



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS

Robertas Kazlauskas

MEDŽIO DROŽLIŲ PLOKŠČIŲ LAMINAVIMO DEFEKTŲ
APTIKIMO METODŲ SUKŪRIMAS IR TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
Doc. Arūnas Lipnickas

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

ELEKTROS IR ELEKTRONIKOS FAKULTETAS

AUTOMATIKOS KATEDRA

**MEDŽIO DROŽLIŲ PLOKŠČIŲ LAMINAVIMO DEFEKTŲ
APTIKIMO METODŲ SUKŪRIMAS IR TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Valdymo technologijos (621H66001)

Vadovas

Doc. Arūnas Lipnickas

Recenzentas

Doc. Tomas Tekorius

Projektą atliko

Robertas Kazlauskas

KAUNAS, 2017



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Elektros ir elektronikos

(Fakultetas)

Robertas Kazlauskas

(Studento vardas, pavardė)

Valdymo technologijos (621H66001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto

„Medžio drožlių plokščių laminavimo defektų aptikimo metodų sukūrimas ir tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 17 m. gegužės 26 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Roberto Kazlausko**, baigiamasis projektas tema „Medžio drožlių plokščių laminavimo defektų aptikimo metodų sukūrimas ir tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Kazlauskas, Robertas. Medžio drožlių plokščių laminavimo defektų aptikimo metodų sukūrimas ir tyrimas. Valdymo sistemų magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. Arūbas Lipnickas; Kauno technologijos universitetas, Elektros ir elektronikos fakultetas, Automatikos katedra.

Mokslo kryptis ir sritis: Elektros ir elektronikos inžinerija, Technologiniai mokslai

Reikšminiai žodžiai: GLRM, medienos plokščių laminavimas; optinės kokybės sistema;

Kaunas, 2017. 53 p.

SANTRAUKA

Medienos laminavimo procese kokybei užtikrinti buvo pasikliaujama žmogaus pojūčiais. Sparčiai besivystant technologijoms pramonėje atsirado poreikis žmogaus darbą pakeisti į našesnę. Vienas iš žingsnių yra automatinė optinė kokybės sistema. Darbo tikslas- sukurti ir ištirti laminuotos medienos kokybės atpažinimo sistemą naudojant ir pilkų atspalvių metodus. Taip pat apžvelgti ir ištirti pasirinktus metodus bei tų metodų greitaveiką.

Analitinėje dalyje apžvelgiama vaizdo analizė, kompiuterinės vaizdo analizės metodai bei jų panaudojimas pramonėje.

Trečioje dalyje apžvelgiami eksperimento rezultatai ir daromos išvados.

Kazlauskas, Robertas. „Development and Analysis of Methods for OSB Lamination Defect Detection“. Master's thesis in Control Systems/ supervisor assoc doc. Arūnas Lipnickas; Kaunas University of Technology, Faculty of Electrical and Electronics Engineering, department of Automation.

Research area and field: Electrical and Electronics Engineering, Technological Science

Key words: grey level; GLRLM; OSB lamination

Kaunas, 2017. 53 p.

SUMMARY

Wood laminating process for quality assurance has been relying on human senses. The rapid development of technology in the industry has created the need to replace the human work more efficient. One of the steps is an automatic system for optical quality control. The aim of this work is to create and explore laminated wood quality authentication system using and gray-level techniques. It is also important to review the selected methods

The analytical part provides an overview analyzing video methods, computer video, Analyzing methods and their application in industry. The third section gives an overview of the experiment the result and draw conclusions.

TURINYS

1. Analitinė dalis.....	8
1.1. Vaizdo analizė	8
1.2 Spalvų modelių klasifikavimas	10
1.2.1 RGB spalvų modelis	11
1.2.2 CMY spalvų modelis.....	12
1.2.3 YIQ spalvų modelis.....	13
1.3 Pramonėje naudojamų vaizdo stebėjimo sistemų klasifikavimas	14
2. Metodinė dalis	18
2.1 Medienos plokštės ir jų klasifikacija	18
2.2 Vaizdo apdorojimo metodai	19
2.2.1 Pilkų pasikartojančių atspalvių matrica (GLRLM)	19
2.2.2 Atsitiktinė (co-occurrence) pilkų atspalvių matrica (GLCM)	22
3. Eksperimentinė dalis	25
3.1 Laminuotos OSB plokštės apšviestumo tyrimas	25
3.2 Kokybės tyrimas naudojant GLCM metodą.....	28
3.3 Kokybės tyrimas naudojant GLRLM metodą	38
3.4 Metodų greitaveikos lyginimas	49
Išvados.....	50
Literatūros sąrašas	51
Priedai	54
1 priedas. Laminuotų medžio plokščių pavyzdžiai	54
2 priedas. Juodai laminuotos medžio plokštės rezultatai su GLCM	
3 priedas. GLCM ir GLRLM kodai <i>Matlab</i> programoje	

Įvadas

Mediena pagal sunaudojimą yra vienas iš ribotų išteklių, nors ji ir priklauso atsinaujinantiems energijos šaltiniams, todėl reikia optimizuoti medienos gaminių produkcijos gamybą. Optimizuojant gamybą sumažinsime atliekų kiekį, padidinsime gamybos greitaveiką bei išeigą. Tai būtų galima atlikti turint galimybę tiksliai įvertinti apdorojamų baldinių plokščių kokybę – kokybės klasę, defektus ir kt. Visus šiuos laminuotų medienos drožlių plokščių kokybės nustatymo uždavinius iki šiol sprendavo žmogus, kuris kokybei vertinti pasikliaudavo įgūdžiais, regos bei kitais pojūčiais, naudodamas įvairius matavimo įrankius. Tačiau žmogus negali visada kokybę vertinti preciziškai ir optimaliai dėl žmogiškojo faktoriaus, taip yra dėl to jog jo darbo rezultatus lemia jo nuotaika, sveikata, nuovargis ir kt. Todėl žmogaus dalyvavimas medžio baldų gamyboje pasidarė nepageidaujamas, taip yra dar ir todėl, jog jis tapo lėčiausia grandimi, automatizuotame gamybos procese.

Atsiradus informacinėms technologijoms ir prasidėjus sparčiam jų vystymuisi, atsivėrė naujos galimybės šias technologijas pritaikyti įvairiose pramonės šakose. Viena iš jų yra medienos produkcijos gamyba, jos optimizavimas – įvairių procesų, tarp jų ir kokybiškų bei defektuotų produktų nustatymo kompiuterizavimas.

Tokie sprendimai pagerina produkcijos gamybos kokybę, naudingiau išnaudojama aparatūra, bei padidina medžio plokščių apdorojimo proceso našumą. Taip pat daug greičiau reaguoja į pakitimus gamybinėje linijoje.

Šio darbo tikslas iširti būdus leisiančius aptikti laminuotų medžio drožlių plokščių paviršiaus defektus. Programiniu paketu MATLAB sudaryti programą, kuri atskirtų defektuotas plokštes nuo ne defektuotų.

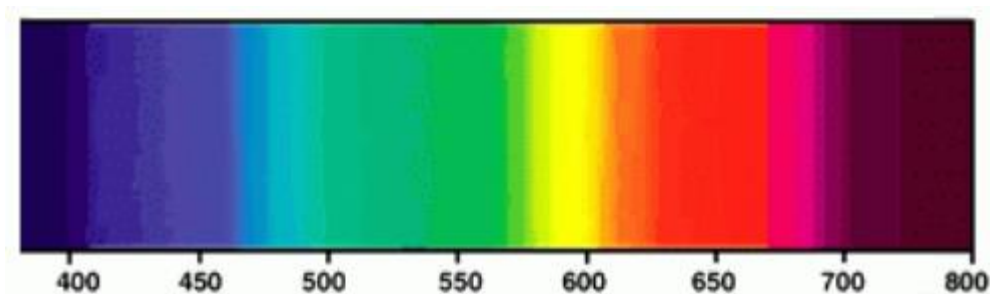
1. Analitinė dalis

1.1. Vaizdo analizė

Vaizdo suvokimas yra gebėjimas suprasti mus supančią aplinką naudojantis matomo spektro šviesos atspindžiais, kurie atsispindi nuo aplink mus esančių objektų. Pasitelkus šių laikų technologijas tokius vaizdus galima perduoti į kompiuterį ar kitą išmanųjį įrenginį. Tokie perduoti vaizdai dar kitaip vadinami skaitmeniniais vaizdais. Skaitmeninis vaizdas – tai tam tikras skaitmenizuotas aplinkos ar vietovės reginys arba duomenų masyvas, kuris gaunamas programiniu būdu. Tokius vaizdus kompiuteryje apdoroja tam tikros programos ir algoritmai. Patys vaizdai skirstomi į dvi grupes: statiniai (paveikslas) ir dinaminiai (judantis), bei turi du tipus, spinduliuojantys ir atsispindintys. Spinduliuojamą vaizdą kurį mato žmogus nulemia keli parametrai, tai yra apšviestumas ir spalva. Kiekvienas jų taip pat priklauso nuo tam tikrų parametrų. Apšviestumas priklauso nuo šviesos kiekio, o spalva nuo bangos ilgio[1].

Atspindinčio paveikslo suvokimą apibrėžia trys parametrai: apšviestumas (angl. *lightness*), atspalvis (angl. *hue*), sodrumas arba saturacija (angl. *saturation*). Apšviestumą galima laikyti atvirkštiniu parametru saturacijai. Šis parametras parodo spalvos intensyvumą (jos apšviestumo lygį). Kaip pavyzdį paimkime juodą spalvą, jei jos apšviestumas bus 0 proc. gauname juodą spalvą, o jei 100 proc. bus balta spalva. Didinant arba mažinant spalvos apšviestumą spalvos kitimas vyksta per pilkumo skalę, tai yra nuo juodos iki baltos ir atvirkščiai.

Atspalviais vadiname parametrus, kai kalbame apie gryną spalvą, pavyzdžiui mėlyną ir raudoną. Atspalvio suvokimas priklauso nuo to, kokie bangos ilgiai pasiekia stebėtoją: 430-480 nm mėlyna, 500-550 nm žalia, 570-600 nm geltona, 610 ir daugiau nm raudona. Atspalviams nepriskiriamos nei juoda, pilka ar balta spalvos, jos yra kelių spalvų mišinys[2].



1.1 pav. Spalvų bangos ilgių gama

Spalvos kontrastą nusako didžiausio ir mažiausio intensyvumo plotai, tai yra santykinis dydis. Šis dydis parodo santykį tarp paveikslo tamsiausio ir šviesiausio ploto. Paveikslai, kurie turi didelius tamsius ir šviesius plotus yra skaitomi didelio kontrastingumo. Nuo kontrasto didėjimo paveikslo

informacijos kiekis nepriklauso, tai yra didėjant kontrastui paveikslas detalumas nesikeičia. Žmogaus akiai atrodo atvirkščiai, o taip yra dėl to, jog kai žmogaus akis neturi su kuo palyginti šviesos intensyvumo, ji yra mažiau jautri absoliučiam šviesos intensyvumui nei šviesos kontrastui.



1.2 pav. Spalvų kontrasto pavyzdys

Spalvos grynumą bei kiek artima baltai spalvai nurodo saturacija arba kitaip spalvos sodrumas. Sodrumui didėjant spalva ryškėja, o kuo sodrumas mažesnis, tuo spalva artimesne baltai spalvai. Taip pat kuo spalva sodresnė tuo jin ryškesnė bei kontrastingesnė, pavyzdžiui mėlyna spalva bus „sodrioji“, o melsva- „nesodrioji“. Nuo 0 iki 100 proc. yra baltos ir „sodriosios“ spalvos diapazonas. Taip pat nuo 0 iki 100 proc. yra saturacijos diapazonas, tai yra 0 proc. turi balta spalva, o 100 proc. turi gryna spalva.



1.3 pav. Spalvos sodrumas

1.2 Spalvų modelių klasifikavimas

Spalvų modelį galime apibrėžti kaip skaitmeninę galimų spalvų išraišką. Taip pat spalvų modelį galime apibrėžti kaip modelį, kuris padeda žmogui suprasti ir įsivaizduoti spalvas per tam tikras savybes, tokias kaip atspalvis ir ryškumas [3]. Kitaip tariant, spalvų modeliai yra tam tikra matavimo sistema kuri susideda iš spalvų rinkinių, kuriuos jungiant gaunamos kitos spalvos bei atspalviai. Paprastai modelis susideda iš trijų arba keturių spalvų [4]. Spalvų modeliai pagal vaizdo apdorojimo programas gali būti skirstomi į tris kategorijas. Pirmoji kategorija vadinama nuo prietaisų priklausomais spalvų modeliais. Taip vadinama todėl, kad šių modelių grupė priklauso nuo iš prietaisų gaunamų signalų ir nuo to per kur yra rodoma gauta spalva. Šios kategorijos modeliai yra plačiai naudojami techninėje įrangoje, kuri skirta perduoti vaizdą taip kad suvoktų žmogaus rega. Tokia įranga yra televizorius, vaizdo sistemos.

Antroji kategorija yra orientuota į vartotoją. Šiuose spalvų modeliuose laikoma, kad tarp stebėtojo ir prietaiso, kuris turi duomenis apie spalvą, yra tam tikras informacijos kelias. Šį kelią modeliai leidžia vartotojui aprašyti ir suderinti pagal savo suvokimą.

Trečioji kategorija yra nuo prietaisų nepriklausomi spalvų modeliai. Šių spalvų modeliai nepriklauso nuo prietaiso parametrų, tai yra spalva bus tokia kokie yra jos parametrai, prietaisas jos niekaip nekoreguos savo parametrais. Šis modelių tipas yra naudingas tinklo informacijos perdavime, kai vaizdo duomenys turi būti perduodami per kelias skirtingas kompiuterines sistemas.[5]

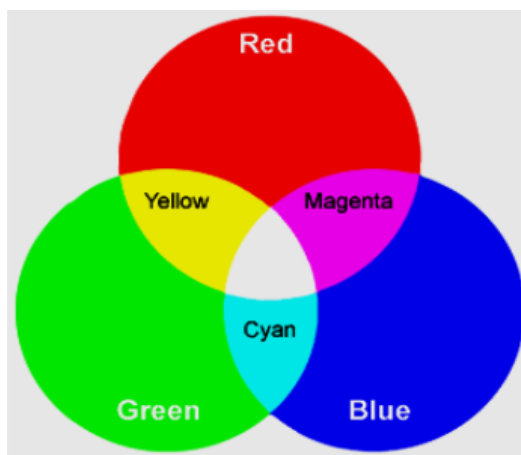
Kituose skyriuose apžvelgsime keletą spalvų modelių plačiau.

Lentelė 1: Spalvų modelių klasifikavimas.

Spalvų modelis	Klasifikavimas
Munsell	Nuo prietaisų nepriklausomi
RGB, CMY(K)	Nuo prietaisų priklausomi
YIQ, YUV, YCbCr, HSI, HSV, HSL	Nuo prietaisų priklausomi
CIE XYZ, CIE LUV, CIE Lab	Nuo prietaisų nepriklausomi

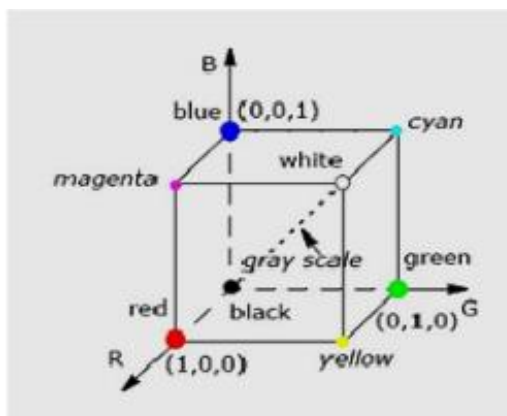
1.2.1 RGB spalvų modelis

Šio modelio pavadinimas sukurtas remiantis žmogaus akių receptorių atitinkančios spalvų, iš kurių modelis ir susideda, inicialais: raudona (red), žalia (green), mėlyna (blue). Sumaišius visas tris šias spalvas gauname baltą spalvą, o sumaišius spalvas atskirai po dvi gaunamos kitos spalvos.



1.4 pav. RGB modelio pagrindinės spalvos

RGB spalvų modelio erdvė gali būti matoma kaip kubas su trimis ašimis, kurioms atitinka spalvos raudona, žalia ir mėlyna. Tam kad būtų matoma kaip kubas, turi būti naudojamos normalizuotos RGB spalvų reikšmės $[0, 1]$. Apatiniame kampe, kuris atitinka koordinatės $(0, 0, 0)$ yra juoda spalva, priešingame kampe, kurio koordinatės $(1, 1, 1)$ balta. Šis modelis laikomas pagrindiniu daugumai kompiuterinių programų, nes nereikia jokių papildomų pakeitimų atvaizduojant vaizdą ekrane. [6]



1.5 pav. RGB spalvų modelio kubas

RGB spalvų modelio erdvė gali būti skirstomas į du tipus: Linijinę RGB spalvų erdvę ir Nelinijinę. Linijinė erdvė įgauna spalvų nuoseklumą naudodama tam tikrą spalvų valdymo sistemą. Šioje erdvėje fiziniai duomenys yra nuo objekto atsispindėjusios šviesos spinduliuotės tam tikros skaitinės vertės. Ši erdvė netinkama skaitinei analizei ir retai naudojama vaizdo atvaizdavimui. Ji daugiau naudojama grafinėse kompiuterių programose.

Kai tam tikra vaizdo užfiksavimo sistema, pavyzdžiui vaizdo kamera, yra naudojama užfiksuoti tam tikrą vaizdą, kamera yra paveikiama linijinės atsispindėjusios šviesos spinduliuotės intensyvumo. Linijinis RGB intensyvumas yra transformuojamas į nelinijinį RGB signalą naudojant spinduliuotės korekciją. Šis pakeitimas, diapazone [0, 1], iš linijinių RGB skaitinių duomenų į nelinijinius R'G'B' skaitinius duomenis yra nurodytas formulėje 2.1:

$$\begin{aligned}
 R' &= \begin{cases} 4.5R, & \text{if } R \leq 0.018 \\ 1.099R^{\frac{1}{\gamma C}} - 0.099, & \text{otherwise} \end{cases} \\
 G' &= \begin{cases} 4.5G, & \text{if } G \leq 0.018 \\ 1.099G^{\frac{1}{\gamma C}} - 0.099, & \text{otherwise} \end{cases} \\
 B' &= \begin{cases} 4.5B, & \text{if } B \leq 0.018 \\ 1.099B^{\frac{1}{\gamma C}} - 0.099, & \text{otherwise} \end{cases}
 \end{aligned} \tag{1.1}$$

čia γC yra vaizdo kameros ir kito įrenginio koeficientas. Dažniausiai vaizdo kameroje naudojama koeficiento reikšmė yra $\frac{1}{0.45}$. [7]

1.2.2 CMY spalvų modelis

Šį modelį kaip ir RGB sudaro trys pagrindinės spalvos: violetinė, šviesiai mėlyna ir geltona. CMY spalvų modelis naudojamas „išėjimo“ prietaisuose, tokiuose kaip spausdintuvai ar kopijavimo aparatai [1]. Šis modelis priskiriamas sugeriančiųjų klasei. Tai tokia spalvų klasė, kurioje pirminės spalvos yra sugeriančiosios. RGB modelis yra priešingas CMY, tai yra šio modulio pirminės spalvos yra spinduliuojančiosios.

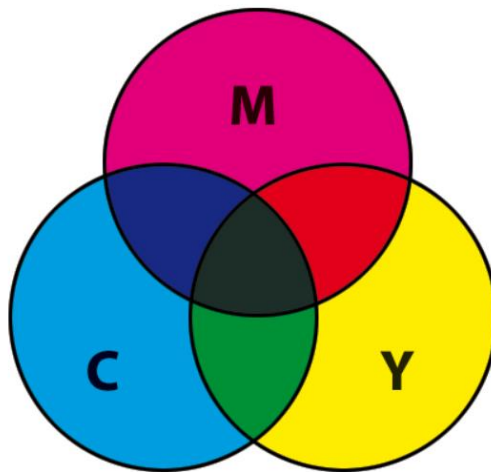
Dažnai pastebime, jog atspausdinus kažkokį vaizdą iš kompiuterio, jo spalvinė gama kažkiek skiriasi nuo to kaip atrodo kompiuteryje. Taip yra todėl, kad kompiuterinės programos automatiškai keičia iš RGB į CMY spalvinį modelį spausdinant. Žemiau pateiktos formulės kaip šie pakeitimai vykdomi.

RGB į CMY

$$\begin{aligned}\text{Šviesiai mėlyna} &= 1 - \text{Raudona} \\ \text{Violetinė} &= 1 - \text{Žalia} \\ \text{Geltona} &= 1 - \text{Mėlyna}\end{aligned}\tag{1.2}$$

CMY į RGB

$$\begin{aligned}\text{Raudona} &= 1 - \text{Šviesiai mėlyna} \\ \text{Žalia} &= 1 - \text{Violetinė} \\ \text{Mėlyna} &= 1 - \text{Geltona}\end{aligned}\tag{1.3}$$



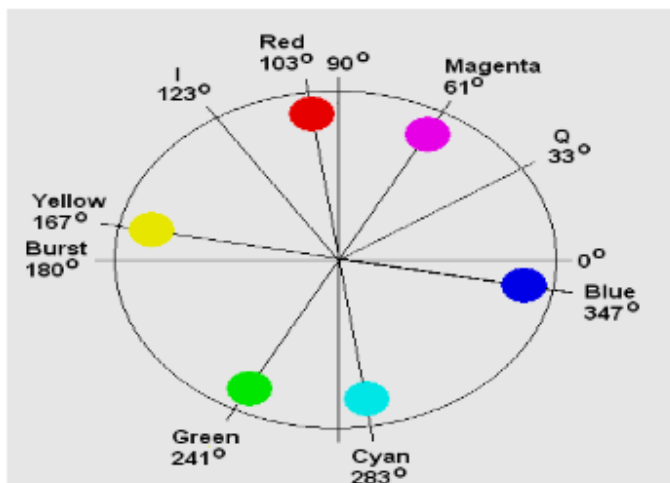
1.6 pav. CMY spalvų modelio pagrindinės spalvos

1.2.3 YIQ spalvų modelis

YIQ spalvų modelis priimtas 1950 metais Nacionalinės Televizijos Standartų komiteto (NTSC) kaip oficialus spalvų modelis, kuris buvo naudojamas spalvotoms TV transliacijoms ir televizijos sistemoms. YIQ sistema skirta pasinaudoti žmogaus savybėmis reaguoti į spalvas. Y dalis sudaro ryškumo informaciją ir yra vienintelė dalis, kurią naudoja jaudai-balti televizijos imtuvai. I ir Q atstoja spalvinės informacijos dalis.

