

ŠIAULIŲ UNIVERSITETO
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETO
APLINKOTYROS IR FIZIKOS KATEDRA

EGLĖ RATKEVIČIENĖ

Optometrijos specialybės IV kurso studentė

**SPALVOTŲJŲ LĘŠIŲ OPTINIO PRALAUDUMO IR JŲ ĮTAKOS
REGOS KOREKCIJAI TYRIMAS**

RESEARCH OF COLORED LENSES OPTICAL TRANSMISSION AND THEIR
INFLUENCE ON VISION CORRECTION

BAKALAURO DARBAS

Darbo vadovė:
Lekt. Aurelija Pelanskienė

Šiauliai, 2015

*„Tvirtinu, jog darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota ir paruošta naudojant literatūros sąraše
pateiktus informacinius šaltinius bei savo tyrimų duomenis“*

Darbo autorė

(vardas, pavardė, parašas)

TURINYS

ĮVADAS.....	5
1. REGIMOJI ŠVIESA IR JOS SUVOKIMAS.....	6
1.1 Regimoji šviesa.....	6
1.2 Spalvų joslė ir ryškumo suvokimas.....	7
1.3 Binokulinis matymas.....	10
1.4 Regos aštrumas ir jo matavimo metodai.....	11
2. SPALVOTIEJI LĘŠIAI.....	14
2.1 Šviesos sugertis. Bugero – Lamberto dėsnis.....	14
2.2 Dažyti lęšiai.....	15
2.3 Dažymo įtaka lęšių charakteristikoms.....	21
2.4 Dažytų lęšių įtaka regos aštrumui.....	23
3. EKSPERIMENTINIS SPALVOTŲJŲ LĘŠIŲ OPTINIO PRALAUDUMO TYRIMAS.....	25
3.1 Optinio pralaidumo tyrimo metodika.....	25
3.1.1 Spektrofotometras UV-Vis T60.....	26
3.1.2 Dažytų lęšių optinio pralaidumo tyrimo rezultatai.....	28
4. DAŽYTŲ LĘŠIŲ ĮTAKOS REGOS AŠTRUMUI TYRIMAS.....	34
4.1 Regos aštrumo tyrimo metodika.....	34
4.2 Regos aštrumo tyrimo rezultatai.....	34
IŠVADOS	47
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	48
PRIEDAI.....	50

Santrauka

Darbo „Spalvotųjų lęšių optinio pralaidumo ir jų įtakos regos korekcijai tyrimas“ apimtis 54 puslapiai. Darbą sudaro įvadas, 4 skyriai, išvados, literatūros sąrašas ir priedai.

Darbą sudaro dvi pagrindinės dalys: teorinė ir eksperimentinė. Teorinėje dalyje išnagrinėta mokslinė literatūra apie šviesos sugertį, lęšių dažymo būdus, lęšio spalvos įtaką regėjimui.

Eksperimentinėje dalyje išnagrinėtas spektrofotometrinis tyrimo metodas, ištirtas spalvotųjų lęšių optinis pralaidumas ir žmonių regos aštrumas dėvint spalvotus lęšius, bei pateikti tyrimų rezultatai.

Summary

The project „Research of colored lenses optical transmittance and their influence on vision correction“ consist of 54 pages. There are an introduction, 4 sections, conclusion, references and additions.

The project consists of two main parts: a theoretical and experimental. The theoretical part examined the scientific literature about absorption of light, lens coating techniques, lens color influence on vision.

In the experimental part examined spectrophotometric assay method, investigated colored lenses optical transmittance, human visual acuity wearing colored lenses and presented results of research.

IVADAS

Didėjant visuomenės informavimui apie kenksmingų saulės spindulių įtaką regėjimo organams, optikų klientai vis dažniau renkasi akinius, apsaugančius nuo saulės. Saulės akiniai sumažina į akis patenkančią šviesos srautą, pagerina regėjimą, kontrasto jutimą, apsaugo nuo UV spindulių. Dėvėti standartinius akinius nuo saulės gali ne visi, kadangi didelei daliai žmonių reikalinga regėjimo korekcija. Tuomet dažnai yra pasirenkami akiniai su dažytais lęšiais. Tačiau spalva ir jos intensyvumas pasirenkama daugiau dėl grožio, nei dėl jų įtakos regėjimui.

Nėra tiksliai ištirta spalvotųjų lęšių įtaka regėjimo aštrumui, kontrasto jutimui, spalvų pažinimui. Neaišku koks yra šių lęšių optinis pralaidumas.

Ar tikrai dažyti lęšiai apsaugo nuo UV spindulių? Ar tikrai pagerina regėjimą? Ar tikrai sumažina šviesos srautą, patenkančią į akį? Šiame darbe bus stengiamasi atsakyti į šiuos klausimus.

Darbo tikslas:

Ištirti spalvotųjų lęšių optinį pralaidumą ir lęšio dažymo trukmės įtaką regos korekcijai.

Tyrimo objektas:

Spalvotieji lęšiai.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti mokslinėje ir mokomojoje literatūroje pateiktą optinio pralaidumo ir šviesos sugerties sampratą ir literatūrą apie dažytus lęšius, jų naudą, lęšio spalvos įtaką regėjimui.
2. Išnagrinėti spektrofotometrinį tyrimo metodą.
3. Ištirti spalvotų lęšių regimosios šviesos optinį pralaidumą.
4. Ištirti žmonių, dėvinčių spalvotus lęšius, regos aštrumą.
5. Palyginti subjektyvų ir objektyvų regos aštrumo vertinimą dėvint dažytus lęšius.

Tyrimo metodai:

1. Mokslinės literatūros analizė.
2. Eksperimentas

1. REGIMOJI ŠVIESA IR JOS SUVOKIMAS

1.1 Regimoji šviesa

Regimosios šviesos energija priklauso elektromagnetinėms bangoms, kurios patenka tarp ultravioletinių bangų, kurių ilgis 380 nm, ir infraraudonųjų bangų, kurių ilgis 780 nm. . Reali šviesa sudaryta iš fotonų su įvairiais bangų ilgiais. Tam, kad gauti šviesos spindulio spektrą, reikia išmatuoti visų per tam tikrą laiką pralėkusių fotonų bangų ilgius. Akies tinklainė yra padengta šviesai jautriais receptoriais į kuriuos pataikęs fotonas turi tikimybę jį sužadinti, tačiau tikimybė, kad fotonas sužadins receptorių visų pirma priklauso nuo fotono bangos ilgio [1].

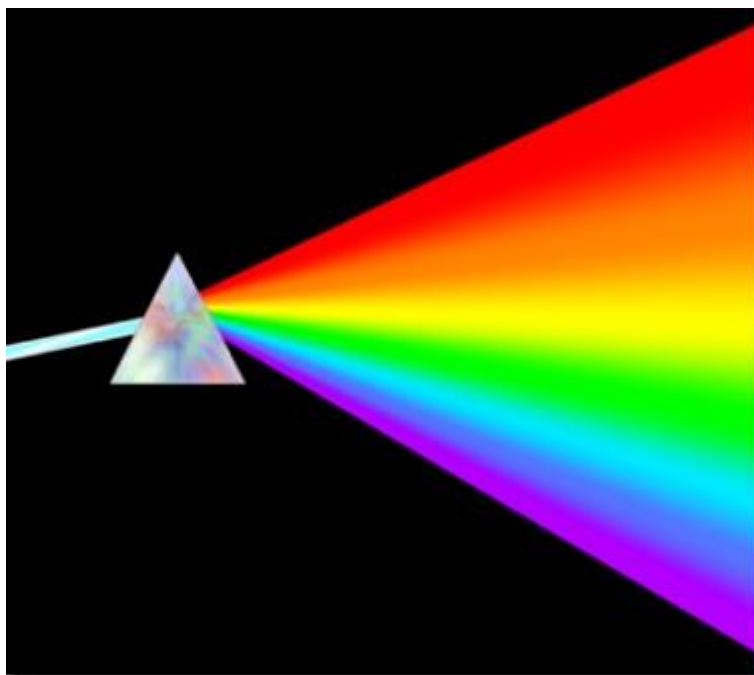
Optinį spalvų spektrą galime gauti perleidus baltos šviesos spindulį per trikampę prizmę arba difrakcinę gardelę. Gamtoje visą spalvų spektrą galime pamatyti vaivorykštėje.

Spalvas pagal jų bangos ilgį galima išdėlioti taip:

Bangos ilgis (nm)	Spalva
780-605	raudona
605-590	oranžinė
590-560	geltona
560-500	žalia
500-470	žydra
470-430	mėlyna
430-380	violetinė

Patogumo dėlei bangos dalijamos į tris grupes pagal kokybinį skirtumą:

- ilgąsias, - nuo raudonos iki oranžinės, - 760-600 mm;
- viduriniąsias, - nuo oranžinės iki žydros, - 600 - 500 mm;
- trumpąsias, - nuo žydros iki violetinės, - 500- 380 mm [2];



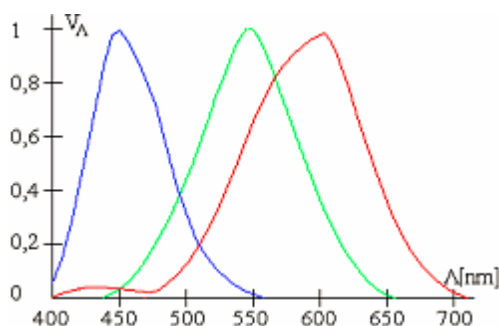
1.1.1 pav. Baltos šviesos spindulys perėjęs trikampę prizmę [2]

1.2 Spalvų joslė ir ryškumo suvokimas

Akies savybė skirti spalvas turi neabejotiną reikšmę. Spalvų jutimas ne tik praplečia informacijos diapazoną, bet veikia ir psichofiziologinę organizmo būklę, reguliuoja nuotaiką. Žinomas netgi gydymas šviesa taikant atskirų spektro spalvų skirtingo poveikio savybes. Manoma, kad raudona spalva stimuliuoja fizinį aktyvumą, oranžinė stimuliuoja inkstų veiklą, gerina sergančiųjų cukriniu diabetu būklę, geltona normalizuoja žarnyno veiklą ir kraujospūdį, žalia gydo emocinius sutrikimus, neurozes, širdies ir kraujagyslių ligas, žydra padeda, esant medžiagų apykaitos sutrikimams, sergant centrinės nervų sistemos, kaulų ir raumenų sistemos, gerklės ir kvėpavimo ligomis. Mėlyna stimuliuoja regėjimą, malšina ausų skausmus. Violetinė gerina smegenų veiklą, jaunina, šalina depresiją [3].

Spalvų jutimas, kaip ir šviesos, atsiranda dėl fotoreceptorių dirginimo elektromagnetiniais virpesiais. Vienos ar kitos spalvos atpažinimas priklauso nuo tų virpesių dažnio, tai yra nuo spindulių bangos ilgio [3]. Žmogaus akyje yra trijų tipų kūgeliai su skirtingomis spektrinės priklausomybės kreivėmis (1.2.1 pav.). Kūgeliai naudojami fotopiniam (dienos šviesos) regėjimui ir spalvų matymui. Akyje yra apie 10 milijonų kūgelių, jie yra aukštos skiriamosios gebos, nes kiekvienas iš jų yra prijungtas prie atskiros nervo [4]. Jei į smegenis pakliūva tik signalas nuo vieno tipo kūgelių ir nėra signalų nuo kitų tipų, tai matoma atitinkamai

raudona, žalia arba mėlyna spalva. Todėl kugelių tipai vadinami raudonais, žaliais, mėlyniais, o šios spalvos vadinamos pirminėmis pagrindinėmis spalvomis. Jei vienu metu į smegenis pakliūva signalai iš kelių tipų kugelių, tai gaunamos tokios kombinacijos: 1) signalas iš raudono ir žalio kugelio duoda geltoną spalvą; 2) raudono ir mėlyno – purpurinę; 3) žalio ir mėlyno – žydrą; 4) visų trijų – baltą. Jei signalas iš kurio nors tipo kugelių yra stipresnis už kitus, tai gaunama spalva su atitinkamu atspalviu [1].



1.2.1 pav. Kugelių spektrinės priklausomybės kreivės [1]

Ilgabangės (raudona ir oranžinė), vidutinio ilgio (geltona ir žalia) ir trumpabangės (žydra, mėlyna ir violetinė) spalvos yra matomo spektro spalvos. Už spalvinio spektro ribų lieka akiai nematomi ilgabangiai infraraudonieji ir trumpabangiai ultravioletiniai spinduliai. Visas aplinkoje esančias spalvas galima skirti į dvi grupes: achromatines ir chromatines. Achromatinės – tai balta, pilka, juoda, kuriose žmogus atskiria iki 300 skirtingų atspalvių. Visas chromatines spalvas charakterizuoja viena savybė – ryškumas arba šviesumas, t.y. artumo baltai spalvai laipsnis. Chromatinėms spalvoms priklauso visi spalvinio spektro tonai ir atspalviai. Jos charakterizuojamos trimis savybėmis: 1) spalviniu tonu, priklausančiu nuo bangos ilgio, 2) sodrumu, kurį apsprendžia pagrindinio tono ir priemaišų jame santykis, 3) ryškumu arba šviesumu, t.y. artumo baltai spalvai laipsniu. Įvairūs šių charakteristikų deriniai sudaro daugybę chromatinių spalvų atspalvių [3].

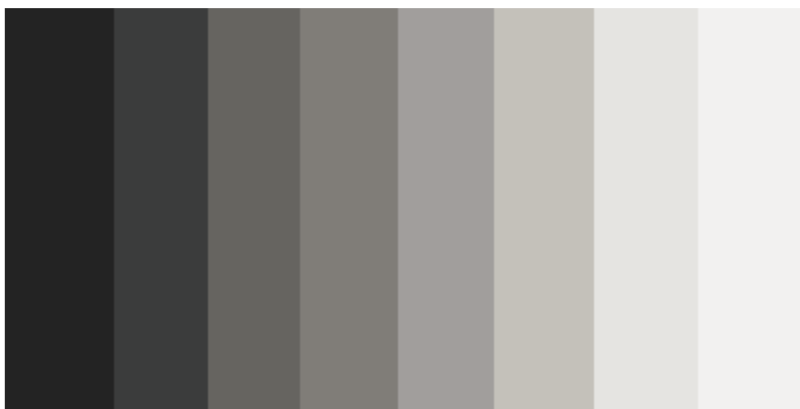
Normalus spalvų jutimas taip pat gali būti skirtingas, nes jį veikia akių adaptacijos būklė: 1) tik ką buvęs spalvinis įspūdis – sukcesinis kontrastas; 2) aplinkos vaizdo spalvos atspalvis – simultaninis kontrastas. Ilgai žiūrint į raudoną foną, jis palengva šviesėja ir gelsvėja. Tuomet, pažvelgus į žalią spalvą, ji bus nepaprastai ryški. Akis, ilgai žiūrėjusi į kuria nors spalvą, darosi juslesnė papildomai spalvai – tai sukcesinis kontrastas. Panašiai pasidaro, pavyzdžiui, ilgai žiūrėjus į raudoną popieriaus lapą, ir pažvelgus į baltą – pasirodys žalias provaizdis, ir atvirkščiai. Mažas raudonas objektas žaliame fone atrodys labai ryškus, o juodame

bus balkšvo atspalvio. Du to paties pilko atspalvio objektai juodame ir baltame fone atrodys skirtingo intensyvumo – tai simultaninio kontrasto reiškinys [3].

Ryškumo suvokimą nulemia stiebeliai – jutikliai, naudojami skotopiniam (naktiniam) regėjimui. Akyje yra apie 100 milijonų stiebelių. Jie yra vidutinės ir žemos skiriamosios gebos, nes visi yra prijungti prie to paties nervo [4].

Žmogaus rega sugeba adaptuotis prie milžiniško ryškumų diapazono (1010 eilės) – nuo skotopinio (naktinio) regėjimo apatinės ribos iki akinančios šviesos. Eksperimentais įrodyta, kad žmogaus subjektyvus ryškumo suvokimas yra logaritminė funkcija nuo fizikinio šviesos ryškumo (pvz., skirtumas tarp 50 W ir 100 W elektros lempučių atrodo didesnis nei tarp 100 W ir 150 W). Tačiau svarbu žinoti, kad žmogaus rega nesugeba vienu metu apimti visą ryškumų diapazoną, vienu metu apimamas tik siauras diapazonas (žym. [Bb, Ba]), kurio viršutinę ribą Ba (vad. adaptacijos lygiu) nusako regėjimo lauke esantis ryškiausias objektas. Visi objektai, kurių ryškumas yra mažesnis už apatinę ribą Bb, atrodo juodi. Atsiradus regėjimo lauke ryškesniam objektui, viršutinė riba pasislenka į viršų (maždaug per 0,2 sekundės), atitinkamai į viršų pasislenka ir apatinė riba, todėl kai kurie objektai gali tapti juodi. Ryškumui sumažėjus ribos atitinkamai slenka žemyn, tik adaptacija prie tamsos užtrunka žymiai ilgiau, iki 10-15 minučių [1].

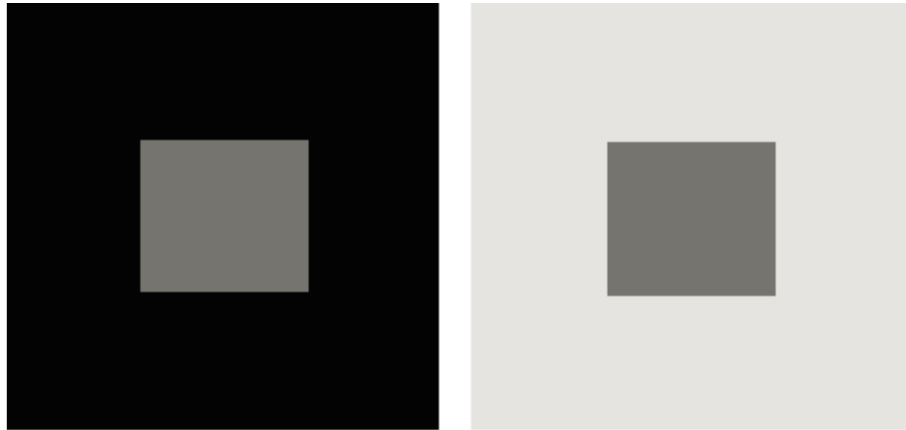
Žmogaus subjektyvus ryškumo suvokimas nėra paprasta fizikinio ryškumo funkcija. P. Kasparaitis tai iliustruoja dviem pavyzdžiais. Pirmame pavyzdyje įsivaizduojame, kad turime aibę skirtingo ryškumo sričių, kurių viduje ryškumas yra pastovus. Žmogui ryškumo skirtumai ties sričių ribomis atrodo didesni, nei yra iš tikrųjų (1.2.2 pav.).



1.2.2 pav. Ryškumų skirtumo padidėjimas ties sričių riba [1]

Antrasis pavyzdys: tarkime, kad turime vienodo ryškumo kvadratus skirtingo ryškumo fone. Šviesesniame fone esantis kvadratas atrodys tamsesnis (1.2.3 pav.). Žmogaus

regėjimo aštrumas didėja didėjant apšvietimui, todėl gali kilti noras naudoti šviesesnius monitorius. Tačiau didėjant šviesumui didėja ir mirgėjimas, kurį sukelia 50 Hz dažniu kintanti įtampa. Be to, mirgėjimą labiau jaučia periferinė rega, todėl didesnių ekranų naudojimas taip pat padidina mirgėjimo pojūtį [1].



