

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS
FIZIKOS KATEDRA

Audronės Mačienės
Optometrijos specialybės IV kurso studentės

**FOTOCHROMINIŲ AKINIŲ LĘŠIŲ REGIMOSIOS ŠVIESOS
IR ULTRAVIOLETINIŲ SPINDULIŲ PRAL AidUMO
TYRIMAS**

The investigation of permeability of photochromic spectacle lenses for visible light and
ultraviolet radiation

BAKALAURO DARBAS

Darbo vadovė:
Dr. M. Sriubienė

Šiauliai, 2013

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

Darbo autorė

Audronė Mačienė
(vardas, pavardė, parašas)

TURINYS

ĮVADAS.....	6
1. ŠVIESA IR MATOMOJI JOS SPEKTRO SRITIS.....	8
1.1. Šviesos samprata ir fizinės savybės.....	8
1.2. Šviesos suvokimas.....	10
2. ULTRAVIOLETINIAI SPINDULIAI.....	12
2.1. Ultravioletiniai spinduliai bei jų rūšys.....	12
2.2. UV spinduliuotės poveikis sveikatai.....	13
2.3. Ultravioletinių spindulių poveikis akims.....	15
2.4. Apsauga nuo UV spinduliuotės.....	18
3. FOTOCHROMINIAI LĘŠIAI.....	22
3.1. Fotochrominių lęšių savybės.....	22
3.2. Mineraliniai (neorganiniai) fotochrominiai lęšiai.....	24
3.3. Plastikiniai (organiniai) fotochrominiai lęšiai	25
3.4. Fotochromizmo veikimo principai.....	28
3.5. Fotochrominio lęšio šviesos pralaidumo charakteristikos.....	31
3.6. Reikalavimai fotochrominiams lęšiams.....	35
4. ŠVIESOS IR UV SPINDULIŲ PRAL AidUMO NUSTATYMAS.....	39
4.1. Tyrimo metodika.....	39
4.2. Tyrimo rezultatai.....	41
Išvados.....	55
Literatūros sąrašas.....	56
Priedai.....	58

SANTRAUKA

Audronė Mačienė

FOTOCHROMINIŲ AKINIŲ LĘŠIŲ REGIMOSIOS ŠVIESOS IR ULTRAVIOLETINIŲ SPINDULIŲ PRAL AidUMO TYRIMAS

Pagrindinių universitetinių studijų baigiamasis darbas 71 puslapių, 32 paveikslai, 12 lentelės, 26 literatūros šaltiniai, 12 priedai, lietuvių kalba.

Raktiniai žodžiai: regimoji šviesa, ultravioletiniai spinduliai, spindulių pralaidumas.

Tyrimo objektas:

1. Mineraliniai fotochrominiai akinių lęšiai (nauji ir naudoti).
2. Plastikiniai fotochrominiai akinių lęšiai (nauji ir naudoti).

Darbo tikslas – Ištirti ar nesumažėja regimosios šviesos ir UV spindulių pralaidumas fotochrominiuose akinių lęšiuose (mineraliniuose ir plastikiniuose) priklausomai nuo jų nešiojimo trukmės.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti mokslinėje literatūroje pateiktą regimosios šviesos ir ultravioletinių spindulių sampratą, poveikį akims bei akių apsaugos galimybes nuo ultravioletinių spindulių.
2. Ištirti naujų (nepjautų) ir naudotų nuo 1 iki 10 metų fotochrominių akinių lęšių (mineralinių ir plastikinių) regimosios šviesos pralaidumą.
3. Ištirti naujų (nepjautų) ir naudotų nuo 1 iki 10 metų fotochrominių akinių lęšių (mineralinių ir plastikinių) ultravioletinių spindulių pralaidumą.

Darbo tyrimo metodai:

- ❖ Mokslinės literatūros analizė.
- ❖ Šviesos ir ultravioletinių spindulių pralaidumo analizė.

SUMMARY

Audronė Mačienė

The investigation of permeability of photochromic spectacle lenses for visible light and ultraviolet radiation

The final work of the main academic studies is consisted of 71 pages, 32 pictures, 12 tables, 26 references, 12 annexes in the Lithuanian language.

Keywords: visible light, ultraviolet rays, light permeability.

The object of investigation:

1. Mineral photochromic eyeglass lenses (new and used).
2. Plastic photochromic eyeglass lenses (new and used).

The aim of the work - to investigate whether not decrease photochromic lenses permeability (mineral and plastic) in visible light and UV light depending on their wearing time.

The tasks of the work :

1. To analyze the conception of the visible light and ultraviolet rays, their effect on the eyes and the possibilities of the eye protection from the ultraviolet rays with reference to the scientific literature.
2. To investigate the permeability of the visible light in the new (uncut) and used (from 1 to 10 years) photochromic eyeglass lenses (mineral and plastic).
3. To investigate the permeability of the ultraviolet rays in the new (uncut) and used (from 1 to 10 years) photochromic eyeglass lenses (mineral and plastic).

Working methods:

- ❖ Analysis of the scientific literature.
- ❖ Analysis of the visible light and ultraviolet light permeability.

ĮVADAS

Žmogaus organizmui, kaip ir beveik visoms mūsų planetoje gyvenančioms gyvybės rūšims, reikalinga saulės šviesa. Tik esant pakankamam jos kiekiui optimaliai vyksta gyvybiniai procesai organizme. Gydomąjį saulės šviesos poveikį suprato jau senovės egiptiečiai, graikai ir romėnai. Pirmasis gydytojas, kuris rekomendavo, o vėliau ir aprašė sėkmingą įvairių ligų gydymą saulės šviesa, buvo garsusis Hipokratas (460–377 m. pr. m. e.).

Saulės spindulius sudaro skirtingo ilgio elektromagnetinės bangos, kurių infraraudonieji spinduliai įšildo audinius, praplečia odos kapiliarus, matomieji spinduliai užtikrina žmogaus paros aktyvumo ritmą, ultravioletiniai – padeda odoje susidaryti vitaminui D, pigmentui melaninui, naikina bakterijas. Saulės spinduliai skatina medžiagų apykaitą, vidaus organų, endokrinių liaukų, imuninės sistemos veiklą, teigiamai veikia kraujo funkcijas, žmogaus emocinę sveikatą, tonizuoja nervų sistemą, sukelia biocheminius pokyčius smegenyse, pakelia nuotaiką. Šviesos terapijomis gydoma net depresija.

Visas natūralios šviesos spektras reikalingas ir regėjimui. Žmonėms, kurie nešioja akinius, juo labiau kontaktinius lęšius, būtina pabūti natūraliame apšvietime be šių regėjimo korekcijos priemonių, kad akis pasiektų natūrali šviesa. Iš tiesų, tinkamas saulės spindulių kiekis gali būti laikomas saulės spindulių terapija, kuri ilgą laiką buvo naudojama akių raumenų stiprinimui. Kai kurie ekspertai tiki, kad vidutinio dydžio saulės spindulių poveikis iš tikrųjų yra akių raumenų maitintojas, tokiu būdu pagerinantis regėjimą [15].

Tačiau yra žmonių, kurie saulėtomis dienomis kenčia dėl ryškios šviesos. Mokslininkai paskaičiavo, jog saulėtą dieną į akis patenka 10 kartų daugiau šviesos nei tuomet, kai yra debesų, todėl ilgai būnant saulėje ultravioletiniai spinduliai pažeidžia rageną, lęšiuką, tinklainę, t. y. tas akies sudėtinės dalis, kurios nulemia regėjimą. Vanduo, smėlis atspindi dar daugiau saulės spindulių, tad jų neigiamas poveikis akims yra gerokai stipresnis nei įprastai. Jei ultravioletinis (UV) spinduliavimas yra itin intensyvus, o žmogus nesiima jokių apsaugos priemonių, UV spinduliai pažeidžia rageną sukeldami fotokeratitą, toliau, skverbdamiesi gilyn į akį, pasiekia lęšiuką, kurio pažeidimai sukelia kataraktą. Nedidelė dalis UV spindulių pasiekia ir nervinį sluoksnį akies viduje – tinklainę. Naujausiais duomenimis „sparninės plėvės“ – trikampio formos junginės darinio – augimas ant ragenos nosies pusėje atsiranda kaip tik dėl UV spindulių [15].

Saulėtomis dienomis reikėtų vengti labiausiai apšviestų vietų, sėdėti šešėlyje. Tačiau šiuolaikiniam žmogui toks režimas netinka. Tad verta pamąstyti apie akinius, saugančius nuo saulės. Vis dar manoma, kad akiniai nuo saulės – stilingų merginų ir vaikinų atributas, tačiau visiems žmonėms, ypatingai vaikams ir vyresnio amžiaus žmonėms, būnantiems gryname ore,

apsauginius saulės akinius reikėtų nešioti ne tik vasarą, bet ir kitais metų laikais, net žiemą. UV spinduliai, ypač UVA, be vargo pasiekia žemę pro debesis net ir stipriai debesuotą dieną. Vaikams vis dažniau uždedamos kepurėlės su snapeliu, o ne akiniai nuo saulės. Vaikų ir senų žmonių akys yra netgi labiau pažeidžiamos UV spindulių, todėl jiems būtinos kompleksinės apsaugos nuo UV priemonės – kepurės ir saulės akiniai kartu [15].

Žmonėms, turintiems regėjimo sutrikimų, yra galimi keli apsaugos nuo saulės spindulių variantai:

- siūloma gamintis fotochrominius akinius su UV danga, kurie saugo nuo žalingų UV spindulių (tinka vaikams ir vyresnio amžiaus žmonėms);
- galima gamintis specialius akinius nuo saulės su dioptrijomis (tinka visiems);
- galima nešioti kontaktinius lęšius ir saulės akinius kartu (netinka vaikams ir vyresniems žmonėms).

Šiame darbe apžvelgsime ir panagrinėsime visoms amžiaus grupėms tinkantį apsauginių saulės akinių variantą – fotochrominius lęšius.

Tyrimo tikslas :

Ištirti ar nesumažėja regimosios šviesos ir UV spindulių pralaidumas fotochrominiuose akinių lęšiuose (mineraliniuose ir plastikiniuose) priklausomai nuo jų nešiojimo trukmės.

Darbo uždaviniai :

- Išanalizuoti mokslinėje literatūroje pateiktą regimosios šviesos ir ultravioletinių spindulių sampratą, poveikį akims bei akių apsaugos galimybes nuo ultravioletinių spindulių.
- Ištirti naujų (nepjautų) ir naudotų nuo 1 iki 10 metų fotochrominių akinių lęšių (mineralinių ir plastikinių) regimosios šviesos pralaidumą.
- Ištirti naujų (nepjautų) ir naudotų nuo 1 iki 10 metų fotochrominių akinių lęšių (mineralinių ir plastikinių) ultravioletinių spindulių pralaidumą.

Tyrimo objektas:

1. Mineraliniai fotochrominiai akinių lęšiai (nauji ir naudoti).
2. Plastikiniai fotochrominiai akinių lęšiai (nauji ir naudoti).

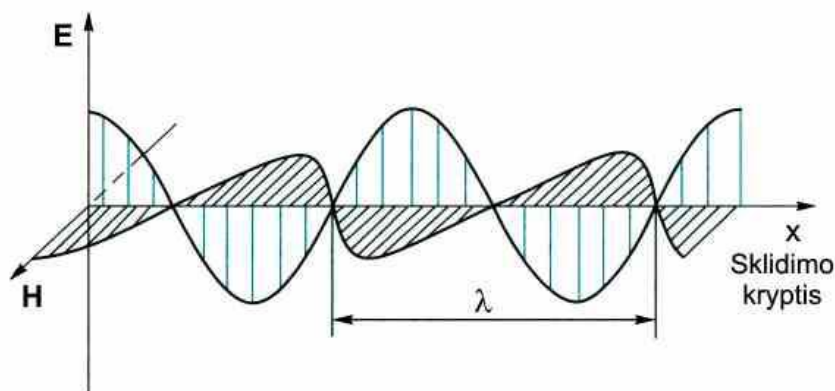
Tyrimo metodai:

1. Mokslinės literatūros analizė.
2. Šviesos ir ultravioletinių spindulių pralaidumo duomenų analizė.

1. ŠVIESA IR MATOMOJI JOS SPEKTRO SRITIS

1.1. Šviesos samprata ir fizinės savybės

Antikinės Graikijos mąstytojai Aristotelis, Platonas ir Euklidas pirmieji suformulavo pagrindinius šviesos sklidimo ir atspindžio dėsnius. Šviesos sklidimo skaidria aplinka ir atspindžio nuo įvairių paviršių bei lūžio pereinant dviejų medžiagų ribą dėsnius suformulavo V. Snelijus (1620 m.) ir R. Dekartas (1637 m.). Tolesnis optinių reiškinių tyrimas buvo susijęs su šviesos spindulių difrakcijos ir interferencijos atradimais, kuriuos 1665 metais aprašė F. M. Grimaldis bei dvigubo šviesos lūžio reiškiniu, kurį 1669 metais pastebėjo E. Bartolinis. Remdamasis kelių eksperimentų rezultatais, Faradėjus 1847 m. pasiūlė teiginį, kad šviesa yra aukšto dažnio elektromagnetinės bangos. Remdamasis Faradėjaus atradimais, D. C. Maksvelas padarė išvadą, kad šviesa – tai elektromagnetinės bangos, tuščioje erdvėje sklindančios pastoviu greičiu, kurio skaitinė vertė yra lygi šviesos greičiui. Dvidešimtojo amžiaus pradžioje M. Plankas, nagrinėdamas absoliučiai juodo kūno spinduliavimą, priėjo išvadą, kad šviesa sugerama ir išspinduliuojama kvantais – tam tikromis porcijomis, kurios proporcingos šviesos dažniui. A. Einšteinas šviesos kvantams suteikė impulsą ir masę. Šie atradimai padėjo suprasti anksčiau nepaaiškinamus šviesos reiškinius, ir dvidešimtajame amžiuje šviesos prigimtis buvo sujungta į vientisą teoriją, pagrįstą kvantine mechanika ir kvantine elektrodinamika. Tad šiandien šviesa aprašoma kvantinės dalelės fotono, pasižyminčio banginėmis savybėmis, samprata. Elektromagnetinė banga suprantama kaip du erdvėje sklindantys kintamieji laukai – elektrinis ir magnetinis, kurie yra statmeni vienas kitam (1 pav.) [15].



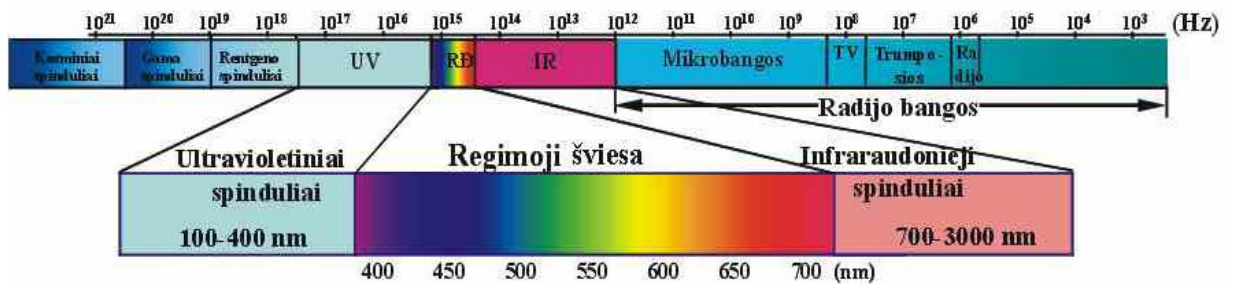
1 pav. Elektromagnetinės spinduliuotės elektrinio ir magnetinio lauko dedamosios:

H – magnetinė, E – elektrinė

http://www.biofotonika.ff.vu.lt/wp-content/uploads/2012/06/FLD_pirmas-skyrius.pdf

Daugelis šviesos savybių, pasireiškiančių jai veikiant materialius kūnus, tokių kaip sugertis, atspindys, lūžis, sklaida, interferencija ar difrakcija, aprašomi bangų parametrais – jie rodo banginę spinduliuotės kilmę.

Elektromagnetinės spinduliuotės visų bangos ilgių (dažnių) visuma vadinama elektromagnetinių bangų spektru. Jis apima sritis nuo radio bangų ($\lambda = 10^{-3} - 10^{-4}$ m) iki γ spindulių ($\lambda < 4 \times 10^{-10}$ m). Saulė skleidžia visą elektromagnetinių bangų spektrą. Jis yra suskirstytas į ruožus pagal bangų ilgį. Ruožas nuo tolimosios infraraudonosios srities iki tolimosios ultravioletinės srities vadinamas optinių bangų diapazonu. Tačiau regimoji šviesa sudaro tik nedidelę elektromagnetinės spinduliuotės dalį. Regimosios šviesos sritis, kuri yra jautriausia žmogaus akiai, apima bangų ilgius nuo 400 iki 700 nm. Kita pusė iš Saulės sklindančios elektromagnetinės energijos akiai yra nematoma. Artimojo ultravioleto (UV) ruožui priskiriama bangų ilgių sritis yra nuo 300 iki 380 nm, o artimajai infraraudonajai sričiai λ nuo 760 iki 1400 nm (2 pav.) [15].



2 pav. Elektromagnetinių bangų spektras

http://www.biofotonika.ff.vu.lt/wp-content/uploads/2012/06/FLD_pirmas-skyrius.pdf

Mokslininkai įsitikino, kad visi (be išimties) kūnai spinduliuoja nematomus infraraudonuosius spindulius. Juos skleidžia ir kiekviena mūsų organizmo ląstelė. Infraraudonieji spinduliai susidaro dėl molekulių ir atomų judėjimo apie savo pusiausvyros padėtį. Ir kuo labiau mes judame, tuo daugiau nematomų spindulių išspinduliuoja mūsų kūnas nuo odos paviršiaus, padėdamas odai vėsintis ir palaikyti kūno temperatūrą tam tikrose ribose.

Anksčiau buvo manoma, kad infraraudonieji spinduliai nedaro jokio cheminio, biologinio ar tiesioginio fiziologinio poveikio. Manyta, kad jie tik šildo, tai yra keičia odos temperatūrinį gradientą. Žmonėms ir gyvūnams nuo jų aktyvėja kraujo apytaka, o tai reiškia ir metabolizmas, jie slopina ir mikrofloros vystymąsi. Buvo įrodyta, kad infraraudonieji spinduliai malšina skausmą, uždegimus, gerina cirkuliaciją, stimuliuoja. Taip pat slopina ksenobiotikų (nuodų), gama spinduliuotės poveikį, stiprindami nespecifinį imunitetą.

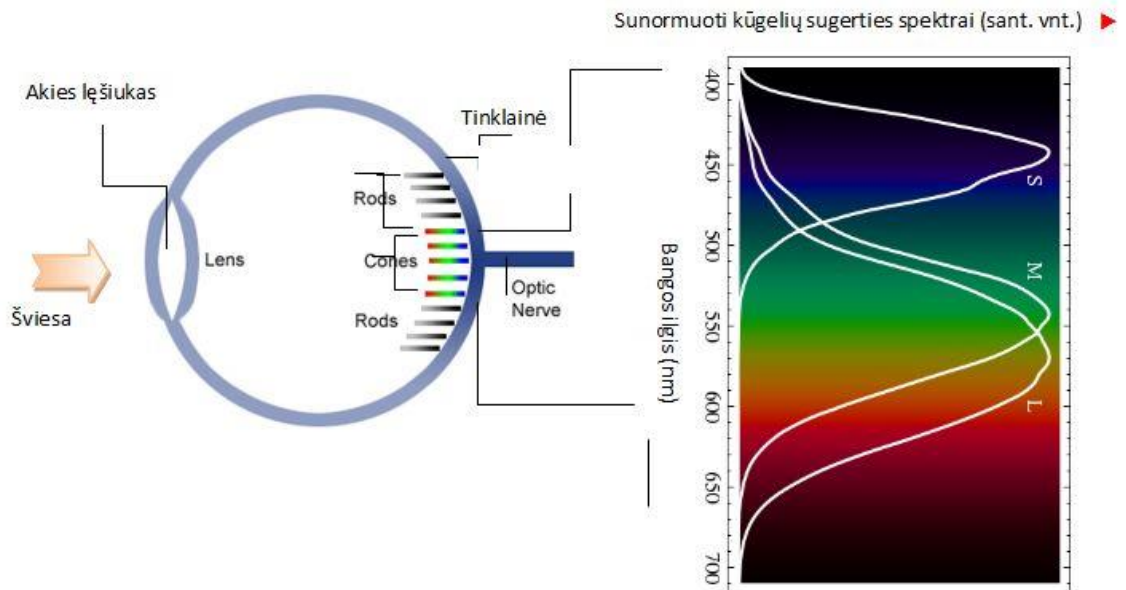
Infraraudonieji spinduliai skatina organizmo valymosi procesus virusinių ir bakterinių ligų atvejais. Tolimesni nuo matomo spektro infraraudonieji spinduliai naikina laisvuosius radikalus organizme, tai yra atlieka antioksidanto funkciją. Organizmo infraraudonųjų spindulių sugėrimą iš aplinkos galima padidinti vartojant daugiau vitamino B5 (niacino).

Žmogaus organizmą įtakoja ir kitų tipų Saulės spinduliai: matomieji spinduliai – didina galvos smegenų aktyvumą, aktyvina žmogaus psichinę veiklą, stimuliuoja fotochemines reakcijas bei medžiagų apykaitą, keičia hormoninį aktyvumą; ultravioletiniai spinduliai skatina pigmento melanino gamybą, sukelia odos pažeidimus, stimuliuoja vitamino D sintezę, turi kancerogeninį poveikį.

1.2. Šviesos suvokimas

Taigi šviesa yra elektromagnetinė spinduliuotė, kurią jaučia ir priima žmogaus akis ir kuria pagrįstas mūsų vaizdinis visatos suvokimas. Per regos organus, kurie veiksmingi tik esant šviesai, mes gauname didžiąją dalį žinių apie mus supančią aplinką. Regos analizatorius padeda žmogui orientuotis jį supančioje aplinkoje, pažinti išorinį pasaulį: skirti šviesą, tamsą, spalvas, daiktų formą, dydį, nuotolį, paviršiaus reljefą.