Žmogaus akis yra jautresnė spalvos pakeitimams oranžiniame – mėlyname (I) diapazone, nei violetiniame – žaliame (Q) diapazone, todėl mažesnio pralaidumo reikia Q negu I. Transliacijos ribos: I iki 1,3 MHz, Q iki 0,4 MHz.

Tačiau I ir Q dekodavimas brangiai kainuoja, nes kiekvienam reikia po atskira filtrą, kad būtų suderinamos tarpusavyje jų dažnių juostų pločiai. Taip pat reikalingas I filtro uždelsimas, tam kad sulygintų dažnių juostų skirtumus tarp I ir Q. Todėl dabar labai retai kas naudoja šį modelį. Dažniau renkasi pigesnius, tokius kaip R-Y ir B-Y, kuriems užtenka vieno filtro [8].



1.7 pav. YIQ spalvų modelio

1.3 Pramonėje naudojamų vaizdo stebėjimo sistemų klasifikavimas

Modernių stebėjimo sistemų kūrimo ir plėtojimo dauguma aplikacijų yra siejamos su bent vienu iš pateiktų keturių kriterijų:

- Dimensijos kokybės stebėjimas
- Paviršiaus kokybės stebėjimas
- Teisingo surinkimo (Struktūrinės kokybės) stebėjimas
- Tikslios arba teisingos veiklos (operacijos kokybės) stebėjimas

Aukščiau pateiktos kategorijos yra stebimos ir tiriamos jų charakteristikos analizės tikslais. 1 lentelėje matome pagrindinius šių produktų bruožus.

1.1 lentelė. Pagrindiniai kokybės bruožai

Dimensijos	Dimensijos, forma, padėtis, kryptis, lygiavimas, apvalumai, kampai	
Struktūrinis	Surinkimas	Skylės, angos, kniedės, varžtai, gnybtai
	Išoriniai objektai	Dulkės ir kiti aplinkos veiksniai
Paviršinis	Duobės, įbrėžimai, įskilimai, nusidėvėjimas, apdorojimas, šiurkštumas, tekstūra, tęstinumas	
Veiklumo	Operacijų standartų ir specifikacijų nesuderinamumas	

Pastebėta, kad nepaisant visų keturių siejamų kategorijų skirtumų viskas supaprastinta iki kokybės standartų patvirtinimo, daugumoje atveju loginio sprendimo (taip arba ne). Vaizdo stebėjimo kategorijos: dimensinių charakteristikų kokybės, paviršiaus charakteristikų kokybės, surinkimo charakteristikų kokybės, veikimo stebėjimo.

Pramoninio stebėjimo aplikacijos gali būti skirstomos pagal stebėjimo proceso metu gautus rezultatus kurie neturi įtakos stebėjimo procesui. Tokių rezultatų dėka stebėjimo metu galime aprašyti vadinamus “Degrees of Freedom” “Laisvuosius laipsnius”. Dažniausiai pramonėje naudojami laisvieji laipsniai kurie apibūdins formą, geometrines savybes, intensyvumą/stiprumą tekstūrą, poziciją ir pan. Objektų laisvieji laipsniai yra stipriai susieti su objektų charakteristikos pakitimais šie laipsniai yra naudojami kaip vaizdo sistemos lankstumo matavimo vienetai.

Kuo mažiau laisvųjų laipsnių, tuo labiau pasikliaujama programos kokybes sistema., kuri ir buvo tam sukurta. Tačiau sistemos turinčios mažai laisvųjų laipsnių yra sunkiau plečiamos. Didelis kintamųjų skaičius yra sistemos kurią galima plėsti bruožas. Tam kad sistema galėtų sau leisti didelį skaičių laisvųjų laipsnių, reikalingas sudėtingas klasifikacijos modelis, paremtas atidžiai pasirinktais modeliais ir algoritmais, tam, kad sumažintų stebimo daikto potencialią deformacijos grėsmę. Tačiau kaip ir anksčiau minėta, kuo sistemoje daugiau laisvųjų laipsnių, tuo didesnis potencialas šią sistemą plėtoti. Pavyzdžiui sistema gali būti išstobulinta iki tiek, kad gebėtų aptikti kitokio tipo defektus jei bus įdiegti papildomi vaizdo apdorojimo įskiepai, naujos analizės funkcijos, galbūt netgi išeitų atrasti naujus defektus iš senų stebėjimų. Remiantis šiomis pateiktomis charakteristikomis apie laisvuosius laipsnius, galime nustatyti sistemos lankstumą, sudėtingumą ir kainą, kas nebuvo aprašyta kitose klasifikacijose.

Dimensinės savybės

Viena iš pagrindinių pramonėje taikomų vaizdo stebėjimo sistemos užduočių yra nustatyti ar objektas yra tinkamos formos ir ar yra tinkamas naudojimui. Į tai į eina objekto geometrinių charakteristikų, dviejų ar trijų dimensijų sąsaja su ankščiau išvardintais keturiais tipais stebėjimas ir kokybės nustatymas.

Įvairios pram yra priskiriamos prie automatinių vaizdo/stebėjimo sistemų kokybės nustatymui. Pakavimo industrijoje užduočių įvairovė pradedant nuo butelyje esančio skysčio kiekio iki pardavimo pagal data stebėjimo ar oro pagalvės talpos stebėjimo (pvz.: matavimo sistemos, kurios išmatuoja oro pagalvės talpos aukštį ir skersmenį) pagal [9] šaltinį. Tokiu būdu galima sukurti pakavimo mašinas su automatiniu žaliavos paskirstymu. Sistema leidžia valdančiajam aptikti tinkamą rite, ir perduoti mašinai reikalaujančiai to. Panaši aplikacija yra aprašyta [44] šaltinyje, kur vaizdo Sistema naudojama tinkamos palečių pozicijos nustatymui bei krovimo tvarkai nustatyti. Sistema turi robotinį mechanizmą galintį paimti ir perduoti maišus link besisukančio pjovimo disko. Populiari ir paklausy realaus laiko aplikacija yra lituojamų sujungimų (pažodžiui sanarių būtų) ant atspausdintų plokščių. Tokios ir panašios aplikacijos yra

naudojamos ne tik standartinių bet ir netaisyklingų formų stebėjimui. Pvz.: yra kuriamos robotikos sistemos, gebančios atpažinti ir nuskinti jau sunokusį vaisių. Eksperimento metu buvo nustatyta 74% tikslumu atpažinti dar nesunokę vaisiai ir 100% tikslumu atpažinti sunokę vaisiai, kuriuos galima skinti. Dimensinių savybių analizę galima panaudoti siekiant sumažinti pjovimo nuostoliui, bei padidinti mašinos efektyvumą.

Paviršiaus kokybė

Paviršiaus kokybės nustatymas, dėl įskilimų, įbrėžimų galutinio produkto nusidėvėjimo tekstūros ir storio ženkliai padidino mašinų efektyvumą medienos apdirbimo, tekstilės ir metalo pramonėje. Tokių sistemų efektyvumas leidžia aptikti gamybos broką. CATALOG sistema yra naudojama vidinių medienos gaminių defektų aptikimui. Pasitelkusi ašinę tomografiją sistema gali nuskaityti gaminį 3d būdu ir atskirti defektą nuo kokybiško gaminio. Mašinos matymo technologija gali būti naudojama kaip paviršiaus kokybės nustatymo įrankis, kuris tiksliau nei žmogaus akis gali aptikti įtrūkimus ar panašius paviršinius gaminių defektus. Taip pat galima nustatyti potencialias korozijos vietas. Algoritmo pagalba yra nustatomi vamzdyno paviršiaus įtrūkimai ar potencialios vietos, kurios po kurio laiko gali pradėti leisti. Paviršiaus kokybei nustatyti taip pat naudojamas infraraudonųjų spindulių termometras, kurio pagalba galima nuskanuoti dvi aliuminio lapo puses ir aptikti įtrūkimus ar nelygumus. Tokio tipo sistemos taip pat naudojamos ir maisto pramonėje, pvz.: pakuojant vištienos gaminius, sistema turi sąrašą defektų, pagal kuriuos atrenka ar gaminyje yra tinkamas vartojimui, taip pat naudoja vaizdo medžiagą gaminių atpažinimui ir palyginimui.[11]

Struktūrinė kokybė

Struktūros kokybės patikrinimo pagalba sistemos tikrina ar gaminyje turi visas reikiamas detales, pvz.: varžtai, kniedės... Taip pat patikrina ar gaminyje nėra papildomų nereikalingų objektų pvz.: medžių lapai ar smulkios šakelės. Šios technologijos pagalba galima aptikti net nulenkus spygliukus ant elektroninių plokščių. Sukurta sistema galinti greitai ir patikimai aptikti nuo 20 iki 1000 užlenktų spygliukų ant valdiklių. Tokio tipo sistemos naudojamos ir automobilių pramonėje. Šios sistemos padeda nustatyti automobilio išorinių savybių kokybę, kitoje linijos pusėje sistema gali nustatyti ar automobilio durys atviros ar uždaros.[12]

Veiklumo kokybė

Veiklumo kokybės stebėjimas siejamas su operacijos atlikimo kokybe. Lazerinis litavimo modelis aprašomas [13] šaltinyje. Principas: Kamera "pagauna" virinimo siūles ir apskaičiuoja virinimo trajektoriją ir tarpo dydį. Tokio tipo sistemos naudojamos ir laikrodžių gamyboje, kur visi laikrodžiai yra

synchronizuojami pagal šabloninį laikrodį. Visi stebimi laikrodžiai yra suderinami, o tada kameros pagalba yra nustatomas laikas: valanda, minutė, sekundė, tiksliai pagauti ir atvaizduoti norimą vaizdą yra gan sudėtinga dėl žmogaus judesio ir prasilenkiančių detalių, tačiau laiko nustatymui naudojamas pagrindinis laikrodis, su kuriuo yra lyginamos gautos nuotraukos.

2. Metodinė dalis

2.1 Medienos plokštės ir jų klasifikacija

Medienos plokštės yra viena iš labiausiai naudojamų medienos konstrukcinių medžiagų. Šios plokštės gaminamos medienos atliekas, tai yra pjuvenos, atraižos, nekokybiška mediena, karštai presuojant ir maišant su klijais. Pagal tai, iš kokių medienos atliekų plokštės yra padarytos, jos skirstomos į dvi pagrindines grupes: smulkinių ir medienos plaušų medienos plokštės.

Smulkinių plokštės yra gaminamos presuojant ir šildant sumaišytus su klijais medienos smulkinius. Smulkiniais vadinamos tokios medienos atliekos, kaip nuo frezavimo likusios drožlės, įvairios skiedrelės, pjuvenos ir pan.

Medienos drožlių plokštės arba dar kitaip MDP yra gaminamos iš specialiai išdrožų ar mechaninio medienos apdirbimo metu gaunamų drožlių. Gautos drožlės nėra vienodos, jų dydžiai ir formos skiriasi dėl to jos dar skirstomos į dvi grupes: plostekės ir skiedrelės. Plokščių gamybos metu drožlės maišomos su klijais ir karštais presais supresuojamos į didelius lakštus. Medienos drožlių plokščių gamybai sunaudojamos visos obliavimo atliekos, menkavertė apvalioji mediena, gabalinės rastų bei lentų pjovimo atliekos.

MDP plokštės klasifikuojamos pagal kelis požymius: presavimo būdą, formą, sandarą (vienasluoksnės ar dvisluoksnės), paskirtį (pastatų vidiniams darbams, konstrukcijoms), aplinkos oro santykinį drėgnį (drėgna ar sausa aplinka).

Medienos drožlėms surišti naudojami įvairūs drėgmei atsparūs klijai. Kai kurie iš jų išskiria sveikatai kenksmingas medžiagas. Norint mažinti arba visai izoliuoti į aplinką išskiriamų kenksmingų medžiagų kiekį plokščių paviršių reikia apklijuoti, lakuoti arba dažyti.

Medienos plaušų plokštės arba MPP yra gaminamos iš medienos arba kitų panašių medžiagų plaušelių šiek tiek pridėjus klijų arba visai be jų. Kaip ir medžio drožlių plokštės taip ir plaušų plokštės yra supresuojamos įkaitintais presais. Šios plokštės gali būti įvairių storių ir kietumo. Jos gali būti ir izoliacinio tipo ir konstrukcinio. MPP gamybai naudojama prasta apvali mediena, gabalinės lentpjūvystės atliekos. Didesnės medienos atliekas smulkina specialiose malūnuose, kur yra sutrinamos į plaušelius. Po to ši masė yra atskiedžiama vandeniu ir liejimo mašinose vienodu storiu išpilama ant tinklinės juostos. Ši juosta supjaustoma lakštais, kurie yra džiovinami. Galiausiai išdžiūvusius lakštus suslegia karšti presai. Priklausomai kokie klijai ar priedai buvo naudoti ir kokia temperatūra buvo presuojant, yra gaunamos ne vienodo tūrio masės plokštės



2.1 pav. Kairėje MDP plokštė, dešinėje MPP plokštė

2.2 Vaizdo apdorojimo metodai

2.2.1 Pilkų pasikartojančių atspalvių matrica (GLRLM)

Pilkų pasikartojančių atspalvių matricos (toliau GLRLM) funkciją galima apibūdinti aprašant 2.1 paveikslėlį.

Kvadratas kairėje atvaizduoja 2 bitų vaizdą. Šiame vaizde GLRLM ieškos iš eilės einančių taškų, su tokiu pačiu pilkos spalvos atspalviu, visoje paveikslėlio horizontalioje ašyje. Dviejų bitų vaizdo pirmąją eilutę yra pažymėta punktyrine linija nubrėžtu ovalu, o jame yra keturi iš eilės taškai su pilku atspalviu 2. Dešinėje esančioje lentelėje tai atitinka pasikartojamumo skaičių 4. Antroje eilutėje yra du iš eilės einantys vienodi taškai su pilku atspalviu 1, jie pažymėti juoda linija nubrėžtu ratu. Šis ratas atitinka pasikartojamumą 2 (apibrauktas dešinėje esančioje lentelėje). Trečioje eilutėje - 3 iš eilės einantys taškai su pilku atspalviu 1 (pilkas apskritimas), kuris atitinka pasikartojamumą 3 (pilkas apskritimas lentelės dešinėje). Paskutinis stulpelis 2 bitų vaizde demonstruoja 2 iš eilės einančius taškus su pilku atspalviu 0 (taškų linija), todėl pasikartojamumas yra 2 (apibraukta taškų linija dešinėje esančioje lentelėje). GLRLM apskaičiavimas taip pat atliekamas vertikaliajoje ašyje išilgai 45° ašį. Indeksas j yra pasikartojamumas, kuris yra apibrėžiamas kaip gretimų ir vienodos vertės pikselių skaičius tam tikra kryptimi. Kiekvieno elemento reikšmė GLRL matricoje atstovauja pasikartojančių taškų atkarpų skaičių su pasikartojamumu j ir pilkos spalvos atspalvis i . [27]

2	2	2	2	Horizontal Runs	Run Length			
1	1	0	1		2	3	4	
1	1	1	2	Gray Level	0	1	0	0
0	1	0	0		1	1	1	0
					2	0	0	1

2.1 pav. 2 bitų vaizdas kairėje, o dešinėje pasikartojamumo lentelė

Pagal pasikartojamumo matricą $p(i; j)$ Galloway išvedė penkis originalius bruožus pilkiems atspalviams:

- 1) Trumpai pasikartojantys išsiskiriantis šriftas (*angl. Short Run Emphasis (SRE)*):

$$SRE = \frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \frac{p(i,j)}{i^2} = \frac{1}{n_r} \sum_{j=1}^N \frac{p_r(j)}{j^2} \quad (2.1)$$

- 2) Ilgai pasikartojantys išsiskiriantis šriftas (*angl. Long Run Emphasis (LRE)*):

$$LRE = \frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N p(i, j) \cdot j^2 = \frac{1}{n_r} \sum_{j=1}^N p_r(j) \cdot j^2 \quad (2.2)$$

- 3) Vienodų pilkų atspalvių pasiskirstymo funkcija (*angl. Gray Level Nonuniformity (GLN)*):

$$GLN = \frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^M \left(\sum_{j=1}^N p(i, j) \right)^2 = \frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^M p_g(j)^2 \quad (2.3)$$

- 4) Vienodų pasikartojamumų pasiskirstymo funkcija (*angl. Run Length Nonuniformity (RLN)*):

$$RLN = \frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=1}^M p(i, j) \right)^2 = \frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^N p_r(j)^2 \quad (2.4)$$

- 5) Procentalinis pasikartojamumas (*Run Percentage*) (*RP*):

$$RP = \frac{n_r}{n_p} \quad (2.5)$$

Formulėse n_r yra visas pasikartojamumo skaičius, o n_p taškų skaičius paveikslėlyje. Atsižvelgiant į tai, jog šio metodo skaičiavimai pagrįste nukreipti į pasikartojamumą ir beveik neįvertina

pilkų atspalvių pasikartojamumo skaičiaus vektoriuje $p_g(i)$ Chu pasiūlė du būdus, kaip gauti informaciją apie pilkus atspalvius matricoje [28].

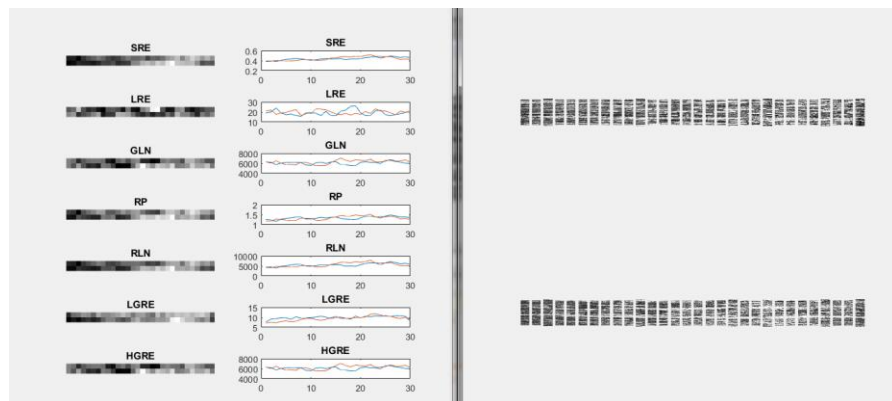
1) Retai išsiskiriančių pilkų atspalvių pasikartojimas (*angl. Low Gray – Level Run Emphasis (LGRE)*):

$$LGRE = \frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \frac{p(i,j)}{i^2} = \frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^M \frac{p_g(i)}{i^2} \quad (2.6)$$

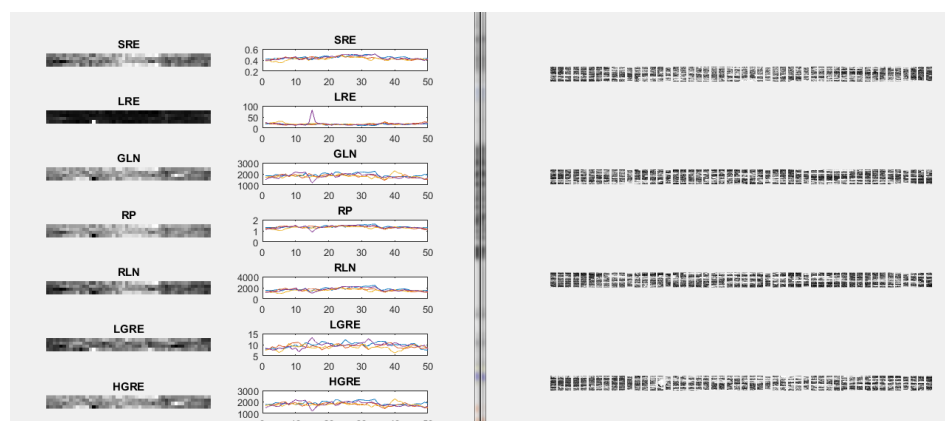
2) Dažnai išsiskiriančių pilkų atspalvių pasikartojimas (*angl. High Gray – Level Run Emphasis (HGRE)*):

$$HGRE = \frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N p(i,j) \cdot i^2 = \frac{1}{n_r} \sum_{j=1}^N p_g(i) \cdot i^2 \quad (2.7)$$

Naudojant matlab programinį paketą 2.2 ir 2.3 paveikslėliuose nurodyti pavyzdžiai, kaip vaizdas yra suskaidomas ir atvaizduojamas GLRLM metodo pagalba matlab aplinkoje.



2.2 pav. Nuotrauka be defektų, kuri padalinta į 2 eilutes ir 30 stulpelių



2.3 pav. Nuotrauka su defektu, kuri padalinta į 4 eilutes ir 50 stulpelių

2.2.2 Atsitiktinė (co-occurrence) pilkų atspalvių matrica (GLCM)

GLCM arba kitaip atsitiktinė pilkų atspalvių matrica, yra statistinis metodas, kuris nagrinėja tekstūrą atsižvelgiant į erdvinius ryšius su taškais. GLCM funkcija charekterizuoja vaizdo tekstūrą apskaičiuodama, kaip dažnai taškų poros su tam tikromis vertėmis ir tam tikrais erdviniais ryšiais pasikartoja paveikslėlyje, taip sukurdamą ir gaudama statistinius duomenis iš šios matricos. *Graycomatrix* funkcija matlab programoje sukuria pilkų atspalvių matricą, kuri apskaičiuoja santykį, kaip dažnai taškas su intensyvumu, (pilku atspalviu), kurio vertė yra laikoma i , pasitaiko konkrečioje erdvėje kurios vertė j .