1.2.3 pav. Ryškumo suvokimo priklausomybė nuo fono [1]

Spalvoti lęšiai neturi bloginti spalvų jauslės, ypač šviesoforo signalų. 8,5% vyrų ir 0,02% moterų spalvų jauslė apsunkinta nuo prigimties. Nustatyta, kad rožiniai, mėlyni ir geltoni lęšiai apsunkina spalvų suvokimą ir gali būti pavojingi vairuojant. Žali ir rudi lęšiai padidina klaidų skaičių, skiriant atspalvius. Kadangi žali lęšiai absorbuoja raudoną spalvą, raudona spalva skiriama sunkiau. Rudai dažyti lęšiai sugeria mėlyną ir žalią spalvas, todėl sunkiau skiriamos šios spalvos [5].

Spalvų skyrimas su saulės lęšiais nulėmė JAV armijos standartą saulės akinams – tik pilki lęšiai gali būti naudojami armijos pilotų akinams. Teigiama, kad pilki lęšiai mažiausiai iškraipo spalvų jauslę ir pagerina ryškumą [5].

1.3 Binokulinis matymas

Binokuliniu arba tiksliau bifoventiniu matymu vadinamas abiejų akių tinklainių centrinėse duobutėse gautų vaizdų suliejimas į vieną. Tai jungtinė abiejų akių sensorinių ir motorinių sistemų veikla vienu metu, nukreipianti regimąsias ašis į objektą, suliejanti to objekto monokulinius vaizdus į vieningą regimąjį vaizdą ir jį lokalizuojanti atitinkamoje erdvės vietoje. Binokulinis matymas sustiprina objekto ryškumą ir sudaro galimybę tiksliau įvertinti trečią

erdvinį matavimą bei atstumą. Binokulinišku žiūrėjimu vidinės monokulinių akipločių dalys klojasi viena ant kitos, sudarydamos bendrąjį žiūrėjimo lauką. Objektas, kuris yra bet kurioje vietoje, vienu metu sudirgina abiejų akių tinklaines [3].

Akiniai su spalvotais lęšiais neturi sutrikdyti binokulinio stereomatymo. Chromostereopsis, sutrikdantis binokulinį matymą, atsiranda, tuomet, kai akiniai būna pagaminti su skirtingo tamsumo spalvotais lęšiais – dominuojančios spalvos (raudona, žalia) gali atrodyti kitoje plokštumoje, negu tikra šviesa. Taip nutinka todėl, kad raudona spalva atrodo šiek tiek arčiau, o žalia – toliau. Šis atvejis dažniausiai pasitaiko tuomet, kai nešiojami akiniai, pagaminti su mineraliniais skirtingo stiprumo spalvotais lęšiais. Tai ypač svarbu vairuotojams profesionalams, pilotams, kurie turi spręsti apie atstumus ir aukštį. Todėl jiems akinių lęšiai turi būti vienodo tamsumo [5].

1.4 Regos aštrumas ir jo matavimo metodai

Regos aštrumas žymimas raide V, dažnai vadinamas „visus“ – lotynišku žodžiu, reiškiančiu regėjimą, viziją, matymą.

Minimalus regos kampas, kuriuo akis mato du taškus atskirai, apibūdina tiriamos akies regos aštrumą. Daugelio žmonių mažiausias regos kampas yra vienos minutės dydžio. Todėl visame pasaulyje vienos minutės regos kampas priimtas kaip regos aštrumo norma. Tačiau daugeliui žmonių (ypač jaunų) regos aštrumo kampas gali būti mažesnis pusantro, du ar daugiau kartų. Suprantama, tokių asmenų regos aštrumas būna atitinkamai didesnis [6].

Vienos minutės regos kampas yra pagrįstas anatominė akies struktūra. Žinoma, kad tinklainės centrinėje duobutėje yra tik kūgeliai. Jų skersmuo apie 2—4 mikronai. Vienos minutės kampą atitinka 4—5 mikronų dydžio vaizdas tinklainėje. Todėl du taškus galima matyti atskirai tik tuomet, kai jų vaizdai bus dviejuose skirtinguose kūgeliuose, tarp kurių bus nors vienas nedirgintas kūgelis. Jei dviejų taškų vaizdai bus greta esančiuose kūgeliuose, tai jie susilies ir matysime vieną tašką [6].

Matuoti regos aštrumą kampu yra nepatogu. Todėl regos aštrumas matuojamas santykiniais dydžiais. Normalus regos aštrumas yra lygus 1,0 (visus = 1,0). Tai dydis, kuris yra atvirkščias vienos minutės regos kampui. Jei regos kampas bus didesnis (pvz. 5), tai regos aštrumas bus mažesnis ($1/5 = 0,2$). Kūgeliai ir stiebeliai tinklainėje pasiskirstę nevienodai, todėl ir regos aštrumas įvairiose tinklainės vietose yra skirtingas. Didžiausias jis yra centrinės

duobutės srityje. 10° atstumu nuo centrinės duobutės regos aštrumas yra 0,2. Regos aštrumas kinta priklausomai nuo žmogaus amžiaus. Naujagimio regos aštrumas yra apie 0,002, vienerių metų vaiko - 0,1-0,3, 5 - 15 metų amžiaus - 1,0. Vyresniems žmonėms regos aštrumas iš lėto mažėja [6].

Regos aštrumui tirti naudojamos lentelės, kuriose yra keletas eilių ženklų (raidžių, skaičių, žiedų su spraga, daiktų piešinių ir kt.). Ženkilai regai tirti vadinami optotipais.

1862 m. Snelenas pasiūlė piešti optotipus, kurių kiekvienas brūkšnys yra toks storas, kad tam tikru atstumu matyti vienos minutės kampą, o viso optotipo aukštis ir plotis yra penkis kartus didesnis negu brūkšnių storis, t. y. visas optotipas tam tikru atstumu matyti penkių minučių kampą (1.4.1 pav.). Landoltas pasiūlė optotipus neraštingų žmonių regos aštrumui tirti. Tai įvairaus dydžio žiedai su spraga (Landolto žiedai) (1.4.2 pav.). Vienas žiedas tam tikru atstumu matyti 5' kampą, o žiedo brūkšnys su spraga — 1' kampą. 1909 m. Landolto žiedai pripažinti tarptautiniu optotipu [6].

Lietuvoje regos aštrumui nustatyti dažniausiai naudojamos Landolto žiedų lentelės. Lentelės sudarytos iš 12 optotipų eilių. Vienoje eilėje yra vienodo dydžio optotipai, tačiau jie nuo pirmos iki paskutinės eilės mažėja. Šios lentelės pritaikytos nustatyti regos aštrumą 5 metrų atstumu. Jeigu akis atskiria dešimtos eilutės optotipus, tai regos aštrumas yra 1.0. Jeigu regos aštrumas yra kitoks, tai reikia sužinoti, kurioje lentelės eilėje tiriamasis teisingai pasakė optotipus. Tuomet regos aštrumą reikia apskaičiuoti pagal Sneleno formulę:

$\text{visus} = d/D;$

kur d — atstumas, iš kurio ženklas atpažintas;

D — atstumas, iš kurio sveika akis turėtų matyti tos eilės optotipus (atstumas pažymėtas kairėje optotipų pusėje). Pavyzdžiui, žmogus 5 m atstumu skaito pirmąją eilutę. Normalų regėjimą turintis asmuo šią eilutę perskaitys 50 m atstumu [6].

Taigi $\text{visus} = 5\text{m}/50\text{m} = 0,1$.

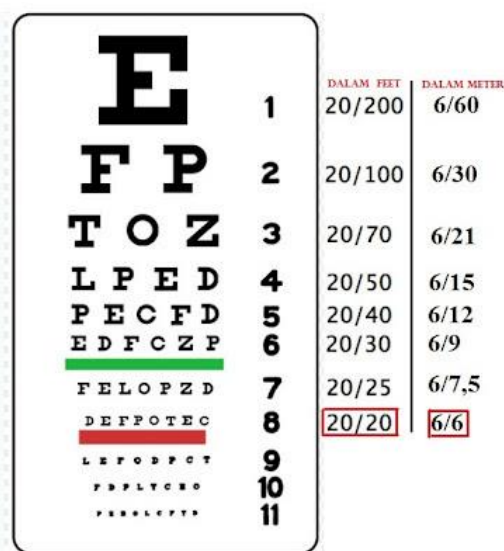
Lentelėje optotipų eilutės išdėstytos pagal dešimtainę sistemą. Tiriant 5 m nuotoliu, kiekvienos žemiau esančios eilutės optotipų atpažinimas rodo, kad regos aštrumas 0,1 didesnis: pirma eilutė — 0,1, antra — 0,2, trečia — 0,3 ir t. t., dešimta — 1,0. Išimtis — 11-ta ir 12-ta eilutės, kurias atpažinus 5 metrų atstumu, regos aštrumas bus atitinkamai 1,5 ir 2,0.

Išimties atveju, vaikų regos aštrumui tirti naudojamos lentelės su optotipais — žaislų ir kitų lengvai atpažįtamų daiktų piešiniais.

Pastaraisiais metais regos aštrumui tirti vis plačiau naudojami ir optotipų projektoriai, kuriais optotipai projektuojami į ekraną. Gydytojas sėdi šalia ligoonio ir gali parinkti bet kurią optotipų kombinaciją [6].

Jei regos aštrumas mažesnis negu 0,1, naudojamas šviesių pirštų tamsiame fone ar kiti tyrimo metodai. Žmogaus, suskaičiavusio pirštus 5 metrų atstumu, regos aštrumas bus lygus 0,1. Pirštų skaičiavimas 2 metrų atstumu reikš regos aštrumą apytikriai 0,04; pusės metro atstumu – 0,01, o 50 centimetrų atstumu – 0,005. Jei žmogus 30 cm atstumu neskiria pirštų, o mato tik šviesą, jo regos aštrumas yra lygus šviesos suvokimui. Jei žmogus negali atskirti šviesos nuo tamsos, jo regos aštrumas yra lygus nuliui [7].

Apie naujagimių ir mažų vaikų regą galima sužinoti iš kitų požymių. Labai svarbus simptomas yra vyzdžių reakcija (ji atsiranda 5—6 mėn. vaisiui). Staigiai artinant prie akių kokį nors daiktą, 2—3 mėn. kūdikis užsimerkia, 9 savaičių išsižioja artinant krūtį, o dar vėliau seka akimis ar galvos judesiu ryškius daiktus. Tikrinti regos aštrumą specialiomis lentelėmis galima 2—3 metų amžiaus vaikams [6].



1.4.1 pav. Sneleno optotipų lentelė



1.4.2 pav. Landolto optotipų lentelė

2. SPALVOTIEJI LĘŠIAI

2.1 Šviesos sugertis. Bugero – Lamberto dėsnis

Šviesos sugertis (dar vadinama absorbcija) – procesas, kai medžiaga sklindančios šviesos intensyvumas mažėja. Medžiaga sklindanti šviesa ją įšildo, t.y. pakelia jos temperatūrą. Tai reiškia, kad šviesos bangos energija sklindant medžiaga virsta jos vidine energija. Kitaip tariant medžiaga palaipsniui sugeria šviesos energiją, kurios intensyvumas tolygiai mažėja. Šis procesas vadinamas šviesos absorbcija [8].

Jei sugertis vienoda visiems šviesos bangos ilgiams, ji yra normali arba pilka ir vadinama paprastąja. Tokiu būdu regimąją šviesą absorbuoja oras, vanduo, stiklas. Jei labiau sugeriami tik tam tikrų ilgių spinduliai, sugertis vadinama atrankiąja arba selektyviąja. Esant selektyviajai sugerčiai, per medžiagą perėjusi balta šviesa tampa spalvota, kadangi atskiros šviesos spektro dalys gali būti visiškai sugertos. Naudojant konkrečias medžiagas, galima palikti perėjusioje medžiagoje tik kai kurias spektro sritis – monochromatinę šviesą. Tam tikslui yra naudojami šviesos filtrai – tam tikro storio dažyto stiklo plokštelės arba kai kurie tirpalai. Augalų lapai (chlorofilas) labai stipriai sugeria raudoną ir melsvai violetinę šviesą, o žalios šviesos beveik nesugeria, todėl lapai atsispindėjusioje ir pro juos perėjusioje šviesoje yra žali. Selektivioji šviesos sugertis tirpaluose priklauso ne tik nuo bangos ilgio, bet ir nuo tirpalo sluoksnio storio. Išėjusios iš tirpalo šviesos spalva keičiasi priklausomai nuo sluoksnio storio. Pavyzdžiui: plonas brilantinės žalumos sluoksnis atrodo žalias, šiek tiek storesnis – pilkai rausvas, o storas sluoksnis atrodo raudonas [8].

Absorbcijos koeficiento priklausomybė nuo šviesos bangos ilgio vadinama medžiagos absorbcijos spektru. Jis gali būti linijinis arba ištisinis. Jis priklauso nuo medžiagos prigimties, jos būsenos ir šviesos bangos ilgio. Tačiau nepriklauso nuo medžiagos storio ir intensyvumo [8].

Šviesos daliai, prasiskverbiančiai per medžiagą, įvertinti naudojamas parametras – pralaidumas (transmisija), matuojamas procentais. Šviesos sugertis (absorbcija) optikoje rodo, kiek procentų šviesos lęšis sulaiko, o transmisija – kiek procentų šviesos lęšis praleidžia. Pavyzdžiui: jei lęšis tamsintas 80 %, jo šviesos absorbcija yra 80 %, o transmisija 20 %. Absorbcijos parametras – optinis tankis. Optinis tankis 1,0 reiškia, kad šviesos perdavimas prilygsta 10 % [3].

Šviesos sugertį aprašo Bugero dėsnis (dar vadinamas Lamberto dėsniu). Šį dėsnį 1729 metais eksperimentiškai nustatė prancūzų mokslininkas P. Bugeras (P. Bouguer), o 1760

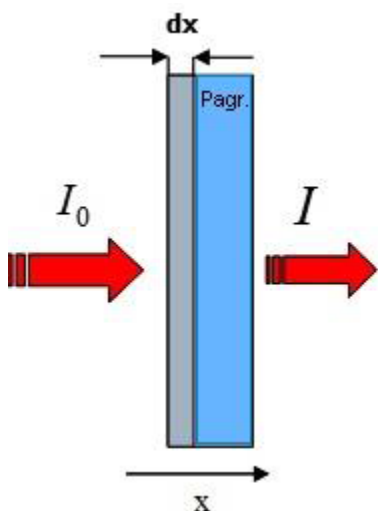
metais teoriškai patvirtino vokiečių mokslininkas J. Lambertas (J. H. Lambert). Pagal šį dėsnį šviesos intensyvumo sumažėjimas dI , perėjus šviesai be galo ploną medžiagos sluoksnį dx , yra tiesiog proporcingas medžiagos sluoksnio storiui ir kritusios į šį sluoksnį šviesos intensyvumui (2.1.1 pav.).

$$dI = \alpha I dx \quad (2.1.1)$$

čia α - nuo terpės savybių ir šviesos dažnio priklausantis sugerties koeficientas.

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad (2.1.2)$$

(I – išėjusios šviesos intensyvumas, I_0 – pradinis šviesos intensyvumas, α – sugerties koeficientas, priklausantis nuo medžiagos ir bangos ilgio, x – nueitas kelias). Šis dėsnis galioja tiesinėje optikoje. Didėjant pradiniam šviesos intensyvumui, sugerties koeficientas pradeda priklausyti ir nuo jo. Tokiu atveju sakoma, jog galioja netiesinės optikos dėsniai. Vienas iš tokių pavyzdžių yra saviindukuotas praskaidrėjimas, kai pasiekus atitinkamą sklindančios šviesos intensyvumą sugerianti medžiaga vėl tampa skaidri [8].



2.1.1 pav. Šviesos intensyvumo sumažėjimas jai perėjus ploną sluoksnį dx [9]

2.2 Dažyti lęšiai

Bespalvis lęšis – kurio šviesos pralaidumo faktorius patenka į 0 kategoriją.

Spalvotasis lęšis – dažniausiai absorbcinis lęšis, praeinančioje šviesoje turintis pastebimą spalvą (įskaitant pilką).

Tolygiai spalvotasis lęšis – pagamintas iš medžiagos, kurioje pigmentas pasiskirstęs tolygiai, arba lęšis, kurio paviršius po pagaminimo yra apdorojamas vienodam atspalviui gauti.

Kintamai spalvotasis lęšis – kurio atspalvio (praleidimo faktoriaus ir (arba) spalvos) kitimas reguliuojamas visame paviršiuje arba jo dalyje. [10]

Pagal europinių standartų reikalavimus minimalus šviesos kiekis pereinantis pro akinių, skirtų vairuoti, lęšį negali būti mažesnis nei 8%. Vadinasi, maksimalus saulės spindulių sugėrimas neturi viršyti 92%. Todėl akinių su labai tamsiais lęšiais vairuojant naudoti negalima [11].

2.2.1 lentelė

Saulės akinių lęšių filtrų kategorijos pagal ISO standartų reikalavimus (DIN EN ISO 8980-3) [12]

Filtro kategorija		Šviesos sulaikymas (absorbicija)
0	Labai šviesus filtras	0-20%
1	Šviesus	20-57%
2	Vidutinis	57-82%
3	Tamsus	82-92%
4	Labai tamsus	92-97% (netinka vairavimui)

Pro dažytą lęšį praeinantis šviesos kiekis priklauso nuo dažymo intensyvumo. Kuo tamsiau dažytas lęšis, tuo mažiau šviesos patenka į akį. Absorbuojamas lęšis sugeria tam tikrą šviesos spektro dalį, dėl to subjektyviai sumažėja saulės ryškumo intensyvumas. Liekamoji spalva priklauso nuo praeinančios pro lęšį šviesos. Mėlynas lęšis sugeria dalį žalios ir dalį raudonos šviesos, bet praleidžia mėlyną, netinka vairavimui. Žalios spalvos lęšis sugeria dalį mėlynos ir raudonos spalvos, praleidžia žalią. Pilkos spalvos lęšiai vienodai praleidžia visas spalvas, tik kiek mažiau mėlyną ir kiek daugiau raudoną spalvą. Rudi praleidžia daugiau raudonos spalvos [5].

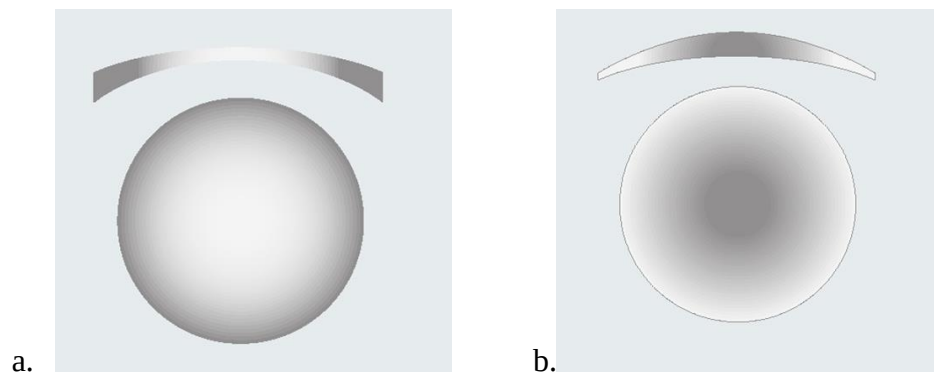
Lęšių spalvinimas atliekamas:

Mineraliniai spalvoti lęšiai:

Mineralinių spalvotų lęšių istorija siekia XVII amžių. Antrojo pasaulinio karo metais buvo sukurti žali ir rudi lęšiai pilotams, bet vėliau nustačius, kad jie sutrikdo spalvų juslę, buvo sukurti pilki neutralūs lęšiai G-15 [5].