Regos organas yra sudėtinga neuroreceptorinė sistema, priimanti ir analizuojanti tam tikro ilgio elektromagnetinių bangų šviesos dirgiklius. Regimoji šviesa sklinda ganėtinai trumpomis biologiškai patogiomis bangomis. Kiekviena mūsų akis turi apie 125 milijonus regimosios šviesos jutiklių – lazdelių ir kūgelių – fotonams jautrių ląstelių. Šviesos bangai pasiekus akį, ragena ir lęšiukas ją laužia ir fokusuoja į tinklainę, kur gausu minėtų jutiklių – lazdelių ir kūgelių. Šiuos jutiklius veikia šviesos fotonai ir elektrinės poliarizacijos būdu sukuria elektros impulsus, neuronais perduodamus į smegenis. Smegenys juos analizuoja ir paverčia ne tik spalvom bet ir pačiu vaizdu. Šis mechanizmas toks tobulas, jog sakoma, kad žmogaus smegenys gali išskirti apie 10 milijonų skirtingų atspalvių. Lazdelės jaučia tik silpną šviesą ir neskiria spalvų. Kūgeliai yra trijų rūšių: jautrūs mėlynai, žaliai ir raudonai šviesai. Jei sužadunami 530 nm bangos ilgiui jautrūs kūgeliai, šviesa atrodo mėlyna, jei sužadunami 700 nm bangos ilgiui jautrūs kūgeliai, šviesa atrodo raudona, o jei sužadunami visų trijų rūšių kūgeliai – šviesa atrodo balta (3pav.) [9].



3 pav. Šviesos ir spalvų suvokimas

<http://mokslas.delfi.lt/mokslas/kokia-yra-sviesos-prigimtis-ir-kaip-mes-ja-suvokiame.d?id=54900561#ixzz2MJGNyq6v>

Tačiau į akį saulės šviesos turi patekti nei per daug, nei per mažai, nes kai ji yra per ryški – akys vargsta ir blogiau matome dėl akies fotopigmentų prisotinimo. Apšvietimas saulėtą dieną vidutiniškai yra apie $9\,000\text{ cd/m}^3$, bet gali siekti net iki $70\,000\text{ cd/m}^3$. Apšvietimo skirtumai atsiranda dėl skirtingų atspindėjimo sąlygų įvairiose vietose įvairiomis sąlygomis:

- Saulėtas dangus $40\,000 - 70\,000\text{ cd/m}^3$;
- Greitkelis saulėtą dieną $30\,000\text{ cd/m}^3$;
- Paplūdimys $6\,000 - 15\,000\text{ cd/m}^3$;
- Medžio šešėlis $300 - 2\,000\text{ cd/m}^3$.

Geram matymui reikalingas apšvietimas 350 cd/m^3 , o normaliam komfortiškam matymui turi būti apie $1\,400\text{ cd/m}^3$. Toks yra medžio šešėlyje.

2. ULTRAVIOLETINIAI SPINDULIAI

2.1. Ultravioletiniai spinduliai bei jų rūšys

Ultravioletiniai spinduliai (UV) – tai nedidelė saulės elektromagnetinės spinduliuotės spektro dalis, pagal bangos ilgį esanti už mėlynosios dalies ir siekianti violetinės matomos šviesos bangų ilgį (400 nm). Ji paprastai dalijama į:

- UVA – bangos ilgis 315–380 nm,
- UVB – bangos ilgis 280–315 nm,
- UVC – bangos ilgis 100–280 nm.

Iš bendro UV kiekio, pasiekiančio Žemės paviršių, apie 94 % yra UVA ir 6 % UVB. Stratosferoje esantis ozonas sudaro sluoksnį, vadinamą ozono skydu, kuris sugeria didumą kenksmingųjų UV spindulių, todėl jie iki Žemės nebeprasiskverbia. Atmosferos ozonas – tai gyvybės apsauga nuo pavojingų UV spinduliuotės komponentų. Evoliucijos eigoje susidaręs ozono sluoksnis parengė sąlygas gyvybei iš vandens persikelti į sausumą. Jei šio sluoksnio nebūtų, UV spinduliavimas organizmus sausumoje veiktų daug stipriau nei vandenyje. Tačiau didėjant atmosferos oro taršai šis ozono skydas tampa nepakankamai efektyvus, o susidariusios “ozono skylės” sudaro intensyvios radiacijos galimybes, kuri gali sukelti daugybę neigiamų padarinių. Atmosferos ozono plonėjimas stratosferoje leidžia augti UVB lygiui prie Žemės paviršiaus ir didina gyvų organizmų DNR pokyčių pavojų [4]. Sumažėjus ozono kiekiui 1 %, UVB kiekis gali padidėti 2%. Ozonas atmosferoje mažėja dėl:

- cheminių procesų, vykstančių dėl ozoną ardančių medžiagų;
- stratosferos meteorologijos pokyčių (klimato pasikeitimų) ir dujų (natrio junginių) būsenos.

UVA – artimiausi regimajai sričiai spinduliai. Juos ozonas absorbuoja silpniau, išsklaido arti Žemės paviršiaus. Šie spinduliai aktyvuoja paviršinėse odos ląstelėse esantį pigmentą melaniną, dėl to oda greitai patamsėja, bet lygiai taip pat greitai įdegis ir praeina. Taip pat UVA spinduliai įsiskverbia ir giliau į odą, kur veikia ten esantį jungiamąjį audinį bei kraujagysles. Dėl šio poveikio per ilgesnį laiką oda praranda savo elastingumą ir raukšlėjasi. Taigi didelės UVA dozės sukelia ankstyvą odos senėjimą. UVA spindulių turimos energijos užtenka prasiskverbti per rageną ir pasiekti lęšiuką ar akies tinklainę. Ilgalaikė apšvita UVA spinduliais siejama su keletu tipų kataraktų išsivystymu. UVA spinduliuotė sudaro didžiąją dalį UV spindulių kiekio ir yra intensyviausia anksti ryte bei vidurdienį.

UVB – pavojingiausia UV spindulių dalis, pasiekianti Žemės paviršių. Didžiąją šios spinduliuotės dalį sugeria ozono sluoksnis. UVB spinduliai biologiniu požiūriu yra labai aktyvūs – net ir maža tokios spinduliuotės apšvita stimuliuoja melanino gamybą ir sukelia intensyvesnę bei ilgalaikį įdegį. Šių spindulių poveikyje storėja paviršinis odos sluoksnis – epidermis, kaip apsauginė reakcija nuo UV spindulių. Didėjant UVB apšvitos dozėms odos patamsėjimą keičia saulės nudegimai ir auga tikimybė susirgti odos vėžiu. Šie spinduliai taip pat veikia augalų ir gyvūnų DNR. Didžiausias UVB spindulių aktyvumas yra nuo 10 iki 14 valandos.

UVC – didžiausios energijos UV spinduliai. Žalingiausi sveikatai, ypač odai ir akims. Manoma, kad ozono sluoksnis absorbuoja visą UVC spinduliuotę, tačiau tai nereiškia, kad šie spinduliai nepasiekia Žemės paviršiaus, nes ozono sluoksnis degraduoja. Šie spinduliai žalingi visoms gyvoms sistemoms, todėl naudojami sterilizavimui ir dezinfekcijai.

2.2. Ultravioletinės spinduliuotės poveikis sveikatai

Mokslininkai teigia, kad pastaraisiais metais dėl užterštos atmosferos žemės apšviestumas sumažėjo 20 proc. Toks globalinis pritemimas gali turėti neigiamą poveikį daugeliui gyvenimo mūsų planetoje aspektų, ypač sveikatai.

Dabartinės civilizacijos įpročiai žmones įkalino uždaroje patalpose, biuruose, automobiliuose. Net sportuojama yra ne gryname ore, o sporto salėse, dažnai įrengtose rūsiuose. Dėl laiko stokos visur lekiam automobiliu. Tokie gyvenimo įpročiai atima bet kokią galimybę gauti reikiamą saulės šviesos kiekį, o taip pat sumažina fizinio aktyvumo kiekį iki minimalaus.

Saulės spindulių stoka stabdo imuniteto formavimąsi, gali sukelti įvairius sezoninius nuotaikos sutrikimus, depresiją, skatina atsirasti savižudiškoms mintims (savižudybių skaičiumi Lietuva lieka pirmaujanti šalis pasaulyje). Nepakankamas šviesos kiekis yra ir pagrindinė mažų vaikų rachito priežastis. Mažiau apšviestose patalpose greičiau dauginasi kvėpavimo takų ligų sukėlėjai: pneumokokai, streptokokai, stafilokokai, tuberkuliozės lazdelės [12]. Esant saulės šviesos stygiui, organizme sutrinka hormono melatonino gamyba. Melatoninas – natūralus žmogaus organizmo hormonas, reikalingas produktyviam miegui. Šiam hormonui gamintis būtina šviesos ir tamsos kaita. Geriausiai melatoninas gaminamas naktį, tamsoje, ypač po ryškios saulėtos dienos. Normaliam miegui būtinas pakankamas šio hormono kiekis. Labai svarbu to nepamiršti, kai saulės šviesos mūsų regione trūksta, būtina stengtis kuo ilgiau pabūti lauke, kad odą pasiektų saulės spinduliai [17].

Piknaudžiauti tiesioginiais saulės spinduliais taip pat nederėtų. Saulės vonios nerekomenduojamos sergant piktybiniais navikais, sisteminėmis jungiamojo audinio ligomis, inkstų, kepenų bei kraujo ligomis, aktyvia tuberkulioze, ūminėmis infekcinėmis ligomis, esant sunkiai aterosklerozei.

Ultravioletiniams spinduliams būdingas didelis biologinis ir cheminis aktyvumas. Mažas jų kiekis veikia teigiamai: skatina augimą, vitamino D gamybą, stiprina organizmą, naikina ligas sukeliančias bakterijas, todėl šie spinduliai taikomi kai kurioms ligoms (pvz., rachitui, žvynelinei ar egzemai) gydyti. Įrodyta, kad, veikiant ultravioletiniams spinduliams, smegenų ląstelėse ima gamintis vadinamasis laimės hormonas – serotinas, kuris suteikia džiaugsmo ir žvalumo pojūtį bei stiprina imunitetą. Audiniams jie turi dvejopą poveikį: fotocheminį ir terminį. UVC ir UVB labiau lemia fotocheminius pažeidimus, o UVA – ir šilumos [24]. Ultravioletiniai spinduliai absorbuojami ląstelėse ir suardo baltymų, nukleolinių rūgščių jungtis, dėl to keičiasi molekulių struktūra. Veikiant šviesai, gali susidaryti laisvieji radikalai, kurie taip pat trikdo ląstelių normalią biochemiją. Ilgalaikis UV spinduliuotės poveikis žmogui gali sukelti ūminius ir chroniškus odos, akių ir imuninės sistemos pakenkimus.

Labiausiai žinomas ūmus per ilgo buvimo saulėje efektas yra nudegimas. UV spinduliai taip pat gali būti akių ūmių uždegiminių procesų (fotokeratito – akies ragenos uždegimo) priežastis.

Chroniški (ilgalaikiai) efektai jungia dvi dideles visuomenės sveikatos problemas – odos vėžį ir kataraktą. Augantis žmonių aktyvumas lauke ir pasikeitusi deginimosi kokybė yra per ilgo buvimo saulėje priežastis. Daugeliui žmonių atrodo, kad intensyvus įdegis yra normalu. Per ilgą laiką UV spinduliai skatina degeneracinius ląstelių, audinio skaidulų ir kraujagyslių pakitimus bei ankstyvą odos senėjimą. Daugiau nei 90 proc. UVB spindulių sulaiko epidermis (išorinis odos sluoksnis). Deja, daugiau nei 90 proc. nemelanominio odos vėžio atvejų ir sukelia šių spindulių poveikis. Tai viena dažniausių piktybinio naviko formų, kuri negydant yra mirtina. UVA spinduliai, pasiekiantys odą, į organizmą patenka giliau: 20 proc. šių spindulių patenka iki dermos (tikrosios odos). Saulės spindulių poveikis vaikystėje turi itin didelę įtaką susirgti melanoma, todėl saugotis tiesioginių saulės spindulių poveikio būtina nuo pat kūdikystės. Kūdikiai iki 6 mėn. amžiaus visai neturėtų būti veikiami tiesioginių saulės spindulių. Tyrimai įrodė, kad net apie 80 proc. saulės sukeltų odos pažeidimų atsiranda iki 18 metų, o jų padariniai išryškėja po 20-ties ar net 30 -ties metų [4].

Pagal Pasaulinės sveikatos organizacijos įvertinimą daugiau kaip 20% kataraktos atvejų gali būti dėl UV spindulių poveikio, ypač valstybėse arti pusiaujo.

Tiriant UV spindulių poveikį imunitetui, pastebėta, kad ilgas buvimas saulėje provokuoja peršalimus bei herpetinės virusinės infekcijos reaktyvaciją. Manoma, kad dėl UV

spindulių mažėja imuninės sistemos aktyvumas ir organizmas tampa imlesnis infekcijoms bei mažiau atsparus odos vėžiui [24].

Apsaugoti organizmą nuo žalingų UV spindulių padeda žemės atmosfera, bet plonėjant ozono sluoksniui natūrali apsauga silpsta. Mus pasiekia vis daugiau UV spindulių, kurių bangos ilgis siekia gąsdinančią 325 nanometrų ribą. Žalingas UV spindulių poveikis padidėja dėl atspindžių prie vandens telkinių ar prisnigus. Smėlis papildomai atspindi ir padidina UV dozę – 10 %, vanduo – 20 %, sniegas – net 80 %. Taigi, didžiausią ultravioletinių spindulių dozę gauname tais žiemos mėnesiais, kai iškrenta daug šviežio sniego ir ryškiai šviečia saulė.

2.3. Ultravioletinių spindulių poveikis akims

Dauguma žmonių žino apie neigiamą UV spindulių poveikį odai, todėl naudoja apsauginius kremus nuo saulės. Tačiau ne visi žino, kad UV spinduliai taip pat gali būti kenksmingi akims ir sukelti tiek trumpalaikius, tiek ir nuolatinius akių pažeidimus. Todėl akims taip pat reikia apsaugos nuo saulės spindulių. Tyrimai įrodė, kad UV spinduliai gali pažeisti rageną, junginę, sukelti kataraktą, tinklainės degeneraciją bei kitus pakitimus akyse [12].

Anatomiškai akį nuo intensyvių saulės spindulių saugo akiduobės kraštas, antakiai, blakstienos, fiziologiniai refleksai (vyzdžio susiaurėjimas, prisimerkimas). Tačiau šiuos mechanizmus labiau aktyvuoja matoma šviesa, o UV spinduliuotė gali išlikti intensyvi ir apsinaukusią dieną.

UVB spindulius visiškai sugeria rageną, o UVA spinduliai praeina per paviršinius akies sluoksnius ir pasiekia lęšiuką bei tinklainę. Dėl absorbcinių ragenos bei lęšiuko savybių tik 1% išorinės UV spinduliuotės pasiekia tinklainę.

Didelės UV spindulių dozės gali sukelti ragenos nudegimą – fotokeratitą bei junginės nudegimą – fotokonjunktyvitą. Po latentinio 6 – 12 val. periodo, jie pasireiškia akių sudirgimu, skaudančiomis, raudonomis akimis, padidintu jautrumu šviesai, per dideliu ašarojimu. Tiek fotokeratitas, tiek fotokonjunktyvitas yra skausmingos būklės, tačiau dažniausiai rageną per kelias dienas sugyja be didesnių komplikacijų. Šis pažeidimas neturi ilgalaikio žalingo poveikio. Dažniau pasitaiko alpinistams bei slidininkams, kurie susiduria su didelėmis UV spindulių dozėmis. Tinkamų akinių dėvėjimas visiškai apsaugo nuo tokių akies pažeidimų.

Lėtinis UV spindulių poveikis gali sukelti sparninės plėvės formavimąsi bei skvamozinių ląstelių karcinomos ragenoje bei junginėje atsiradimą. Sparninė plėvė – tai nuo

junginės link ragenos auganti plėvelė, kuri dažnai rausta, pasiekusi ragenos centrą, blogina matymą bei sukelia kosmetinį defektą. Šalinama chirurgiškai, tačiau linkusi ataugti.

Šiuolaikiniai moksliniai tyrimai rodo, kad įvairios akies auglių formos (akies obuolio melanomos, vokų bazalinių ląstelių karcinomos) gali būti susiję su lėtiniu ilgalaikiu UV spindulių poveikiu [10].

Akies lęšiukas absorbuoja neskausmingus UVA spindulius, praėjusius pro rageną ir priekinę akies kamerą. Jie gali pakeisti akies lęšiuko branduolio baltymus ir sukelti drumstėjimą – kataraktą. Dėl drumsto lęšiuko šviesa negali pasiekti šviesai jautrių elementų akies tinklainėje, todėl pablogėja matymas tiek į tolį, tiek iš arti. Akiniai tokiu atveju taip pat negali pilnai iškoreguoti regėjimo. Dėl lęšiuko laužiamosios galios pokyčių kartais žmogus pradeda gerai matyti iš arti be skaitymo akinių, kartais gali varginti ratilai apie šviesos šaltinį, pablogėti spalvų joslė, imti dvejetainis žiūrint viena akimi. Katarakta viena pagrindinių aklumo priežasčių pasaulyje [24].

Jungtinių Tautų Aplinkos apsaugos programos ataskaitoje nurodoma, kad ozono sluoksniui suplonėjus 10 %, susirgimų katarakta ir odos vėžiu turėtų padaugėti 26 %. Tai reiškia, kad kasmet visame pasaulyje dėl to papildomai katarakta susirgtų 1,75 mln. gyventojų, odos vėžiu – 300 000. Šiuo metu nėra jokio efektyvaus konservatyvaus kataraktos gydymo metodo [8]. Ji gydoma chirurgiškai, pašalinant drumstą natūralų lęšiuką bei implantuojant dirbtinį lęšį. Po kataraktos operacijos akys tampa jautresnės ultravioletiniams spinduliams, nes nebėra lęšiuko – natūralaus apsauginio barjero nuo ultravioletinių spindulių. Lietuvoje jau implantuojami naujausios kartos dirbtiniai intraokuliniai lęšiai, kurie turi filtrą, sulaikantį ir ultravioletinius, ir matomos šviesos spektro mėlynuosius spindulius (4pav.) [13].



4pav. Alcon AcrySof Natural dirbtinis intraokulinis lęšiukas su UV ir mėlynujų spindulių filtru

<http://www.lasik.lt/kataraktos-chirurgija.html>

1980 metais nustatytas UV spindulių toksinis poveikis tinklainei. UVA spinduliai labiausiai žeidžia tinklainę, ypač funkciškai svarbiausią jos sritį – geltonąją dėmę. Saulės spinduliai dar pavojingesni būna tuomet, kai akys jau būna pažeistos kitų ligų. Ypač jautrios

yra pagyvenusių žmonių akys. Amžinė geltonosios dėmės (makulos) degeneracija (AMD) – tai pokyčiai, atsirandantys centrinėje, šviesai jautriausioje tinklainės dalyje. Tai dažniausia regėjimo praradimo priežastis išsivysčiusiose šalyse vyresnių nei 60 metų žmonių tarpe. AMD kilmė nėra pilnai aiški. Manoma, kad AMD išsivysto, kai sutrikus tam tikrų medžiagų pasišalinimui, jos atsideda centrinėje tinklainės dalyje vadinamųjų drūzų pavidalu. Procesui progresuojant vystosi tinklainės pigmentinio sluoksnio atrofija, ima blogėti rega, šalia drūzų atsiranda eksudacinė tinklainės pigmentinio epitelio atšoka, po tinklainė formuojasi naujadarių kraujagyslių tinklas, gali atsirasti eksudato, kraujo [8]. Senatvinę tinklainės degeneraciją saulė dar labiau suaktyvina, kartu pablogindama ir pačią ligos eigą.

Pažeisti tinklainę galima neapsaugotomis akimis žiūrint į saulę. Soliarinė retinopatija – ilgalaikio tiesioginių saulės spindulių sukelta makulopatija. Žiūrėjimas į saulę užtemimo metu pavojingumu akims niekuo nenusileidžia žiūrėjimui į šviečiančią saulę. Stebint saulę, nenaudojant jokių akims apsaugoti skirtų specialių priemonių, regėjimas pakenkiamas net nejučiant, kadangi akies tinklainė neturi skausmo receptorių. Žalingas saulės spindulių poveikis akims ir soliarinės retinopatijos atvejai buvo aprašyti jau 18-ame amžiuje, o senovės astronomas Galileo Galilėjus skundėsi pažeidęs akis stebėdamas Saulės judėjimą. Dauguma aprašytų soliarinės retinopatijos atvejų išsivystė stebint Saulės užtemimą be apsaugos priemonių. Nusiskundimai: pablogėjęs matymas, regėjimo lauke staiga atsiradusi tamsi dėmė, fotofobija, galvos skausmas. Daugeliu atvejų soliarinė retinopatija būna abipusė, bet dominuojančioje akyje pažeidimo laipsnis gali būti didesnis. Tinklainės pažeidimo dydis priklauso nuo saulės spindulių intensyvumo ir ekspozicijos trukmės. Pagal Gass, mechanizmas yra trejopas: fotocheminis, mechaninis ir terminis. Vietinis temperatūros pakilimas tinklainėje sukelia terminį pažeidimą, o matomosios saulės spektro dalies trumpabangių spindulių absorbcija išoriniuose tinklainės sluoksniuose sukelia fotocheminį pažeidimą. Jeigu fotocheminis procesas sustiprinamas terminiu, labiausiai nuo saulės spindulių nukenčia tinklainės pigmentinis epitelis (TPE), kuriame gausu spindulius absorbuojančio melanino [8].

Dar 1978 metais Martinas Mainsteris nustatė, kad tinklainei žalingi ir ilgesni nei 400 nm spinduliai – matomos šviesos spektro dalis – mėlyna šviesa arba kitaip didelės energijos regimoji šviesa (angl. HEV – high energy visible). Tokia spinduliuotė geba prasiskverbti giliai į akį, o jos toksinis poveikis aiškinamas fotocheminiu tinklainės pigmentinio epitelio (TPE) pažeidimu. Nustatyta, kad jautriausias mėlynai šviesai yra TPE lipofuscino fluoroforas A2E. Manoma, kad jam absorbuojant mėlyną šviesą, aktyvinamos ląstelės ir susidaro laisvųjų deguonies radikalų. Šie programuoja ląstelių žūtį [18]. Pasak 2008 Europoje atliktos studijos, HEV spinduliuotė turi įtakos akies geltonosios dėmės degeneracijai, ypač kai kraujyje

pasireiškia vitamino C ar kitų antioksidantų trūkumas. Pastaruoju metu mėlynosios šviesos šaltinių aplinkoje ypač padaugėjo. Su ja susiduriame tiek gamtoje (saulės šviesa) tiek ir buitinėje aplinkoje (patalpų apšvietimas, kompiuteriai).