Paveikslėlyje atsitiktinė pilkų atspalvių matrica yra matrica kurioje eilutės ir stulpeliai yra lygus pilkų atspalvių skaičiui G . Įvairios funkcijos yra išgaunamas iš GLCM, μ yra vidutinė vertė dydžio P . μ_x , μ_y , σ_x ir σ_y yra standartiniai nuokrypiai P_x ir P_y . $P_x(i)$ yra i_{th} įėjimo vertė gauta susumuojant $P(i, j)$ eilutes:

$$P_x(i) = \sum_{j=0}^{G-1} P(i, j) \quad ir \quad P_y(j) = \sum_{i=0}^{G-1} P(i, j) \quad (2.8)$$

$$\mu_x = \sum_{i=0}^{G-1} iP_x(i) \quad ir \quad \mu_y = \sum_{j=0}^{G-1} jP_y(j) \quad (2.9)$$

$$\begin{cases} \sigma_x^2 = \sum_{i=0}^{G-1} (P_x(i) - \mu_x(i))^2 \\ \sigma_y^2 = \sum_{j=0}^{G-1} (P_y(j) - \mu_y(j))^2 \end{cases} \quad (2.10)$$

Naudojant šias lygtis, galime apskaičiuoti skirtingas tekstūros savybės, kurios gali būti naudojamos mokinant klasifikatorių [29].

- 1) Homogeniškumas (Kampo antras momentas), (*angl. Homogeneity (Angular Second Moment), ASM*)

$$KAM = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \{P(i, j)\}^2 \quad (2.11)$$

- 2) Kontrastas

$$Kontrastas = \sum_{n=0}^{G-1} n^2 \{ \sum_{i=1}^G \sum_{j=1}^G P(i, j) \}, |i - j| = n \quad (2.12)$$

- 3) Atvirkštinis skirtumo momentas ASKM (*angl. Inverse Difference Moment, IDM*)

$$ASKM = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \frac{1}{1+(i-j)^2} P(i, j) \quad (2.13)$$

4) Entropija (bandymų neapbrėžtumo matas) (ENT)

$$ENT = - \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} P(i, j) \cdot \log(P(i, j)) \quad (2.14)$$

5) Koreliacija (KOR)

$$KOR = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \frac{\{i \cdot j\} \cdot P(i, j) - \{\mu_x \cdot \mu_y\}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (2.15)$$

6) Variantiškumas (VAR)

$$VAR = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} (i - \mu)^2 \cdot P(i, j) \quad (2.16)$$

7) Sumos vidurkis(VID)

$$VID = \sum_{i=0}^{2G-2} iP_{x+y}(i) \quad (2.17)$$

8) Sumos Entropija (SENT)

$$SENT = \sum_{i=0}^{2G-2} P_{x+y}(i) \log(P_{x+y}(i)) \quad (2.18)$$

9) Skirtumo Entropija (SKENT)

$$SKENT = - \sum_{i=0}^{G-1} P_{x+y}(i) \log(P_{x+y}(i)) \quad (2.19)$$

10) Inertiškumas (INT):

$$INT = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} (i - j)^2 \cdot P(i, j) \quad (2.20)$$

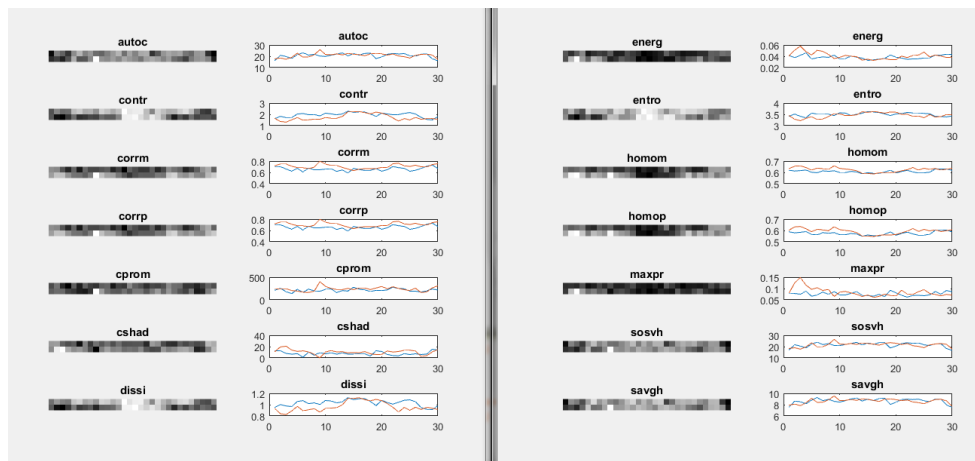
11) Šešėlių sugrupavimas SSU(*angl. Cluster Shade*):

$$SSU = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} (i + j - \mu_x - \mu_y)^3 \cdot P(i, j) \quad (2.21)$$

12) Išskirtinumų sugrupavimas ISU(*angl. Cluster Prominence*):

$$ISU = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} (i + j - \mu_x - \mu_y)^4 \cdot P(i, j) \quad (2.23)$$

Naudojant matlab programinį paketą gauti rezultatų pavyzdžiai kurie yra pateikti 2.4 paveikslelyje.



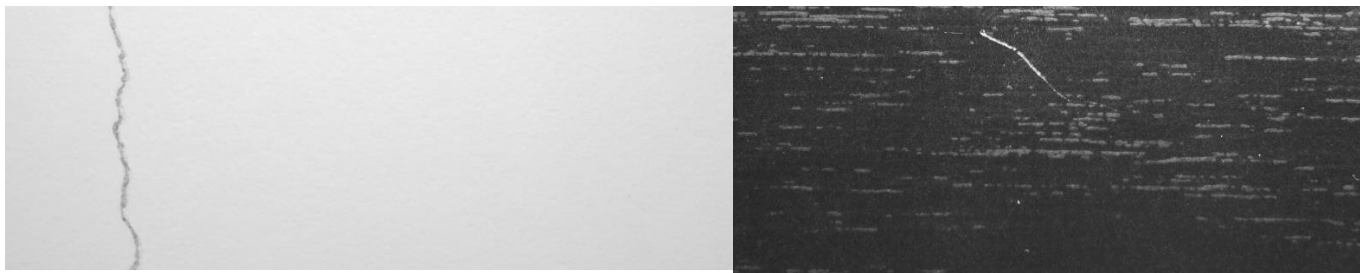
2.4 pav. Nuotrauka su defektu, kuri padalinta į 2 eilutes ir 30 stulpelių

3. Eksperimentinė dalis

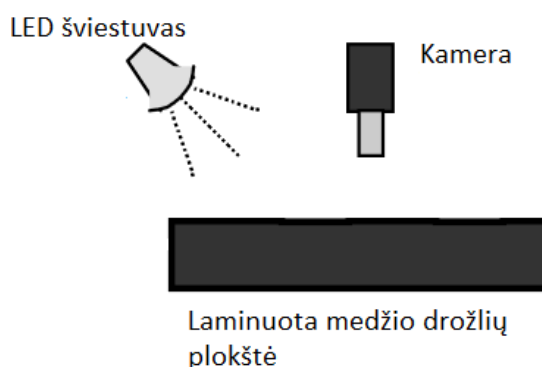
3.1 Laminuotos OSB plokštės apšvietimo tyrimas

Tyrimui naudotos dviejų spalvų laminuotos medienos plokščių pavyzdžiai, kurie yra pateikti 3.1 paveikslėlyje (daugiau žr. Priedas 1). 3.2 paveikslėlyje pavaizduota tyrime naudota kameros sistema.

Naudotas LED šviestuvas su difuziniu stiklu. Difuzinis stiklas naudojamas todėl, kad kuo tolygiau išsklaidytų šviesos spindulį. Naudotos kameros tipas Blackfly S BFS-U3-32S4C.



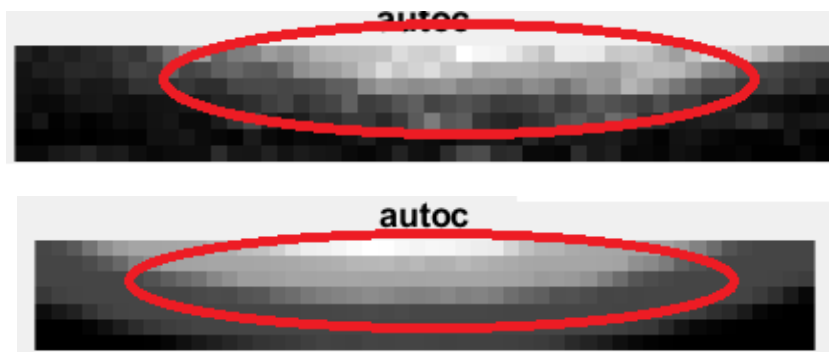
3.1 pav. Tyrime naudotų laminuotų OSB plokščių pavyzdžiai



3.2 pav. Kameros sistema

Pradėjus tyrimą buvo pastebėta, jog pasirinktų metodų parametrai jautriai reaguoja į apšvietimą (pavyzdys pateiktas 3.3 paveikslėlyje), todėl buvo nuspręsta ieškoti būdo kaip išlyginti apšvietimą ant laminuotos OSB plokštės bandinio. Buvo galvota mėginti keisti apšvietimo kampą, bet tai nebūtų išsprendę esamos problemos, nes pakeitus kampą keičiasi ir apšvietimo plotas bei intensyvumas. Taip pat buvo apsvarstytas variantas pridėti daugiau šviesos šaltinių, bet tai būtų kainavę papildomai ir gali būti, jog nebūtų išspręsta problema. Galiausiai prieita išvada, jog reikia apšvietimą lyginti pasinaudojus matlab funkcijomis.

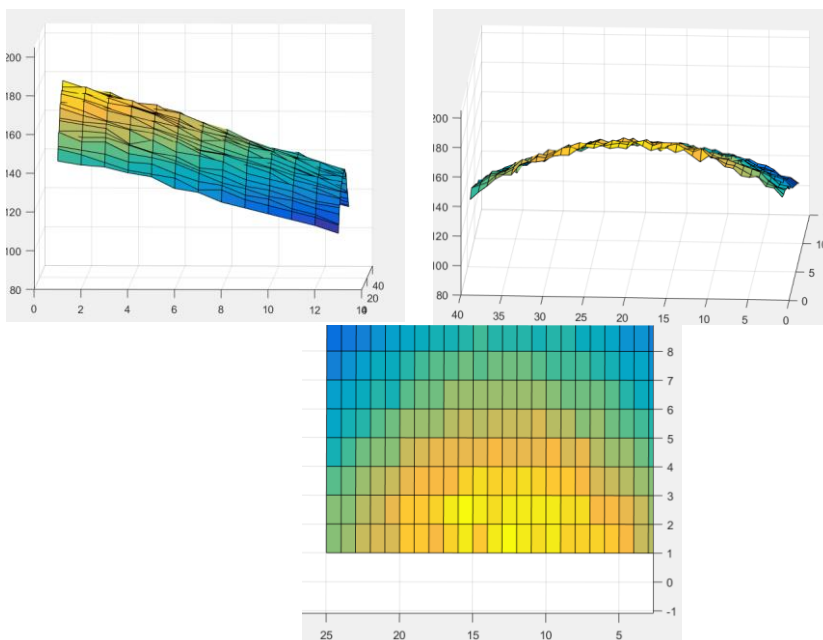
3.3 paveikslėlyje pateikti juodos bei baltos plokščių diskretizuoti vaizdai. Raudonais apskritimais pažymėtos vietos, kurias programa mato kaip netinkamas, tačiau ten iš tikrųjų yra tik apšvietimo netolygumas.



3.3 pav. Apšvietumo netolygumas

Kad patikrinti ar tikrai yra apšvietumo netolygumas, naudojantis Matlab funkcijomis buvo sukurtas apšvietimo netolygumo 3D modelis. Jis yra pateiktas 3.4 paveiksle. Kaip matoma modelyje apšviestumas x ašimi kinta paraboliskai, o y ašimi tiesiškai. Oranžine spalva pažymėta intensyviausiai apšviesta vieta, tai yra vieta kuri yra arčiausiai apšvietimo šaltinio.

Apšvietimo intensyvumas parabolinis gaunasi todėl, kad apšvietimas priklauso nuo apšvietimo kampo, kameros savybių. Apšvietimo kampas matomas 3.2 paveiksle.

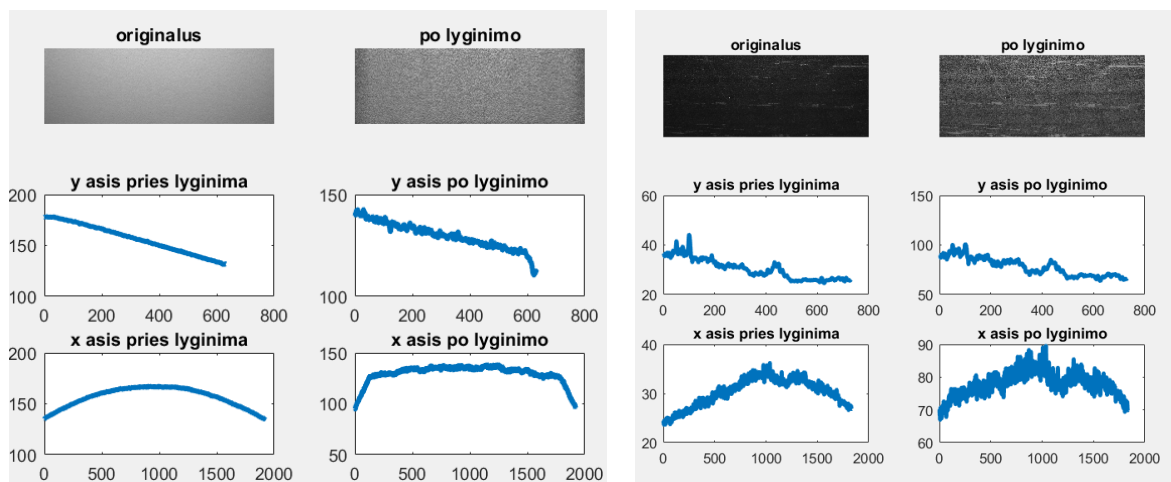


3.4 pav. Apšvietumo netolygumo 3D modelis

Įsitikinus jog apšvietumas yra netolygus, buvo išbandyta jį išlyginti naudojantis matlab funkcija *adapthisteq*. Ši funkcija sustiprina kiekvieno pikselio kontrastą taip kad kiekvieno išėjimo histograma atitiktų nurodytą histogramą. Pagal nutylėjimą nurodytoji histograma tolygi. Kitaip tariant vaizdą padaro vidutinišką. Naudota funkcija duotų nuotraukų apšvietimą padarė tolygesnį, tačiau visiškai išlyginti nepavyko, nekompensavo netiesiško apšvietimo.

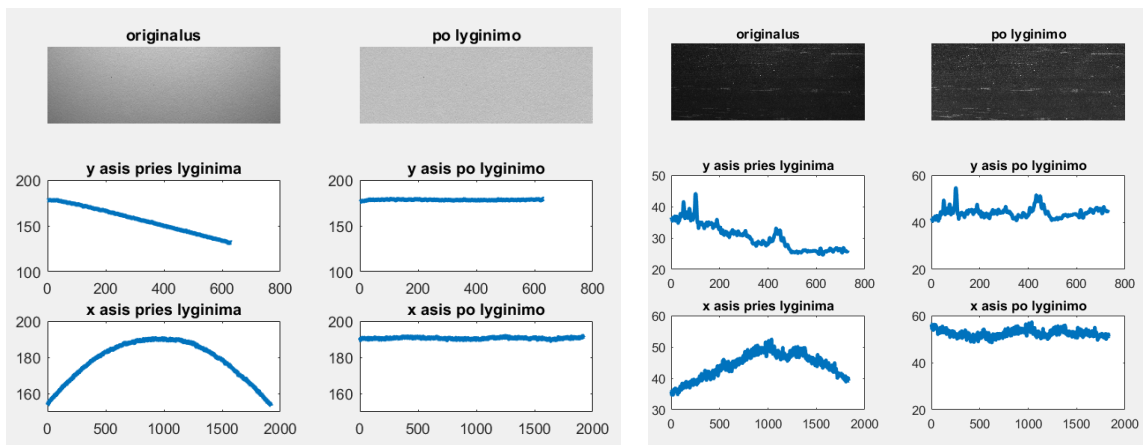
Bandymo rezultatai matomi 3.5 paveikslėlyje. Šiame paveikslėlyje nurodyti balto kairėje ir juodo dešinėje laminato pavyzdžiai. Taip pat grafiškai atvaizduotas apšvietimo intensyvumo kitimas pagal x ir y ašis.

Ši funkcija netinkama tolimesniam tyrimui.



3.5 pav. Kairėje pusėje baltai laminuotos plokštės gauti duomenys, dešinėje juodai

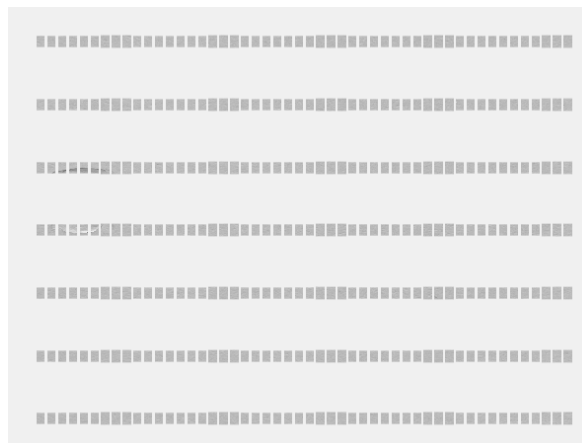
Antruoju bandymu buvo naudotas taškų aproksimavimas antro laipsnio polinomu. Bandymu metu buvo iširta, jog naudojant šį metodą apšvietimo intensyvumas išlyginamas. Tai matoma gautuose vaizduose bei grafikuose, kurie yra pateikti paveikslėlyje 3.4. Paveikslėlyje karėje pusėje yra baltai laminuotos plokštės pavyzdys, o dešinėje yra juodai laminuotos plokštės pavyzdys. Pagal gautus rezultatus, nuspręsta šį metodą naudoti tolimesniame tyrime.



3.6 pav. Gauti rezultatai prieš taikant metodą ir po

3.2 Kokybės tyrimas naudojant GLCM metodą

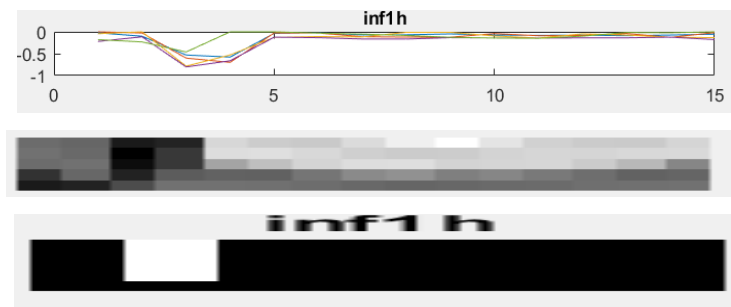
Šis metodas, kaip anksčiau minėta metodinėje dalyje, remiasi jam užduotos nuotraukos sudalinimą į tam tikrą kiekį stulpelių bei eilučių. Kiekviename plotelyje metodas ieško tam tikrų neįprastų pikselių arba kaip šiuo atveju tam tikro defekto požymių, tai jis daro apskaičiuodamas skirtingas tekstūros savybes. Tyrime nagrinėsime, kaip į skirtingus defektus reaguoja kiekvienas parametras, tai yra ar mato kur yra defektai ar ne



3.7 pav. Baltai laminuotos medienos plokštės nuotraukos sudalinimas į stulpelius ir eilutes

GLCM parametrai parenkami bandymų keliu, kitaip tariant norint gauti kuo tikslesnius parametrus reikia prieš tai atlikti nemažai bandymų ir parinkti labiausiai tenkinančius norimą rezultatą. Parametrų parinkimas taip pat priklauso nuo kokio dydžio defektų bus ieškoma. Šio tyrimo atveju, nuotrauką geriausiai sudalinti į 50x7 matricą. Šioje matricoje yra 350 plotelių, iš kurių kiekvienam GLCM apskaičiuoja skirtingas tekstūros savybes. Tokioje nuotraukoje geriausiai matomos vietos kuriose yra

kažkokių nukrypimų nuo tam tikros ribos. Ši riba vadinama slenkstine riba, o nukrypimai už jos laikomi defektu. Slenkstinei ribas nusistato ekspertai atlikę tyrimus.



3.8 pav. Viso paveikslo plotelio įverčiai ir diskretizuotas vaizdas

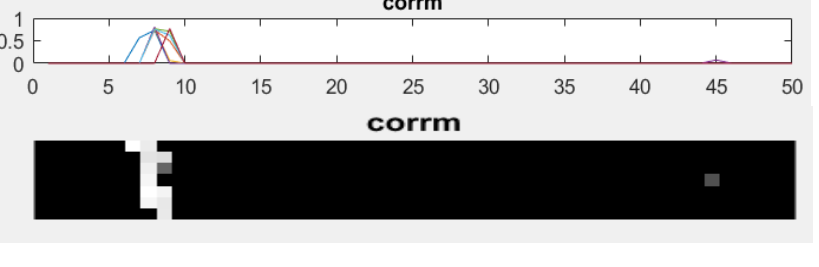
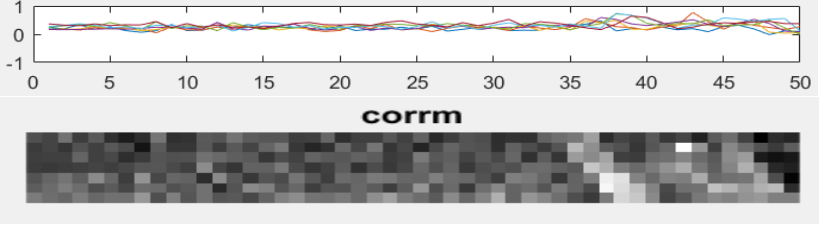
Tyrimo metu kiekvienas metodo parametras buvo pasirinktas atskirai ir tikrinta kaip reaguoja į skirtingas tekstūros savybes. Pasirinkus vieną parametą, jam duodami geri vaizdai ir vaizdai su defektais ir stebima kaip šis parametras reaguoja į kiekvieną iš jų. Toliau lentelėse bus pateikti balto laminato medžio drožlių plokštei gauti rezultatai.

