

A vertical decorative element on the left side of the page, consisting of a series of horizontal green lines of varying lengths, creating a textured, staircase-like effect.

INOVACIJŲ TAIKYMAS TECHNOLOGIJOSE

2024

ISSN 2783-6916



TECHNOLOGIJŲ FAKULTETAS

INOVACIJŲ TAIKYMAS TECHNOLOGIJOSE 2024

Respublikinės mokslinės-praktinės studentų konferencijos
straipsnių rinkinys

2024 m. gegužės 9 d.

Konferencijos organizacinis komitetas:

dr. Tomas Makaveckas, Technologijų fakulteto dekanas (komiteto pirmininkas);
Paulius Baltrušaitis, Technologijų fakulteto Informatikos ir medijų technologijų katedros vedėjas;
Vytautas Čapas, Technologijų fakulteto Pramonės inžinerijos ir robotikos katedros vedėjas;
Alma Pocienė, Technologijų fakulteto Informatikos ir medijų technologijų katedros lektorė;
Kamilė Trainė, Technologijų fakulteto vyr. administratorė;
Gitana Ginevičienė, Technologijų fakulteto Informatikos ir medijų technologijų katedros administratorė;
Martyna Marcinkevičiūtė, Technologijų fakulteto Maisto ir agrotechnologijų katedros administratorė;
Inga Motiejūnienė, Technologijų fakulteto Pramonės inžinerijos ir robotikos katedros administratorė;
Gytis Baltrušaitis, Reklamos ir medijų centro maketuotojas;
Irena Tulabienė, Technologijų fakulteto Maisto ir agrotechnologijų katedros lektorė;
Laura Aidukienė, Technologijų fakulteto komunikacijos specialistė;
Justas Štreimikis, Technologijų fakulteto Informatikos ir medijų technologijų katedros inžinierius;
Rolandas Čepas, Technologijų fakulteto KT-2 gr. studentas;
Deividas Jackis, Technologijų fakulteto MM-1/2 gr. studentas;
Domantas Macelis, Technologijų fakulteto AR-2 gr. studentas;
Dominykas Stramskis, Technologijų fakulteto AT-1 gr. studentas.

Konferencijos mokslinis komitetas:

dr. Lina Skinulienė, Technologijų fakulteto prodekanė mokslui (komiteto pirmininkė);
dr. Svajūnė Garmuvienė, Technologijų fakulteto Maisto ir agrotechnologijų katedros lektorė;
dr. Giedrius Gecevičius, Technologijų fakulteto Pramonės inžinerijos ir robotikos katedros docentas;
dr. Renata Gudaitienė, Technologijų fakulteto Informatikos ir medijų technologijų katedros docentė;
dr. Vytautė Juodkienė, Technologijų fakulteto Pramonės inžinerijos ir robotikos katedros lektorė;
dr. Gintaras Keturakis, Technologijų fakulteto Pramonės inžinerijos ir robotikos katedros docentas;
dr. Ingrida Kraujutienė, Technologijų fakulteto Maisto ir agrotechnologijų katedros vedėja;
dr. Donatas Rekus, Technologijų fakulteto Pramonės inžinerijos ir robotikos katedros docentas;
dr. Daiva Sajek, Technologijų fakulteto Informatikos ir medijų technologijų katedros docentė,
IT studijų ir mokslo vystymo vadovė;
dr. Vilma Šipailaitė-Ramoškienė, Technologijų fakulteto Pramonės inžinerijos ir robotikos
katedros docentė;
dr. Dalė Šumskienė, Bibliotekos ir mokslinės komunikacijos centro vyriausioji bibliotekininkė
mokslinei komunikacijai;
dr. Ernesta Trečiokienė, Technologijų fakulteto Maisto ir agrotechnologijų katedros docentė;
dr. Jurgita Zaleckienė, Technologijų fakulteto Maisto ir agrotechnologijų katedros lektorė;
dr. Aušra Žvironienė, Technologijų fakulteto Informatikos ir medijų technologijų katedros docentė.

Kalbos redaktorė: Rita Vabalienė, Kauno kolegija
Sudarytojas: dr. Lina Skinulienė, Kauno kolegija

Straipsniai recenzuoti mokslinio komiteto narių.

TURINYS

Dagnius Adomaitis, Vidas Vainoras

Sporto studijos „BeFit“ vaizdo pamokų kūrimas6

Viktorija Bagaslauskaitė, Mindaugas Zmitrulevičius

Edukacinio VR žaidimo apie „Vorutos“ pilį kūrimas14

Deividas Jackis, Vidas Vainoras

UAB „Levandula“ reklamos priemonių efektyvumo tyrimas19

Erika Kelmelytė, Mindaugas Zmitrulevičius

Internetinės svetainės „IntegralSolutions“ atnaujinimas26

Monika Lapinš, Renata Gudaitienė

CBD produktų rinkos tyrimas ir originalių reklaminių priemonių kūrimas33

Julita Miknevičiūtė, Mindaugas Zmitrulevičius

Internetinės svetainės ir vizualizacijos produktų kūrimas koučingo veiklai44

Kamilė Šeškauskaitė, Mindaugas Zmitrulevičius

UAB „iServisas“ internetinės svetainės ir multimedijos produktų kūrimas50

Mantas Žvirzdinas, Mindaugas Zmitrulevičius

Virtualios realybės žaidimo „Tower defence“ kūrimas57

Tautvydas Juodikis, Gintaras Butkus

Įmonės padalinių sujungimas panaudojant Cisco DMVPN63

Nerijus Kvedaravičius, Gintaras Butkus

Išmaniųjų parkavimo sistemų tyrimas, siekiant sukurti vairuotojui draugišką automobilių stovėjimo aikštelę74

Tautvydas Mikelionis, Paulius Baltrušaitis

DHCP protokolo atakų simuliacija GNS3 aplinkoje83

Tadas Paulauskas, Paulius Baltrušaitis

DoS atakų simuliacija GNS396

Ainoras Petraška, Paulius Baltrušaitis

Aktyvios kibernetinės žvalgybos simuliacija GNS3109

Gustas Skarbalius, Gintaras Butkus

Atvirojo kodo saugumo informacijos ir įvykių valdymo sistemos projektas117

Anchelikas Vitkauskas, Gintaras Butkus

Saugaus namų ofiso belaidžio tinklo projektas 126

Viltė Martišiūtė, Kornelija Mėlinytė, Ilona Šostakienė, Inga Pupelienė

Padidinto funkcionalumo saldaus pieno sūrio kokybinių rodiklių palyginimas 134

Liepa Mockutė, Ernesta Trečiokienė

Juodosios arbatos ir prieskonių mišinio įtakos valgomųjų ledų kokybei ir jusliniams rodikliams tyrimas..... 142

Gabija Paškevičiūtė, Ingrida Kraujutienė

Plikytų sausainių su padidintu baltymų kiekiu kokybės ir juslinių rodiklių pokyčių įvertinimas..... 150

Donara Sadzevičiūtė, Ernesta Trečiokienė

Jogurtų su padidintu baltymų kiekiu kokybės įvertinimas 161

Lukas Šuopys, Svajūnė Garmuvienė

Ryžių duonos maistinės vertės padidinimas sojos ir pieno išrūgų baltymų priedais 170

Saimonas Rozenbergas, Gintaras Keturakis

Baldai pritaikyti judėjimo negalią turintiems asmenims 186

Žydrūnė Šaškevičiūtė, Vilma Šipailaitė-Ramoškienė

Vienkartinės pakuotės dizaino įtaka stiprumui, standumui ir gamybos procesui .. 195

Laurynas Bernotas, Valdas Urbanavičius

3D skaitmeninių technologijų panaudojimas kultūros paveldo objektų kartografavimui 205

Vygintas Minkus, Renata Gudaitienė

Trimate grafika sukurtų objektų panaudojimas 3D spausdintuvo kalibravimui 213

Ingrida Vaitkutė, Renata Gudaitienė

Vizualizacijos variklių kiekybinis ir kokybinis tyrimas bei taikymas kuriant 3D scenas 217

Greta Selvenytė, Renata Gudaitienė

Šiaulių katedros istorinė trimatė vizualizacija..... 226

Arnas Šmita, Vytautė Juodkienė

Žemės rinkos analizė Kauno apskrityje..... 235

Sporto studijos „BeFit“ vaizdo pamokų kūrimas

Dagnius Adomaitis, Vidas Vainoras

Kauno kolegija

Anotacija. Vaizdo pamokos gali būti puikus būdas perteikti informaciją vartotojams, tačiau ne visos jos yra efektyvios ir sugeba pritraukti dėmesį. Todėl šio darbo tikslas yra atlikti tyrimą ir parengti gaires, skirtas kurti efektyvias bei kokybiškas vaizdo pamokas. Išanalizavus sporto pratimus, kuriuos galima atlikti namuose, bei sporto pratimų pamokas vaizdo formatu, buvo išgryninti reikalavimai efektyvioms sporto pratimų vaizdo pamokoms, jų kūrimo eiga ir etapai. Straipsnyje aprašomi populiariausi ir efektyviausi namų sporto pratimai, internete esančių vaizdo pamokų tipai ir jų požymiai bei jų kūrybos etapai.

Raktiniai žodžiai: vaizdo pamokos, pratimai, sportas, efektyvumas.

Įvadas

Vaizdo formatu pateiktas pamokas galima rasti daugelyje sričių: sporte, medicinoje, automechanikoje, marketinge, mokymo įstaigų veikloje, versle, informacinėse technologijose. Vaizdo formatu pateiktos pamokos palengvina vartotojui informacijos gavimo procesą, nes nereikia susitikti su informacija teikiančiu asmeniu, be to, informaciją galima išklausti pakartotinai taip į ją geriau įsigilinant. Tokiu būdu yra sutaupomas tiek informacijos teikėjo, tiek jos gavėjo laikas. Būtent sporto srityje yra daug vaizdo pamokų, tačiau kartais jos neefektyvios, per ilgos ir neaiškiai pateikia informaciją. Tokiu atveju vartotojai pradeda sportuoti darydami pratimus netaisyklingai, todėl gali patirti traumas.

Sporto studija „BeFit“, užsiimanti grupinėmis moterų sporto treniruotėmis ir skatinanti sveiką gyvenimo būdą, užsakė sukurti vaizdo pamokas, kurios leistų atlikti sportinius pratimus namuose. Sporto studijos trenerėms pastebėjus, jog treniruočių metu moterys atlieka pratimus netaisyklingai, buvo nutarta sukurti ir pateikti savo auditorijai sporto pratimus, leisiančius sportuoti taisyklingiau ir efektyviau.

Tyrimo tikslas – iširti efektyvių sporto pratimų vaizdo pamokų kūrimo ir pateikimo būdus.

Tyrimo uždaviniai:

- Išanalizuoti efektyvius sporto pratimus, kuriuos galima atlikti namuose.
- Išanalizuoti internete esančių sporto pratimų pamokas.
- Išgryninti vaizdo sporto pamokų kūrybos etapus.

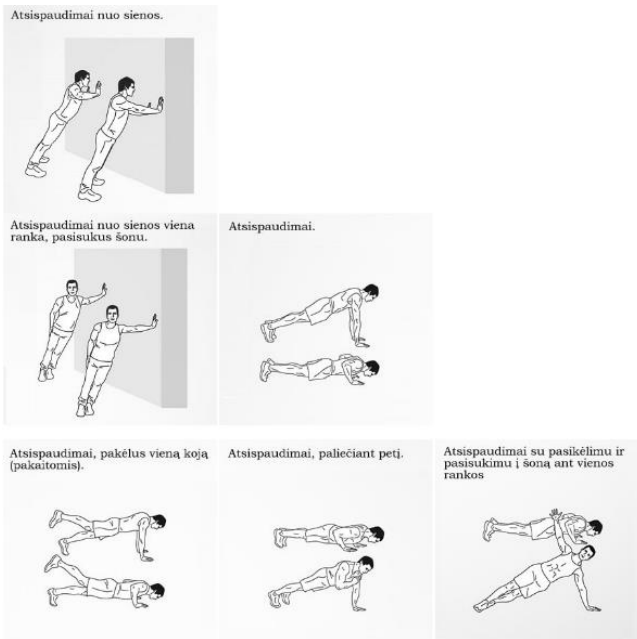
Sporto pratimų analizė

Atliekant sporto pratimus namuose, reikia tinkamai susikoncentruoti į atlikimo techniką, pasirinkti tinkamą pratimų sudėtingumą pagal savo fizinį pasirengimą ir sportinę patirtį (Sportuojantys, n.d.).

Sportuojant namuose galima naudoti įvairių inventorių sportui namų sąlygomis: kuprinę, vandens buteliukus, kėdę, knygas. Pavyzdžiui į kuprinę galima prikrauti svorių ir taip pasunkinti sau atliekamus pratimus. Vandens buteliukai puikiai

tinka kaip nedideli, lengvi svoriai; kėdė leidžia atlikti tam tikrus pratimus, kuriems reikalinga pakyla ar atrama; knygos taip pat puikiai tinka kaip nedidelė pakyla, leidžianti padidinti pratimų efektyvumą.

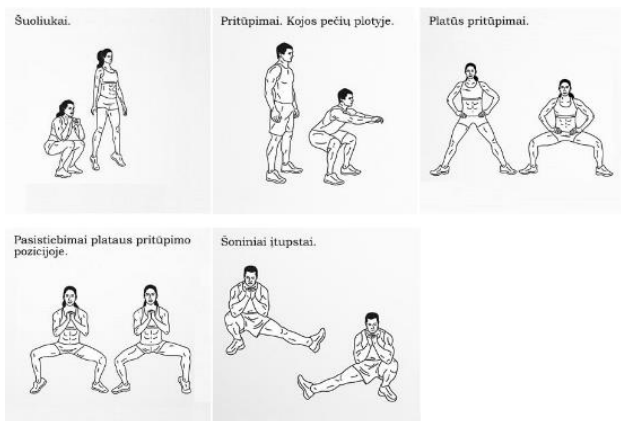
Atsispaudimai – tai puikus pratimas, skirtas sustiprinti krūtinės, rankų, pečių ir galvos raumenis. Tokie pratimai gali būti atliekami namuose ir nereikalauja jokios specialios įrangos. Norint pasunkinti pratimą, galima užsidėti ant nugaros kuprinę su svoriais ar, atliekant pratimą ant grindų, po rankomis pasidėti knygas ir taip atlikti gilesnius atsispaudimus.



1 pav. Atsispaudimai

Atsispaudimai iliustracijoje pateikiami iš eilės nuo lengviausio iki sunkiausio (1 pav.).

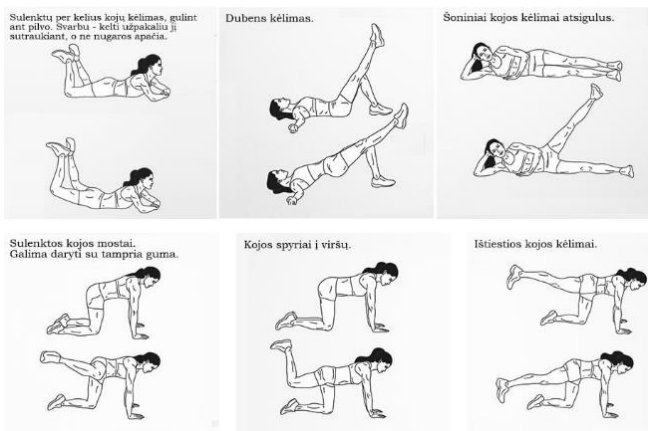
Paprasti pratimai kojoms, tokie kaip šuoliukai ar pritūpimai, gali treniruoti kojų raumenis. Tai efektyvus ir populiarus pratimas, kurį galima atlikti namuose. Šių pratimų metu ypač svarbu išlaikyti tiesią nugarą ir viską atlikti teisingai. Norint pasisunkinti pratimą, galima užsidėti kurpinę su svoriais.



2 pav. Pratimai kojoms

Kojų pratimai pateikiami iš eilės nuo lengviausių iki sunkiausių (2 pav.).

Pratimai sėdmenims – puikūs pratimai treniruoti sėdmenų raumenų grupę, jie padeda gerinti kūno stabilumą bei lankstumą.



3 pav. Pratimai sėdmenims

Sėdmenų grupės pratimai pateikiami iš eilės nuo lengviausių iki sunkiausių (3 pav.).

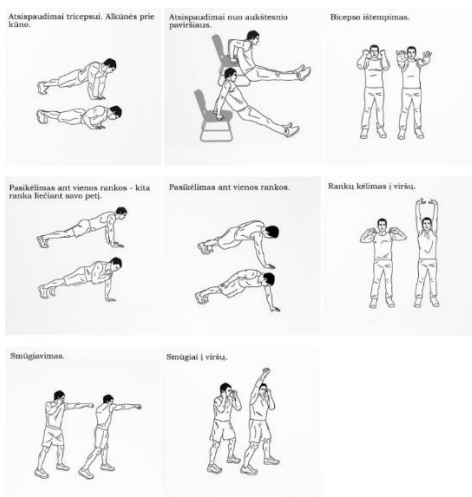
Pratimai nugarai – svarbi sporto dalis, norint išlaikyti gera laikyseną ir išvengti nugaros skausmų ar kitų susijusių nugaros problemų.



4 pav. Pratimai nugarai

Atliekant nugaros pratimus galima pasinaudoti namų inventoriumi – kėde ir strypu. Šie pratimai pateikiami iš eilės nuo sunkiausio iki lengviausio (4 pav.).

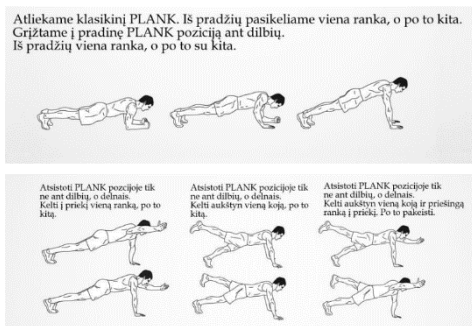
Pratimai rankoms: treniruojant rankų lankstumą ir jėgą galime pakelti sunkesnius daiktus ar atlikti sunkesnius fizinius darbus, taip pat mažiname ligų ir traumų riziką.



5 pav. Pratimai rankoms

Šių pratimų efektyvumui didinti galime panaudoti kėdę. Pratimai pateikiami iš eilės nuo sunkiausio iki lengviausio (5 pav.).

Pratimai pilvo presui – tai kūno branduolys kurį privalu stiprinti ne tik norint išlaikyti gražų kūną, bet ir išlaikyti kūno branduolį lankstų ir stiprų (6 pav.).



6 pav. pratimai pilvo presui

Pratimai visam kūnui: šie pratimai treniruoja visą kūną ir padeda išlaikyti gera fizinę formą apkraunant visus kūno raumenis (7 pav.).



7 pav. Pratimai visam kūnui

Visi šie pratimai yra populiarūs ir daugumai žmonių gerai žinomi, tai – efektyvūs ir laiko patikrinti pratimai. Žmonės dažnai apjungia kai kuriuos pratimus ir sukuria naujus, leidžiančius treniruoti porą raumenų grupių vienu metu taip pat efektyviai ir taupant laiką.

Vaizdo pamokų sporto srityje analizė

Kuriant vaizdo pamokas svarbu atsižvelgti į kintančius auditorijos poreikius ir įpročius. Pastaruoju metu galima pastebėti tendenciją, jog žmonės mėgsta labai trumpus, tačiau informatyvius ir kūrybiškai pateiktus vaizdo įrašus. Jei per pirmąsias sekundes žiūrovas nėra įtraukiamas, jis jau bus išjungęs vaizdo įrašą. Todėl rekomenduojama, kad mokytojai būtų kūrybingi kurdami vaizdo pamokas ir kitus mokymo išteklius, atitinkančius besimokančių poreikius (Imelda Escandor, 2022).

Vaizdo pamoka turi atkreipti dėmesį per pirmąsias sekundes ir sužadinti emociją. Turi būti naudojamos originalios nuotraukos ar vaizdo įrašai, neturi būti naudojama vaizdo medžiaga iš interneto. Vaizdas reklamoje turi būti aiškus, kokybiškas ir „neištemptas“, turi būti rodoma tik tai, kas svarbu. Šiuolaikiniai tyrimai rodo, kad žmonės renkasi labiau skaityti tekstą, nei klausytis, todėl teksto panaudojimas vaizdo pamokoje taip pat yra svarbus. Svarbiausia – išsikelti kuriamo vaizdo įrašo tikslą ir tik tada išanalizuoti tikslo pasiekiamumą rodančius rodiklius (Verslo Sparnai, 2021).

Internete galima rasti skirtingų tipų sporto pratimų namuose pamokų. **Tiesioginė treniruotė** – taip galima pavadinti sporto pratimų pamokas, kurios dažniausiai publikuojamos „Youtube“ platformoje. Jos pasižymi šiais bruožais:

- Ilgi vaizdo įrašai – nuo 10 iki 20 minučių;
- Nemontuotas vaizdo įrašas;
- Nėra scenarijaus;
- Pratimai rodomi ir aiškinami labai greitai;
- Nesikeičia kadrai.

Tokiose vaizdo pamokose matome asmenį, kuris pats sportuoja namuose ir turi įgūdžių (8 pav.). Savo atliekamus pratimus jis paaiškina labai greitai, tačiau gerai suprasti ir įsigilinti yra sunku. Todėl tokio tipo vaizdo pamokos tinka nebent jau įgudusiems sportininkams, kurie pajėgtų greitai sekti pratimus pamokoje, kadangi jau žino, kaip jie atliekami.



8 pav. Tiesioginė treniruotė

Mokomosios pratimų pamokos – tai tokio tipo vaizdo pamokos, kurios dažniausiai talpinamos į „TikTok“ ir „Instagram“ platformas. Jos pasižymi šiais bruožais:

- Trumpi vaizdo įrašai;
- Aiškiai parodomas pratimas;
- Parašytas scenarijus;
- Paaiškinama pratimo atlikimo eiga;
- Vaizdai rodomi iš skirtingų pusių.



9 pav. Mokomosios pratimų pamokos

Tokios vaizdo pamokos labiau taupo žmogaus laiką, jose yra išaiškinama ir parodoma taisyklinga pratimų atlikimo technika, taip pat jos labiau patraukia žmogaus dėmesį. Vaizdo įrašas pateikiamas daug kokybiškiau, įdomiau ir efektyviau (9 pav.).

Kūrybos etapų vaizdo pamokų kūrimui nustatymas

Kuriant sporto pratimų namuose vaizdo pamokas buvo taikomi atlikto tyrimo rezultatai. Panaudojant sukauptą informaciją, vaizdo pamokos buvo kuriamos tikslingai, išskaidant procesą į etapus: scenarijaus parengimas, pasiruošimas, filmavimas, darbai po filmavimo.

Scenarijaus parengimas. Rašant scenarijų, pagrindinė užduotis – tikslingai ir efektyviai sutalpinti reikalingą informaciją į kuo trumpesnę laiko tarpą; tiksliai apibrėžti kokius pratimus bus rodomi, ką apie juos reikia pasakyti, kaip pavaizduoti, kad žiūrovui nekiltų jokių papildomų klausimų, o pratimas atrodytų toks įdomus ir efektyvus, kad žiūrovas įsitrauktų. „Atminkite, kad žiūrint žiniatinklio vaizdo įrašą žmonių dėmesys yra dar blogesnis, nei žiūrint televizorių. Kad ir kaip norėtume spustelėti nuotolinio valdymo pultelį norėdami pakeisti kanalą, mūsų pelės gaidukas juda dar didesniu greičiu. Taigi laikykite vaizdo įrašą trumpą, nuo dviejų iki trijų minučių“ (Jefferson Graham, 2012).

Pasiruošimas ir filmavimas. Pagal numatytą filmavimo planą ir scenarijų yra parenkama tinkama filmavimo įranga. Į filmavimą būtina atvykti anksčiau nei sutartu laiku, kad suspėti paruošti įrangą ir aplinką. Būtina pasiruošti tinkamai ir kokybiškai įrašyti garso takelį, pritaikyti tinkamą apšvietimą, patikrinti filmavimo „kampus“. „Kaip darbo koordinatoriui, gali tekti užsakyti specialią įrangą, kuri reikalinga tam tikromis dienomis. Turite įsitikinti, kad įrangą turite ir ji tinkamai veikia.“ (Udai Senapati, 2022). Tinkamai pasirengus, atliekami filmavimo darbai.

Darbai po filmavimo. Atlikus filmavimo darbus, reikia patikrinti medžiagą, ją apdoroti ir sumontuoti. Vaizdo medžiagą reikia pateikti žiūrovui taip, kad jam būtų įdomu

ją žiūrėti. Vaizdo medžiaga turi būti kokybiškai ir patraukliai pateikiama – svarbu viskas: vaizdas, garsas, emocijos, spalvos. Būtina įterpti tekstą, muziką, žodžius, garso efektus, nuotraukas ir vaizdo kadrus taip, kad visa tai sudarytu vieną kokybišką produktą, traukiantį žiūrovo akį. „Montavimas yra įdomi filmų kūrimo dalis. Čia pradodate kurti filmą ir sujungti visus skirtingus nufilmuotus kadrus, kad papasakotumėte savo istoriją. Proceso metu pamatysite, kaip jūsų filmas įgis formą, ir pridėsite viską, ko reikia, kad kadru rinkinį paverstumėte baigtu filmu“ (Dan Farrell, 2017).

Išvados

1. Įvertinus atliekamus pratimus namuose, efektyviausi ir populiariausi sporto pratimai yra skirti rankoms, sėdmenims, pilvo presui ir nugarai.

2. Atlikus vaizdo pamokų sporto srityje rinkos tyrimą nustatyta, kad siekiant pritraukti vartotojo dėmesį turi būti aiškus ir trumpas įrašas su aiškiai paaiškinta pratimo atlikimo eiga, o pratimai turi būti rodomi iš skirtingų pusių, kad aiškiai matytųsi raumenų įsitempimai.

3. Remiantis tyrimų rezultatais, svarbiausi reikalavimai vaizdo produktui yra tikslingai ir efektyviai sutalpinti reikalingą informaciją į kuo trumpesnę laiko tarpą; tiksliai apsirrašyti kokie pratimai bus rodomi, ką apie juos reikia pasakyti, kaip pavaizduoti, kad žiūrovui nekiltų jokių papildomų klausimų, o pratimas atrodytų toks įdomus ir efektyvus.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Gitana Ginkevičė (2021). Verslo sparnai. ISBN 978-609-95867-1-7
2. Imelda Escandor (2022). The Effectiveness of Video-based Lessons as Instructional Materials in Light of the Covid-19 Pandemic. ISBN 978-334-66875-1-7
3. Jefferson Graham (2012). Video Nation. ISBN 978-013-30169-4-3
4. Udai Senapati (2022). Film Making. ISBN 978-643-68169-2-2
5. Dan Farrel (2017). The Movie Making Book. ISBN 978-178-10122-8-4
6. Sporto svetainė „Sportuojantys“ <https://sportuojantys.lt/pratimai-namuose/>.

Summary

In this article, after analysing fitness exercises that can be done at home and fitness exercise workouts in video format, the requirements for effective video workout of fitness exercises, the process and stages of their creation are clarified. In addition, the most popular and effective home fitness exercises, the types of online video workouts and their features, as well as the stages of their creation are described.

Keywords: video tutorials, exercises, sport, effectiveness.

Edukacinio VR žaidimo apie „Vorutos“ pilį kūrimas

Viktorija Bagaslauskaitė, Mindaugas Zmitrulevičius

Kauno kolegija

Anotacija. Šiame straipsnyje pateikiami virtualios realybės (VR) technologijos taikymo istorinio edukacinio žaidimo kūrimui tyrimų rezultatai, analizuojami virtualios realybės sprendimų taikymo pavyzdžiai edukacijoje. Panaudojus tyrimo rezultatus yra kuriamas edukacinis žaidimas, skirtas supažindinti žaidėją su Vorutos pilies istorija.

Raktiniai žodžiai: virtuali realybė, edukacinis žaidimas, žaidimo kūrimo procesas, VR žaidimai.

Įvadas

Lietuvos mokiniai pagrindinėse, vidurinėse mokyklose ir gimnazijose mokosi pagal įprastą švietimo sistemos programą taikant įvairius mokymo ir mokymosi metodus. Tačiau šiuolaikinėje visuomenėje įprastiniai mokymosi metodai, padedantys įsisavinti mokymosi turinį, yra papildomi šiuolaikiniais nuotoliniais, virtualiais, vis labiau vizualizuotais ir interaktyviais metodais. Jų dėka mokymasis tampa įdomesnis, įsivadinamas platesnis jo turinys. COVID-19 pandemijos metu ir po jos mokiniams teko susidurti su naujovėmis, įskaitant virtualių mokymąsi iš namų. Pandemija paskatino perėjimą prie virtualaus mokymosi naudojant įvairias mokymosi technologijas. Nors ir paskatintas negatyvus reiškinys, šis procesas buvo ir tebėra svarbus žingsnis pereinant prie pažangios, efektyvios ir įtraukios mokymosi aplinkos. Viena iš tokių modernių ir patrauklių vartotojams mokymosi technologijų – virtualios edukacijos, kurių metu, naudojantis VR akiniais, galima patirti istorinių, geografinių, technologinių, meno ar kitų sričių reiškinį ar įvykių realistiškumą interaktyviai juose dalyvaujant.