Jauni žmonės ypatingai pažeidžiami UV spindulių poveikio. Taip yra todėl, kad jų vyzdžiai yra didesni, lęšiukai skaidresni ir jie linkę daugiau laiko praleisti lauke. Be to, jie mažiau nešioja saulės akinius ir skrybėles, todėl jau nuo mažens svarbu saugoti akis nuo UV spindulių.

Mėgstantys prie vandens telkinių nuo saulės spindulių prisidengti skėčiais, sukelia dar didesnį pavojų savo akims, nes skėtis "surenka" smėlio atspindžius, dar labiau padidindamas ultravioletinių spindulių srovę. Vanduo atspindi dar daugiau saulės spindulių, tad jų neigiamas poveikis akims yra gerokai stipresnis nei įprastai. Rimtai sužaloti akis gali ir suvirinimo aparatų skleidžiama šviesa, ypač tuomet, kai jais dirbantieji nenaudoja apsauginių akinių arba naudojami akiniai nėra kokybiški. Ne ką mažiau kenksmingos ultravioletinės lempos, lazeris, dienos šviesos lempos bei kiti dirbtiniai šviesos šaltiniai, skleidžiantys ultravioletinius spindulius.

2.4. Apsauga nuo UV spinduliuotės

Kiek laiko nepavojinga būti saulėje, priklauso nuo odos tipo, amžiaus, svorio, aprangos įpročių, vartojamų vaistų. UV spindulių poveikis priklauso nuo daugelio faktorių. Vidurdienyje gaunamų UV spindulių kiekis yra 10 kartų didesnis, nei 3 valandos iki ar po vidurdienio. Skrybėlės bei specialūs apsauginiai kremai saugo tiek akis, tiek veidą bei vokus nuo žalingo UV spindulių poveikio [21]. Drabužiai taip pat saugo odą nuo kenksmingo saulės poveikio. Ypač svarbu saugoti vaikus, nes UV spindulių poveikis akumuliuojasi gyvenimo bėgyje.

Kad apsaugotume akis nuo kenksmingo saulės spindulių poveikio, rekomenduojama nešioti akinius nuo saulės, kurie dabar net ištisus metus tapo neišvengiama mūsų kasdienybės dalimi. Saugoti akis reikia net ir tomis dienomis, kai saulės nematyti pro debesis, kadangi žemę pasiekiantys ultravioletiniai spinduliai atlieka juodą darbą mūsų akyse. Saulės akiniai pagerina spalvinį kontrastą ir kontrastinį jautrumą, tamsinę adaptaciją, sumažina akinančios šviesos srautą. Akinius nuo saulės geriausia pirkti optikos salonuose, nes juose jie yra sertifikuoti ir dažniausiai 100 proc. apsaugo akis nuo UVB ir UVA spindulių. Didesnis pavojus akims kyla tuomet, kai dėvimi nekokybiški akiniai. Juos užsidėjus, akis pritemdoma, vyzdys išsiplečia, tačiau žalingi spinduliai nėra sulaikomi, tad turi dar didesnę galimybę patekti į akį. Reikia žinoti, kad vien akinių stiklų tamsumas nenurodo į šimtaprocentinę

apsaugą nuo UV spindulių. Įprasti balti akiniai, dažniausiai gaminami iš plastiko (CR-39) ar polikarbonato, taip pat absorbuoja žymią dalį UVA ir beveik visus UVB spindulius, o UV spindulių pilnam sulaikymui yra mirkoma skystyje, kuris sulaiko nuo UV spindulių. Mirkyti galima tik paprastus be jokių dangų akinių lęšius.

Pagrindiniai reikalavimai šiuolaikiniams apsauginiams akiniams nuo saulės:

- Kontroliuoti saulės šviesos kiekį;
- Apsaugoti akis nuo ultravioletinių spindulių;
- Skirti šviesoforo spalvas.
- Išlaikyti optimalią tinklainės adaptaciją naktiniam matymui;
- Išlaikyti normalią spalvų juslę;
- Išlaikyti binokulinį matymą.

75 – 90 % tamsinti lęšiai praleidžia 10 % šviesos. Senesniems žmonėms šviesos reikia daugiau, nes jų vyzdžiai fiziologiškai siauresni. Taigi jų lęšių tamsinimas turi būti apie 70 %. Kai tamsinimas daugiau nei 90 %, matymas gali blogėti. Labai tamsus filtras netinka ir vairavimui. Naktį vairuoti galima tik iki 20 % užtamsintais akiniais [21].

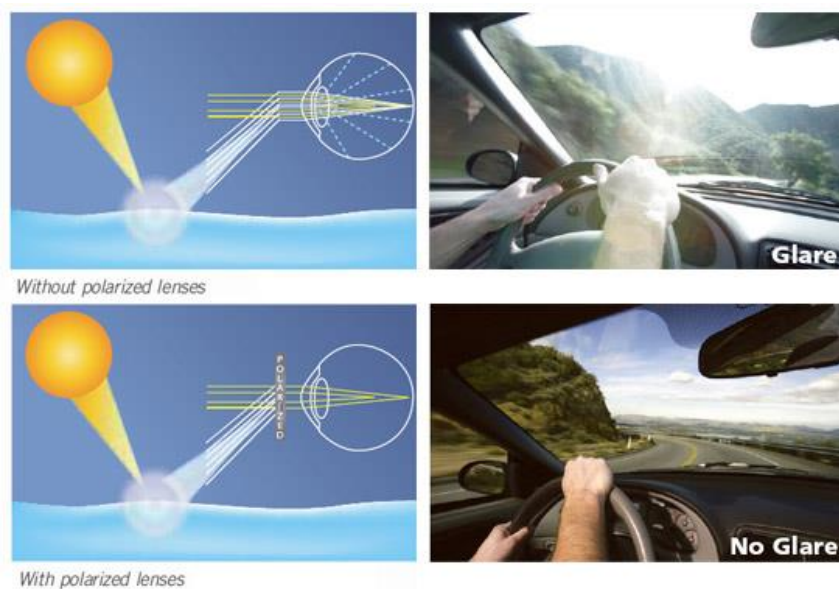
Trumparegiai ir toliaregiai gali pasirinkti regėjimą koreguojančią apsaugą nuo saulės. Tokių akių apsaugai nuo UV spindulių gali būti naudojami:

- akiniai su fotochrominiais lęšiais. UV spinduliams sąveikaujant su šiais lęšiais, jie patamsėja dėl tuo metu vykstančios cheminės reakcijos, kuri yra grįžtamojo pobūdžio. Ilgai veikiant šviesai, patamsėję akiniai gali absorbuoti iki 80 proc. šviesos. Apšvietimui sumažėjus, jie absorbuoja iki 20 proc. šviesos.
- akiniai su poliarizaciniais lęšiais. Jie praleidžia vertikalius šviesos spindulius, o horizontalius, kurie atsispindi nuo vandens, smėlio, sniego, metalinių paviršių ir pan.,- sugeria. Tai vadinamoji poliarizuota šviesa. Ji atsiranda, kai šviesos spindulys tam tikru kampu krinta į jį atspindintį paviršių (5 pav.) [14].



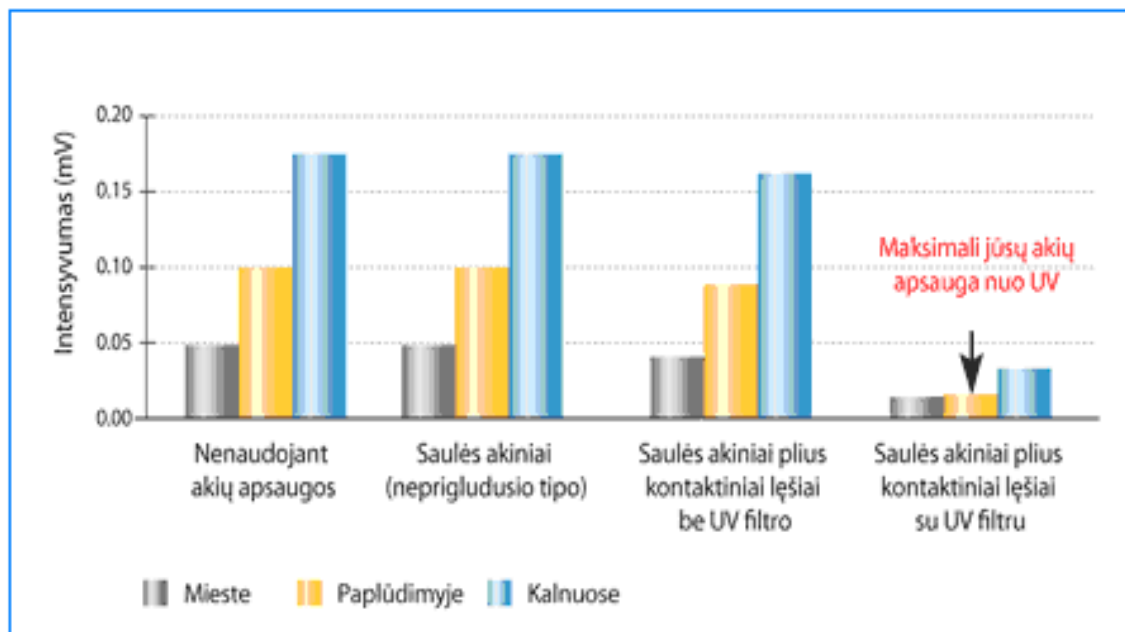
5 pav. Poliarizuotos šviesos susidarymas
www.hoya.eu/index.php?SID...page_id=26723

Ši šviesa pasižymi tuo, kad jos spinduliai gali sumažinti regėjimo aštrumą tiek žiūrint į artimus objektus, tiek žvelgiant į tolį, neminint diskomforto ir akių įtempimo. Kai šviesos spindulius sugeria tarp poliarizuotos šviesos šaltinio ir akių atsiradę lęšiai su specialiu filtru, skirtingų spalvų spinduliai atsiskiria, iki minimalaus sumažėja vaizdo iškraipymas ir jis tampa aiškus (6pav.) [14].



6 pav. Vaizdas be poliarizuotų akinių ir su jais
www.hoya.eu/index.php?SID...page_id=26723

- akiniai su pastovaus tonavimo lęšiais. Gaminant tokius akinius, lęšiai yra panardinami į tirpalą, kuriame yra dažai ir įvairūs priedai skatinantys dažymo procesą. Atspalvio intensyvumą nulemia dažų koncentracija ir panardinimo trukmė, kur maždaug 1 minutė lemia šviesiausius atspalvius ir 2 valandos – tamsiausius atspalvius. Kadangi spalvą lemia 3 pirminių pigmentų (mėlyno, geltono, raudono) koncentracijos, įmanoma išgauti daugybę įvairių atspalvių. Galimas ir kintamai spalvotasis dažymo variantas, kuomet spalvos intensyvumas yra didžiausias lęšio viršutinėje dalyje ir tolygiai mažėja link apatinės dalies.
- kontaktiniai lęšiai. Eilė kontaktinių lęšių gamintojų siūlo kontaktinius lęšius (KL), kurie turi apsaugą nuo UV spindulių. Tačiau reikia suprasti, kad KL saugo rageną nuo žalingo spindulių poveikio, bet nesaugo vokų bei likusios akies obuolio dalies, todėl tikrai neatstoja akinių nuo saulės (7 pav.) [14].



7 pav. UVB spinduliavimo intensyvumas esant skirtingai akių apsaugai skirtingoje aplinkoje
www.hoya.eu/index.php?SID...page_id=26723

3. FOTOCHROMINIAI LĘŠIAI

3.1. Fotochrominių lęšių savybės

Fotochrominiai lęšiai – tai technologiniu požiūriu pažangiausias produktas, skirtas reikliausiems klientams. Šie lęšiai buvo sukurti karo metais, tikintis sukurti tokį lęšį, kuris labai greitai užtamsės po branduolinio sprogdimo. Civiliams fotochrominiai lęšiai tapo prieinami 1960 m. [1]. Tai pasirinkimas tiems žmonėms, kurie nori turėti ne tik regėjimą koreguojančius akinius, bet ir apsaugančius nuo saulės spindulių. Fotochrominiai lęšiai tamsėja veikiami ultravioletinių saulės spindulių (lauke) ir šviesėja, kai šie spinduliai jų nepasiekia (patalpoje) (8 pav.) [1].



8 pav. Fotochrominiai lęšiai

<http://www.eaglevision.lt/index.php/zeiss-fotochrominiai-lesiai>

Jie gali būti įvairių atspalvių (pilki, rudi), mineraliniai ar plastikiniai. Fotochrominiai lęšiai garantuoja komfortą ir adekvačią regėjimo apsaugą, akinius galima nešioti patalpoje ir lauke. Fotochrominiai lęšiai 100 % saugo nuo ultravioletinių spindulių. Šie lęšiai rekomenduojami, kad mažiau vargtų akys, kai jos yra ypatingai jautrios saulės šviesai tiek jauniems, tiek vyresnio amžiaus žmonėms. Fotochrominiai lęšiai negali pilnai pakeisti saulės akinių, nors jie dažniausiai nešiojami kaip viskam tinkantys akiniai. Jie mažiau tamsėja automobilyje, nes dalį UV spindulių sulaiko automobilio priekinis stiklas, ir kai saulė pakilusi 30 laipsnių kampu, nes neužtenka ultravioletinių spindulių. Naujos gamybos technologijos bei medžiagos užtikrina fotochrominių lęšių kokybę, bei vis didėjančių juos nešiojančių pacientų skaičių visame pasaulyje [1].

Kuo didesnis ultravioletinių spindulių kiekis bei žemesnė temperatūra, tuo greičiau įvyksta tamsėjimo reakcija (9 pav.). Todėl žiemą fotochrominiai lęšiai gali būti 20-30 %

tamsesni nei vasarą. Fotochrominiai lęšiai užtamsėja 50 % per 5 minutes, bet pats procesas pilnai įvyksta tik per 20 - 40 min. Lęšis greičiau tamsėja, jei jis dažnai būna saulėje.



9 pav. Fotochrominių lęšių užtamsėjimo intensyvumas priklausomai nuo saulės UV spindulių intensyvumo

<http://www.optometrija.lt>

Akinių optinės savybės priklauso nuo to, iš kokios medžiagos yra pagaminti akinių lęšiai. Šiuo metu fotochrominiai lęšiai yra ne tik mineraliniai (stikliniai), plastikiniai (organiniai), bet ir polikarbonatiniai. Kiekvieną fotochrominį lęšį apibūdina specialios fizikinės medžiagos savybės:

- refrakcijos indeksas;
- konstringencija (Abbe skaičius), nuo kurios priklauso chromatinė aberacija;
- medžiagos tankis, nuo kurio priklauso svoris;
- šviesos pralaidumo savybės, tokios kaip šviesos spindulių absorbcija (sugertis);
- ultravioletinių spindulių sugertis.

Refrakcijos indeksas. Kiekvienas lęšis laužia spindulius tam tikru stiprumu. Ši lęšio refrakcijos (laužiamoji) galia matuojama dioptrijomis (D). Kitas fizikinės optikos terminas yra refrakcijos indeksas. Jis nusako, kaip stipriai medžiaga laužia šviesos spindulius – kuo optinė terpė tankesnė, tuo refrakcijos indeksas didesnis. Optikoje kuo didesnio refrakcijos indekso naudojamas lęšis, tuo jis bus plonesnis [16].

Konstringencija (Abbe skaičius). Praeidami pro akinių lęšio kraštą, šviesos spinduliai yra laužiami nevienodai, ir susidaro šviesos spektras (panašiai, kaip vaivorykštė). Mėlyni spinduliai labiau nukrypsta nei raudonieji. Praktikoje dėl chromatinės aberacijos vaivorykštės spalvos yra beveik kiekviename lęšyje. Ji priklauso nuo medžiagos, iš kurios pagaminti akinių lęšiai, ir lęšio stiprumo (D). Chromatizmas didėja didėjant akinių lęšio stiprumui, taip pat kai yra ekscentriškas žvilgsnis, t.y. kai akiniai blogai centruoti. Dėl to gali būti silpnesnis regėjimas, ypač nešiojant akinius, koreguojančius didelio laipsnio trumparegystę [12].

Medžiagos tankis. Akinių svoris priklauso nuo medžiagos, iš kurios pagaminti lęšiai, tankio bei nuo lęšio refrakcijos indekso. Šiuo metu mineralinius lęšius pamažu išstumia didelio indekso plastmasės lęšiai, kurie yra daug lengvesni ir plonesni. Todėl didelio indekso plastmasės lęšiai rekomenduojami, kai reikia nešioti 10,0 - 15,0 D ir stipresnius akinius.

Šviesos pralaidumo savybės. Bet koks korekcijai skirtas lęšis absorbuoja (sugeria) dalį šviesos spindulių, kita dalis nuo jo atsispindi (refleksuoja). Trumpo bangos ilgio šviesa ultravioletiniame spektre labiau absorbuojama didelio refrakcijos indekso lęšiuose (dėl medžiagos savybės labiau sugerti UV). Tokiais atvejais nebūtina speciali apsauga nuo UV spindulių. Tačiau nepatogu tai, kad žiūrint pro šiuos akinius, gaunamas gelsvo atspalvio vaizdas. Tai būdinga lęšiams, kurių refrakcijos indeksas 1,7 - 1,9. Šviesos atspindėjimas (refleksija) taip pat yra labai svarbi akinių lęšių savybė. Didėjant refrakcijos indeksui, didėja spindulių atspindėjimas [16]. Atspindėjimas nuo akinių lęšių paviršiaus labai sumažina gaunamo vaizdo kontrastingumą (ryškumą). Ši spindulių netekimo norma yra 4 proc. nuo bet kokio paviršiaus, 8 proc. nuo stiklinio lęšio paviršiaus (kai refrakcijos indeksas 1,5) ir beveik 20 proc. nuo plastmasinio lęšio paviršiaus (kai refrakcijos indeksas 1,9). Todėl speciali apsauga nuo atspindžių būtina didelio refrakcinio indekso akinių lęšiams [16].

Ultravioletinių spindulių sugertis. Bet koks lęšis sugeria dalį ultravioletinių spindulių bangos ilgio. Kaip jau buvo minėta, didelio refrakcinio indekso lęšiai natūraliai apsaugo nuo UV radiacijos. Kitus lęšius galima padengti specialia apsauga nuo UV spindulių.

3.2. Mineraliniai (neorganiniai) fotochrominiai lęšiai

1964 metais kompanija „Corning“ išleido į rinką pirmuosius neorganinius lęšius „PhotoGray“. Gaminant fotochrominį mineralinį lęšį į jo medžiagą pridedama sidabro chlorido. Tarp sidabro ir chloro elementų vyksta cheminė reakcija. Veikiant UV spinduliams elektronai palieka chloro atomus ir prisijungia prie sidabro jonų. Susidaro elementinis sidabras suteikiantis tamsintą būseną. Procesas grįžtamas – sumažėjus UV spindulių kiekiui elektronai grįžta prie chloro atomų – lęšis tampa netamsintos būsenos. Norint paspartinti reakcijos procesą paprastai dar pridedama vario druskų. Šitos medžiagos pakankamai geros ilgam saulės šviesos veikimui ir mineraliniai fotochrominiai lęšiai greitai tapo žinomi optikos rinkoje. Fotochrominiai mineraliniai lęšiai (Corning) užtamsėja iki 77 – 88 %. Per 1 min. užtamsėja iki 65 %, per 5 – iki 74 %. Šviesėjimo procesas lėtesnis. Per pirmas 5 min. atšviesėja iki 40 %. Netamsintoje būsenoje absorbuoja iki 13 - 15 % [7].

Pagal mineralinių fotochrominių lęšių savybes galima išskirti šiuos privalumus ir trūkumus.

Privalumai:

- gali būti rudos arba pilkos spalvos;
- mažiau braižosi nei plastikiniai fotochrominiai lęšiai;
- plonesni nei plastikiniai fotochrominiai lęšiai;
- atsparūs aukštomis temperatūroms;
- neužtamsėję mineraliniai lęšiai sugeria iki 90 – 93 % UVA spindulių, o pilnai užtamsėję sugeria iki 97 – 100 % UVA spindulių;
- gali būti padengti apsaugine neatspindžiaja danga.

Trūkumai:

- sunkesni nei plastikiniai fotochrominiai lęšiai;
- sunkesni, nei to paties refrakcijos indekso skaidrūs lęšiai;
- dūžta ir yra nerekomenduojami vaikams, vairuotojams dėl traumų tikimybės;
- nevienodai tamsėja, priklausomai nuo lęšių galios. Fotochrominės molekulės įliejamos į visą masę, todėl jų tamsėjimas priklauso nuo galios ir stiklo storio (pvz.: didelių dioptrijų “-” lęšio centras bus šviesesnis, o kraštai tamsesni);
- fotochrominis nuovargis pasireiškia nežymiai, senstant tamsėja. Jaunystę gali sugrąžinti lęšio virinimas apie 1 val. lengvai verdančiame vandenyje;
- fotochrominis efektas didėjant temperatūrai mažėja – lėčiau keičia būseną;
- tinka dėti tik į pilnus rėmelius.

Šių lęšių kokybei įtakos turi šviesos intensyvumas, ultravioletiniai spinduliai ir temperatūra, lęšio storis, eksploatacija. Kuo ryškesnė saulė, tuo mineraliniai fotochrominiai lęšiai greičiau tamsėja. Lęši pasiekę UVA ir mėlynieji spektro spinduliai sukelia fotochrominę reakciją. Nuo spindulių kiekio priklauso lęšio tamsėjimo greitis. Lęšiai turintys didesnę optinę galią yra storesni. Storesniuose lęšiuose yra daugiau sidabro, vario jonidų kristalų [7]. Jų dėka lęšiui yra suteikiamas rudos ar pilkos spalvos intensyvumas.

3.3. Plastikiniai (organiniai) fotochrominiai lęšiai

1970 metų viduryje įsivyravo akinių su dideliais lęšiais moda. Esami mineraliniai lęšiai nebetenkino vartotojų dėl savo didelio svorio bei didelės tikimybės sužaloti akį sudužus lęšiui. Todėl lęšius gaminančios kompanijos pradėjo aktyvius plastiko su fotochromu apdirbimo tyrimus.

Pirmi organiniai fotochrominiai lęšiai atsirado 1980 metų pradžioje – „American Optical“ išleido lęšius „Photolite“. Tačiau savo savybėmis jie buvo prastesni už esančius

rinkoje mineralinius lęšius – lėtai tamsėdavo ir atšviesėdavo, be to, šio proceso metu atsirasdavo nepageidaujami spalvų šešėliai. Kompanija „PPG Industries“ pravedė tyrimus pigmentų apdirbimo ir fotochrominių lęšių iš plastmasės technologijų srityje. Buvo išrasta fotochrominių organinių lęšių gamybos technologija, todėl 1990 metais buvo sukurta bendra įmonė su „Essilor International“ kompanija – firma „Transitions Optical“, kuri greitai išleido į rinką pirmuosius organinius lęšius „Transitions“. Tai pirma karta fotochrominių organinių lęšių, kuri sulaukė pripažinimo įvairiose pasaulio šalių rinkose [7].