Juodo laminato medžio drožlių plokštei gauti rezultatai nurodyti 2 priede.

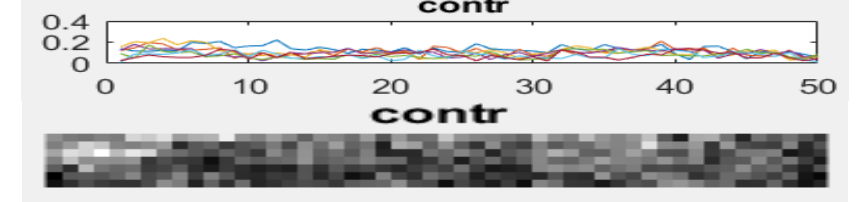
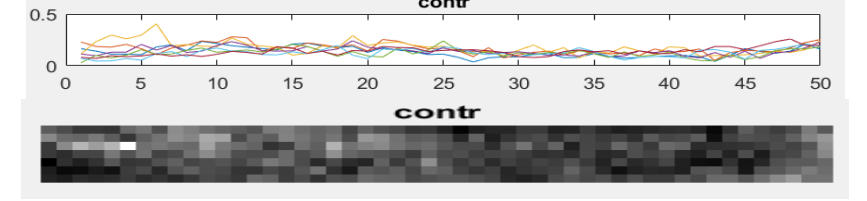
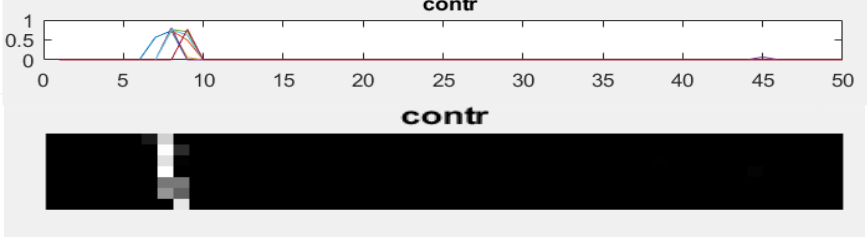
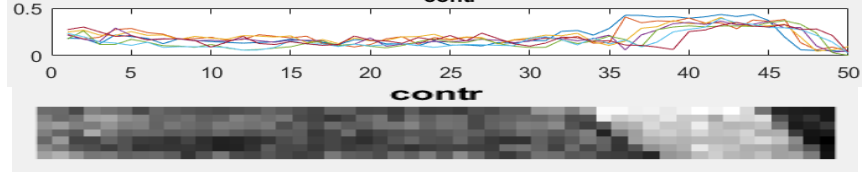
3.1 Lentelė. Koreliacijos parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 0,2 iki 0,6
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 0 iki 0,8

3.1 lentelės tęsinys

Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 0 iki 0,85
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 0 iki 0,8

3.2 lentelė. Kontrasto parametrų grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 0 iki 0,25
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 0 iki 0,4
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 0 iki 0,55
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 0 iki 0,4

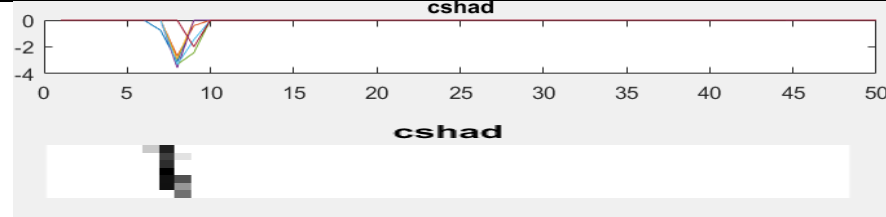
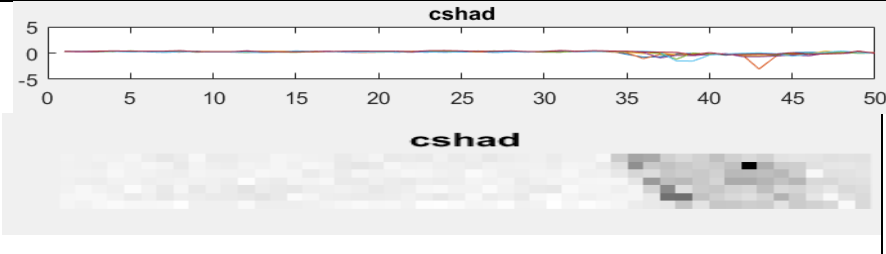
3.3 lentelė. Išskirtinumų sugrupavimo parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 0 iki 1
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 0 iki 9
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 0 iki 14
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 0 iki 12

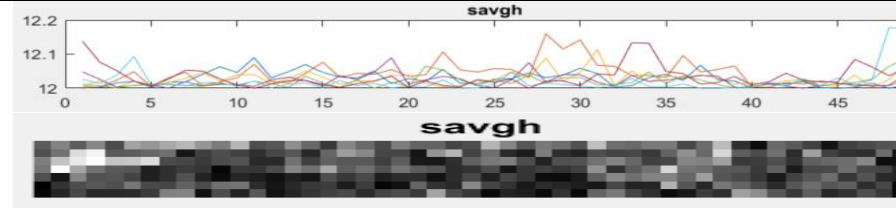
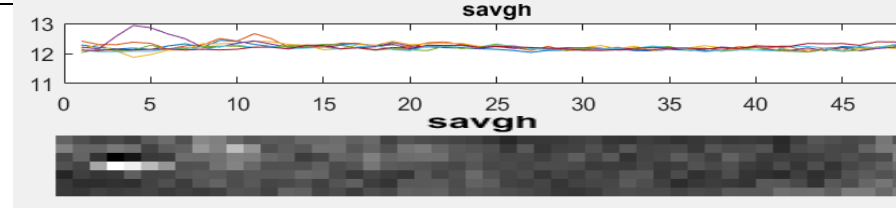
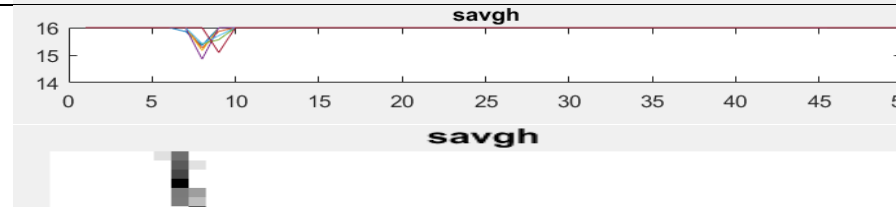
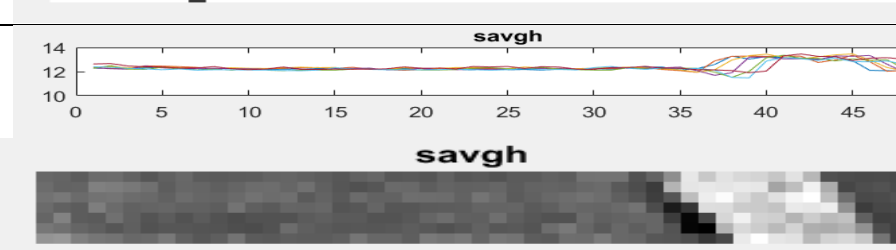
3.4 lentelė. Šešėlių sugrupavimo parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 0 iki 0,5
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo -1 iki 2

3.4 lentelės tęsinys

Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo -3,5 iki 3,5
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo -3 iki 0

3.5 lentelė. Taškų sumos vidurkio parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 12 iki 12,18
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 12 iki 13
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 14,8 iki 16
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 12 iki 13,8

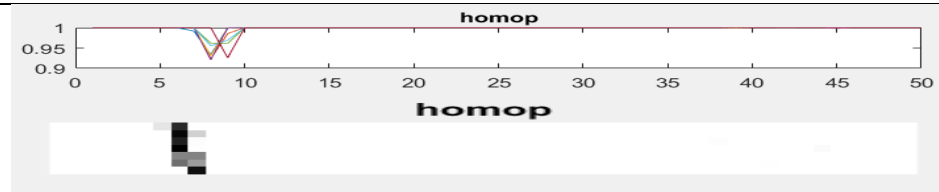
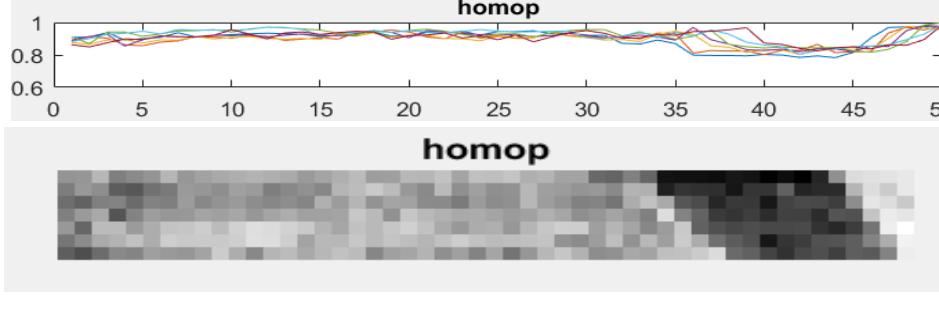
3.6 lentelė. Variantiškumo parametro įverčių su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 135 iki 139
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 100 iki 140
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 180 iki 250
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 100 iki 160

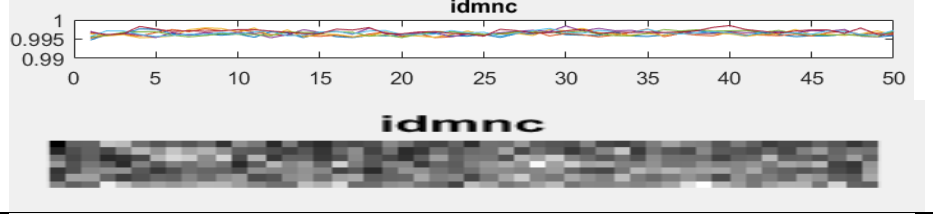
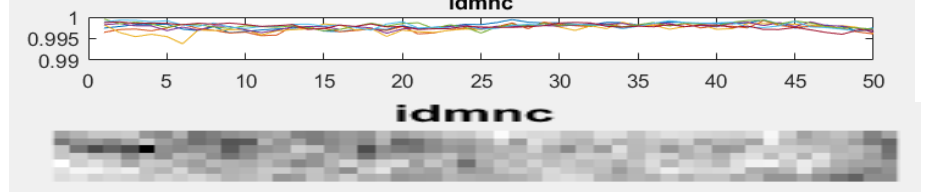
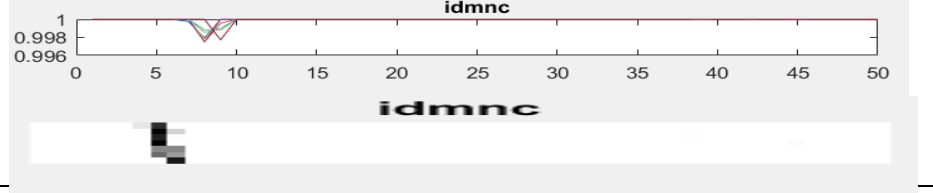
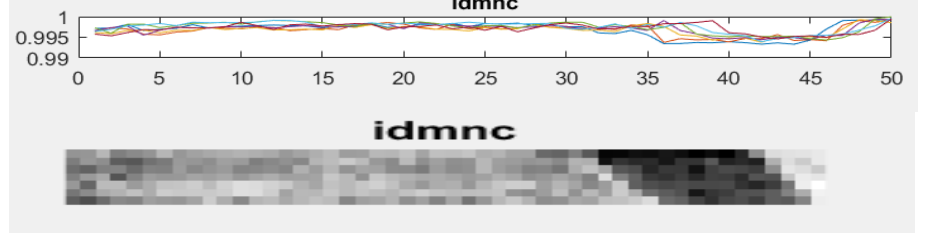
3.7 lentelė. Homogeniškumas parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 0,85 iki 0,95
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 0,8 iki 1

3.7 lentelės tęsinys

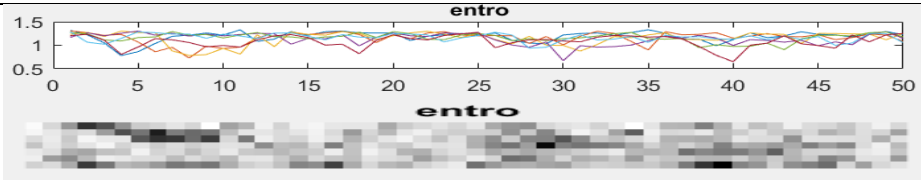
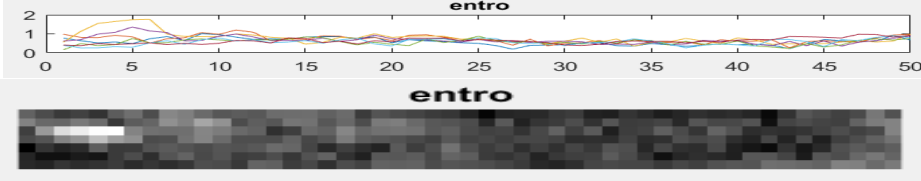
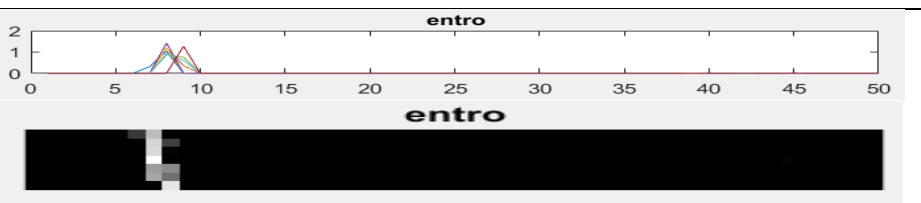
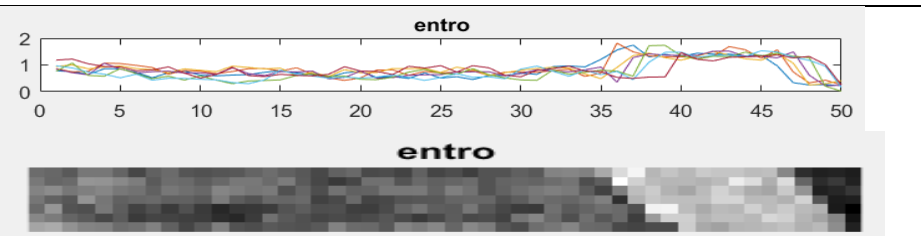
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 0,92 iki 1
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 0,8 iki 1

3.8 lentelė. Atvirkštinių skirtumų momentų parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 0,995 iki 0,999
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 0,994 iki 1
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 0,997 iki 1
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 0,993 iki 1

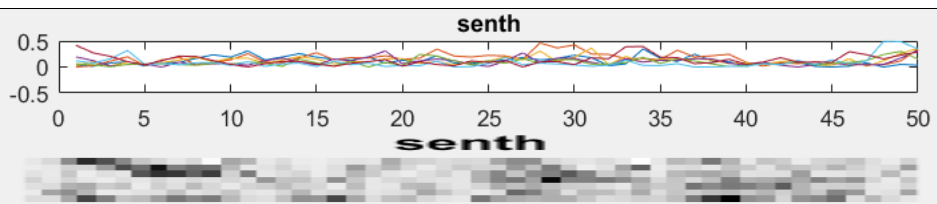
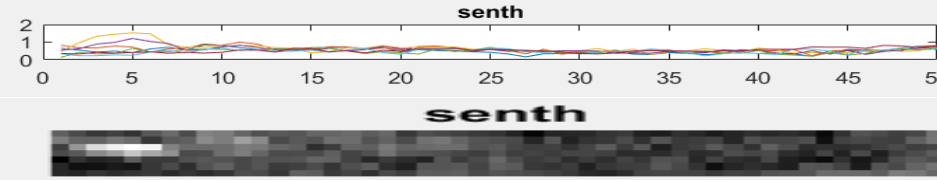
3.9 lentelė. Entropijos parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų

ribomis

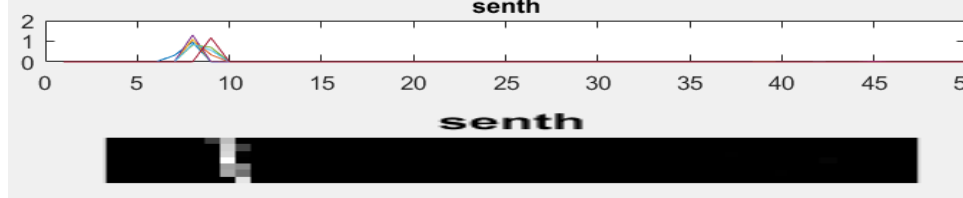
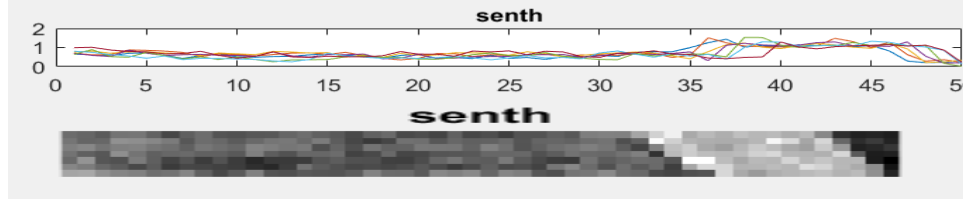
Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 0,6 iki 1,2
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 0 iki 1,9
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 0 iki 1,5
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 0 iki 1,9

3.10 lentelė. Sumos entropijos parametro įverčių su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų

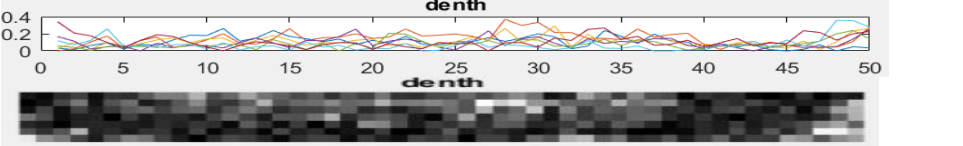
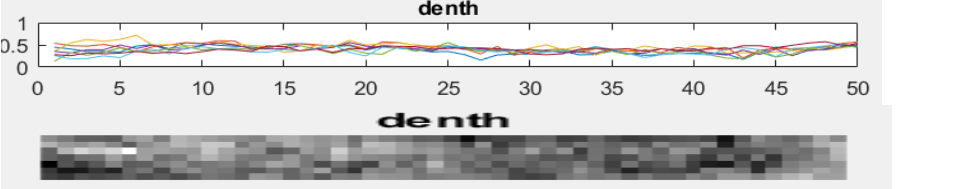
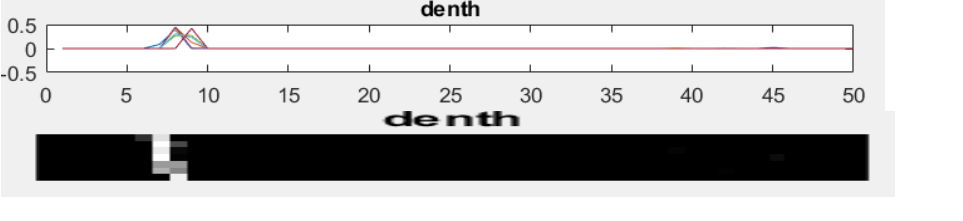
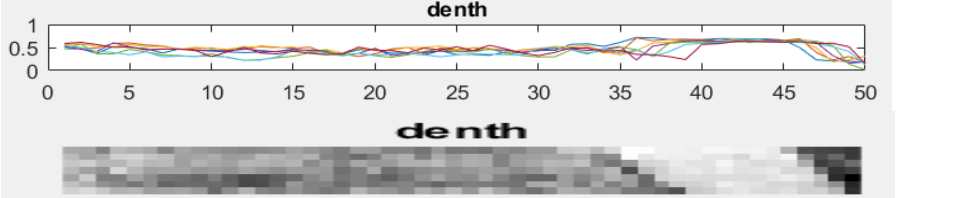
ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 0 iki 0,5
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 0 iki 1,7

3.10 lentelės tęsinys

Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 0 iki 1,5
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 0 iki 1,8

3.11 lentelė. Skirtumo entropijos parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 0 iki 0,37
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 0,2 iki 0,7
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 0 iki 0,5
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 0 iki 0,8

Apibendrinant gautus rezultatus, kiekvienam laminuotos plokštės parametrai nustatomos slenkstinės ribos. Pagal slenkstines ribas galės nustatyti ar defektą parametrai mato ir ar jis tinkamas naudoti defektų atpažinimui.

3.12 lentelė. Slenkstinės ribos

Laminato spalvos	Parametrai										
	Corrm	Contr	Cprom	Cshad	Savgh	Svarh	Homop	Idmnc	Entro	Senths	Denths
Balto laminato	>0,6	>0,25	>2	<0	>12,2	>139	>0,95	>0,999	>1,2	>0,6	>0,4
Juodo laminato	>0,8	>1,5	>180	>20	>8	>	>0,92	>1	>2,8	>2,1	>1,2

Toliau yra pateiktos 3.13 ir 3.14 lentelės, kuriose yra apibendrinti tyrimo rezultatai pagal slenkstines ribas. Tai yra juose yra nurodyta koks defektas ir ar tą defektą parametras mato. Labai gerai žymime kai parametro įverčiai gerokai viršija slenkstinę ribą (jei riba yra 0,4, o įverčio reikšmė 0,5), sunkiai, kai įverčiai viršija ribą, bet nežymiai (pvz. jei riba 12,5 o įverčio reikšmė 12,7), o kai lygus arba žemiau slenkstinės ribos tai tada nemato defekto.

Lentelėse žymima L- labai gerai mato, S-sunkiai mato, N-nemato.