Tyrimo tikslas – atlikti edukacinių virtualios realybės produktų tyrimą ir sukurti edukacinį žaidimą vaikams, skirtą istorinių žinių apie Vorutos pilį įgijimui ir plėtrai.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti istorinių edukacinių virtualios realybės produktų pavyzdžių tyrimą.
2. Išanalizuoti edukacinio VR žaidimo kūrimo procesą.
3. Atlikti duomenų apie Vorutos pilies struktūrą ir architektūrą analizę.
4. Sukurti edukacinio žaidimo prototipą.

Edukacinio žaidimo kūrimo procesas

Norint sukurti edukacinį žaidimą, reikia išanalizuoti istorinius duomenis ir nustatyti Vorutos pilies pastatymo aplinkybes bei suprasti, kaip ir kodėl buvo pastatyta ši pilis. Voruta – viena iš svarbių Lietuvos pilių, buvo pastatyta XIII amžiuje. Ji yra vienintelė istoriniuose šaltiniuose užfiksuota šio amžiaus pilis Lietuvos teritorijoje. Nepaisant to, kad istoriniuose šaltiniuose šios pilies pavadinimas buvo paminėtas, tiksli pilies vieta ilgą laiką nebuvo žinoma. Tačiau XX a. Vorutos pilies vieta buvo atrasta Šeimyniškių piliakalnyje. Pilis buvo pastatyta konkrečioje strateginiams poreikiams svarbioje teritorijoje (Baranauskas T, 2001).

Istoriniai dokumentai rodo, kad ji pradėta statyti netrukus po mūšio su Kalavijuočių ordinu 1229 metais. Vorutos pilis buvo svarbi: 1251 m. per susirėmimą jos teritorijoje Lietuvos karalius Mindaugas sėkmingai apsigynė nuo Lietuvos kunigaikščių, mėginusių perimti jo valdžią, puolimo. Mūšis žymi svarbų šios pilies istorijos momentą (Baranauskas T, 2020).

Analizuojant rinkoje egzistuojančius pavyzdžius, galima paminėti virtualios realybės edukaciją „Partizanų paslaptys“. Edukacijos metu mokiniai yra supažindinami su vienu iš svarbių periodų Lietuvos istorijoje – 1944-1953-ųjų metų okupacijos, trėmimų ir partizanų sukilimo laikotarpiu. Šioje edukacijoje aiškiai ir realistiškai perteikiami partizanų bunkeriai, atkuriamos karo ir pokario laikotarpio kareivių uniformos ir apranga, parodomas vokiečių karinis ginklas MP-40. Ši realistinė partizanų gyvenimo aplinka, buities detalės yra atkurtos įvertinant istorinius faktus (Kultūrinės edukacijos sistema, n.d.).

Žaidimo interaktyvumas atsiskleidžia per dalyvavimą įvykiuose, kai naudojantis VR technologija mokiniai dalyvauja dirbdami komandoje. Miško tankmėje suradę svarbius dokumentus, žaidėjai turi juos pristatyti savo broliams partizanams. Atlikus šią užduotį, partizanas pakviečia žaidėjus atvykti į bunkerį, į kurį patekti galima einant po žeme iškastu tuneliu. Po to perteikiamas garsinis partizano monologas apie kasdienę kovotojų buitį ir apie tai, kaip svarbu yra kovoti dėl Lietuvos laisvės. Edukacijos pabaigoje partizanų vadas pakviečia visus pasiklausti jų pogrindžio dainos. Pasibaigus edukacijai, mokiniai aptaria savo įspūdžius ir įgytas naujas žinias su mokytojais (1 pav.).



1 pav. VR žaidimo „Partizanų paslaptys“ nuotrauka

Įsitraukimas ir interaktyvumas yra vienas iš svarbiausių šios virtualios realybės edukacijos bruožų. Šioje edukacijoje ne tik klausomasi partizanų istorijų, bet ir tampama jų kovos dalimi. Žaidimo pabaigoje dalyviams suteikiama proga šaudyti iš šautuvo.

„TimeRide“ tinklalapis siūlo įdomią virtualiosios realybės patirtį, skirtą Berlyno sienos griuvimo istorijai. VR turo metu vartotojai gali tyrinėti svarbias vietas, įvykius ir istorijas, susijusias su Berlyno praeitimi, įgyti unikalias patirties ir naudojantis interaktyviomis technologijomis praplėsti savo žinias apie šio miesto istoriją. Šis projektas yra ne tik įdomus būdas puoselėti istorinę atmintį apie Berlyno sieną, bet ir suteikia galimybę naujai kartai suvokti šio istorinio laikotarpio svarbą ir

įtaką. Taip pat tai yra puikus pavyzdys, kaip VR technologija gali būti naudojama edukaciniams tikslams bei istorinės sąmonės skatinimui (TimeRide, 2023) (2 pav.).



2 pav. Atkurtas vaizdas iš nuotraukos VR projektui „Berlyno siena“

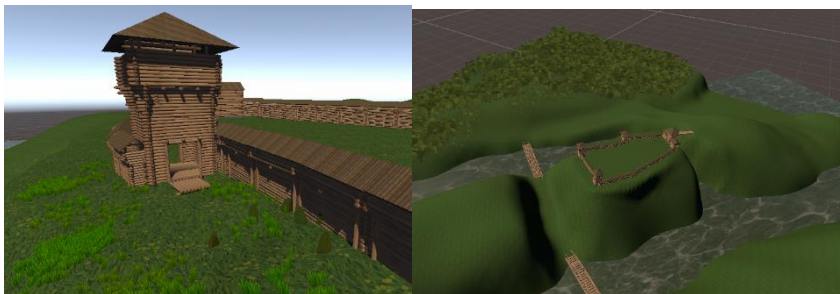
Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Tyrimo metu rašytiniuose šaltiniuose analizuota informacija apie senovinius būdus, taikytus XIII a. Lietuvoje namų ir pilių statybai. Pagrindinė statybinė medžiaga tais laikais buvo mediena. Medienos rąstus dėdavo vieną ant kito įstrižai išskaptuodami vietą, kur medžiai susikerta. Vietoje durų dažnai būdavo surišami keletas rąstų ir atremiami į durų staktą. Metalas namų statybai tuo metu naudojamas nebuvo. Langai, jeigu tokie būdavo statinyje, būdavo tiesiog siauros medžio rąstuose iškirtos angos. Stogams dengti dažnai būdavo naudojama medžio žievė (3 pav.).



3 pav. Pilių architektūros pavyzdžiai

Taikant virtualios realybės produktų pavyzdžių ir istorinių šaltinių tyrimų rezultatus, buvo sukurtas VR edukacinio žaidimo, kuris padeda gilinti istorines žinias, susijusias su Vorutos pilimi, prototipas. Kuriant žaidimo prototipą, buvo naudojama „3D autodesk Maya“ kompiuterinė programa. Naudojant šią programinę įrangą buvo sukurti modeliai, pritaikytos tekstūros. Eksportuojant į „Unity“ programą buvo įkelti pilies bokštų, vartų ir sienų modeliai, išdėstyti pagal pilies teritorijos planą. Norint pasiekti autentišką viduramžių išvaizdą, visoms pilies konstrukcijoms buvo pritaikytos specializuotos tekstūros ir medžiagos (4 pav.).



4 pav. Pilies vaizdas „Unity“ programoje

Norint, kad šis projektas įgytų žaidimo, o ne vien tik edukacijos bruožų, yra būtina sąveika su žaidėju. Dėl tos priežasties yra sukuriamas veikėjas, kuris reaguoja į jį žiūrint žaidėju. Veikėjas buvo sukurtas pagal nuotrauką (žr. 5 pav.), kuri buvo atsiųsta iš interneto su nemokama licencija, ir dalinai modifikuotas: sumažinta krūtinė, pailgintas veidas. Drabužiai sukurti naudojant „Cloth“ funkciją „Blender“ programoje ir po to skulptuojami, tam kad matytųsi drabužių raukšlės.

Plaukai sukurti kreivių pagalba, šias geometriškai išlankstant iš kitų kreivių ir suploninant galuose, kad įgytų sruogų pavidalą. Kasos taip pat sukurtos kreivių pagalba; toliau naudojant „bevel“ funkciją, yra sukuriami poligonai.



5 pav. Veikėjo modelis, sukurtas naudojant nuotrauką

Žaidimo veikėjo drabužiams ir pačiam veikėjui modeliuoti buvo naudojami specialiai sukurtos arba atsiųstos tekstūros, pavyzdžiui, batams buvo naudojama gyvūnų odos tekstūra, o drabužiams – lino tekstūra. Akims ir plaukams kurti buvo naudojamos įprastos natūralios spalvos. Pasirinkta naudoti mėlyną spalvą akims ir geltoną – plaukams, nes tai labiausiai atitinka lietuvės moters įvaizdį.

Išvados

1. Panaudojant analogiškų edukacinių virtualios realybės produktų tyrimo metu gautus rezultatus pasirinkti Vorutos pilies VR edukacinio žaidimo prototipo techniniai ir kūrybiniai elementai.

2. Taikant susijusių istorinių šaltinių analizės rezultatus sukurta tikroviška Vorutos pilies architektūrinių objektų ir žaidimo veikėjo vizualizacija.

3. Sukurtas VR žaidimas, lavinantis vaikų istorines žinias ir interaktyvaus mokymosi įgūdžius.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Baranauskas, T. (2001). Vorutos pilis. Vilnius: Diemedžio Leidykla
2. Baranauskas, T. (2001). Mūsų praeitis. Vilnius: LID leidykla
3. Baranauskas T. (2020). Vorutos pilies gynimas: Mindaugo pergalė vidaus kare, Lietuvos Aidas - Valstybės laikraštis. <https://www.aidas.lt/lt/istorija/article/24639-11-24-vorutos-pilies-gynimas-mindaugo-pergale-vidauss-kare>
4. Kultūrinės edukacijos sistema. (n.d.). <https://www.kulturospasas.lt/kulturines-edukacijos/1957>
5. Murdoc L. Kelly (2024). Autodesk Maya 2024 Basics Guide. Amerika: SDC Publications. Prieiga per internetą: <https://www.sdcpublications.com/Textbooks/Autodesk-Maya-2024-Basics-Guide/ISBN/978-1-63057-580-9/>
6. Brito A. (2018). Blender Quick Start Guide. Anglija: Packt Publishing. Prieiga per internetą: https://www.google.lt/books/edition/Blender_Quick_Start_Guide/ZP1wDwAAQB-AJ?hl=lt&gbpv=1&dq=blender+book&printsec=frontcover
7. TimeRide. (2023). Explore Berlin's history in virtual reality. Prieiga per internetą: <https://timeride.de/en/location-berlin/>

Summary

In this article the results of research on the application of virtual reality (VR) technology in the development of a historical educational game are presented and examples of application of VR solutions in education are analysed. Using the results of the research, an educational game is created to introduce the players to the history of Voruta Castle.

UAB „Levandula“ reklamos priemonių efektyvumo tyrimas

Deividas Jackis, Vidas Vainoras

Kauno kolegija

Anotacija. Šiuolaikinėje reklamos rinkoje vaizdo įrašai tampa vis reikšmingesniu įrankiu prekių ženklo žinomumui didinti ir tikslinės auditorijos įsitraukimui skatinti. Šiame tyrime siekiama įvertinti, kaip skirtingo formato reklaminiai vaizdo įrašai veikia vartotojų emocines reakcijas, dėmesio sutelkimą ir bendrą įsitraukimą. Tyrimo metu 164 respondentams buvo rodomi du skirtingi vaizdo įrašai, pateikiami klausimai internetinėje apklausoje.

Raktiniai žodžiai: socialiniai tinklai, vaizdo įrašai, emocinės reakcijos, dėmesio sutelkimas, kiekybinis tyrimas.

Įvadas

Kiekvienais metais atsiranda naujų būdų, kaip unikaliai pateikti vaizdo turinį. Įmonės, suvokdamos šią pokyčių dinamiką, siekia prisitaikyti prie naujų vartotojų poreikių bei lūkesčių pasitelkiant vartotojų pritraukimo būdus – kuriant reklaminius vaizdo įrašus. Vizualinė informacija gali būti pateikiama skirtingais formatais. Remiantis „Hubspot“ duomenimis, 2023 m. sausio mėnesį apklausus daugiau nei 1000 socialinių tinklų specialistų, 54 proc. iš jų pasirinko publikuoti trumpus vaizdo įrašus. Vertinant tai, kad trumpi vaizdo įrašai socialiniuose tinkluose yra veiksminga priemonė vartotojų pritraukimui, įmonės dalinasi aktualia informacija, skelbia konkursus, pristato produktus ar paslaugas per šiuolaikiškas platformas, tokias kaip „Facebook“, „Instagram“. Svarbu atskleisti reklamos priemonių veiksmingumą vartotojų atžvilgiu, todėl atlikta kiekybinė apklausa suteiks žinių, į kurias bus galima atsivelti prieš kuriant naujus vaizdo įrašus.

Tyrimo metodai. Tyrimas atliktas taikant anketinės apklausos, statistinės tyrimo duomenų analizės, turinio analizės tyrimo metodus. Anketinės apklausos metodu siekta išsiaiškinti „Lavender Inn“ socialinėse paskyrose pateikiamų vaizdo įrašų veiksmingumą ir vartotojų nuomonę apie pateiktus vaizdo įrašus. Statistinė tyrimo duomenų analizė taikyta apdorojant specifinius anketinės apklausos duomenis ir skaičiuojant respondentų atsakymų procentinius dažnius. Tyrimo metu apklausti įvairaus amžiaus „Lavender Inn Palanga“ socialinio tinklo „Facebook“ sekėjai. Iš viso apklausoje dalyvavo 164 respondentai.

Tyrimo tikslas – ištirti UAB „Levandula“ vaizdo įrašų veiksmingumą.

Tyrimo uždaviniai:

- Išanalizuoti įmonės naudojamas socialinių tinklų paskyras.
- Sukurti internetinę apklausą skirtą išsiaiškinti vartotojų nuomonę apie pateikiamus vaizdo įrašus socialiniuose tinkluose.
- Išanalizuoti atliktos internetinės apklausos rezultatus ir pateikti išvadas.

Apie įmonę

UAB „Levandula“ („Lavender Inn“) įkurta 2018 metais, ant Viešvėnų tvenkinio kranto, esančiu 7 km nuo Telšių centro. Įmonė turi modernų pastatų kompleksą, kurį sudaro svečių namai, SPA kompleksas ir kavinė. Kelių metų bėgyje įmonė plėtėsi, atidarė naują restoraną Palangoje, Basanavičiaus gatvėje. Restoranas „Lavender Inn“ siūlo ne tik unikalius su levandomis susijusius patiekalus, bet ir išsiskiria aukštos kokybės produktų pasiūla, tokia kaip levandų kremai, eteriniai aliejai ir sirupai.



1 pav. „Lavender Inn“ logotipas

Socialiniai tinklai yra plačiai naudojama komunikacijos priemonė, kuri suteikia galimybę vartotojams kurti, dalintis ir keistis tekstine ar vaizdine informacija. Taip pat ši komunikacijos priemonė suteikia unikalias galimybes augti verslui. Pavyzdžiui, pasitelkus keliamą turinį į socialinius tinklus, palaikyti ryšį su tiksline auditorija, skatinti prekybą bei pritraukti naujų klientų. Lietuvoje 2019 m. 54,8 proc. įmonių pasinaudojo socialiniais tinklais darbo tikslams (Lietuvos statistika, 2020). Įmonės, aktyviai dalyvaujančios socialiniuose tinkluose, užmezga glaudžius santykius su klientais (Atherton, 2023). Plėtoti įmonės reputaciją galima socialinėje erdvėje, tačiau tai priklauso nuo tinkamai parinktos strategijos. Internetinės technologijos leidžiančios pasiekti dideles minias yra labai svarbus įrankis, kuriuo reikėtų tinkamai pasinaudoti, kol jis yra dėmesio centre. Verslininkams virtualios rinkos pasiekimas pasirodė kaip žingsnis į priekį, siekiant ne tik įtvirtinti savo prekių ženklus, bet ir užsitarnauti pripažinimą rinkoje (Mutuku, 2018).

Įmonė „Levandula“ pagal šiuolaikines verslo tendencijas, veiksmingai naudoja 6 aktyvias socialinių tinklų paskyras „Facebook“ ir „Instagram“ platformose: „Lavender Inn Guest House“, „Lavender Inn Palanga“ ir „Lavender Inn Shop“ (žr. 1 ir 2 lentelėje).

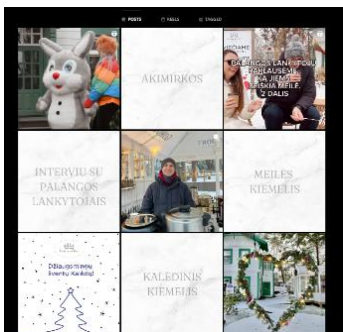
1 lentelė. Įmonės „Levandula“ socialinio tinklo „Facebook“ paskyrų 2024 m. rodikliai.

Paskyrų rodikliai	„Lavender Inn Guest House“	„Lavender Inn Palanga“	„Lavender Inn Shop“
Įvertinimas	4,3/5 (apžvalgu: 124)	4,8 (apžvalgu: 20)	Įvertinimo nėra
Stebėtojų skaičius	8,252 stebėtojai	2069 stebėtojai	58 Stebėtojai

2 lentelė. Įmonės „Lavandula“ socialinio tinklo „Instagram“ paskyrų 2024 m. rodikliai.

Paskyrų rodikliai	„Lavender Inn Guest House“	„Lavender Inn Palanga“	„Lavender Inn Shop“
Įrašų kiekis	128	55	10
Sekėjų skaičius	1,018	1,311	108

Socialinių tinklų paskyrose matomas vientisas dizainas. kiekviename įrašė išlaikoma vientisa stilistika (žr. 2 pav.).



2 pav. „Lavender Inn“ Instagram paskyros dizainas

Vientisumas leidžia sukurti atpažįstamą paskyros vizualinį identitetą. Todėl norint išlaikyti vientisą savo prekių ženklą estetiką socialinėse platformose, reikia nuosekliai laikytis prieš tai pasirinktos stilistikos (Vincent, 2023).

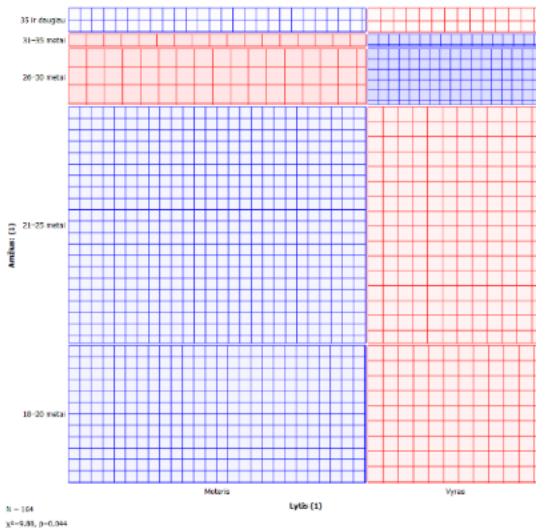
Tyrimo eiga ir gautų rezultatų analizė

Grįžtamasis „Lavender Inn“ sekėjų ryšys tampa svarbiu rodikliu siekiant gerinti teikiamų paslaugų kokybę. Įmonės reprezentavimas ir pateikiamas turinys ugdo tam tikrus lankytojų poreikius. Pagal tai žinios apie vartotojų reakciją ir jų poreikius atitinkančias reklamos priemonės tampa svarbios ir reikalingos. Įmonėje „Lavender Inn“ iki šiol nebuvo atlikta vaizdo įrašų vertinimo tyrimų, todėl šis tyrimas aktualus įmonės reklamos priemonių veiksmingumo gerinimui. Prieš kuriant vaizdo įrašus būtina nustatyti, koks vaizdo įrašo formatas yra įtaigesnis auditorijai. Pavyzdžiui, vertinant įtraukimo lygį, sukeliama emocijas ir gebėjimą padidinti susidomėjimą. Du skirtingų scenarijų vaizdo įrašai buvo parinkti siekiant atlikti šią analizę.

Pirmasis vaizdo įrašas buvo sutelktas į estetiką, montażą, pabrėžiant žmonių kiekį, emocijas, meilę ir tekstines frazes. Antrasis vaizdo įrašas taip pat akcentavo panašius elementus. Jis buvo laisvesnio formato ir daugiau orientuotas į žaismingumą, parodydamas žmones, apsirengusius gyvūnais, ir įtraukdamas veiksmingą kameros judėjimą, bėgimą bei įvairius veiksmo elementus.

Tyrimo rezultatai

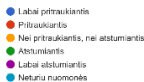
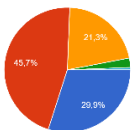
Tyrimo rezultatų apžvalga prasidėjo nuo demografinių duomenų analizės, išnagrinėjant amžiaus ir lyties pasiskirstymą respondentų grupėje. Diagramoje matome (žr. 3 pav.), kad didžiausią dalį sudaro amžiaus grupė nuo 21 iki 25 metų, o mažiausią – amžiaus tarpsnis nuo 31 iki 35 metų. Iš diagramos taip pat matyti, kad moterys sudaro didžiąją respondentų dalį visose amžiaus grupėse, ypač tarp jaunesnių (18–20 ir 21–25 metų). Vyrai pasiskirstę tolygiau tarp įvairių amžiaus grupių, tačiau jų skaičius visose grupėse yra mažesnis nei moterų.



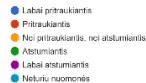
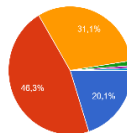
3 pav. Amžiaus pagal lytį pasiskirstymas

Remiantis pateiktomis diagramomis (žr. 4 pav.), dauguma respondentų (66,4 proc.) įvertino vaizdo įrašą Nr. 1 kaip patrauklų ar labai patrauklų, o tik maža dalis respondentų (1,8 proc.) nurodė, kad jis atgraso. Tai rodo, kad vaizdo įrašas Nr. 1 didžiąjai auditorijos daliai sukėlė teigiamą įspūdį. Vertinant vaizdo įrašą Nr. 2, daugiau nei trys ketvirtadaliai respondentų (75,6 proc.) teigė, kad šis vaizdo įrašas yra patrauklus ar labai patrauklus, o tik 2,4 proc. respondentų nurodė, kad jis atgraso. Iš pateiktų duomenų matyti, kad vaizdo įrašas Nr. 2 sulaukė didelio susidomėjimo, palyginti su vaizdo įrašu Nr. 1. Atsižvelgiant į šiuos rezultatus, galima teigti, kad abu vaizdo įrašai paliko teigiamą įspūdį visiems apklausos dalyviams, tačiau vaizdo įrašas Nr. 2 buvo patrauklesnis nei vaizdo įrašas Nr. 1. Tai rodo, kad vaizdo įrašo Nr. 2 turinys buvo efektyvesnis, siekiant didesnio auditorijos įsitraukimo.

Kaip vertinate vaizdo įrašo nr. 2 įtraukimą?
164 atsakymai



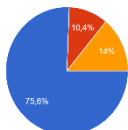
Kaip vertinate vaizdo įrašo nr.1 įtraukimą?
164 atsakymai



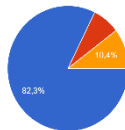
4 pav. Tyrimo rezultatai apie vaizdo įrašų įtraukimą

Remiantis tyrimo duomenimis (žr. 5 pav.), daugiau nei 75 proc. respondentų teigė, kad vaizdo įrašas Nr. 1 sukėlė teigiamas emocijas, o vaizdo įrašo Nr. 2 teigiamas emocijas įvardijo 82,3 proc. respondentų. Maždaug 10 proc. respondentų teigė, kad vaizdo įrašas Nr. 1 nesukėlė teigiamų emocijų, palyginti su 7,3 proc., kurie tą patį sakė apie vaizdo įrašą Nr. 2. Apie 14 proc. respondentų šiuo klausimu neturėjo aiškios nuomonės. Iš pateiktų duomenų matyti, kad abu vaizdo įrašai daugumai respondentų sugebėjo sukelti teigiamas emocijas, tačiau vaizdo įrašas Nr. 2 šiuo atžvilgiu pasirodė šiek tiek efektyvesnis. Teigiamų emocijų vertinimas šiam vaizdo įrašui buvo šiek tiek aukštesnis nei vaizdo įrašo Nr. 1.

Ar vaizdo įrašas nr.1 sukėlė jums teigiamas emocijas?
164 atsakymai



Ar vaizdo įrašas nr. 2 sukėlė jums teigiamas emocijas?
164 atsakymai

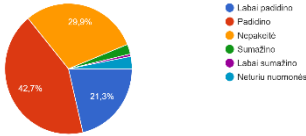


5 pav. Tyrimo rezultatai apie vaizdo įrašuose sukeltas emocijas

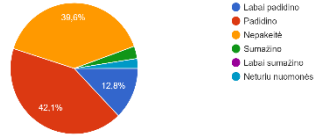
Remiantis tyrimo duomenimis (žr. 6 pav.), daugiau nei 54 proc. respondentų (42.1 proc. teigia, kad padidino, o 12.8 proc. labai padidino) nurodė, kad vaizdo įrašas Nr. 1 padidino jų susidomėjimą. Tuo tarpu beveik 40 proc. respondentų nurodė, kad vaizdo įrašas nepakeitė jų susidomėjimo, 2.4 proc. neturi aiškios nuomonės šiuo klausimu, o 3 proc. respondentų teigė, kad vaizdo įrašas sumažino jų susidomėjimą. Analizuojant vaizdo įrašo Nr. 2 vertinimus, matoma, kad dauguma respondentų taip pat įvertino šį vaizdo įrašą teigiamai dėl susidomėjimo. 42.7 proc. respondentų nurodė, kad vaizdo įrašas padidino jų susidomėjimą, o 21.3 proc. teigia, kad jis labai padidino susidomėjimą. Nepakitęs susidomėjimo buvo pastebėtas 29.9 proc. respondentų, tuo tarpu 2.4 proc. respondentų nurodė, kad susidomėjimas sumažėjo, o 0.6 proc. labai sumažėjo. 3 proc. respondentų neturi aiškios nuomonės šiuo klausimu.

Remiantis šiais duomenimis, matome, kad abu vaizdo įrašai pasiekė teigiamą įvertinimą dėl susidomėjimo daugumai respondentų, tačiau vaizdo įrašas Nr. 1 sukėlė šiek tiek didesnę susidomėjimo padidėjimą negu vaizdo įrašas Nr. 2.

Ar vaizdo įrašas nr. 2 padidino jūsų susidomėjimą „Lavender Inn“ restoranu ir aplinka? 164 atsakymai



Ar vaizdo įrašas nr.1 padidino jūsų susidomėjimą „Lavender Inn“ restoranu ir aplinka? 164 atsakymai



6 pav. Tyrimo rezultatai apie vaizdo įrašų susidomėjimą

Siekiant plėtoti tyrimo sritį, siūloma atlikti išsamų vaizdo įrašų efektyvumo tyrimą kitose socialinių tinklų platformose. Pavyzdžiui, „TikTok“, „YouTube“. Ypatingas dėmesys turėtų būti skiriamas naujų vaizdo įrašų formatų elementų ir reklamos strategijų veiksmingumui auditorijos įsitraukimui ir elgesiui. Tolesniam tyrimui rekomenduojama apimti didesnę respondentų imtį ir atlikti išsamesnę vaizdo įrašo / reklamos analizę. Tai leis gauti išsamesnę informaciją apie vartotojų nuomonę bei elgesį socialiniuose tinkluose.

Išvados

1. Atlikus įmonės socialinių tinklų analizę, paaiškėjo, kad įmonė „Levandula“ aktyviai naudoja socialinius tinklus, įskaitant „Facebook“ ir „Instagram“, siekdama pritraukti naujus klientus ir išlaikyti ryšį su esamais. Paskyros vertinamos teigiamai dėl didelio sekėjų skaičiaus ir klientų atsiliepimų rodiklio. Pastebėta, kad vienoje iš paskyrų – „Lavender Inn Shop“ nėra vartotojų įvertinimų, o sekėjų skaičius yra santykinai mažesnis, lyginant su kitomis paskyromis. Tai rodo būtinybę tobulinti šią paskyrą, kadangi socialiniai tinklai yra svarbi reklamos priemonė ir komunikacijos kanalas su klientais.

2. Sukurta internetinė apklausa pasitelkiant „Google Forms“, su tikslu išanalizuoti vartotojų požiūrį į įmonės socialiniuose tinkluose pateikiamus vaizdo įrašus. Klausimai buvo parengti atsižvelgiant į vaizdo įrašų kokybę ir įvaizdį. Apklausoje dalyvavo 164 respondentai.

