

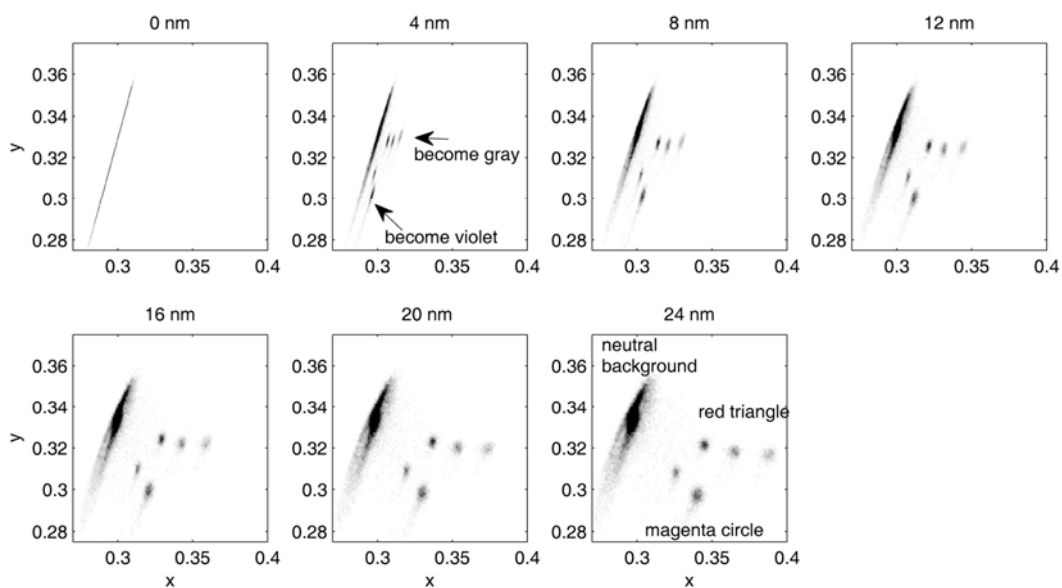
, kur L,M,S ir vāļišu ierosinājuma attēli, XYZ ir attēli CIE formātā un matrica ir ņemta no Golz et al, 2003[1].

c) Zinot monitora parametrus ir iespējams precīzi attēlot iegūtas krāsas izskatu.

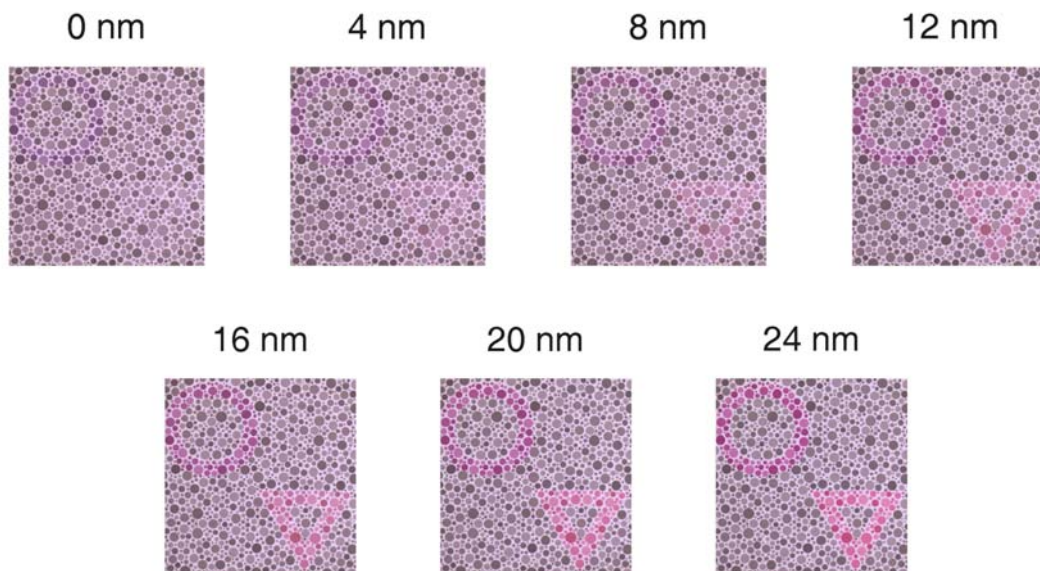
Datora gamma funkciju mēra ar spektrometru un izveido pārveidošanas tabulu. Rezultējošo RGB kombināciju rēķina pēc aditīva principa katram krāsu kanālam.