3.13 lentelė. Baltai laminuotos plokštės rezultatų apibendrinimas

Defektų rūšys	Parametrai										
	Corrm	Contr	Cprom	Cshad	Savgh	Svarh	Homop	Idmnc	Entro	Senths	Denths
Įmušimas	L	L	L	L	S	S	L	S	L	L	L
Įtrūkimas	L	L	L	L	L	L	L	S	L	L	L
Laminato sustorėjimas	L	L	L	L	L	L	L	S	L	L	L

3.14 lentelė. Juodai laminuotos plokštės rezultatų apibendrinimas (rezultatai žr. 2 priedas)

Defektų rūšys	Parametrai										
	Corrm	Contr	Cprom	Cshad	Savgh	Svarh	Homop	Idmnc	Entro	Senths	Denths
Dėmė	L	L	L	L	L	L	L(-)	N	N	N	N
Įrėžimas	N	S	L	L	L	N	L(-)	N	N	N	N
Patrintas laminatas	L	N	L	L	L	S	L(-)	N	N	N	N

Išanalizavus rezultatus galima teigti, jog baltai laminuotai plokštei tinkami visi bandyti parametrai, visi randa defektuotas vietas. Tačiau variantiškumo (svarh), taškų sumos vidurkio (savgh) ir atvirkštinių skirtumo momentų (idmnc) parametru nerekomenduotina naudoti. Taip yra todėl, jog eksperimento metu ant kai kurių defektų šių parametru įverčiai viršijo slenkstinę ribą labai minimaliai. Toks viršijimas nelaikomas patikimu, nes tik pasikeitus sąlygoms bent truputi defekto gali ir nepastebėti.

Eksperimento metu nustatyta, jog juodai laminuotai plokštei, nepaisant koks defektas, tinka tik trys parametrai, kitaip reikia parametras rinktis pagal defekto rūšį. Taip pat pastebėta, jog homogeniškumo parametro įverčiai viršija nustatytą slenkstinę ribą, bet iš grafikų ir bei diskretizuotų įverčių matoma, jog parametras defekto neužfiksuoja (žr. 2 priedas 7 pav.). Taip yra dėl to, jog juodai laminuota plokštė

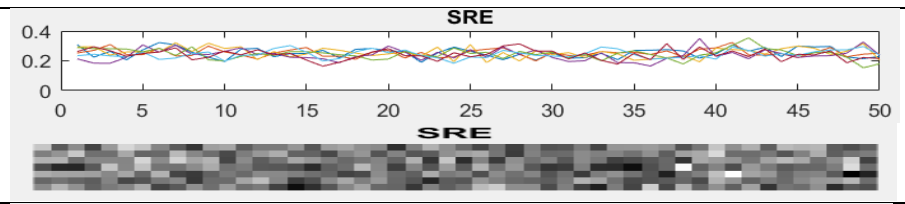
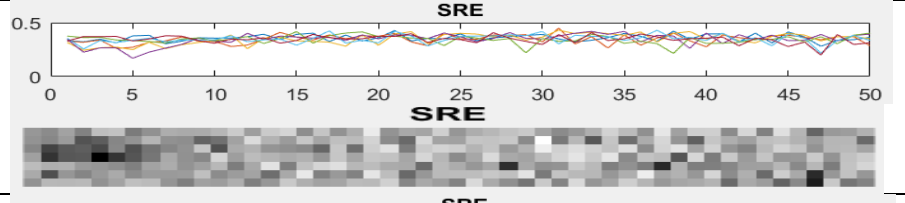
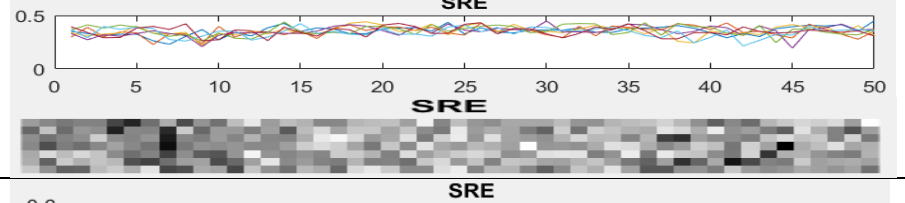
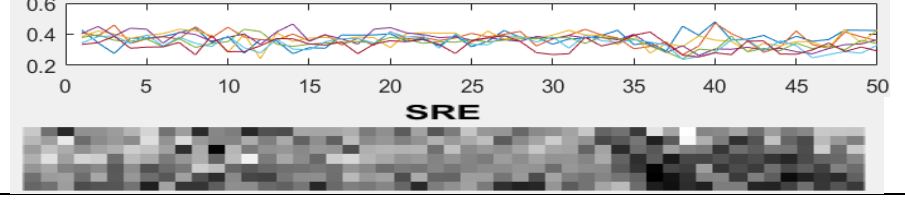
3.3 Kokybės tyrimas naudojant GLRLM metodą

GLRLM metodas kaip ir GLCM metodas nuotrauką sudalinimą į tam tikrą kiekį stulpelių bei eilučių. Kiekviename plotelyje šis metodas apskaičiuoja skirtingas tekstūros savybes. Vaizdo analizavimas naudojantis pasikartojančią pilkų atspalvių matricą skiriasi nuo prieš tai skyriuje nagrinėtos tuo, kad šis metodas ieško gretimų vienodos vertės pikselių skaičiaus.

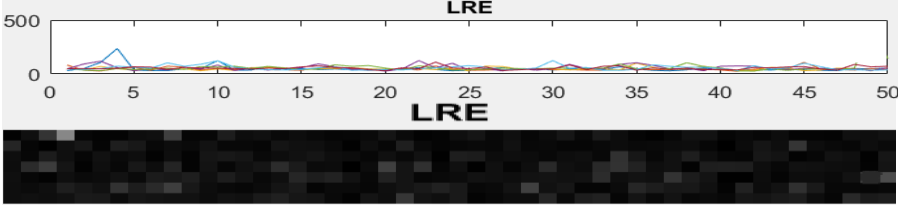
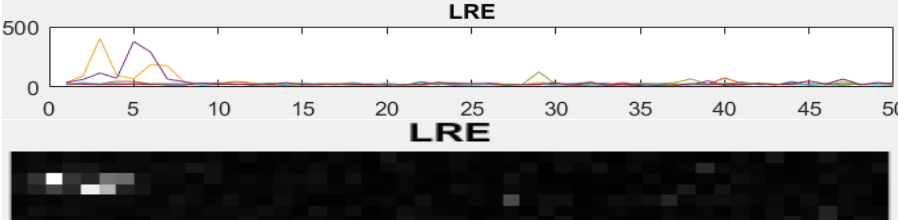
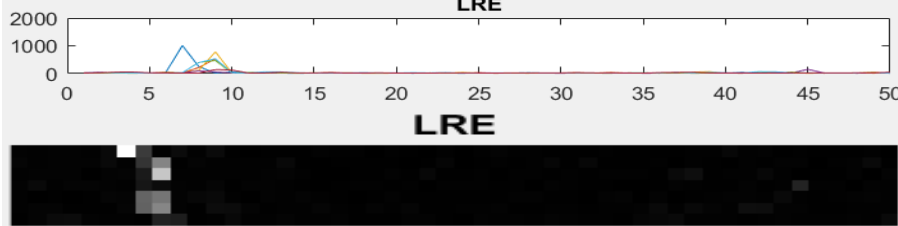
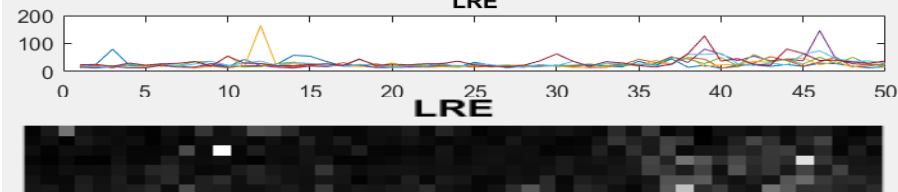
Tiriant šiuo metodu naudosime tas pačias laminuotos medienos drožlių plokščių nuotraukas kurios yra pateiktos 1 priede.

Lentelėse pateikti eksperimento rezultatai su baltai laminuota medžio drožlių plokšte.

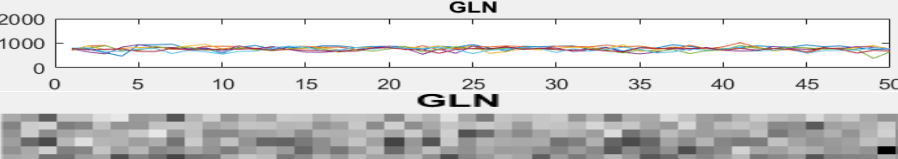
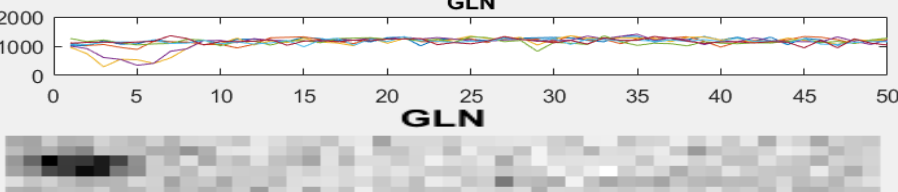
3.15 lentelė. Trumpai pasikartojančio išsiskiriančio šrifto (SRE) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 0,15 iki 0,35
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 0,15 iki 0,4
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 0,2 iki 0,5
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 0,2 iki 0,5

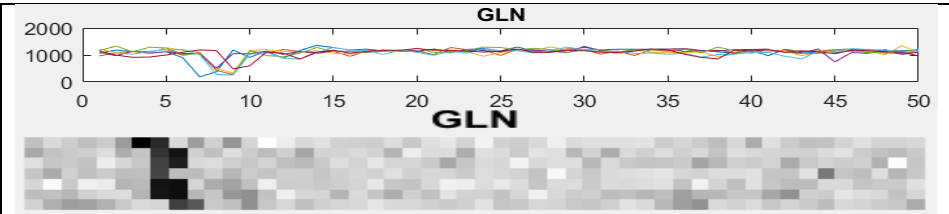
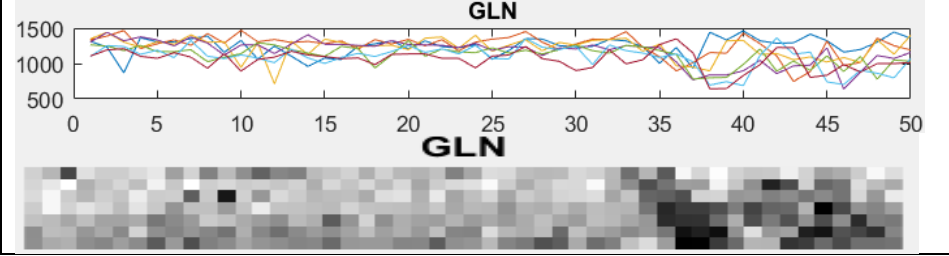
3.16 lentelė. Ilgai pasikartojančio išsiskiriančio šrifto (LRE) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 0 iki 200
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 0 iki 400
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 0 iki 1000
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 0 iki 160

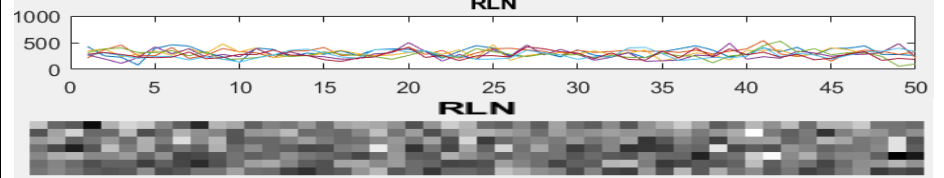
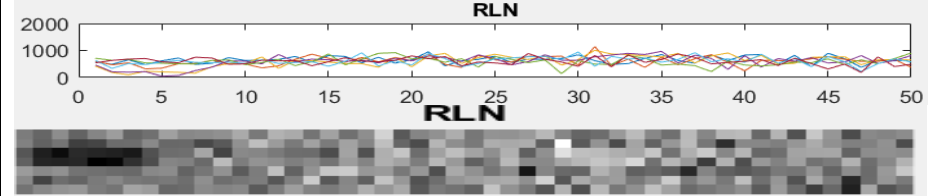
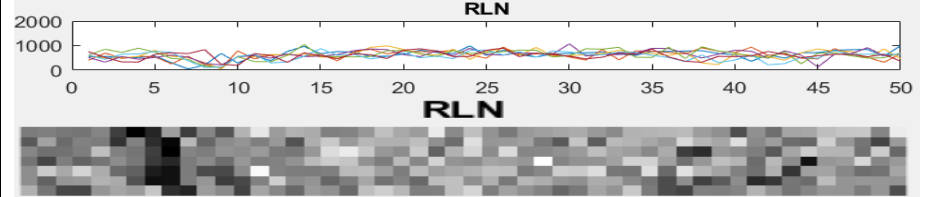
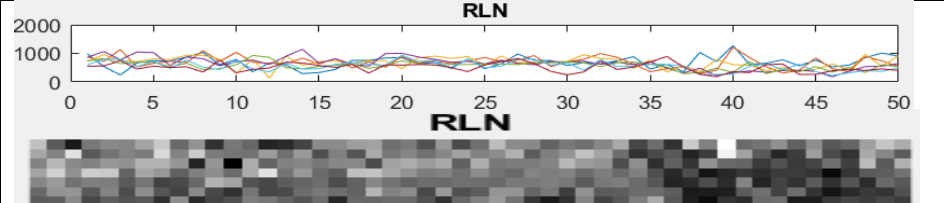
3.17 lentelė. Vienodų pilkų atspalvių pasiskirstymo funkcijos (GLN) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 500 iki 1000
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 300 iki 1300

3.17 lentelės tęsinys

Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 200 iki 1200
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 600 iki 1500

3.18 lentelė. Vienodų pasikartojamųjų pasiskirstymo funkcijos (RLN) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų režiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 150 iki 500
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 50 iki 850
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 50 iki 1000
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 150 iki 1500

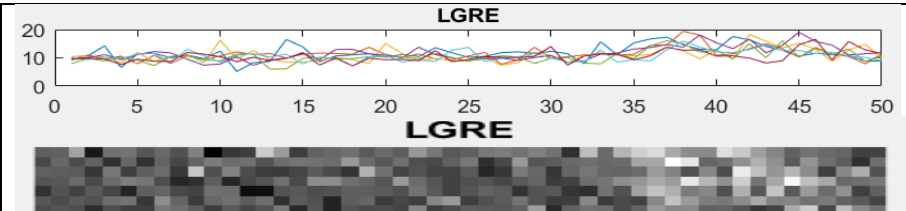
3.19 lentelė. Procentalinis pasikartojumas (RP) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų režiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 0,5 iki 1
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 0,3 iki 1,5
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 0,2 iki 1,4
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 0,5 iki 1,6

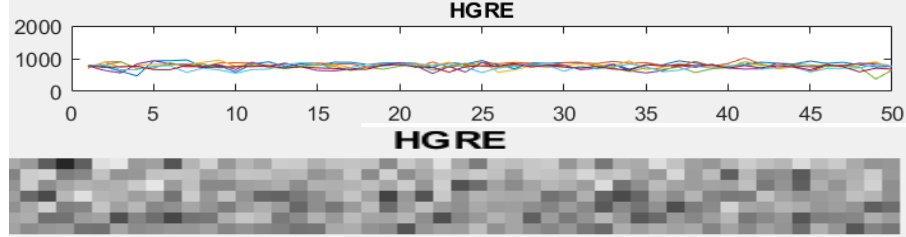
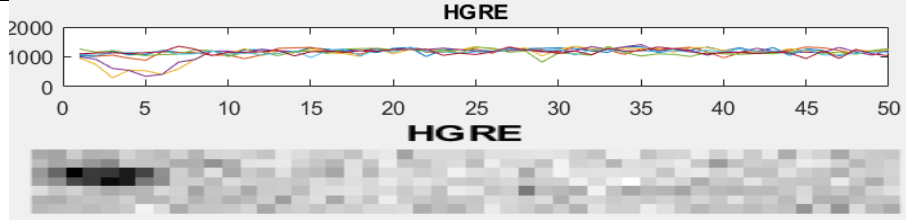
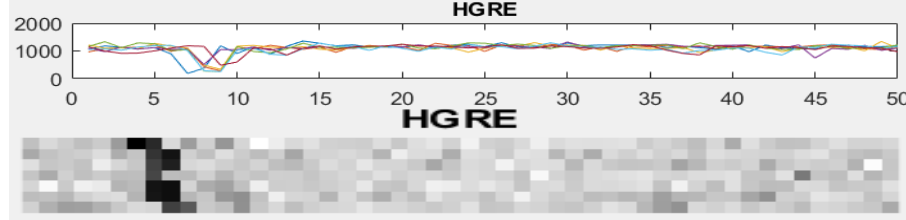
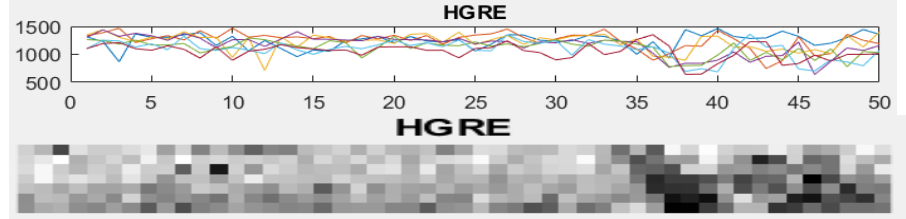
3.20 lentelė. Retai išsiskiriančių pilkų atspalvių pasikartojimo (LGRE) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų režiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 6 iki 16
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 5 iki 20
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 7 iki 20

3.20 lentelės tęsinys

Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 5 iki 20
---	--	--------------

3.21 lentelė. Dažnai išsiskiriančių pilkų atspalvių pasikartojimo (HGRE) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 1 pav.)		Nuo 500 iki 1000
Įmušimas (1 priedas 2 pav.)		Nuo 350 iki 1300
Įtrūkimas (1 priedas 3 pav.)		Nuo 200 iki 1200
Laminato sustorėjimas (1 priedas 4 pav.)		Nuo 600 iki 1500

Toliau lentelėse pateikti juodo laminato medžio plokščių tyrimo rezultatai.

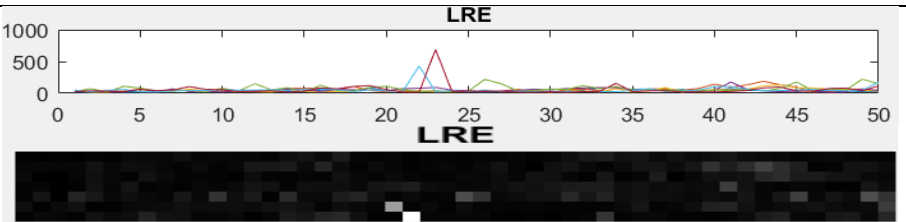
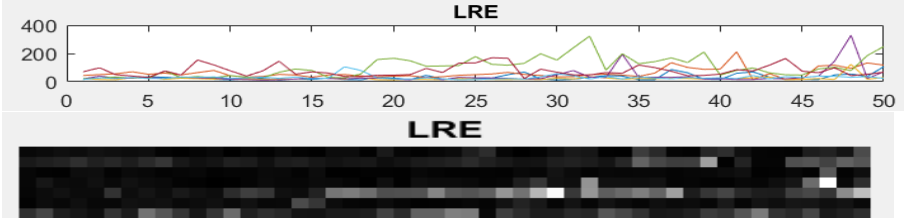
3.22 lentelė. Trumpai pasikartojančio išsiskiriančio šriftos (SRE) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų režiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 0,2 iki 0,4
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 0,2 iki 0,47
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 0,2 iki 0,5
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 0,2 iki 0,5

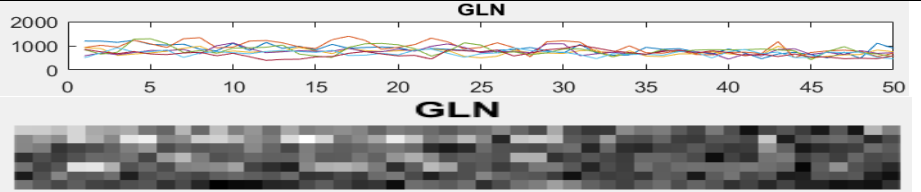
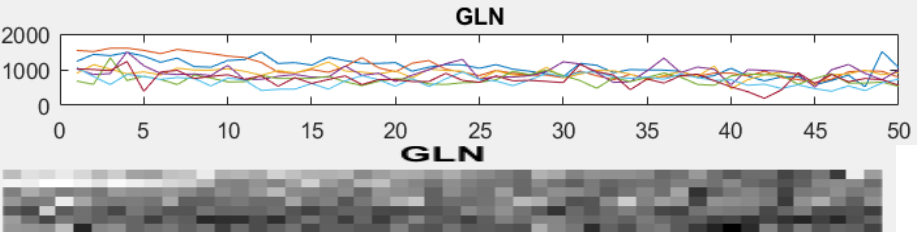
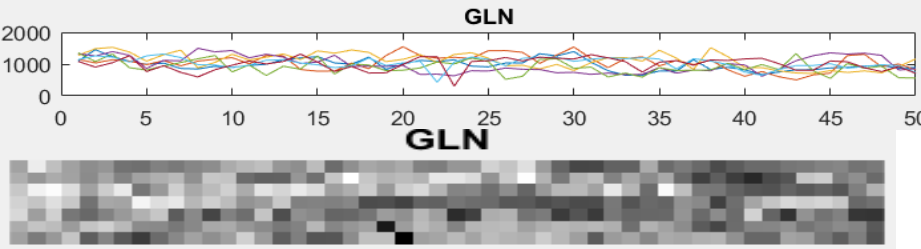
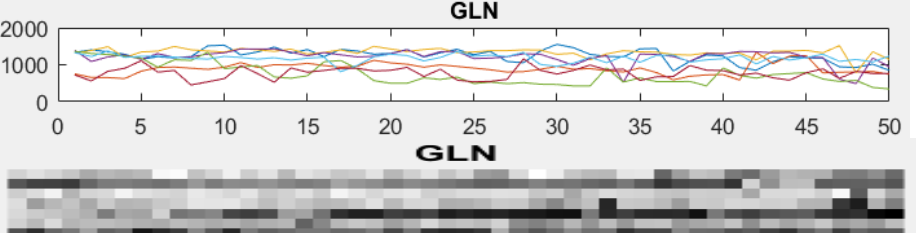
3.23 lentelė. Ilgai pasikartojančio išsiskiriančio šrifto (LRE) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų režiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 0 iki 200
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 0 iki 600