Mineraliniai lęšiai dažomi į stiklo lęšių medžiagą pridedant metalų oksidų priemaišų. Nikelio ir kobalto druskos suteikia violetinę spalvą, kobalto ir vario druskos – mėlyną, chromo ir geležies – žalią, aukso, vario, seleno – raudoną. Inkonelis suteikia pilką atspalvį, nikelio oksidas – geltoną. Tokiuose lęšiuose dažomoji medžiaga tolygiai pasiskirsčiusi

po visą lęšio masę, todėl kuo storesnis lęšis, tuo jis tamsesnis. Didelės minusinės receptūros lęšis centre bus šviesesnis. Didelio minuso lęšiuose atsirandantys koncentriniai žiedai yra vidiniai atspindžiai. Jie gali būti sumažinami daugiasluoksne antirefleksine danga. Jei spalvotasis lęšis yra bifokinis (dviejų židinių), jo skaitymo segmentas būna pagamintas iš balto stiklo. Jei reikalingas sudėtingos receptūros spalvotas mineralinis lęšis, tuomet jis gaminamas „sumuštinio“ principu – baltas lęšis su dioptrijomis sulipinamas su spalvotu plonu sluoksniu. Gaminat lęšius šiuo būdu, spalva nepriklauso nuo lęšio stiprumo [5].

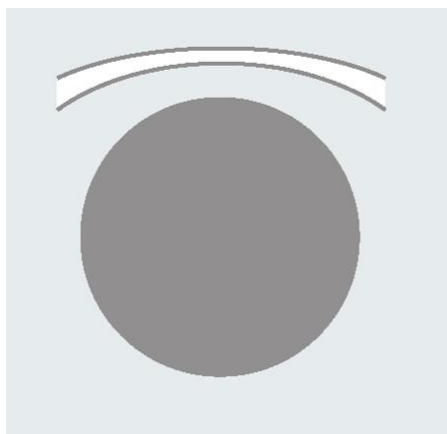


2.2.1 pav. Mineraliniai lęšiai dažyti į medžiagą pridedant metalų oksidų priemaišų.

a. – sklaidomasis lęšis, b. – glaudžiamasis lęšis

Plastiko lęšiai lengvai dažomi absorbuojant dažus į pagaminto (be dangų) lęšio medžiagos paviršių 6-10 mikronų sluoksnyje. Lęšiai merkami į karštą dažų vonelę ir laikomi iki 30 minučių. Kuo ilgiau lęšis laikomas dažuose, tuo jo spalva būna tamsesnė. Dažų molekulės prikimba prie lęšio polimero maždaug 6-10 mikronų gylyje. Dažniausiai atspalviai būna stabilūs, išskyrus pilką, kuris laikui bėgant rausvėja. Pakopinis dažymas gaunamas pakaitomis panardinant ir ištraukiant lęšį iš dažų indo. Viršutinė dalis, trumpiau veikiama dažų, nusidažo mažiau. Plastikinių saulės lęšių gamybai dažai pridedami į medžiagos masę prieš polimerizacijos procesą. Plastikiniai dažyti lęšiai turi didelį privalumą, kad jų spalva nepriklauso nuo stiprumo. Pats dažymo procesas paprastas ir greitas [5].

Vakuuminio būdu padengiant paviršių absorbuojančiais metalų junginiais galima gauti veidrodinę dangą. Tačiau šiuo būdu gaunamos ribotos spalvos.



2.2.2 pav . Plastikinis lęšis, dažytas įmerkiant į dažų vonelę

Spalvotųjų lęšių nauda:

- Sumažinamas į akis patenkantis šviesos srautas.
- Pagerinamas regėjimas, kontrasto jutimas.
- Apsaugoma nuo UV spindulių.

Geltonai oranžinės, rusvos spalvos akiniai, žmonėms, kurių spalvų jutimas yra sumažėjęs (dėl kataraktos, makulos degeneracijos, diabetinės retinopatijos), suteikia spalvinio kontrastingumo pagerėjimą. Diabetas pažeidžia tinklainės vidurinę ir vidinę sluoksnį, kurie yra atsakingi už matymo kontrastą. Šviesioje aplinkoje santykinai tamsios dalelės generuoja maksimalų signalą smegenims. Šviesios dalelės generuoja nepakankamai stiprius signalus ir todėl juos sunku atskirti nuo tamsesnių zonų. Žmonėms, sergantiems diabetu, vėlesnėse stadijose sutrinka tamsos adaptacija. Šiems žmonėms siūlomi geltoni – oranžiniai akinių lęšiai absorbuoja tą spektro dalį, kuriai kolbelės yra jautrios ir taip jas apsaugo. Tokie lęšiai sumažina šviesos akinimą ir pagerina adaptaciją besikeičiančiai šviesai [5].

Rinkoje pasirodė melanino turintys lęšiai (rudos spalvos). Melaninas yra natūralus akyse esantis pigmentas, sugeriantis UV spindulius. Vyresniame amžiuje melanino kiekis akyse mažėja, todėl mažėja ir apsauga nuo UV. Melanino lęšiuose esanti pigmentas sugeria UV ir apsaugo nuo žalingo jų poveikio [5].

Geltonos spalvos akinių lęšiai ilgą laiką buvo siūlomi šauliams ar naktį vairuojantiems žmonėms. Nuo pokario laikų buvo naudojami kaip gerinantys naktinį matymą, kontrastą ir stereomatymą. Tai buvo aiškinama trumpabangių spindulių nufiltravimu. Tačiau yra labai nedaug mokslinių tyrimų, kurie tai įrodytų.

Apšvietimas vairuojant naktį yra 3,0 cd/m³ prieblandoje ir 0,3 cd/m³ tamsoje. Tokiame apšvietime dirba tiek kolbelės, tiek lazdelės. Žmogus, vairuojantis su 50% užtamsintais akiniais tokiomis sąlygomis netenka 60% regėjimo. Jei yra žalsvas automobilio stiklas, spalvoti lęšiai pablogina ne tik matymą, bet ir stereomatymą, sugebėjimą vertinti atstumus. Jei vairuotojas dienos metu daug buvo saulėje, jo naktinis matymas dar blogesnis [5].

Geltoni lęšiai turi du aiškius privalumus – pagerina reakcijos greitį ir duoda šviesumo efektą. Dėvint geltonus lęšius reakcija į žemo kontrasto objektą yra žymiai greitesnė. Akies tinklainės centrinė dalis – fovea geltonai spalvai yra daug jautresnė. Geltona spalva atrodo 40% ryškesnė, kai šviesa yra ryškesnė nei jautrumo slenkstis ir stimuliuojama periferinė tinklainė.

Geltoni lęšiai buvo rekomenduojami žmonėms daug būnantiems lauke, kai yra sniego. Su geltonais akiniais slidininkai geriau vertina sniego pėdsakų gylį. Taip yra dėl to, kad dangus skleidžia daugiau trumpabangius spindulius, kuriuos nufiltruoja geltoni lęšiai. Akis tampa jautresnė šviesai.

Geltona spalva apsunkina spalvų juslę – vairuotojams reikėtų pasitikrinti, ar jie gerai skiria šviesoforo signalus [5].

Priklausomai nuo naudojimo paskirties gamintojai rekomenduoja tam tikrų spalvų saulės akinius.

Pilka	Pilkos spalvos lęšiai mažiausiai iškraipo spalvų ir atstumo suvokimą, labiausiai rekomenduojama vairuotojams, pilotams, giliųjų vandenų žvejams, golfo ir dviračių sporto mėgėjams [13].
Žalia	Žalios spalvos lęšiai suteikia šiek tiek didesnę kontrastingumą lyginant su pilkos spalvos lęšiais. Žali lęšiai išlaiko tikrąją spalvų balansą įvairaus apšvietimo sąlygomis, sumažina akių įtampą ryškioje šviesoje. Žalia spalva pagerina akies mikrocirkuliaciją, efektyviai atstato regos analizatoriaus bioritmą [14]. Oftalmologai teigia, kad žalia spalva yra labai veiksminga mažinant akispūdį, todėl sergantiems glaukoma rekomenduoja dėvėti akinius nuo saulės su žaliais lęšiais taip dažnai, kaip tik įmanoma [15]. Nuo IR spindulių saugo specialūs mineraliniai žalios spalvos lęšiai, kurie gerai sugeria infraraudonuosius spindulius. Plastikiniai lęšiai tokios apsaugos nesuteikia [11].

Oranžinė	Šie lęšiai blokuoja mėlyną šviesą, rekomenduojami ūkanotą, apsiniaukusią dieną. Padidina kontrastą. Siūlomi slidininkams, dviratininkams, medžiotojams [13].
Geltona	Geltonos spalvos lęšiai padidina ryškumą, tinkamiausi naudoti patalpose esant dirbtiniam apšvietimui. Geltoni lęšiai suteikia maksimalų šviesos pralaidumą. Rekomenduojami medžiotojams, prieblandoje ar esant rūkui vairuojantiems žmonėms. Geltonus lęšius dažniausiai renkasi slidininkai, kadangi dėvint šiuos lęšius aiškiai suvokiamas slidžių provėžų gylis [13].
Ruda	Rudi lęšiai tinkami esant akinančiai šviesai (buriavimui, slidinėjimui, žvejybai). 3 kategorijos lęšiai (82% - 92% tamsumas) pagerina kontrastą, mažina mėlyną šviesą. Rekomenduojami vairavimui, golfui ir žvejybai sekliame vandenyje. 1 kategorijos lęšiai (20% - 57% tamsumas) yra šviesaus atspalvio, jie dalinai saulėtą dieną suteikia kontrasto [13].
Melanino	Melanino lęšiai blokuoja didelį srautą mėlynos šviesos kartu išlaikydami tikrąjį spalvų balansą. Šie lęšiai pagerina regėjimo aštrumą, padidina vaizdo ryškumą esant bet kokios kilmės akinančiai šviesai. Melanino lęšius ypač rekomenduotina dėvėti žaidžiant golfą, vairuojant ir žvejojant, o taip pat, esant geltonosios dėmės degeneracijai [13].
Rožinė	Rausvi lęšiai gerina kontrastą, slidininkams padeda suvokti sniego įspaudų gylį, blokuoja mėlynus spindulius [13].
Raudona	Raudona spalva gerina mikrocirkuliaciją, padidina tinklainės fotoreceptorių jautrumą ir regėjimo aštrumą. Padidina kontrastą. Dažnai naudojamas žvejojant anksti ryte arba vėlai vakare . Taip pat naudojami slidinėjimui ir medžioklei [14].
Mėlyna	Mėlyna spalva ramina, gerina miegą, mažina akispūdį [14].
Veidrodinė	Mažina akinimą, šviesos patekimą į akis, rekomenduotini naudoti dideliame aukštyje [13]. Veidrodinė danga galima ant bespalvio lęšio, o taip pat ir ant bet kokia spalva dažyto lęšio [11].

2.3 Dažymo įtaka lęšių charakteristikoms

Literatūros analizė parodė, kad akinių lęšių gamintojai nurodo lęšių medžiagos lūžio rodiklį, dispersijos koeficientą, medžiagos tankį ir, kartais, ribinį šviesos pralaidumą. Be to, lūžio rodiklis JAV ir Anglijoje nurodomas 587,56 nm, Europoje 546,07 nm bangos ilgio šviesai. Lęšių dažiklių gamintojai siūlo iki 188 įvairių atspalvių, nenurodydami šių dažiklių spektrinių charakteristikų. Lęšius dažantys optikos salonai laikosi dažiklių gamintojų rekomendacijų neatsižvelgdami į dažiklių įtaką regos kokybei.

Dažyto lęšio lūžio rodiklis skiriasi nuo nedažyto lęšio lūžio rodiklio (pakinta trečias po kablelio lūžio rodiklio skaitmuo). Lūžio rodiklio pokytis priklauso nuo spalvos ir dažymo laiko [16].

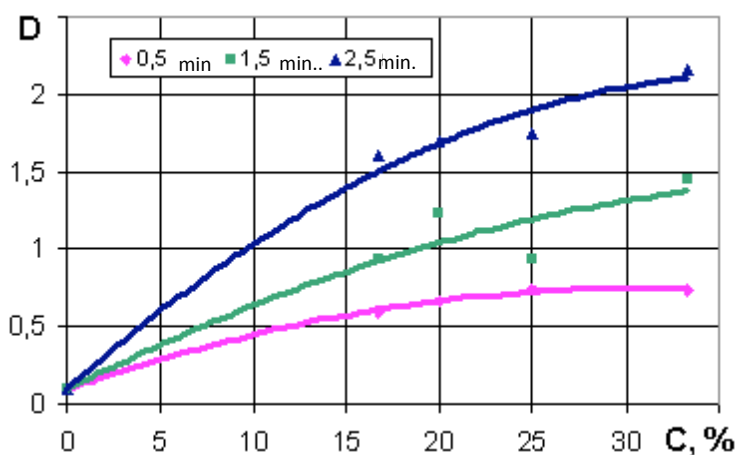
Pakitus lūžio rodikliui, pakinta ir lęšio optinė geba, o tai gali daryti įtaką regos aštrumui, kontrasto ir spalvų juslei.

Dažant lęšius kinta jų optinis tankis D:

$$D = \lg \frac{\Phi_0}{\Phi} \quad (2.3.1)$$

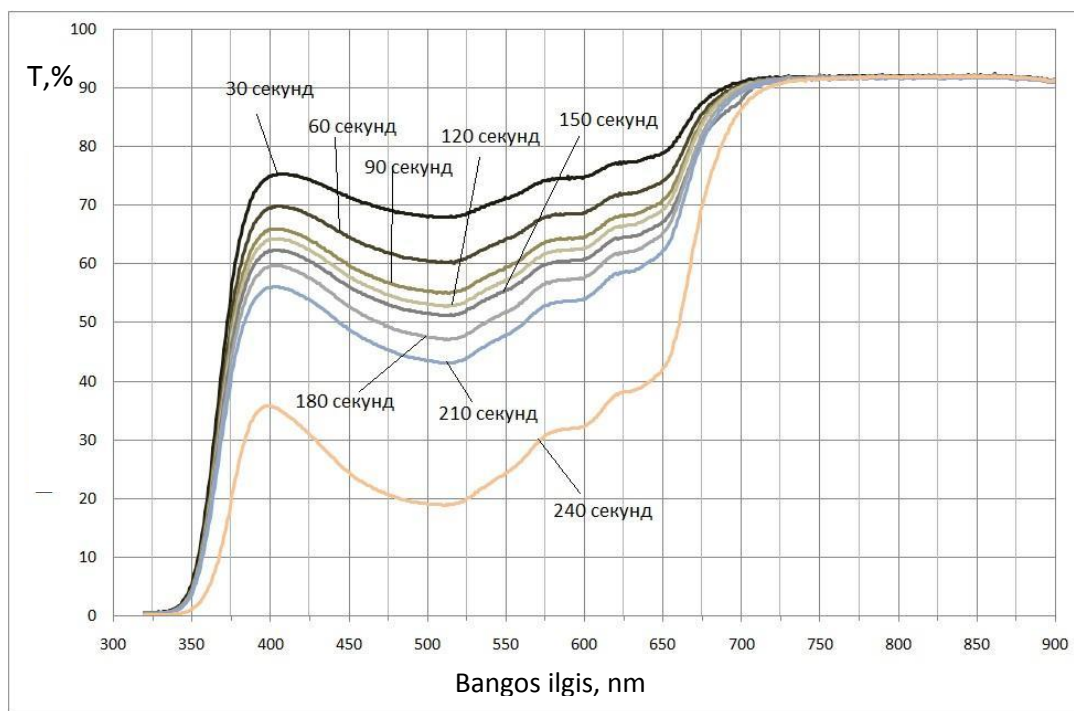
čia Φ_0 - kritusios į lęšį šviesos srautas, Φ - pro lęšį praėjusios šviesos srautas.

Optinis tankis priklauso nuo dažymo trukmės ir dažiklio koncentracijos dažymo tirpale. Didėjant dažiklio koncentracijai didėja polimerinių lęšių optinis tankis (2.3.1 pav.).



2.3.1 pav. Polimerinių lęšių optinio tankio priklausomybė nuo dažiklio koncentracijos, esant skirtingai dažymo trukmei [16]

Dažytų lęšių optinis pralaidumas (T , %) kinta priklausomai nuo to, kokia spalva dažomas lęšis. Dažytų lęšių spektre atsiranda sugerties juostos, atitinkančios dažiklių spektrinės sugerties diapazonus. Didinant dažymo laiką, mažėja ir lęšio optinis pralaidumas [16]. 2.3.2 paveiksle pateiktos rudai dažyto lęšio optinio pralaidumo kreivės.



2.3.2 pav. Rudai dažyto lęšio optinio pralaidumo kreivės [16]. Juoda kreivė (pirma kreivė nuo viršaus) rodo 30 sekundžių dažų vonelėje laikyto lęšio optinį pralaidumą, tamsiai pilka kreivė (antra nuo viršaus) – 60 sekundžių dažų vonelėje laikyto lęšio optinį pralaidumą, ruda kreivė (trečia nuo viršaus) rodo 90 sekundžių dažyto lęšio optinį pralaidumą, šviesiai pilka kreivė (ketvirta nuo viršaus) rodo 120 sekundžių dažyto lęšio optinį pralaidumą, tamsiai mėlyna kreivė (penkta nuo viršaus) – 150 sekundžių dažų vonelėje laikyto lęšio optinį pralaidumą, pilka kreivė (šešta nuo viršaus) rodo 180 sekundžių dažyto lęšio optinį pralaidumą, žydra kreivė (septinta nuo viršaus) – 210 sekundžių dažyto lęšio optinį pralaidumą, rusva kreivė (aštunta nuo viršaus) rodo 240 sekundžių dažyto lęšio optinį pralaidumą.

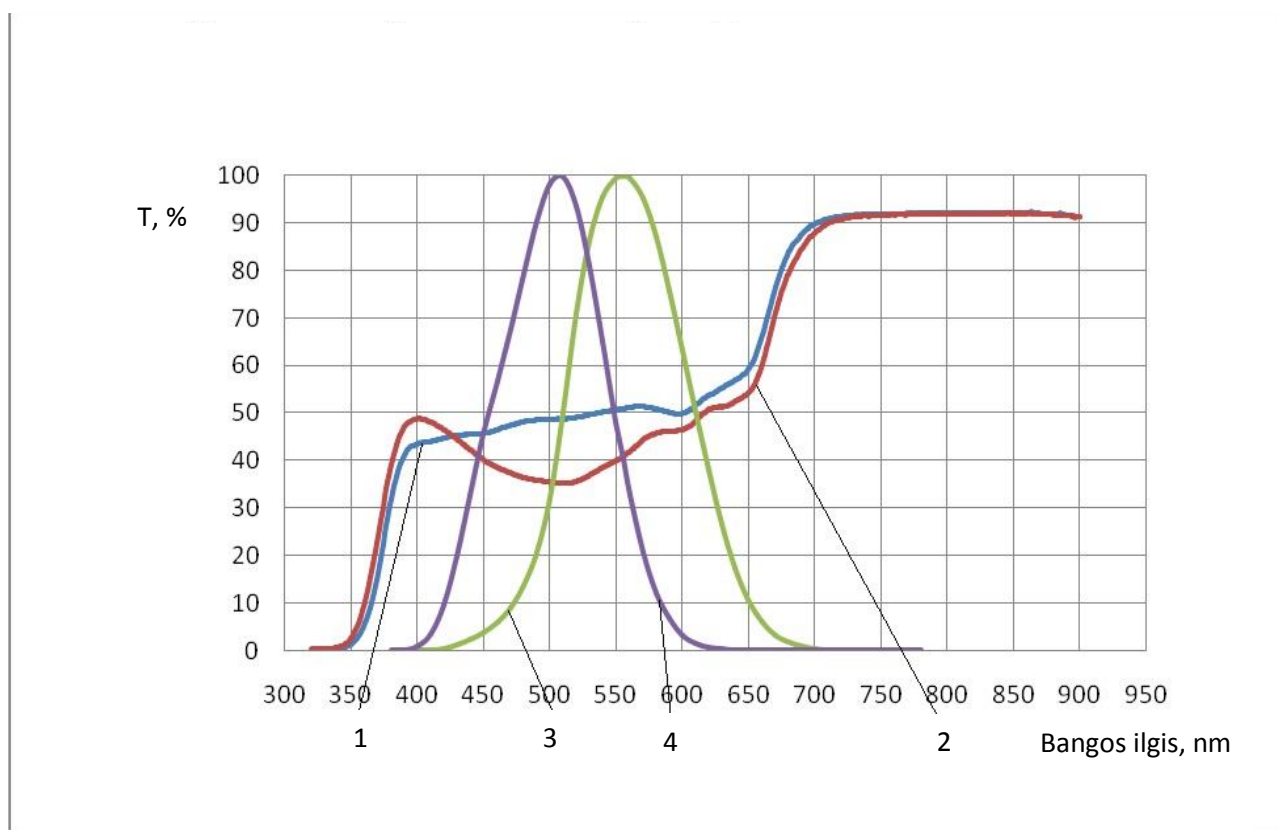
Didėjant dažymo laikui, dažiklis giliau įsiskverbia į lęšio medžiagą, todėl lęšio optinis pralaidumas mažėja tolygiai visuose bangų ilgių diapazonuose.