Tolesni darbai technologijų tobulinimo srityje atvedė prie naujos kartos „Transitions“ lęšių. Tai „Transitions Plus“ sukurti 1992 metais, „Transitions III“ sukurti 1996 metais, „Transitions Next Generation“, sukurti 2002 metais, „Transitions V ESP“ pristatyti rinkai 2005 metų pradžioje. Savo originalias fotochrominių organinių lęšių technologijas atrado kompanijos „Corning“ („Sun Sensor“ lęšiai), „Indo International“ („Indocromic IV Superfin“ lęšiai), „Hoya“ („Sun Brown“ ir „Sun Grey“ bei „Solio“ lęšiai), „Rodenstock“ („Color Matic Extra“ lęšiai) ir kai kurie kiti gamintojai [5].

Vis dėl to plastikiniams fotochrominiams lęšiams buvo naudojamos medžiagos ir technologijos iš principo skirtingos nuo fotochrominių mineralinių lęšių gamybos. Plastikiniai fotochrominiai lęšiai gaminami ant CR – 39 uždedant fotochrominio pigmento sluoksnį, kuris keičia spalvą. Sirtingai nei mineraliniuose fotochrominiuose lęšiuose tamsumas nepriklauso nuo galios [5]. Tačiau ir mineralinių, ir plastikinių lęšių didžiausias tamsumas pasiekiamas žemoje temperatūroje. Plastikiniams fotochrominiams lęšiams gali būti naudojama keletas šviesai jautrių medžiagų ir kiekviena sugeria tam tikrą matomo spektro dalį. Kadangi šios medžiagos ne visada reaguoja tuo pačiu greičiu, gautasis spalvų derinys gali kisti fotochrominio proceso metu. Tokius nukrypimus stengiamasi pašalinti iš naujos kartos medžiagų. Plastikiniai fotochrominiai lęšiai netamsėja nuo matomos šviesos, o tik nuo UV spindulių, taigi automobilyje jie beveik netamsėja, kadangi dalį UV spindulių sulaiko automobilio stiklas.

Plastikinių fotochrominių lęšių savybės:

- a) vienodai tamsėja nepriklausomai nuo galios;
- b) 100 % apsauga nuo UV iki 375 nm;
- c) akinius galima nešioti patalpoje ir lauke;
- d) lengvi;
- e) nedūžta.

Šiuo metu TRANSITIONS VI fotochrominiai lęšiai yra labai populiarūs dėl gerų lęšio optinių savybių. Tai lęšiai skirti patiems reikliausiems klientams [5].

Privalumai :

- Greitis. Pagrindiniu TRANSITIONS VI lęšių bruožu yra fotochrominio proceso greitis, tiek tamsėjimo, tiek ir šviesėjimo požiūriu. Saulės šviesoje veikiami UV spindulių pradeda tamsėti jau po 30 sekundžių, o patalpoje šviesėja vos per keletą minučių.

- Spalva. Tai vieninteliai fotochrominiai lęšiai, kurie patalpoje yra visiškai skaidrūs, o visiško aktyvumo metu tamsūs kaip lęšiai nuo saulės. Spalvos aktyvumas optimaliomis sąlygomis 11%-85%.

- Stabili spalva. Svarbus TRANSITIONS VI lęšių privalumas tai stabili, vientisa spalva, kuri nepriklauso nuo lęšių storio. Tai ypač aktualu klientams, kurie nešioja didelių dioptrijų lęšius arba skirtingų dioptrijų lęšius.

- Apsauga. TRANSITIONS VI lęšiai tausoja akių sveikatą, nes 100 % blokuoja UV spindulius.

Technologiniu požiūriu pažangiausias produktas šiuo metu yra Transitions Signature VII fotochrominiai lęšiai. Transitions Signature VII fotochrominiai lęšiai yra labiausiai pritaikyti kasdieniniam naudojimui fotochrominiai lęšiai. Jų tamsumas, atšviesėjimo greitis ir skaidrumas patalpose yra idealiai sukombinuoti. Šių lęšių nešiotojams jie suteikia optimalų komfortą visose situacijose bei temperatūrose ir apsaugo nuo kenksmingų UV spindulių.

Transitions Signature VII lęšiai yra daug jautresni šviesai nei ankstesni fotochrominiai lęšiai, mažiau priklausomi nuo aplinkos temperatūros ir tiesioginės šviesos, tamsėja karštomis dienomis, kaip ir visi Transitions lęšiai apsaugo akis, blokuodami 100 % UV spindulių [5].

Transitions XTRActive lęšiai yra tamsiausi šiuo metu esantys rinkoje fotochrominiai lęšiai. Jie tamsėja iki 90% esant 23°C temperatūrai. Tamsėjimo reakcija yra greitesnė, net esant 35°C užtamsėja iki 80%. Šie lęšiai taip pat tamsėja ir automobilyje: paveikus UV ir matoma šviesa, tamsėjimo reakcija vyksta iki komfortiško 50% lygio esant 27°C temperatūrai.

Transitions XTRActive lęšiai užtikrina apsaugą nuo atspindžių bei optimalų komfortą visomis lauko sąlygomis ir esant skirtingoms temperatūroms, taip pat 100% blokuoja žalingus UV - A and UV - B spindulius [5].

Vairuotojams reikalingi naujos kartos plastikiniai fotochrominiai lęšiai, kurie tamsėja ir automobilyje. 2006 metais kompanija „Yonger Optical“ pristatė „Drivewear Activated by Transitions“ lęšius. Tai pirmi poliarizuoti fotochrominiai lęšiai, kurie patikimai saugo nuo atsispindėjusios šviesos, bei keičia savo spalvos intensyvumą priklausomai nuo ultravioletinių spindulių bei šviesos intensyvumo [5]. Jų kokybę užtikrina naujos šiuolaikinės lęšių gamybos technologijos – fotochrominė Transition™ ir poliarizacijos NuPolar®. Tai unikalios konstrukcijos, vieninteliai rinkoje lęšiai, kurie patamsėja automobilio viduje. Nauji lęšiai keičia spalvos intensyvumą ir mašinos salone, ir atvira ore. Nešviečiant saulei,

automobilyje lęšiai bus žalsvai – gelsvo atspalvio, kurio pradinis šviesos pralaidumas siekia 35 %, šviečiant saulei – lęšiai įgauna raudonai – rudą atspalvį, kurio šviesos pralaidumo koeficientas yra 21 %, o atvirame ore lęšiai įgauna tamsiai rudą atspalvį, kurio šviesos pralaidumo koeficientas yra 12 % (10 pav.) [5].



10 pav. Drivewear poliarizuotų fotochrominių lęšių reakcija įvairiomis apšvietimo sąlygomis

<http://www.drivewearlens.com/engine.php?changelang=1&lang=ru>

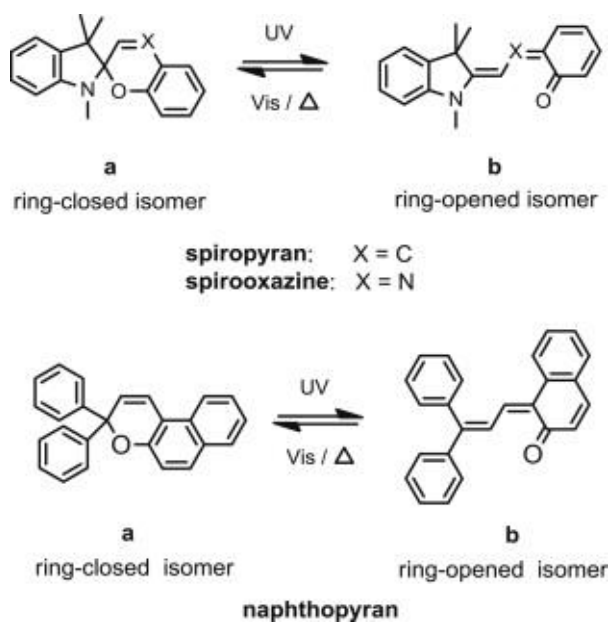
Pateiktame paveiksle matyti kaip Drivewear poliarizuotų fotochrominių lęšių reakcija vyksta įvairiomis apšvietimo sąlygomis. Geltonai žalia poliarizacijos spalva išryškina kontrastą, padidina matomumą; spalva keičiasi į rudą, todėl didėja šviesos sugertis ir yra palaikomas vairuotojo matymo komfortas; spalva pereina į tamsiai rudą, taip didėja šviesos absorbcija užtikrinant maksimalų regėjimo komfortą ir apsaugą.

3.4. Fotochromizmo veikimo principai

Fotochromizmas – tai grįžtamas medžiagos spalvos pakitimas, pasireiškiantis, kai sugerama elektromagnetinė spinduliuotė. Fotochromizmas įdomus tuo, kad kiekvienas šviesos šaltinio (pavyzdžiui, lazerio pluošto) fotonas sužadina po vieną medžiagos elektroną. Kai sužadinti elektronai grįžta į savo pradinę būseną, jie išspinduliuoja fotonus, kurių energija beveik tokia pati kaip ir sugertų fotonų.

Fotochrominis efektas pasiekiamas, įvedant į medžiagą šviesai jautrių junginių. Po UV spinduliuotės, vykstant oksidacijos-redukcijos reakcijoms, pasikeičia medžiagos absorbcinės savybės. Junginiai įvedami į medžiagą dviem būdais: arba jie yra sumaišyti su monomero skysčiu iki polimerizacijos, arba jie yra pritaikyti sugerti šviesą po polimerizacijos (ši procedūra naudojama Transition® lęšiams).

Fotochrominiam efektui plastikiniuose lęšiuose sukurti gali būti panaudojamos kelios molekulių šeimos: naftopyranai, spiropyranai, spiro-oxazinai, stilbenai, azastilbenai, kvinonai, nitronai, fulgidai, triarylmetanai ir kitos (11 pav.) [14].

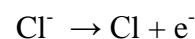
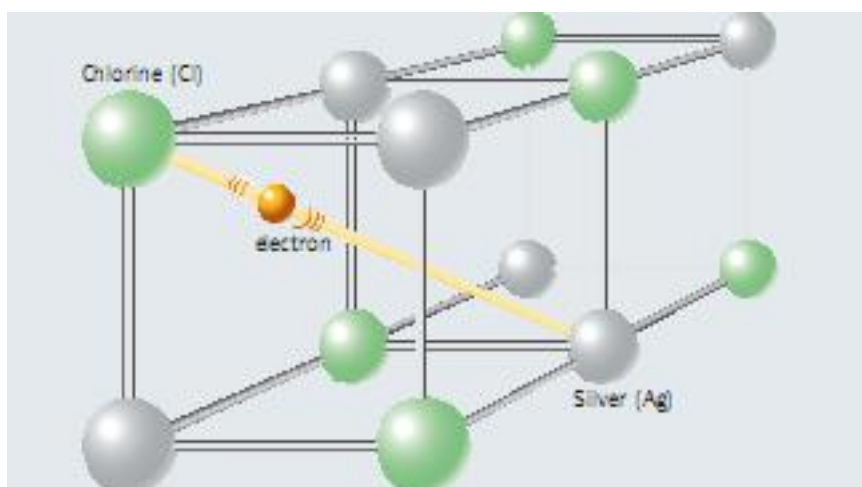


11 pav. Fotochromizmas plastikiniuose lęšiuose
www.hoya.eu/index.php?SID...page_id=26723

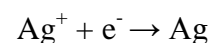
Skirtingų grupių fotochrominiai pigmentai skiriasi vienas nuo kito savo struktūra, dydžiu, spalva ir aktyvizacijos padėtimi, taip pat jautrumu temperatūrai ir ultravioletiniams spinduliams. Pavyzdžiui, spiro-oksazinai pasižymi greita aktyvizacijos reakcija, jie atsparesni fotodestrukcijai veikiant ultravioletiniams spinduliams, todėl ilgiau išlaiko fotochromines savybes [14]. Vis gi jie jautresni temperatūrai, todėl netinkami šalims, kur klimatas karštesnis. Tuo tarpu naftopiranai yra mažiau priklausomi nuo temperatūros. Fulgidai turi neblogą aktyvizacijos/dezaktyvacijos laiką, tačiau pagal senėjimo laiką (užtamsėjimo ir atšviesėjimo ciklų skaičių) jie nusileidžia kitiems fotochrominiams pigmentams.

Šiuolaikiniai fotochrominiai plastikiniai lęšiai turi kelių grupių fotochrominius pigmentus, kiekvienas gamintojas – savo fotochrominių lęšių gamybos receptūras. Mineralinių fotochrominių lęšių gamyboje dažniausiai naudojamas sidabro chloridas. Į lęšio medžiagą įvedami sidabro halogenido kristalai. Šie kristalai reaguoja į UV spinduliuotę ir dėl šviesos poveikio skyla į sidabrą ir halogenus, todėl lęšis tamsėja. Neveikiant šviesai, sidabro chlorido jungtis yra joninė ir sidabro jonai yra skaidrūs, o lęšis yra šviesus. Paveikus UV spinduliuotei, nestabilūs elektronai palieka chlorido joną ir prisijungia prie sidabro jonų, kurie tampa metalu ir sugeria šviesą: lęšis tamsėja [25]. Kai UV spindulių kiekis mažėja, judrieji

elektronai palieka sidabro atomą ir grįžta į chlorido atomą ir lęšis palaipsniui grįžta į pradinę šviesią būseną (12 pav.).



Oksidacijos reakcija

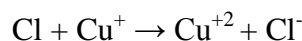


Redukcijos reakcija

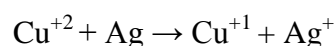
12 pav. Fotochromizmas mineraliniuose lęšiuose

www.hoya.eu/index.php?SID...page_id=26723

Vario chloridas dalyvauja lęšio šviesėjimo mechanizme. Šviesos poveikyje susidariusius Cl atomus suriša vario jonai.



Susidarę Cu^{+2} jonai gali reoksiduoti Ag atomus, tokiu būdu priversdami atšviesėti fotochrominį lęšį.



Fotochromizmo pagrindinis principas yra bendras tiek stiklinių tiek plastikinių fotochrominių lęšių medžiagai – jie turi galimybę grįžtamai keisti savo absorbcijos charakteristikas priklausomai nuo UV spinduliuotės poveikio. Lęšiai pagaminti taip, kad reaguotų į saulės bangos ilgio spinduliuotę nuo 300 nm iki 450nm [25]. Tačiau mineralinių ir organinių fotochrominių lęšių gamybos procesas skiriasi. Mineraliniuose lęšiuose fotochrominis pigmentas dedamas visoje masėje, tokiu būdu modifikuoti monomerai leidžia tolygiai pasiskirstyti spalvą aktyvizacijos stadijoje. Plastikiniuose lęšiuose pigmentas anksčiau buvo dedamas tik į fotochrominę dangą, tai yra pats lęšis padengiamas fotochromine plėvele, kuri po to gali būti padengiama kietinta, neatspindžiąja bei kitomis dangomis, o naujausiuose dedamas jau į visą masę.

3.5. Fotochrominio lęšio šviesos pralaidumo charakteristikos

Žmogaus, nešiojančio akinius šviesos suvokimą lemia trijų elementų derinys: krintančios šviesos spektrinė sudėtis ir intensyvumas, akies jautrumas skirtingiems bangos ilgiams ir lęšio spektrinis pralaidumas. Fotochrominio lęšio šviesos pralaidumo charakteristikos priklauso nuo krintančios spinduliuotės stiprio ir bangos ilgio. Pralaidumo savybes paprastai veikia aplinkos temperatūra bei laikas.

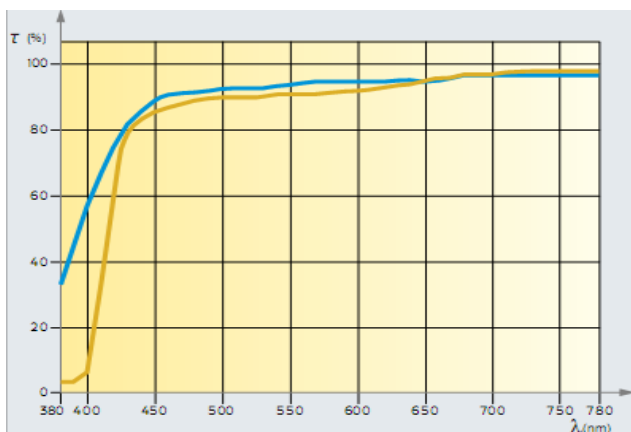
Bet kuris šviesos filtras gali būti apibūdinamas šviesos pralaidumo koeficientu (arba pralaidumo faktoriumi) τ , ir spektrine pralaidumo kreive. Atsižvelgiant į fiziologines akies savybes (nejautrumas UV spinduliams ir selektyvumas) naudojamas santykinis šviesos pralaidumas τ_v . Šviesos spektriniu pralaidumu τ_v yra vadinamas pro lęšį praėjusio šviesos srauto ϕ_τ santykis su į lęšį kritusiu šviesos srautu ϕ :

$$\tau_v = \frac{\phi_\tau}{\phi} \quad (1)$$

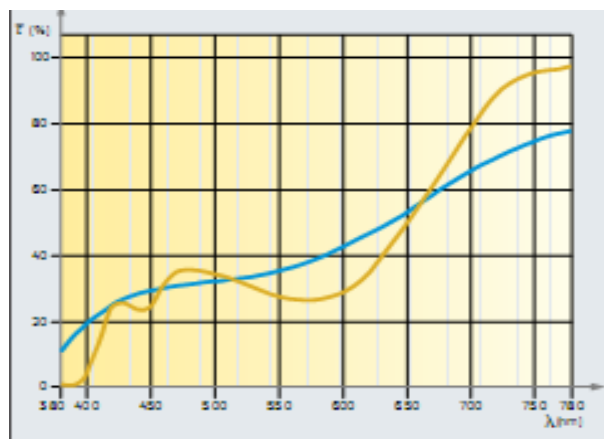
Pagal santykinį šviesos pralaidumą τ_v , remiantis tarptautine klasifikacija, saulės akinių lęšiai skirstomi į 5 kategorijas: nuo 0 – šviesiausių, iki 4 – tamsiausių. Lęšių klasifikavimo kriterijus ne tik nurodo lęšio pralaidumo savybės matomai šviesai, bet taip pat UVA ir UVB spinduliams [14]. Šie kriterijai yra nustatomi 2,0 mm storio plokščiuoju lęšiu ir šviesai krintant normalės kryptimi.

Fotochrominių lęšių šviesos pralaidumo savybes apibūdina jo pralaidumo kreivės ir pralaidumo koeficientas τ_v , matuojamas kai lęšis yra tamsintos ir netamsintos būsenos.

Žemiau pateikiami stiklinių ir plastikinių fotochrominių lęšių šviesos pralaidumo grafikų pavyzdžiai. Matavimai atlikti iki apšvietimo ir po šviesos poveikio praėjus 15 minučių. Grafikuose aiškiai matyti pralaidumo skirtumas tarp stiklinių ir plastikinių lęšių – plastikinių lęšių UV sugertis (390 nm) yra žymiai didesnė nei stiklinių lęšių (13 pav.) [13].



Lęšis netamsintas



Lęšis tamsintas

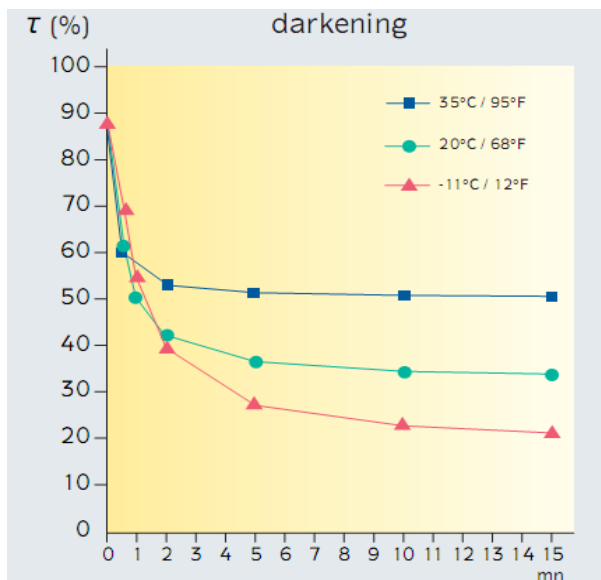
■ plastikas ■ stiklas

13 pav. Šviesos pralaidumas netamsintoje ir tamsintoje būsenoje

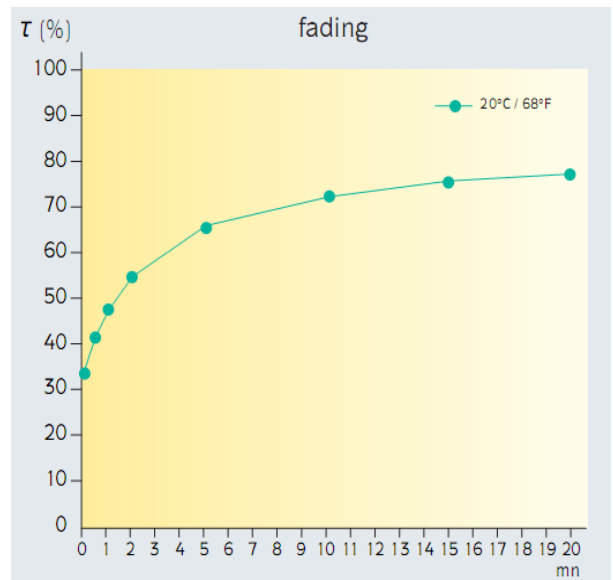
[http://canadaprofessional.transitions.com/AboutTransitions/Documents/Transitions_VI_technotes\[1\].pdf](http://canadaprofessional.transitions.com/AboutTransitions/Documents/Transitions_VI_technotes[1].pdf)

Geriausiai fotochrominio lęšio šviesos pralaidumą apibūdina šviesos pralaidumo faktorius ir sugertis. Praleidimo faktorius rodo, kiek procentų šviesos praeina pro lęšį. Sugertis rodo, kiek procentų šviesos lęšis sulaiko. Jei lęšis užtamsėja 80 %, jo šviesos sugertis yra 80 %, o pralaidumas 20 %.