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x \\ f_y \\ f_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

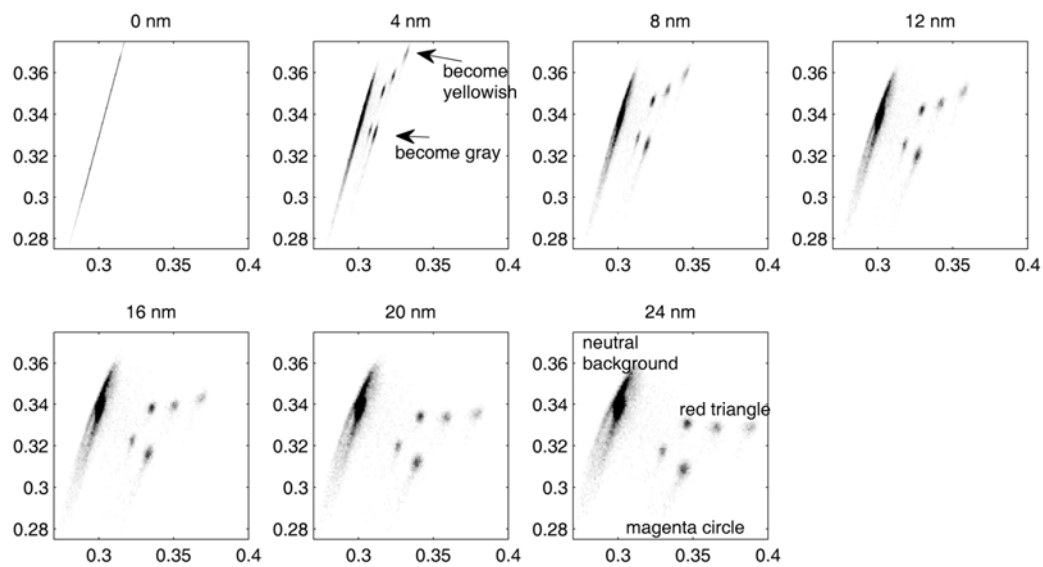
, kur f(X,Y,Z) ir kanālu gamma funkcijas, XYZ – CIE kolorimetriskas vērtības, RGB – digitālās krāsu kanālu vērtības.



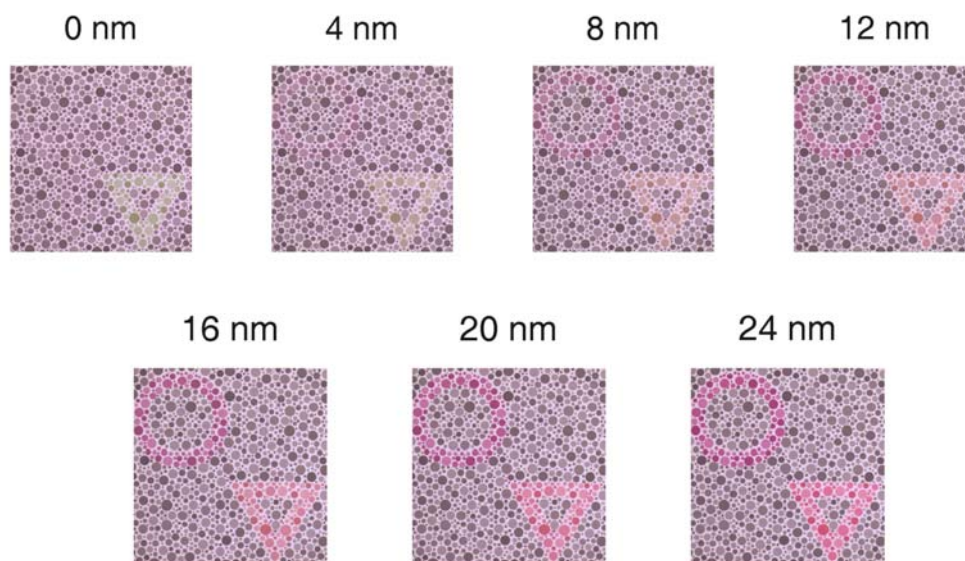
1.2.attēls. Kolorimetrisko vērtību izmaiņas CIE xy diagrammā. Katrā grafika ir attēlota protanopijai raksturīgs L vāļišu jutības satuvināšanas ar M vāļītēm.