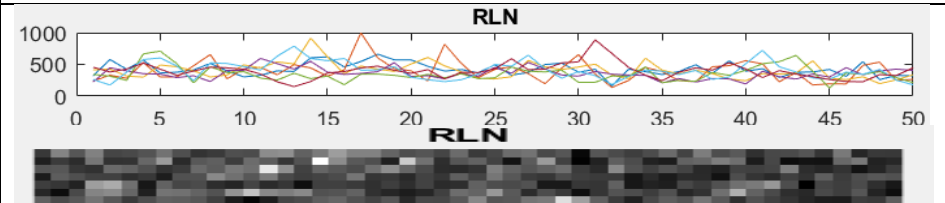
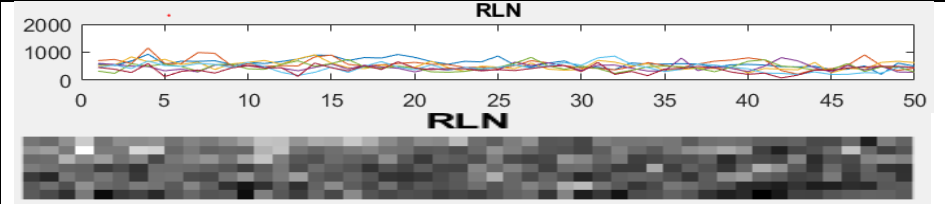
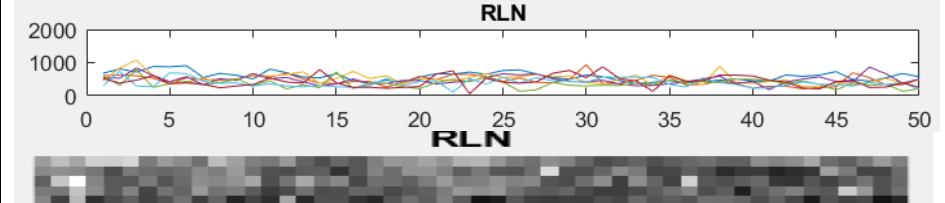
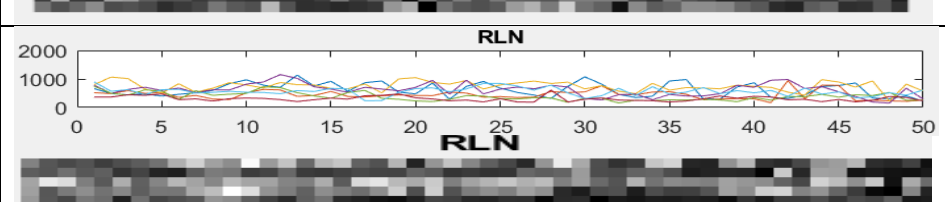
3.23 lentelės tęsinys

Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 0 iki 800
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 0 iki 160

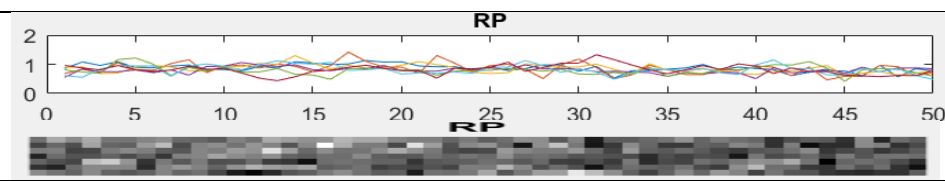
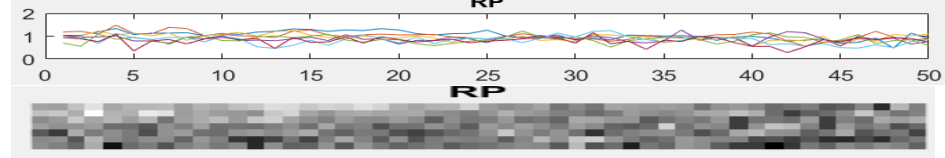
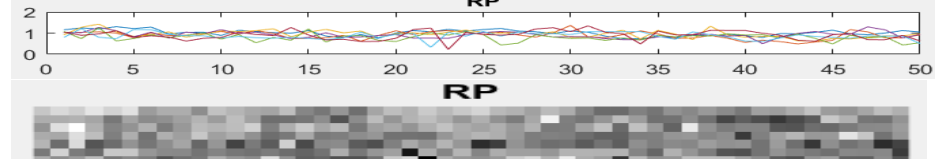
3.24 lentelė. Vienodų pilkų atspalvių pasiskirstymo funkcijos (GLN) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų režiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 400 iki 1400
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 200 iki 1600
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 200 iki 1500
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 600 iki 1500

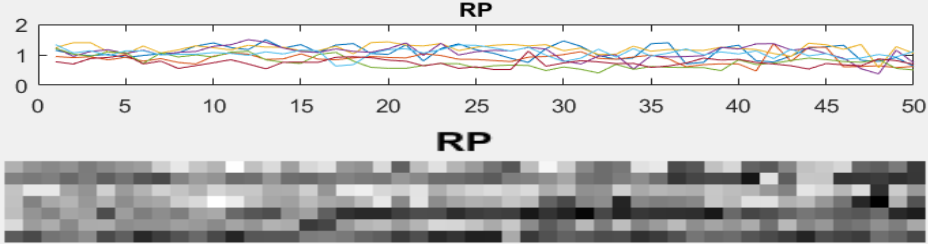
3.25 lentelė. Vienodo pasikartojamumo pasiskirstymo funkcijos (RLN) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 150 iki 1000
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 50 iki 1200
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 100 iki 1000
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 150 iki 1500

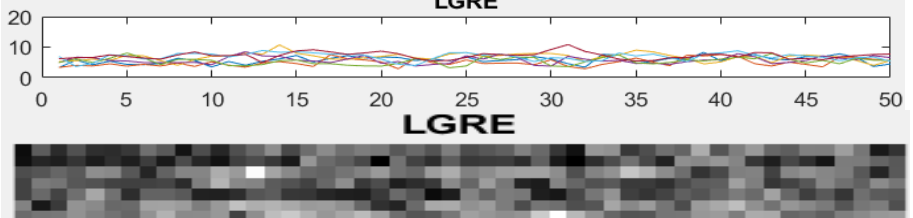
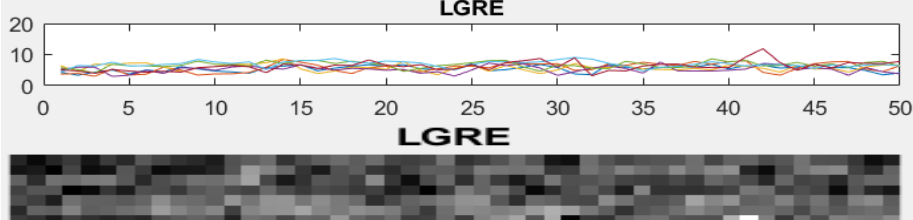
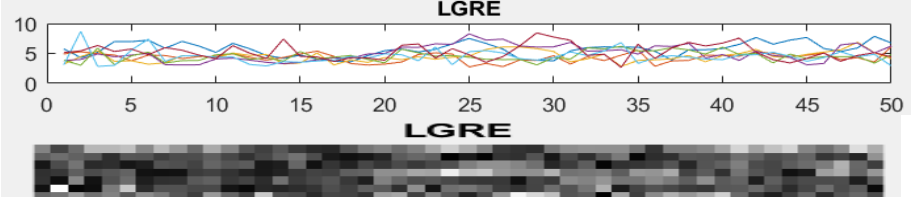
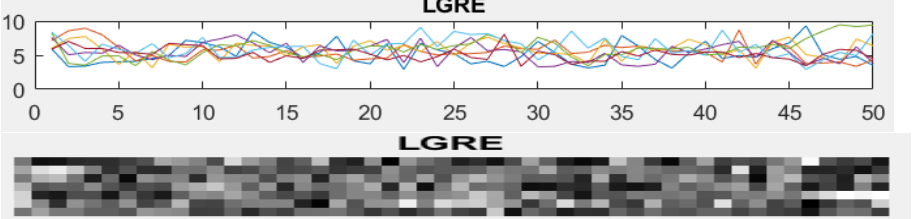
3.26 lentelė. Procentalinio pasikartojamumo (RP) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 0,5 iki 1,4
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 0,4 iki 1,5
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 0,2 iki 1,4

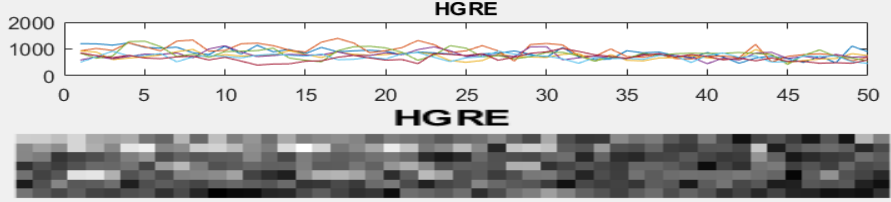
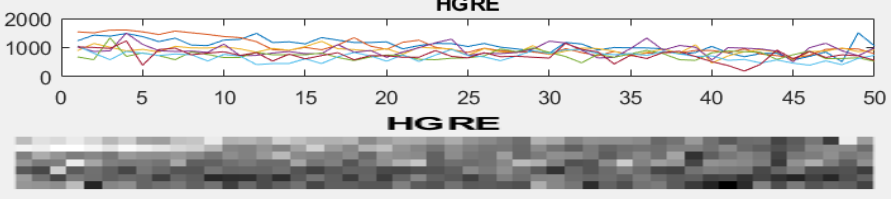
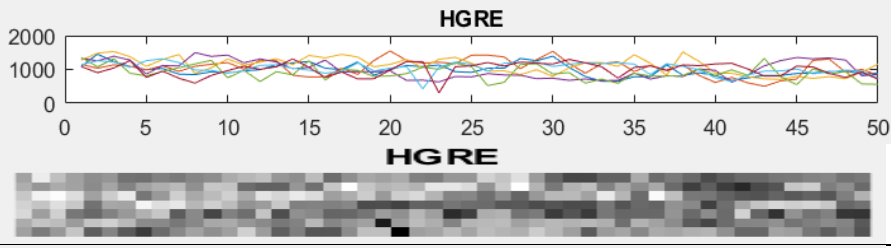
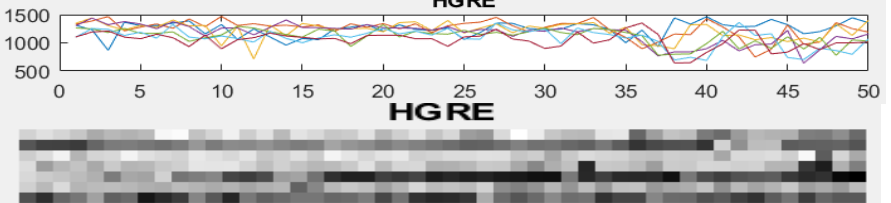
3.26 lentelės tęsinys

Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 0,5 iki 1,6
---	--	-----------------

3.27 lentelė. Retai išsiskiriančių pilkų atspalvių pasikartojimo (LGRE) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų režiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 2 iki 11
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 2 iki 12
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 2 iki 8
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 3 iki 9

3.28 lentelė. Dažnai išsiskiriančių pilkų atspalvių pasikartojimo (HGRE) parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 500 iki 1500
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 200 iki 1600
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 200 iki 1200
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 600 iki 1500

Gautiems rezultatams nustatomos slenkstinės ribos. Jos nustatomos remiantis parametru įverčių grafikai. Ribos pateiktos 3.29 lentelėje

3.29 lentelė. Slenkstinės ribos GLRLM metodui

Laminato spalvos	Parametrai						
	SRE	LRE	GLN	RLN	RP	LGRE	HGRE
Balto laminato	>0,35	>200	>1000	>500	>1	>16	>1000
Juodo laminato	>0,4	>200	>1400	>1000	>1,4	>11	>1500

Nusistačius ribas, rezultatai apibendrinami ir surašomi į lentelę. Lentelėje nurodytas defektas yra priskiriamas pagal sugalvotą žymėjimą prie kiekvieno parametro. Tokiu būdu bus aiškiai matyti ar parametras tinkamas tokio tipo defektui nustatyti ar ne.

Lentelėse esančio žymėjimo reikšmės: L- labai gerai mato, S-sunkiai mato, N-nemato.

3.30 lentelė. Juodai laminuotos plokštės rezultatų apibendrinimas

Defektų rūšys	Parametrai						
	SRE	LRE	GLN	RLN	RP	LGRE	HGRE
Dėmė	S	L	L	L	S	S	S
Įrėžimas	S	L	L	N	N	N	N
Patrintas laminatas	S	N	L	L	S	N	N

Pilkų pasikartojančių atspalvių metodas juodai laminuotai plokštei turi tik viena parametras, kuris universaliai tinka visiems pateiktiems defektams. Tai yra vienodų pilkų atspalvių pasiskirstymo funkcija (GLN), toliau dar galima naudoti vienodų pasikartojamumo pasiskirstymo funkcijos parametras (RLN), tačiau šis parametras netinka ieškoti įrėžimus. Įrėžimus kaip ir dėmes labai gerai atpažįsta ilgai pasikartojančio išsiskiriančio šrifto parametras (LRE), tačiau šis netinkamas naudoti patrintam laminatui.

Taigi apibendrinant gautus rezultatus matome, kad GLRLM metodas nėra rekomenduotinas tiriant margus paviršius. Turi tik vieną parametras, kai tuo tarpu GLCM turi tris.

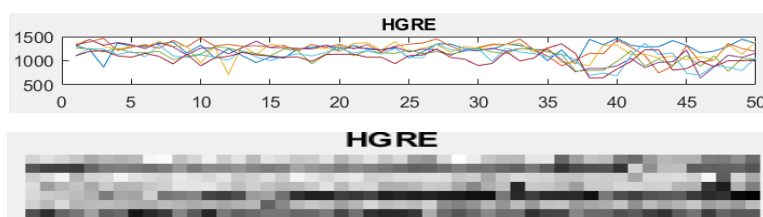
Toliau yra apibendrinami baltos laminuotos medžio drožlių plokštės rezultatai.

3.31 lentelė. laminuotos plokštės rezultatų apibendrinimas

Defektų rūšys	Parametrai						
	SRE	LRE	GLN	RLN	RP	LGRE	HGRE
Įmušimas	L	L	L	L	S	S	S
Įtrūkimas	L	L	L	N	N	N	N
Laminato sustorėjimas	L	N	L	L	S	N	N

Lentelėse žymima L- labai gerai mato, S-sunkiai mato, N-nemato.

Iš rezultatų matyti, jog baltos plokštės defektus mato daugiau parametras, tačiau atidžiau atkreipus dėmesį į aukščiau lentelėse pavaizduotus diskretinius vaizdus ir įverčių grafikus matome, jog kai kurie parametrai kad ir gerokai perlipa slenkstinę ribą, tačiau juose nesimato jokio defekto. Tenai atsiranda apšvietimo triukšmas. Pavyzdys pateiktas 3.9 pav.



3.9 pav. Įverčių atvaizdavimas grafiku, diskretizuotas vaizdas.

3.4 Metodų greitaveikos lyginimas

Šių metodų greitaveiką tirsime pasinaudodami matlab pakete esančia funkcija *tic toc*. Tic funkcija skirta paleisti chronometro laikmatį. Po to sudaromas nulių masyvas nuo kurio ir bus pradedamas skaičiuoti laikas.

Greitaveikos tikrinimas vyksta kiekvienam metodui užduodant vis kitą eilučių bei stulpelių skaičių. Tai yra apkraunant vis su daugiau skaičiavimų

3.32 Lentelė. Rezultatai gauti tikrinant su GLCM metodu

Stulpelių/Eilučių Skaičius	Balto laminato laikas	Juodo laminato laikas
20/3	15,1	14,01
20/4	17,71	18,08
30/3	19,86	20,73
30/4	28,02	27,97
40/3	28,55	28,07
40/4	39,11	39,1
50/3	36,12	37,1
50/4	54,3	54,1
50/5	73,34	73,7
50/7	125,12	123,6
	43,7	43,6

3.32 lentelė. Rezultatai gauti tikrinant su GLRLM metodu

Stulpelių/Eilučių Skaičius	Balto laminato laikas	Juodo laminato laikas
20/3	15,1	15,26
20/4	20,34	19,69
30/3	23,24	22,7
30/4	33,32	31,93
40/3	33,2	31,99
40/4	49,11	46,5
50/3	43,93	42,2
50/4	66,3	63,14
50/5	93,34	90,19
50/7	158,464	154,56
	50,3	51,8

Pagal gautus greitaveikos duomenis, kurie yra nurodyti lentelėse 3.14 ir 3.15 galima teigti, jog greitesnis metodas yra GRM. Baltai 6,6s greičiau, juodai 8,2s .

Išvados

1. Atlikus literatūros analizę nustatyta, kad OSB laminuotų plokščių gamybos metu atsiranda gamybos defektų (įspaudai, įbrėžimai, mušimai ar sutepimai) ir juos pageidautina aptikti ankstyvoje baldų gamybos stadijoje.

2. Margo paviršiaus tekstūrai aprašyti iš nespalvoto paveikslo tirta pilkų atsitiktinių atspalvių (GLCM) ir pilkų pasikartojančių atspalvių (GLRLM) metodai, kurie pasirinktame vaizdo plote skaičiuoja 11 (GLCM) ir 7 (GLRLM) požymius. Kai kurių iš šių požymių (pvz : SRE, GLN, homop) skaitinės vertės skiriasi ant paviršių kai defekto nėra ir kai jis yra.

3. Pritaikius pilkų atsitiktinių atspalvių ir pilkų pasikartojančių atspalvių metodus paviršių požymiai rasti, nustatyta, kad jie yra jautrūs paviršiaus apšvietumo netolygumui. Šiame darbe pasiūlitas apšvietimo netolygumo kompensavimo būdas, kuris yra paremtas antrojo laipsnio polinomu

4. Ištyrus GLCM ir GLRLM galimybes laminuotų medžio drožlių plokščių paviršiaus defektams aptikti eksperimentiškai atrinkti šių metodų požymiai ir slenksčiai tinkantys nustatyti defekto vietą.

5. Patikrinus ir palyginus metodų greitaveiką prie tų pačių sąlygų GRCM metodas veikia greičiau. Juodos skaičiavimus atlieka 8,2s greičiau, baltos 6,6s.

Literatūros sąrašas

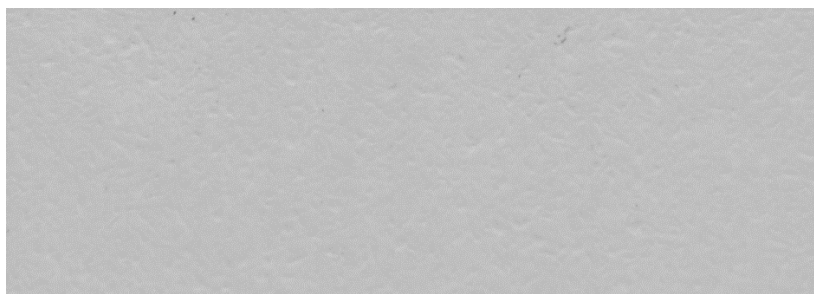
1. Donatas Dervinis, „Vaizdų apdorojimas“ TEV, 2012 [Prieiga per internetą]. Internetinis adresas <https://www.ebooks.ktu.lt/eb/451/vaizdu-apdorojimas>
2. Acharya T., Ray A. K. „*Image processing: principles and applications*. Hoboken [N. J.]; WileyInterscience, 2005. [Prieiga per internetą]: https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=s mBw4- xvfrIC&oi=fnd&pg=PR7&dq=image+processing+principles+and+applications&ots=FXJ_5 LxXEE&sig=EMa1YIKmPsG09XO7_F3Ynmcltk&redir_esc=y#v=onepage&q=image%20 processing%20principles%20and%20applications&f=false
3. , Adrian Ford, Alan Roberts, “Colour Space Conversions”, August 11, 1998(b). Prieiga per internetą: <http://www-db.disi.unibo.it/courses/SI-M/papers/BCP05.pdf>.
4. Adrian M.G Helander , T.K. Landauer, P.V. Prabhu, “Handbook of human-computer interaction”. Elsevier Science B. V. Second Edition. p.p 595-597. North-Holland imprint, 1997.
5. Noor A. Ibraheem, Mokhart M. Hasan, Rafiqul Z. Khan “Understanding Color Models: A Review”. 2012. [Prieiga per internetą] http://www.haralick.org/DV/understanding_color_models.pdf
6. Che-Yen Wen, Chun-Ming Chou, “Color Image Models and its Applications to Document Examination”, Forensic Science Journal. pp. 23-32 .Vol. 3(1). 2004. [Prieiga per internetą]; <https://www.slideshare.net/TeadyMatius/binarisasi-citra-menggunakan-pencocokan-piksel>
7. K.N. Plataniotis and A.N. Venetsanopoulos, “Color Image Processing and Applications”, Springer Verlag, February 18, 2000 <http://www.comm.toronto.edu/~kostas/Publications2008/pub/bookchapters/2000-SpringerMonograph.pdf>
8. Adrian Ford, Alan Roberts 1998. “Colour space conversions” [Prieiga per internetą] <http://sites.biology.duke.edu/johnsenlab/pdfs/tech/colorconversion.pdf>
9. R. Szeliski, *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Springer Science & Business Media, 2010
10. R. Jain, R. Kasturi, and B. G. Schunck, *Machine vision*. New York: McGraw-Hill, 1995
11. E. R. Davies, *Machine Vision: Theory, Algorithms, Practicalities*. Elsevier, 2014.
12. A. G. Flesia, G. Ames, G. Bergues, L. Canali, and C. Schurrer, “Sub-pixel straight lines detection for measuring through machine vision,” in *Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC) Proceedings, 2014 IEEE International*, 2014, pp. 402–406

13. H. I. Çelik, L. C. Dülger, and M. Topalbekiroğlu, "Development of a machine vision system: real-time fabric defect detection and classification with neural networks," *J. Text. Inst.*, vol. 105, no. 6, pp. 575–585, Jun. 2014
14. H. Zhang and D. Li, "Applications of computer vision techniques to cotton foreign matter inspection: A review," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 109, pp. 59–70, Nov. 2014.
15. T. Ding and D. Jia, "Detection of similar targets using multiple color space feature fusion," *J Tsinghua Univ Sci Technol*, vol. 46, no. 2, pp. 179–179, 2006.
16. F. Zhou and T. Ding, "Detection of Cotton Lint Trash Within the Ultraviolet–Visible Spectral Range," *Appl. Spectrosc.*, vol. 64, no. 8, pp. 936–941, Aug. 2010.
17. A. Pai, H. Sari-Sarraf, and E. F. Hequet, "Recognition of Cotton Contaminants via X-Ray Microtomographic Image Analysis," *IEEE Trans. Ind. Appl.*, vol. 40, no. 1, pp. 77–85, Jan. 2004.
18. C. Hua, Z. Su, L. Qiao, and J. Shi, "White foreign fibers detection in cotton using line laser," *Trans CSAM*, vol. 43, no. 2, pp. 181–185, 2012.
19. Y. Jiang and C. Li, "Detection and Discrimination of Cotton Foreign Matter Using Push-Broom Based Hyperspectral Imaging: System Design and Capability," *PLOS ONE*, vol. 10.
20. S. Hosseinpour, S. Rafiee, S. S. Mohtasebi, and M. Aghbashlo, "Application of computer vision technique for on-line monitoring of shrimp color changes during drying," *J. Food Eng.*, vol. 115, no. 1, pp. 99–114, Mar. 2013
21. Y. Al Ohali, "Computer vision based date fruit grading system: Design and implementation," *J. King Saud Univ. - Comput. Inf. Sci.*, vol. 23, no. 1, pp. 29–36, Jan. 2011.
22. J. Ke, Y. Hu, J. Wen, and L. Mao, "Automatic Detection System of Surface Defects on Metal Film Resistors Based on Machine Vision," in *Proceedings of the 21st International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management 2014*, E. Qi, J. Shen, and R. Dou, Eds. Paris: Atlantis Press, 2015, pp. 415–418.
23. L. A. Martins, F. L. Pádua, and P. E. Almeida, "Automatic detection of surface defects on rolled steel using computer vision and artificial neural networks," in *IECON 2010-36th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society*, 2010, pp. 1081–1086
24. T. Kohonen, *Self-Organizing Maps*, vol. 30. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2001.
25. D.-M. Tsai and J.-Y. Luo, "Mean Shift-Based Defect Detection in Multicrystalline Solar Wafer Surfaces," *IEEE Trans. Ind. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 125–135, Feb. 2011.