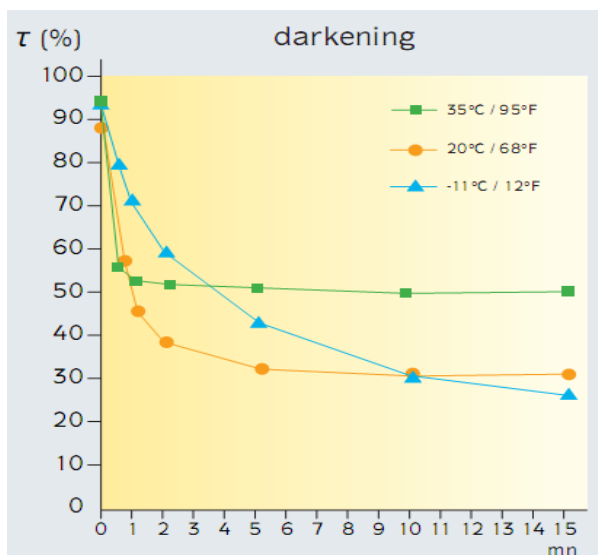
Fotochrominio lęšio savybės paprastai yra nusakomos pagal diagramas, rodančias tamsėjimo ir atšviesėjimo kitimą. Šiuose grafikuose pavaizduota stiklinių ir plastikinių lęšių šviesos pralaidumo koeficiento τ_v kaip laiko funkcijos kaitą per tamsėjimo ir šviesėjimo etapus. Kiekvienas grafikas rodo esantis 14, 15, 16 ir 17 pav. lęšio tamsėjimo per 15 minučių, o dešinėje matyti lęšio atšviesėjimas per 20 minučių laikotarpį. τ_v vertė gali mažėti, esant 2 °C temperatūroje beveik nuo 90 % iki maždaug 30 % po 15 minučių tamsėjimo. Panašiai τ_v padidėja apie 75 % po 20 minučių atšviesėjimo. Kreivės nuolydis rodo, kad patamsėjimas yra žymiai greitesnis nei šviesėjimas [13].



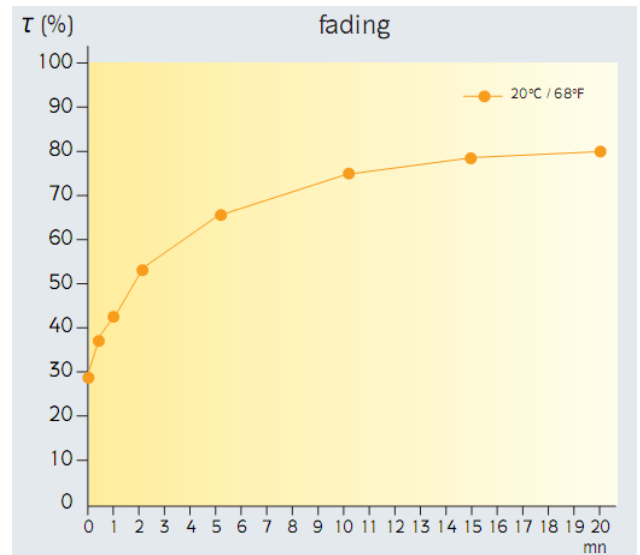
14 pav. Stiklinio fotochrominio lęšio tamsėjimas



15 pav. Stiklinio fotochrominio lęšio šviesėjimas



16 pav. Plastikinio fotochrominio lęšio tamsėjimas



17 pav. Plastikinio fotochrominio lęšio šviesėjimas

[http://canadaprofessional.transitions.com/AboutTransitions/Documents/Transitions_VI_technotes\[1\].pdf](http://canadaprofessional.transitions.com/AboutTransitions/Documents/Transitions_VI_technotes[1].pdf)

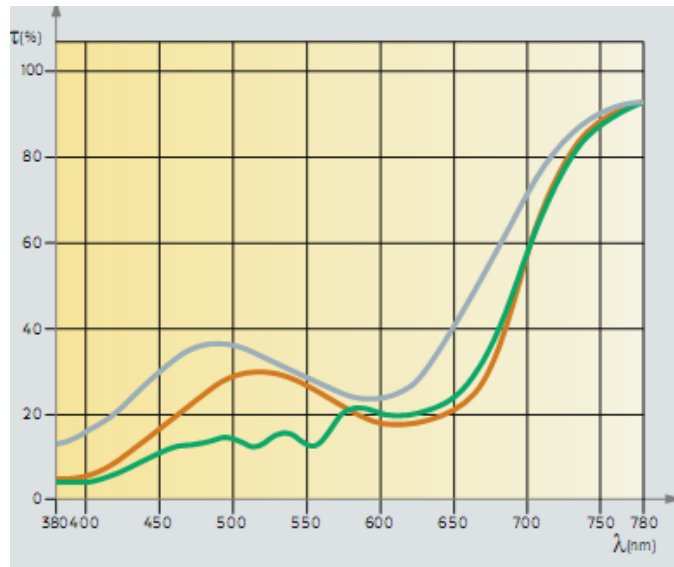
Fotochrominio lęšio pralaidumą matomai šviesai gali įtakoti ir lęšio atspalvis. Natūraliausios spalvos, neįtakojančios spalvų jauslės, yra ruda bei pilka. Kitų spalvų lęšiai galimi kaip įvaizdžio dalis, tačiau jie gali keisti spalvų jauslę ir nerekomenduojami vairuotojams. Pavyzdžiui, rudi ir geltoni stiklai blokuoja žydrą ir mėlyną spalvas, paversdami jas žaliomis, geltoną spalvą jie transformuoja į baltą, žali stiklai gali blokuoti raudoną spalvą,

o raudoni, atvirkščiai, - žalią. Pilko atspalvio danga perduoda regimuosius spindulius daug tolygiau (18 pav.).

Spalva	Savybės
Skaidrus (UV filtras, be atspalvio)	Apsaugo nuo UV, pusrslų, vėjo, dulkių, vabzdžių
Pilkas	Neutralus, universalus atspalvis, kuris nedidina kontrasto, neiškraipo spalvų, siūlo gerą apsaugą nuo akinimo, geras pasirinkimas vairavimui ir bendram naudojimui.
Žalias	Puikus regėjimo aštrumas – sustiprina kontrastą, sumažina atspindžių kiekį, minimalus spalvų iškraipymas.
Rudas	Šiltas, populiarus, universalus atspalvis Minimalus spalvų iškraipymas, padidina kontrastą ir aiškumą Sugeria aukštesnio dažnio spalvas, pavyzdžiui, mėlyną Naudinga vandens aplinkoje (geriausia žvejoti).
Geltonas	Paryškina bei pašviesina vaizdą rūko metu (idealiai tinka slidinėjimui debesuotu oru, golfo žaidimui, žvejybai).

18 pav. Įvairių atspalvių akinių lęšių savybės

Atspalvių intensyvumas rodo regimosios šviesos lygį. Visų atspalvių dangos nepasižymi sugertis ultravioletinės ir infraraudonosios šviesos ruožuose. Tačiau sunku pasirinkti lęšio spalvą vien iš jo pralaidumo kreivės regimajai šviesai. Pasirenkant atspalvį reikėtų atsižvelgti ne tik į regimosios šviesos sugerties kreivę, bet ir į vartotojo ametropiją (trumparegis žmogus turėtų teikti pirmenybę rudai spalvai, o toliaregis gali pageidauti žalios spalvos), bet tai tik asmens skonio reikalas (19 pav.) [13].



19 pav. Pralaidumo kreivės regimajai šviesai esant skirtingiems atspalvams

[http://canadaprofessional.transitions.com/AboutTransitions/Documents/Transitions_VI_technotes\[1\].pdf](http://canadaprofessional.transitions.com/AboutTransitions/Documents/Transitions_VI_technotes[1].pdf)

3.6. Reikalavimai fotochrominiams lęšiams

Pagrindinės akiniams skirtų lęšių fizinės savybės yra aprašomos šiame tarptautiniame standarte: LST IN ISO 8980-3. Oftalmologinė optika. Neapipjauti užbaigti akinių lęšiai. 3 dalis. Techniniai pralaidumo faktoriaus reikalavimai ir bandymo metodai.

Reikalavimai turi būti taikomi $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje išmatuotoms savybėms ir konstrukciniam atskaitos taškui, jei nurodyta kitaip. Matavimai turi būti atliekami esant bent 5 mm pločio bandymo pluoštui visomis kryptimis.

Akinių lęšiai turi būti priskirti 1 lentelėje apibrėžtomis penkioms šviesos pralaidumo faktoriaus kategorijoms ir bandomi kaip aprašyta pagal atliktus bandymus.

0, 1, 2 ir 3 kategorijų akinių lęšių šviesos pralaidumo faktorius τ_v konstrukciniame atskaitos taške neturi viršyti kategorijai nustatytų ribų daugiau kaip 2 % absoliučiąja verte. 4 kategorijos akinių lęšių šviesos pralaidumo faktorius τ_v konstrukciniame atskaitos taške neturi viršyti šiai kategorijai nustatytų ribų daugiau kaip 20 % nurodyto šviesos pralaidumo faktoriaus (1 lentelė) [6].

Šviesos praleidimo faktoriaus ir atitinkamo leidžiamo saulės ultravioletinio spektro praleidimo faktoriaus kategorijos

Kategorijos	Regimoji spektro sritis		Ultravioletinė spektro sritis	
	Šviesos praleidimo faktoriaus intervalas		Didžiausia saulės UV-A spinduliuotės praleidimo faktoriaus vertė	Didžiausia saulės UV-B spinduliuotės praleidimo faktoriaus vertė
	τ_V		τ_{SUVA}	τ_{SUVB}
	nuo didesnio kaip %	iki %	nuo didesnio kaip 315 nm iki 380 nm UV-A	nuo didesnio kaip 280 nm iki 315 nm UV-B
0	80,0	100	τ_V	τ_V
1	43,0	80,0		0,125 τ_V
2	18,0	43,0		
3	8,0	18,0	0,5 τ_V	1,0 % absoliučiosios vertės
4	3,0	8,0		

1 PASTABA Fotochrominiai akinių lęšiai paprastai skirstomi į dvi kategorijas, atitinkančias netamsintą ir tamsintą būsenas.

2 PASTABA Tamsintos būsenos fotochrominių akinių lęšių reikalavimai dėl UV spinduliuotės praleidimo gali būti patikrinti esant netamsintai būsenai, jei reikalavimai tamsintai būsenai dėl UV spinduliuotės praleidimo yra vykdomi esant netamsintai būsenai.

3 PASTABA Rekomenduojama, kad tolygiai arba kintamai spalvotieji lęšiai būtų užsakomi pagal gamintojo identifikavimo kodą, pavadinimą arba nuorodos numerį.

Fotochrominio atsako tyrimas pagal šviesos praleidimo faktoriaus nustatymo metodus :

Kondicionavimas. Netamsintai lęšio būsenai pasiekti taikoma produkto techninėje informacijoje gamintojo apibrėžta procedūra. Jei gamintojas nenurodo jokios procedūros, 2,0 h \pm 0,2 h bandinys (-iai) laikomi tamsoje ir 65 °C \pm 5 °C temperatūroje. Vėliau iki bandymo pradžios, bet ne trumpiau kaip 12 h bandinys laikomas tamsoje ir 23 °C \pm 5 °C temperatūroje.

Netamsintos būsenos lęšio šviesos praleidimo faktorius. Po kondicionavimo ir prieš veikiant bandinį koku nors švitinimo šaltiniu, nustatomas netamsintos būsenos bandinio šviesos praleidimo faktorius $\tau_V(0)$, naudojant Bandinio kamerą, kuri skirta saulės imitatoriaus veikiamo bandinio reikiamai 5 °C , 23 °C arba 35 °C temperatūrai užtikrinti \pm 2 °C tikslumu.

Tamsintos būsenos lęšio šviesos praleidimo faktorius. Laikomas 23 °C \pm 2 °C temperatūroje bandinys 15 min \pm 0,1 min veikiamas švitinimo šaltinio šviesa ir nustatomas tamsintos būsenos bandinio šviesos praleidimo faktorius $\tau_V(15)$, naudojant Bandinio kamerą, kuri skirta saulės imitatoriaus veikiamo bandinio reikiamai 5 °C , 23 °C arba 35 °C temperatūrai užtikrinti \pm 2 °C tikslumu.

Fotochrominis atsakas, esant netamsintos būsenos fotochrominio lęšio bandinio šviesos praleidimo faktoriaus $\tau_v(0)$ ir tamsintos būsenos po 15 min švitinimo $\tau_v(15)$ santykis turi būti bent 1,25, t. y.

$$\frac{\tau_v(0)}{\tau_v(15)} \geq 1,25 \quad (2)$$

Jei nurodomas fotochrominių lęšių temperatūrinis jautris, jis turi būti nustatomas matuojant tamsintos būsenos bandinio šviesos praleidimo faktorių $\tau_v(15)$.

Jei nurodomas fotochrominis atsakas esant vidutiniams apšvietos lygiams, jis turi būti nustatomas matuojant tamsintos būsenos bandinio šviesos praleidimo faktorių $\tau_v(15)$ pagal pateiktą procedūrą po nurodyto švitinimo, kurio intensyvumas susilpninamas iki 30 % [6].

Šviesos praleidimo faktoriaus τ_v santykinis pokytis konstrukciniame atskaitos taške po švitinimo turi būti mažesnis kaip:

- $\pm 10 \%$, jei akinių lęšiai yra 0 ir 1 kategorijų;
- $\pm 20 \%$, jei akinių lęšiai yra 2, 3 ir 4 kategorijų.

Ultravioletinės spinduliuotės praleidimo faktorius. Neapipjautų užbaigtų akinių lęšių ultravioletinės spinduliuotės praleidimo faktorius spektro diapazone nuo 280 nm iki 380 nm turi būti nustatytas spektrofotometru.

Spektrofotometras turi :

- a) matuoti bangos ilgių diapazone nuo 280 nm iki 380 nm;
- b) turėti ne didesnę kaip 5 nm spektro juostos plotį;
- c) gebėti matuoti spektro duomenis, esant ne didesniems kaip 5 nm bangos ilgių intervalams;
- d) gebėti nustatyti spektrinį praleidimo faktorių 2,0 % absoliučiosios vertės tikslumu, kai praleidimo faktorius $> 20 \%$, ir 10 % santykinės vertės tikslumu, kai praleidimo faktorius $\leq 20 \%$.

Fotochrominių akinių lęšių ir fotochrominių bandinių praleidimo faktoriaus savybėms nustatyti atliekami bandiniai turi būti bežidiniai akinių lęšiai, kurių atskaitos storis paprastai $2,0 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$. Jei naudojamų lęšių storis neatitinka šio intervalo, jis turi būti nurodytas. Kiekvienas kruopščiai nuvalytas bandinys turi būti kondicionuojamas.

Švitinimo šaltinis, naudojamas fotochrominiams akinių lęšiams tamsinti turi kiek įmanoma tiksliau atitikti spektrinį saulės spinduliuotės galios skirstinį, kai oro masė (AM) $m = 2$, esant apšvietai $50\,000 \text{ lx} \pm 5\,000 \text{ lx}$, kai turi būti matuojamas šviesos praleidimo faktorius vairuojant naktį.

Bandymai turi būti atliekami, naudojant švitinimo šaltinį (pvz., ksenono didelio slėgio lempa su filtrais), kuris užtikrina nurodytą $50\,000 \text{ lx} \pm 5\,000 \text{ lx}$ apšvietą ir 2 lentelėje

pateiktas energinės apšvietos bandinio vietoje vertes. Švitinimo šaltinio intensyvumas turi būti kontroliuojamas pataisai dėl šaltinio galios svyravimų daryti.

Kai nurodoma atlikti bandymus, esant $15\ 000\ \text{lx} \pm 1\ 500\ \text{lx}$ apšvietai, 2 lentelėje pateiktos atitinkamos energinės apšvietos vertės turi būti dauginamos iš 0,30 [6].

2 Lentelė.

Energinė apšvieta fotochrominiams lęšiams bandyti.

Bangų ilgio intervalas	Energinė apšvieta	Energinės apšvietos leidžiamoji nuokrypa
nm	W/m ²	W/m ²
nuo 300 iki 340	< 2,5	-
nuo 340 iki 380	5,6	± 1,5
nuo 380 iki 420	12	± 3,0
nuo 420 iki 460	20	± 3,0
nuo 460 iki 500	26	± 2,6

Bandinio kamera, skirta saulės imitatoriaus veikiamo bandinio reikiamai $5\ ^\circ\text{C}$, $23\ ^\circ\text{C}$ arba $35\ ^\circ\text{C}$ temperatūrai užtikrinti $\pm 2\ ^\circ\text{C}$ tikslumu.

Spektrofotometras, kuriuo galima užrašyti spektrinio praleidimo faktoriaus duomenis nuo 280 nm iki 780 nm per laiko intervalą, kuris nedaro įtakos rezultatams. Taikant kitą būdą, intervale nuo 280 nm iki 380 nm galima matuoti atskirai, siekiant užtikrinti, kad charakteristikų neveiktų matavimo prietaiso šviesos šaltinis.

Vairuojant naktį naudojamų akinių lęšių šviesos praleidimo faktorius nustatomas po kondicionavimo, $23\ ^\circ\text{C} \pm 2\ ^\circ\text{C}$ temperatūroje laikomą bandinį $15\ \text{min} \pm 0,1\ \text{min}$ veikiant šviesa. Vėliau $23\ ^\circ\text{C} \pm 2\ ^\circ\text{C}$ temperatūros bandinys laikomas $60\ \text{min} \pm 1\ \text{min}$ tamsoje arba sumažintos apšvietos sąlygomis, kaip nurodyta gamintojo instrukcijose. Vėliau nustatytomas bandinio šviesos praleidimo faktorius τ_v [6].

4. REGIMOSIOS ŠVIESOS IR ULTRAVIOLETINIŲ SPINDULIŲ PRALAIIDUMO NUSTATYMAS

4.1. Tyrimo metodika

Siekiant įvertinti fotochrominių lęšių regimosios šviesos ir ultravioletinių spindulių pralaidumą, buvo atliktas tyrimas.

Tyrimo objektas – nauji ir naudoti mineraliniai bei plastikiniai fotochrominiai lęšiai

Tyrimo tikslas - ištirti ar nesumažėja regimosios šviesos ir UV pralaidumas fotochrominiuose akinių lęšiuose (mineraliniuose ir plastikiniuose) priklausomai nuo jų nešiojimo trukmės.

Tyrimo imtis:

- Ištirta naujų minusinių Corning fotochrominių mineralinių rudos ir pilkos spalvos minusinių lęšių po 21 vnt (priedai 1 ir 2);
- Ištirta naujų plusinių Corning fotochrominių mineralinių rudos ir pilkos spalvos lęšių po 17 vnt. (priedai 3 ir 4)
- Ištirta naujų Transitions VI fotochrominių plastikinių rudos ir pilkos spalvos minusinių ir plusinių lęšių po 17 vnt. (priedai 5,6,7,8)
- Ištirta įvairių gamintojų rudos spalvos nuo 1 m. iki 10 m. amžiaus fotochrominių minusinių mineralinių – 19 vnt., plastikinių 23 vnt. ir plusinių fotochrominių mineralinių – 10 vnt., plastikinių 9 vnt. (9,10,11,12).

Tyrimo eiga. Pagal Opti Scan matavimo detektoriaus gamintojo instrukciją visi akinių fotochrominiai lęšiai buvo matuoti per optinį centrą netamsintoje, o po to tamsintoje būsenoje. Mineraliniai bei plastikiniai fotochrominiai lęšiai tamsinti 15 min., laikant juos ryškioje saulės šviesoje.

Tyrimui naudotas Opti Scan matavimo detektorius, pagamintas Vokietijoje Breitfeld & Schliekert GmbH firmoje (20 pav.). Šis detektorius skirtas matuoti akinių lęšių pralaidumą matomos šviesos ir UV spektro spinduliams. Tirti galima tiek atskirus akinių lęšius, tiek jau pagamintus akinius.



20 pav. Opti Scan matavimo detektorius

Detektorius turi stovėti ant lygaus paviršiaus, negali būti pasviręs, kitu atveju matavimai nebus tikslūs. Įjungus prietaisą, jis automatiškai kalibruojasi. Abiejose matavimo skalėse turi užsidegti 100, jeigu negaunami reikiami duomenys – reikia kalibruoti iš naujo. Kai pirmoje ir antroje matavimo skalėse užsidega 100, galima atlikti matavimus. Detektorius naudoja bateriją.

Įdėjus akinių lęšius į kairėje pusėje esantį matavimo lauką, viršutinėje matavimo skalėje atsiranda matomos šviesos pralaidumo matavimo rezultatai. Atitinkamai įdėjus akinių lęšį į dešinėje pusėje esantį tyrimo lauką, pamatysime UV spektro spindulių pralaidumo tyrimo rezultatą apatinėje skalėje.

Įvairūs faktoriai gali turėti įtakos matavimų rezultatams:

1. Lęšio storis įtakoja pralaidumo koeficientą t.y. kuo lęšis storesnis, tuo pralaidumo koeficientas mažesnis.
2. Lęšio prizminis efektas sukuria šviesos spindulio poslinkį. Jei prizminis nuokrypis yra tam tikro dydžio, tuomet tik tam tikra spinduliuotės dalis pasiekia detektorius ir stebimas žymiai mažesnis šviesos pralaidumas. Dėl šių priežasčių matavimus reikia atlikti per patį optinį centrą ir vertinti didžiausią parodymų reikšmę.
3. Matavimo tikrinimui įtakos turės ir aplinkos apšvietimas. Patalpoje degančios dienos šviesos lempos gali sukelti matomos šviesos tyrimo svyravimus. Jos mirga todėl šviesos gali patekti tai daugiau, tai mažiau. Norint, kad matavimai

būtų kuo tikslesni reikia prietaisą pridengti, kad šviesos šaltinis tiesiai nešviestų į prietaisą.