1.3.attēls Simulācijas rezultāts protanopijas gadījumam HRR testa platei nr.20. Pie mazas spektrālās nobīdes ir redzams tikai rozā aplis.



1.4. attēls. Kolorimetrisko vērtību izmaiņas CIE xy diagrammā. Katrā grafika ir attēlota deiteranopijai raksturīgs M vāļišu jutības satuvināšanas ar L vāļītēm.



1.5. attēls. Simulācijas rezultāts deiteranopijas gadījumam HRR testa plātei nr.20. Pie mazas spektrālās nobīdes ir redzams tikai zaļgans trīsturis.



1.6. attēls. Plastilīna paraugu izskats pēc protanopijas simulācijas.

Salīdzinājumā ar zināmu krāsu redzes traucējumu simulācijām [1], izveidoti var izdalīt vairākas priekšrocības. Pirmkārt, tā ir pilnīgi balstīta uz tīklenes vāļīšu pigmentu īpašībām, netiek izmantota krāsu plakņu matemātiska redukcija. Algoritms viegli transformējams citu mugurkaulnieku redzes parametru simulācijai. Otrkārt, simulācija atkārto fizioloģiskās L/M vāļīšu izmaiņas dihomātiem [2], kad defektīvā pigmenta signāls ir parasti samazināts. Treškārt, tā var kalpot kā krāsu redzes testu analītisks rīks. Tām ir nepieciešama kalibrācija un psihofizikāls pētījums simulācijas un cilvēka atbilžu salīdzināšanai.

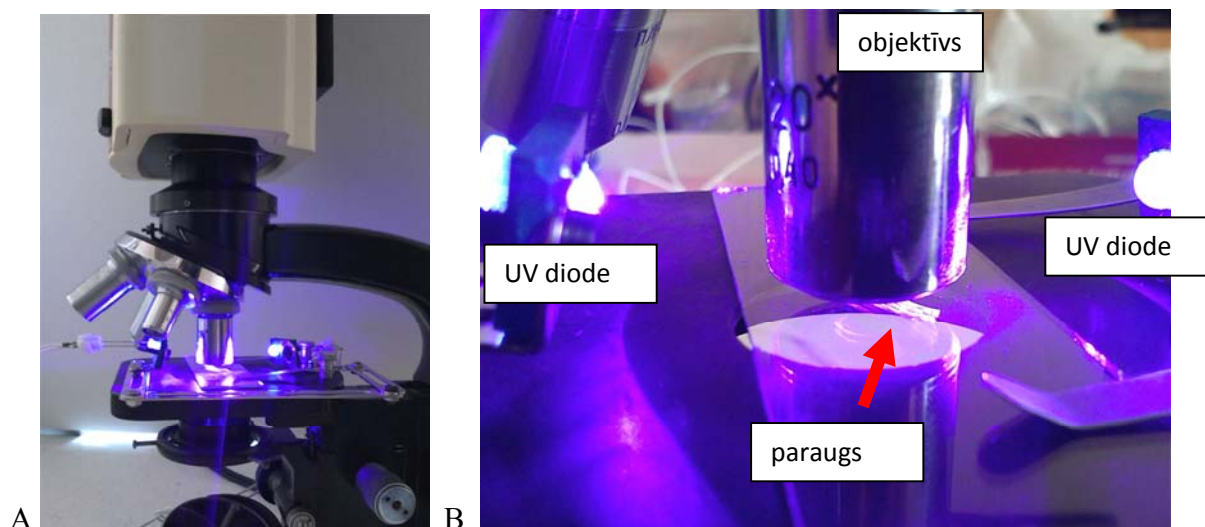
[1] Brettel H, Viénot F, Mollon JD. Computerized simulation of color appearance for dichromats. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis.* 1997 Oct;14(10):2647-55.

[2] Kremers, J., Usui, T., Scholl, H.P.N., & Sharpe, L.T. (1999). Cone signal contributions to electroretinograms in dichromats and trichromats. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 40, 920-930.