2.4 Dažytų lęšių įtaka regos aštrumui

Regos aštrumas yra vienas pagrindinių kriterijų, vertinant gebėjimą vizualiai analizuoti objektų formas, dydžius, struktūras ir orientaciją erdvėje.

Regos aštrumą įtakoja daugelis faktorių, tame tarpe ir dažytų (spalvotų) akinių lęšių naudojimas. Dėvint dažytus akinių lęšius, kinta akies vyzdžio diameteras. Kadangi 80% atvejų akies vyzdys išsiplečia, tai padidėja ir šviesos, patekusios į akies tinklainę srautas. Tai lemia papildomus atvaizdo iškraipymus [16].

2.4.1 paveiksle pateiktos pilkai dažyto lęšio ir rudai dažyto lęšio optinio pralaidumo kreivės bei akies dienos ir naktinio matymo jautrumo kreivės.



2.4.1 pav. Spalvotų lęšių optinio pralaidumo kreivės (1 - pilkai dažyto lęšio, 2 - rudai dažyto lęšio) ir akies spektrinio jautrumo kreivės (3 – dienos, 4 – nakties) [16]

Reikia pažymėti, kad pilkai dažyti lęšiai paslenka akies spektrinio jautrumo maksimumą (Purkinje efektas) link 500 nm. Tuo būdu tampa aktyvesnis taip vadinamo „naktinio matymo“ procesas, kurį lydi kontrasto sumažėjimas. Rudi lęšiai ne tik geriau sulaiko UV

spinduliuotę, bet ir padidina kontrastą, nes daugiau sugeria mėlynos – žydros spektro dalies šviesą, kuriai būdinga didesnė sklaida. Taip pat gerėja spalvų joslė (dėl praleidžiamos žaliosios spektro dalies šviesos), o geltonosios spektro dalies šviesa mažina mieguistumą ir nuovargį.

Tyrimai rodo, kad spalvoti akinių lęšiai gali keisti regos aštrumą ir spalvų joslę. Priklausomai nuo spalvos, šie rodikliai gali ir gerėti, ir blogėti. Pvz.: žydros, rožinės ir pilkos spalvų lęšiai mažina regos aštrumą: $\Delta V=0,1$. Šis sumažėjimas stebimas maždaug 20% tiriamųjų. Regos aštrumą didina oranžinės spalvos lęšiai ($V_{is}=1,5$). Geltonos, žalios ir rudos spalvų lęšiai regos aštrumą didina ($V_{is}=1,2$), arba jo nekeičia ($V_{is}=1,0$) [17]. Todėl, lęšiai dažyti oranžine, geltona ar žalia spalva gali būti naudojami regos aštrumui gerinti, o kitų spalvų lęšiai – kosmetiniam arba estetiniam efektui gauti.

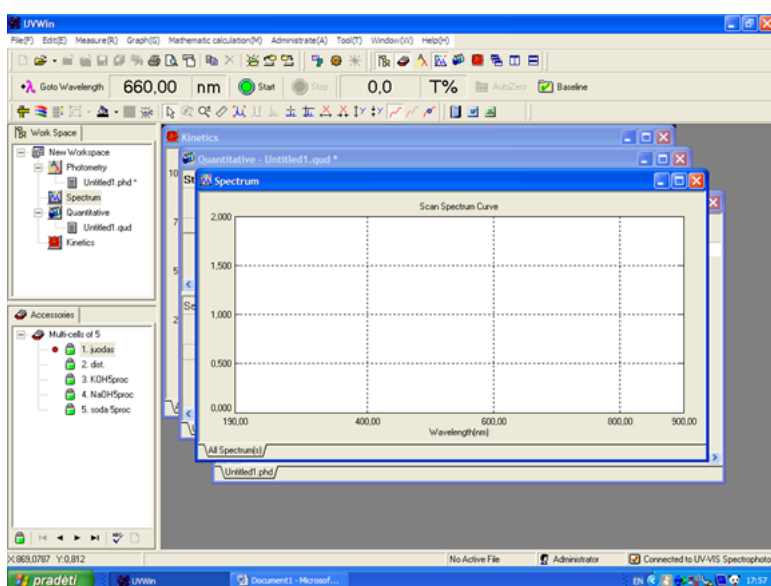
3. EKSPERIMENTINIS SPALVOTŲJŲ LĘŠIŲ OPTINIO PRALAUDUMO TYRIMAS

3.1. Optinio pralaidumo tyrimo metodika

Spektrofotometru išmatuotas spalvotųjų lęšių optinis pralaidumas.

Spektrofotometras optinio pralaidumo tyrimui buvo paruoštas tokia tvarka:

- ✓ Spektrofotometras sujungtas su kompiuteriu.
- ✓ Įjungtas kompiuteris.
- ✓ Įjungtas spektrofotometras UV-Visible T60.
- ✓ Vyksta pritaisto inicializacija.
- ✓ Kompiuterio ekrane atsidarius programai, lange „spectrum“ nustatome tyrimo režimą T.



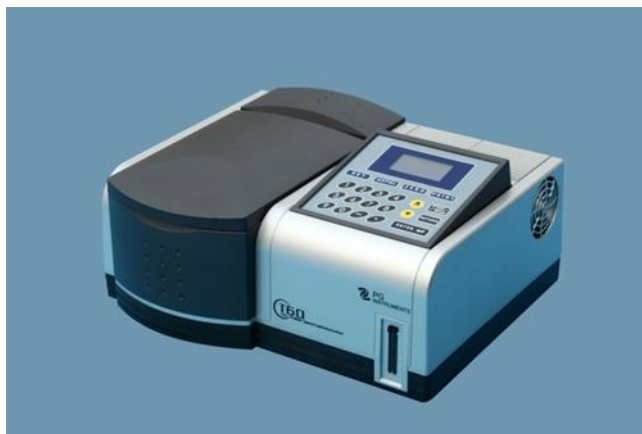
3.1.1 pav. Programos lango vaizdas

- ✓ Nustatomas bangų ilgių intervalas (190 – 750 nm).
- ✓ Nustatomos pralaidumo srities ribos (0 % - 100 %).
- ✓ Atliekama spektrofotometro korekcija kiuvečių skyriuje patalpinant juodąjį kūną. Kalibravimo metu pralaidumas yra 0 %.

- ✓ Atliekama bazinės linijos korekcija esant tuščiam kiuvečių skyriui (tuščia eiga). Spektrinis pralaidumas tuščia eiga kalibravimo metu buvo laikomas 100 % pralaidumu 190 – 750 nm bangos ilgių intervale.
- ✓ Kai prietaiso kalibravimas yra atliktas, galima matuoti spalvotųjų lęšių optinį pralaidumą. Lęšis į spektrofotometrą dedamas taip, kad jo įgaubtoji pusė būtų atsukta į šviesos šaltinį, o šviesos srautas eitų pro lęšio viršūnę. Tokiu būdu įdedant lęšį šviesos srautas į lęšį krenta statmenai.

3.1.1 Spektrofotometras UV-Vis T60

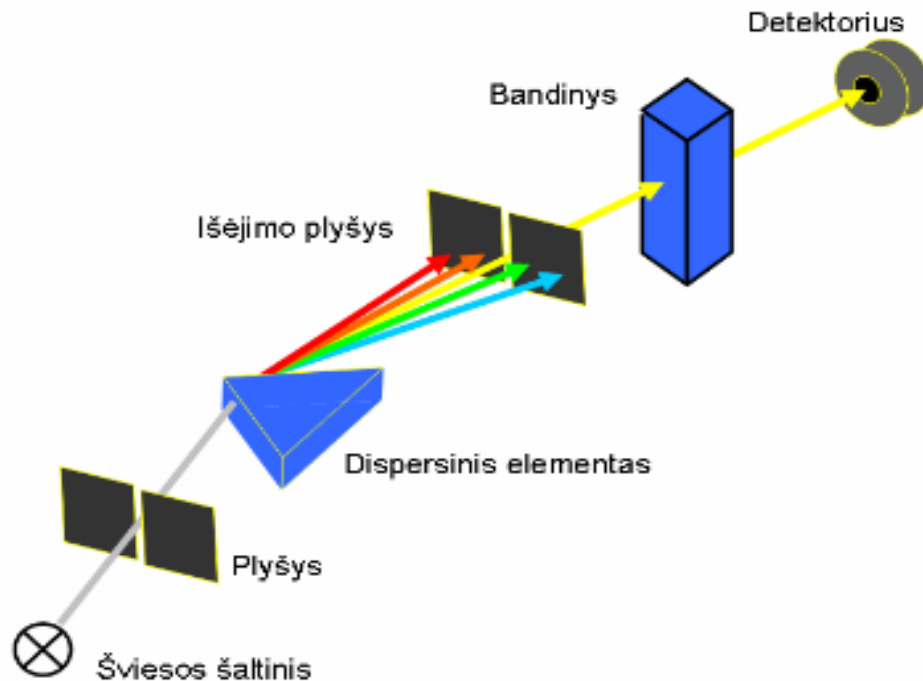
Tyrimas buvo atliekamas naudojant spektrofotometrą UV-Visible T60. UV - regimosios šviesos spektrofotometrai yra skirti matuoti šviesos intensyvumą prieš ir praėjus bandinį. Gaunamas pralaidumo rodiklis išreiškiamas procentais. Juo galima atlikti UV ir regimosios šviesos pralaidumo matavimus.



3.1.1.1 pav. Spektrofotometras UV-Visible T60

Spektrofotometro pagrindinės dalys yra šios:

- spinduliuotės šaltinis (kaitinamoji lempa su volframo siūlu ir deuterio lempa);
- difrakcinė gardelė;
- kiuvečių skyrius;
- detektorius;
- kompiuterinė ir programinė įranga matavimams apdoroti, perduoti ir vaizduoti.



3.1.1.2 pav. Spektrofotometro veikimo principas

Spektrofotometras turi du spinduliavimo šaltinius. Ultravioletinius spindulius dažniausiai spinduliuoja deuterio lempa (190 – 300 nm srityje). Regimoji šviesa ir infraraudonieji spinduliai spinduliuojami iš volframo lempos (330 – 1100 nm srityje). Šviesa iš lempos patenka į monochromatorių, kurį sudaro prizmė arba difrakcinė gardelė, sklaidanti spinduliuotę į spektrą, ir du plyšiai. Įėjimo plyšys išskiria siaurą spindulių pluoštą, kuris patenka į difrakcinę gardelę, o išėjimo plyšys praleidžia jau tik tam tikro ilgio bangas iš išsklaidyto prizme ar difrakcine gardele spindulių srauto. Vėliau spinduliai yra padalinami į vienodo intensyvumo spindulius, kurie kerta tiriamąjį objektą. Praėjęs pro tiriamąjį objektą, spindulys patenka į detektorius. Gaunami rezultatai apdorojami kompiuteriu. Dažniausiai spektras pateikiamas kaip pralaidumo arba absorbcijos koeficiento priklausomybė nuo bangos ilgio arba bangos skaičiaus [18].

3.1.2 Dažytų lęšių optinio pralaidumo tyrimo rezultatai

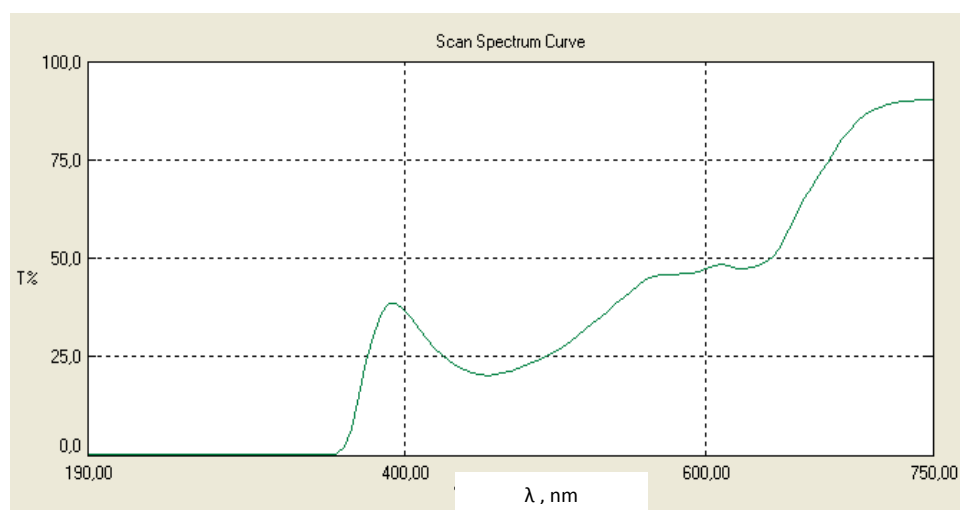
Spektrofotometru buvo ištirta 18 spalvotųjų lęšių. Visi tiriamieji lęšiai buvo pagaminti iš reaktoplastiko (CR-39), jų optinė geba $D=0,00$ D. Lęšiai buvo dažomi karštų dažų vonelėje.

4 lęšiai buvo nudažyti ruda spalva, 4 lęšiai - pilka spalva, 4 - žalia, 3 - geltona, 1 lęšis – mėlyna, 1 lęšis – violetine ir 1 lęšis – alyvine spalva. Lęšiams buvo priskirtos 0, 1, 2, 3 kategorijos, priklausomai nuo to, kiek laiko jie buvo dažomi dažų vonelėje:

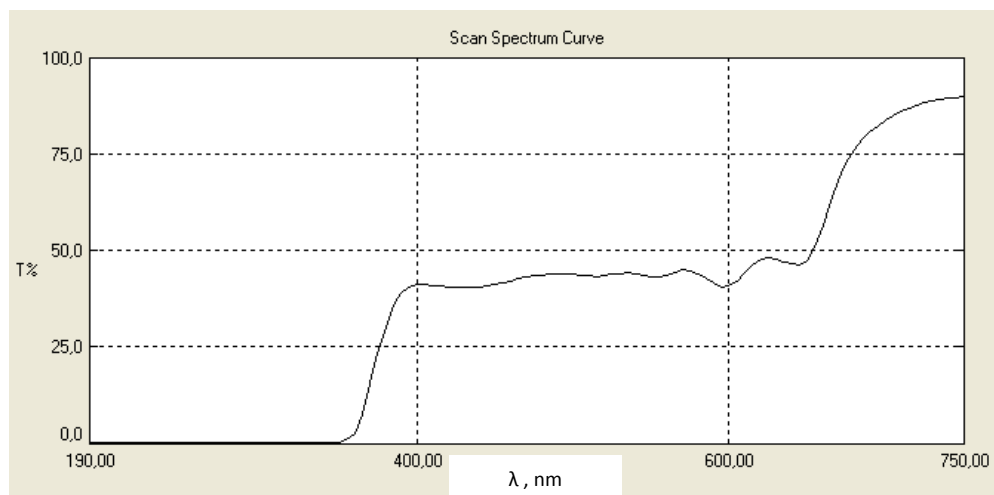
- Lęšius, kuriuos dažėme 2 minutes, pavadino 0 kategorijos lęšiais;
- Lęšius, kuriuos dažėme 5 minutes, pavadino 1 kategorijos lęšiais;
- Lęšius, kuriuos dažėme 7 minutes, pavadino 2 kategorijos lęšiais;
- Lęšius, kuriuos dažėme 15 minučių, pavadino 3 kategorijos lęšiais;

Norint ištirti pilka, ruda, žalia, geltona, mėlyna, violetine ir alyvine spalvomis dažytų lęšių optinio pralaidumo ypatybes, buvo matuojamas jų optinis pralaidumas. Visi šie lęšiai buvo 2 tamsumo kategorijos.

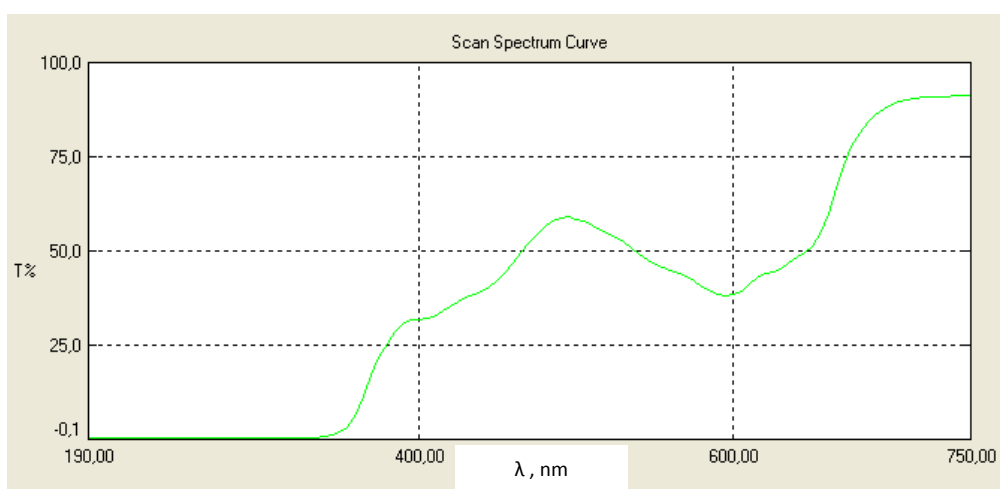
Šios optinio pralaidumo kreivės rodo, kad raudonosios spektro dalies šviesą visi 7 lęšiai praleidžia beveik vienodai (apie 90%). Pilkas lęšis praleidžia maždaug 40% 380-620 nm ilgio bangų, (t.y. violetinė, mėlyna, žydra, žalia, geltona ir oranžinė šviesa sulaikoma beveik vienodai), o 620 nm ir ilgesnių bangų pralaidumas didėja.