3. Remiantis tyrimo duomenimis, matyti, kad abu vaizdo įrašai sugebėjo sukelti teigiamas emocijas ir padidinti auditorijos susidomėjimą. Tačiau vaizdo įrašas Nr. 2 pasirodė efektyvesnis, nes jis labiau pritraukė auditoriją ir sukėlė didesnę susidomėjimą nei vaizdo įrašas Nr. 1. Tai leidžia manyti, kad pasirinktas vaizdo įrašo formatas Nr. 2 labiau atitiko auditorijos lūkesčius ir poreikius, o jo turinys buvo labiau įtraukiantis.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Atherton, J. (2023). Social Media Strategy: A Practical Guide to Social Media Marketing and Customer Engagement. Jungtinė Karalystė: Kogan Page.
2. B. Vincent (2023) Insta-Brand: The Ultimate Guide to Growing Your Business on Instagram. (2023). (n.p.): RWG Publishing.
3. Lavender inn shop „facebook“ paskyra https://www.instagram.com/lavender_inn_shop?utm_source=ig_web_button_share_sheet&igsh=ZDNlZDc0MzIxNw==
4. LavenderINN guest house paskyra „Facebook“ Žiūrėta <https://www.facebook.com/lavenderinnguesthouse> Žiūrėta [2024-04-15]
5. LavenderINN guest house paskyra „Instagram“ <https://www.instagram.com/lavender.inn.guest.house/> Žiūrėta [2024-04-25]
6. LavenderINN Palanga paskyra „Facebook“ <https://www.facebook.com/p/Lavender-Inn-Palanga-100082956356531/> [2024-04-21]
7. LavenderINN Palanga paskyra „Instagram“ https://www.instagram.com/lavender_inn_palanga/ Žiūrėta [2024-04-25]
8. LavenderINN tinklalapis <https://lavenderinn.lt> Žiūrėta [2024-04-15]
9. Lietuvos statistika. (2020). Skaitmeninė ekonomika ir visuomenė Lietuvoje (2020 leidimas). Žiūrėta [2024-04-14] <https://osp.stat.gov.lt/skaitmenine-ekonomika-ir-visuomene-lietuvoje-2020/izanga>
10. Mutuku, C. (2018). Advantages and Disadvantages of Using Social Networks in Business. Vokietija: GRIN Verlag.
11. Short-form Video Continues Its Takeover Žiūrėta [2024-04-14] https://blog.hubspot.com/marketing/hubspot-blog-social-media-marketing-report?hubs_content=blog.hubspot.com_proc.2Fmarketing_proc.2Fshort-form-video-trends&hubs_content-cta=social_proc.20media_proc.20trends_proc.20report_proc.20

Summary

In today's advertising market, video is becoming an increasingly important tool for growing brand awareness and driving engagement within the target audience. The aim of this research is to assess how different formats of advertising videos aimed at a target audience affect viewer emotional reactions, focus and overall engagement. During the research, 164 respondents were shown two videos in different formats, followed by an online survey.

Internetinės svetainės „IntegralSolutions“ atnaujinimas

Erika Kelmelytė, Mindaugas Zmitrulevičius

Kauno kolegija

Anotacija. Įmonės internetinė svetainė veikia panašiai kaip įmonės vizitinė kortelė, jos dizainas ir turinys yra svarbus sudarant pirmą išspūdį apie įmonę potencialiems klientams ir partneriams. Šiame projekte buvo nuspręsta atnaujinti „IntegralSolutions“ įmonės reprezentacinę internetinę svetainę siekiant geriau atspindėti įmonės įvaizdį ir pristatyti jos veiklą internete. Pasirinkta „WordPress“ turinio valdymo sistemos programa interneto svetainėms kurti su „Elementor“ įskiepiu, nes tai efektyvi ir lanksti platforma, leidžianti kurti modernius ir funkcionalių tinklalapius be giluminio programavimo žinių poreikio. Kuriant interneto svetainę yra svarbu atlikti konkurentų tyrimą bei išsiaiškinti šiuolaikinių internetinių svetainių dizaino tendencijas.

Raktiniai žodžiai: „IntegralSolutions“ svetainė, vartotojo patirtis (UX), svetainių dizainas, animaciniai perėjimai, animacinis vaizdo įrašas.

Įvadas

Šiuolaikinės įmonės internetinės svetainės tampa neatsiejama verslo veiklos dalimi, suteikiančia unikalias galimybes pritraukti naujus klientus, stiprinti esamų klientų lojalumą ir efektyviai komunikuoti su auditorija. Kaip teigia L. Ričkutė (2013) knygoje „Tinklalapių kūrimas, dizainas ir valdymas“, internetinio tinklalapio išvaizda yra vienas iš svarbiausių kriterijų siekiant pritraukti klientus bei atspindėti tinkamą įmonės įvaizdį internete. Pagrindiniai tinklalapių dizaino darbų etapai:

- idėjos ieškojimas;
- grafinis sprendimas (piešimas);
- baigiamasis etapas (dizaino tvarkymas).

„IntegralSolutions“ įmonė, siekdama pagerinti savo internetinės svetainės dizainą ir funkcionalumą, taiko šiuolaikiškus metodus nuosekliai juos tobulindama. Internetinių svetainių dizaino ir funkcionalumo tobulinimas yra labai aktuali tema, nes verslo konkurencija elektroninėje erdvėje nuolat auga, o vartotojų lūkesčiai ir elgesys internete taip pat keičiasi. „IntegralSolutions“ siekia įgyvendinti strategiją, kuri leistų įmonei išsiskirti tarp kitų paslaugų teikėjų ir užtikrinti aukštą naudotojų patirtį.

Darbo tikslas – tobulinti „IntegralSolutions“ internetinės svetainės dizainą ir funkcionalumą remiantis moksliniais tyrimo metodais ir šiuolaikinėmis internetinių svetainių dizaino tendencijomis.

Uždaviniai:

1. Atlikti konkurentų internetinių svetainių tyrimą naudojant vartotojo sąsajos analizę.
2. Išanalizuoti šiuolaikines internetinių svetainių dizaino tendencijas ir programinius sprendimus.

3. Remiantis tyrimo rezultatais, pritaikyti dizainą „IntegralSolutions“ svetainės kūrimui ir tobulinimui.

Tyrimo metodika – atliktas analitinis tyrimas apie reprezentacinių tinklapių dizainą.

Šiuolaikinės internetinių svetainių dizaino tendencijos 2024 m.

2024 m. internetinių svetainių dizaino pasaulyje tęsiasi dinamiškas vystymasis, kurį žymi inovatyvūs sprendimai, atitinkantys šiuolaikinius vartotojų poreikius bei technologijų pažangą. Šių metų dizaino tendencijos aiškiai nukreiptos į naudotojo patirtį (UX), funkcionalumą, estetiką ir pasiekiamumą, kuriant įspūdingas ir veiksmingas internetines svetaines. Pažymėtina keletas ryškiausių 2024 metų dizaino tendencijų, tokių kaip pastelinių spalvų, animacijos, interaktyvių elementų, adaptyvaus dizaino naudojimas šiuolaikinių internetinių svetainių kūrimui.

Pastelinės spalvų paletės: švelnios, gaivos pastelinės spalvos išlieka populiarius pasirinkimas kuriant svetaines. Jos puikiai konkuruoja su tamsaus režimo tendencijomis. Be vizualinio malonumo, pastelinės spalvos suteikia emocinį pakylėjimą ir šilumą, kurios dažnai trūksta šiuolaikiniame skaitmeniniame pasaulyje.

Animuoti produktai: animuoti produktų vaizdo įrašai tampa vis populiare sni, leisdami demonstruoti produktų veikimą ir privalumus interaktyviai. Šie animacijos įrašai padeda supaprastinti sudėtingas idėjas ir procesus, pateikdami informaciją lengvai suprantamu ir įdomiu būdu.

Įtraukiantys interaktyvūs elementai: svarbi tendencija, siekiant pritraukti naujus klientus ir pagerinti vartotojų patirtį. Įvairūs interaktyvūs elementai, tokie kaip spustelėjimai, slinkimai, braukymai, padeda išlaikyti vartotojų dėmesį ir padidina svetainės efektyvumą.

Slenkančios animacijos: dinamiškos slenkančios animacijos pagerina vartotojo patirtį, reaguodamos į vartotojo veiksmus. Elementų išblukimas ar persikėlimas į naujas pozicijas kuria įdomų ir patrauklų dizaino efektą, kuris skatina vartotojus tyrinėti svetainę.

Adaptyvus dizainas: universalus dizainas, prisitaikantis prie įvairių įrenginių ekranų dydžių, išlieka esminis siekiant užtikrinti optimalią vartotojo patirtį visose platformose. Didėjantis mobiliųjų įrenginių naudojimas dar labiau pabrėžia adaptyvaus dizaino svarbą.

Šios tendencijos demonstruoja, kad 2024 m. internetinių svetainių dizainas toliau bus orientuotas į efektyvumą, vartotojų patirtį ir vizualią estetiką, siekiant geriau atliepti besikeičiančius vartotojų poreikius bei technologinius iššūkius. Teisingai įgyvendinus šias tendencijas, galima sukurti patrauklias ir veiksmingas internetines svetaines, kurių dizainas bus lyderiaujantis šiuolaikiniame skaitmeniniame pasaulyje.

Konkurentų tinklapių analizė

Svetainės kūrime svarbus aspektas yra įvertinti ir analizuoti analogiškus konkurentų multimedijos produktus. Pagrindiniai kokybiškos svetainės vertinimo aspektai yra matomumas (svetainės prieinamumas), surinkimas (tinklapių struktūra), technika (technologijų panaudojimas), turinys (informacijos patikimumas), paslaugos (Steve Krug, 2014). Pagrindiniai kriterijai, pagal kuriuos vertinamos konkurentų svetainės:

- Pradinio puslapio dizainas ir funkcionalumas;
- Vizualinės informacijos pateikimas;
- Socialinių tinklų pasiekiamumas;
- Mobiliosios versijos integracija;
- Svetainės turinys.

Internetinės svetainės yra pagrindinė priemonė pritraukti naujus klientus, suteikti informaciją apie produktus ir paslaugas bei užmegzti bendradarbiavimą su esamais ir naujais klientais. Sveikatos produktų tiekėjai naudoja savo tinklalapius kaip veiksmingą platformą, leidžiančią pasiekti ir įtikinti potencialius vartotojus dėl produktų naudos ir kokybės, o jų internetinės svetainės yra svarbi priemonė pritraukti ir informuoti klientus bei konkuruoti rinkoje. Analizės tikslas yra išsiaiškinti, kaip šie tinklalapiai pasitelkia dizainą, navigaciją ir turinį siekdami savo tikslų bei kaip tai gali paveikti vartotojų patirtį ir galutinius rezultatus. Šiame tyrime buvo analizuojami trys konkurentų – „Lepicol“, „Vivomixx“ ir „BioAgra“ – tinklalapiai siekiant įvertinti jų dizainą ir funkcionalumą.

„Lepicol“ pradiniame puslapyje naudama „hamburgerio“ (arba kitaip *drop-down*) tipo meniu, dažnai vadinama „hamburgerio mygtuku“, yra minimalistinis mygtukas, susidedantis iš trijų horizontalių linijų. *Lepicol* pradinio puslapio bendras dizainas yra spalvingas ir traukiantis akį. Tekstą sunku skaityti, nes žalios spalvos ir plonas šriftas prastai skaitomas geltoname fone. Siūlomų prekių išdėstymas aiškus ir informatyvus. Visas tinklalapio dizainas paremtas pasikartojančio gamtos fono peizažu, kuriame naudojamas tas pats baltos spalvos šriftas, kuris yra sunkiai skaitomas. Tačiau pagrindinis šio konkurentų tinklaraščio išskirtinumas yra dešinėje pusėje esantis 4 taškų aktyvus mygtukas, kuris grąžina atgal į norimą puslapį. Verta taip pat pažymėti, kad logotipas yra susiliejęs su fonu ir neakcentuojamas pačiame puslapyje, taip pat nėra jokios ikonos ar informacijos apie įmonės socialinius tinklus. Mobilioji svetainės versija pritaikyta ir patogi naršyti vartotojui.



1 pav. „Lepicol“ svetainės pradinis puslapis

„Vivomixx“ svetainės pagrindinio puslapio dizainas yra paprastas ir minimalistinis, čia pagrindinis dėmesys yra skiriamas produkto ir jo privalumų aiškiam bei glaustam pristatymui. Meniu horizontali juosta perkelta žemyn – tai yra neįprastas

sprendimas. Poraštės nėra, nes meniu juosta „priklijuota“ viršuje. Tinklaraštyje yra daug informatyvaus turinio, daug dėmesio skiriama įkūrėjui ir jo veiklai. Taip pat yra daug vaizdinės medžiagos, kuri praturtina vartotojų patirtį. Turinys neperpildytas ir informatyvus. Vienintelė užuomina apie socialinius tinklus yra „youtube“ vaizdo įrašas apie produktą. Mobilii versija gerai pritaikyta ir patogi naršyti vartotojui.



Kodėl mums reikalingos gerosios bakterijos?

Pasakyti Draugui

2 pav. „Vivomixx“ svetainės pradinis puslapis

„Bioagna“ svetainėje taip pat yra naudojamas minimalistinis dizainas su „švariais“ ir paprastais elementais. Išdėstymas sudaro galimybę lengvai naršyti, informacijos hierarchija yra aiški. Logotipo ir meniu juostos spalvos nėra suderintos, todėl logotipas tampa blogai matomas. Dešinėje pusėje įdėtas įtraukiantis interaktyvus elementas – vaizdo įrašas apie parduodamą produktą, kuris patraukia vartotoją. Svetainės turinys yra aiškus ir lengvai skaitomas.



3 pav. „Bioagna“ svetainės pradinis puslapis

Apžvelgę šių interneto svetainių dizaino ypatumus, galime pastebėti skirtingas strategijas ir sprendimus, kurie siekia pritraukti dėmesį ir suteikti naudingą patirtį vartotojams. Kiekviena svetainė turi savo unikalumą ir stipriąsias puses, kurios gali būti vertingos mokantis ir tobulinant kitų internetinių projektų dizainą. Pažymėtina, kad reprezentaciniame puslapyje neakcentuojami socialiniai tinklai; mobilii versija pritaikyta ir patogi naršyti vartotojui.

Tyrimų rezultatų pritaikymas atnaujinant „IntegralSolutions“ svetainę

Įmonei „IntegralSolutions“ labai svarbu pritraukti klientus naudojantis savo internetine svetaine, todėl ją atnaujinant buvo pritaikytos kelios 2024 m. svetainių dizaino tendencijos. Pagrindinis dėmesys buvo nukreiptas į spalvų paletės naudojimą ir spalvų derinimą. Horizontali meniu juosta buvo sukurta naudojant logotipo spalvą. Pasirinkus, pavyzdžiui, skirtį „Kontaktai“, langelis pasikeičia į spalvingą animaciją, kad vartotojai aiškiai matytų, kurią puslapio dalį pasirinko. Pagrindiniame puslapyje yra akcentuojamas „EasyMind“ produktas su ryškiu mygtuku, nukreipiančiu į įmonės antrą puslapį – parduotuvę. Poraštėje galima rasti „linkedin“ ir „gmail“ ikonas, kurios nukreips į tiesioginį bendravimą su įmone. Turinyje pateikiama visa informacija apie produktą, jo naudą ir veikimo principą.



4 pav. Atnaujintas „IntegralSolutions“ svetainės pradinis puslapis

Atnaujinamai internetinei svetainei buvo sukurtas reklaminis animacinis vaizdo įrašas naudojant „Adobe Animate“ animavimo programą. Įrašas buvo sumontuotas naudojant „Adobe Premiere Pro“. Šis įtraukiantis vaizdo įrašas – tai vaizdinė medžiaga, išsamiai pateikianti klientui informaciją apie produktą ir jo naudą. Įrašė taip pat akcentuojama, kad prekę galima įsigyti ne tik internete, bet ir fiziniėje partnerių parduotuvėje. Įrašas sukurtas atsižvelgiant į tai, kad svarbiausias aspektas kuriant informatyvią ir trumpą reklamą yra išlaikyti žiūrovo dėmesį.



5 pav. Animacinio vaizdo įrašo panaudojimas puslapyje

Į „IntegralSolutions“ svetainę buvo įtraukti animaciniai perėjimai, kurių judanti grafika buvo naudojama su tikslu pagerinti vartotojo sąsają ir patirtį. Naudojant CSS kodo aprašo efektą, kurio turinys yra rodomas arba slepiamas, kai vartotojas užveda pelę virš nuotraukų elementų. Taigi, kai vartotojas užveda pelę virš elemento, kuriam taikomi šie stiliai, permatomumas (opacity) pereina iš 0 į 1 per 0.5 sekundės trukmę, kuriant pereinamąjį efektą. Tai leidžia suteikti subtilų, bet patrauklų turinio atskleidimo efektą, kai vartotojas sąveikauja su svetaine.

Integral Solutions yra pažangus biotechnologinis startuolis, specializuojantis mikrobiomui orientuotų sprendimų auginime ir taikyme. Įmonė naudoja žarnyno smegenų sąsają siekdama kurti revoliucinius mikrobiomui pagrįstus sprendimus, kurie optimizuoja psichinę gerovę ir atveria naujas žmogaus veiklos dimensijas.



6 pav. Animacinio perėjimo panaudojimas puslapyje

Išvados

1. Konkurentų internetinių svetainių tyrimas parodė, kad kiekviena svetainė turi savo unikalumą ir stipriąsias puses, kurios gali būti vertingos mokantis ir tobulinant kitų internetinių projektų dizainą. Šios svetainės naudoja įvairius dizaino sprendimus siekiant pritraukti dėmesį ir suteikti naudingą patirtį vartotojams.

2. Šiuolaikinės internetinių svetainių dizaino tendencijos 2024 metais rodo, kad didelis dėmesys skiriamas vartotojų patirčiai (UX), funkcionalumui, estetikos ir pasiekiamumo užtikrinimui. Pastelinės spalvos, animuoti produktų vaizdo įrašai, įtraukiantys interaktyvūs elementai ir adaptyvus dizainas yra esminės tendencijos, kurios padeda sukurti patrauklias ir veiksmingas internetines svetaines.

3. Atnaujinant "IntegralSolutions" svetainę, buvo pritaikyti modernūs dizaino sprendimai ir tendencijos, atsižvelgiant į konkurentų tyrimo rezultatus. Svetainės dizainas buvo atnaujintas naudojant "WordPress" platformą su "Elementor" įskiepiu, kas leido sukurti funkcionalią, estetišką ir vartotojui patrauklią svetainę.

4. Pritaikyti programiniai sprendimai ir dizaino elementai, tokie kaip spalvų paletės naudojimas, horizontalios meniu juostos spalvinimas, animaciniai perėjimai ir reklaminis animacinis vaizdo įrašas, padėjo pagerinti svetainės vartotojo sąsają ir patirtį. Tai leido įmonei "IntegralSolutions" išsiskirti tarp kitų paslaugų teikėjų ir užtikrinti aukštą naudotojų patirtį.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Lepicol. <https://www.lepicol.lt/>
2. Geriausi probiotikai. <https://www.geriausiprobiotikai.lt/>
3. Bioagna. <https://bioagna.lt/>
4. Krug, S. (2014). *Don't Make Me Think: A Common Sense Approach to Web Usability* (3rd ed.). New Riders Publishing.
5. Website designe trends elements. <https://elements.envato.com/learn/web-design-trends>
6. Website design trends 2024. <https://merehead.com/blog/website-design-trends-2024/>
7. Scroll animations <https://tympanus.net/codrops/2024/01/17/a-practical-introduction-to-scroll-driven-animations-with-css-scroll-and-view/>
8. Interneto svetainės kokybės vertinimo ypatumai. Juozas Rusevičius http://www.kv.ef.vu.lt/wp-content/uploads/2010/10/STRAIPSNIS-Svetainiu_kokybe.Juozas_Ruzevicius__Natalija_Guseva.pdf
9. Ričkutė L. (2013). Tinklalapių kūrimas, dizainas ir valdymas. Klaipėda
10. https://marko.lt/wpcontent/uploads/2021/01/10_2013_Tinklalapiu_kurimas_dizainas_ir_valdymas.pdf

Summary

The company's website is crucial as it serves as the company's business card, where its design and content can create a first impression for potential clients and partners. During the research, it was decided to update the representative website of IntegralSolutions to better reflect the company's image and offerings online.

WordPress with Elementor plugin was chosen for this purpose as it is an efficient and flexible platform that allows for the creation of modern and functional websites without the need for deep programming knowledge. Elementor plugin provides the ability to create unique designs using a visual editor, making it easy to manage content and layout.

CBD produktų rinkos tyrimas ir originalių reklaminių priemonių kūrimas

Monika Lapinš, Renata Gudaitienė
Kauno kolegija

Anotacija. Tyrime aptariama CBD aliejaus svarba, jo terapinės savybės, ir kaip 3D vizualizacijos, kuriamos naudojant „Autodesk 3ds Max“, gali padidinti produkto patrauklumą ir suprantamumą vartotojams. Darbe analizuojami rinkos segmentai, konkurentų pozicijos ir vartotojų požiūris į CBD aliejų. Tyrimo metodai apima apklausą, duomenų palyginamąją analizę, o išvadose pabrėžiama, kad CBD aliejus tampa vis populiareniu dėl savo naudingų savybių. Atskleidžiama, kad efektyvus 3D technologijų panaudojimas reklamoje gali sustiprinti prekės ženklą vertę ir pagerinti vartotojo patirtį.

Raktiniai žodžiai: CBD aliejus, trimatė grafika, 3D vizualizacija, rinkos analizė, konkurentų analizė, interaktyvios reklamos.

Įvadas

CBD aliejus iš kanapių augalo vis dažniau rinkoje vertinamas dėl terapinių savybių. Produktai išsiskiria įvairove ir naudojimo galimybėmis. Siekiant padidinti produktų su CBD komponentais žinomumą svarbu numatyti ir reklaminę strategiją. Nuo to kaip vartotojas sužino apie produktą ir kokių priemonių pagalba, priklauso ir įmonės produkcijos pardavimų augimas. Siekiant išsiaiškinti CBD aliejaus pagrindu gaminamų produktų naudojimo dažnumą ir produktų žinomumą, svarbu išanalizuoti CBD aliejaus produktų rinką, įskaitant ir rinkodaros strategijas, įvertinti konkuruojančių įmonių veiklą ir taikomas reklamines priemones.

Vystantis informacinėms technologijoms, itin didelis dėmesys skiriamas inovatyvioms vizualinėms priemonėms, tokios kaip animacija, trimatis modeliavimas ir vizualizavimas. Naudojant trimatės grafikos programos priemones galima detalčiau atvaizduoti produkto ypatybes, padidinant jo patrauklumą ir suprantamumą vartotojams. Toks metodas ne tik gali palengvinti informacijos pateikimą vartotojui, bet ir parodo, kaip modernios technologijos gali būti efektyviai panaudotos CBD produktų marketinge, gerinant vartotojų patirtį ir padedant priimti apgalvotus ir svarbius sprendimus norint išbandyti naują produkciją.

Darbo tikslas – nustatyti CBD aliejaus produktų žinomumą ir atlikti rinkos analizę, įvertinant konkuruojančių įmonių reklaminę strategiją, bei sukurti originalias produktų reklamas.

Uždaviniai:

1. Nustatyti CBD aliejaus produktų žinomumą bei rinkos ypatumus ir ištyrus bei įvertinus konkurentų stipriąsias ir silpnąsias puses, sukurti įmonei originalią reklaminę produkciją.

2. Nustatyti įmonės ir konkurentų informacijos pasiekiamumą, lankytojų srautus bei stipriausias ir silpniausias puses ir pasirinkti reikalingas priemones užsakovo produkcijos geresnei reklamai.

3. Sukurti produktų vizualizacijas ir šiuolaikišką, informatyvų reklaminių turinį naudojant 3D technologijas.

Tyrimo metodika: tyrimo duomenys buvo surinkti per „Facebook“ ir „Instagram“ apklausas. Respondentai – įvairaus amžiaus asmenys, susipažinę su CBD produktais. Duomenų analizė atlikta naudojant „Microsoft Excel“, taikant deskriptyvinę statistiką (vidurkių ir procentų apskaičiavimas). Duomenų patikimumas įvertintas naudojant 95 proc. pasitikėjimo lygį ir 7.96 proc. paklaidą, taip pat mažiausio reikšmės skirtumo (R05) metodą, garantuojantį, kad rezultatai atspindi realias populiacijos charakteristikas.

CBD aliejaus aktualumas

CBD (kanabidiolis) yra vienas iš daugiau nei šimto kanabinoidų, randamų kanapėse. Skirtingai nuo THC (tetrahidrokanabinolio), kuris yra garsiausias dėl savo psichoaktyviųjų savybių, CBD nesukelia euforijos ar kitokių psichotropinių poveikių. Dėl savo ne psichoaktyviųjų savybių, CBD aliejus yra vertinamas dėl jo įmanomo teigiamo poveikio sveikatai, kuris apima nerimo mažinimą, miego kokybės gerinimą ir kitas terapines savybes.

Savo straipsnyje Peter Grinspoon (n.d.), išvalgus praktikuojantis gydytojas ir Harvardo medicinos mokyklos darbuotojai, Harvard Health Publishing svetainėje pabrėžia CBD aliejaus, gaunamo iš pramoninių kanapių, populiarumo augimą. Šiame straipsnyje CBD yra vertinamas dėl jo teigiamo poveikio, tokių kaip nerimo mažinimas ir miego kokybės gerinimas, be psichoaktyvaus efekto, skirtingai nuo THC. Dr. Grinspoon išskiria CBD kaip ne psichoaktyvų kanabinoidą, kuris padeda įveikti įvairius sveikatos iššūkius, tokius kaip pavyzdžiui: skausmo valdymas ir uždegimo mažinimas. Be to, CBD gali būti naudojamas kaip pagalbinė priemonė įvairiose sveikatos priežiūros srityse, dėl savo galimų antiuždegiminių savybių.

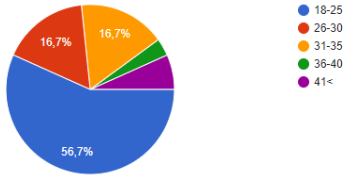
Tyrimo rezultatai

CBD produktų žinomo ir naudojimo tyrimas

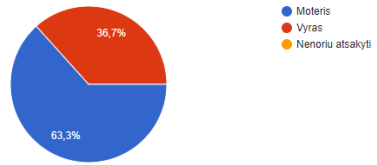
CBD, išgautas iš kanapių augalo, šiuolaikinėje sveikatos priežiūros ir gerovės kultūroje vis labiau įsitvirtina kaip potencialiai naudingas natūralus preparatas. Siekiant išsiaiškinti vartotojų požiūrį apie CBD aliejų, buvo sudaryta anketa ir pasidalinta „Facebook“ platformoje bei gyvai tarp skirtingo amžiaus respondentų.

Atlikus apklausą, į kurią atsakė 129 respondentai, galima išskirti svarbius rinkos segmentus bei vartotojų polinkius, kurie leidžia giliau suprasti ir prognozuoti rinkos tendencijas.

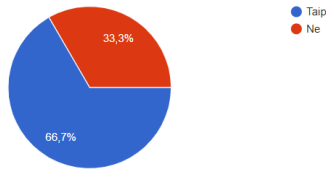
Demografija ir vartotojų požiūris



1. pav. Apklaustos dalyvių amžius



2. pav. Apklaustos dalyvių lytis

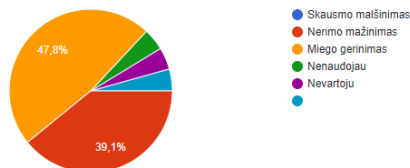


3. pav. Apklaustos dalyvių CBD aliejaus žinomumas
(Ar esate girdėję apie CBD aliejų?)

Apklaustos duomenys atskleidžia, kad 66,7 proc. respondentų teigė esantys girdėję apie CBD aliejų, o 33,3 proc. nebuvo girdėję. Tai rodo, kad dauguma apklaustųjų yra bent jau šiek tiek susipažinę su CBD aliejumi. CBD aliejaus produktai yra itin populiarūs tarp moterų, kurios sudaro 63,3 proc. respondentų, o vyrai – 36,7 proc.. Tai parodo, kad CBD aliejus gali būti siejamas su lyties specifiniais poreikiais, pvz., skausmo malšinimu ar grožio procedūromis.

Didžioji respondentų dalis (56,7 proc.) yra jaunimo segmente nuo 18 iki 25 metų amžiaus, rodo šios amžiaus grupės atvirumą naujoms ir alternatyvioms sveikatos priežiūros priemonėms.

CBD aliejaus vartojimo priežastys

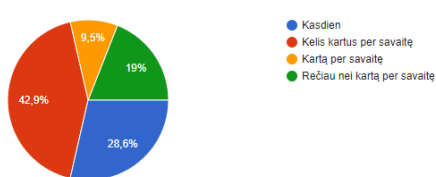


4. pav. Apklaustos dalyvių CBD aliejaus vartojimo priežastys

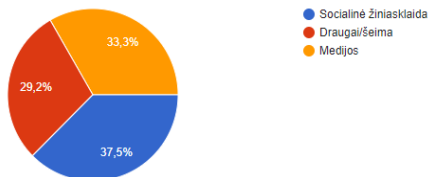
Atsakydami į anketoje pateiktus klausimus dauguma respondentų (66,7 proc.) nurodė, kad yra naudoję CBD aliejų, su daugiausia nurodytomis priežastimis esant skausmo malšinimui (47,8 proc.) ir nerimo mažinimui (39,1 proc.). Tai leidžia teigti,

kad CBD aliejus dažniausiai yra vertinamas kaip natūrali alternatyva tradiciniams medicinos metodams, kovai su skausmu ir stresu.