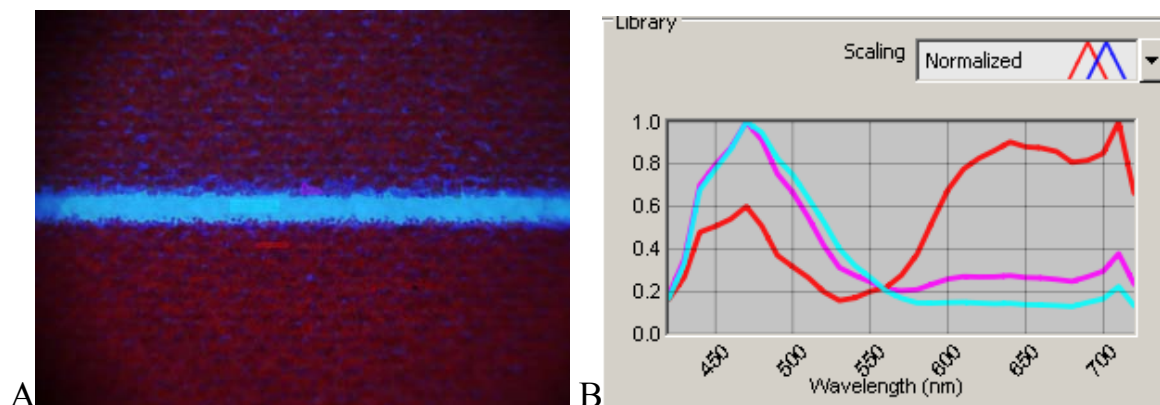
Darbības 5.aktivitātē

Telpiskā makro/mikroskopiskā VIS/NIR attēlošana

Eksistējoša multispektrālā iekārta ir paredzēta makroskopiskiem uzņēmumiem, objektiem saskatāmiem ar aci. Svarīgi ir nodrošināt arī mikroskopisko analīzi, kas var sniegt papildus informāciju par pētāmo objektu. Šim nolūkam tika piemeklēts optiskais mikroskops, kas būs savienojams ar MS kameru. МБД-9 ir optiskais bioloģiskais mikroskops ar maināmiem objektīviem. Tam ir viegli noņemams objektīvs, kura vietā tiek uzlikta MS kamera izmantojot pārejas gredzenu (att.1). Mikroskops ir aprīkots ar mikrokrūvi precīzai fokusa iestatīšanai. Uz mikroskopa paliktņa ir uzmontēts diožu turētājs, kam ir iespēja mainīt diodes. Diožu leņķi un attālumu arī ir iespējams mainīt. Kamera ir nolikta tiešajā staru gaitā un palielinājums ir atkarīgs tikai no objektīva palielinājuma. Pašlaik to ir iespējams mainīt 8 līdz 100 reižu palielinājumam. Jāpiemin, ka palielinājumi virs 40 reizēm sarežģī mērījumu, jo objektīvs stipri pietuvojas paraugam, dēļ kā to ir grūti apgaismot. Rezultātā krīt luminiscences intensitāte. Tipiskas darba ekspozīcijas 8x palielinājumam ir 5 sekundes, 16x – 15 sekundes, 40x – līdz 30 sekundēm. Attēlā 2 ir parādīti drukas paraugu mikroskopiskie luminiscences mērījumi.

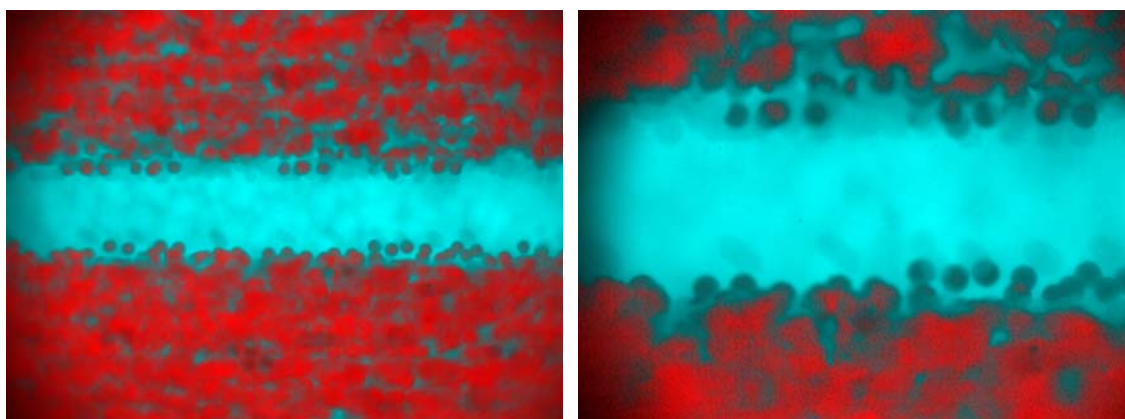


1. attēls. (A) Multipektrālā sistēma mikroskopiskiem uzņēmumiem.(B) Apgaismošanas zem mikroskopa objektīva.