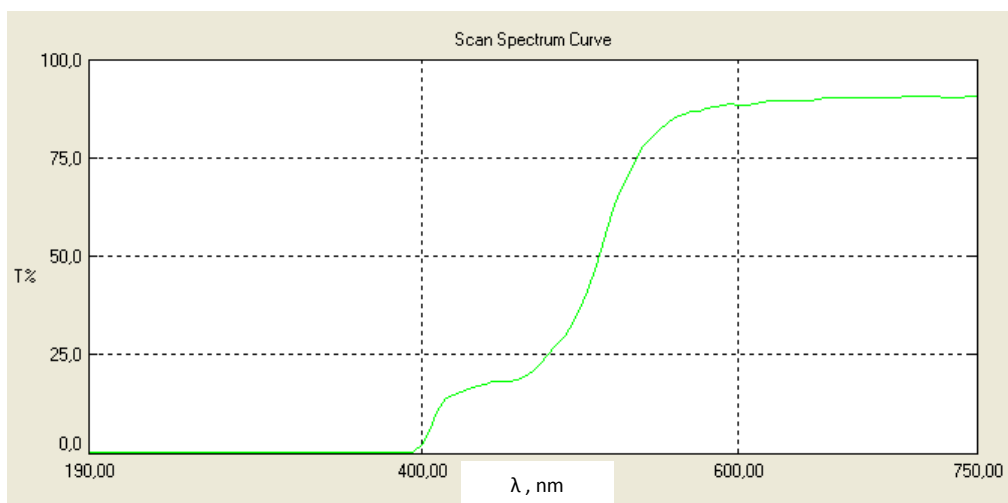
3.1.2.1 pav. Ruda spalva dažyto lęšio optinio pralaidumo kreivė



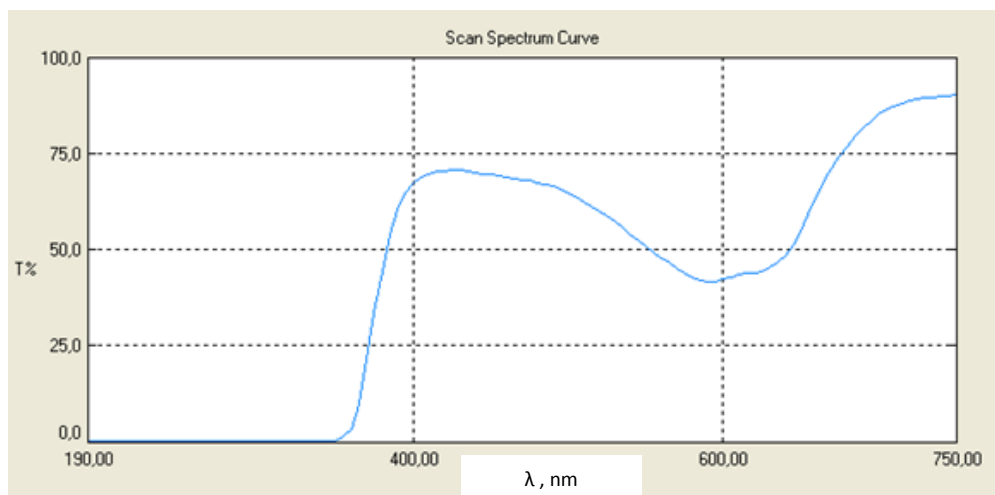
3.1.2.2 pav. Pilka spalva dažyto lęšio optinio pralaidumo kreivė



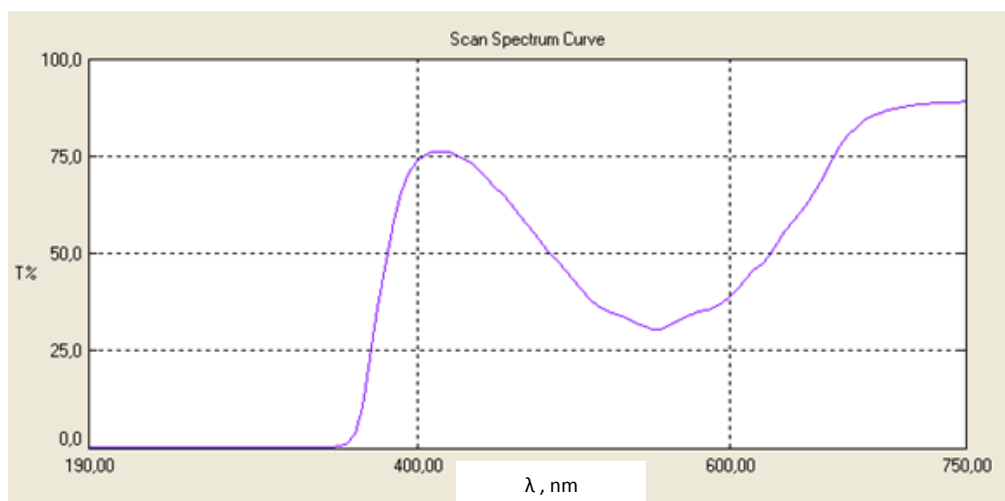
3.1.2.3 pav. Žalia spalva dažyto lęšio optinio pralaidumo kreivė



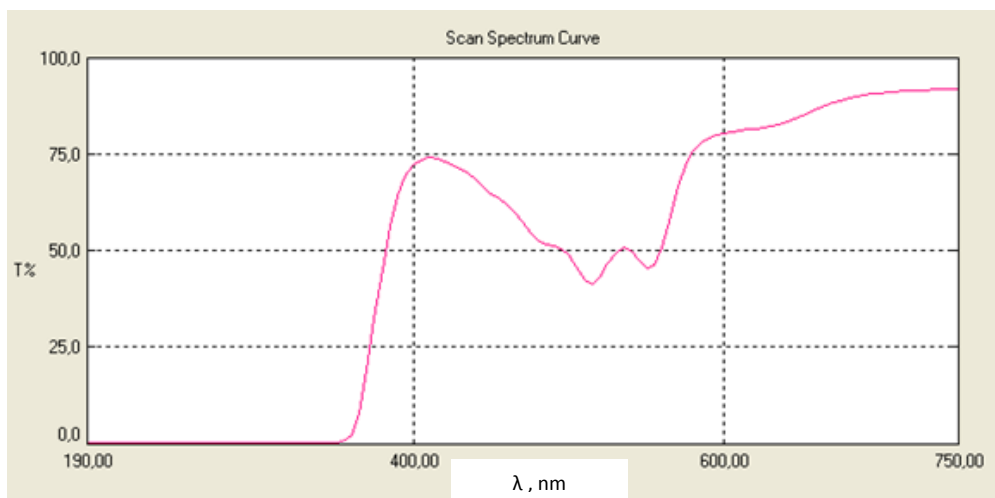
3.1.2.4 pav. Geltona spalva dažyto lęšio optinio pralaidumo kreivė



3.1.2.5 pav. Mėlyna spalva dažyto lęšio optinio pralaidumo kreivė



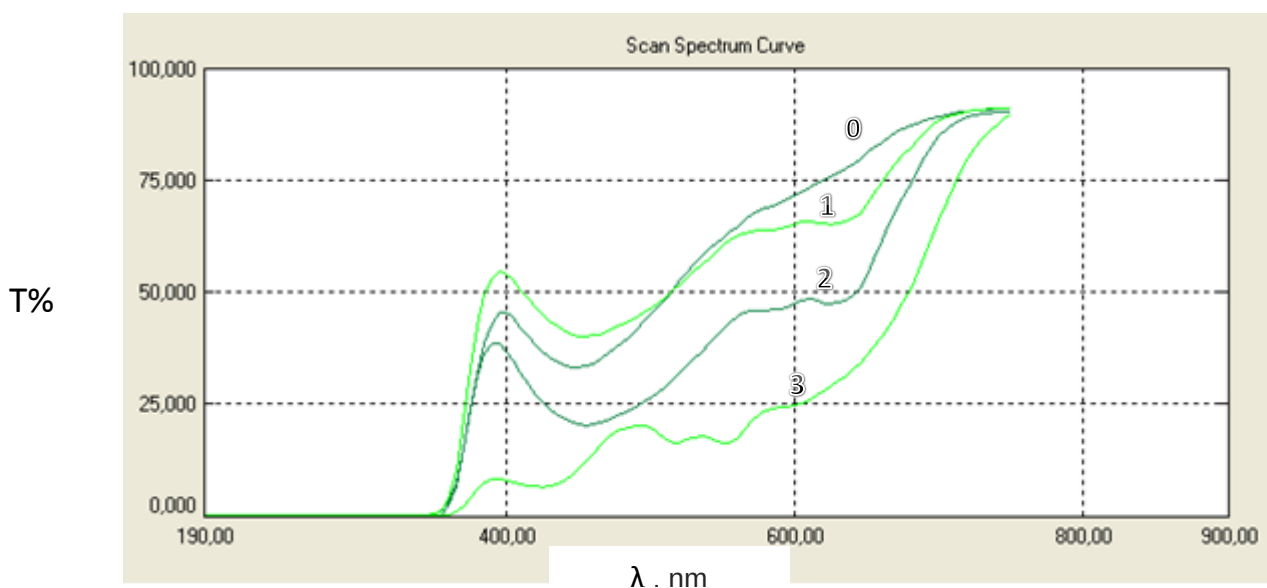
3.1.2.6 pav. Violetinė spalva dažyto lęšio optinio pralaidumo kreivė



3.1.2.7 pav. Alyvine spalva dažyto lęšio optinio pralaidumo kreivė

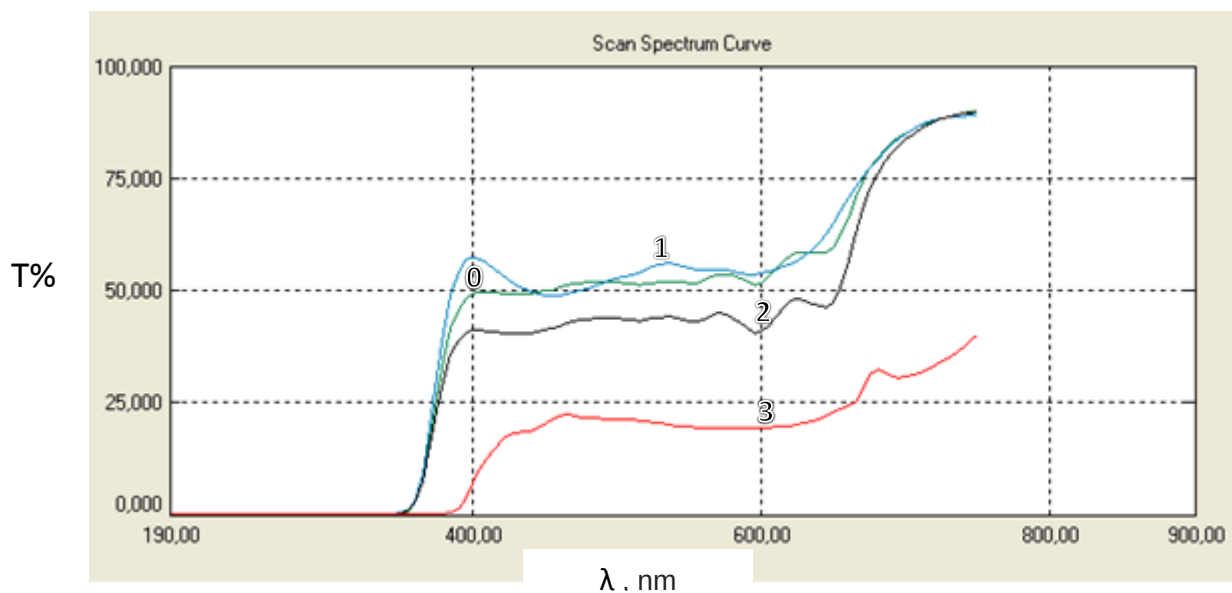
Ruda spalva dažytas lęšis blogiau sugeria violetinę šviesą (praleidžia apie 30% – 35%), tačiau geriau nei kiti lęšiai sulaiko mėlynuosius spindulius. Žalias lęšis geriau nei visi kiti praleidžia 470-560 nm ilgio bangas (t.y. žydrą ir žalią šviesą), tačiau, palyginus, geriau sulaiko 560-605 nm bangas (geltoną ir oranžinę šviesą). Geltonas lęšis, lyginant su kitais, geriausiai sugeria mėlynosios ir violetinės spektro dalies šviesą (380-470 nm) tačiau puikiai praleidžia bangas kurių ilgis yra 500 – 750 nm. Mėlyna spalva dažyto lęšio optinio pralaidumo kreivė rodo, kad šis lęšis geriausiai absorbuoja geltoną ir oranžinę šviesą (560-610 nm). Alyvine spalva dažytas lęšis geriausiai sugeria žalią šviesą (500-560 nm), o violetine spalva dažytas lęšis geriausiai sugeria žalią ir geltoną šviesą (500-590 nm).

Norint pažiūrėti, kaip keičiasi lęšių optinis pralaidumas ilgėjant dažymo trukmei, spektrofotometru buvo ištirtas 4 lęšių, dažytų skirtingą laiką, optinis pralaidumas. Pasirinkti lęšiai pagal dažymo laiką buvo suskirstyti į 0, 1, 2 ir 3 kategorijas.



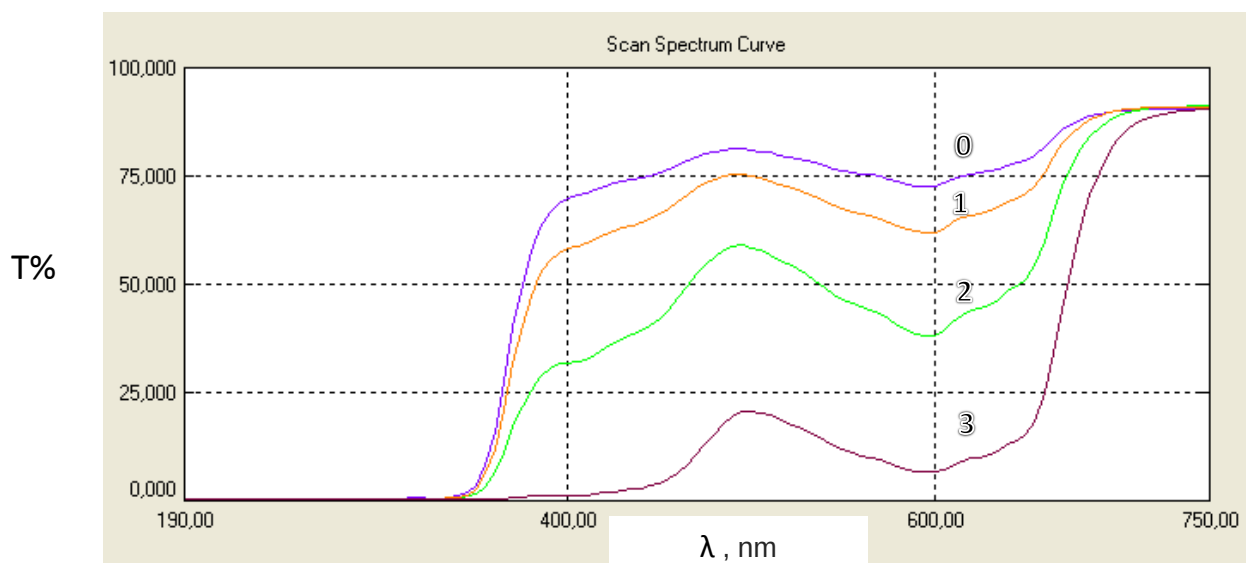
3.1.2.8 pav. Ruda spalva dažytų lęšių optinio pralaidumo kreivės

3.1.2.8 paveiksle pateikiamos ruda spalva dažytų lęšių optinio pralaidumo kreivės. Trumpėjant bangos ilgiui kreivės rodo optinio pralaidumo mažėjimą, tačiau, artėjant prie 380 - 450 nm ilgio bangų (violetinės ir mėlynos spektro dalies šviesos), 0, 1, ir 2 kategorijos lęšių pralaidumas vėl padidėja, o esant 350 nm ir trumpesnėms bangoms kreivės rodo 100 % sugertį. Lyginant visas šias kreives tarpusavyje matome, kad kuo lęšio dažymo laikas ilgesnis, tuo jo optinis pralaidumas yra mažesnis.



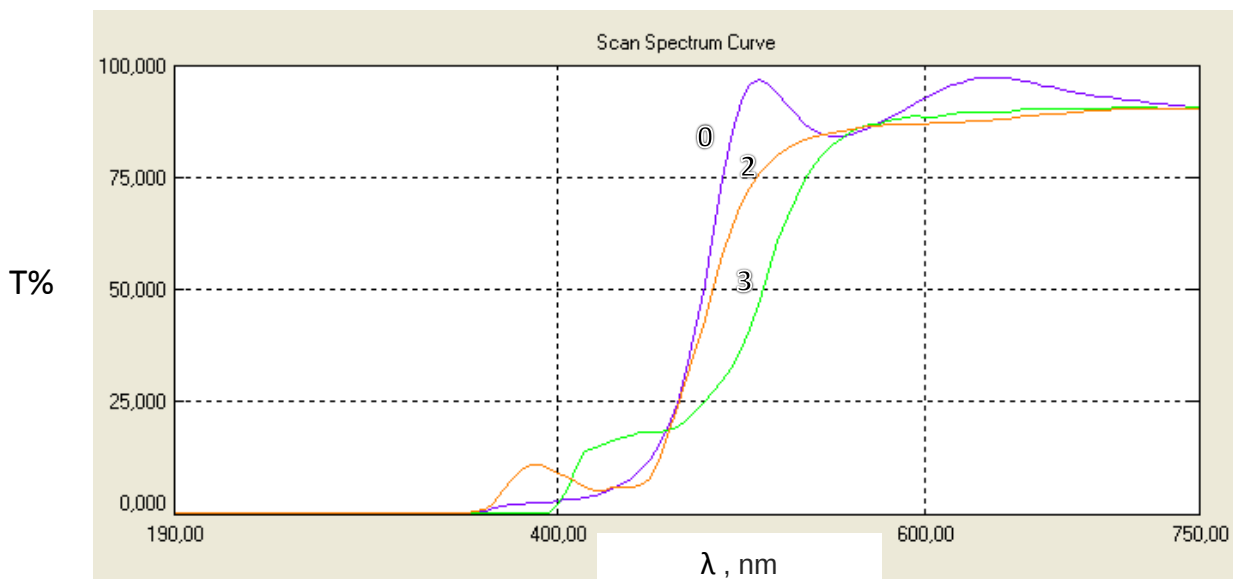
3.1.2.9 pav. Pilka spalva dažytų lęšių optinio pralaidumo kreivės

3.1.2.9 paveiksle matome, kad 0 ir 1 kategorijos pilka spalva dažytų lęšių optinis pralaidumas yra gana panašus, labiau išsiskiria tik ties 400 nm ilgio bangomis – 1 kategorijos lęšis šioje srityje yra kiek pralaidesnis. Taip pat galime pastebėti, kad ilgesnį laiką dažų vonelėje laikyto lęšio optinė sugertis didesnė, nei trumpiau dažytų lęšių.



3.1.2.10 pav. Žalia spalva dažytų lęšių optinio pralaidumo kreivės

3.1.2.10 paveiksle viršutinė kreivė rodo 0 kategorijos žalia spalva dažyto lęšio optinį pralaidumą. Matome, kad šio lęšio optinis pralaidumas yra didesnis nei 1, 2 ir 3 kategorijos žalia spalva dažytų lęšių optinis pralaidumas. Taip pat pastebime, kad kreivė 3 (3 kategorijos žalia spalva dažytas lęšis) rodo mažiausią optinį pralaidumą ir žymiai geriau sugeria violetinę šviesą. Nepriklausomai nuo to, kokia yra žaliai dažyto lęšio kategorija 470 – 550 nm bangas (mėlyną ir žalią šviesą) praleidžia geriau, nei kitų ilgių bangas.



3.1.2.11 pav. Geltona spalva dažytų lęšių optinio pralaidumo kreivės

3.1.2.11 paveiksle pavaizduotos geltonai dažytų lęšių optinio pralaidumo kreivės. Lygindami šias kreives galime teigti, kad 0 kategorijos geltonai dažytas lęšis daugiau praleidžia 560 – 750 nm ilgio bangas, tačiau geriau sugeria 380 – 460 nm ilgio bangas, nei kiti du – 2 ir 3 kategorijos dažyti lęšiai. Taip pat pastebime, kad ties 580 nm ilgio bangomis (geltona spalva) visų trijų lęšių optinis pralaidumas tampa vienodas. 3 kategorijos geltonai dažytas lęšis daugiau praleidžia 400 – 470 nm ilgio bangas (dalį violetinės ir mėlyną šviesą), nei likusieji 0 ir 2 kategorijos geltona spalva dažyti lęšiai. O 2 kategorijos geltonas lęšis geriau nei kiti praleidžia 380 – 430 nm ilgio bangas (violetinę šviesą).