Vartojimo dažnumas ir pirkimo elgsena



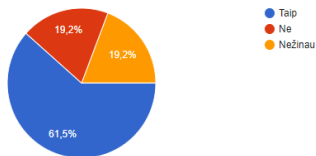
5. pav. CBD aliejaus vartojimo dažnumas



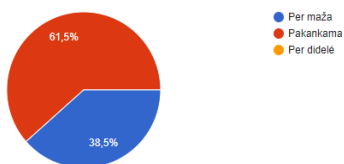
6. pav. Informacijos šaltiniai

Atsižvelgiant į vartojimo dažnumą, didžiausia respondentų dalis (42,9 proc.) teigia naudojantys CBD aliejų kelis kartus per savaitę, o tai rodo nuoseklų ir sąmoningą produkto naudojimą. Šių vartotojų informacijos šaltiniai yra įvairūs, tačiau labiausiai pabrėžiamas socialinių tinklų vaidmuo (37,5 proc.), tai rodo, kad CBD prekės ženklams svarbu toliau investuoti į socialinės medijos marketingą, siekiant išlaikyti ir plėsti savo vartotojų spektrą. Nemažą dalį sudarė ir šeimos bei draugų rekomendacijos (33,3 proc.), kas rodo žodžio galios ir skaitmeninės komunikacijos svarbą.

Kainos ir pasiūlos vertinimas



7. pav. Ar kaina atitinka produkto vertę? 8. pav. CBD aliejaus pasiūla Lietuvoje



Kainos vertinimo atžvilgiu, apklausa rodo, kad didžioji dauguma respondentų (61,5 proc.) mano, jog CBD aliejaus kaina atitinka jo vertę. Tai signalizuoja apie tai, kad vartotojai yra pasiruošę investuoti į kokybiškus produktus, kurie atneša norimą naudą. Tuo tarpu maždaug penktadalis (19,2 proc.) respondentų nesutinka, jog kaina atspindi vertę, o tai gali rodyti kainodaros ir vartotojų lūkesčių neatitikimą.

Apie CBD aliejaus pasiūlą Lietuvos rinkoje, 38,5 proc. respondentų mano, kad pasiūla yra per maža, o 61,5 proc. laiko ją pakankama. Tai rodo reikšmingą potencialą rinkos plėtrai.

Tyrimo rezultatai parodė, kad didžioji dalis respondentų (66,7 proc.) teigė esantys girdėję apie CBD aliejų. Tyrimo paklaida įvertinta 7,96 proc. ribose, o pasitikėjimo lygis – 95 proc.. Tai reiškia, kad apklausos rezultatai su 95 proc. tikimybe atspindi visų tyrimo dalyvių nuomones, o paklaida neviršija 7,96 proc.. Šie rodikliai užtikrina, kad tyrimo rezultatai yra patikimi ir gali būti naudojami svarstant tolesnes marketingo strategijas.

Įmonių prekiaujančių CBD produktais svetainių ir soc. tinklų lankomumo palyginamoji analizė

Analizuojant konkurenciją tarp CBD produktų prekybos įmonių, itin svarbu „ištirti konkurentų stipriąsias ir silpnąsias puses“, kaip nurodoma knygoje „Prekybos marketingas“ (2005). Toks metodas leidžia atskleisti svarbiausius veiksnius, kurie lemia vartotojų pritraukimą ir įmonės prekės ženklo stiprinimą rinkoje. Taip pat, kaip teigia Obrazcov (2006) savo knygoje „Valdymo ir administravimo metodai“, tinkama konkurentų analizė yra nepakeičiama strateginių sprendimų priėmimo proceso dalis, nes suteikia galimybę suprasti ir prognozuoti konkurentų veiksmus rinkoje

Siekiant išsiaiškinti įmonės konkurencingumą ir įvertinti silpnąsias ir stipriąsias puses, 2023 m. gruodžio mėnesio ir 2024 m. vasario mėnesio laikotarpiu buvo atliktas respondentų anketavimas. Palyginamoji analizė buvo naudojama išnagrinėti įmonių lankomumo rodiklius, marketingo kanalų pasiskirstymus ir pardavimų apimtis. Deskriptyvinė statistika, įtraukiant vidurkius, procentus leido aiškiai pateikti ir vizualizuoti duomenis, padedant lengviau suvokti kiekvienos įmonės pozicijas ir jų skirtumus. Išanalizavus „CBD Potential“ ir jos konkurentų – „Hempo.lt“, „H Drop“ ir „ecoKanapė“ veiklą ir lankytojų srautus buvo pateikta palyginamoji analizė. Įmonių pozicija rinkoje pagal lankomumą, marketingo kanalus, svetainių lankomumas, pardavimus bei soc. medijos lankomumas buvo įvertinta ir patekta 1 lentelėje.

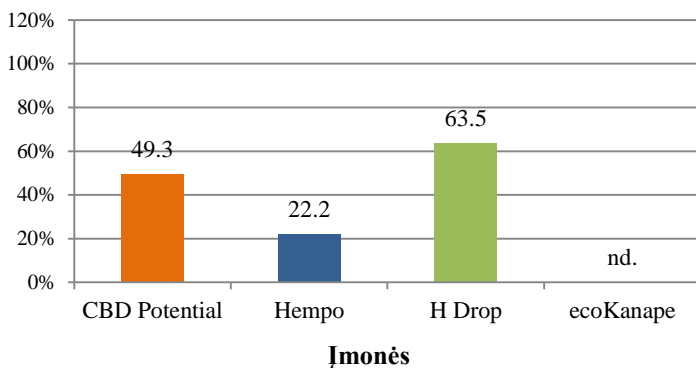
1-oje lentelėje, trečiojoje grafoje galima matyti koks lankytojų skaičius yra iš Lietuvos, o koks iš kitų šalių. „CBD Potential“ lankomumas yra mažesnis nei 5000 lankytojų ir visi yra iš Lietuvos. Tai parodo, kad įmonė yra stipriai susikonscentravusi į vietinę rinką, tačiau trūksta reklamos į užsienio rinkas. Palyginus „Hempo.lt“ sulaukia 27634 lankytojų, o „H Drop“ – 18392 lankytojų, tačiau abiejų įmonių didžioji dalis lankytojų taip pat yra iš Lietuvos.

1 lentelė. CBD aliejaus prekybos svetainių populiarumas pagal lankytojų skaičių ir geografiją

Įmonės pavadinimas	Lankytojų skaičius (vnt.)	Lankytojų skaičius iš Lietuvos (proc.)
„CBD Potential“	<5000	100,00
„Hempo“	27,634	91,72
„H Drop“	18,392	94,89
„ecoKanapė“	<5000	100,00

Marketingo kanalų pasiskirstymas (2 lentelė) kaip rašoma straipsnyje finansų ir investicijų enciklopedijos „Investopedia“ (2024), atspindi, kaip skirtingi marketingo kanalai prisideda prie svetainių lankomumo arba kaip lankytojai atsiduria svetainėse. „CBD Potential“ dominuoja mokama paieška, sudaranti 57.93 proc. viso marketingo kanalų pasiskirstymo, o tai rodo didelius investicijų į šią rinkodaros strategiją mastus. H Drop išsiskiria 71.05 proc. organinės paieškos dalimi, o Hempo.lt – dideliu socialinės medijos ir organinės paieškos indėliu.

Atmetimo rodiklis (proc.)



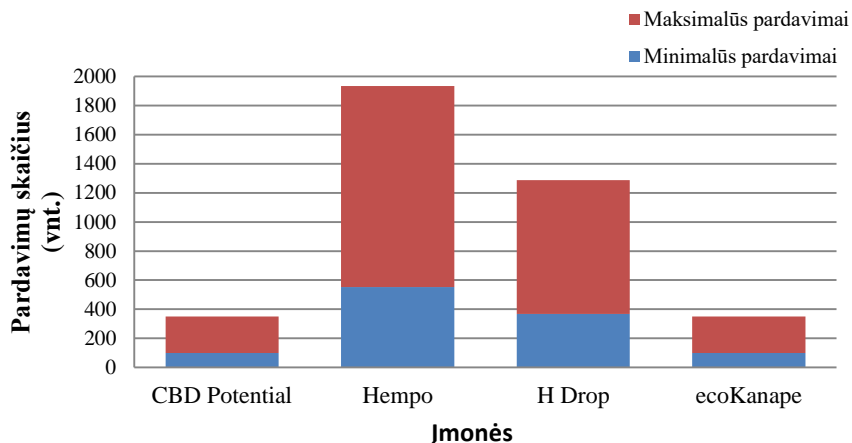
9 pav. CBD aliejaus prekybos svetainių atmetimo rodiklių diagrama

2 lentelė. CBD aliejaus prekybos svetainių prieinamumo rodikliai

Kanalas	CBD Potential (proc.)	Hempo.lt (proc.)	H Drop (proc.)	ecoKanapė (proc.)
Mokama paieška	57,93	33,88	0,93	n. d. (nėra duomenų)
Tiesioginiai	26,67	20,34	23,83	n. d.
Nuorodos	15,40	1,63	–	n. d.
Socialinė medija	–	12,70	2,69	n. d.
Organinė paieška	–	31,01	71,05	n. d.

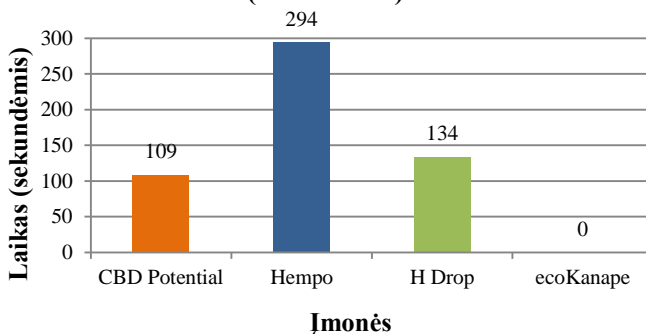
Statistinis skirtumas tarp „Hempo.lt“ ir „H Drop“ lankomumo yra reikšmingas ($p < 0.05$). „Hempo.lt“ svetainė išsiskiria lankytojų įsitraukimu: jie praleidžia beveik penkias minutes svetainėje, o atmetimo rodiklis yra mažas (10 pav). „H Drop“ rodo vidutinį įsitraukimą su dvejų minučių apsilankymu, bet atmetimo rodiklis šoktelėjęs iki 63.53 proc.. „CBD Potential“ lankytojai skiria šiek tiek mažiau laiko – maždaug dvi minutes, ir peržiūri mažiau puslapių. „EcoKanapė“ nėra duomenų.

Minimalūs ir maksimalūs pardavimai svetainėse (vnt.)



10. pav. CBD aliejaus prekybos svetainių apskaičiuotų pardavimų vidurkių diagramą

Vidutinė apsilankymo trukmė svetainėse (sekundėmis)



11. pav. CBD aliejaus prekybos svetainių vartotojų apsilankymo trukmės

Ištyrus atskirų įmonių vykdomus pardavimus (11 pav.), galima teigti, jog „Hempo.lt“ išsiskiria tarp nagrinėtų svetainių, turėdama didžiausią maksimalių pardavimų potencialą (1382 pardavimai). Tai rodo, kad ši svetainė efektyviai konvertuoja lankytojų srautą į pardavimus. Tuo tarpu „H drop“, rodo mažesnę maksimalių pardavimų skaičių, palyginti su „Hempo.lt“, tačiau vis tiek išlieka antra pagal pardavimus. „CBD Potential“ ir „ecoKanape“ pasižymi panašiais pardavimų dydžiais, rodydami stabilumą, bet mažesnę pardavimų apimtį, palyginti su lyderiais.

Analizė parodė, kad „H Drop“ svetainėje vidutinė apsilankymo trukmė yra gerokai ilgesnė už kitas įmones, su 294,5 sekundėmis palyginti su „Hempo“, kuris yra antras su 109,5 sekundėmis. Šis skirtumas rodo, kad „H Drop“ svetainėje lankytojai praleidžia žymiai daugiau laiko, kas gali atspindėti geresnį vartotojų įsitraukimą ir patrauklesnį turinį.

3D technologijų panaudojimas

Trimatės grafika ir 3D technologijos šiuolaikiniame pasaulyje naudojamos labai plačiai, pradedant nuo medicinos (Toufias et al., 2020; Pikridas et al., 2020) ir reklamos sričių (Debbabi 2010) ir baigiant architektūrinėmis vizualizacijomis (Survilaitė et al., 2021), įvairių pramoninių gaminių vizualizacijų kūrimu bei 3D spauda (Shahrubudin, 2019). Šiuo metu trimatės technologijos sėkmingai yra pritaikytos net ir statybų sektoriuje (Sanjayan ir Nematollahi, 2024).

Trimatė grafika (3D), kaip reklamos sudedamoji priemonė, vis labiau pastebima įvairių produktų reklaminiuose pristatymuose klientams. Trimačio modeliavimo ir animacijos pagalba galima atvaizduoti produktų savybes, juose vykstančius reiškinius, jų poveikį žmogui ar aplinkai. Debbabi (2010) savo moksliniame straipsnyje „Effect of online 3D advertising on consumer responses: The mediating role of telepresence“ teigia, kad „galimybė perduoti produkto esmę ir estetines savybes per trimačius modelius leidžia sukurti patrauklią ir įsimintiną vartotojo patirtį“. Įmonės naudoja 3D technologijas norėdamos sukurti išsamius, realistiškus produktų prototipus, kurie gali būti naudojami tiek virtualiose erdvėse, tiek ir fizinėje realybėje, kad pristatytų naujas prekes ar inovacijas.

Tyrimo rezultatų pritaikymas kuriant originalią įmonei reklamą

Darbo metu buvo sukurtos dvi 3D reklamos užsakovui „CBD Potential“, siekiant atitikti specifinį poreikį – pateikti CBD produktus šiuolaikiškoje ir patrauklioje vizualinėje aplinkoje, kurioje produktai išryškėtų kaip pagrindiniai veikėjai.

„CBD Potential face serum“ reklamos kūrimas

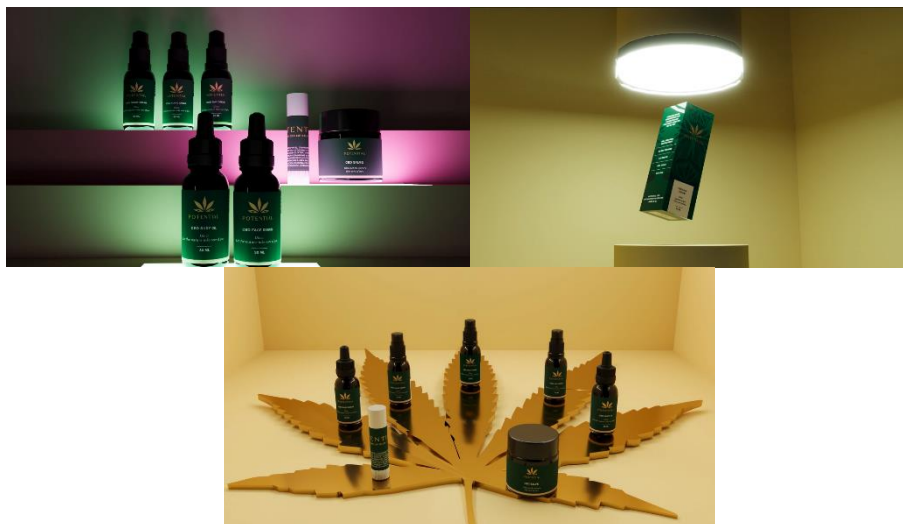
Ši reklama buvo sukūrta remiantis idėja, kad novatoriškas 3D modeliavimas yra unikali priemonė vartotojų dėmesiui pritraukti. Atskleidžiamas serumo modernumas naudojant „Autodesk 3ds Max“. Išryškintos tekstūros ir etiketės per „Material Editor“ ir „UVW Map“, suteikiant vizualizacijai kokybišką ir šiuolaikišką vaizdą. Techninėje pusėje, šviesos efektai, sukuriami su „Corona Renderer“ ir „LightMix“, padidina vizualinį produkto patrauklumą. Finalinė reklama sujungta ir pritaikyta „Adobe Premiere Pro“, eksportuojant į aukštos kokybės H.264 formatą.



12. pav. „CBD Potential face serum“ sukurtos 3D reklamos kadrai

„CBD POTENTIAL“ kosmetikos linijos reklamos kūrimas

Antrajai „CBD Potential“ reklamai, pristatančiai kosmetikos liniją, sukurtos trys skirtingos scenos, naudojant „Autodesk 3ds Max“ buteliuko ir kitų produktų formoms modeliuoti. Tekstūros ir etiketės redaguojamos „Adobe Illustrator“ ir išsaugomos į .pdf, užtikrinant glotnų prisitaikymą prie 3D modelių. 'Corona Renderer' ir 'LightMix' funkcijos leido reguliuoti šviesos šaltinius, o 'Unwrap UVW' modifikatorius palengvino tekstūrų pritaikymą. Vaizdo montažas atliktas „Adobe Premiere Pro“, o rezultatas išsaugotas H.264 formatu optimaliam vaizdo kokybės išlaikymui.



13. pav. „CBD POTENTIAL“ kosmetikos linijos reklamos scenos

Išvados

1. Tyrimo rezultatai parodė, kad CBD aliejus tampa vis populiariesnis tarp Lietuvos gyventojų, ypač jaunų moterų tarpe. Didžioji dalis respondentų (66,7 proc.) teigė esantys girdėję apie CBD aliejų, o 46,3 proc. nurodė, kad jau yra jį naudoję. Pagrindinės CBD aliejaus vartojimo priežastys yra skausmo malšinimas (47,8 proc.) ir nerimo mažinimas (39,1 proc.). Tyrimo duomenų patikimumas buvo užtikrintas 95 proc. pasitikėjimo lygiu ir 7,96 proc. paklaida. Tai reiškia, kad su 95 proc. tikimybe gauti rezultatai atspindi visų tyrimo dalyvių nuomones, o paklaida neviršija 7,96 proc.. Šie rodikliai rodo, kad tyrimo rezultatai yra pakankamai patikimi ir gali būti naudojami svarstant tolesnes marketingo strategijas.

2. Nustatyta, kad „Hempo.lt“ pirmauja Lietuvoje, veiksmingai paverčiantis lankytojus pirkimais ir pasižymintis didelėmis pardavimų apimtimis. „H Drop“ iškilo dėl geros SEO, o „CBD Potential“ aktyviai konkuruoja su mokama reklama. „ecoKanape“ atsilieka dėl aukšto svetainės atmetimo lygio ir socialinių tinklų nebuvimo.

3. Darbo metu, atsižvelgus į atliktą tyrimą ir pritarus įmonei, buvo sukurtos originalios „CBD Potential“ įmonės produktų 3D vizualizacijos siekiant, kad gamintojas išskirtų savo produktais rinkoje. Taip pat buvo sukurti dvi originalios produkcijos reklaminės animacijos, kurių trukmė („*CBD Potential face serum*“ reklamos) 24 sekundės ir („*CBD Potential face serum*“ reklama) 26 sekundės. Šiomis reklamomis siekiama geriau informuoti ir sudominti vartotojus, ypač jaunesniąją auditoriją, kuri vertina inovatyvias ir šiuolaikiškas reklamines prezentacijas.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Bronislovas Cereška, Vytautas Vengrauskas (recenzantai). (2005). „Prekybos marketingas“ Vilnius
https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=HdyCDPZB13oC&oi=fnd&pg=PA9&dq=konkurentai+marketinge&ots=aYXz_Pgndn&sig=9ntmil3dhRDG_kVLsHqQ2aDKRHY&redir_esc=y#v=onepage&q=konkurentai+proc.20marketinge&f=false
2. Grinspoon, P. (2024). Cannabidiol (CBD): What we know and what we don't. Harvard Health Straipsnis <https://www.health.harvard.edu/blog/cannabidiol-cbd-what-we-know-and-what-we-dont-2018082414476>
3. J. Fernando. (2024) What Is a Distribution Channel in Business and How Does It Work?. <https://www.investopedia.com/terms/d/distribution-channel.asp>
4. V. Obrazcovas. (2006) Valdymo ir administravimo metodai.
https://www.google.lt/books/edition/Valdymo_ir_administravimo_metodai/TzeCX4AFXycC?hl=lt&gbpv=1&dq=konkurentų+analizė&pg=PA35&printsec=frontcover
5. Sanjayan, J. G., & Nematollahi, B. (2024). 3D Concrete Printing for Construction Applications
https://books.google.lt/books?id=LFSIDwAAQBAJ&newbks=0&printsec=frontcover&dq=3D+technology+in+construction&hl=lt&redir_esc=y#v=onepage&q=3D+proc.20technology+proc.20in+proc.20construction&f=false
6. Shahrubudin N., Lee T.C., Ramlan R. (2019) An Overview on 3D Printing Technology: Technological, Materials, and Applications. Procedia Manufacturing, Volume 35, p. 1286-1296

7. Survilaitė E. (2021). Gyvenamojo namo eksterjero ir interjero vizualizacija. Baigiamasis darbas./ Kaunas: Kauno kolegija
8. G. Toulfas , P. I. Banga, & J. Suri. (2024). 3D Printing: Application in Medical Surgery.
https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=gN3WDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=3D+technology+book&ots=gUxpbrwaKo&sig=3EiEI1zGpQ123bbwFZ8BNwgldfc&redir_esc=y#v=onepage&q=3D+proc.20technology+proc.20book&f=false

Summary

In this article the importance of CBD oil, its therapeutic properties, and how 3D visualizations created using Autodesk 3ds Max can increase product appeal and understanding for consumers is analysed. As part of the research, market segments, competitor positions and consumer attitudes towards CBD oil were analysed. Research methods included survey and comparative data analysis, and the findings highlighted that CBD oil is becoming increasingly popular due to its beneficial properties. It was also revealed that effective use of 3D technologies in advertising can enhance brand value and improve user experience.

Keywords: CBD oil, three-dimensional graphics, 3D visualization, market analysis, competitor analysis, interactive advertising.

Internetinės svetainės ir vizualizacijos produktų kūrimas koučingo veiklai

Julita Miknevičiūtė, Mindaugas Zmitrulevičius
Kauno kolegija

Anotacija. Šiame straipsnyje aptariamas internetinės svetainės ir vizualizacijos produktų kūrimo procesas, kuriame yra analizuojami pagrindiniai žingsniai reikalingi norint, kad visi produktai turėtų efektyvų veikimą ir didžiausią žmonių įsitraukimą į koučingo veiklas. Produktų kūrimo metu yra sukuriamas internetinės svetainės prototipas su vizualizacijos priemonėmis, kurios skatina auditoriją, nesusitvarkančia su savo vidinėmis problemomis, kreiptis pagalbos į koučingo specialistę.

Raktiniai žodžiai: internetinė svetainė, vizualizacijos produktai, koučingas.

Įvadas

Šiais laikais gyvename laisvoje visuomenėje, kurioje yra daug pasirinkimų, o su daugybe pasirinkimų, ateina daug išbandymų ir sunkumų. Dėl šios priežasties, pasaulyje yra sertifikuoti specialistai – gyvenimo treneriai, koučeriai. „Koučeriai siekia motyvuoti ir paskatinti asmenį gerinti savo veiklą – tobulinti darbo įgūdžius, įveikti kliūtis ir remtis gerąja praktika“. (Misiukonis, 2016) Bet tam, kad labiau pritrauktų žmones, ypač kai šių laikų visuomenė mėgsta prieš einant pas nepažįstamą žmogų, internete gauti kuo platesnę informaciją apie jį ir jo veiklą, koučeriai rūpinasi savo turiniu jame. Tačiau žmonių susidomėjimas gyvenimo treneriais Lietuvoje dar tik įgauna pagreitį. Dėl šios priežasties lietuviai koučeriai vangiai kuriasi tinklalapius, kitaip nei kitose užsienio šalyse. Bet norint sulaukti didesnio žmonių dėmesio, patartina susikurti savo asmeninę svetainę, o jei yra galimybių kurtis ir kitus kokybiškus multimedijos produktus, tokius kaip reklamjuostes, socialinių tinklų įrašus ir pan.

Darbo tikslas – išanalizuoti koučingo internetinės svetainės ir vizualizacijos produktų kūrimo ypatumus ir šiuos produktus sukurti.

Darbo uždaviniai:

1. Iširti internetinės svetainės kūrimo kriterijus.
2. Išanalizuoti kuriamų vizualizacijos produktų kūrimo kriterijus.
3. Sukurti internetinę svetainę bei logotipą, vizitinę kortelę ir socialinių tinklų įrašus.

Internetinės svetainės ir vizualizacijos produktų kūrimo kriterijai

Pirmiausia prieš kuriant reklaminius produktus koučingo veiklai, reikia išnagrinėti kokiais vartotojų grupėi tai yra aktualiausia. Į koučingo specialistus kreipiasi tie, kuriems trūksta vertybių kaip santykiai, karjera, pasitikėjimas savimi, meilė sau, vidinė ramybė. Jie ieško gyvenimo trenerių, norėdami pagalbos šiose srityse. Dažnai jiems trūksta įsitikinimų, pvz., supratimo, kad verta gyventi pagal savo troškimus ir priimti, ką gyvenimas siūlo. Svarbu rūpintis savimi, nes niekas negali mūsų mylėti labiau nei mes patys. Toks požiūris glaudžiai siejasi su pasitikėjimu savimi, kuris yra

esminis siekiant stiprinti gyvenimo įsitikinimus ir pasiekti tikslus. Lietuvos statistikos duomenys rodo, kad depresijos simptomus jaučiančių žmonių skaičius nuo 2014 iki 2019 metų didėjo. Tai gali būti susiję su vertybių, tokių kaip pasitikėjimas savimi, stoka, todėl gyvenimo treneriai gali padėti šį procesą suvaldyti.

Depresijos paplitimas pagal amžiaus grupes 2014 ir 2019 m.

Proc.



1 pav. Depresijos paplitimas Lietuvoje pagal amžiaus grupes 2014 ir 2019 m.

Išsiaiškinus, kokia auditorija gali domėtis koučingu, galima šias žinias perkelti į produktų kūrimo principų analizavimą. Norint, kad svetainė atitiktų šių laikų dizaino tendencijas ir tuo pačių atitiktų kuriamo puslapio temą, reikia nepamiršti šių aspektų: svetainės pritaikymo prie skirtingų dydžių ekranų, iliustracijų naudojimo, minimalistinio dizaino.

Kiekvienai svetainei svarbu turėti prisitaikantį dizainą, nes dauguma žmonių, įskaitant vyresnio amžiaus, naršo internete naudodami mobiliuosius įrenginius. Tai reiškia, kad dizainas turi būti lankstus, galintis prisitaikyti nuo didelio kompiuterinės versijos ekrano dydžio iki mažesnio, mobilus įrenginio ekrano.

Svarbu paminėti, kad iliustracijos ne tik gerina svetainės vizualinį išpūdį, bet ir suteikia jai gyvybę. Jos gali perteikti kompleksines idėjas arba pabrėžti svarbius pranešimus, pritraukdamos dėmesį ir skatinančios lankytojus įsitraukti. Iliustracijos taip pat gali sukurti emocinę sąsają su vartotojais, perduodamos tam tikras nuotaikas ar emocijas, kas yra svarbu norint sukurti stiprų prisirišimą prie svetainės. Be to, iliustracijos gali būti puiki priemonė skaidriai perteikti sudėtingus ar abstrakčius konceptus, palengvindamos informacijos suvokimą ir įsiminimą. Jų naudojimas padeda sumažinti informacijos perkrovą ir padaro svetainę pasiekiamą ir patrauklią visiems vartotojams, nepriklausomai nuo jų gebėjimų ar poreikių. Visa tai labai svarbu, kad būtų lengviau įsimena svetainės, nes taip yra didesnė tikimybė, kad į jas dar ne karta sugrįš vartotojai.

Minimalistinis stilius internetinėse svetainėse yra amžina dizaino tendencija, nes ji padeda aiškiai perduoti informaciją vartotojams. Mažiau papuošimų leidžia geriau

pabrėžti svarbiausią turinį, paveikslėlius ir tekstą, padeda sudominti vartotoją. Paliekant tuščią erdvę, puslapis ne tik atrodo estetiškai, bet ir skatina ramybę bei lengvina informacijos paiešką. Be to, minimalizmas taip pat prisideda prie vartotojų patirties gerinimo ir svetainės našumo padidėjimo. Sumažinus nereikalingus elementus, svetainė tampa greitesnė ir lengviau įsikelia turinys, o tai yra svarbu norint išlaikyti vartotojų dėmesį ir užtikrinti, kad jie ilgiau naršytų. Mažiau sudėtingas dizainas taip pat palengvina svetainės priežiūrą ir atnaujinimą, nes yra mažiau komponentų, kuriuos reikia atnaujinti ar tvarkyti.



2 pav. Minimalistinio stiliaus svetainė

Lyginant su ankstesnių laikų svetainių kūrimu, kai dizainas buvo dažnai apkrautas įvairiais elementais, šiandien minimalistinis požiūris yra ženkliai pranašesnis. Seniau svetainės buvo pilnos įvairių grafinių elementų, animacijų ir sudėtingų fonų, kurios dažnai lėtino svetainės įkėlimą ir kėlė painiavą vartotojams. Navigacija buvo sudėtingesnė, nes buvo daug nuorodų ir mygtukų, kurie atitraukdavo dėmesį nuo pagrindinės informacijos. Šiuolaikiškas minimalistinis dizainas, priešingai, suteikia pirmenybę aiškumui ir funkcionalumui. Dėl paprastesnių struktūrų ir mažiau elementų, vartotojai gali lengviau rasti ieškomą informaciją, o svetainės greitis ir efektyvumas yra gerokai padidėję.