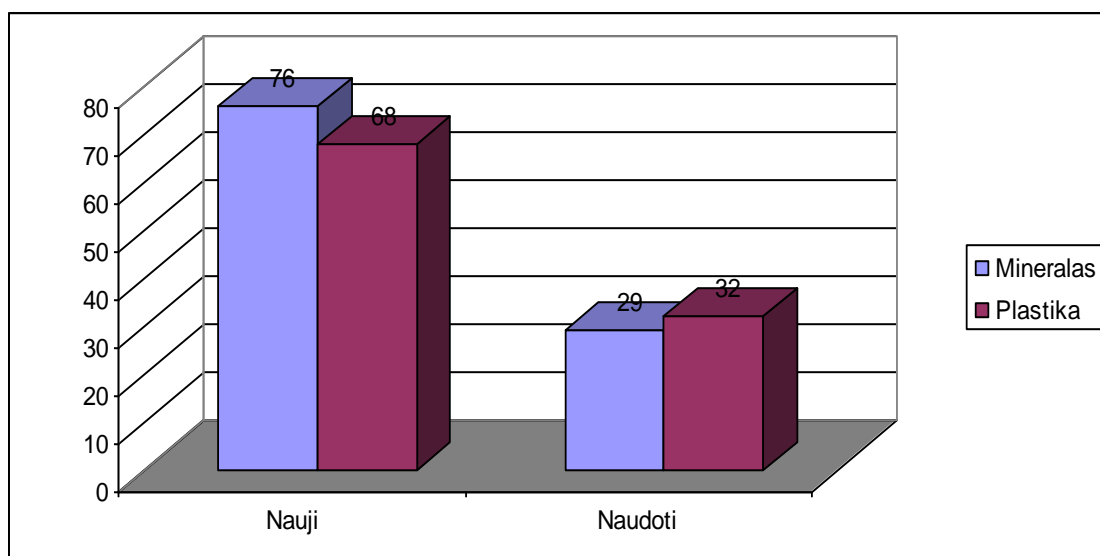
3 Lentelė.

Prietaiso techniniai duomenys

Matavimo intervalas	Regimosios šviesos (VIS) : 400 – 700nm UV: 320 – 400 nm
Išmatavimai	110 x 130 x 120 mm
Svoris	860 g.

4.2. Tyrimo rezultatai

Siekiant atlikti fotochrominių akinių lęšių regimosios šviesos ir ultravioletinių spindulių pralaidumo tyrimą, iš viso buvo ištirta 205 vnt. mineralinių ir plastikinių fotochrominių akinių lęšių (21 pav.)



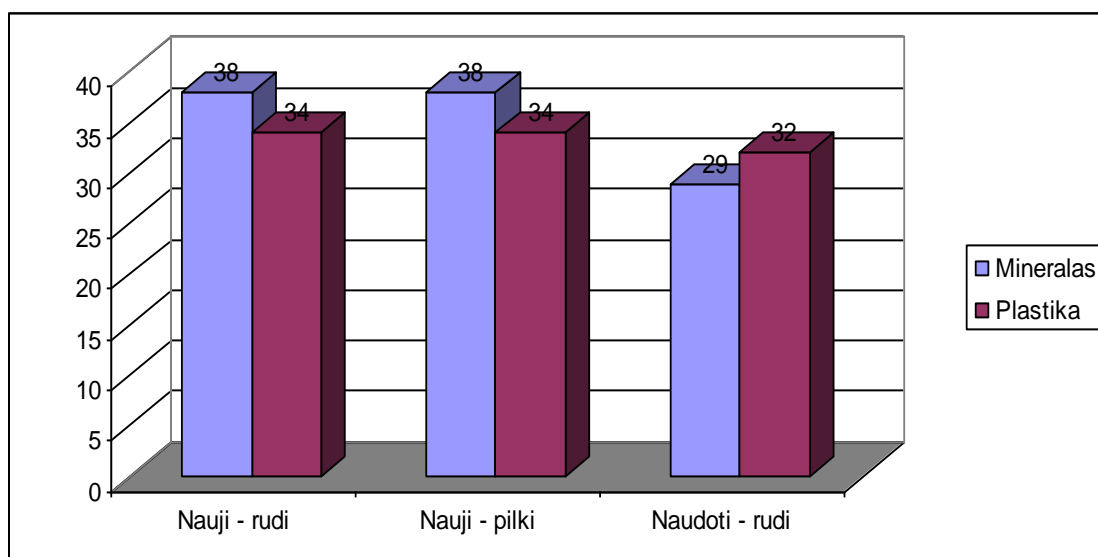
21 pav. Fotochrominių lęšių pasiskirstymas

Pagal 21 pav. duomenis matome, kad ištirta daugiau naujų fotochrominių akinių lęšių nei naudotų, t.y. nauji sudarė 70 proc. visų tirtųjų fotochrominių lęšių, naudoti sudarė – 30 proc. (4 lentelė)

Mineralinių ir plastikinių fotochrominių lęšių pasiskirstymas

	Nauji (vnt.)	Naudoti (vnt.)	Suma (vnt.)	Proc.
Mineralas	76	29	105	51%
Plastika	68	32	100	49%
Suma	144	61	205	
Proc.	70%	30%		100 %

Matavimuose mineraliniai ir plastikiniai fotochrominiai lęšiai sudarė beveik vienodą skaičių, t.y. mineralinių lęšių sudarė 51 proc. visų matavimų analizėje naudojamų fotochrominių lęšių, plastika sudarė 49 proc. Pagal lęšių spalvą, daugiausiai sudarė rudos spalvos lęšiai, jų naujų ir naudotų buvo 65 proc. visų tiriamų akinių lęšių. Išskiriant naujus ir naudotus fotochrominius lęšius, matome, kad naujų rudų buvo ištirta tiek pat kaip ir pilkų (22 pav.)



22 pav. Fotochrominių akinių lęšių pasiskaitymas pagal spalvą

Pagal lęšių dioptrijas, minusiniai fotochrominiai lęšiai sudarė 58 proc. visų tiriamų lęšių (5 lentelė)

Fotochrominių akinių lęšių pasiskaitymas pagal dioptrijas

	Minusiniai (vnt.)	Plusiniai (vnt.)	Suma (vnt.)	Proc.
Mineralas (nauji)	42	34	76	37%
Mineralas (naudoti)	19	10	29	14%
Plastika (nauji)	34	34	68	33%
Plastika (naudoti)	23	9	32	16%
Suma	118	87	205	
Proc.	58%	42%		100%

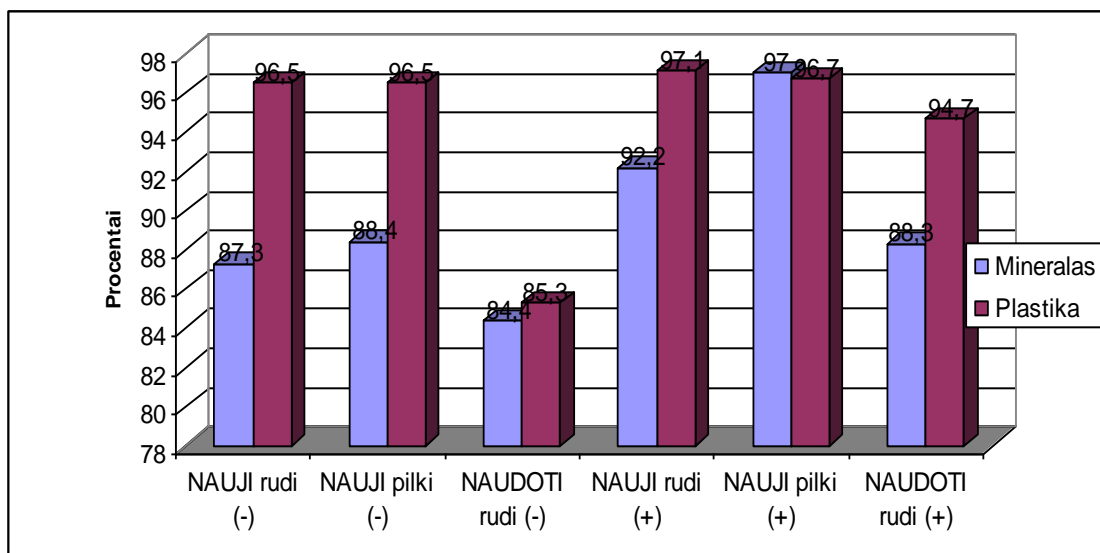
5 lentelės duomenys rodo, kad minusiniai nauji fotochrominiai lęšiai sudarė 67 proc. visų tirtų minusinių lęšių, plusiniai nauji sudarė 78 proc. visų tirtų plusinių lęšių.

Vertinant tiriamųjų lęšių regimosios šviesos ir ultravioletinių spindulių pralaidumo vidurkius, nustatyta, kad nauji rudi tiek mineraliniai tiek ir plastikiniai lęšiai praleidžia daugiau matomos šviesos nei rudi naudoti lęšiai. (6lentelė).

Mineralinių ir plastikinių fotochrominių akinių lęšių VIS ir UV pralaidumo vidurkiai

Medžiaga	Amžius	Spalva	Kiekis, vnt.	Dioptrijos (+ / -)	VIS, %	UV, %	VIS, %	UV, %
					Skaidrus		Tamsinta	
Mineralas	Nauji	RUDA	21	-	87,3	53	33,8	20,3
			17	+	92,2	11,5	56,1	6,6
		PILKA	21	-	88,4	35,3	53,7	21,3
			17	+	97	13,8	54,5	6,8
	Naudoti	RUDA	19	-	84,4	29,3	52,8	17,6
			10	+	88,3	13,5	52,6	6,5
Plastika	Nauji	RUDA	17	-	96,5	0	15	0
			17	+	97,1	0	13,7	0
		PILKA	17	-	96,5	0	12,6	0
			17	+	96,7	0	14,8	0
	Naudoti	RUDA	23	-	85,3	5	56,0	4,2
			9	+	94,7	2,7	47,8	1

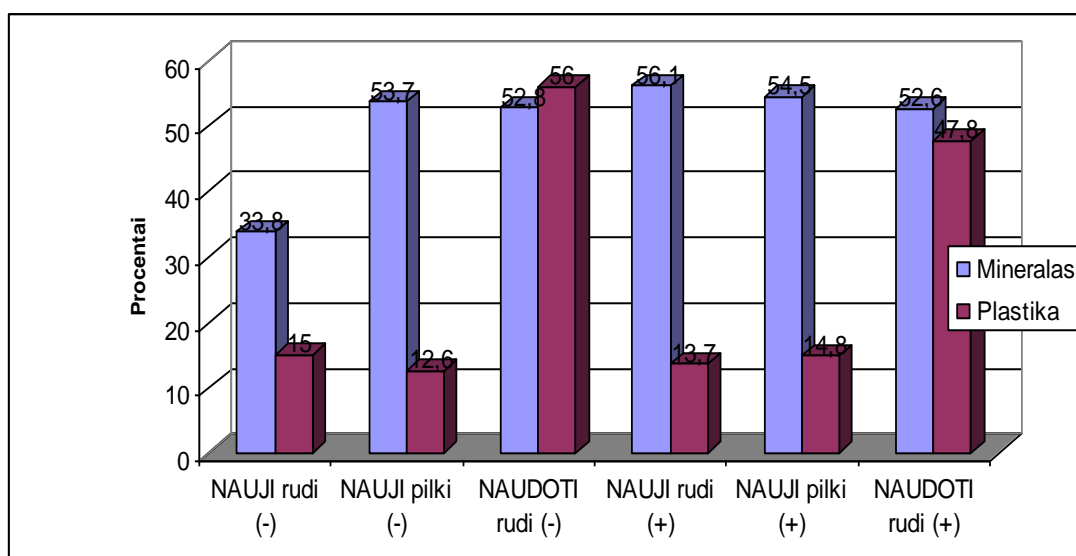
Analizuojant naujus fotochrominius lęšius, nustatyta, kad netamsintoje būsenoje rudi minusiniai ir plastikiniai praleidžia daugiau matomos šviesos (96,5 proc.) nei tokio pat tipo mineraliniai (nauji rudi minusiniai) – 87,3 proc. (23 pav.)



23 pav. Mineralinių ir plastikinių fotochrominių akinių lęšių VIS pralaidumo vidurkiai netamsintoje būsenoje

Analizuojant naujus pliusinius rudus fotochrominius lęšius nustatyta, kad plastika netamsintoje būsenoje regimosios šviesos praleidžia 97,1 proc., o mineralas – 92,2 proc. Lyginant naujus ir naudotus mineralinius rudus akinių lęšius matome, kad regimosios šviesos minusiniai naudoti lęšiai skaidrioje aplinkoje praleidžia 84,4 proc., o nauji – 87,3 proc.

Tuo tarpu nauji mineraliniai rudi fotochrominiai lęšiai tamsintoje būsenoje praleidžia 33,8 proc. matomos šviesos, o plastikas tik 15 proc. (24 pav.)



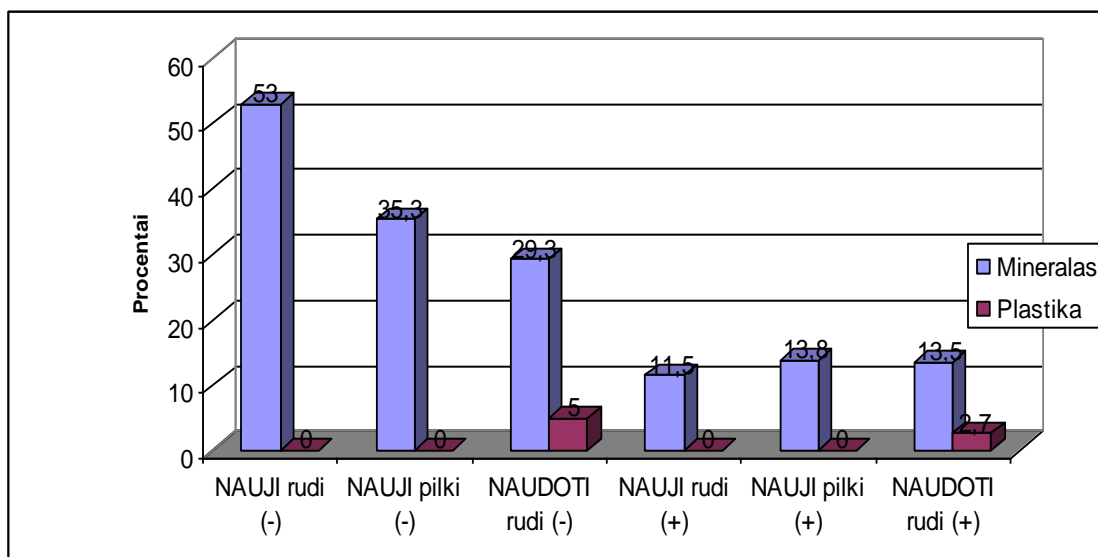
24 pav. Mineralinių ir plastikinių fotochrominių akinių lęšių regimosios šviesos pralaidumo vidurkiai tamsintoje būsenoje, proc.

Tamsintoje būsenoje pliusiniai nauji rudi plastikiai lęšiai praleidžia tik 13,7 proc. o mineralas – 56,1 proc. Galima daryti išvadą, kad tamsioje būsenoje mineraliniai nauji fotochrominiai lęšiai praleidžia daugiau regimosios šviesos nei plastika.

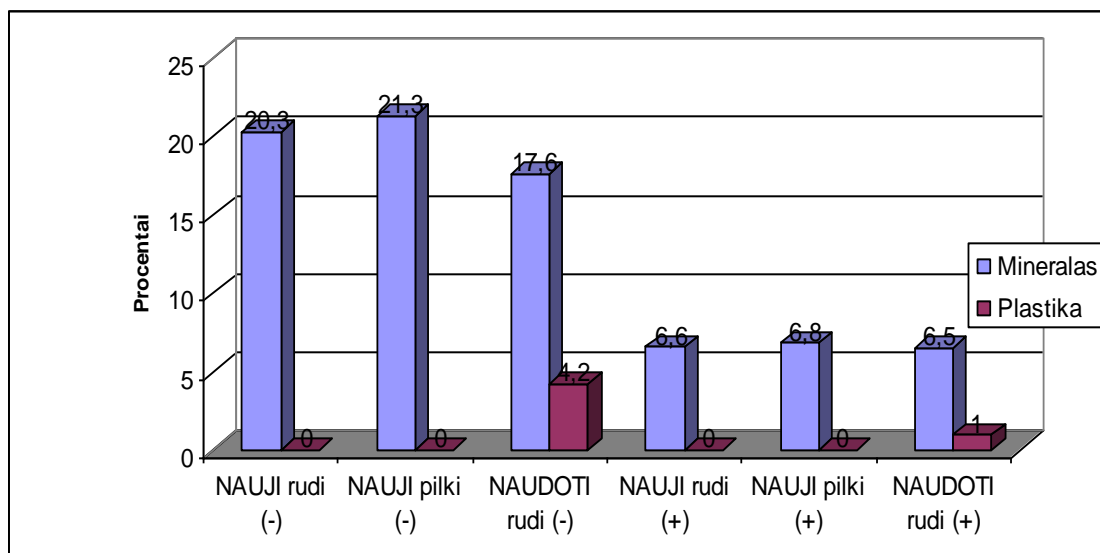
Tamsintoje būsenoje naudoti mineraliniai minusiniai rudi lęšiai praleidžia 52,8 proc., o nauji – 33,8 proc. Tuo tarpu plastikiniai minusiniai naudoti praleidžia – 56 proc., o nauji – 15 proc. Matome, kad nauji fotochrominiai mineraliniai bei plastikiniai lęšiai yra pralaidesni nei naudoti.

Pagal lęšių stiprumą, nustatyta, kad regimosios šviesos pliusiniai lęšiai praleidžia daugiau (nauji mineraliniai rudi netamsintoje būsenoje - 92,2 proc. tamsintoje - 56,1 proc., plastikiniai netamsintoje būsenoje – 97,1 proc., tamsintoje – 13,7 proc.) nei naudoti minusiniai lęšiai (mineraliniai netamsintoje būsenoje 87,3 proc., tamsintoje – 33,8 proc., plastikiniai netamsintoje būsenoje 97,1 proc., tamsintoje – 13,7 proc.) (6 lentelė).

Lyginant naujus minusinius fotochrominius rudos spalvos mineralius su plastikinius lęšius pagal UV pralaidumą, matome, kad plastikiniai visai nepraleidžia, o mineraliniai netamsintoje būsenoje praleidžia 53 proc., o tamsintoje – 20,3 proc. Lyginant pilkos ir rudos spalvos fotochromą mineralą su plastiką, matome, kad nuo spalvos žymiai nesikeičia nei šviesos pralaidumas, nei UV spindulių pralaidumas tiek netamsintoje būsenoje, tiek tamsintoje būsenoje. Tuo tarpu UV minusiai mineraliniai skaidrioje būsenoje lęšiai praleidžia daugiau nei pliusiniai. Plastikiniuose akinių lęšiuose – 0 proc. pralaidumo (25, 26 pav.)

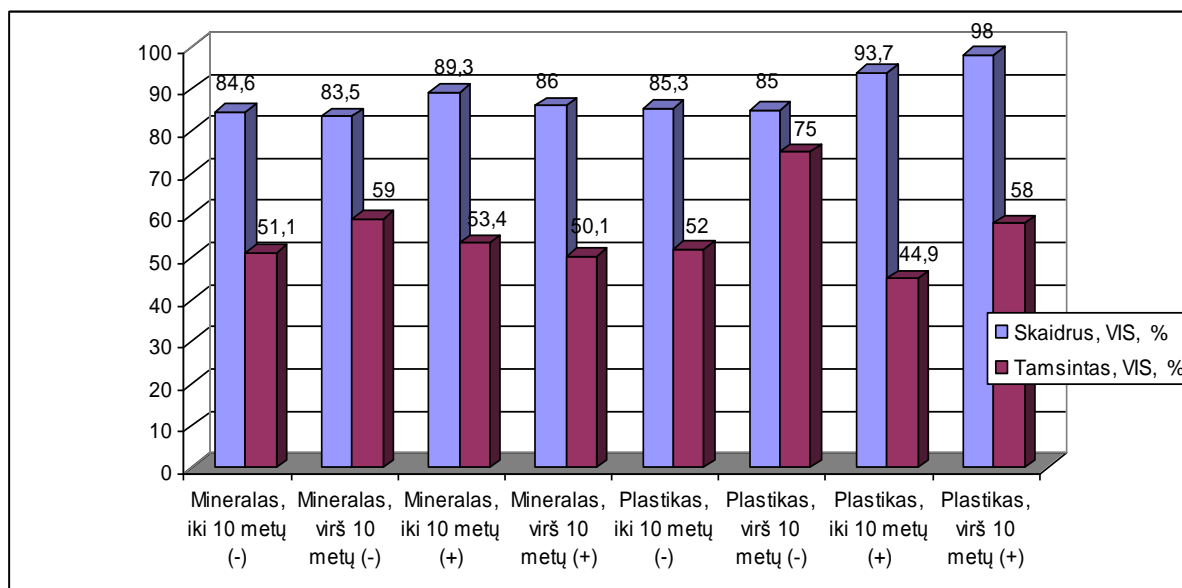


25 pav. Mineralinių ir plastikinių fotochrominių lęšių UV pralaidumo vidurkiai netamsintoje būsenoje, proc.



26 pav. Mineralinių ir plastikinių fotochrominių lęšių UV pralaidumo vidurkiai tamsintoje būsenoje, proc.

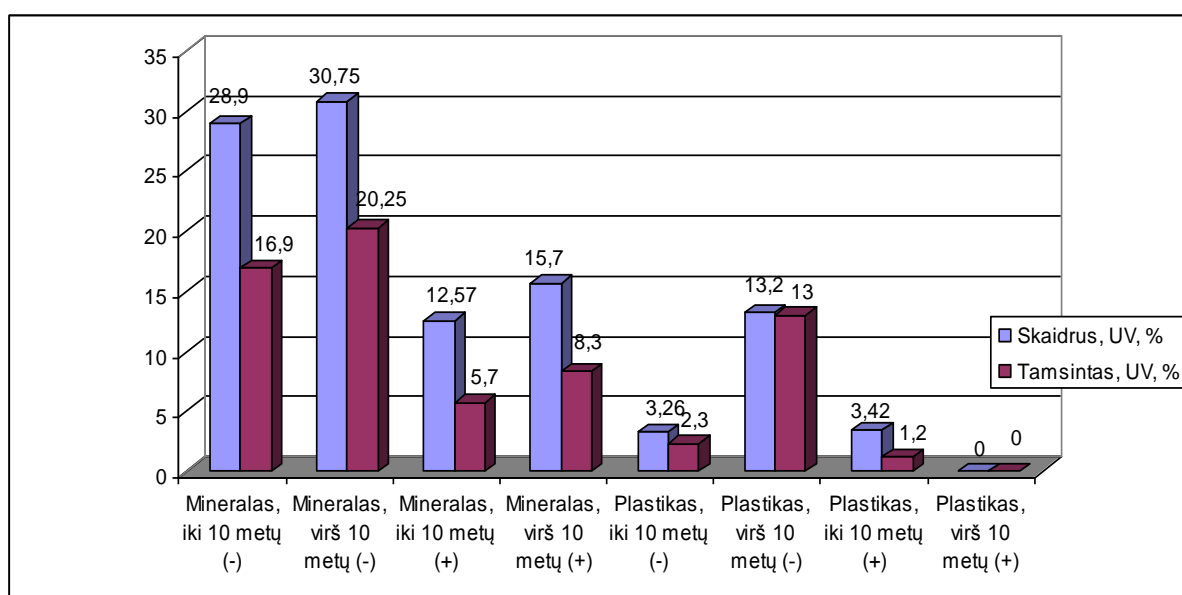
Matuojant naudotus fotochrominius lęšius rudos spalvos nustatyta, kad minusiniai mineraliniai ir plastikiniai lęšiai, tiek iki 10 metų, tiek ir virš 10 metų praleidžia regimąją šviesą – mineraliniai lęšiai iki 10 metų 84,6 proc., virš 10 metų – 83,5 proc., plastikas iki 10 metų praleidžia 85,3 proc., virš 10 metų – 85,0 proc. (27 pav.).