4. DAŽYTŲ LĘŠIŲ ĮTAKOS REGOS AŠTRUMUI TYRIMAS

4.1 Regos aštrumo tyrimo metodika

Regos aštrumo tyrimo metodika visada turi būti vienoda (standartinė). Optotipų lentelės įdedamos į specialų rėmą, kurio vidinės sienos yra veidrodinės. Priekyje įsukta 40 W lemputė, kuri nuo tiriamojo uždengta gaubtu. Apatinis optotipų lentelės kraštas turi būti 1,2 m nuo grindų ir 5 m nuo žmogaus. Regos aštrumas tiriamas antrąją akį uždengus neskaidriu ekranu ir jokia būdu nespaudžiant akies obuolio. Geriausia iš pradžių tirti dešinės akies regos aštrumą, po to — kairės. Taip gydytojas lengviau įsimena tyrimo duomenis. Optotipai žmogui rodomi gerai matoma lazdele, kurios galas turi būti po optotipų tam tikru atstumu, kad neuždengtų ženklo. Kiekvieno ženklo ekspozicija — 2—3 sek. Geriausia pradėti rodyti 10 eilutės optotipus ne paeiliui, nes tiriamasis gali bandyti atspėti ženklus.

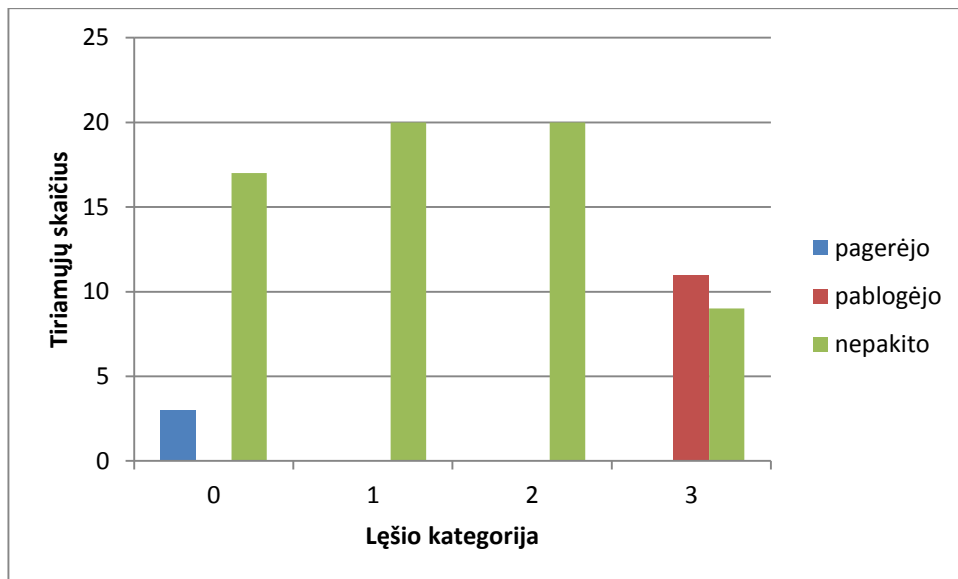
Tyrimas buvo atliekamas Molėtų mieste, optikoje „Etnooptika“.

Tyrimo imtis – 20 žmonių, kurių regos aštrumas svyravo nuo $V=0,2$ iki $V=1,0$. Tiriamųjų amžius buvo nuo 19 m. iki 65 m.

Tiriamieji žiūrėjo pro 0, 1, 2 ir 3 kategorijos ruda, pilka, žalia ir geltona spalva dažytus lęšius į optotipų lentelę, įrengtą pagal anksčiau minėtus standartus. Tiriamieji, kuriems reikalinga regos korekcija, pro dažytus lęšius į optotipų lentelę žiūrėjo be akinių. Kiekvieno tyrime dalyvavusio žmogaus buvo prašoma išvardinti jam rodomus optotipus. Taip pat buvo klausama ar su konkrečiu dažytu lęšiu tiriamasis mato geriau, blogiau ar taip pat, kaip be dažyto lęšio. Buvo prašoma įvertinti optotipų ryškumą žiūrint pro dažytą lęšį.

4.2 Regos aštrumo tyrimo rezultatai

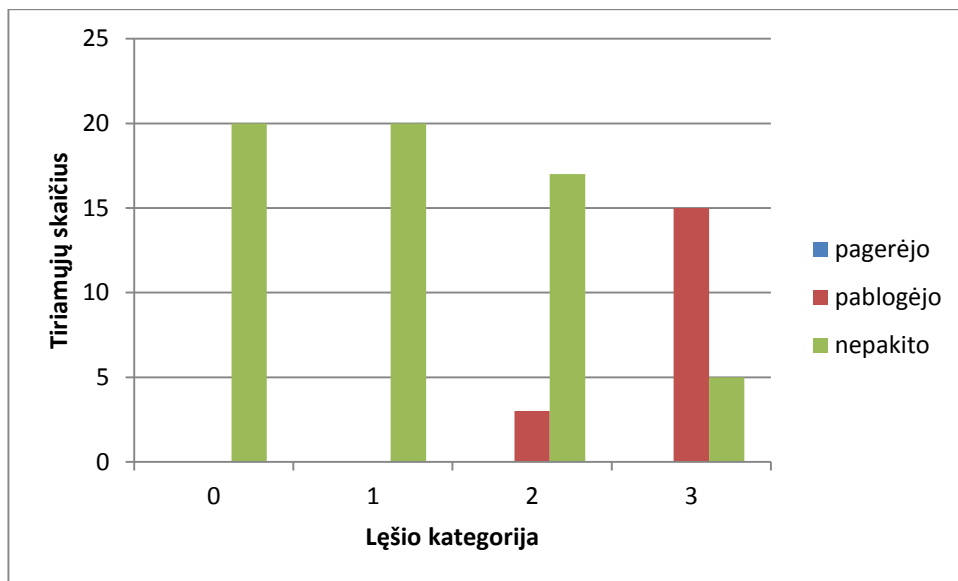
a) 4.2.1 paveiksle pateikta 20 tiriamųjų regos aštrumo priklausomybė nuo rudai dažyto lęšio kategorijos. Matome, kad 0 kategorijos lęšiai 3 tiriamiesiems turėjo teigiamą įtaką regos aštrumui (2 tiriamųjų regos aštrumas padidėjo $V=0,05$, 1 tiriamojo $V=0,1$), likusiųjų 17 regos aštrumas nepakito, 1 ir 2 kategorijos ruda spalva dažyti lęšiai visų 20 tiriamųjų regos aštrumui jokios įtakos neturėjo, o dėvint 3 kategorijos lęšius 11 tiriamųjų regos aštrumas sumažėjo (8 tiriamųjų regos aštrumas sumažėjo $V=0,05$, 2 tiriamųjų - $V=0,10$, 1 tiriamojo - $V=0,15$). Absoliutinių regos aštrumo pokyčių dėvint rudai dažytus lęšius pasiskirstymas pateiktas 4.2.9 paveiksle.



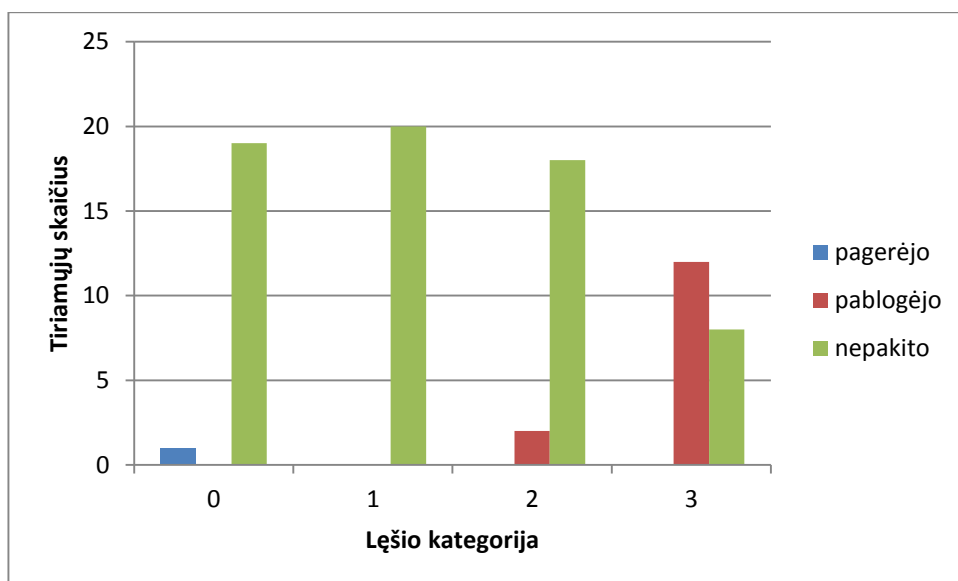
4.2.1 pav. Regos aštrumo priklausomybė nuo rudai dažyto lėšio kategorijos

4.2.2 paveiksle pateikta regos aštrumo priklausomybė nuo pilkai dažyto lėšio kategorijos. Matome, kad tiriamieji, žiūrėdami pro 0 ir 1 kategorijos lėšius matė lygiai taip pat, kaip ir be minėtų lėšių. 3 tiriamieji, dėvėdami 2 kategorijos pilkai dažytus lėšius matė blogiau (3 tiriamųjų regos aštrumas sumažėjo $V=0,05$), o likusieji 17 nei pagerėjimo, nei pablogėjimo nepajuto. Pateiktame paveiksle matome, kad didžiausią įtaką regos aštrumui turėjo 3 kategorijos lėšiai – 15 tiriamųjų regos aštrumas sumažėjo (8 tiriamųjų regos aštrumas sumažėjo $V=0,05$, 6 tiriamųjų - $V=0,1$, 1 tiriamojo - $V=0,15$) ir tik 5 tiriamųjų išliko toks pats. Apibendrinant tiriamųjų, žiūrėjusių pro pilka spalva dažytus lėšius regos aštrumo tyrimo rezultatus galime teigti, kad pilka spalva dažyti lėšiai nei vienam tiriamųjų regos aštrumui teigiamos įtakos neturėjo. Absoliutinių regos aštrumo pokyčių dėvint pilkai dažytus lėšius pasiskirstymas pateiktas 4.2.10 paveiksle.

4.2.3 paveiksle vaizduojama regos aštrumo priklausomybė nuo žaliai dažyto lėšio kategorijos. Pastebime, kad 1 iš 20 tiriamųjų, dėvėdamas 0 kategorijos žaliai dažytus lėšius, lentelėje atpažino daugiau optotipų, nei žiūrėdamas be šių lėšių (tiriamojo regos aštrumas padidėjo $V=0,10$). 1 kategorijos lėšiai neturėjo įtakos tiriamųjų regos aštrumui. 2 tiriamieji, žiūrėję pro 2 kategorijos žalia spalva dažytus lėšius matė prasčiau (2 tiriamųjų regos aštrumas sumažėjo $V=0,05$), kiti 18 jokio pasikeitimo nepastebėjo. Tiriant regos aštrumą tiriamiesiems dėvint 3 kategorijos lėšius pastebėta, kad 12 tiriamųjų regos aštrumas sumažėjo (5 tiriamųjų regos aštrumas sumažėjo $V=0,05$, 6 tiriamųjų - $V=0,10$, 1 tiriamojo - $V=0,15$), o likusių 8 tiriamųjų regos aštrumo šie lėšiai neįtakėjo. Absoliutinių regos aštrumo pokyčių dėvint žaliai dažytus lėšius pasiskirstymas pateiktas 4.2.11 paveiksle.



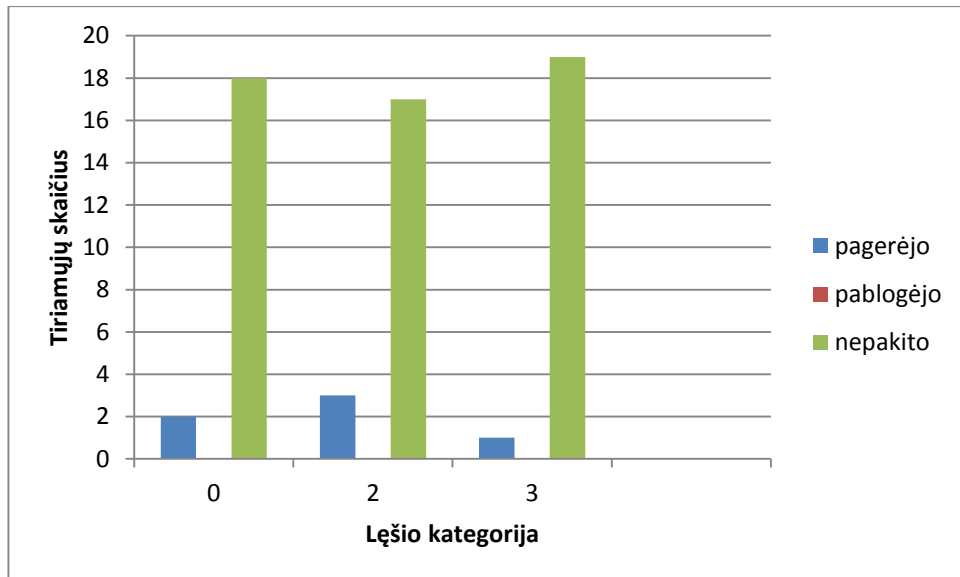
4.2.2 pav. Regos aštrumo priklausomybė nuo pilkai dažyto lėšio kategorijos



4.2.3 pav. Regos aštrumo priklausomybė nuo žaliai dažyto lėšio kategorijos

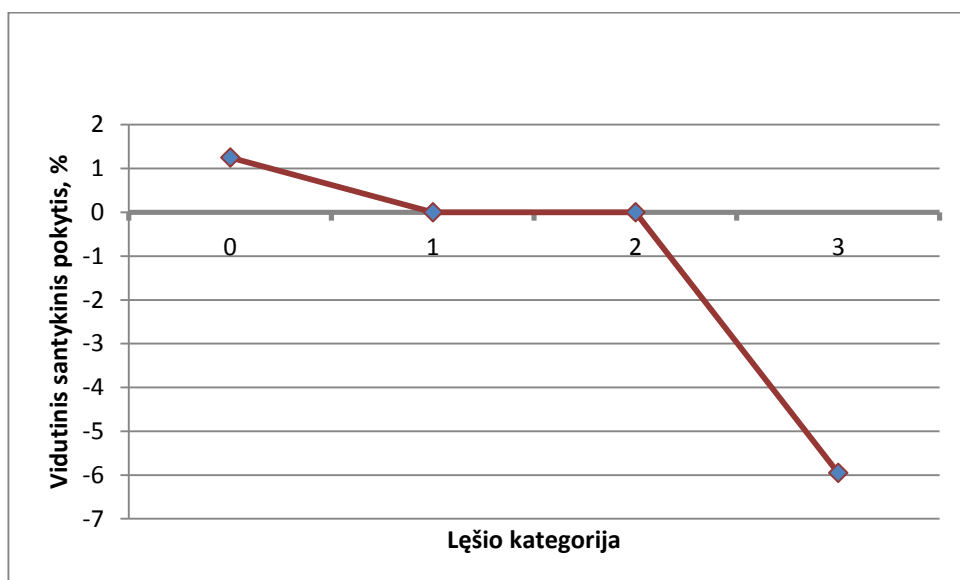
4.2.4 paveiksle pateikta 20 žmonių regos aštrumo priklausomybė nuo geltonai dažyto lėšio kategorijos. Matome, kad 0 kategorijos lėšis 2 tiriamųjų regos aštrumui turėjo teigiamą įtaką (2 tiriamųjų regos aštrumas padidėjo $V=0,05$), likusiųjų 18 regos aštrumas nepakito, 2 kategorijos geltonai dažyti lėšiai 3 tiriamųjų regos aštrumą pagerino (3 tiriamųjų regos aštrumas padidėjo $V=0,05$). Tiriant regos aštrumą su 3 kategorijos geltonais lėšiais pastebėta, kad 1 tiriamasis matė geriau (tiriamąjo regos aštrumas padidėjo $V=0,05$), o likusieji

19 matė taip pat, kaip ir be minėtų lėšių. 4.2.4 paveiksle pateikti duomenys rodo, kad geltonai dažyti lėšiai neturėjo neigiamos įtakos tiriamųjų regos aštrumui. Absoliutinių regos aštrumo pokyčių dėvint geltonai dažytus lėšius pasiskirstymas pateiktas 4.2.12 paveiksle.



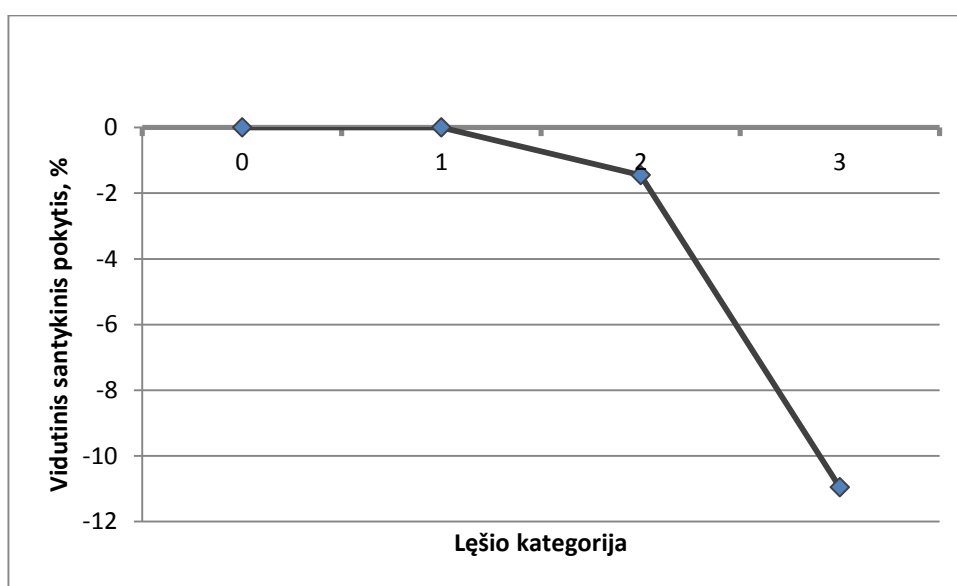
4.2.4 pav. Regos aštrumo priklausomybė nuo geltonai dažyto lėšio kategorijos

b) Apibendrinus regos aštrumo tyrimo rezultatus nustatytas regos aštrumo vidutinis santykinis pokytis.



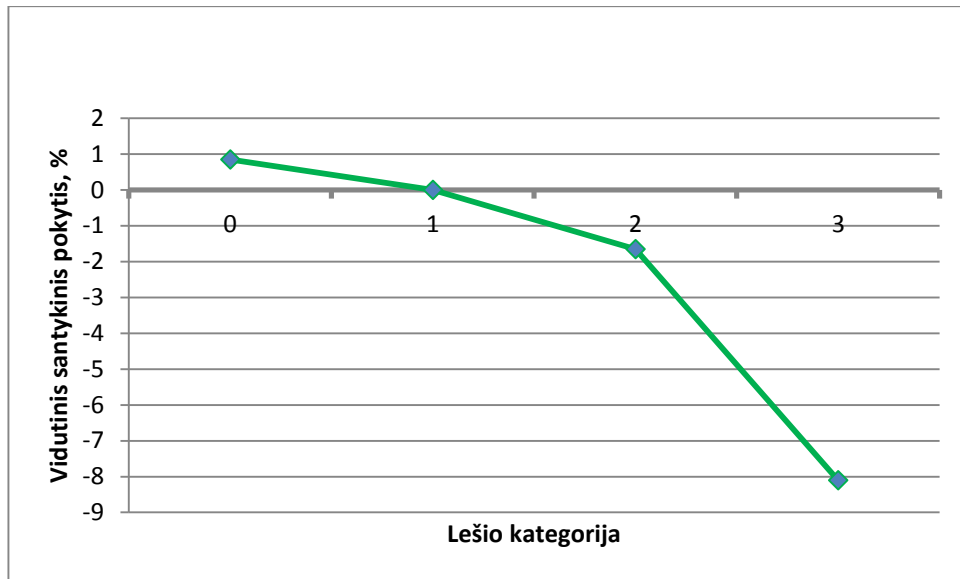
4.2.5 pav. Regos aštrumo vidutinio santykinio pokyčio priklausomybė nuo ruda spalva dažyto lėšio kategorijos

Tiriamiesiems dėvint 0 kategorijos ruda spalva dažytus lėšius 3 tiriamieji optotipų lentelėje atpažino daugiau optotipų, nei žiūrėdami be minėtų lėšių. Apskaičiuota, kad regos aštrumo vidutinis santykinis pokytis buvo +1,25%. Kitiems 17 tiriamųjų regos aštrumas nei pagerėjo, nei pablogėjo. Žiūrint pro 1 ir 2 kategorijos ruda spalva dažytus lėšius tiriamųjų regos aštrumas nepakito, o, tiriant dėvinčiųjų 3 kategorijos ruda spalva dažytus lėšius regos aštrumą, nustatytas -5,95% regos aštrumo vidutinis santykinis pokytis – 11 tiriamųjų regos aštrumas sumažėjo.