3 pav. Blogo dizaino internetinės svetainės pavyzdys

Dažniausiai žmonės atsimena įmones ar organizacijas iš logotipų, o ne iš pavadinimų. Dėl šios priežasties ir koučingų užsiimantiems žmonėms labai svarbu turėti

įsimenama logotipą. Prieš jį sukuriant reik išnagrinėti jų kūrimo kriterijus. Svarbiausi jų būtų unikalumas, paprastumas, matomumas, formų ir spalvų tinkamumas.

Unikalus logotipas turi išsiskirti nuo kitų ir išlikti įsimintinas ilgą laiką, vengiant populiarių elementų ir spalvų. Paprastumas ir aiškumas suteikia lengvai įsimenamą formą, o matomumas užtikrina, kad logotipas bus gerai matomas ir sumažintas. „Spalva gali perteikti nuotaiką, apibūdinti tikrovę arba užkoduoti informaciją“ (Lupton ir Phillips 2015) Derētu nepamiršti, kad formoje ir spalvoje turi atsispindėti tema ir paskirtis, vengiant perkrovimo. Tai viena iš priežasčių, kodėl žmonės atsimesna kokybiškai sukurtus logotipus ir kodėl neatsimesna ne pagal kriterijus sukurtu logotipo. Svarbu išlaikyti pusiausvyrą ir pasirinkti tinkamas spalvas, kad būtų išlaikytas matomumas bei būtų palaikoma logotipe akcentuojama tema.

Siekiant pritraukti kiek įmanoma daugiau klientų, svarbi reklaminė priemonė – vizitinė kortelė. Vizitinė kortelė yra profesionalus prisistatymas, kuriame nurodomas vardas, adresas, telefono numeris, įmonės pavadinimas ir pareigos (Kim ir Byun, 2023). Vizitinė kortelė yra svarbus verslo prisistatymo įrankis, kuris ne tik nurodo esminius kontakto duomenis, bet ir atspindi jūsų verslo asmenybę bei profesionalumą. Ji suteikia galimybę sukurti pirmąjį įspūdį potencialiems klientams ar verslo partneriams. Įtraukdami informaciją apie savo vardą, įmonę, pareigas, adresą ir telefono numerį, jūs suteikiate kitoms šalims galimybę lengvai susisiekti su jumis arba apsilankyti jūsų verslo vietoje. Tai taip pat yra subtilus būdas parodyti savo įmonės stilių ir vertybes per dizainą ir išdėstymą, kuris gali padėti atskirti jūsų verslą nuo kitų. Todėl yra labai svarbu investuoti laiko ir finansų, kad būtų sukuriamas kokybiškas gaminys.

Turėtume atidžiai apsvaistyti vizitinės kortelės dydį, kad ji atitiktų ne tik Europos standartus, bet ir mūsų konkrečių poreikių bei dizaino sprendimų reikalavimus. Dažniausiai naudojami standartai yra 90×50 arba 85×55 mm, tačiau svarbu suprasti, kad po spausdinimo kortelė bus apipjaustyta. Todėl rekomenduojama palikti bent 5 mm užlaidų, kad apipjausčius nebūtų pažeistas tekstas ar logotipas, ir kad galėtume išlaikyti norimą dizaino integralumą. Šios detalės svarbu ne tik estetiniam įspūdžiui, bet ir praktiniam funkcionalumui, siekiant išvengti galimų problemų po spausdinimo proceso.

Kiekvienas dizaino elementas, nuo bendro dizaino stiliaus iki teksto, šūkių ir naudojamų šriftų bei spalvų, gali sukurti tam tikrą įspūdį apie įmonės charakterį. Rekomenduojama pasirinkti spalvų gamą ir šriftą, atitinkantį įmonės temą, ir vengti pernelyg daugybės elementų. Geriau pasirinkti dvi ar tris spalvas ir vieną šriftą. Taip pat svarbu neapkrauti dizaino per daug skirtingų dydžių, geriausia laikantis 7–12 pt ribos, užtikrinant gero matomumo ir gaminio kokybės išsaugojimą.

Ketindami reklamuoti koučingo veiklą, reikia nepamiršti šių laikų populiariausių platformų – socialinių tinklų. „Informaciniai pranešimai yra informacijos pagrindu paremtos apeliacijos, kurios teikia racionalią ir naudingą informaciją, tiesiogiai susijusią su reklamuojama preke ar prekės ženklų.“ (Gross ir Wangenheim, 2022). Norint sudominti internetinės svetainės vartotoją, būtina ją pirmiausiai reklamuoti. Vienas iš būdų yra kurti socialinius įrašus socialinėse medijose, su perteikiama informacija ko žmogus gali tikėtis prieš apsilankydamas svetainėje ar tiesiogiai norėdamas užsiregistruoti skelbiamai paslaugai. Rašoma informacija turi būti teisinga, turėti aiškų tikslą ir neklaidinanti žmonių, tačiau būtina apgalvoti, kokiais žodžiais galima juos pritraukti. Svarbu neišsiplėsti, sudaryti žmogui aiškų ir trumpą

turinį. Reikia apgalvoti kokių problemų ar norų turintiems žmonėms mėginsime siūlyti savo prekę ar paslaugą. Reikėtų nepamiršti įrašų dizaino, kuris yra labai svarbus, tam kad vartotojas pastebėtų jį iš visos internete platinamos gausos.

Produktų kūrimo rezultatai

Darbo metu buvo sukurta internetinės svetainės dizainas ir vielinė diagrama bei reklaminiai produktai. Kuriant internetinio puslapio dizainą, buvo atsižvelgta į kūrimo kriterijus. Iš pradžių išsirenkama spalvinė paletė, kuri tarpusavyje derėtų bei atitiktų koučingo veiklose suteikiamus jausmus: ramybę, atsipalaidavimą, pasitikėjimą. Tad pasirenkama rudų atspalvių gama. Tarp teksto būtinai įterpiamos nuotraukos, kurios spinduliuoja – ramybę, motyvaciją siekti gyvenime kažko daugiau bei pasitikėjimą specialiste. Visoje vielinėje diagramoje išdėstoma informacijos laukeliai taip, kad svetainėje šiek tiek atsispindėtų minimalizmas, kuris glaudžiai, emociškai susijęs su koučingo veikla.

Vienas svarbiausių objektų reklamuojant savo veiklą yra logotipas. Jis kuriamas atsižvelgus tiek į spalvinę gamą, tiek į formas, kurios kuriamos turėdamos prasmę. Todėl buvo sugalvota logotipas, kuris vaizduoja saulę, kuri yra dviejuose delnuose. Tai simbolizuoja, kad žmogus, padedamas koučerio, gali kilti kaip saulė bei spinduliuoti teigiamą energiją. Taip pat buvo atsižvelgta į detalių dydį. Norėta sukurti tokias, kad sumažinus logotipo dydį, jos kuo puikiau visos matytųsi.



4 pav. Sukurtas logotipas

Taipogi, sukuriama vizitinė kortelė, su pagrindine koučerės informacija. Parenkamas 85×55 mm formatas ir visa informacija išcentruojama. Logotipas išdidinamas tiek, kad puikiai būtų matomas ir gerai įsimintinas į žmonių atmintį. Vizitinės kortelės fonas baltos spalvos tam, kad neužgožtų informacijos, tačiau šonuose sukuriamas raštas, paimtas iš logotipo atskirų dalių, kad užpildytų per ne lyg didelę tuštumą.



5 pav. Vizitinė kortelė

Socialinių tinklų įrašai buvo ilgą laiką tobulinami ir iš daugybės variantų pasirinkti trys. Šie, kad būtų patrauklūs akiai ir atitiktų visų kuriamų produktų skleidžiamą temą, yra rudų atspalvių, o pačiame įrašė nuotrauka, atspindinti veiklos skleidžiamą nuotaiką. Tekstinis turinys aiškus, konkrečiai taikantis į auditoriją, kuriai reikia pagalbos vienoje ar kitoje srityje.



6 pav. Socialinių tinklų įrašai

Išvados

1. Išnagrinėjus internetinės svetainės tendencijas matome, kad prisitaikantis dizainas su iliustracijomis ir minimalizmu yra esminis, siekiant efektyviai pasiekti ir išlaikyti vartotojų dėmesį internetiniuose puslapiuose, kuris yra perkeliams kuriant internetinės svetainės vielinę diagramą ir dizainą.
2. Kuriant multimedijos produktus pastebėta, kad visi turi sietis vienas su kitu viena tema, viena spalvine gama bei panašaus stiliaus šriftais.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Lietuvos gyventojų sveikta. (2020 m. leidimas). Nekilnojamojo turto grupė *Inreal* [žiūrėta 2017 m. kovo 15 d.]. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/lietuvos-gyventoju-sveikata-2020/savo-sveikatos-vertinimas>
2. Misiukonis, T. (2016). Koučingo praktika vadovams. Vaga.
3. Lupton, E., & Phillips, J. C. (2008). *Graphic design: the new basics*. Princeton Architectural Press.
4. Kim, Y., & Byun, Y.-C. (2023). Enhancing Quality Control in Web-based Participatory Augmented Reality Business Card Information System Design. *Sensors* (14248220), 23(8), 4068. <https://doi.org/10.3390/s23084068>
5. <https://hookagency.com/blog/bad-websites/>
6. <https://graphicmama.com/blog/minimalist-website-designs/>

Summary

In this article, the website and visualization product development process which analyses key steps needed to ensure all products work effectively and maximize people's engagement in coaching activities is examined. During the research, a website prototype, which encourages the audience who struggle with inner problems to seek help from a coaching specialist, with visualization tools included was created.

UAB „iServisas“ internetinės svetainės ir multimedijos produktų kūrimas

Kamilė Šeškauskaitė, Mindaugas Zmitrulevičius
Kauno kolegija

Anotacija. Šiame straipsnyje pateikiami tyrimo, kuriuo siekiama išspręsti problemas, susijusias su įmonės UAB „iServisas“ internetinės svetainės dizainu bei socialinių tinklų reklama, rezultatai. Darbo tikslas yra sukurti naują internetinės svetainės dizainą ir socialiniams tinklams pritaikytas reklamjuostes, atsižvelgiant į įmonės tikslinę auditoriją ir siekiant pritraukti daugiau klientų. Tyrimo metu buvo išanalizuota tikslinė auditorija, pasirinkti tinkami dizaino sprendimai, spalvos ir šriftas, sukurta nauja vielinė diagrama ir atnaujintas svetainės dizainas, sukurtos reklamjuostės, kurios pritaikytos socialiniams tinklams.

Raktiniai žodžiai: internetinė svetainė, reklamjuostė, vielinė diagrama, svetainės dizainas.

Įvadas

Šiuolaikinėje visuomenėje technologijos yra nepakeičiama kasdienio gyvenimo dalis. Galima teigti, kad technologijos – tai žmonių gebėjimas sukurti unikaliausius inžinerijos sprendimus, pagerinti gyvenimo kokybę. „Internetas dabar vaidina tą patį vaidmenį, kurį kadaise atliko televizija. Jis teikia informaciją ir vidutinio, ir žemiausio socialinio sluoksnio atstovams, nors dar neseniai buvo prieinamas tik daug pasiekusiems, išsilavinusiems ir labai turtingiems“ (Holly Berkley, 2007). Išmanūs sprendimai padeda žmonėms įvairiausiose situacijose, vis greičiau užsakytos prekės pasiekia namus, dirbant kasdienį darbą galima neišeiti iš namų, o komunikacija tarp žmonių gali vykti beveik visame pasaulyje be apribojimų.

Kasdieną tobulėjant technologijoms, žmonėms būtina prisitaikyti prie visuomenės pokyčių. Kadangi dalis žmonių vis rečiau išsina į miestą ir vis dažniau renkasi apsipirkimą iš namų, daugelis įmonių kuria internetines svetaines, reklamas socialiniuose puslapiuose, taip siekdamos sudominti vartotojus ir parduoti jiems savo kuriamus produktus ar paslaugas. Tačiau, norint pasiekti tikslinę auditoriją, atkreipti vartotojų dėmesį, reikia pasirūpinti tinkamu produkto ar paslaugos pateikimu. Tikslinei auditorijai didelę įtaką daro internetinės svetainės ar reklamos dizainas, kuris turi būti tvarkingas ir atkreipiantis dėmesį. „Pasaulis dar nematė tokio galingo informacijos platinimo mechanizmo, kartu su tokiu plačiu laisvės laipsniu, kaip tinklalapio dizainas ir „hostinimas“ (Melius weideman, 2009).

Darbo tikslas – atlikti internetinių svetainių dizaino tendencijų ir įmonės „iServisas“ paslaugų spektro bei tikslinės auditorijos tyrimą ir sukurti įmonei naują internetinės svetainės dizainą bei reklamjuostes socialiniams tinklams.

Uždaviniai:

1. Atlikti įmonės „iServisas“ paslaugų spektro bei tikslinės auditorijos tyrimą;

2. Atlikti internetinių svetainių dizaino tendencijų, susijusių su spalvų ir šrifto naudojimu, tyrimą;
3. Sukurti įmonei „iServisas“ naują internetinės svetainės dizainą;
4. Sukurti reklamjuostes socialiniams tinklams, pristatančias įmonės produktus ir paslaugas.

Internetinės svetainės dizaino ir reklamjuosčių kūrimas

Atliekant darbą, susijusį su asmens nuosavybe, svarbu tobulėti bendravime su žmonėmis, jog klientai pasitikėtų meistrui, kuriam patiki savo svarbų įrenginį. Kaip teigia Lobschat ir kt. (2017) šiandienos internetinės reklamos pasaulyje dauguma reklamjuosčių yra nukreiptos į ankstesnius lankytojus. Kadangi klientai gali būti įvairaus amžiaus, svarbu mokėti prisitaikyti prie jų bendravimo būdo, jog jie jaustųsi patogiai ir atvirai bendrautų, suprastų problemą, kuri sukėlė įrenginio gedimą ir pasistengtų nekartoti eksploataavimo klaidų. Kad dirbantiems meistrams būtų lengviau mokytis bendravimo su klientais ir tobulėti, būtina žinoti įmonės tikslinę auditoriją.

Spalvos yra labai svarbus aspektas tiek dizaine, tiek gyvenime apskritai. Spalvas galime matyti dėka fotoreceptorių – ląstelių, esančių mūsų akyse. Spalvos kiekvienam žmogui gali sietis su įvairiomis emocijomis ar kultūromis, todėl labai svarbu, kuriant savo verslą, jo įvaizdį, pasirinkti tinkamas spalvas, kurios atspindėtų norimą perduoti žinutę. „Spalva yra pagrindinis veiksnys, veikiantis žmogaus pojūčius, taip pat veikia žmogaus kūno fiziologiją ir psichologiją.“ (J. Yang, & X. Shen. 2022). Šiuo atveju įrenginių remontu užsiimančioms įmonėms, aktualiausia yra rinktis tokias spalvas, kaip mėlyna ar žalia.

Mėlyna spalva siejasi su intelektu, tai atspindi įmonės atsivavimą savo darbui, užtikrina patikimumą ir ramybę žmogui, kuris pateikia savo svarbų įrenginį į specialistų rankas. „Spalva yra vienas iš galingiausių web dizainerio įrankių. Jis turi gebėjimą bendrauti, daryti įtaką emocijoms ir nukreipti dėmesį.“ (Cybellium Ltd, 2023). Žalia spalva asocijuojasi su ekologija, ir tai yra labai svarbu. Įmonės, naudojančios šią spalvą, dažniausiai yra susijusios su gamtos tausojimu, o tai padeda pritraukti klientų. Žmonės vis dažniau renkasi gamtai draugiškesnę prekių ar paslaugų variantą. Kadangi tai gyvybingumo spalva, klientui ji kelia pasitikėjimo jausmą ir užtikrintumą, jog atneštas sutvarkytas įrenginys, gali būti prikeltas antram gyvenimui.

Šriftas internetinėje svetainėje, kaip ir spalvos, taip pat yra labai svarbus. Norint, kad internetinė svetainė atkreiptų vartotojo dėmesį, turi būti tinkamai parinktos ne tik spalvos, tačiau turi būti pritaikytas ir šriftas. Žodžiai turi būti aiškiai įskaitomi, raidės – nesiliesti vienas su kita, tarpai tarp žodžių turi būti aiškiai matomi. Šrifto spalva turi būti tinkamai parinkta, jog nesusiliėtų su fonu. Šrifto dizainas turi atitikti įmonės veiklos sritį ar temą. „Internetiniai šriftai pagerina jūsų svetainės išvaizdą ir naudotojo patirtį. Jie daro jūsų turinį vizualiai patrauklų ir lengvai skaitomą. Efektyvūs internetiniai šriftai gali atspindėti jūsų prekės ženklą asmenybę ir padėti aiškiai bei įtraukiančiai perteikti jūsų žinutę.“ (M. Soegaard 2024). Maketuojant, kuriant svetaines, reklamą ar kitus vizualinės komunikacijos produktus, geriausia rinktis vieną arba du šriftus.

Nusprendus naudoti kelis šriftus, reikia pasirinkti, ar tai bus serifinis, ar neserifinis šriftas. Paprastai reklamoms ir internetinėms svetainėms, šiuo atveju –

susijusioms su įrenginių remontu, geriausiai tinka šriftas be serifų. „Šriftas turi atitikti vaizdo mintį ir stilių. Iškalbingumas, lyriškumas ar kovingumas turi atsispindėti ir šrifte.“ (L. Grikšienė, V. Vichauskienė, 2009).

Kitas žingsnis kuriant internetinio puslapio dizainą yra vielinės diagramos sudarymas. Vielinė diagrama kuriama siekiant tikslingo ir patogaus vartotojui svetainės dizaino elementų išdėstymo. Vielinėje diagramoje spalvos nenaudojamos. Tinkamai pasirinkus internetinės svetainės išdėstymą, galima matyti, kaip bus išdėstyti svetainės dizaino elementai – logotipas, nuotraukos ar pasirinktas tekstas.

Norint papildomai pagerinti įmonės įvaizdį, labai svarbu tinkamai reklamuoti savo paslaugą socialiniuose tinkluose. “Efektyvus grafinis dizainas turi pritraukti auditorijos dėmesį ir tuomet priversti juos toliau žiūrėti, kad jie suvoktų norimą perduoti pranešimą ir (tikėtina) pasinaudotų siūloma paslauga“ (Anitra Nottingham & Jeremy Stout 2020). Tačiau norint, kad reklama pritrauktų naujų vartotojų, arba įmonės klientas, pamatęs reklamą socialiniuose tinkluose, suprastų, jog tai būtent tos įmonės reklama, būtina sukurti tokios pat temos, kaip ir svetainė, reklamjuostes.

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Tyrimo metu buvo atlikta tikslinės auditorijos analizė, pasirinktos tinkamos spalvos bei šriftas, sukurta vielinė diagrama ir dizainas internetinei svetainei bei sukurtos reklamjuostės. Užsakovas pateikė vidinius įmonės duomenis, parodančius, kokia yra tikslinė auditorija. “Institucijos stebi žmonių naudojimąsi skaitmeninėmis žiniasklaidos priemonėmis, siekdamos geriau bendrauti su tiksliniais auditorijos nariais ir efektyviai valdyti procesus“ (Bekman, M. 2023).

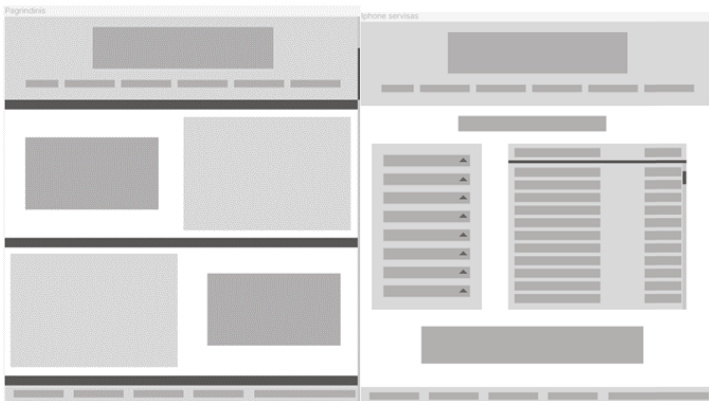
Analizuojant demografinius rodiklius pagal amžių ir lytį, buvo nustatyta, kad daugiausiai įmonės paslaugomis naudojasi vyrai, kurių yra net 64 proc.. Moterų klienčių skaičius sudaro 36 proc.. Tokiems rodikliams gali turėti įtakos visuomenės požiūris, kad geriau išmaniąsias technologijas supranta vyrai. Taip pat galimai moterys, kurios apie išmanius įrenginius supranta mažiau arba tiesiog nenori nešti savo įrenginio į servisą, nes negali įvardinti iškilusios problemos, galimai renkasi paprašyti vyrų įrenginį nunešti. Kas lemia didesnę vyriškos lyties klientų kiekį, tiksliai pasakyti sunku, nes kiekvienas žmogus individualiai sprendžia iškilusias problemas.

Klientų amžius yra labai įvairus – nuo 16 iki 80 metų. Daugiau pasitaiko vyresnio amžiaus žmonių, nes ne visi gerai supranta išmaniąsias technologijas, tačiau kartais rimtesnių problemų kyla ir jaunesniems vartotojams. Tokiais atvejais išmaniųjų įrenginių gedimo problemas taip pat gali išspręsti tik profesionalus įrenginių taisymo meistras.

Analizuojant rodiklius pagal gyvenamąją vietą, buvo nustatyta, jog serviso paslaugas vartotojai renkasi arčiau namų. Pagrindiniai vartotojai – Vilniaus miesto ir Vilniaus rajono gyventojai. Klientams patogiau yra rinktis arčiau gyvenamos vietos esančią įmonę, galinčią išspręsti kilusias problemas.

Analizuojant rodiklius pagal klientų pomėgius ir gyvenimo būdą, nepakako duomenų nustatyti, kokius įrenginius klientai naudoja dažniausiai. Nors įmonė atlieka įvairių įrenginių – telefonų, planšetinių ir nešiojamų kompiuterių, kt. prietaisų serviso paslaugas bei parduoda įvairias reikalingas detales, tokių statistinių duomenų analizei atlikti nesukaupta tinkamai ir pakankamai.

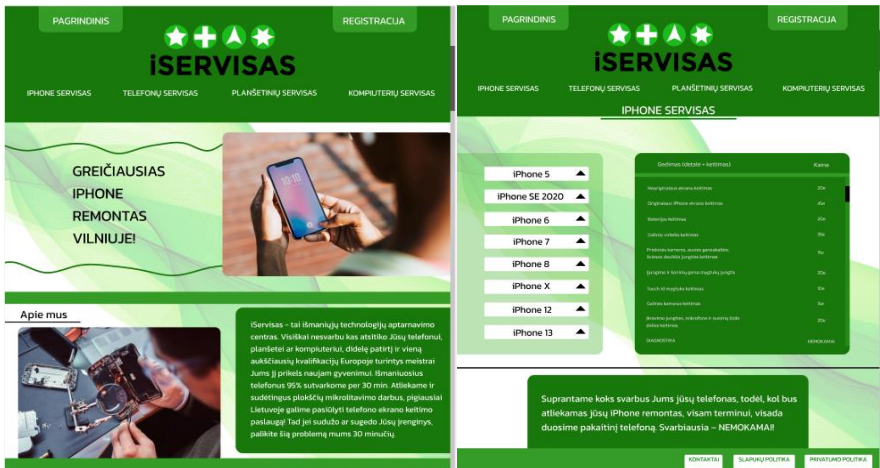
Vielinei diagramai sukurti buvo pasirinkta internetinė „figma“ svetainė. Pasak Elvis Canziba galime išbandyti įvairias produkto dizaino idėjas be didelių pastangų, iš karto kurdami jas pažangiose dizaino programose. „Figma“ yra skirta svetainių dizaino sprendimams kurti, dalintis ir testuoti per įrenginius. Iš viso sukurta 10 vielinių diagramų skirtingoms internetinės svetainės skiltims.



1 pav. Svetainės diagrama

Išdėstymas pasirinktas taip, kad būtų patogų naudoti. Puslapio viršuje – meniu juosta su svarbiausiomis skiltimis. Vartotojų patogumui telefonų modeliai suskirstyti į grupes bei pogrupius taip, kad būtų galima lengviau surasti norimą modelį (1 pav.).

Pasinaudojus „figma“ svetaine, buvo sukurtas „iServisas“ internetinės svetainės dizainas su spalvomis (2 pav.). Suderinus su užsakovu buvo pasirinkta žalia spalva, tokia pat, kaip ir senesniame svetainės variante, tačiau naujame dizaino variante neliko violetinės spalvos, nes užsakovo puslapyje jos buvo labai mažai ir atrodė neskoningi. „Spalvų psichologija nėra tikslusis mokslas; nėra teisingų ar neteisingų spalvų, tik spalvos, galinčios tikslinei auditorijai sužadinti geresnę atsaką nei kitos“ (Laimona Šliburytė & Ilona Skėrytė. 2017). Žalia spalva dizaine labiausiai asocijuojasi su saugumu, patikimumu, be to, kadangi ši spalva taip pat siejasi su ekologija, ji dera su įmonės veiklos nuostatomis – užsakovo įmonė kai kurias paslaugas atlieka tausojant gamtą. Dėstant dizaino elementus pagal vielinę diagramą, buvo atlikta eilė būtinų pakeitimų.



2 pav. iSERVISAS svetainės dizainas

Panaudojant „Adobe Photoshop“ buvo sukurtos 5 reklamjuostės socialiniam tinklui „Facebook“. Išmaniųjų įrenginių serviso paslaugų reklamos buvo kuriamos vadovaujantis užsakovo pateiktomis temomis. Kuriant reklamjuostes, buvo bandoma suderinti žalią, violetinę ir baltą spalvas, kadangi tokios buvo užsakovo svetainės spalvos. Tačiau buvo nuspręsta violetinės spalvos atsisakyti, kadangi violetinė spalva nederą su žalia. Galutiniams reklamų dizaino variantams buvo pasirinktos žalia ir tamsiai pilka spalvos, kai kur įterpiant ir baltos spalvos elementų (3 pav.).



3 pav. Serviso paslaugų reklamjuostės socialiniam tinklui „Facebook“

Sukurtuose produktuose stengtasi talpinti kuo mažiau teksto, tačiau naudoti didesnę šriftą, taip atkreipiant kliento dėmesį. „Paprastumas turi neabejotiną trauką skaitančiajam, kuriam trūksta laiko ir kuris dirba per daug“ (Ina Saltz. 2019). Suderinus su užsakovu, reklamose įdėtas dabartinis užsakovo įmonės logotipas. Reklamų kūrimui buvo panaudoti formų piešimo įrankiai, taip pat – vektoriniai paveikslai bei nuotraukos.

Išvados

1. Atlikus įmonės tikslinės auditorijos analizę nustatyta, kad vyrai sudaro 64 proc. klientų, o moterys – 36 proc.. Klientų amžiaus yra įvairus, kas rodo, jog visi susiduria su technologinių įrenginių gedimo problemomis, reikalaujančiomis profesionalaus įrenginių taisymo specialistų sprendimo.

2. Atlikus spalvų bei šrifto analizę, nustatytos tinkamos spalvos ir šriftas išmaniųjų įrenginių serviso reklaminiams produktams.

3. Pritaikius tyrimų rezultatus pasirinktas patogus svetainės elementų išdėstymas (vielinė diagrama) ir sukurtas internetinės svetainės dizainas su žaliomis spalvomis, atspindinčiomis saugumą ir ekologiją.