27 pav. Naudotų mineralinių ir plastikinių fotochrominių lęšių regimosios šviesos pralaidumo vidurkiai pagal amžių, proc.

Lyginant plusinius mineralinius fotochrominius lęšius rudos spalvos iki 10 metų naudojimo regimosios šviesos pralaidumas yra didesnis tiek tamsintoje (53,4 proc.), tiek netamsintoje (89,3 proc.) būsenoje nei virš 10 metų tirti lęšiai (netamsintoje būsenoje – 86,0 proc., tamsintoje – 50,1 proc.). Tuo tarpu plusiniai plastikiniai parodė, kad regimosios šviesos pralaidumas padidėjo – iki 10 metų netamsintoje būsenoje 93,7 proc., virš 10 metų – 98,0 proc. Tamsintoje būsenoje iki 10 metų plusiniai plastikiniai praleidžia 44,9 proc., virš 10 metų – 58,0 proc.

Pagal 28 paveikslo duomenis galime teigti, kad UV spindulių pralaidumas padidėja plastikinių lęšių virš 10 metų tiek netamsintoje, tiek tamsintoje būsenoje (per 10 proc.).



28 pav. Naudotų mineralinių ir plastikinių fotochrominių lęšių UV spindulių pralaidumo vidurkiai pagal amžių, proc.

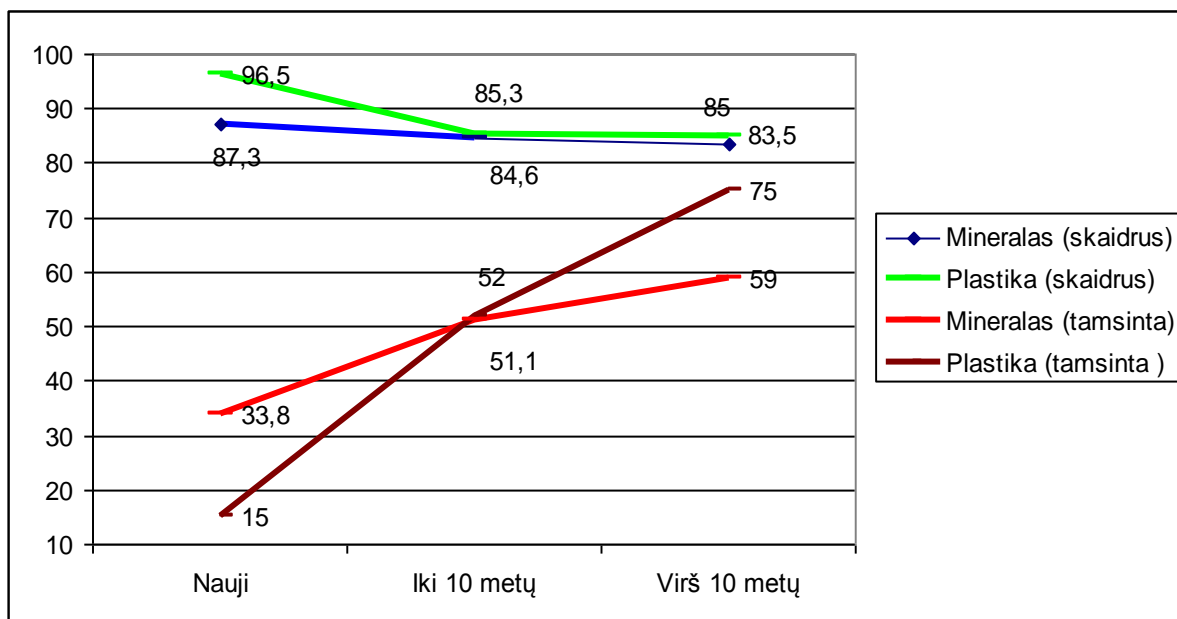
Mineralinių minusinių lęšių UV spindulių pralaidumas skiriasi 2-3 proc. lyginant pagal nešiojimo laiką (mineralinių netamsintoje būsenoje iki 10 metų – 28,9 proc., tamsintoje – 16,9 proc., virš 10 metų – 30,75 proc., tamsintoje būsenoje – 20,25 proc.). Vertinant UV, nustatyta, kad virš 10 m. plastikiniai plusiniai lęšiai visiškai nepraleidžia.

Siekiant įvertinti, kaip laikui bėgant kinta VIS ir UV pralaidumas fotochrominiuose akinių lęšiuose palyginimui, buvo išanalizuoti rudi mineraliniai ir plastikiniai lęšiai nauji, iki 10 metų ir virš 10 metų akinių lęšiai (7 lentelė).

Mineralinių ir plastikinių fotochrominių akinių lęšių VIS ir UV pralaidumo vidurkiai

Medžiaga	Amžius	Dioptrijos (+ / -)	VIS, %	UV, %	VIS, %	UV, %
			Skaidrus		Tamsinta	
Mineralas	Nauji	-	87,3	53	33,8	20,3
		+	92,2	11,5	56,1	6,6
	Iki 10 metų	-	84,6	28,9	51,1	16,9
		+	89,3	12,57	53,4	5,7
	Virš 10 metų	-	83,5	30,75	59,0	20,25
		+	86,0	15,7	50,1	8,3
Plastikas	Nauji	-	96,5	0	15	0
		+	97,1	0	13,7	0
	Iki 10 metų	-	85,3	3,26	52,0	2,3
		+	93,7	3,42	44,9	1,2
	Virš 10 metų	-	85,0	13,2	75,0	13,0
		+	98,0	0	58,0	0

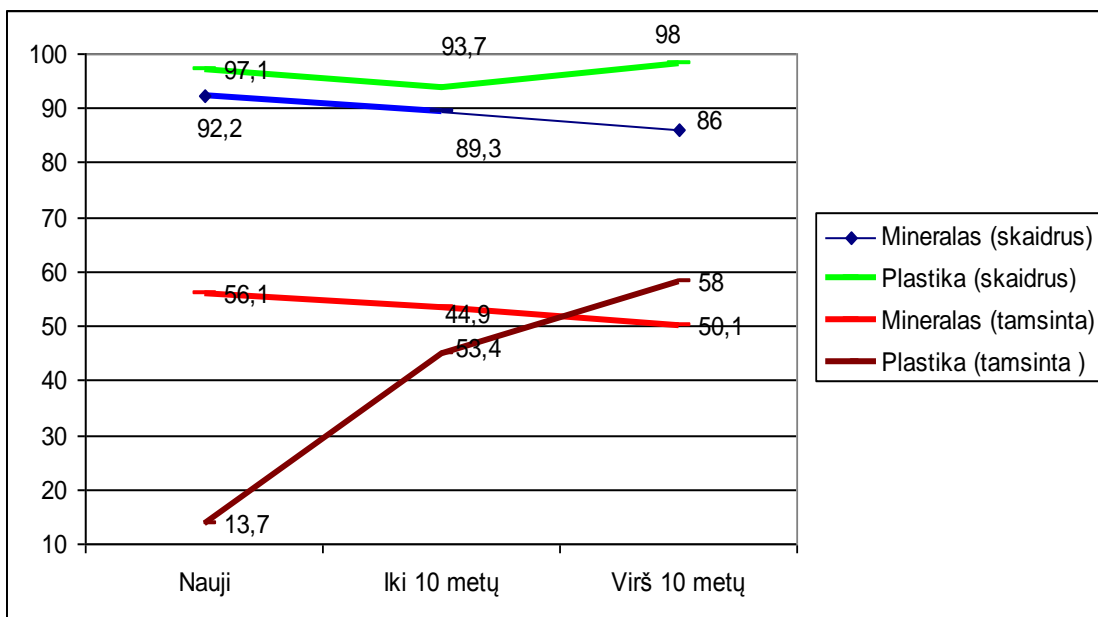
Pagal gautus tyrimo duomenis matome, kad netamsintoje būsenoje mineraliniuose minusiniuose lęšiuose metams bėgant regimosios šviesos pralaidumas mažėja – naujuose nuo 87,3 proc. iki 83,5 proc. virš 10 metų. (29 pav.)



29 pav. Minusinių mineralinių ir plastikinių fotochrominių akinių lęšių regimosios šviesos pralaidumo vidurkiai pagal amžių, proc.

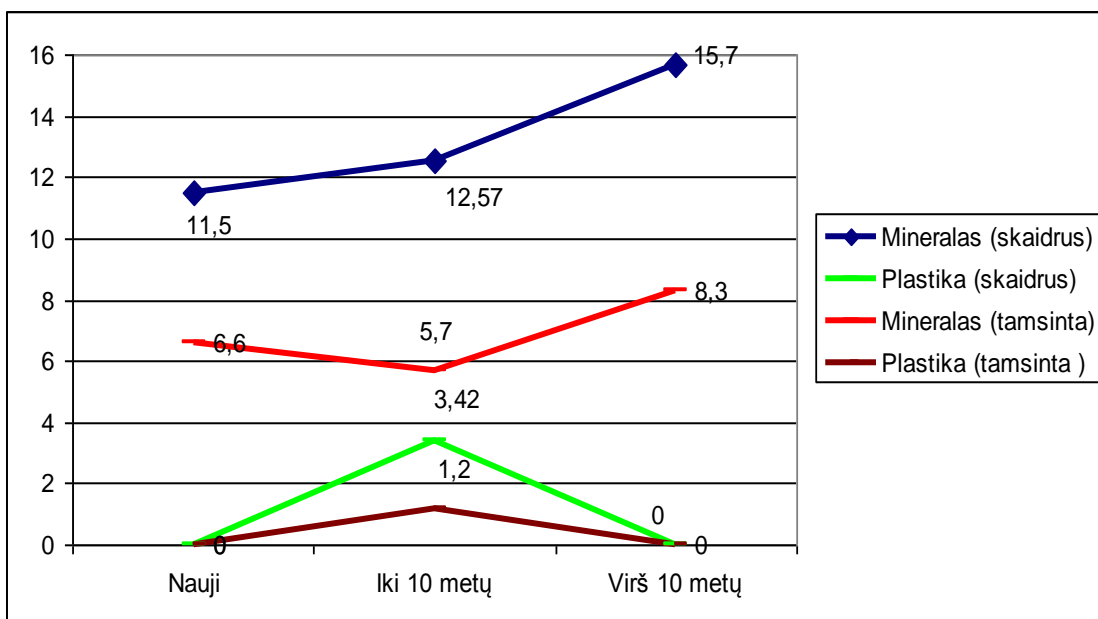
Tokia pat mažėjimo tendencija pastebima ir plastikiniuose akinių lęšiuose (nuo 96,5 proc. naujuose iki 95,0 proc. virš 10 metų). Tyrimo metu nustatyta, kad tamsintoje būsenoje minusinių mineralinių lęšių pralaidumas didėja, nuo 33,8 proc. iki 59,0 proc. Taip pat ir tokio pat tipo plastikiniuose lęšiuose – nuo 15 proc. naujuose iki 75,0 proc. virš 10 metų.

Vertinant pliusinius mineralinius ir plastikinius lęšius nustatyta, kad mineralinių pliusinių fotochrominių akinių lęšiai laikui bėgant regimosios šviesos pralaidumas mažėja (nuo 92,2 proc. naujų netamsintoje būsenoje iki 86,0 proc. virš 10 metų, tamsintoje būsenoje šių lęšių pralaidumas sumažėja nuo 56,1 proc. naujų iki 50,1 proc. – virš 10 metų) (30 pav.)

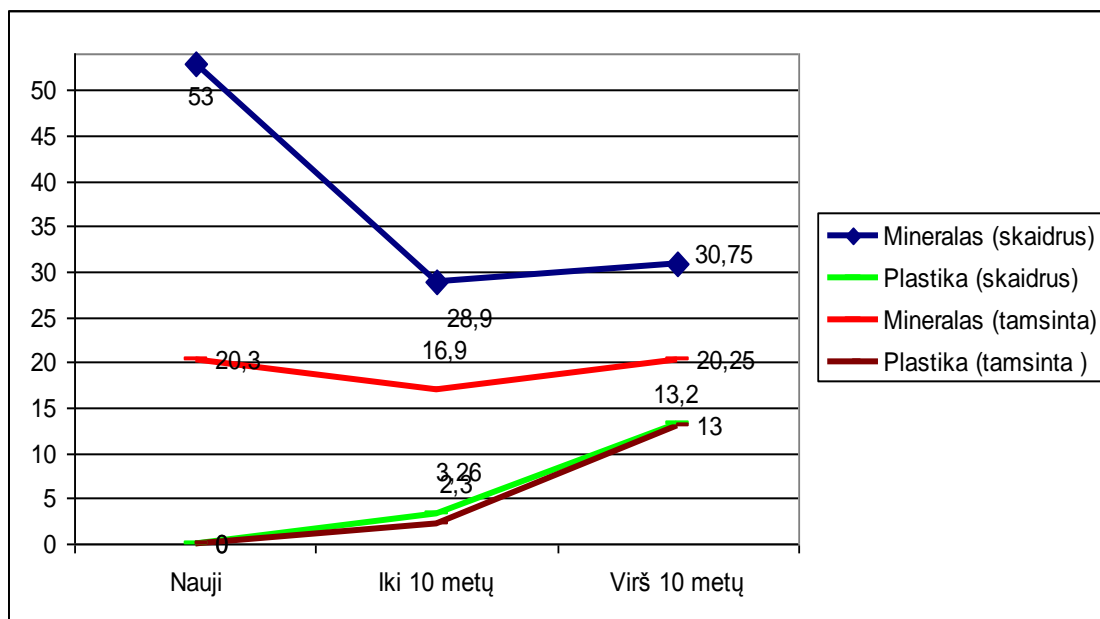


30 pav. Pliusinių mineralinių ir plastikinių fotochrominių lęšių regimosios šviesos pralaidumo vidurkiai pagal amžių, proc.

Tyrimo metu nustatyta, kad mineralinių fotochrominių lęšių UV laikui bėgant kinta netolygiai vertinant pagal lęšių stiprumus. (31, 32 pav.)



31 pav. Pliusiniai mineralinių ir plastikinių fotochrominių lęšių UV spindulių pralaidumo vidurkiai pagal amžių, proc.



32 pav. Minusiniai mineralinių ir plastikinių fotochrominių lęšių UV spindulių pralaidumo vidurkiai pagal amžių, proc.

Pastebima, kad minusiniai mineralinių akinių lęšių pralaidumas yra didesnis nei plusinių.

Siekiant įvertinti kokią įtaką regimosios šviesos ir UV spindulių pralaidumas turi lęšių stiprumas, buvo surinkti duomenys, kurie pateikiami 8 lentelėje.

8 lentelė

Naujų mineralinių ir plastikinių fotochrominių regimosios šviesos ir UV spindulių pralaidumo intervalai

Medžiaga	Spalva	Dioptrijos (+ / -)	VIS, %	UV, %	VIS, %	UV, %
			Skaidrus		Tamsinta	
Mineralas	RUDI	Nuo - 0,0 iki -6,5	91-80	37-31	57-50	22-18
		Nuo +0,0 iki +4,0	94-90	24-2	58-50	18-1
	PILKI	Nuo - 0,0 iki -6,5	91-84	43-31	56-50	27-18
		Nuo +0,0 iki +4,0	98-90	31-4	57-50	18-1
Plastikas	RUDI	Nuo - 0,0 iki -6,5	98-94	0	15	0
		Nuo +0,0 iki +4,0	98-95	0	17-12	0
	PILKI	Nuo - 0,0 iki -6,5	98-95	0	14-12	0
		Nuo +0,0 iki +4,0	98-95	0	12-20	0

Iš 8 lentelės duomenų galima matyti, kad netamsintoje būsenoje mineraliniai fotochrominiai lęšiai tiek pilkos, tiek rudos spalvos, didėjant minusui, šviesos pralaidumas mažėja (rudu minusiniai nuo 90 – 80 proc., rudi plusiniai - 94- 90 proc., pilki minusiniai 91 – 84 proc., plusiniai – 98- 90 proc. pralaidumo intervale). Tyrimu nustatyta, kad netamsintoje

būsenoje plastikinių lęšių šviesos pralaidumas toks pats tiek plusiniuose, tiek minusiniuose fotochrominiuose lęšiuose.

Tamsintoje būsenoje mineralinių fotochrominių rudos spalvos šviesos pralaidumas didėjant minusui mažėja nuo 57 proc. iki 50 proc., tokie pat duomenys išsilaiko ir mineraliniuose pilkuose fotochrominiuose lęšiuose.

Mineraliniuose minusiuose fotochrominiuose lęšiuose rudos ir pilkos spalvos netamsintoje ir tamsintoje būsenoje UV spindulių pralaidumas yra didesnis nei plusinių. Tai sąlygoja lęšių sudėtis – minusinių lęšių centre storis vienodas, o plusiniuose – kuo didesnis pliusas tuo centre storis didesnis. Todėl tiek rudos, tiek pilkos spalvos tamsintoje būsenoje pliusui didėjant, mažėja UV spindulių pralaidumas. Rudos ir pilkos spalvos nuo 18 proc. iki 1 proc.

Analizuojant naudojamų fotochrominių lęšių regimosios šviesos ir UV spindulių pralaidumą nustatyta, kad mineraliniai fotochrominiai lęšiai laikui bėgant mažina netamsintoje būsenoje šviesos pralaidumą minusiniuose lęšiuose – nuo 93 iki 80 proc. iki 10 metų ir nuo 86 proc. iki 81 proc. virš 10 metų. Plusiniai mineraliniai lęšiai netamsintoje būsenoje taip pat sumažina pralaidumą nuo 91 – 88 proc. iki 10 metų iki 89 – 82 proc. virš 10 metų. (9 lentelė)

9 lentelė

Naudojamų mineralinių ir plastikinių fotochrominių lęšių regimosios šviesos ir UV spindulių pralaidumo intervalai

Dioptrijos (+ / -)	Amžius	MINERALAS				PLASTIKAS			
		VIS, %	UV, %	VIS, %	UV, %	VIS, %	UV, %	VIS, %	UV, %
		Skaidrus		Tamsinta		Skaidrus		Tamsinta	
Nuo – 4,25 iki -6,0	Naujas	84-80	32	52	20	-	-	-	-
	Iki 10 m	84-81	34-17	56-40	23-10	87-78	6-2	59-51	5-2
	Virš 10 m.	81	30	58	18	84-82	2	74-69	2
Nuo – 2,25 iki -4,0	Naujas	88-86	34-35	52	21-20	97-94	0	15	0
	Iki 10 m	85-80	32-26	56-50	18-16	92-75	4-0	59-48	6-0
	Virš 10 m.	85-82	32-30	62-58	20	87	25-24	79-78	25-24
Nuo – 0,0 iki -2,0	Naujas	91-88	37-31	57-52	22-18	98-97	0	15	0
	Iki 10 m	88-85	31-26	58-38	23-8	92-83	23-0	55-49	9-0
	Virš 10 m.	86	31	58	23	-	-	-	-
Nuo + 0,0 iki +2,0	Naujas	94-80	24-5	58-50	18-3	98	0	15-12	0
	Iki 10 m	90-87	10-5	58-38	6	95-88	0-23	49-45	9-0
	Virš 10 m.	87-82	24-10	55-52	13-6	98	0	58	0
Nuo + 2,25 iki +4,0	Naujas	94-93	5-2	56-55	3-1	98-95	0	17-12	0
	Iki 10 m	91-88	15-12	59-48	6-5	100-89	1-0	46-38	0
	Virš 10 m.	89	13	45	6	-	-	-	-

Iš 9 lentės duomenų pastebėta, kad mineralinių lęšių stiprumui didėjant regimosios šviesos pralaidumas skaidrioje būsenoje mažėja, plusui didėjant – didėja. Tai įtakoja, kad minusiniai lęšiai yra sklaidomieji ir didėjant minusiu jie yra daugiau išsklaidomi, o plusiniai lęšiai yra glaudžiamieji ir didėjant jie yra labiau glaudžiami.

Palyginus naujus lęšius su iki ir virš 10 metų amžiaus, tamsintoje būsenoje – pastebimas regimosios šviesos nežymus diejimas (iki 10 m. iki 56-40 proc., virš 10 m. iki 58 proc., kai nauji lęšiai iki 52-57 proc.). Tuo tarpu UV spindulių pralaidumas atvirksčiai.

Plastikiniai lęšiai skaidrioje būsenoje - kuo didesnis minusas regimoji šviesa mažėja (0.0 iki – 4.0 nauji lęšiai iki 94-98 proc., iki 10 m. – 75-92 proc. o virš 10 m. nuo -2.25 iki – 4.0 iki 87 proc. intervaluose). Kuo didesnis plusas regimoji šviesa didėja . Tamsintoje būsenoje – kuo didesnis minusas salyginai regimoji šviesa didėja, o didėjant plusui – mažėja. UV spindulių pralaidumą – minusiniai lęšiai turi didesnę procentą nei plusiniai.

10 lentelė

Mineralinių ir fotochrominių lęšių rudos ir pilkos spalvos fotochrominių atsakų vidurkiai

Medžiaga	Amžius	Spalva	Dioptrijos (+ / -)	Fotochrominio atsako vid. %
Mineralas	Nauji	RUDA	-	1,67
			+	1,65
		PILKA	-	1,65
			+	1,75
	Naudoti	RUDA	-	1,62
			+	1,54
Plastika	Nauji	RUDA	-	7,2
			+	7,33
		PILKA	-	7,69
			+	6,74
	Naudoti	RUDA	-	1,57
			+	2

Pagal 10 lentelės duomenis matome, kad fotochrominis atsakas mažėja, tiek mineraliniuose lęšiuose (nauji minusiniai rudi nuo 1,67 proc. iki 1,62 proc. tokio pat tipo nešiotų), tiek ir plastikiniuose (nauji minusiniai rudi nuo 7,2 proc. iki 1,57 proc. tokio pat tipo nešiotų). Pagal 12 lentelės duomenis matome, kad fotochrominis atsakas mažėja palaipsniui (11 lentelė)

Mineralinių ir plastikinių fotochrominių lęšių rudos spalvos fotochrominių atsakų vidurkiai

Medžiaga	Amžius	Dioptrijos (+ / -)	Fotochrominio atsako vid. %
Mineralas	Nauji	-	1,67
		+	1,65
	Iki 10 metų	-	1,65
		+	1,71
	Virš 10 metų	-	1,42
		+	1,57
Plastikas	Nauji	-	6,44
		+	7,23
	Iki 10 metų	-	1,66
		+	2,10
	Virš 10 metų	-	1,15
		+	1,69

Kaip rodo 11 lentelės duomenys, visų mineralinių fotochrominių akinių lęšių iki 10 metų atsakas 1,68 proc., o virš 10 metų – 1,49 proc. Plastikinių lęšių iki 10 metų atsakas – 1,89 proc., o jau virš 10 metų – 1,42 proc. Ši mažėjanti dinamika rodo, kad bėgant metams suprastėja lęšių ultravioletinių spindulių pralaidumas, ypač plastikinių – nuo 7,3 proc. naujų iki 1,42 proc. virš 10 metų.