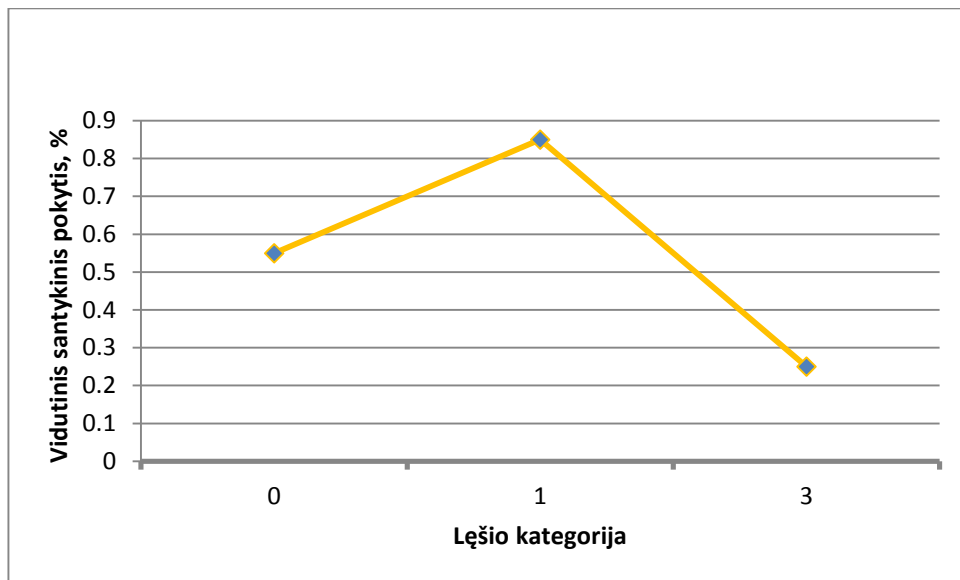


4.2.6 pav. Regos aštrumo vidutinio santykinio pokyčio priklausomybė nuo pilkai dažyto lėšio kategorijos

Atliekant regos aštrumo tyrimą su 0 ir 1 kategorijos pilka spalva dažytais lėšiais, jokių pokyčių nepastebėta, tiriamųjų regos aštrumas išliko toks pats. Žiūrint pro 2 kategorijos pilka spalva dažytus lėšius nustatytas -1,45% regos aštrumo vidutinis santykinis pokytis. 3 tiriamųjų regos aštrumas pagerėjo, 17 likusiųjų šis lėšis regos aštrumui įtakos neturėjo. Dėvint 3 kategorijos pilkai dažytus lėšius 15 tiriamųjų lentelėje atpažino mažiau optotipų, nei žiūrint be minėtų lėšių. Tik 5 žmonėms regos aštrumas išliko toks pats. Nustatytas -10,95% regos aštrumo vidutinis santykinis pokytis.



4.2.7 pav. Regos aštrumo vidutinio santykinio pokyčio priklausomybė nuo žalia spalva dažyto lėšio kategorijos



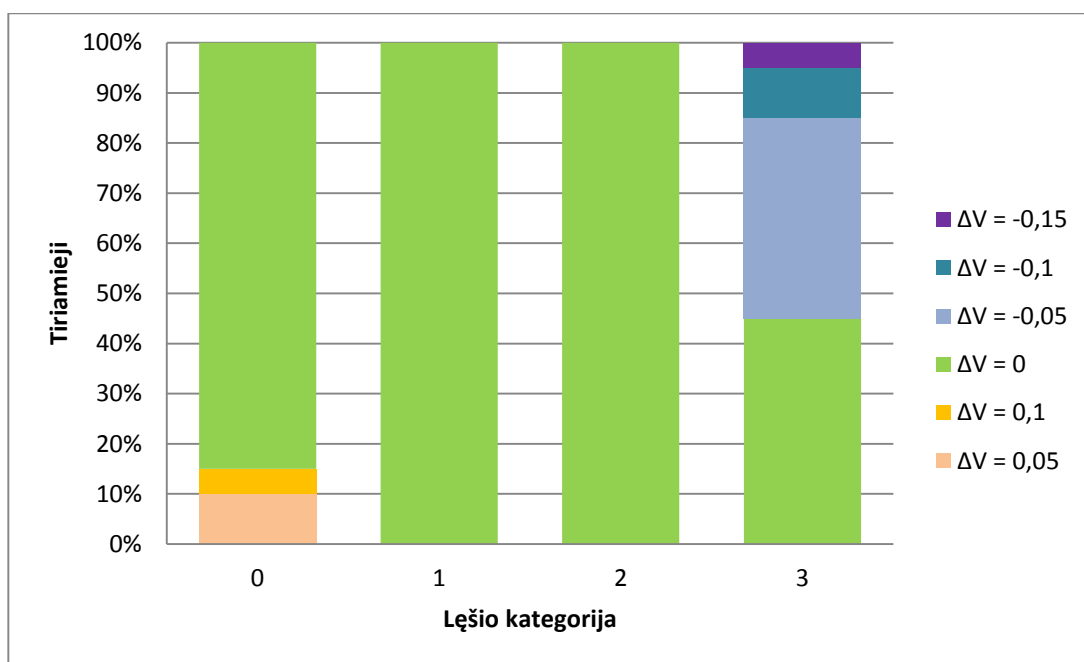
4.2.8 pav. Regos aštrumo vidutinio santykinio pokyčio priklausomybė nuo geltona spalva dažyto lėšio kategorijos

Apibendrinus dėvinčiųjų žalia spalva dažytus lėšius regos aštrumo tyrimo rezultatus gavome, kad žiūrint pro 0 kategorijos žaliai dažytus lėšius vidutinis santykinis pokytis yra +0,85% t.y., 1 tiriamasis su šiais lėšiais matė geriau, o 19 tiriamųjų minėti lėšiai neturėjo įtakos regos aštrumui. Tiriamiesiems dėvint 1 kategorijos žalia spalva dažytus lėšius jokių pokyčių nenustatyta. Dėvint 2 kategorijos žalia spalva dažytus lėšius 3 tiriamieji sunkiau atpažino optotopus lentelėje ir tai sudarė -1,65% regos aštrumo vidutinį santykinį pokytį.

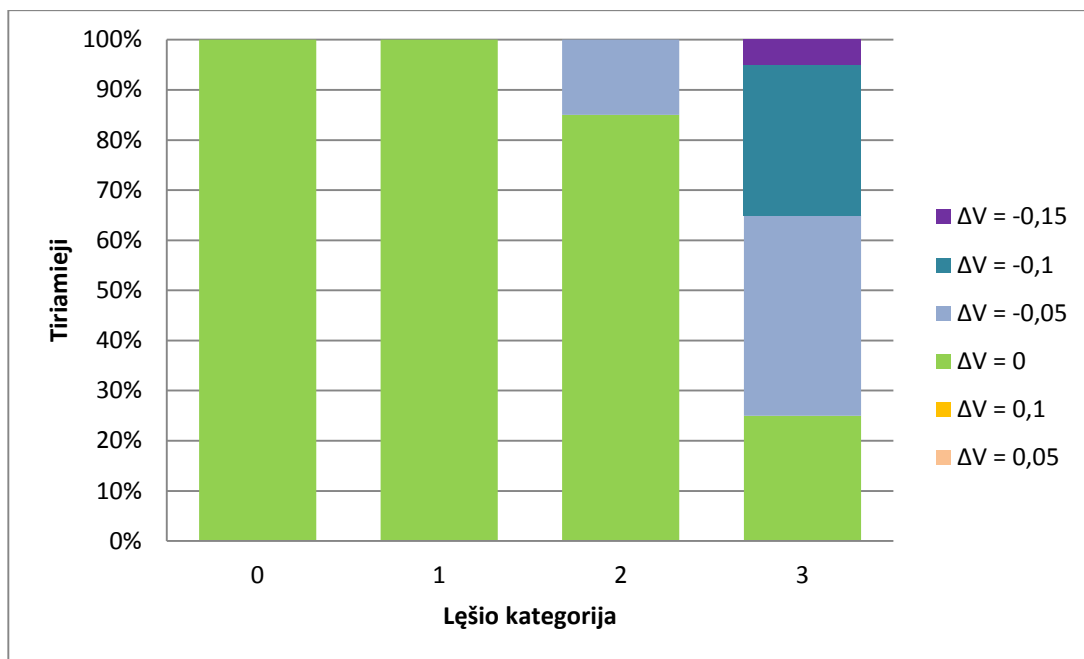
Daugumai, t.y. 12 tiriamųjų buvo sunkiau matyti optotipus žiūrint pro 3 kategorijos žaliai dažytus lęšius. Apskaičiavus gauta, kad regos aštrumo vidutinis santykinis pokytis devint minėtus lęšius buvo -8,10%.

Tiriant regos aštrumą tiriamiesiems, devintiems 0 kategorijos geltonai dažytus lęšius pastebėta, kad 2 tiriamieji lentelėje atpažino daugiau optotipų, nei žiūrėdami be minėtų lęšių. Tai sudarė +0,55% regos aštrumo vidutinį santykinį pokytį. Žiūrint pro 2 kategorijos geltonai dažytus lęšius regos aštrumo vidutinis santykinis pokytis buvo +0,85% – 3 žmonėms optotipus matyti tapo lengviau. Kuomet buvo žiūrima pro 3 kategorijos geltona spalva dažytus lęšius, regos aštrumas į teigiamą pusę pakito 1 tiriamajam - regos aštrumo vidutinis santykinis pokytis +0,25%. Likusiems 19 žmonių minėtas lęšis jokios įtakos neturėjo.

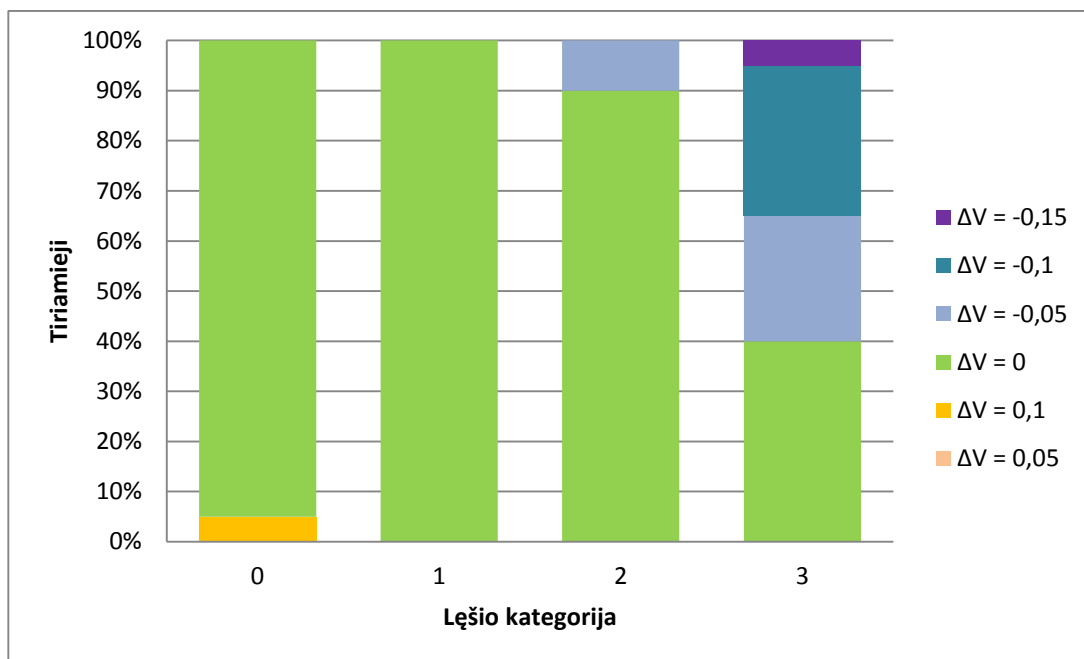
c) 4.2.9, 4.2.10, 4.2.11, 4.2.12 paveiksluose pateikiama regos aštrumo pokyčio priklausomybė nuo lęšio kategorijos.



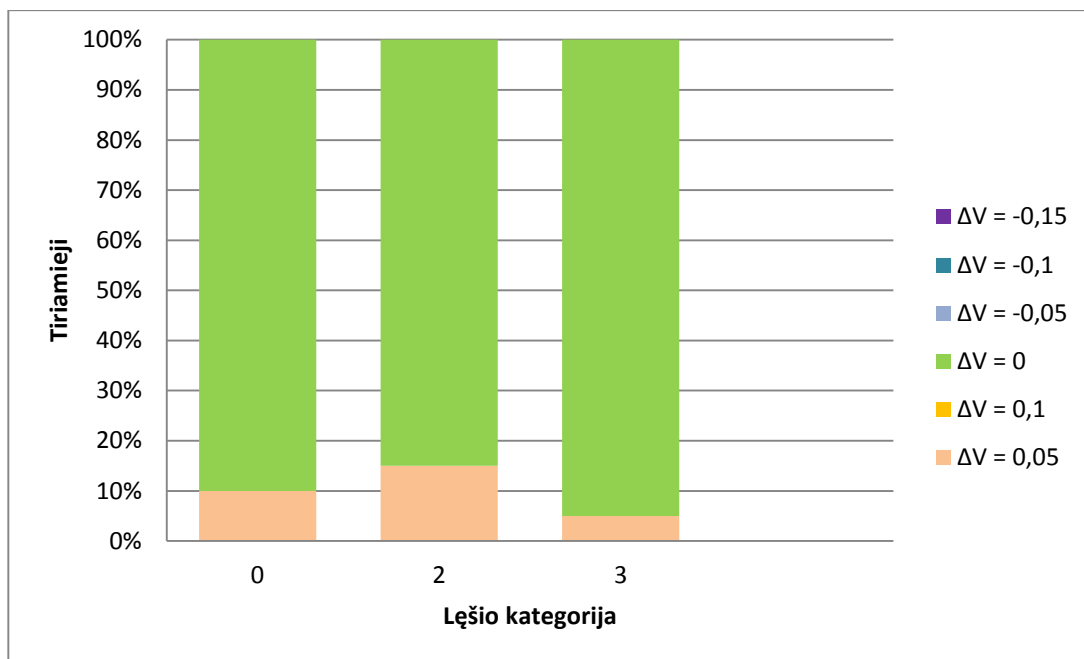
4.2.9 pav. Regos aštrumo pokyčio priklausomybė nuo ruda spalva dažyto lęšio kategorijos



4.2.10 pav. Regos aštrumo pokyčio priklausomybė nuo pilka spalva dažyto lęšio kategorijos



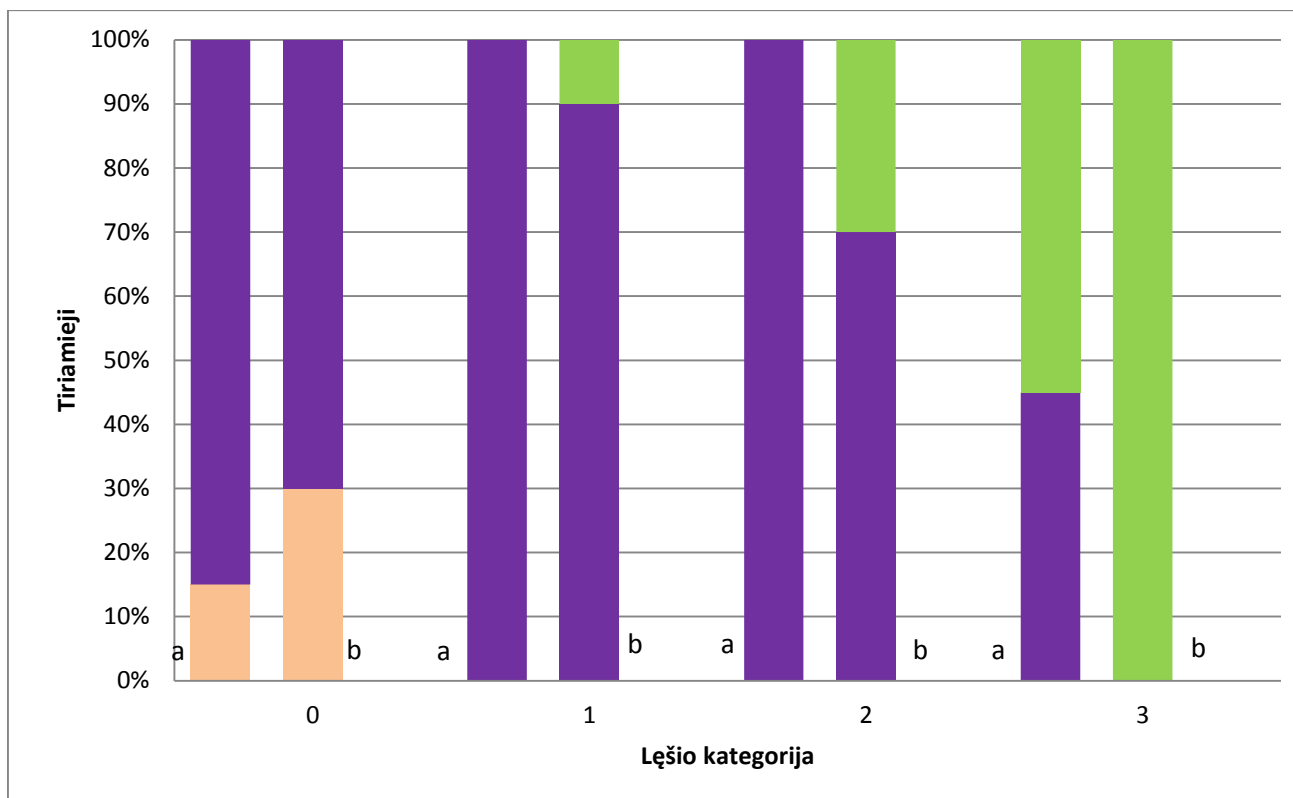
4.2.11 pav. Regos aštrumo pokyčio priklausomybė nuo žalia spalva dažyto lęšio kategorijos



4.2.12 pav. Regos aštrumo pokyčio priklausomybė nuo geltona spalva dažyto lęšio kategorijos