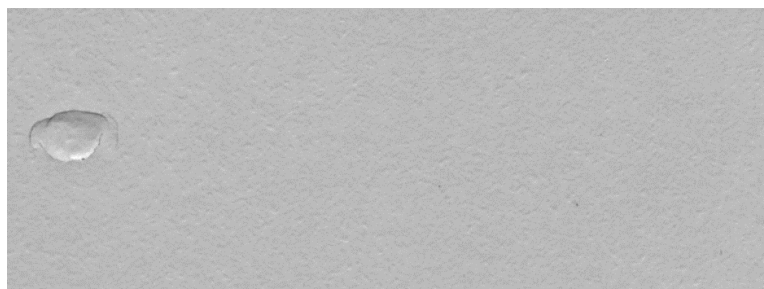
26. H.-N. Yen and M.-J. Syu, "Inspection of polarizer tiny bump defects using computer vision," in Consumer Electronics (ICCE), 2015 IEEE International Conference on, 2015, pp. 525–527
27. Xiaoou Tang. Texture Information in Run-Length Matrices. In: IEEE Transactions on image processing, vol. 7, No. 11, november 1998
28. P. Kasparaitis „Skaitmeninis vaizdų apdorojimas. Vaizdo apdorojimas. Sričių kraštai“ 2008. Vilniaus Universitetas, Matematikos ir informatikos fakultetas
29. IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 9, Issue 3, No 3, May 2012 GLCM Textural Features for Brain Tumor Classification

Priedai

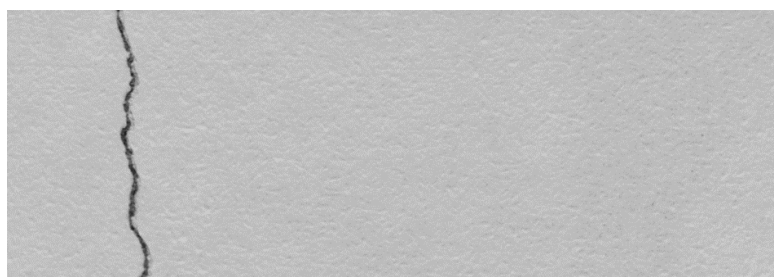
1 priedas. Laminuotų medžio plokščių pavyzdžiai



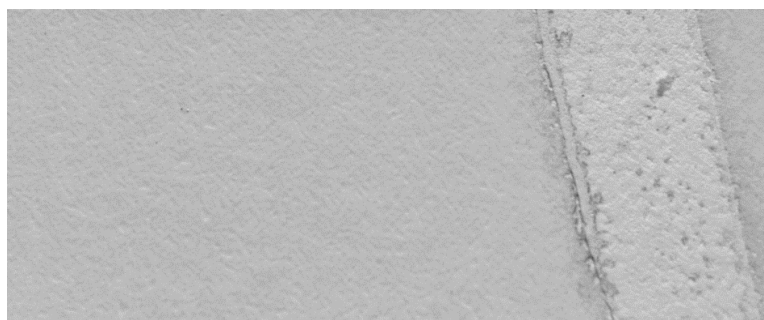
1 pav. Balto laminato plokštė be defekto



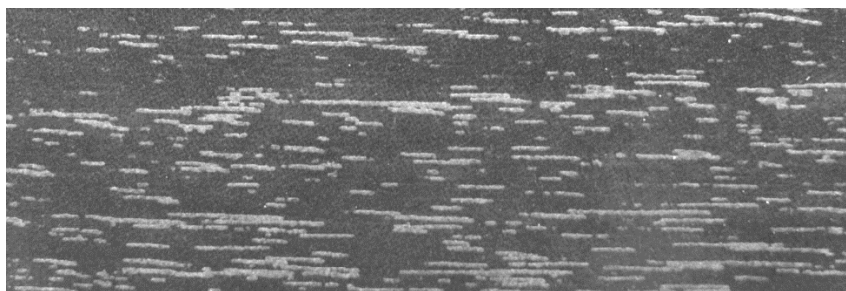
2 pav. Balto laminato plokštė su įmušimu



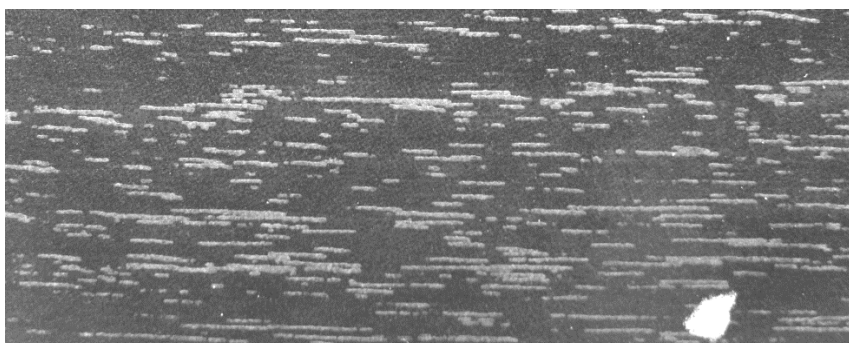
3 pav. Balto laminato plokštė su įtrūkimu



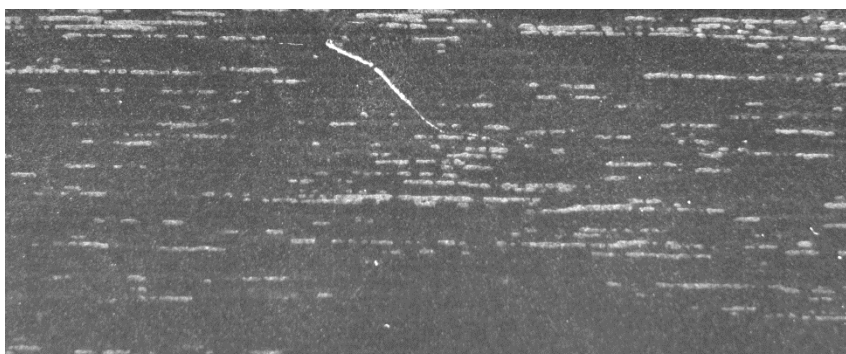
4 pav. Balto laminato plokštė su laminato sustorėjimu



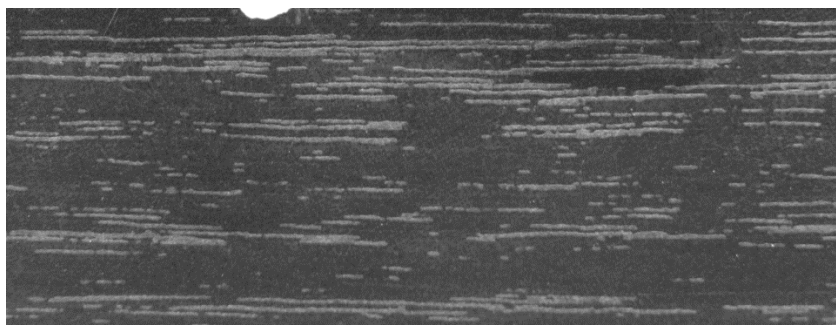
5 pav. Juodo laminato plokštė be defekto



6 pav. Juodo laminato plokštė su dėme



7 pav. Juodo laminato plokštė su įrėžimu



8 pav. Juodo laminato plokštė su nuskilimu

2 priedas. Juodai laminuotos medžio plokštės rezultatai su GLCM

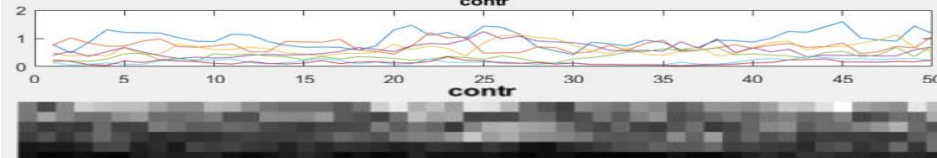
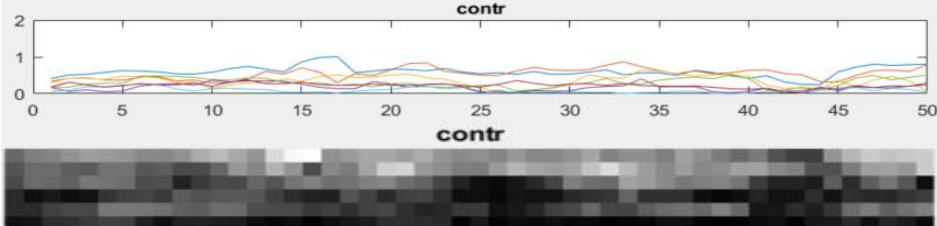
1 lentelė. Koreliacijos parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų režiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 0,2 iki 0,8
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 0 iki 0,95
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 0 iki 0,75
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 0 iki 0,9

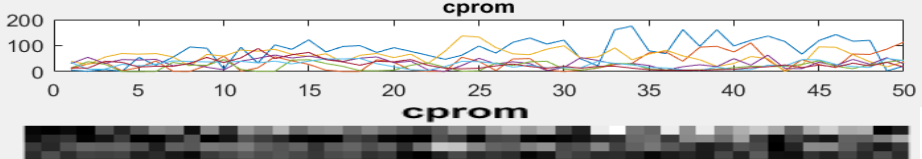
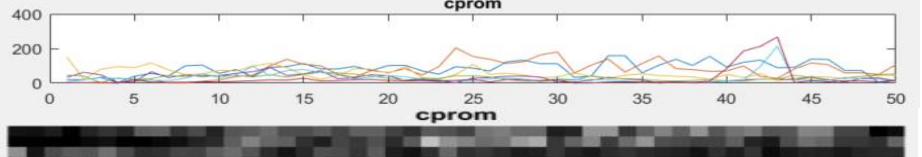
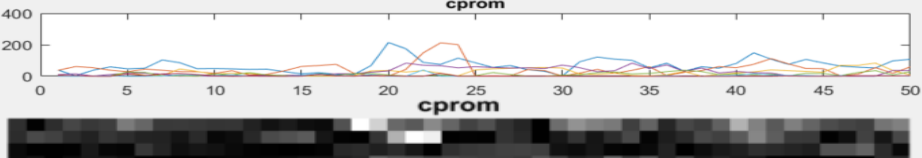
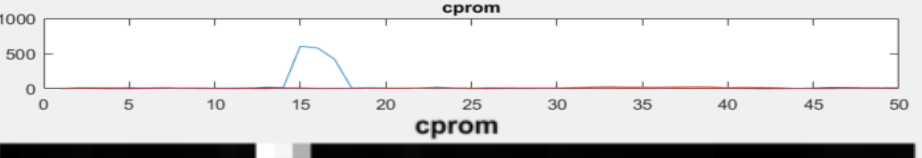
2 lentelė. Kontrasto parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų režiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 0,2 iki 1,5
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 0 iki 2

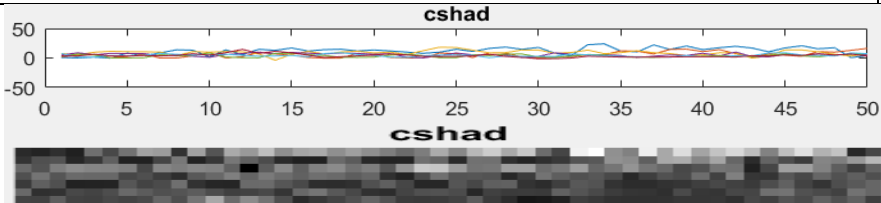
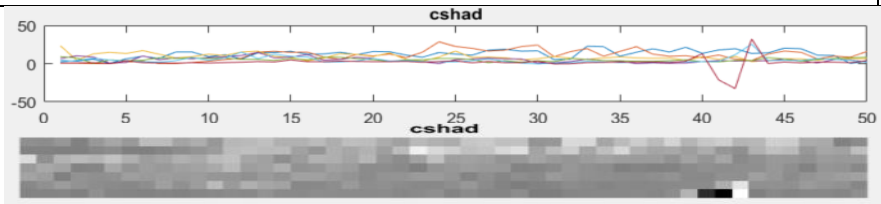
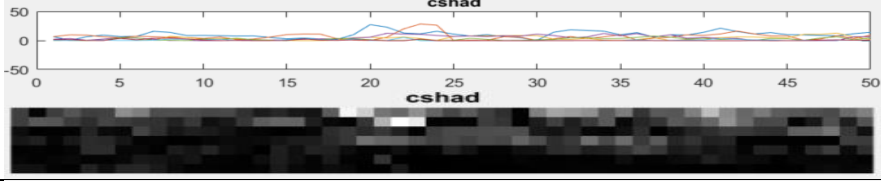
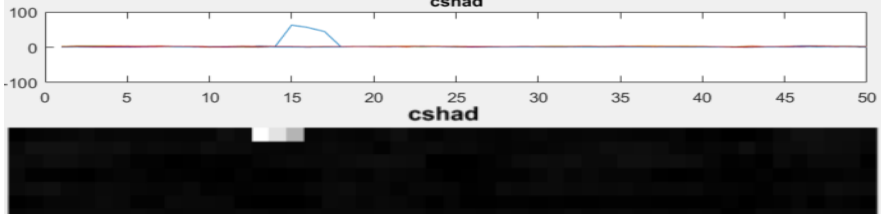
2 lentelės tęsinys

Įrežimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 0 iki 1,58
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 0 iki 1

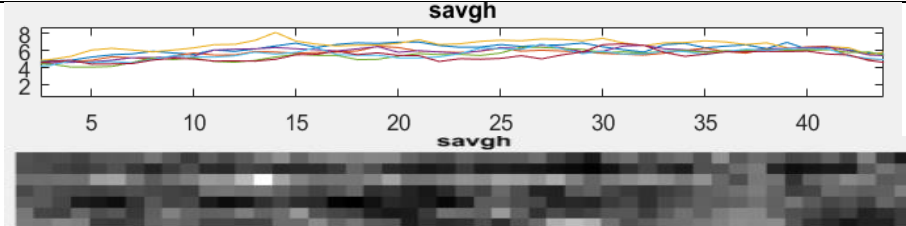
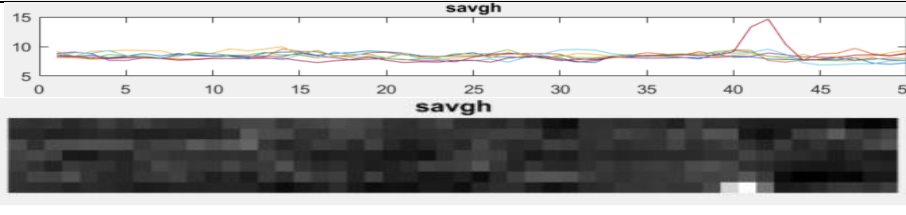
3 lentelė. Išskirtinimų sugrupavimas parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 0 iki 180
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 0 iki 250
Įrežimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 0 iki 220
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 0 iki 600

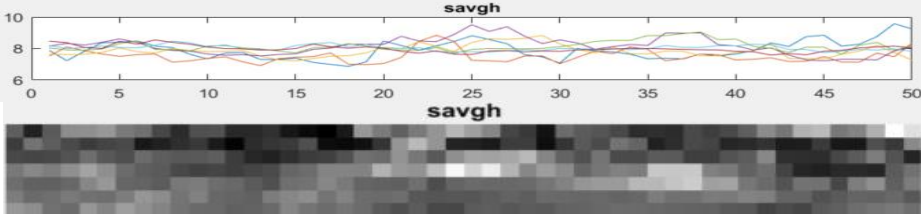
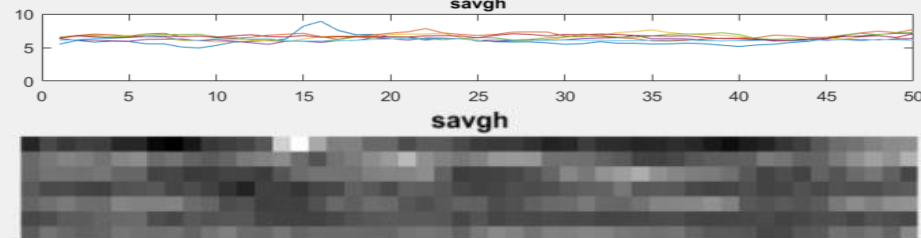
4 lentelė. Šešėlių sugrupavimo parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 0 iki 20
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo -40 iki 30
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 0 iki 30
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 0 iki 60

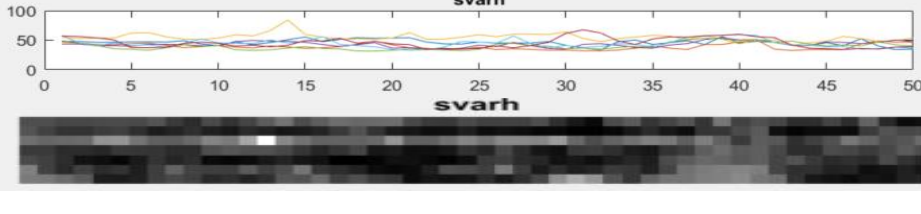
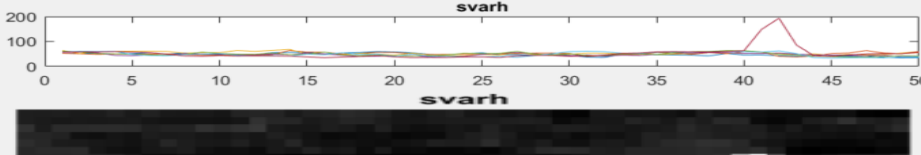
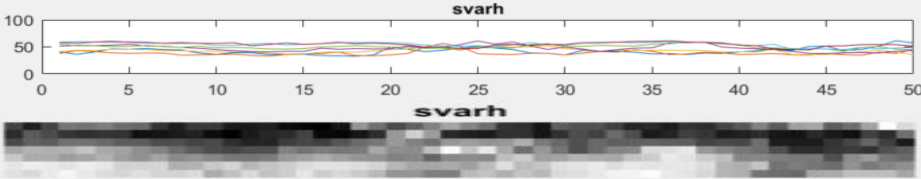
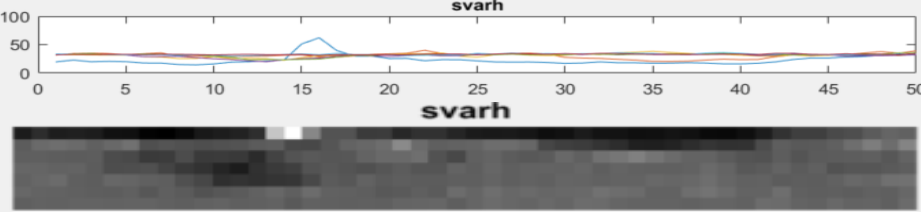
5 lentelė. Taškų sumos vidurkio parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 4 iki 8
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 7 iki 15