4. Sukurtos 5 reklamos (reklamjuostės) socialiniam tinklui „Facebook“. Visos reklamos atspindi skirtingas įmonės paslaugas, tačiau išlaikytas vieningas dizainas, taip klientui lengvai atskiriant, kokios įmonės reklamą jis mato.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Bekman, M. (2023). Evaluating Target Audience Surveillance on Instagram in the Context of Public Relations Practices. *Journal of Human & Society / İnsan ve Toplum*, 13(1), 372–400. Prieiga (2024 – 04 – 29) per internetą: <https://www.insanvetoplum.org/en/issues/13-1/m06899>
2. Berkley, H., & Jurkienė, B. (2007). Internetinė rinkodara smulkiajam verslui. Logitema.
3. Canziba Elvis. (2018). *Hands-On UX Design for Developers : Design, Prototype, and Implement Compelling User Experiences From Scratch*. Packt Publishing. Prieiga (2024 – 05 – 03) per internetą: https://search-ebSCOhost-com.db.kaunokolegija.lt/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=1862357&site=e=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp_Cover
4. Grikšienė, L., & Vichauskienė, V. (2009). Šriftas grafiniame dizaine: (mokymo priemonė). Kauno kolegijos leidybos centras.
5. Yang, J., & Shen, X. (2022). The Application of Color Psychology in Community Health Environment Design. *Journal of Environmental & Public Health*, 1–10. Prieiga (2024 – 04 – 29) per internetą: <https://search-ebSCOhost-com.db.kaunokolegija.lt/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=158730414&site=e=ehost-live>
6. Lobschat, L., Osinga, E. C., & Reinartz, W. J. (2017). What Happens Online Stays Online? Segment-Specific Online and Offline Effects of Banner Advertisements. *Journal of Marketing Research (JMR)*, 54(6), 901–913. Prieiga (2024 – 04 – 30) per internetą: <https://search-ebSCOhost-com.db.kaunokolegija.lt/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=126620010&site=e=ehost-live>
7. *Mastering Web design*. (n.d.). (n.p.): Cybellium Ltd.
8. Nottingham, Anita & Stout Jeremy. (2020). *The Graphic Design Process : How to Be Successful in Design School*. Bloomsbury Visual Arts. Prieiga (2024 – 04 – 27) per internetą: https://search-ebSCOhost-com.db.kaunokolegija.lt/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=2653504&site=e=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp_20

9. Saltz Ina. (2019). *Typography Essentials Revised and Updated : 100 Design Principles for Working with Type: Vol. Revised and updated*. Rockport Publishers. Prieiga (2024 – 04 – 27) per internetą: https://search-ebSCOhost-com.db.kaunokolegija.lt/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=2026728&sit e=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp_112
10. Soegaard Mads. (2024). *Web Fonts: Definition and 10 Recommendations*. Interaction Design Foundation - IxDF. Prieiga (2024 – 05 – 08) per internetą: https://www.interaction-design.org/literature/article/web-fonts-definition-and-10-recommendations#2._prioritize_readability-16
11. Šliburytė, L. & Skėrytė, I. (2017). *The Influence of Color Perception on Marketing Decisions*. *Management of Organizations: Systematic Research*, 77(1) 169-184. Prieiga (2024 – 04 – 30) per internetą: <https://doi.org/10.1515/mosr-2017-0010>
12. Weideman, M. (2009). *Website Visibility: The Theory and Practice of Improving Rankings*. Elsevier Science.

Summary

In this article, the results of research for the design of the website of the company iServisas and advertising tools for social media are presented. The purpose of this article was to create a new website design and banners for social media taking into account the company's target audience in order to attract more customers. During the research, the target audience was analysed, the right design solutions, colours and fonts were chosen, a new wire diagram was created and the website design was updated; banners designed and adapted for social media.

Keywords: website, banner, wireframe, website design.

Virtualios realybės žaidimo „Tower defence“ kūrimas

Mantas Žvirzdinas, Mindaugas Zmitrulevičius

Kauno kolegija

Anotacija. Šiame straipsnyje yra analizuojami pagrindiniai žaidimo kūrimo žingsniai bei pagrindiniai skirtumai tarp tradicinio bei virtualios realybės žaidimo kūrimo. Remiantis atliktu tyrimu, sukuriama virtualios realybės žaidimo prototipas.

Raktiniai žodžiai: žaidimai, virtuali realybės žaidimas, žaidimo kūrimo procesas, judėjimas virtualioje realybėje.

Ivadas

Žaidimo kūrimo procesas – tai ilgas ir dažnai didelės komandos reikalaujantis procesas. Tam, kad užtikrinti sklandų žaidimo kūrimo procesą ne tik komandoje, bet ir kuriant žaidimą individualiai, svarbu žinoti pagrindinius tokio produkto kūrimo etapus. Viena naujausių žaidimų perteikimo erdvių yra virtuali realybė. Virtuali realybė tai viena iš naujausių technologijų, leidžiančių technologijos vartotojui pasinėti į įvairias virtualias simuliacijas. Nuo pramogų, iki mokymo medicinoje, ar inžinerinių simuliacijų. Visos šios patirtys, jei sukurtos tinkamai, yra giliai įtraukiančios bei išjaučiamos ir autentiškos. Technologija efektyviai stimuliuoja tris pagrindinius žmogaus jutimo būdus: regą, klausą, bei lytėjimą (1 pav.). Tinkamai sukurta virtualios realybės patirtis žmogų apgaus, jog patirtis yra tikra ir vyksta realybėje. Technologija, turinti tiek daug potencialo, turi ir neigiamą pusę – netinkamas šios technologijos panaudojimas bei netinkamas virtualios simuliacijos dizainas gali sukelti įvairių fizinių nepatogumų, kurie kyla kai simuliacija nesugeba pilnai apgauti žmogaus juslių. Tam kad virtualios realybės simuliacija išnaudotų savo stiprybes bei nesukeltų nepatogumų, tokios patirties kūrimas turėtų stipriai susitelkti į žmogaus juslės apgaulę – realybės iliuziją.

Struktūra		
Rega	Klausa	Lytėjimas
Vestibulinė sistema (judėjimas)	Propriocepcija (erdvinis suvokimas)	Veiksnumas (kontrolė ir pasirinkimas)

1 pav. Virtualios realybės naudojami žmogaus pojūčiai
(Creating Augmented and Virtual Realities, 2019)

Tyrimo ir darbo metodai ir priemonės

Šiame darbe buvo naudotas analitinis tyrimo metodas, atliekant literatūros analizę. Šiuo būdu buvo siekiama ištirti žaidimo kūrimo etapus, skirtumus tarp tradicinių kompiuterinių ir virtualios realybės žaidimų kūrimo. Darbe buvo taikomi ir praktiniai metodai, apimantys prototipo kūrimą bei testavimą. Remiantis atliktu tyrimu, buvo sukurtas žaidimo prototipas. Prototipui kurti buvo pasitelkta „Unity“ programinė įranga bei „Pico 4“ virtualios realybės sistema.

Darbo tikslas – išanalizuoti žaidimo kūrimo etapus, ištirti virtualios realybės žaidimo kūrimo ypatybes bei sukurti virtualios realybės žaidimo prototipą.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti ir pateikti pagrindinius žaidimo kūrimo etapus.
2. Ištirti skirtumus tarp tradicinių ir virtualios realybės žaidimų kūrimo.
3. Pritaikant tyrimo rezultatus sukurti originalų virtualios realybės žaidimo prototipą.

Pagrindiniai žaidimų kūrimo etapai

Žaidimo kūrimą sudaro daug dedamųjų dalių. Šį darbą dažnai atlieka ne vienas asmuo, o didelė žmonių grupė. Kalbant, apie žaidimų kūrimą bendrai, galime išskirti tokius žaidimo kūrimo etapus (2 pav.) (Bramble, 2023):

- Planavimas
- Pasiruošimas produkcijai
- Produkcija
- Testavimas
- Pasiruošimas leidimui
- Leidimas
- Žaidimo palaikymas



2 pav. Žaidimo kūrimo etapai (gamemaker.io, 2023)

Žaidimo kūrimas prasideda nuo planavimo. Gimus idėjai, pradedama ją plėsti. Svarbu nuspręsti, koks bus žaidimo žanras, kokios bus žaidimo mechanikos, koks žaidimų kūrimo įrankis bus naudojamas ir t. t. Šioje stadijoje svarbu nustatyti žaidimo kryptį, nes vėlesnėse žaidimo kūrimo stadijose, radikalius pakeitimus atlikti bus sunkiau. Svarbu nuspręsti ir kaip sukurtas žaidimas bus realizuojamas, kiek truks žaidimo kūrimas, ar pakaks turimų žinių žaidimui sukurti (Bramble, 2023).

Pasiruošimas produkcijai – tai atliktą planavimą papildantis žingsnis, kuriame toliau plėtojamos sugeneruotos idėjos, kuriami scenarijai, veikėjai, istorijos bei kitos koncepcijos ir prototipai. Šiame žingsnyje priimti sprendimai – tai pagrindai, kuriais toliau bus remiamasi žaidimo produkcijoje (Bramble, 2023).

Žaidimo produkcija – tai pagrindinis etapas, kuriam yra skiriama pagrindinė paskirto laiko dalis. Šiame etape yra kuriami veikėjų modeliai, animacijos, jiems yra įrašomas balsas. Kuriami žemėlapiai, rašomas kodas, kuriama muzika ir pan. Šiuo etapu paaiškėja, ar užsibrėžti tikslai yra įgyvendinami, ar įmanoma sekti prieš tai priimtus sprendimus. Planavimo etape priimti sprendimai gali šiek tiek pasikeisti, dėl trikdžių produkcijoje (Bramble, 2023).

Sukurtas žaidimas pereina į testavimo stadiją. Šioje dalyje privaloma užtikrinti, jog kiekviena žaidimo detalė veikia taip – kaip numatyta. Svarbu išsiaiškinti ar žaidimas turi defektų, ar jo sunkumas yra tinkamas, ar žaidimas gali būti žaidžiamas kūrėjų nenumatytu būdu, ar žaidimą žaisti yra smagu. Visi šie atradimai yra įvertinami, o tada žaidimas yra atitinkamai pataisomas (Bramble, 2023).

Sekanti stadija, kuri dažnai prasideda kartu su žaidimo testavimo stadija – tai pasiruošimas žaidimo išleidimui. Sukuriama marketingo kampanija, kurios pagalba žaidimas yra pristatomas visuomenei. Šiame etape gali būti išleista žaidimo bandomoji versija, arba žaidimas gali būti atidaromas viešam testavimui (Bramble, 2023).

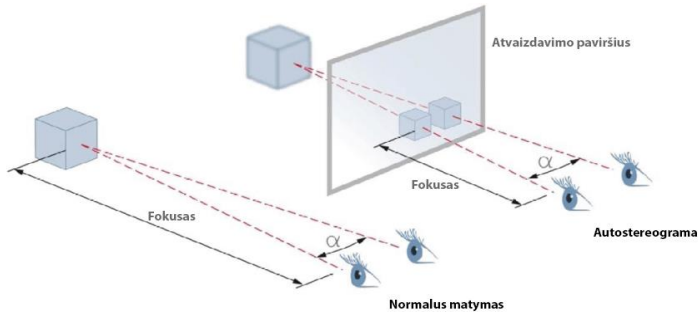
Galiausiai atlikus reikalingus žaidimo pakeitimus, žaidimas yra išleidžiamas. Toliau yra atliekami žaidimo pakeitimai. Atsiradus didesnei žaidimo auditorijai – atsiranda daugiau atrastų žaidimo defektų, kuriuos svarbu ištaisyti kuo greičiau (Bramble, 2023).

Pagrindiniai skirtumai tarp tradicinių ir virtualios realybės žaidimų kūrimo

Pagrindinis skirtumas tarp virtualios realybės programos, bei tradicinės kompiuterinės programos, tai yra vartotojo sąsaja. Virtualioje realybėje vartotojas su programa sąveikauja realistiškesniu būdu. Perteikiamas vaizdas, garsas bei lytėjimo iliuzija – kartu sukuria tikrovės pojūtį. Vietoj to, jog sąveika atliekama su plokščiu ekranu, virtualioje realybėje pasirinkimai bei sąveika gali būti atliekama 3D erdvėje. Svarbu technologiją tinkamai išnaudoti, nes netinkamai sukurta programa, gali žmogaus smegenis pradėti klaidinti. Dėl to žmogus gali pradėti jausti diskomfortą (Lukas, Mohan & Pangilinan, 2019; García, Trejo, García & Dumas, 2019).

Tradicinis būdas, perteikti vaizdą yra per kompiuterio ekraną. Šiuo atveju, ekrano rodoma informacija yra plokščia, nėra jokio gylio. Tokio tipo informacijos perteikimas nėra įtikinantis bei nesukuria tikrovės, ar erdvės pojūčio. Šis būdas nors ir nėra įtraukiantis, bet ir nesukelia diskomforto naudojant jį ilgesnį laiką. Virtualios realybės akiniai perteikia stereoskopinį vaizdą. Kiekviena akis mato vaizdą iš kiek kitos perspektyvos (žr. 3 pav.). Šis perteikimo būdas, leidžia interpretuoti perteikiamą vaizdą, kaip fizinę erdvę. Problema kyla, kai yra bandoma judėti šioje erdvėje. Jeigu judėjimas atliekamas fiziškai, problemų nekyla – žmogaus kūnas yra sekamas sensorių, ir ši informacija yra tinkamai atspindima virtualioje realybėje. Jeigu fizinės vietos judėjimui neužtenka, yra naudojami kiti judėjimo būdai. Naudojant valdymo pultelius, galime keisti savo būvimo vietą virtualioje realybėje – fiziškai nejudant. Tokiu atveju gali kilti problemų. Akimis naudotojas mato judėjimą, bet jo vestibulinis aparatas su šia informacija nesutinka. Tokiu atveju gali atsirasti simptomai, panašūs į supimo ligą. Šią problemą galima dalinai išspręsti naudojant teleportacijos metodą. Šiuo atveju vartotojas yra perkeliamas iš vienos vietos į kitą, nesukuriant judėjimo jausmo. Taip pat yra kitų metodų, kurie bando sukurti iliuziją ir vestibulinui aparatui. Tokie sprendimai

arba yra per brangūs eiliniam vartotojui, arba jų efektyvumas nepateisina papildomai priimtų kompromisų (Lukas, Mohan & Pangilinan, 2019; García, Trejo, García & Dumas, 2019).



3 pav. Normalus žmogaus matymas ir stereoskopinio vaizdo matymas (Virtual Reality and Neural Networks for Exploiting Geotechnical Data..., 2019)

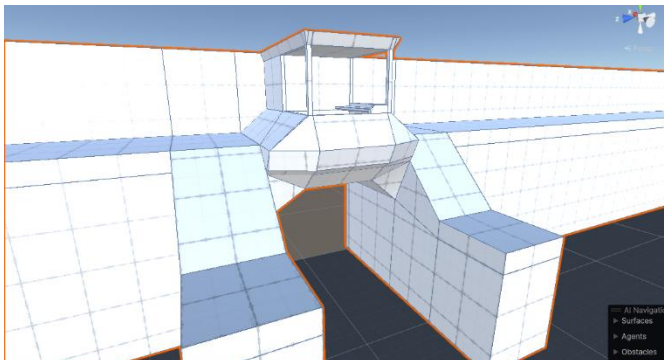
Kitas būdas sukurti realistiškesnei iliuzijai yra garsas. Garsas virtualioje realybėje yra kryptinis, kas imituoja žmogaus realią klausą. Tai sudedamoji dalis, kuri neturi didelių iššūkių programos kūrybiniame procese. Svarbu garsus taisyklingai išdėlioti žaidimo erdvėje, tam kad sukurtą iliuziją atsispindėtų vartotojo lūkesčius (Serafin, S. & Serafin, G., 2004).

Dar vienas pojūtis, kurį yra bandoma išnaudoti – tai lytėjimas. Žmogaus gebėjimas paliesti, apčiuopti, paimti, paspausti – visa tai yra sunkiai imituojamas procesas. Šiandienos virtualios realybės sprendimas – tai valdymo pulteliai, kurie vibruoja priklausomai, nuo to kaip yra sąveikaujama virtualioje realybėje. Tai yra viena iš sričių, kurioje virtuali realybė yra pažengusi mažiausiai (Wang et al., 2019). Pagrindinis kriterijus šiandienai, tai jog šie valdymo pulteliai netrukdytų vartotojui sąveikauti su virtualia realybe bei taip nesugriautų sukurtos iliuzijos.

Virtualios realybės technologija yra ganėtinai nauja ir jos teisingas panaudojimas dar nėra apibrėžtas, todėl svarbu didelį dėmesį sutelkti į sukurtą produkto testavimą. Tačiau, technologijos efektyvume slypi šiokia tokia ironija. Stimuliuojant specifinius jutimo organus, bet nepaliekiant kitų – atsiranda konfliktas. Naudotojas gali patirti neigiamus simptomus, kurie sugadintų vartotojo patirtį. Šios problemos sprendimai, sugriauna sukurtą iliuziją, bet leidžia vartotojui daugiau laiko praleisti simuliacijoje. Tikrasis problemos sprendimas – tai kompromisas tarp patogumo, realistiškumo bei kainos.

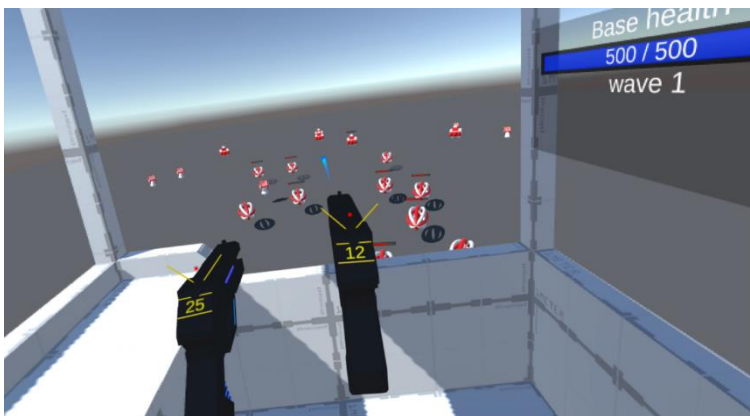
Žaidimo kūrimo eiga

Darbo metu, pritaikius atlikto tyrimo rezultatus, buvo sukurtas virtualios realybės žaidimo prototipas, kuriame žaidėjas turi ginti savo vartus, nuo artėjančių priešų. Žaidimas vyksta mažoje kabinoje (4 pav.), kas leidžia naviguoti žaidimo erdvę fiziškai judant. Jeigu fizinis judėjimas neįmanomas, žaidėjas gali pakeisti savo būvimo vietą pultelių pagalba.



4 pav. Žaidėjo kabina

Žaidėjo tikslas, naudojant jam suteiktus resursus (įrankius), neleisti priešams praeiti pro vartus (5 pav.). Jeigu priešai pračina, žaidimas – pralaimėtas. Šiame prototipe žaidėjui yra suteikiami du pistoletai, kuriais žaidėjas gali šaudyti, arba šiuos ginklus išmesti (toku atveju ginklai vėl atsiranda numatytose vietose). Su šiais ginklais sąveikaujant virtualios realybės sistemos pulteliai perteikia su sąveika susijusius vibracijos impulsus. Prototipe yra trys priešų tipai, prieš kuriuos žaidėjas turi kovoti. Sukurta grafinė sąsaja, kurios pagalba žaidėjas mato visą aktualią informaciją bei gali sąveikauti su žaidimo funkcijomis.



6 pav. Žaidimo eiga

Kadangi kuriamas tik žaidimo prototipas, žaidime nėra daug įrankių, priešų tipų. Šio prototipo paskirtis, realizuoti idėją taip, kad žaidėjas jaustųsi patogiai šį žaidimą žaisdamas.

Išvados

1. Ištirus žaidimo kūrimo procesą, nustatyta, kad šis procesas susideda iš 7 žingsnių: planavimas, pasiruošimas produkcijai, produkcija, testavimas, pasiruošimas leidimui leidimas, žaidimo palaikymas.

2. Ištirus skirtumus tarp tradicinių ir virtualių žaidimų kūrimo, nustatyta, kad virtualios realybės žaidimo kūrimo metu didesnis dėmesys skiriamas žmogaus regai, klausai ir lytėjimui, siekiant sukurti autentišką virtualią realybę.

3. Atlikus tyrimą, buvo sukurtas žaidimo prototipas. Prototipui pritaikyta realaus judesio sekimo technologija bei lytėjimo pojūtį stimuliuojanti technologija.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Steve Lukas, Vasanth Mohan, & Erin Pangilinan. (2019). *Creating Augmented and Virtual Realities*. O'Reilly Media, Inc.
2. Bramble, R. (2023, May 10). The Seven Stages Of Game Development. *GameMaker*. [žiūrėta 2024 m. balandžio 25 d.]. Prieiga per internetą: <https://gamemaker.io/en/blog/stages-of-game-development>.
3. García, S., Trejo, P., García, A., & Dumas, C. (2019). Virtual Reality and Neural Networks for Exploiting Geotechnical Data. In *Contemporary Issues in Soil Mechanics: Proceedings of the 2nd GeoMEast International Congress and Exhibition on Sustainable Civil Infrastructures, Egypt 2018–The Official International Congress of the Soil-Structure Interaction Group in Egypt (SSIGE)* (pp. 18-21). Springer International Publishing.
4. Wang, D., Guo, Y., Liu, S., Zhang, Y., Xu, W., & Xiao, J. (2019). Haptic display for virtual reality: progress and challenges. *Virtual Reality & Intelligent Hardware/Xuni Xianshi Yu Zhineng Yingjian*, 1(2), 136–162. <https://doi.org/10.3724/sp.j.2096-5796.2019.0008>
5. Serafin, S., & Serafin, G. (2004). SOUND DESIGN TO ENHANCE PRESENCE IN PHOTOREALISTIC VIRTUAL REALITY. https://www.icad.org/websiteV2.0/Conferences/ICAD2004/posters/serafin_serafin.pdf

Summary

In this article, the main steps of game development was analysed, as well as the key differences between traditional and virtual reality game development. Based on the conducted research, a virtual reality game prototype was created.

Keywords: games, virtual reality game, game development process, movement in virtual reality.

Įmonės padalinių sujungimas panaudojant Cisco DMVPN

Tautvydas Juodikis, Gintaras Butkus

Kauno kolegija

Anotacija. Straipsnyje nagrinėjami įvairūs virtualaus privataus tinklo (VPN) įdiegimo atvejai. Nagrinėjami skirtingi VPN protokolai, jų privalumai ir trūkumai. Atliekama mokslinės literatūros analizė, technologinių galimybių analizė, atvejų analizė. Atlikus analizę, įmonės padalinių kompiuterių tinklų sujungimui siūloma naudoti Cisco DMVPN protokolą, kuris geriausiai atitinka įmonės poreikius, saugumo reikalavimus.

Raktiniai žodžiai: saugumas, slaptumas, vientisumas, prieinamumas, tinklas.

Įvadas

Daugelis organizacijų ir institucijų nėra centralizuotos. Filialai, virtualios korporacijos ir keliaujantys darbuotojai lemia, kad kuo labiau kompanijoms reikia naudotis IT sistemomis. Mūsų moderniaame pasaulyje verslo įmonės vis dažniau turi keletą padalinių, išsibarsčiusių skirtingose geografinėse vietose. Atstumo problema priverčia kompanijas saugumo sumetimais, turėti visada savo virtualų privatų tinklą (*angl.* Virtual Private Network – VPN). Dažnai įmonėse nesiimama visų reikiamų saugumo priemonių konfigūruojant VPN. Administracijos nekeičia tiekėjų numatytųjų slaptažodžių. Tai kelia poreikį nustoti naudoti nepatikimus, senus ir turinčius saugumo skylių VPN modelius (PPTP). Be gero VPN kompanijos visada rizikuoja, kad svarbiausi dokumentai, kaip kompanijos paslaptys ir klientų duomenys bus prarasti, jeigu kažkas išibrautų ir būtų naudojamas senesnis VPN, turintis saugumo skyles. Taip pat kompanijos rizikuoja neatitikti šiuolaikinių verslo poreikių, tokių kaip mobilumas ir debesų kompiuterija.

Pagrindinė privataus tinklo VPN idėja gali būti naudojama kaip privalumas atviro ryšių tinklo infrastruktūroje. VPN yra reikalingas tam, kad būtų galima nurodyti tiksliai, jog slaptoji informacija, perduodama tinkle, pvz., vietiniame tinklapyje (LAN) arba darbinei aplinkai, išliktų konfidenciali ir prieinama tik autorizuotiems vartotojams. VPN sistema, integruota į ryšių sistemą, gali užtikrinti labai aukštą saugumo lygį, todėl gali garantuoti saugų VPN, kuris buvo įgyvendintas naudojant šifravimą ir dešifravimą (Ferguson, Paul ir Geoff Huston, 1998).

Verslui reikia patikimo, saugaus, lengvai valdomo VPN, kuris turėtų kuo mažiau saugumo rizikų ir būtų patogus dirbant skirtinguose pasaulio vietovėse.

Tyrimo objektas – įvairūs VPN protokolai – jų privalumai ir silpnosios vietos.

Tyrimo tikslas – atlikus įvairių šiais laikais naudojamų VPN apžvalgą, pasiūlyti įmonei geriausiai tinkamą virtualaus privataus tinklo protokolą.

Tyrimo uždaviniai:

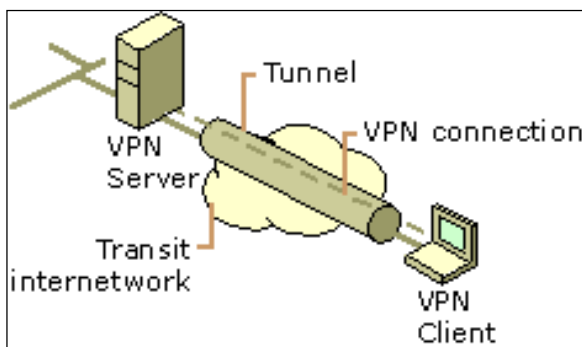
1. Išanalizuoti šiuo metu esamus VPN ir suprasti, kodėl yra svarbu pritaikyti DMVPN.

2. Įvertinti ar yra saugesnis tinklas, jeigu bus pradedama naudoti DMVPN.

3. Įvertinti siūlomą sukurti tinklą ir kokias galimybes jis geriausiai galėtų atlikti.

VPN analizė

Kompanijoms geografiškai plečiantis ir augant nuotolinio darbo populiarumui – vis daugiau kalbama apie VPN svarbą. VPN yra privatus tinklas, sukurtas viešojo tinklo infrastruktūroje, pvz., visuotiniame internete (Ferguson, Paul ir Geoff Huston, 1998). Apibrėžime atskleidžiamas svarbus trūkumas – nors ir tinklas atrodo privatus, tačiau jis yra viešas, o viešame tinkle netrūksta asmenų, kurie mielai pasisavintų jūsų „privačius“ duomenis. Todėl augant vartotojų kiekiui, svarbu nepamiršti tinkamų saugumo priemonių ir metodų. Daugelis modernių sistemų remiasi tunelio metodu (L2TP ir PPTP labiausiai paplitę tunelio protokoliai). Norint imituoti PTP, duomenys apvyniojami su antrašte, kuri suteikia maršruto informaciją, leidžiančią pereiti bendrinamą arba viešojo transporto tinklą, kad pasiektų galutinį tašką. Norint imituoti privatų tinklą, siunčiami duomenys yra užšifruoti konfidencialumo sumetimais. Paketai, perimti bendrame arba viešajame tinkle, yra neiššifruojami be šifravimo raktų. Ryšio dalis, kurioje yra privatūs duomenys, yra žinoma kaip tunelis (1 pav.) (Microsoft korporacija, 2009).



1 pav. VPN veikimas (Microsoft korporacija, 2009)

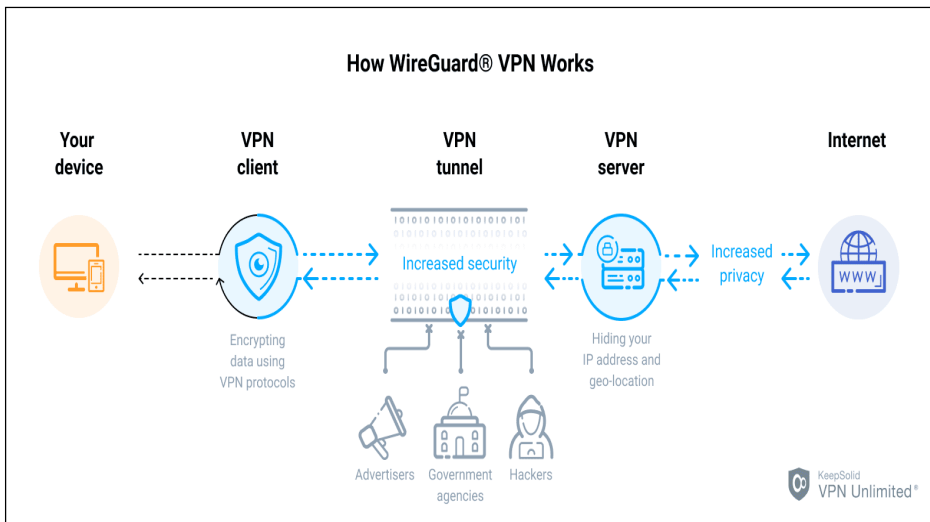
Toliau pateikti populiarūs VPN protokoliai:

OpenVPN. Atviro kodo VPN protokolas priklausantis OpenVPN organizacijai ir išleistas 2001 m. (James Yonan, 2002). Protokolas yra žymus dėl patikimų saugumo priemonių ir lankstumo. OpenVPN yra plačiai naudojamas saugioje nuotolinėje prieigoje ir šifruotame IoT ryšyje. OpenVPN naudoja OpenSSL, patikimą atvirojo kodo programinės įrangos biblioteką, kad užtikrintų griežtą duomenų saugumą perdavimo metu. Jame įdiegiami pažangūs 256 bitų šifravimo šifrai, siekiant užtikrinti, kad užšifruoti duomenys taptų neįskaitomi, o tai užtikrina galingą apsaugą nuo galimų duomenų pažeidimų (Mariana Krasteva, 2023). OpenVPN siūlo keletą privalumų: padidintą saugumą, patikimumą ir skaidrumą. Jis palaiko visus pažangius šifravimo standartus ir suteikia papildomą apsaugos nuo stebėjimo metodų, tokių kaip ugniasienės ir Deep Packet Inspection (DPI) sluoksnį (VeePN, 2023). OpenVPN taip pat yra atviro kodo projektas, tai reiškia, kad priemonė yra nemokai prieinama ir didelis kiekis prisidedančių programuotojų greitai sutaiso galimus saugumo trūkumus. Tačiau OpenVPN taip pat turi tam tikrų minusų: lėtesnis greitis dėl ilgo kodo (dažna atviro kodo projektų problema) bei sudėtingas įrašymas ir naudojimas (VeePN, 2023).