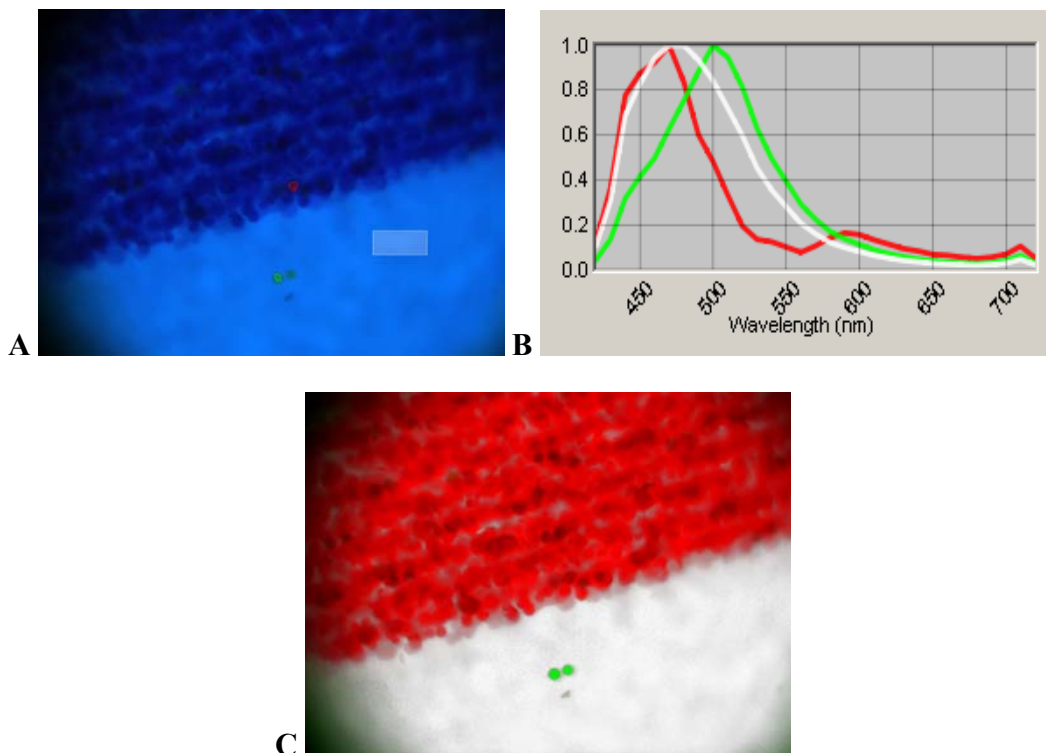
2. attēls. (A) Tintes sarkanais parauga luminiscences attēls pie 8 x palielinājuma. (B) Luminiscences spekri tīram papīram (ciāna), biežam tintes slānim (sarkans) un caurspīdīgas tintes slānim (rozā).

Printeru drukas raksturošanai izmanto *Demichel* vienādojumus, kas ir balstīti uz tintes pārklāta laukuma attiecībām. Mērījumi attēlā 2 ļauj izšķirt atsevišķos drukas punktus, bet tomēr neļauj apskatīt individuālos pigmentus, kas veido sarkano krāsojumu. Šāda attēlošana ļauj ieraudzīt vairākus apslēptus drukas momentus. Pirmkārt, pigmenti, kas veido konkrētu krāsu stipri samaisās un tos nevar atdalīt no spektrālas informācijas. Otrkārt, pigments tiek uzness vairākos slāņos kas veido mikroskopisko pacēlumu vīrs papīra virsmas. Zemākie tintes traipi samazina tikai nedaudz papīra stipro luminiscenci, bet biežais slānis pilnīgi noklāj papīru un tām ir sava luminiscence (att.3).



3.attēls. Tintes printera sarkanie paraugi pie 20x un 40x palielinājuma. Pseudokrāsojums attēli pēc att. 2B izdalītiem luminiscences spektriem.