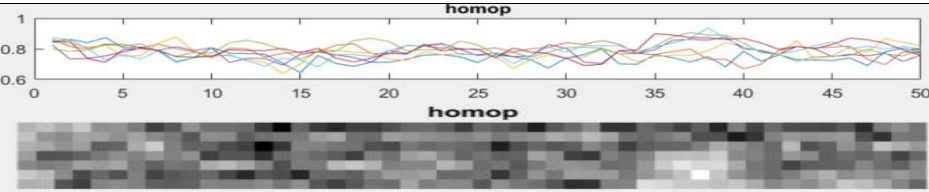
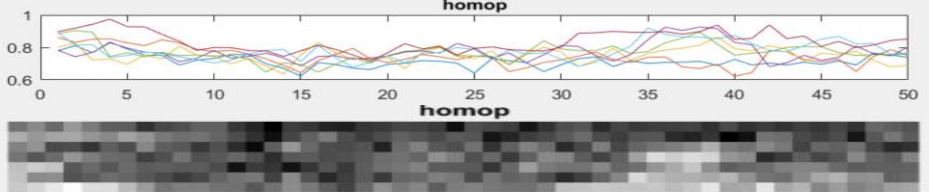
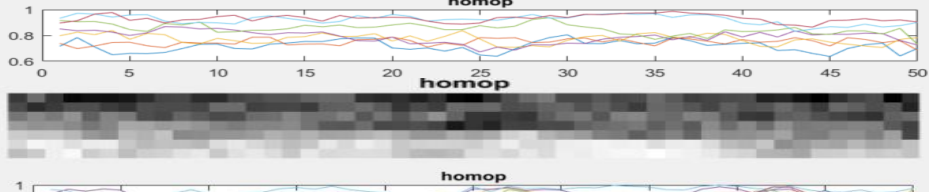
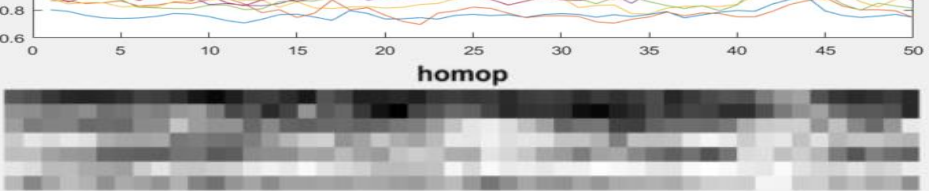
5 lentelės tęsinys

Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 7 iki 10
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 5 iki 9

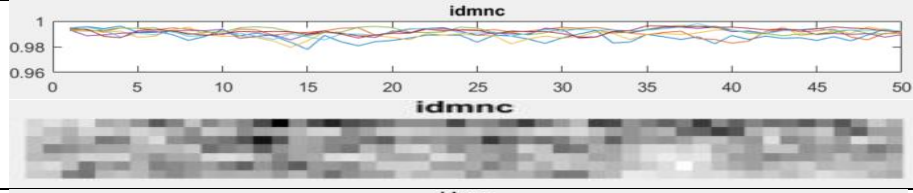
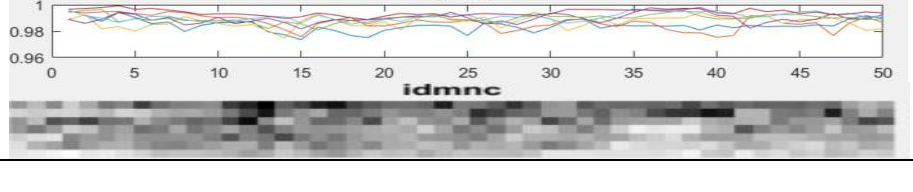
6 lentelė. Variantiškumo parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų režiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 40 iki 60
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 40 iki 190
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 30 iki 60
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 15 iki 63

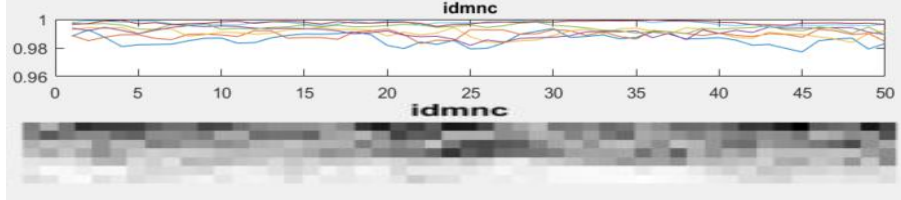
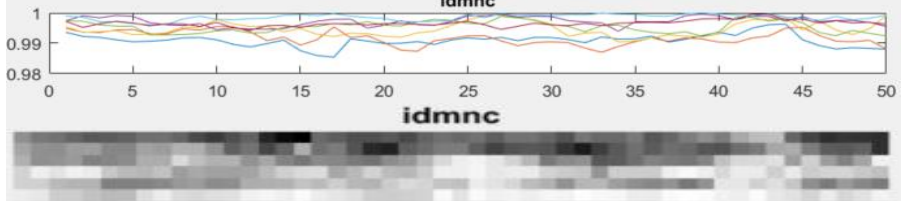
7 lentelė. Homogeniškumas parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 0,65 iki 0,92
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 0,62 iki 0,94
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 0,65 iki 0,98
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 0,7 iki 1

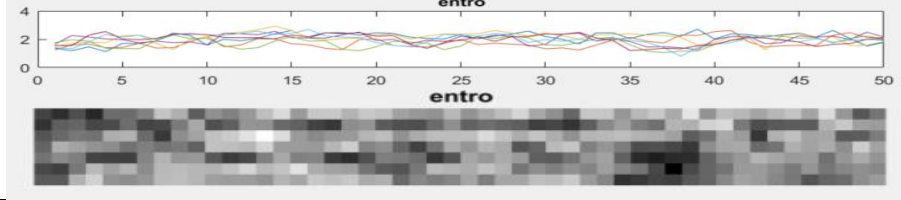
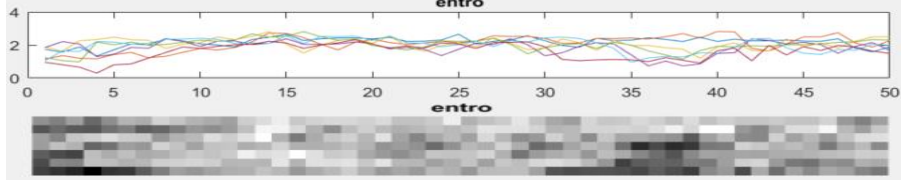
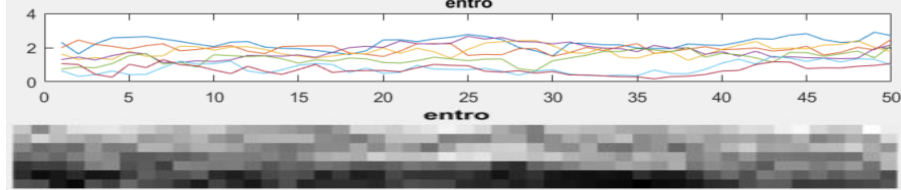
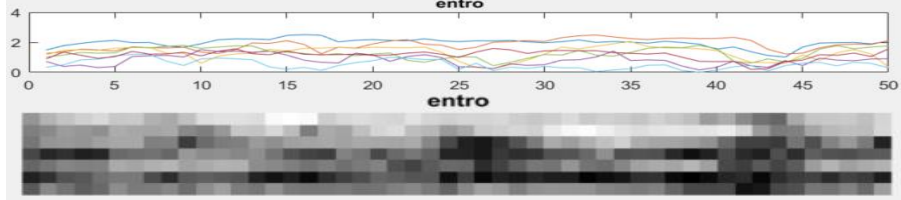
8 lentelė. Atvirkštinių skirtumų momentų parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 0,98 iki 1
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 0,975 iki 1

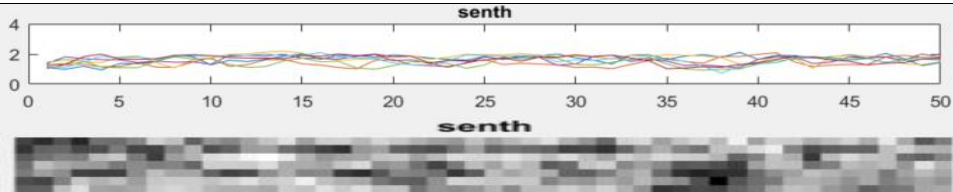
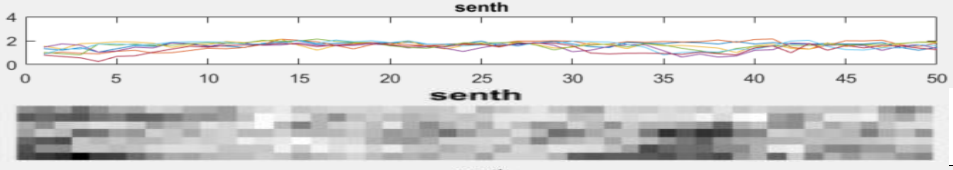
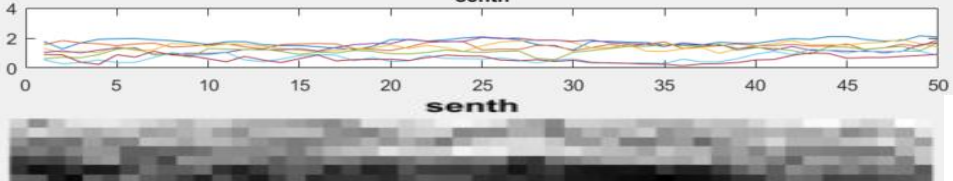
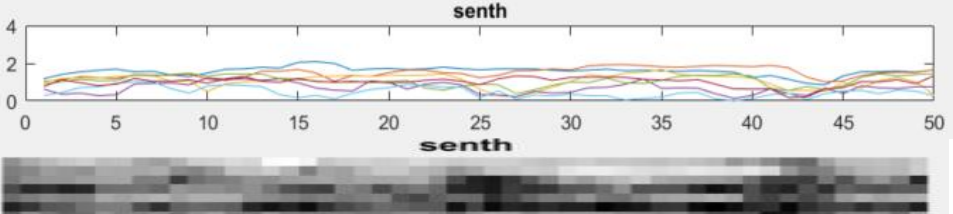
8 lentelės tęsinys

Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 0,978 iki 1
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 0,985 iki 1

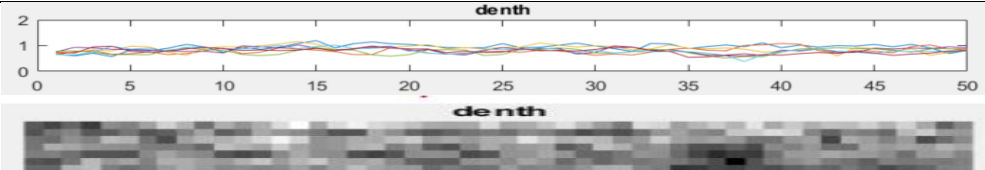
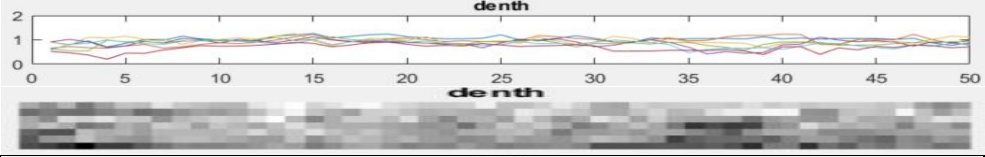
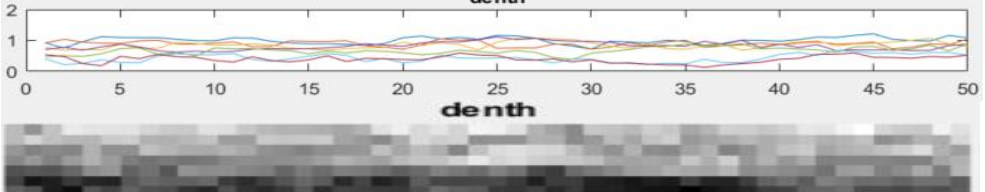
9 lentelė. Entropijos parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 0,8 iki 2,8
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 0,3 iki 2,8
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 0,1 iki 2,8
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 0 iki 2,5

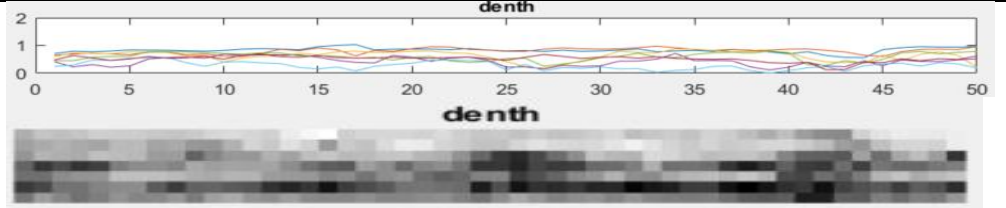
10 lentelė. Sumos entropijos parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 0,8 iki 2,1
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 0,2 iki 2
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 0 iki 2,1
Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 0 iki 2

11 lentelė. Skirtumo entropijos parametro įverčių grafikai su diskretizuotais vaizdais, bei svyravimų ribomis

Defekto rūšis	Taškų kitimas x ašimi	Įverčių svyravimų rėžiai
Be defekto (1 priedas 5 pav.)		Nuo 0,4 iki 1,2
Dėmė (1 priedas 6 pav.)		Nuo 0,1 iki 1,2
Įrėžimas (1 priedas 7 pav.)		Nuo 0,1 iki 1,2

11 lentelės tęsinys

Patrintas laminatas (1 priedas 8 pav.)		Nuo 0 iki 1
--	--	----------------

3 priedas. GLCM ir GLRLM kodai *Matlab* programoje

```
clear all
close all
tic

A = rgb2gray(imread('juodag100.jpg'));
nCol = 50; %// number of Col blocks
nRow = 7;

A=imresize(A, [nRow*floor(477/nRow) nCol*floor(2444/nCol)]);
%// number of Row blocks

m = size(A,1)/nRow; %// Sub-matrix row size (Should be an integer)
n = size(A,2)/nCol; %// Sub-matrix column size (Should be an integer)

%%figure(1);imshow(A); %// show original image
figure;
subplot(2,1,1);imshow(A);
hold on;
out1 = reshape(permute(A,[2 1 4 3]),size(A,2),m,[],size(A,3));
out2 = permute(reshape(permute(out1,[2 1 3 4]),m,n,[],size(A,3)),[1 2 4 3]);

figure(2);
for i = 1:nCol*nRow
    subplot(nRow,nCol,i); imshow(out2(:,:,i));
    q_image=out2(:,:,i);
    GLCM2 = graycomatrix(q_image,'Offset',[2 0;0 2]);
stats(i) = GLCM_Features1(GLCM2,0);
autoc(i)=stats(i).autoc(1);
contr(i)=stats(i).contr(1);
corrm(i)=stats(i).corrm(1);
corrp(i)=stats(i).corrp(1);
cprom(i)=stats(i).cprom(1);
cshad(i)=stats(i).cshad(1);
dissi(i)=stats(i).dissi(1);
energ(i)=stats(i).energ(1);
entro(i)=stats(i).entro(1);
homom(i)=stats(i).homom(1);
homop(i)=stats(i).homop(1);
maxpr(i)=stats(i).maxpr(1);
sosvh(i)=stats(i).sosvh(1);
savgh(i)=stats(i).savgh(1);
svarh(i)=stats(i).svarh(1);
senth(i)=stats(i).senth(1);
dvarh(i)=stats(i).dvarh(1);
denth(i)=stats(i).denth(1);
inflh(i)=stats(i).inflh(1);
inf2h(i)=stats(i).inf2h(1);
indnc(i)=stats(i).indnc(1);
idmnc(i)=stats(i).idmnc(1);
end
figure(3);
subplot(7,2,1);imshow(reshape(autoc,[nCol,nRow]),[]);title('autoc')
subplot(7,2,2);plot(reshape(autoc,[nCol,nRow]));title('autoc')
subplot(7,2,3);imshow(reshape(contr,[nCol,nRow]),[]);title('contr')
subplot(7,2,4);plot(reshape(contr,[nCol,nRow]));title('contr')
subplot(7,2,5);imshow(reshape(corrm,[nCol,nRow]),[]);title('corrm')
subplot(7,2,6);plot(reshape(corrm,[nCol,nRow]));title('corrm')
subplot(7,2,7);imshow(reshape(corrp,[nCol,nRow]),[]);title('corrp')
subplot(7,2,8);plot(reshape(corrp,[nCol,nRow]));title('corrp')
subplot(7,2,9);imshow(reshape(cprom,[nCol,nRow]),[]);title('cprom')
```



```

subplot(7,2,10);plot(reshape(cprom,[nCol,nRow]));title('cprom')
subplot(7,2,11);imshow(reshape(cshad,[nCol,nRow]'),'');title('cshad')
subplot(7,2,12);plot(reshape(cshad,[nCol,nRow]));title('cshad')
subplot(7,2,13);imshow(reshape(dissi,[nCol,nRow]'),'');title('dissi')
subplot(7,2,14);plot(reshape(dissi,[nCol,nRow]));title('dissi')

figure(4);
subplot(7,2,1);imshow(reshape(energ,[nCol,nRow]'),'');title('energ')
subplot(7,2,2);plot(reshape(energ,[nCol,nRow]));title('energ')
subplot(7,2,3);imshow(reshape(entro,[nCol,nRow]'),'');title('entro')
subplot(7,2,4);plot(reshape(entro,[nCol,nRow]));title('entro')
subplot(7,2,5);imshow(reshape(homom,[nCol,nRow]'),'');title('homom')
subplot(7,2,6);plot(reshape(homom,[nCol,nRow]));title('homom')
subplot(7,2,7);imshow(reshape(homop,[nCol,nRow]'),'');title('homop')
subplot(7,2,8);plot(reshape(homop,[nCol,nRow]));title('homop')
subplot(7,2,9);imshow(reshape(maxpr,[nCol,nRow]'),'');title('maxpr')
subplot(7,2,10);plot(reshape(maxpr,[nCol,nRow]));title('maxpr')
subplot(7,2,11);imshow(reshape(sosvh,[nCol,nRow]'),'');title('sosvh')
subplot(7,2,12);plot(reshape(sosvh,[nCol,nRow]));title('sosvh')
subplot(7,2,13);imshow(reshape(savgh,[nCol,nRow]'),'');title('savgh')
subplot(7,2,14);plot(reshape(savgh,[nCol,nRow]));title('savgh')

figure(5);
subplot(8,2,1);imshow(reshape(svarh,[nCol,nRow]'),'');title('svarh')
subplot(8,2,2);plot(reshape(svarh,[nCol,nRow]));title('svarh')
subplot(8,2,3);imshow(reshape(senth,[nCol,nRow]'),'');title('senth')
subplot(8,2,4);plot(reshape(senth,[nCol,nRow]));title('senth')
subplot(8,2,5);imshow(reshape(dvarh,[nCol,nRow]'),'');title('dvarh')
subplot(8,2,6);plot(reshape(dvarh,[nCol,nRow]));title('dvarh')
subplot(8,2,7);imshow(reshape(denth,[nCol,nRow]'),'');title('denth')
subplot(8,2,8);plot(reshape(denth,[nCol,nRow]));title('denth')
subplot(8,2,9);imshow(reshape(inflh<-0.5,[nCol,nRow]'),'');title('inflh')
subplot(8,2,10);plot(reshape(inflh,[nCol,nRow]));title('inflh')
subplot(8,2,11);imshow(reshape(inf2h,[nCol,nRow]'),'');title('inf2h')
subplot(8,2,12);plot(reshape(inf2h,[nCol,nRow]));title('inf2h')
subplot(8,2,13);imshow(reshape(indnc,[nCol,nRow]'),'');title('indnc')
subplot(8,2,14);plot(reshape(indnc,[nCol,nRow]));title('indnc')
subplot(8,2,15);imshow(reshape(idmnc,[nCol,nRow]'),'');title('idmnc')
subplot(8,2,16);plot(reshape(idmnc,[nCol,nRow]));title('idmnc')
toc

clear all
close all %Texture information in Run-Lenght Matrices Xiaoou Tang
tic
A = imread('baltab23.png');
nCol = 50; %// number of Col blocks
nRow = 7;
A=imresize(A,[nRow*floor(477/nRow) nCol*floor(2444/nCol)]);
%// number of Row blocks
m = size(A,1)/nRow; %// Sub-matrix row size (Should be an integer)
n = size(A,2)/nCol; %// Sub-matrix column size (Should be an integer)

figure(1);imshow(A); %// show original image

out1 = reshape(permute(A,[2 1 4 3]),size(A,2),m,[],size(A,3));
out2 = permute(reshape(permute(out1,[2 1 3 4]),m,n,[],size(A,3)),[1 2 4 3]);

mask = ones(size(out2(:,:, :,1)));
quantize = 5;
figure(2);
for i = 1:nCol*nRow

```

```

    subplot(nRow,nCol,i); imshow(out2(:,:,i));
    q_image=out2(:,:,i);
    [SRE(i),LRE(i),GLN(i),RP(i),RLN(i),LGRE(i),HGRE(i)] =
glrlm(q_image,quantize,mask);
end
figure(3);
subplot(7,2,1);imshow(reshape(SRE,[nCol,nRow]'),'');title('SRE')
subplot(7,2,2);plot(reshape(SRE,[nCol,nRow]));title('SRE')
subplot(7,2,3);imshow(reshape(LRE,[nCol,nRow]'),'');title('LRE')
subplot(7,2,4);plot(reshape(LRE,[nCol,nRow]));title('LRE')
subplot(7,2,5);imshow(reshape(GLN,[nCol,nRow]'),'');title('GLN')
subplot(7,2,6);plot(reshape(GLN,[nCol,nRow]));title('GLN')
subplot(7,2,7);imshow(reshape(RP,[nCol,nRow]'),'');title('RP')
subplot(7,2,8);plot(reshape(RP,[nCol,nRow]));title('RP')
subplot(7,2,9);imshow(reshape(RLN,[nCol,nRow]'),'');title('RLN')
subplot(7,2,10);plot(reshape(RLN,[nCol,nRow]));title('RLN')
subplot(7,2,11);imshow(reshape(LGRE,[nCol,nRow]'),'');title('LGRE')
subplot(7,2,12);plot(reshape(LGRE,[nCol,nRow]));title('LGRE')
subplot(7,2,13);imshow(reshape(HGRE,[nCol,nRow]'),'');title('HGRE')
subplot(7,2,14);plot(reshape(HGRE,[nCol,nRow]));title('HGRE')
toc

```