Apibendrinant – OpenVPN yra geras pasirinkimas, kai saugumas yra svarbiausia, pavyzdžiui, finansinės operacijos, slaptos ar konfidencialios informacijos perdavimas. Tačiau tai nėra geriausias pasirinkimas kai reikalingas didelis pralaidumas, pavyzdžiui, srautiniam perdavimui, žaidimams ar kitai veiklai, kuriai reikalingas didelis ryšio greitis.

WireGuard. Modernus atviro kodo VPN protokolas, kurį 2015m sukūrė Jason A. Donenfeld (Yael Grauer, 2021). Jis naudoja pažangiausią kriptografiją ir tinklo kodą, kad sukurtų užšifruotą tunelį tarp dviejų įrenginių pagal jų viešuosius raktus. Tai leidžia greitai ir saugiai bendrauti, net kai pasikeičia kliento įrenginio IP adresas. Didžiausias protokolo pliusas – paprastumas. Mažiau kodo (lyginant su kitais VPN), mažiau klaidų ir klaidingų konfigūracijų. Taip pat WireGuard pasižymi lengva konfigūracija ir dideliais greičiais palyginti su ankstesniais standartais, tokiais kaip IPSec ir OpenVPN (Jack Wherry, 2023). Svarbu paminėti tai, kad NordVPN NordLynx protokolas yra paremtas modifikuotu WireGuard. Tačiau WireGuard pat turi tam tikrų minusų: VPN nėra savarankiškas (*angl.* Stand-alone), reikalingos papildomos programos (išskyrus kai kurias Linux platinimo versijas). Tai reiškia, kad jei norite naudoti VPN įrenginyje, kuriame negalite įdiegti programų, turėsite naudoti kitą protokolą. Be to, „WireGuard“ neturi integruoto užtemdymo palaikymo, kuris būtinas norint apeiti gilų paketų patikrinimą tam tikruose regionuose.

Apibendrinant, WireGuard yra saugus ir modernus VPN protokolas. Jame naudojama moderni, gerai patikrinta kriptografija, o jo kodas yra labai supaprastintas, todėl jame yra mažiau klaidų ir netinkamų konfigūracijų. Tačiau svarbu pažymėti, kad WireGuard saugumas vis tiek daugiausia priklauso nuo to, kaip gerai jis buvo įdiegtas (Jack Wherry, 2023) (2 pav).



2 pav. WireGuard (Jack Wherry, 2023)

L2TP/IPsec. L2TP/IPsec yra dviejų protokolų derinys: 2 lygmens tuneliavimo protokolas (L2TP) ir interneto protokolo apsauga (IPsec). L2TP yra tuneliavimo protokolas, kuriam iš prigimties nenaudojamas joks šifravimo metodas, todėl jis dažnai įterpiamas kartu su IPsec, kad būtų užtikrinta papildoma apsauga. IPsec – tai protokolų rinkinys, užtikrinantis viešaisiais tinklais perduodamų duomenų autentifikavimą ir šifravimą, užtikrinant duomenų privatumą ir saugumą (Maximilian Holm, 2017) (WireX, 2023) (Zenarmor, 2024).

Privalumai: L2TP/IPsec laikomas saugiu ir lengvai nustatomu. Jį palaiko dauguma šiuolaikinių įrenginių ir platformų. L2TP/IPsec palaiko kelių gijų metodą, kad padidintų našumą. Jis apsaugo nuo „man-in-the-middle“ atakų ir palaiko AES-256 šifravimo algoritmus, kurie laikomi vienais saugiausių (Maximilian Holm, 2017).

Trūkumai: L2TP/IPsec gali bendrauti tik per UDP, todėl jį lengva užblokuoti. Dėl dvigubo įpakavimo jis gali būti lėtesnis nei OpenVPN. Kyla susirūpinimas, kad IPsec gali būti sąmoningai nusilpnintas NSA arba NSA pažeistas (Maximilian Holm, 2017). Tinkamas diegimas ir konfigūravimas yra gyvybiškai svarbūs norint užtikrinti L2TP/IPsec VNP (WireX, 2023).

Geriausias naudojimo atvejis:

L2TP/IPsec tinka vartotojams, kuriems reikalingas saugus VPN ryšys ir kurie nori naudoti tuneliavimo protokolą, kurį iš esmės palaiko dauguma šiuolaikinių įrenginių. Jis taip pat tinka vartotojams, kuriems reikia bendrauti per UDP ir kurie nori naudoti protokolą, palaikantį AES-256 šifravimo algoritmus (Maximilian Holm, 2017) (WireX, 2023). Tačiau vartotojai turėtų žinoti apie galimas našumo išlaidas ir būtinybę tinkamai įdiegti bei konfigūruoti, kad būtų išlaikytas saugus L2TP/IPsec VPN.

Apibendrinant: L2TP/IPsec yra saugus ir paprastas naudoti VPN protokolas, kurį palaiko dauguma šiuolaikinių įrenginių ir platformų. Tačiau jis gali būti lėtesnis nei „OpenVPN“ dėl dvigubos inkapsuliacijos, o tinkamas diegimas ir konfigūracija yra gyvybiškai svarbūs norint išlaikyti saugų L2TP/IPsec VPN.

PPTP. Vienas iš seniausių VPN protokolų. Sukurtas 1999 m. „Microsoft“ korporacijos (yra ir ankstyvesnių implementacijų, bet „Microsoft“ sukurta versija tapo labiausiai paplitusi) (Ema Globytė, 2023). PPTP reputacija yra mišri, turinti daug privalumų ir minusų.

Privalumai: naudojimosi paprastumas – PPTP yra žinomas dėl savo paprastumo ir prieinamumo net vartotojams su minimaliomis techninėmis žiniomis (Hossein Ashtari, 2023); suderinamumas – dėl savo amžiaus PPTP yra plačiai palaikomas visose plačiai naudojamuose operacinėse sistemose (Miglė Savickaitė, 2022); greitis – dėl paprastumo PPTP lengvai pralenkia modernius VPN protokolus.

Trūkumai: silpna sauga – PPTP nebelaikomas saugiu VPN protokolu dėl netinkamų saugos priemonių, pasenusių šifravimo algoritmų ir autentifikavimo metodu, pavyzdžiui, MS-CHAP pažeidžiamumą (Ema Globytė, 2023); pažeidžiamumas – protokolo šifravimo raktai yra trumpi, todėl jis yra jautrus brutalioms jėgoms (*angl.* brute-force) atakoms, be patikimų autentifikavimo mechanizmų, todėl jį galima lengvai išnaudoti (VeePN, 2023); ugniasienės apribojimai – PPTP gali susidurti su ryšio problemomis dėl ugniasienės apribojimų, nes jame nėra standartizuotų VPN prievadų numerių, todėl ryšiai gali būti blokuojami (Ema Globytė, 2023).

Apibendrinant: PPTP protokolas yra retenybė šiandieninėje kibernetinio saugumo aplinkoje. Dėl savo didelių saugumo rizikų, protokolo populiarumas žemas. PPTP turi savo vietą tam tikrose programose, kur greitis yra svarbesnis už saugumą.

DMVPN. DMVPN – VPN protokolas, kurį Cisco pristatė 2000 m. pabaigoje (Edgar c Francis, 2021). VPN protokolas išsiskiria savo stebulės ir stipinų (*angl.* hub and spoke) modeliu. DMVPN suteikia dinamišką virtualiojo privataus tinklo (VPN) formą, leidžiančią sujungti stipinus ir pagal poreikį sukurti tunelį pagal eismo modelius be kartotinės konfigūracijos mazguose ar stipinuose (Tessa Parmenter, 2021). Protokolo dizainas yra paremtas trimis etapais (NetworkLessons, 2024):

1 etapas naudoja NHRP (Next Hop Resolution Protocol), kad stipinai galėtų užsiregistruoti stebulėje. Centras yra vienintelis maršrutizatorius, kuriame naudojama daugiataškė GRE (bendrojo maršruto įterpimo) sąsaja, o visi stipinai naudoja įprastas GRE tunelio sąsajas iš taško į tašką. Šioje konfigūracijoje nėra tiesioginio stipinas-stipinas ryšio, viskas eina per centrą.

2 etapas siekia panaikinti tam tikrus 1 etapo trūkumus įgalinant tiesioginį stipinas – stipinas ryšį. Visi stipininiai maršrutizatoriai naudoja kelį taškų GRE tunelius, leidžiančius tiesiogiai susisiekti tarp stipinų.

3 etapas – loginis 1 ir 2 etapo žingsnis, kuris įdeda hierarchinę topologiją. Šis etapas apjungia 1 ir 2 fazių privalumus, siūlydamas labiau keičiamo dydžio sprendimą didelio masto diegimams. Jis palaiko pilno tinklo GRE arba IPsec tunelių kūrimą naudojant paprastą konfigūracijos šabloną, todėl idealiai tinka didelio masto VPN tinklams su dinamiškais maršruto parinkimo galimybėmis.

Privalumai (Firewall, 2024): supaprastinta konfigūracija – DMVPN supaprastina šakotuvo maršrutizatoriaus konfigūraciją, naudodamas vieną mGRE, IPsec profilį, kad būtų galima valdyti visus stipinų maršrutizatorius, neatsižvelgiant į stipinų, jungiančių prie šakotuvą, skaičių; dinaminiai tuneliai iš stipinų į stipinus: stipinų maršrutizatoriai gali dinamiškai kurti VPN tunelius tarp jų, jei reikia, sumažindami administracines išlaidas ir padidindami tinklo lankstumą; DMVPN siūlo pasirinktinai tvirtą apsaugą su IPsec šifravimu, užtikrinančiu duomenų konfidencialumą ir vientisumą VPN tuneliuose.

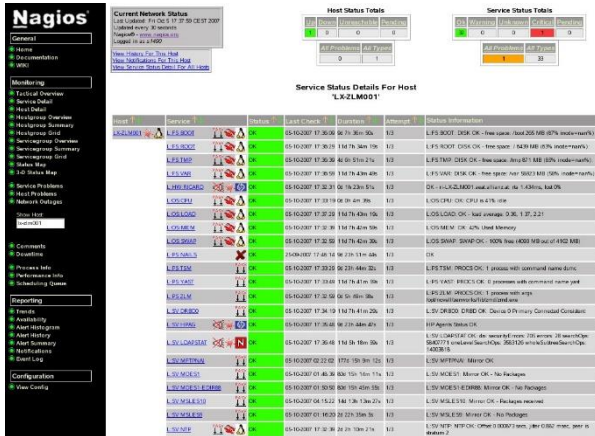
Trūkumai: sudėtingumas naudojant didelius diegimus – nors DMVPN supaprastina konfigūraciją, didelio masto diegimas su daugybe maršrutizatorių gali sukelti įdomių projektavimo iššūkių, galinčių apsunkinti tinklo sąranką (Matt Conran, 2015); maršruto parinkimo protokolo apribojimai: priklausomai nuo pasirinktos DMVPN fazės, maršruto parinkimo protokolo projekte gali būti apribojimų, turinčių įtakos srauto srautams tarp stipinų ir šakotuvo, o tai gali turėti įtakos tinklo mastelio keitimui ir efektyvumui (Semperfinein, 2020).

Apibendrinimas: DMVPN yra geras balansas tarp paprastumo, plečiamumo ir saugumo. Lanksčią konfigūraciją galima pritaikyti įvairaus dydžio įmonėms. Dinamiški VPN tuneliai plėtimąsi padaro palyginamai lengvą.

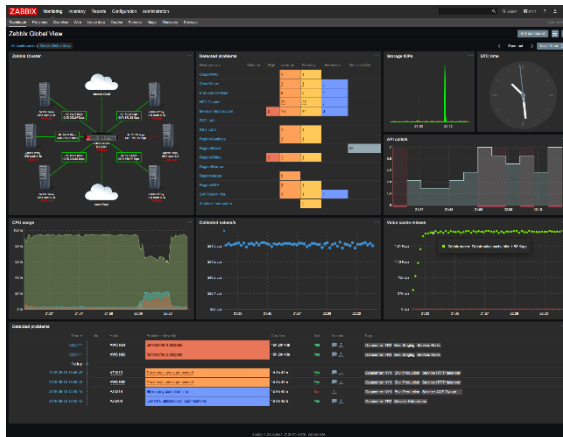
Atlikus VPN analizę, pastebima, kad, DMVPN padės užtikrinti ir labiau apsaugoti tinklą nuo grėsmių. DMVPN leidžia verslams sukurti VPN tinklą su daugybe vietų, nereikalaujant statinių įrenginių konfigūravimo.

Tinklo stebėjimo sistemų apžvalga

Siekiant efektyviai įdiegti ir valdyti DMVPN bus naudojama programinės įrangos, kaip PuTTY terminalo emuliatorius. Darbui taip pat reikėjo pasirinkti stebėjimo įrankį. Atlikus paiešką buvo rastos trys galimos programos: Nagios (3 pav.), Zabbix (4 pav.), Grafana (5 pav.).



3 pav. Nagios stebėjimo sistema (<https://www.nagios.org/>)



4 pav. Zabbix stebėjimo sistema (<https://www.zabbix.com/>)



5 pav. Grafana stebėjimo sistema (<https://grafana.com/>)

Stebėjimo sistemų palyginimas pateikiamas 1 lentelėje.

1 lentelė. Stebėjimo sistemų palyginimas

	Kaina	Saugumas	DMVPN	Sąsajos naudojimo patirtis
Zabbix	Nemokama (su pasirinkama komercine palaikymo galimybe)	Siūlo saugias duomenų rinkimo ir stebėjimo galimybes	Nors DMVPN suderinamumas nėra tiesioginė šių įrankių savybė, juos galima sukonfigūruoti DMVPN ryšiams	Žinomas dėl patogios sąsajos ir naudojimo paprastumo
Nagios	Pagrindinė versija nemokama	Užtikrina patikimas saugumo priemones		Sąsaja yra visapusiška, bet naudojimosi sudėtingumas greitai išauga
Grafana	Atvirojo kodo programa. Mokamoji versija turi daugiau funkcijų.	Daugiau dėmesio skiriama vizualizacijai, o ne saugos funkcijoms, tačiau ją galima integruoti su saugos įrankiais, kad būtų padidinta apsauga		Siūlo pusiausvyrą tarp patogumo ir funkcionalumo

Dėl sąsajos paprastumo ir jau turimų įgūdžių buvo pasirinkta Zabbix programa. Be to, bus naudojamas GNS3 tinklo simuliacijos įrankis, suteikiantis galimybę išbandyti tinklą prieš sukuriant gyvai. Be programinės įrangos bus pasinaudota fiziniu CISCO maršrutizatoriumi „CISCO 4221“, kad būtų galimybė atlikti darbą ne tik virtualioje mašinoje, bet ir gyvai. CISCO 4221- 2016 metų Cisco vienas iš pagrindinių modelių.

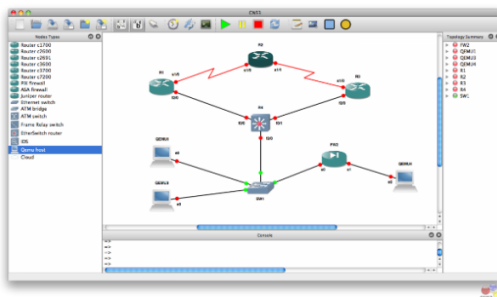
Aparatūros posistemė

CISCO 4221 turi globalias komandas, kurios yra gerai aprašytos ir žinomos. Maršrutizatorius taip pat pasižymi šiomis savybėmis:

- Universalumas: Cisco 4221 gali palaikyti įvairius tinklo įrankius viename įrenginyje, pvz., belaidį WAN, belaidį LAN ir integruotus komutatoriaus prievadus;
- Našumas: Cisco 4221 pralaidumas prasideda nuo 35 Mbps ir gali būti atnaujinamas iki 75 Mbps, suteikiant daug pralaidumo daugeliui mažų ir vidutinių įmonių;
- Sauga: maršrutizatoriuje yra įmontuotų saugos funkcijų, tokių kaip ugniasienė, VPN spartinimas ir tinklo varžybų valdymas, užtikrinantis tvirtą filialų tinklų ir vartotojų apsaugą;
- Mastelio keitimas: „Cisco 4221“ palaiko pralaidumo ir tinklo sąsajos modulių atnaujinimus, leidžiančius ateityje plėstis, pasikeitus verslo poreikiams. Šis mastelio keitimas užtikrina, kad maršrutizatorius gali augti kartu su verslu, o tai yra ilgalaikis sprendimas mažoms ir vidutinėms įmonėms;
- Įperkamumas: Cisco 4221, kurio kaina yra 800 USD, siūlo konkurencingą kainos ir našumo santykį, todėl jis yra patrauklus pasirinkimas mažoms ir vidutinėms įmonėms.

Informacinė posistemė

GNS3: tai yra universali priemonė studentams. Tai yra atvirojo kodo tinklo programinės įrangos emuliacijos, leidžiantis imituoti ir emuliuoti sudėtingus tinklus. Tai gali būti ypač aktualu DMVPN užduočiai, nes leidžia kopijuoti tinklo topologiją kompiuteryje, nereikalaujant fizinės įrangos, taip sutaupant laiką ir išteklius. DMVPN atveju GNS3 leidžia emuliuoti būtinus maršrutizatorius ir jungiklius, konfigūruoti tunelių ir saugumo protokolus bei išbandyti tinklo elgseną kontroliuojamoje aplinkoje. GNS3 palaiko CISCO ir tas mums yra pats svarbiausias dalykas šiuo atveju (6 pav.).



6 pav. GNS3 tinklo simuliacijos įrankis

PuTTY yra nemokamas atvirojo kodo terminalo emuliatorius, serijinė konsolė ir tinklo failų perdavimo programa. Jis pagrįdė naudojamas prisijungti prie nuotolinių kompiuterių ir serverių naudojant Secure Shell (SSH) protokolą, kuris užtikrina saugų ir užšifruotą ryšį (Sussex universitetas, 2013).

Tyrimo metodika

Įmonės padalinių kompiuterių tinklų sujungimui reikia saugaus, greito, patikimo VPN protokolo. Esamų šiuolaikinių VPN protokolų analizė buvo atliekama nagrinėjant mokslinę literatūrą, protokolų aprašymus, protokolų panaudojimo atvejus. Literatūra aprašo nemažai įvairių VPN protokolų. Visi VPN protokolai turi teigiamų ir neigiamų savybių. Vieni yra saugesni, bet lėtesni, kiti labiau tinka mažiems tinklams, su nedideliais duomenų srautais. Parenkant optimalų VPN protokolą buvo įvertintos literatūroje minimos protokolų savybės. Taip pat buvo atsižvelgiama į gerąsias VPN naudojimo praktikas, pavyzdžiui, DMVPN naudoja kariuomenė.

Tyrimo rezultatai

Palyginus penkis labiausiai paplitusius VPN protokolus daroma išvada, kad įmonės padalinių kompiuterių tinklų sujungimui geriausia tinka DMVPN. Šis protokolas pasižymi savo hierarchine struktūra, saugumu ir plačiomis konfigūravimo galimybėmis. DMVPN saugumą užtikrina IPsec, hierarchinę struktūrą – „stebulės ir stipinų“ architektūra, konfigūravimo galimybės – testavimui galima naudoti GNS3 arba tikrą Cisco įrangą.

Siūlomam įmonės tinklų sujungimo stebėjimui buvo nagrinėtos tris sistemos – Nagios, Grafana, Zabbix. Atlikus šių sistemų palyginamąją analizę ir atsižvelgus į panašių sistemų panaudojimo gerąsias praktikas, įmonei siūloma naudoti Zabbix.

Tinklo įrangos konfigūravimui be konkurencijos geriausiai tinka PuTTY.

Kompiuterių tinklo emuliacijos programų analizės rezultatas – šiuo metu yra vienintelė nemokama pilnai veikianti sistema GNS3.

Išvados

Įvertinta, kad pradėjus naudoti DMVPN tinklo saugumas iš esmės pagerės. DMVPN atlieka automatinį IPsec šifravimo inicijavimą. Savo ruožtu IPsec užtikrina perduodamų per kompiuterių tinklą duomenų saugumą, nes naudoja šias sudedamąsias dalis:

1. Įterpiamoji saugumo apkrova (angl. Encapsulating Security Payload, ESP) – užtikrina duomenų vientisumą, šifravimą, autentiškumo nustatymą ir apsaugą nuo atkūrimo. Ji taip pat užtikrina naudingosios apkrovos autentiškumo patvirtinimą.

2. Autentifikavimo antraštė (angl. Authentication Header AH) – užtikrina duomenų vientisumą, autentiškumo nustatymą ir apsaugą nuo atkodavimo.

3. Interneto raktų mainai (angl. Internet Key Exchange IKE) – tai tinklo saugumo protokolas, skirtas dinamiškai keisti šifravimo raktais ir rasti kelią per saugumo asociaciją (SA) tarp dviejų įrenginių. Saugumo asociacija (SA) nustato bendrus du tinklo įrenginių saugumo atributus, kad būtų palaikomas saugus ryšys. ISAKMP (angl. Internet Security Association Key Management Protocol) ir interneto saugumo asociacija (angl. Internet Security Association) sukuria autentiškumo nustatymo ir keitimosi raktais sistemą. ISAKMP pasako, kaip nustatomos saugumo

asociacijos (SA) ir kaip tiesioginiai ryšiai tarp dviejų kompiuterių naudojami naudojant IPsec. Interneto raktų mainai (IKE) užtikrina pranešimų turinio apsaugą, taip pat atvirą sistemą, skirtą standartiniams algoritmams, tokiems kaip SHA ir MD5, įgyvendinti. Algoritmo IPsec naudotojai sukuria unikalų kiekvieno paketo identifikatorių. Šis identifikatorius vėliau leidžia įrenginiui nustatyti, ar paketas buvo teisingas, ar ne. Neautoriizuoti paketai atmetami ir neperduodami gavėjui.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Ferguson, Paul ir Geoff Huston, What is a VPN?., 1998
2. NetworkLessons, Introduction to DMVPN, 2024
<https://networklessons.com/cisco/ccie-routing-switching/introduction-to-dmvpn>
3. „TechTarget“ bendradarbis, Cisco Systems, Inc?, 2016
<https://www.techtarget.com/whatis/definition/Cisco-Systems-Inc>
4. PCmag, SFP, 2024 <https://www.pcmag.com/encyclopedia/term/sfp>
5. Microsoft korporacija, Windows 2000 Server, 2009
[https://learn.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/it-pro/windows-2000-server/bb742566\(v=technet.10\) proc.20](https://learn.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/it-pro/windows-2000-server/bb742566(v=technet.10) proc.20)
6. James Yonan, OpenVPN/openvpn2-historical-cvs, 2002
<https://github.com/OpenVPN/openvpn2-historical-cvs/blob/d32aa83c2adc6f9fb70e2f0cc32c344f4864e95d/CHANGES#L20>
7. Mariana Krasteva, OpenVPN explained: Best features, use-cases and a WireGuard comparison, 2023 <https://www.independent.co.uk/advisor/vpn/openvpn-explained>
8. VeePN, What Is OpenVPN and Should You Use It?, 2023
<https://veepn.com/blog/what-is-openvpn/>
9. Yael Grauer, How one hacker's push to secure the internet became a crucial part of Mac, Linux, and Windows operating systems, 2021
10. Jack Wherry, What is WireGuard?, 2023 <https://cybernews.com/what-is-vpn/wireguard-protocol/>
11. Maximilian Holm, Pros and cons of different VPN protocols, 2017
<https://www.ovpn.com/en/blog/pros-and-cons-of-different-vpn-protocols>
12. WireX, L2TP: Network Protocol Explained, 2023
<https://wirexsystems.com/resource/protocols/l2tp>
13. Zenarmor, What is L2TP? Understanding the Role of L2TP in Network Technologies, 2024
<https://www.zenarmor.com/docs/network-security-tutorials/what-is-l2tp>
14. Ema Globytė, What is PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol)?, 2023
<https://nordvpn.com/blog/what-is-pptp-protocol/>
15. Hossein Ashtari, PPTP vs. L2TP: Top 5 Differences To Know, 2023
<https://www.spiceworks.com/tech/networking/articles/pptp-vs-l2tp/amp/>
16. Miglė Savickaitė, What is a PPTP VPN and why it's the wrong choice, 2022
<https://surfshark.com/blog/what-is-pptp>
17. VeePN, What Is a PPTP VPN? (and Is It Secure Enough for Your Needs?), 2023
<https://veepn.com/blog/what-is-pptp-vpn/>
18. Edgar c Francis, What is DMVPN (Dynamic Multipoint VPN), NHRP, mGRE and How to configu, 2021 <https://community.cisco.com/t5/networking-blogs/what-is->

dmvpn-dynamic-multipoint-vpn-nhrp-mgre-and-how-to/ba-
p/4487443#:~:text=DMVPN proc.20(Dynamic proc.20Multipoint proc.20VPN)
proc.20Introduced,to proc.20statically proc.20configure proc.20all proc.20devices.

19. Tessa Parmenter, What is a dynamic multipoint virtual private network (DMVPN)?, 2021 <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/dynamic-multipoint-VPN-DMVPN>
20. Firewall, Understanding Cisco Dynamic Multipoint VPN - DMVPN, MGRE, NHRP, 2024 <https://www.firewall.cx/cisco/cisco-services-technologies/cisco-dmvpn-intro.html>
21. Matt Conran, Design guide dmvpn phases, 2015 <https://network-insight.net/2015/02/03/design-guide-dmvpn-phases/>
22. Semperfinein, An Introduction to DMVPN, 2020 <https://artofnetworkengineering.com/2020/08/21/an-introduction-to-dmvpn/>
23. Sussex universitetat, PuTTY, <https://www.sussex.ac.uk/its/services/software/owncomputer/putty>

Summary

This article examines various deployments of virtual private networks (VPNs), different VPN protocols, and their advantages and disadvantages. It also analyzes the scientific literature, technological options, and case studies. In conclusion, the Cisco DMVPN protocol is proposed for the interconnection of the company's departments, which best suits the company's needs and security requirements.

Keywords: security, confidentiality, integrity, availability, network.

Išmaniųjų parkavimo sistemų tyrimas, siekiant sukurti vairuotojui draugišką automobilių stovėjimo aikštelę

Nerijus Kvedaravičius, Gintaras Butkus

Kauno kolegija

Anotacija. Šiame straipsnyje nagrinėjamas išmaniųjų parkavimo aikštelių projektas, kuriuo siekiama modernizuoti miesto parkavimo infrastruktūrą ir pagerinti vairuotojų patirtį. Straipsnyje aptariami pagrindiniai išmaniųjų parkavimo sistemų komponentai, tokie kaip IoT sensoriai, šviesos indikatoriai ir automatinis parkavimo vietų paskirstymas. Taip pat išryškunami tokios sistemos privalumai, įskaitant efektyvesnę parkavimo vietų naudojimą, sumažintas eismo spūstis, ekonominę ir ekologinę naudą. Be to, pabrėžiama būtinybė nuolat prižiūrėti ir atnaujinti sistemą, siekiant užtikrinti jos efektyvumą ir patikimumą. Galiausiai straipsnyje pateikiamos išvados apie išmaniųjų parkavimo sistemų naudą ir rekomendacijos dėl jų įdiegimo. Šis straipsnis yra svarbus šaltinis tiek viešojo, tiek privataus sektoriaus atstovams, svarstantiems apie išmaniųjų parkavimo sprendimų diegimą ir jų potencialą gerinant miesto infrastruktūrą.

Raktiniai žodžiai: parkavimas, sensoriai, indikatoriai, aplikacijos, IoT.

Įvadas

Dabartinė parkavimo situacija miestuose ir didelėse įmonėse dažnai yra nepakankamai efektyvi ir sukuria daugybę problemų tiek vairuotojams, tiek miesto infrastruktūrai. Shoup (2006) teigia, kad ilgas laisvos parkavimo vietos paieškos laikas yra vienas iš pagrindinių miesto eismo spūsčių ir aplinkos taršos veiksnių. Be to, vidutinis vairuotojas miestuose praleidžia iki 20 minučių ieškodamas laisvos vietos, kas reiškia milžinišką bendrą laiko švaistymą (Smith, 2018).

Tyrimo objektas – parkavimo vietų stebėjimo ir valdymo sistema, kuri automatiškai skiria parkavimo vietas įmonės darbuotojams, atsižvelgiant į jų atvykimo laiką ir kitus veiksnius. Sistema naudoja ultragarsinius jutiklius ir mobiliąją aplikaciją, kad optimizuotų parkavimo procesą ir sumažintų susijusį stresą bei laiko švaistymą.

Tyrimo tikslas – apžvelgti esamas ir pasiūlyti pažangią parkavimo vietų stebėjimo ir valdymo sistemą, kuri leistų darbuotojams efektyviau ir be papildomo streso rasti laisvas parkavimo vietas, taip pat leistų įmonėms geriau išnaudoti esamas parkavimo erdves, didinti darbuotojų pasitenkinimą ir bendrą produktyvumą.

Tyrimo uždaviniai:

1. Apžvelgti ir įvertinti esamas parkavimo vietų stebėjimo ir valdymo sistemas, jų privalumus ir trūkumus.
2. Pasiūlyti modernią parkavimo vietų stebėjimo ir valdymo sistemą.
3. Išplėtoti algoritmą efektyviam parkavimo vietų paskirstymui, atsižvelgiant į darbuotojų atvykimo laikus ir kitus svarbius veiksnius.