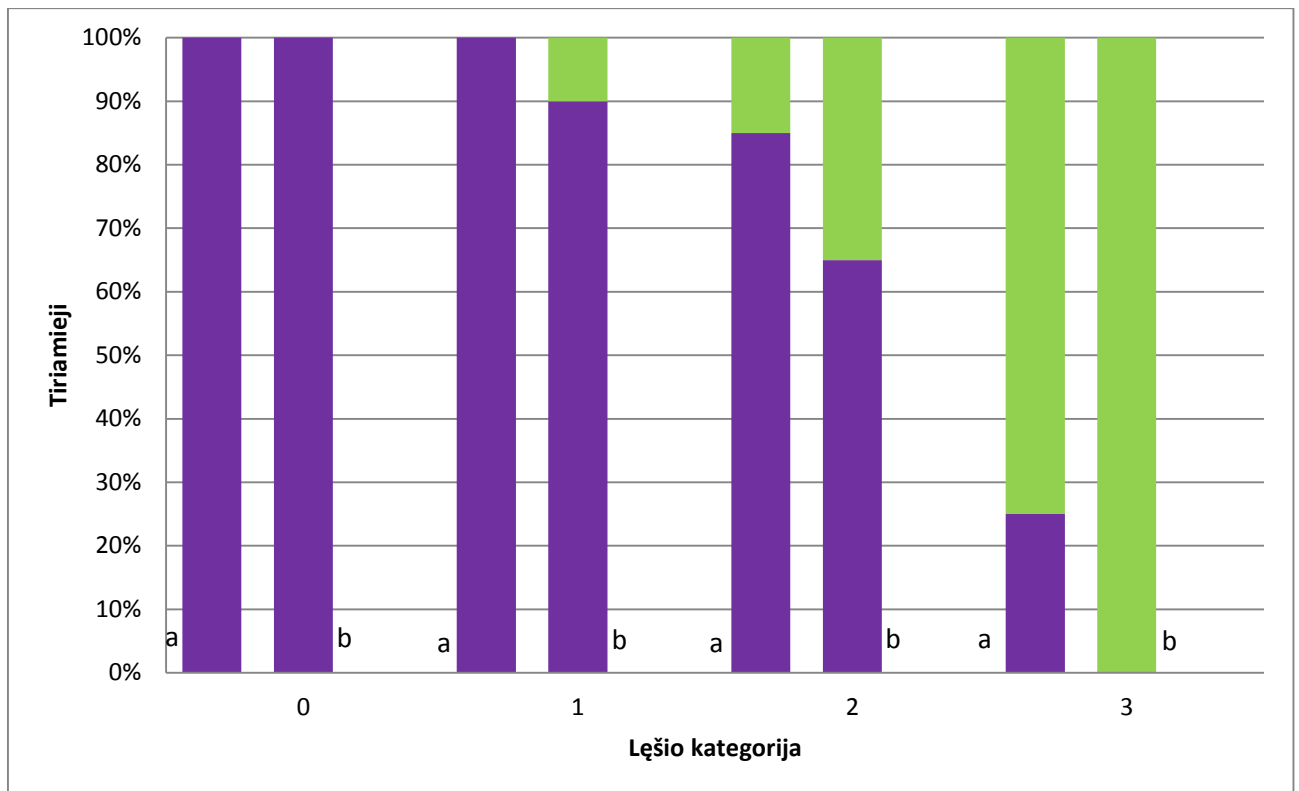
d) Kaip jau buvo minėta, tiriamųjų buvo klausama ar su konkrečiu dažytu lęšiu mato geriau, blogiau ar taip pat, kaip be dažyto lęšio. Buvo prašoma įvertinti optotipų ryškumą žiūrint pro dažytą lęšį. 4.2.13 paveiksle pateiktas objektyvaus ir subjektyvaus regos aštrumo pokyčių, dėvint ruda spalva dažytus lęšius palyginimas.

4.2.13 paveiksle pateikti duomenys rodo, kad dėvint 0 kategorijos ruda spalva dažytus lęšius regos aštrumas pagerėjo 15% tiriamųjų, nors 30% tiriamųjų teigė, kad jie jaučia teigiamą pokytį. Dėvint 1 kategorijos ruda spalva dažytus lęšius regos aštrumas nepasikeitė, tačiau 10% tiriamųjų atrodė, kad su minėtais lęšiais mato blogiau. Dėvint 2 kategorijos ruda spalva dažytus lęšius taip pat objektyvaus regos aštrumo pokyčio nepastebėta, bet net 30% tiriamųjų teigė, kad atpažinti optotipus lentelėje jiems tapo sunkiau. Ištyrus dėvinčiųjų 3 kategorijos ruda spalva dažytus lęšius regos aštrumą nustatyta, kad 55% tiriamųjų regos aštrumas sumažėjo, tačiau 100% tiriamųjų teigė, kad su minėtais lęšiais jie mato blogiau.



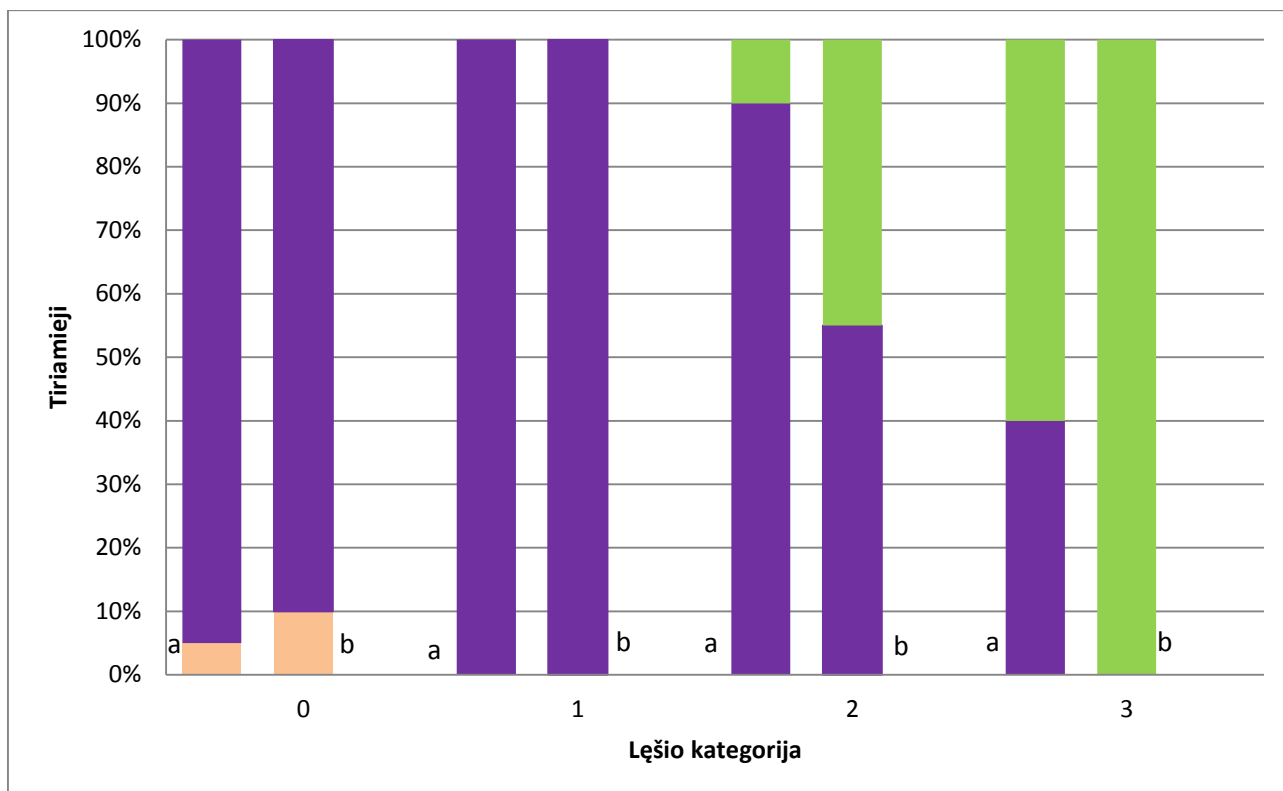
4.2.13 pav. Regos aštrumo objektyvaus ir subjektyvaus pokyčių, dėvint rudai dažytus lėšius, palyginimas. a – objektyviai matuoto regos aštrumo pokyčių pasiskirstymas; b – subjektyviai vertinto regos aštrumo pokyčių pasiskirstymas; rusva – regos aštrumas pagerėjo, mėlyna – nepakito, žalia – pablogėjo.

4.2.14 paveiksle pateikiamas regos aštrumo objektyvaus ir subjektyvaus pokyčių, dėvint pilkai dažytus lėšius palyginimas. Matome, kad tiriamiesiems dėvint 0 kategorijos pilkai dažytus lėšius nei objektyvaus, nei subjektyvaus pokyčių nenustatyta. Kai tiriamieji į optotipų lentelę žiūrėjo pro 1 kategorijos pilka spalva dažytus lėšius, visiems tiriamiesiems regos aštrumas išliko nepakitęs, tačiau 10% tiriamųjų teigė, kad jiems atpažinti optotipus lentelėje tapo sunkiau. Tiriamiesiems dėvint 2 kategorijos pilka spalva dažytus lėšius 15% tiriamųjų regos aštrumas sumažėjo, nors net 35% jų teigė, kad žiūrint pro minėtus lėšius matymas pablogėjo, optotipai tapo neryškūs. Visi tiriamieji (100%), dėvintys 3 kategorijos pilka spalva dažytus lėšius sakė, kad su šiais lėšiais mato blogiau, tačiau objektyviai išmatavus regos aštrumą nustatyta, kad regos aštrumas sumažėjo 75% tiriamųjų.



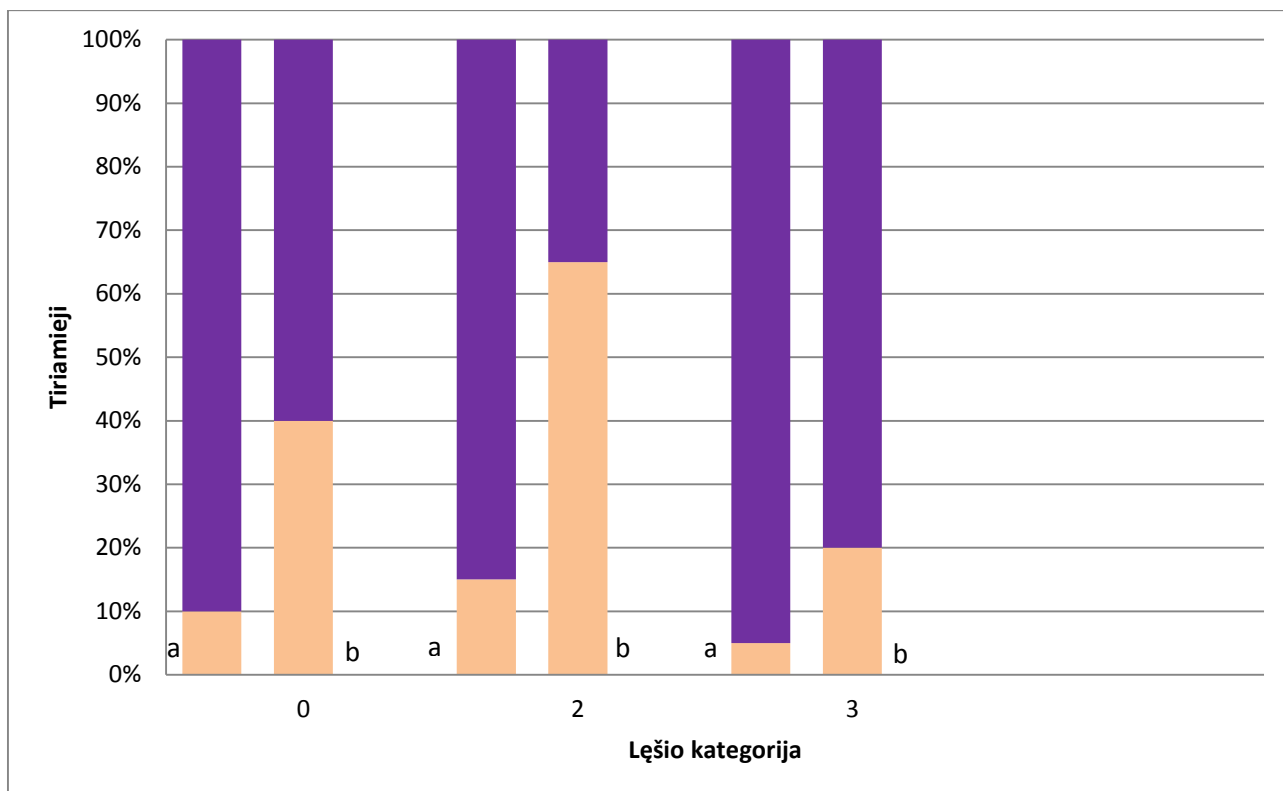
4.2.14 pav. Regos aštrumo objektyvaus ir subjektyvaus pokyčių, dėvint pilkai dažytus lėšius, palyginimas. a – objektyviai matuoto regos aštrumo pokyčių pasiskirstymas; b – subjektyviai vertinto regos aštrumo pokyčių pasiskirstymas; rusva – regos aštrumas pagerėjo, mėlyna – nepakito, žalia – pablogėjo.

4.2.15 paveiksle pateiktame regos aštrumo objektyvaus ir subjektyvaus pokyčių, dėvint žaliai dažytus lėšius palyginimo paveiksle matome, kad dėvint 0 kategorijos žalia spalva dažytus lėšius 5% tiriamųjų regėjimo aštrumas padidėjo, o 10% tiriamųjų sakė, kad dėvint minėtus lėšius jie mato geriau. Tiriamiesiems dėvint 1 kategorijos žaliai dažytus lėšius nei objektyvaus, nei subjektyvaus pokyčių nenustatyta. Matuojant tiriamųjų regos aštrumą, kuomet jie dėvėjo 2 kategorijos žalia spalva dažytus lėšius, nustatyta, kad 10% tiriamųjų matė blogiau, tačiau net 45% tiriamųjų teigė, kad optotipus lentelėje atpažinti jiems tapo sunkiau, vaizdas tapo neberyškus. Visi tiriamieji (100%), dėvintys 3 kategorijos žalia spalva dažytus lėšius sakė, kad su šiais lėšiais mato blogiau, tačiau objektyviai išmatavus regos aštrumą nustatyta, kad regos aštrumas sumažėjo 60% tiriamųjų.



4.2.15 pav. Regos aštrumo objektyvaus ir subjektyvaus pokyčių, dėvint žaliai dažytus lėšius, palyginimas. a – objektyviai matuoto regos aštrumo pokyčių pasiskirstymas; b – subjektyviai vertinto regos aštrumo pokyčių pasiskirstymas; rusva – regos aštrumas pagerėjo, mėlyna – nepakito, žalia – pablogėjo.

4.2.16 paveiksle pateikiamas regos aštrumo objektyvaus ir subjektyvaus pokyčių, dėvint geltona spalva dažytus lėšius palyginimas. Matome, kad tiriamiesiems dėvint 0 kategorijos geltonai dažytus lėšius, 40% jų teigė, kad su minėtais lėšiais mato geriau, tačiau išmatavus tiriamųjų regos aštrumą dėvint 0 kategorijos geltona spalva dažytus lėšius nustatyta, kad geriau matė 10% tiriamųjų. Kai tiriamieji į optotipų lentelę žiūrėjo pro 2 kategorijos geltona spalva dažytus lėšius, nustatyta, kad 15% tiriamųjų regos aštrumas padidėjo, nors net 65% teigė, kad jie mato geriau. 20% tiriamųjų, dėvinčių 3 kategorijos geltonai dažytus lėšius teigė, kad mato geriau, tačiau išmatavus regos aštrumą nustatyta, kad geriau matė 5% tiriamųjų.



4.2.16 pav. Regos aštrumo objektyvaus ir subjektyvaus pokyčių, dėvint geltonai dažytus lėšius, palyginimas. a – objektyviai matuoto regos aštrumo pokyčių pasiskirstymas; b – subjektyviai vertinto regos aštrumo pokyčių pasiskirstymas; rusva – regos aštrumas pagerėjo, mėlyna – nepakito, žalia – pablogėjo.

IŠVADOS

Literatūros analizė parodė, kad lęšių optinis pralaidumas mažėja ilgėjant lęšių dažymo laikui, o lęšių spalva ir dažymo laikas turi įtaką regos aštrumui.

Ištyrus 18 spalvotųjų lęšių optinį pralaidumą regimajai šviesai nustatyta, kad:

1. Rudas, pilkas, žalias ir geltonas lęšiai raudonosios spektro dalies šviesą praleidžia beveik vienodai. Geltonas lęšis, lyginant su kitais, geriausiai sugeria mėlynosios ir violetinės spektro dalies šviesą. Pilkas lęšis sumažina optinį pralaidumą visiems bangos ilgiams beveik vienodai, išskyrus raudoną ir oranžinę šviesą. Rudas lęšis blogiau sugeria UV spindulius, o žalias lęšis geriau nei pilkas, rudas ir geltonas praleidžia žydrą ir žalią šviesą, tačiau, geriau sulaiko geltoną ir oranžinę šviesą. Mėlyna spalva dažytas lęšis geriausiai sugeria geltoną ir oranžinę šviesą. Alyvine spalva dažytas lęšis geriausiai sugeria žalią šviesą, o violetine spalva dažytas lęšis geriausiai sugeria žalią ir geltoną šviesą.
2. Ilgėjant lęšių dažymo laikui optinis pralaidumas mažėja.

Ištyrus 20 tiriamųjų regos aštrumą devint spalvotuosius lęšius nustatyta, kad:

1. Didžiausią teigiamą įtaką regos aštrumui turi geltona spalva dažyti lęšiai, o didžiausią neigiamą įtaką regos aštrumui turi pilka spalva dažyti lęšiai;
2. Regos aštrumas priklauso nuo lęšio dažymo trukmės – ilgėjant lęšio dažymo trukmei, regos aštrumas mažėja.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Kasparaitis, P. 2001 „Žmogaus-kompiuterio sąveika. Žmogus.“
2. Mizgiris, R. 2007 „Spalvotyra“.
3. Blužienė, A., Jašinskas, V. 2005. „Akių ligų vadovas“.
4. Žiūrienė, R. „Vaizdų analizės metodai“.
5. Bendorienė, J. 2001. „Akių apsauga nuo saulės šviesos. Saulės akinių lęšių rūšys ir ypatumai“.
6. lirema.lt [žiūrėta 2015 kovo 27 d.] prieiga per internetą:
7. <http://akiuklinika.lt/akiu-ligos/kita/regos-organo-funkcijos/centrinis-regejimas/>
8. Gudonis, V. 1998. „Tiflogijos pagrindai“.
9. Šalna, V. A., 2003. „Optika“.
10. Juškevičius, K. 2014. „Plonųjų dielektrinių sluoksnių optinių ir fizinių savybių tyrimas bei jų formavimo technologijų optimizavimas“.
11. Bagdzevičius, K., Daukontas, A., Deksnienė, L. 2013. „Oftalmologinių lęšių ir korekcinės akinių optinės technologijos“. Mokomoji knyga.
12. Akinių lęšiai – susipažinkite! [žiūrėta 2015 sausio 18 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.anonsas.lt/portal/categories/43/0/0/1/article/13220/akiniu-lesiai-susipazinkite>
13. Ophthalmic optics -- Uncut finished spectacle lenses -Transmittance specifications and test methods [žiūrėta 2015 balandžio 16 d.]. Prieiga per internetą: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=51052
14. Sunglasses. [žiūrėta 2015 kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://donsnotes.com/products/sunglasses>
15. Mizgiris, R. 2007. „Spalvotyra“. Mokymosi medžiagos konspektas.
16. Cure For Glaucoma [žiūrėta 2015 balandžio 8 d.]. Prieiga per internetą: <http://cure4glaucoma.blogspot.com/2009/12/glaucoma.html>
17. Бударгина, М. 2012. „Исследование влияния окрашенных очковых линз на остроту зрения“. Автореферат диссертации. Санкт-Петербургский национальный университет информационных технологий, механики и оптики.
18. Пруненко, Е. 2010. „Исследование влияния поверхностного окрашивания полимерных материалов на качество зрения“. Автореферат диссертации. Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики.

19. Moore, J., Hussey, M., Ferreira, J., Wu, B. 2010. „Review of photokeratitis: Corneal response to ultraviolet radiation (UVR) exposure. The south African Optometrist“ 69(3) p. 123-131.