Tyrimo metu nustatyta, kad nauji lęšiai patenka į 1 kategoriją, o visi naudoti patenka į 2 kategoriją (12 lentelė).

Šviesos pralaidumo faktoriaus kategorijos mineralinių ir plastikinių rudos spalvos fotochrominių lęšių naujų, iki ir virš 10 metų naudojimo.

Medžiaga	Amžius	Dioptrijos (+ / -)	Tamsintoje būsenoje				
			0	1	2	3	4
Mineralas	Nauji	-		X			
		+		X			
	Iki 10 metų	-			X		
		+			X		
	Virš 10 metų	-			X		
		+			X		
Plastikas	Nauji	-				X	
		+				X	
	Iki 10 metų	-		X			
		+		X			
	Virš 10 metų	-		X			
		+			X		

Analizuojant plastikinius fotochrominius lęšius nustatyta, kad nauji patenka net į 3 kategoriją, iki 10 metų naudoti patenka į 1 kategoriją, o virš 10 metų patenka į 2 kategoriją.

IŠVADOS

Šviesa yra elektromagnetinė spinduliuotė, kurią jaučia ir priima žmogaus akis ir kuria pagrįstas mūsų vaizdinis visatos suvokimas. Per regos organus, kurie veiksmingi tik esant šviesai, mes gauname didžiąją dalį žinių apie mus supančią aplinką. Regos analizatorius padeda žmogui orientuotis jį supančioje aplinkoje, pažinti išorinį pasaulį: skirti šviesą, tamsą, spalvas, daiktų formą, dydį, nuotolį, paviršiaus reljefą.

Tačiau į akį saulės šviesos turi patekti nei per daug, nei per mažai, nes kai ji yra per ryški – akys vargsta ir blogiau matome dėl akies fotopigmentų prisotinimo. Be regimosios saulės šviesos gauname kitų spindulių. Vienas jų - ultravioletiniai spinduliai, kuriems būdingas didelis biologinis ir cheminis aktyvumas. Nustatyta, kad UV spinduliai gali pažeisti akies rageną, junginę, sukelti kataraktą, tinklainės degeneraciją bei kitus pakitimus akyse.

Kad apsaugotume akis nuo kenksmingo saulės spindulių poveikio, rekomenduojama nešioti akinius nuo saulės. Saulės akiniai pagerina spalvinį kontrastą ir kontrastinį jautrumą, tamsinę adaptaciją, sumažina akinančios šviesos srautą. Apsaugai nuo UV spindulių gali būti naudojami akiniai su fotochrominiais lęšiais, akiniai su poliarizaciniais lęšiais, akiniai su pastovaus tonavimo lęšiais, kontaktiniai lęšiai.

Siekiant įvertinti kaip kinta fotochrominių akinių lęšių šviesos pralaidumo ir ultravioletinių spindulių pralaidumas atsižvelgiant į nešiojimo trukmę, buvo atliktas tyrimas, kurio metu Opti Scan matavimo detektoriumi buvo ištirti 205 mineralinių ir plastikinių fotochrominių akinių lęšių (nauji sudarė 70 proc. visų tirtųjų fotochrominių lęšių).

Detektoriaus, kurio matavimų tikslumas nėra nurodytas ir tyrimas neatitinka standarte nurodytų sąlygų, optikų praktikoje galima matuoti ir vertinti fotochrominių lęšių parametrus. Matavimo rezultatai patvirtina bendras fotochrominių lęšių charakteristikas.

Nustatyta, kad pasireiškia fotochrominių plastikinių lęšių nuovargis :

1. Regimosios šviesos pralaidumas netamsintoje būsenoje sumažėja.
2. Regimosios šviesos pralaidumas tamsintoje būsenoje padidėja.
3. Sumažėja fotochrominis atsakas virš 10 metų naudojimo.

Literatūros sąrašas

1. Akinių lęšiai. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: http://www.interoptika.lt/akiniu_lesiai.html [žiūrėta 2013 m. Vasario 15 d.]
2. Akinių lęšiai. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://www.optometrija.lt/index.php?id=59> [žiūrėta 2013m. kovo 10 d.]
3. Apsaugai nuo saulės akinių lęšiai. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://www.optometrija.lt/index.php?id=59> [žiūrėta 2013 m. Vasario 15 d.]
4. Влияние ультрафиолетового излучения на здоровье. Что известно об этом? [žiūrėta 2011 m. vasario 27 d.]. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: http://dermatovenerology.net/sunbeds/ultraviolet_effect.shtml
5. Drivewear Engine. [žiūrėta 2013 m. Vasario 15 d.]. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://www.drivewearlens.com/engine.php?changelang=1&lang=en>
6. Europos standartas. LST EN ISO 8980-3
7. Fotochrominiai lęšiai. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://www.optikona.lt/main.php?ID=84&KalID=1> [žiūrėta 2013 m. vasario 29 d.]
8. Gass JDM: *Stereoscopic Atlas of Macular Diseases: Diagnosis and Treatment*, 4th
9. Grigas, J. Kokia yra šviesos prigimtis ir kaip mes ją suvokiame? (2012). [žiūrėta 2013 m. vasario 17 d.]. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://mokslas.delfi.lt/mokslas/kokia-yra-sviesos-prigimtis-ir-kaip-mes-ja-suvokiame.d?id=54900561#ixzz2S4cYnX00>
10. Yzer, S. Adrian, T. MBBS, Mmed. *Central Serous Chorioretinopathy in Myopic Patients*. *Arka Ophthalmol* (2012). [žiūrėta 2013 m. Kovo 24d.]. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://archopht.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=1377738>
11. Janavičienė, R. Apie ultravioletinę *Saulės spinduliuotę ir jos poveikį žmogui*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. vasario 14 d.]. Prieiga per internetą: http://www.meteo.lt/liter_straipsnis.php?id=12
12. Neverauskienė, J. Naujienos akinių pasaulyje. Iš *Sveikas žmogus* . 2007, nr. 3. [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 m. Kovo 12 d.]. Prieiga per internetą: http://www.sveikaszmogus.lt/Plaukai_oda_ir_nagai-816-Naujienos_akiniu_pasaulyje
13. Ophthalmic optics file. Coatings
14. Photochromics. [žiūrėta 2013 m. vasario 29 d.] [interaktyvus]. Prieiga per internetą: www.hoya.eu/index.php?SID...page_id=26723

15. Be ligų. [žiūrėta 2013 m. vasario 29 d.] [interaktyvus]. Prieiga per internetą: http://www.biofotonika.ff.vu.lt/wp-content/uploads/2012/06/FLD_pirmas-skyrius.pdf
16. Refrakcijos indeksas. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://www.lasik.lt/refrakcijos-indeksas.html> [žiūrėta 2013 m. Kovo 12 d.]
17. Saulės šviesos nauda žmogaus organizmui.(2013). Iš „Žalioji Lietuva“ [žiūrėta 2013 m. vasario 29 d.]. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://www.zaliojilietuva.lt/saules-sviesos-nauda-zmogaus-organizmui-517.html>
18. Sparrow, JR. Nakanishi, K. Parish CA. The lipofuscin fluorophoreA2E mediates blue light-induced damage to retinal pigment epithelium cells. (2000; 41: 1981 – 1989). [žiūrėta 2013m. kovo 10 d.]. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3099590/>
19. Sparrow, JR. Nakanishi, K. Parish CA. The lipofuscin fluorophoreA2E mediates blue light-induced damage to retinal pigment epithelium cells. Invest Ophthalmol Vis Sci.(2000)
20. Šiupšinskienė, N. Šviesos terapijos svarba šiuolaikiniam žmogui. Iš *Sveikas žmogus*. 2013, nr. 4 [žiūrėta 2013 m. vasario 29 d.]. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: www.sveikaszmogus.lt/Terapijos-474-Sviesos-terapijos-svarba-siuolaikiniam-zmogui
21. Šypsokis saulei užsimerkusi. [žiūrėta 2013 m. vasario 23 d.]. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: http://gyvenimas.delfi.lt/grozis_ir_sveikata/sypsokis-saulei-uzsimerkusi.d?id=4489169
22. The known health effects of UV. [žiūrėta 2013 m. vasario 17 d.] [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://www.who.int/uv/faq/uvhealthfac/en/index3.html>
23. Transitions VI Introduction. [žiūrėta 2013 m. kovo 30 d.] [interaktyvus]. Prieiga per internetą [http://canadaprofessional.transitions.com/AboutTransitions/Documents/Transitions_VI_technotes\[1\].pdf](http://canadaprofessional.transitions.com/AboutTransitions/Documents/Transitions_VI_technotes[1].pdf)
24. Ultravioletinių spindulių poveikis žmogaus sveikatai bei akims. (2012). [žiūrėta 2013 m. vasario 17 d.]. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://blog.lasik.lt/ultravioletiniu-spinduliu-poveikis.html>
25. Walsh, G. Tints and coating.(2001)
26. Zeiss fotochrominiai lęšiai. [žiūrėta 2013 m. Vasario 25 d.]. [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://www.eaglevision.lt/index.php/zeiss-fotochrominiai-lesiai>

PRIEDAI

Mineraliniai nauji minusiniai rudos spalvos lęšiai

Corning Photobrown Extra					
Dioptrijos	Skaidrus		Tamsintas		Fotochrominis atsakas
-	VIS %	UV %	VIS %	UV %	τ_v %
0,00	90	31	50	18	1,8
0,25	91	31	57	18	1,8
0,50	91	31	57	18	1,8
0,75	91	31	56	19	1,67
1,00	90	37	54	22	1,67
1,25	90	36	54	22	1,67
1,5	90	36	54	22	1,67
1,75	90	35	54	22	1,67
2,00	88	35	52	21	1,69
2,25	88	35	52	21	1,69
2,5	88	35	52	21	1,69
2,75	88	35	52	21	1,69
3,00	86	35	52	21	1,65
3,25	86	35	52	20	1,65
3,5	86	35	52	20	1,65
3,75	86	35	52	20	1,65
4,00	86	34	52	20	1,59
4,5	84	32	52	20	1,59
5,00	84	32	52	20	1,59
5,5	80	32	52	20	1,59
6,00	80	32	52	20	1,59
Viso:	1833	710	1112	426	35,06
Vidurkis	87,3	53	33,8	20,3	1,67

Mineraliniai nauji minusiniai pilkos spalvos lęšiai

Corning Photogray Extra					
Dioptrijos	Skaidrus		Tamsintas		Fotochrominis atsakas
-	VIS %	UV %	VIS %	UV %	τ_v %
0,0	90	31	50	18	1,8
0,25	90	31	50	18	1,8
0,50	90	31	50	18	1,8
0,75	90	31	50	18	1,8
1,00	90	31	50	18	1,8
1,25	91	34	53	20	1,72
1,5	91	34	53	20	1,72
1,75	91	34	53	20	1,72
2,00	91	39	55	27	1,65
2,25	91	39	55	27	1,65
2,5	90	39	56	27	1,61
2,75	90	43	56	27	1,61
3,00	88	38	54	23	1,61
3,25	88	39	56	22	1,57
3,5	88	39	56	22	1,57
3,75	88	39	56	22	1,57
4,00	84	34	55	20	1,53
4,5	84	34	55	20	1,53
5,00	84	34	55	20	1,53
5,5	84	34	55	20	1,53
6,00	84	34	55	20	1,53
Viso:	1857	742	1128	447	34,7
Vidurkis	88,43	35,33	53,71	21,29	1,65

Mineraliniai nauji pliusiniai rudos spalvos lęšiai

Corning Photobrown Extra					
Dioptrijos	Skaidrus		Tamsintas		Fotochrominis atsakas
+	VIS %	UV %	VIS %	UV %	τ_v %
0,00	90	24	50	18	1,8
0,25	90	24	58	14	1,55
0,50	90	24	58	14	1,55
0,75	90	24	58	14	1,55
1,00	91	15	57	8	1,6
1,25	91	15	57	8	1,6
1,5	91	15	57	8	1,6
1,75	91	15	57	8	1,6
2,00	94	5	56	3	1,68
2,25	94	5	56	3	1,68
2,5	94	5	56	3	1,68
2,75	94	5	56	3	1,68
3,00	94	5	56	2	1,68
3,25	94	5	56	2	1,68
3,5	94	5	56	2	1,68
3,75	93	2	55	1	1,68
4,00	93	2	55	1	1,68
Viso:	1568	195	954	112	27,97
Vidurkis	92,2	11,5	56,1	6,6	1,65

Mineraliniai nauji pliusiniai pilkos spalvos lęšiai

Corning Photogray Extra					
Dioptrijos	Skaidrus		Tamsintas		Fotochrominis atsakas
+	VIS %	UV %	VIS %	UV %	τ_v %
0,0	90	31	50	18	1,8
0,25	95	27	56	14	1,71
0,50	95	27	56	14	1,71
0,75	95	27	56	14	1,71
1,00	98	18	57	9	1,72
1,25	98	18	57	9	1,72
1,5	98	18	57	9	1,72
1,75	98	18	57	9	1,72
2,00	98	7	56	3	1,75
2,25	98	7	56	3	1,75
2,5	98	7	56	3	1,75
2,75	98	7	56	3	1,75
3,00	98	7	56	3	1,75
3,25	98	4	50	1	1,96
3,5	98	4	50	1	1,96
3,75	98	4	50	1	1,96
4,00	98	4	50	1	1,96
Viso:	1649	235	926	115	30,4
Vidurkis	97	13,82	54,47	6,76	1,79

Plastikiniai nauji minusiniai rudos spalvos lęšiai

TRANSITIONS VI					
Dioptrijos	Skaidrus		Tamsintas		Fotochrominis atsakas
-	VIS %	UV %	VIS %	UV %	τ_y %
0,00	98	0	15	0	6,53
0,25	98	0	15	0	6,53
0,50	98	0	15	0	6,53
0,75	98	0	15	0	6,53
1,00	98	0	15	0	6,53
1,25	98	0	15	0	6,53
1,5	98	0	15	0	6,53
1,75	98	0	15	0	6,53
2,00	97	0	15	0	6,47
2,25	97	0	15	0	6,47
2,5	96	0	15	0	6,40
2,75	95	0	15	0	6,33
3,00	95	0	15	0	6,33
3,25	95	0	15	0	6,33
3,5	94	0	15	0	6,27
3,75	94	0	15	0	6,27
4,00	94	0	15	0	6,27
Viso:	1641	0	255	0	109,4
Vidurkis	96,53	0	15	0	6,44

Plastikiniai nauji minusiniai pilkos spalvos lęšiai

TRANSITIONS VI					
Dioptrijos	Skaidrus		Tamsintas		Fotochrominis atsaka
-	VIS %	UV %	VIS %	UV %	τ_v %
0,00	98	0	12	0	8,16
0,25	98	0	12	0	8,17
0,50	98	0	13	0	7,54
0,75	98	0	12	0	8,17
1,00	98	0	12	0	8,17
1,25	98	0	13	0	7,54
1,5	98	0	12	0	8,17
1,75	96	0	12	0	8,00
2,00	96	0	13	0	7,38
2,25	96	0	12	0	8,00
2,5	96	0	12	0	8,00
2,75	95	0	12	0	7,92
3,00	95	0	13	0	7,31
3,25	95	0	13	0	7,31
3,5	95	0	13	0	7,31
3,75	95	0	14	0	6,79
4,00	95	0	14	0	6,79
Viso:	1640	0	214	0	130,73
Vidurkis	96,47	0	12,59	0	7,69

Plastikiniai nauji plusiniai rudos spalvos lęšiai

TRANSITIONS VI					
Dioptrijos	Skaidrus		Tamsintas		Fotochrominis atsakas
+	VIS %	UV %	VIS %	UV %	τ_v %
0,00	98	0	15	0	6,53
0,25	98	0	12	0	8,17
0,50	98	0	12	0	8,17
0,75	98	0	12	0	8,17
1,00	98	0	12	0	8,17
1,25	98	0	12	0	8,17
1,5	98	0	12	0	8,17
1,75	98	0	12	0	8,17
2,00	98	0	12	0	8,17
2,25	98	0	12	0	8,17
2,5	96	0	14	0	6,86
2,75	96	0	14	0	6,86
3,00	96	0	16	0	6,00
3,25	96	0	16	0	6,00
3,5	96	0	16	0	6,00
3,75	95	0	17	0	5,59
4,00	95	0	17	0	5,59
Viso:	1650	0	233	0	122,92
Vidurkis	97,06	0	13,71	0	7,23

Plastikiniai nauji pliusiniai pilkos spalvos lęšiai

TRANSITIONS VI					
Dioptrijos	Skaidrus		Tamsintas		Fotochrominis atsakas
+	VIS %	UV %	VIS %	UV %	τ_v %
0,00	98	0	12	0	8,16
0,25	98	0	12	0	8,16
0,50	98	0	12	0	8,16
0,75	98	0	12	0	8,16
1,00	98	0	13	0	7,54
1,25	98	0	13	0	7,54
1,5	98	0	13	0	7,54
1,75	98	0	13	0	7,54
2,00	96	0	15	0	6,4
2,25	96	0	15	0	6,4
2,5	96	0	15	0	6,4
2,75	96	0	16	0	6,00
3,00	95	0	16	0	5,94
3,25	95	0	16	0	5,94
3,5	95	0	18	0	5,28
3,75	95	0	20	0	4,75
4,00	95	0	20	0	4,75
Viso:	1643	0	251	0	114,66
Vidurkis	96,65	0	14,76	0	6,74

Mineraliniai naudoti minusiniai rudos spalvos lęšiai

Įvairūs gamintojai						
Dioptrijos	Amžius	Skaidrus		Tamsintas		Fotochrominis atsakas
-	1-10	VIS %	UV %	VIS %	UV %	τ_v %
0,00	4	93	31	57	19	1,6
0,25	3	80	26	38	8	2,1
0,50	1	86	26	50	13	1,7
0,75	1	86	26	48	13	1,79
1,00	10	86	31	58	23	1,48
1,25	6	85	32	50	18	1,7
1,5	6	85	32	50	18	1,7
1,75	9	86	35	57	23	1,51
2,00	7	88	30	52	17	1,69
2,25	10	85	30	58	20	1,47
3,00	5	85	26	56	18	1,52
3,25	2	84	32	50	18	1,68
3,5	2	82	27	53	16	1,55
3,75	2	80	26	54	16	1,48
4,00	10	82	32	62	20	1,32
4,5	3	84	34	56	23	1,5
5,00	8	84	34	56	23	1,5
5,5	8	81	17	40	10	2,03
6,00	10	81	30	58	18	1,4
Viso:	x	1603	557	1003	334	30,77
Vidurkis	x	84,37	29,32	52,8	17,58	1,62

Mineraliniai naudoti plusiniai rudos spalvos lęšiai

Įvairūs gamintojai						
Dioptrijos	Amžius	Skaidrus		Tamsintas		Fotochrominis atsakas
+	1-10	VIS %	UV %	VIS %	UV %	τ_v %
0,00	10	82	24	52	13	1,6
0,50	8	89	15	38	6	2,34
1,00	10	87	10	55	6	1,60
1,25	7	88	12	57	6	1,54
1,5	7	88	12	57	6	1,54
2,00	1	90	10	58	6	1,55
2,5	2	91	12	48	5	1,89
2,75	5	88	12	57	6	1,54
3,00	2	91	15	59	5	1,54
3,25	10	89	13	45	6	1,54
Viso:	x	883	135	526	65	16,66
Vidurkis	x	88,3	13,5	52,6	6,5	1,7

Plastikiniai naudoti minusiniai rudos spalvos lęšiai

Įvairūs gamintojai						
Dioptrijos	Amžius	Skaidrus		Tamsintas		Fotochrominis atsakas
-	1-10	VIS %	UV %	VIS %	UV %	τ_y %
0,0	7	92	23	49	9	2,00
0,25	7	92	0	51	0	1,80
0,50	7	83	3	55	3	1,51
0,75	1	86	0	39	0	2,21
1,00	6	88	3	50	3	1,76
1,5	6	92	0	54	0	1,70
1,75	1	92	0	55	0	1,67
2,00	2	92	0	54	0	1,70
2,25	1	92	0	55	0	1,67
2,5	2	75	3	50	3	1,50
3,25	1	79	0	48	0	1,65
3,5	1	80	0	48	0	1,67
3,75	3	79	4	59	6	1,39
4,00	10	87	24	78	24	1,12
4,00	10	87	25	79	25	1,10
4,5	5	87	6	52	2	1,67
4,75	1	83	3	51	3	1,63
4,75	1	83	3	52	3	1,63
4,75	4	78	6	55	5	1,38
5,00	1	86	6	53	4	1,62
5,5	10	82	2	74	2	1,14
5,75	10	84	2	69	2	1,22
6,00	4	82	2	59	2	1,39
Viso:	x	1961	115	1289	96	36,1
Vidurkis	x	85,26	5,00	56,04	4,17	1,6

Plastikiniai naudoti pliusiniai rudos spalvos lęšiai

Įvairūs gamintojai						
Dioptrijos	Amžius	Skaidrus		Tamsintas		Fotochrominis atsakas
+	1-10	VIS %	UV %	VIS %	UV %	τ_y %
0,0	6	92	23	49	9	2,0
0,50	2	95	0	45	0	2,11
0,75	1	96	0	45	0	2,13
1,00	10	98	0	58	0	1,69
1,25	10	98	0	58	0	1,69
2,00	4	88	0	45	0	1,96
2,00	4	89	0	46	0	1,93
5,00	6	96	0	46	0	2,08
5,50	5	100	1	38	0	2,63
Viso:	x	852	24	430	9	18,2
Vidurkis	x	94,67	2,67	47,78	1	2,0