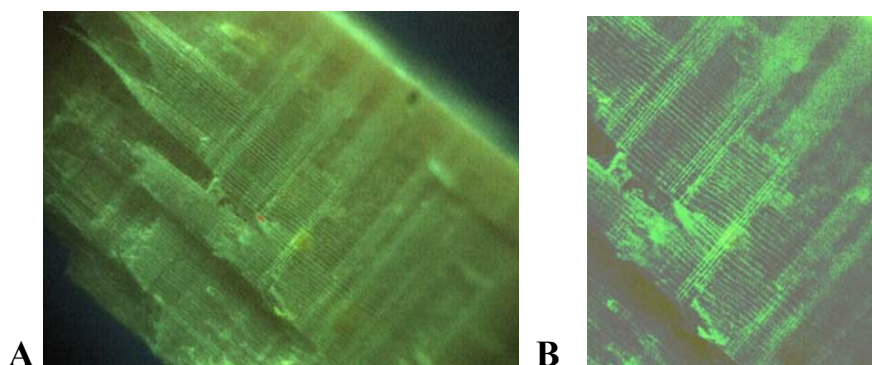
Attēlošana ļauj atklāt arī gadījumus, kad tinte netiek līdz galam sajaukta (att.4).



4.attēls. Tintes sarkanais paraugs, nomērītais luminiscences paraugs (A). (B) izdalītie luminiscences spektri. (C) Pseudokrāsu attēlojums.

Luminiscences attēlošana koka paraugiem

Autoluminiscence ir novērojama vairākiem dabiskiem materiāliem. Pie pareizās ierosinājuma gaismas ir iespējams iegūt luminiscences ainas koka paraugiem. Tika izvēlēti bērza, egles un alkšņa paraugi no Latvijas mežiem. Mērījumi veikti pie 8x un 20 x palielinājumiem.

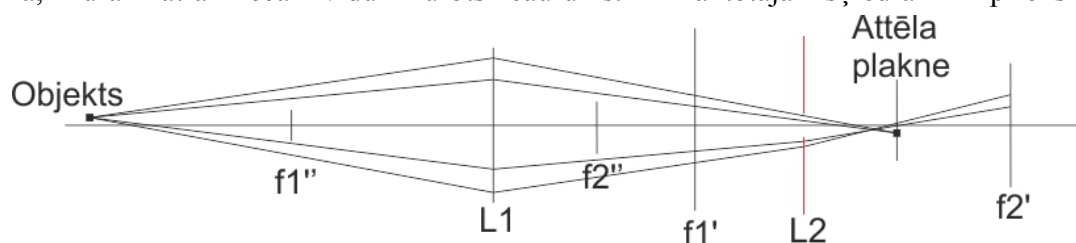


5.attēls. Egles parauga luminiscence 8x palielinājumā. (B) Apstrādāts attēls ļauj izdalīt šķiedru izvietojumu uz koksnes virsmas.

Darbības 7.aktivitātē

Apgaismošanas sistēmas optimizācija

Iekārtas optiskajā sistēmā izmantoti šķiedru optikas elementi – *Ocean Optics* šķiedra, kurā sešas apgaismošanas šķiedras izvietotas, ap vienu datu ieguves šķiedru, kā arī dubultlēcu sistēma, kurā katrai lēcai vidū izurbts caurums. Izmantotajai šķiedrai ir priekšrocības



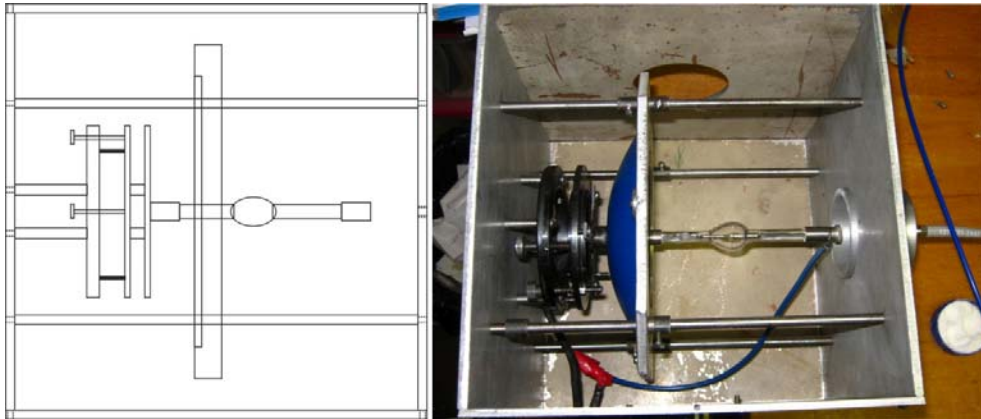
1. attēls. Dubultlēcu sistēma gaismas safokusēšanai uz parauga. Optiskā sistēma sīkāk aprakstīta tekstā.

salīdzinājumā ar dalīto (*splitter*) šķiedru, neraugoties uz tās ģeometriskās konfigurācijas trūkumiem. Izmantotajai šķiedrai ir aptuveni 50 reizes lielāka gaismas spēja, lai gan pastāv arī ievērojami gaismas zudumi.

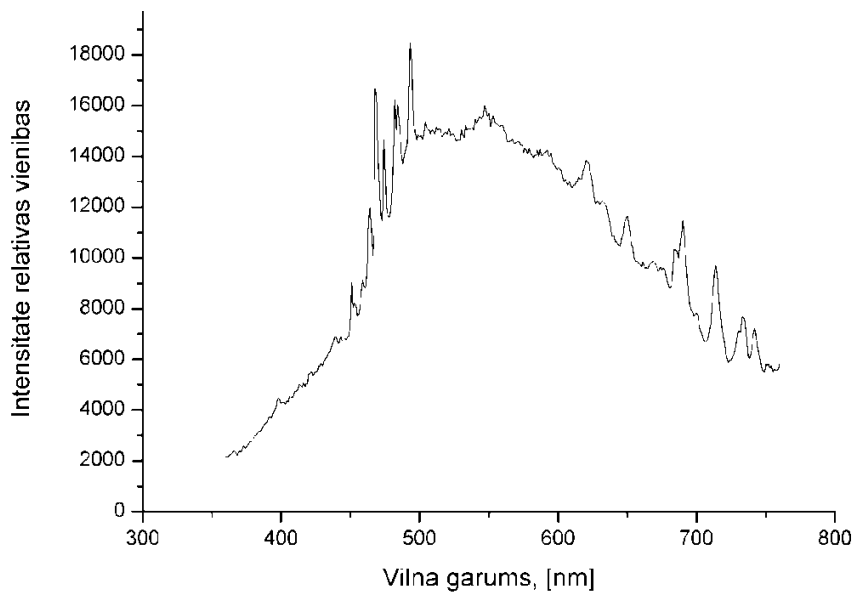
Pirmajā lēcā (no šķiedras gala puses) caurums nepieciešams, lai mazinātu šķiedrā atpakaļ atstarotās gaismas daudzumu. Otrajā lēcā caurums nodrošina gan refleksa intensitātes samazināšanu, gan arī optisko ceļu, kurā neatrodas lēcas materiāls un caur kuru iziet gaisma, ko pirmā lēca savāc uz nolasošās šķiedras gala. Abas lēcas fokusē gaismu tā, ka punkts, kas atrodas optiski saistītā plaknē ar datu ieguves šķiedras galu, ir izgaismots. Dubultlēcu sistēma shematiski redzama 1. attēlā.

Iekārtā izmantotais gaismas avots ir īsā loka ksenona lampa, kas ir ļoti tuva dabīgajai gaismai, t.i., Saules gaismai (apgaismotājs D65) un reizē arī ietver UV starojumu, kas izmantojams luminiscences pētījumiem.

2. attēlā redzams shematiskais ksenona lampas fokusēšanas sistēmas attēls un atvērtais ksenona lampas korpuss, kurā lampa iemontēta. Lampas startēšanai, barošanai un jaudas kontrolei tiek izmantots barošanas bloks XLB-300 (*Hyperion*). Lampai nepieciešama aktīvā dzesēšana, kas tiek īstenota, izmantojot lampas korpusam pievienotu ventilatoru, kas nodrošina gaisa plūsmu 2700 [m³/h].



2. attēls. Shematiskais ksenona lampas fokusēšanas sistēmas attēls un atvērtais ksenona lampas korpuss, kurā lampa iemontēta.



3. attēls. Īsā loka ksenona lampas spektrs. Spektrs ir ļoti tuvs Saules spektram, un krāsu atveidošanas indekss ir 0,96. Spektrs iegūts, lampas gaismas atstarojoties no baltā parauga. Kā baltais paraugs izmantots dzeramā soda.

Īsā loka ksenona lampas izstarotās gaismas spektrs redzams 3. attēlā.