4. Pasiūlyti vartotojui draugišką mobiliosios aplikacijos sąsają, leidžiančią darbuotojams lengvai rezervuoti parkavimo vietas ir gauti aktualią informaciją apie laisvas vietas.

5. Apžvelgti parkavimo sistemų kibernetinį saugumą ir pasiūlyti saugumo didinimo sprendimus.

Tyrimo metodika

Analizuojamos dvi šiuolaikinės parkavimo valdymo sistemos: ADCParking ir UniPark (1 lentelė). Šios sistemos buvo pasirinktos dėl jų novatoriškų sprendimų parkavimo vietų stebėjimo ir valdymo srityje, kurios galėtų būti pritaikytos sprendžiant didelių įmonių parkavimo problemas. Analizės tikslas – įvertinti kiekvienos sistemos veikimo principus, naudojamas technologijas ir jų efektyvumą, remiantis iš anksto nustatytais kriterijais: komponentai ir savybės.

ADCParking sistema apima kelias pagrindines dalis: parkavimo jutiklius, centralizuotą valdymo serverį ir mobiliosios aplikacijos klientą. Jutikliai, montuojami kiekvienoje parkavimo vietoje, fiksuoja ir siunčia duomenis apie laisvas arba užimtas vietas į centralizuotą serverį realiuoju laiku. ADCParking sistema suteikia vairuotojams galimybę realiu laiku matyti laisvas parkavimo vietas per mobiliąją aplikaciją. Be to, ADCParking integracija su debesų kompiuterijos paslaugomis leidžia saugoti didelius duomenų kiekius ir užtikrina sistemos patikimumą ir prieinamumą.

UniPark sistema taip pat susideda iš trijų pagrindinių komponentų: parkavimo vietų jutiklių, valdymo serverio ir vartotojo aplikacijos. Jutikliai stebi ir registruoja parkavimo vietų būseną, o duomenys apie parkavimo vietas yra siunčiami ir tvarkomi serveryje. UniPark išskiria savo patogią vartotojo sąsają, kuri vairuotojams pateikia intuityvią ir lengvai naudojamą informaciją apie laisvas parkavimo vietas. Be to, UniPark sistema siūlo išplėstines funkcijas, tokias kaip parkavimo laiko stebėjimas, mokėjimai per programėlę ir automatiniai įspėjimai apie laiko pasibaigimą. Tai sumažina vairuotojų stresą ir leidžia efektyviau planuoti laiką.

1 lentelė. Palyginimas tarp ADCParking ir UniPark

Kriterijus	ADCParking	UniPark
Rezervavimas	Ne	Ne
Mokėjimo būdai	Kasa, Mobilioji aplikacija	Kasa, Mobilioji aplikacija, SMS
Mobilioji aplikacija	Taip	Taip
Stovėjimo Abonementai	Taip	Ne
Pagrindinės veikimo vietos	Vilnius, Kaunas, Daugiaaukštės aikštelės	Vilnius, Kaunas, Oro Uostai, Požeminės Aikštelės
Saugumas	Aukšto lygio duomenų šifravimas ir apsauga nuo neteisėtos prieigos	Stiprus autentifikavimas ir duomenų apsauga
Duomenų analizė	Išsami	Bazinė
Papildomos Funkcijos	Integruotas daviklis į kiekvieną stovėjimo vietą ir rodo kurios vietos yra užimtos	Su šia programėle galima susimokėti ne tik už stovėjimą aikštelėse bet ir už stovėjimą miestuose. Ten kur yra mokomos zonos

ADCParking ir UniPark teikia parkavimo sprendimus, tačiau jų dėmesio sritys skiriasi. ADCParking yra labiau orientuotas į aikštelių parkavimą, siūlydamas abonementus ir aukšto lygio saugumą, ypač daugiaaukščių parkavimo vietose, kaip Vilniuje ir Kaune. Jie taip pat teikia išsamią duomenų analizę ir integruotus sensorius, didinant vartotojų patogumą.

Tuo tarpu UniPark yra lankstesnis, aptarnaujant tiek miestų, tiek oro uostų parkavimą ir siūlydamas įvairias mokėjimo galimybes, įskaitant SMS. Jų sistema taip pat leidžia mokėti už mokamas miesto zonas, tačiau neteikia stovėjimo abonementų, kas rodo didesnę dėmesį laikinam naudojimui.

Taigi, ADCParking yra labiau pritaikytas ilgalaikiam, saugiam parkavimui, o UniPark siūlo lankstesnes paslaugas plačiam vartotojų ratui.

Parkavimo sistemose naudojami sensoriai (2 lentelė), serveriai ir mobilieji įrenginiai yra pagrindiniai aparatinės įrangos komponentai, kurie leidžia efektyviai nustatyti laisvas ir užimtas parkavimo vietas realiu laiku. Remiantis Zhao ir Guo (2019) bei Martínez ir Rojas (2021) tyrimais, ultragarsiniai, infraraudonųjų spindulių ir magnetiniai sensoriai yra itin svarbūs nustatant parkavimo vietų būklę, o serveriai atlieka esminį vaidmenį duomenų apdorojime ir saugojime. Mobilieji įrenginiai, pasitelkiant interneto dalykų (IoT) technologijas, suteikia vartotojams galimybę greitai ir patogiai naudotis parkavimo paslaugomis.

2 lentelė. Įvairių sensorinių veikimo principai, privalumai, trūkumai

Sensoriaus tipas	Veikimo principas	Privalumai	Trūkumai
Ultragarso	Nustato objektų atstumą naudojant ultragarso	Tikslūs atstumų matavimai, nebrangūs, lengva įdiegti	Trikdomi oro sąlygų, gali nustatyti netinkamus objektus
Infraraudonųjų spindulių (IR)	Nustato šilumos šaltinius ir jų atstumą	Efektyvūs žemoje apšvietimo sąlygose, tikslī lokalizacija	Gali būti trikdomi saulės šviesos, aukšta kaina
Magnetiniai	Aptinka metalo objektų buvimą per magnetinius laukus	Galimybė stebėti ir analizuoti eismo srautus, universalumas	Ribotas aptikimo diapazonas, tik metalinių objektų aptikimas
Vaizdo kamerų	Stebi ir analizuoja vaizdo įrašus	Galimybė stebėti ir analizuoti eismo srautus, universalumas	Brangi įranga ir priežiūra, reikalauja pažangių analizės algoritmų
LiDAR (Šviesos aptikimas ir atstumo nustatymas)	Nustato objektus ir jų atstumą naudojant šviesos impulsus	Aukštas tikslumas ir detalumas, veikia įvairiomis oro sąlygomis	Labai brangūs, sudėtingas įdiegimas ir priežiūra

Parkavimo sistemų efektyvumas priklauso nuo jų gebėjimo tikslingai nustatyti ir valdyti prieinamas parkavimo vietas. Ši lentelė pateikia įvairių sensorių tipus, jų veikimo principus bei privalumus ir trūkumus, remiantis naujausiais moksliniais

šaltiniai. Pavyzdžiui, ultragarsiniai sensoriai, nustatantys objektų atstumą naudojant ultragarsą, yra vertinami už tikslius atstumo matavimus ir nesudėtingą diegimą, kaip aptarta Belbachiro (2009) knygoje apie išmaniąsias kameras. Kita vertus, infraraudonųjų spindulių sensoriai, kurie fiksuoja šilumos šaltinius ir jų atstumą, yra paminėti Bogue (2013) straipsnyje kaip efektyvūs, bet pažeidžiami oro sąlygų, tokių kaip saulės šviesa. Taip pat, Guo ir Zhao (2019) apžvalgoje pabrėžiama sensorių, tokių kaip magnetiniai, kurie aptinka metalinių objektų buvimą, svarba parkavimo sistemose dėl jų universalumo. Ši informacija yra esminė suprantant, kaip modernios parkavimo sistemos naudoja šiuos technologinius sprendimus, siekdamos pagerinti parkavimo patirtį miestų gyventojams.

Informacinė posistemė parkavimo valdymo sistemoje yra kritinis komponentas, užtikrinantis glaudų duomenų tarp parkavimo sensorių, serverio, mobiliosios aplikacijos ir galutinio naudotojo srautą. Sistemos patikimumą užtikrina kibernetinis saugumas, apimantis duomenų šifravimą ir privatumo apsaugą, remiantis Smith (2018) ir Johnson (2019) tyrimais.

Naudotojo sąsaja (UI) yra esminis parkavimo valdymo sistemos komponentas, leidžiantis galutiniam vartotojui sąveikauti su sistema. Ji turi būti suprojektuota taip, kad vartotojas galėtų lengvai naudotis visomis sistema siūlomomis funkcijomis. Svarbu, kad naudotojo sąsaja būtų intuityvi, patraukli ir informatyvi.

Programavimo kalbos ir aplinkos: naudotojo sąsajai sukurti dažniausiai naudojamos JavaScript, HTML ir CSS kalbos. JavaScript yra naudojama dinaminiam turinio kūrimui, HTML – struktūriniam maketavimui, o CSS – vizualiniam dizainui. Šios kalbos, kartu su atitinkamomis programavimo bibliotekomis ir karkasais, pavyzdžiui, React ar Vue.js, leidžia kurti patrauklias ir funkcionalias vartotojo sąsajas.

Programavimo metodikos ir technologijos: naudotojo sąsajos kūrime taikoma atsako dizaino metodika, leidžianti svetainėms ir aplikacijoms teisingai veikti įvairaus dydžio ekranuose, nuo mobiliųjų telefonų iki didelių monitorių. Be to, naudojamos naudotojo patirties (UX) gerinimo technikos, siekiant užtikrinti, kad aplikacija būtų logiška, lengvai naudojama ir maloni vartotojui.

Operacinės sistemos: parkavimo sistemos naudotojo sąsajos yra kūrimui ir naudojimui pritaikytos tiek Android, tiek iOS operacinėms sistemoms, siekiant aprėpti kuo didesnę vartotojų ratą. Pritaikomumas šioms sistemoms užtikrina sklandų funkcionalumą ir patogią naudotojo patirtį. Pavyzdinį parkavimo valdymo aplikacijos vaizdą galime matyti (1 pav.), kuris iliustruoja, kaip vartotojai gali vizualiai identifikuoti laisvas ir užimtas parkavimo vietas.



1 pav. Pavyzdinis parkavimo valdymo aplikacijos variantas

Sistemos saugumo aspektai yra neatsiejami nuo šiuolaikinių technologinių sprendimų. Tai apima kompleksinius duomenų apsaugos metodus, tokius, kaip šifravimas ir duomenų perdavimas tarp įrenginių. Duomenų apsaugai siūloma naudoti metodus, kurie yra išsamiai nagrinėti literatūroje, pavyzdžiui, Owen ir Makkar (2017) straipsnyje apie kibernetinę saugą IoT įrenginiuose ir Choo (2020) darbe, kuriame aptariama privatumo ir duomenų saugojimo svarba.

Tyrimo rezultatai

Tyrimas patvirtino, kad išmaniosios parkavimo sistemos yra efektyvus sprendimas šiuolaikinių miestų parkavimo problemoms spręsti, gerinant vartotojų patirtį, mažinant eismo spūstis ir prisidedant prie tvaraus miesto vystymo.

Procesas vyksta nuosekliai: pradedant nuo sensoriaus, kuris nustato užimtą vietą ir informuoja serverį, baigiant vartotojo sąveika su aplikacija, kur jis gali peržiūrėti parkavimo vietų būklę ir priimti sprendimus. Šią sistemą galima detaliam pamatyti pateiktoje schemoje (2 pav.).

Parkavimo vietos užimtumo ir informacijos perdavimo procesas:

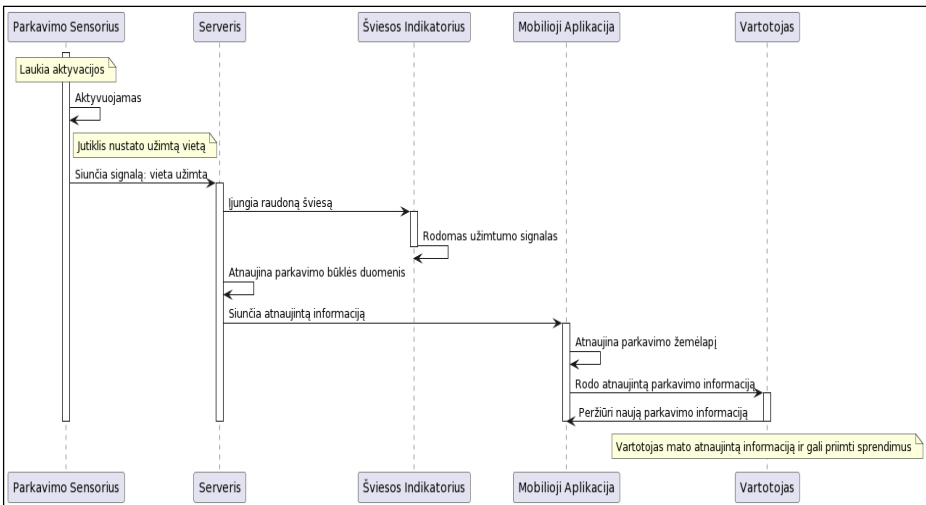
- Sensoriaus aktyvavimas ir duomenų siuntimas: visas procesas prasideda, kai parkavimo sensorius nustato, kad parkavimo vieta yra užimta. Sensorius yra programuotas laukti ir stebėti parkavimo vietos būklę. Kai automobilis užima vietą, sensorius aktyvuojamas ir siunčia signalą į centralizuotą serverį. Šis signalas apima informaciją apie parkavimo vietos statusą – šiuo atveju, kad vieta yra užimta.

- Serverio reakcija ir duomenų apdorojimas: gavęs signalą iš parkavimo sensoriaus, serveris nedelsiant atnaujina parkavimo būklės duomenis savo sistemoje. Tai yra svarbus žingsnis, nes serverio palaikoma informacija yra pagrindinis informacijos šaltinis visai sistemai, įskaitant mobiliosios aplikacijos vartotojus.

- Šviesos indikatoriaus valdymas: serveris taip pat siunčia signalą į šviesos indikatorius, kuris yra prie parkavimo vietos. Šis signalas liepia įjungti raudoną šviesą, signalizuojant, kad vieta yra užimta. Tai suteikia vizualinę informaciją apie parkavimo vietos statusą ne tik aplikacijos naudotojams, bet ir tiems, kurie ieško parkavimo vietos fiziškai vietoje.

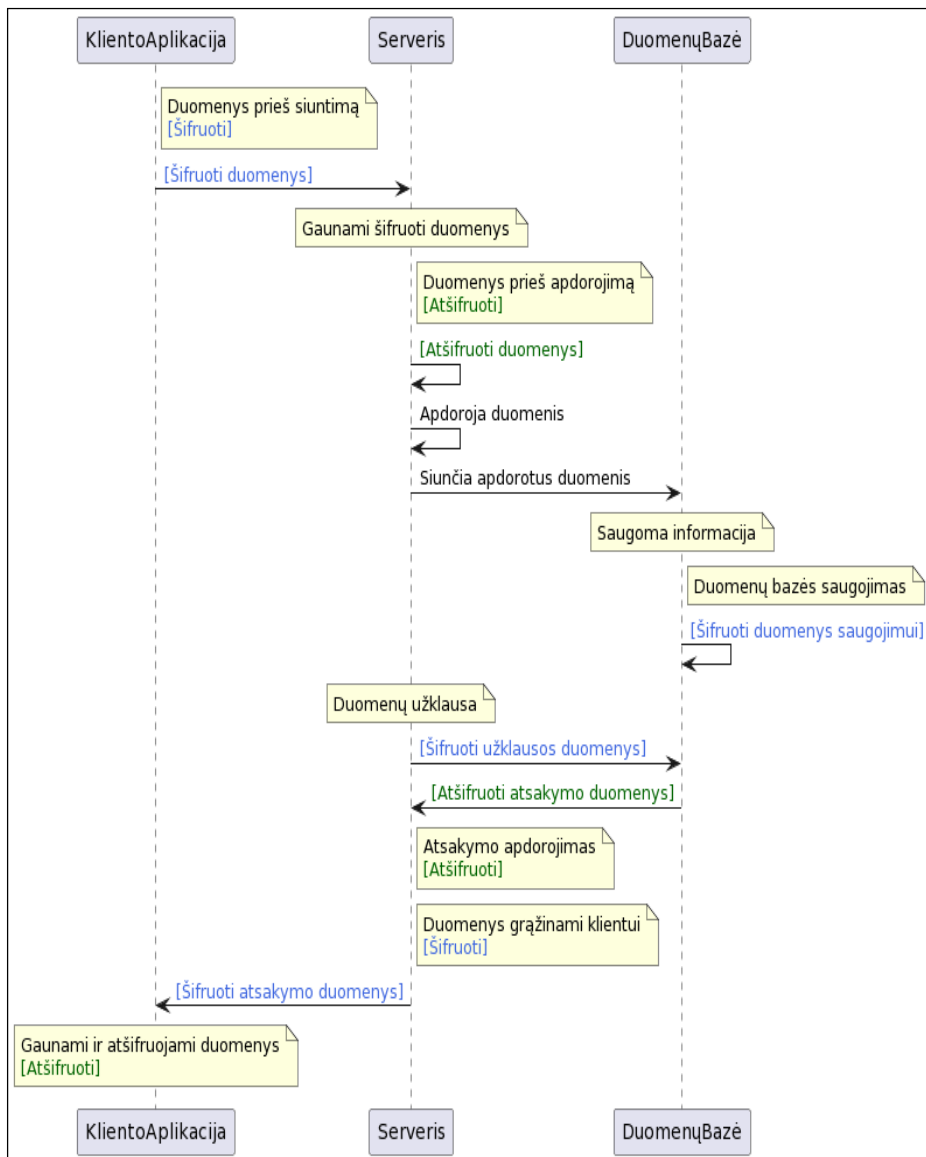
- Mobiliosios aplikacijos atnaujinimas: serveris siunčia atnaujintą informaciją apie parkavimo vietų būklę į mobiliosios aplikacijos serverį, kuris savo ruožtu atnaujiną duomenis vartotojo mobiliojoje aplikacijoje. Ši informacija apima žemėlapius, parkavimo vietų būsenas ir kitus reikalingus duomenis.

- Vartotojo sąveika su aplikacija: galiausiai, mobilioji aplikacija rodo atnaujintą informaciją vartotojui. Vartotojas gali matyti realiu laiku atnaujintus duomenis apie laisvas ir užimtas parkavimo vietas, leidžiančius jam priimti informuotus sprendimus dėl parkavimo. Naudotojas taip pat gali atlikti veiksmus per aplikaciją, pavyzdžiui, rezervuoti parkavimo vietą arba atlikti mokėjimą.



2 pav. Parkavimo vietos užimtumo ir informacijos perdavimo procesas

Paveikslėlyje (3 pav.) vaizduojama duomenų perdavimo schema, kurioje iš kliento aplikacijos duomenys siunčiami į serverį, o po to – į duomenų bazę. Kiekviename etape duomenys yra šifruojami, užtikrinant saugumą perduodant juos iš vienos sistemos dalies į kitą. Serveris atlieka duomenų apdorojimą ir, esant poreikiui, grąžina šifruotą atsakymą atgal į kliento aplikaciją. Ši schema akcentuoja svarbų duomenų šifravimo ir saugaus saugojimo procesą, kuris yra būtinas norint užtikrinti visos sistemos saugumą ir patikimumą.



3 pav. Duomenų šifravimo ir saugumo schema parkavimo valdymo sistemoje

Išvados

Efektyvus ir greitas parkavimo vietų paskirstymas yra esminis siekiant pagerinti vartotojų patirtį ir sumažinti eismo spūstis. Siūlomas sprendimas yra sukurti integruotą parkavimo sistemą, kuri automatiškai paskirtų parkavimo vietą kiekvienam vairuotojui pravažiavus pro kelio užtvaram.

Sėkmingas parkavimo vietų valdymas priklauso nuo pažangių technologijų, tokių kaip IoT sensoriai ir šviesos indikatoriai, integracijos. Sprendimas apima šiuos komponentus: kelio užtvaram su integruotais sensoriais - tai yra pirmasis kontakto taškas su vairuotoju. Čia sensoriai nuskaityto atvykstantį automobilį ir perduoda signalą į centrinį serverį. Centrinis serveris apdoroja gautą informaciją ir, remiantis esama parkavimo vietų užimtumo situacija, automatiškai paskiria laisvą parkavimo vietą vairuotojui. Mobilioji aplikacija informuoja vairuotoją apie jam paskirtą parkavimo vietą ir pateikia maršrutą iki jos. Taip pat aplikacija leidžia vairuotojams matyti savo istoriją ir kitą informaciją. Parkavimo vietų sensoriai ir šviesos indikatoriai kiekvienoje parkavimo vietoje esantys sensoriai nustato vietos būseną (užimta/arba laisva), o šviesos indikatoriai (žalia šviesa laisvai vietai, raudona - užimtai) padeda vairuotojams lengvai orientuotis parkavimo aikštelėje.

Naudotojo sąsajos supaprastinimas: aiški ir intuityvi naudotojo sąsaja yra būtina, kad vartotojai lengvai ir greitai galėtų suvokti bei naudotis sistema. Šis sprendimas ne tik supaprastins parkavimo procesą, bet ir padės efektyviai išnaudoti parkavimo erdvę, mažinti eismo spūstis ir pagerinti vairuotojų patirtį. Taip pat šis modelis užtikrina didesnę parkavimo efektyvumą ir didina vartotojų pasitenkinimą, mažindamas laiką, praleidžiamą ieškant laisvos vietos.

Išmaniosios parkavimo sistemos gali reikšmingai prisidėti prie ekonominių ir ekologinių tikslų. Sumažėjęs laikas ieškant parkavimo vietos mažina degalų suvartojimą ir emisijas, o efektyvesnis parkavimo vietų naudojimas padeda geriau išnaudoti miesto infrastruktūrą.

Nuolatinė parkavimo sistemų priežiūra ir atnaujinimas yra būtini siekiant užtikrinti jų efektyvumą ir patikimumą. Reikalinga reguliari techninė priežiūra, programinės įrangos atnaujinimai ir saugumo priemonės, siekiant užtikrinti sklandų sistemos veikimą ir apsaugoti duomenis nuo kibernetinių grėsmių.

Išmaniosios parkavimo sistemos ženkliai gerina naudotojų pasitenkinimą. Vairuotojai gali greičiau rasti laisvą parkavimo vietą, sumažėja streso lygis, o taip pat pagerėja bendra vairavimo patirtis. Mobiliosios aplikacijos suteikia galimybę realiu laiku matyti laisvas parkavimo vietas, rezervuoti vietas ir atlikti mokėjimus.

Apibendrinant, išmaniosios parkavimo sistemos yra būtinos siekiant modernizuoti miesto parkavimo infrastruktūrą, pagerinti vartotojų patirtį, sumažinti eismo spūstis ir prisidėti prie tvaraus miesto vystymo. Investicijos į tokias sistemas yra naudingos tiek ekonominiu, tiek ekologiniu požiūriu.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Belbachir, A. N. (Ed.). (2009). *Smart Cameras*. Springer.
2. Bogue, R. (2013). Sensors for industrial inspection. *Sensor Review*, 33(4), 300-305. doi:10.1108/SR-02-2013-653

3. Choo, K. K. R. (2020). The importance of user privacy and data security. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, 17(1), 176-183.
4. Guo, H., & Zhao, J. (2019). Smart Parking Systems and Sensors: A Review. *Sensors*, 19(15), 3273-3292. doi:10.3390/s19153273
5. Johnson, L. (2019). "Innovations in Urban Parking Management." *City Planning Review*, 34(1), 56-67.
6. Martínez, L. A., & Rojas, A. F. (2021). Efficiency of IoT-based Parking Systems. *International Journal of Urban Planning and Smart Cities*, 2(1), 45-58.
7. Owen G., & Makkar, U. (2017). Cybersecurity in IoT devices. *Journal of Cyber Policy*, 5(2), 223-239.
8. Shoup, D. (2006). *The High Cost of Free Parking*. Planners Press.
9. Smith, J. (2018). "Integrating Sensors and Real-time Data for Parking Solutions." *Journal of Transportation Technologies*, 8(2), 123-134.
10. Smith, J. (2018). "Time Lost Searching for Parking in Urban Areas," *Journal of Urban Planning*, 34(2), 123-134.
11. Zhao, J., & Guo, H. (2019). Smart Parking Systems and Sensors: A Review. *Sensors Journal*, 19(15), 3273-3292.

Summary

The focus of this paper is a smart parking project that aims to modernise urban parking infrastructure and improve the driver experience. In the paper, main components of smart parking systems such as IoT sensors, light indicators and automatic parking space allocation are explored, and the benefits of such systems, including more efficient use of parking spaces, reduced traffic congestion, economic and environmental benefits are highlighted. In addition, the need for regular maintenance and updating of the systems to ensure its efficiency and reliability is emphasized. In conclusion, the benefits of smart parking systems and recommendations for their implementation are stipulated. This paper is an important resource for both the public and private sectors considering the deployment of smart parking solutions and their potential to improve urban infrastructure.

DHCP protokolo atakų simuliacija GNS3 aplinkoje

Tautvydas Mikelionis, Paulius Baltrušaitis

Kauno kolegija

Anotacija. DHCP protokolo atakų automatinis aptikimas ir savalaikis užkardymas, ypatingai bevielio ryšio atviros prieigos erdvėje, lieka spręstina problema. Mašininio mokymosi metodų šios nusikalstamos veikos užkardymui taikymas suteikia papildomų perspektyvų. Didelį tinkamų duomenų, atspindinčių nusikalstamą veiklą, kiekiai tampa pagrindine mašininio mokymosi taikymo prielaida. Dėl saugumo reikalavimų duomenų generavimas realioje aplinkoje negalimas, tačiau tam galima pasitelkti saugią simuliacinę aplinką. Straipsnyje analizuojamos DHCP protokolo atakos ir scenarijai. Apibūdinami šias atakas atspindintys kompiuterio tinklu perduodami duomenys. Aprašoma šiems scenarijams simuliuoti parengta „GNS3“ platforma. Pateikiami scenarijų simuliacijų rezultatai ir jų vertinimai bei išvados.

Raktiniai žodžiai: DHCP atakos, atakų simuliacija „GNS3“, duomenų generavimas, DHCP Rogue Server.

Įvadas

Šiuolaikiniame pasaulyje, kai technologijos yra neatsiejama mūsų gyvenimo dalis, tinklo ir interneto saugumas tampa labai svarbiu faktoriumi ir reikšmingu klausimu visiems. Didėjantis interneto naudojimas, mobiliųjų įrenginių, kompiuterių, serverių bei įmonių skaičiaus augimas ir besiplečianti interneto infrastruktūra verčia imtis vis griežtesnių apsaugos priemonių panaudojimo bei žinių įgijimo siekiant apsaugoti mūsų visų ar įmonės duomenis ir užtikrinti tinklo patikimumą. Tačiau kartu su technologinėmis pažangomis atsiranda ir naujos kibernetinės atakos, grėsmės ir iššūkiai, kurie kelia rimtą pavojų mūsų asmeninių duomenų ir tinklų saugumui. Nuo verslo komunikacijos iki kiekvieno iš mūsų asmeninių susirašinėjimų, beveik viskas šiandieną priklauso nuo interneto. Tai labai palengvina mūsų kasdienybę, suteikia daugiau laisvės ir ekonomiškumo dirbant, suteikia daugiau galimybių verslo spektre, tačiau tai reiškia, kad tinklo infrastruktūros sauga tampa esmine organizacijų, įmonių ir kiekvieno žmogaus prioritetu.

Kartu su technologinėmis pažangomis atsiranda ir naujos kibernetinės grėsmės ir jų padariniai bei iššūkiai, kurie kelia rimtą pavojų tinklo ir duomenų saugumui. Nuolat besivystantis kibernetinis karas ir jo kraštovaizdis reikalauja nuolatinio tobulėjimo ir įgyvendinimo saugumo priemonių, kurios būtų atsparios naujoms dar neregėtoms, neatpažįstamoms atakoms ir pažeidžiamumams. Naujų technologijų diegimas sukelia nemažai iššūkių, nes jie dažnai remiasi „DHCP“ protokolu ir taip kiekviena prijungta prietaisų grupė tampa potencialu taikiniu kibernetiniams įsilaužėliams.

Viena iš esminių kibernetinės saugos problemų yra susijusi su dinaminio prievadų konfigūracijos protokolu (DHCP), kuris yra vienas iš pagrindinių tinklo valdymo įrankių, leidžiantis automatiškai priskirti IP adresus įvairiems tinklo

įrenginiams. Nors pats „DHCP“ suteikia didelį lankstumą ir efektyvumą tinklo administravime, taip pat jis gali tapti potencialiu taikiniu kibernetinių atakų rengėjams.

Šiame darbe bus nagrinėjamas DHCP protokolo atakų simuliacija naudojant „GNS3“ (Graphical Network Simulator-3) erdvę. „DHCP“ yra svarbus tinklo protokolas kuris automatiškai sugeba priskirti IP adresus tinklo įrenginiams, tačiau kaip ir visi protokolai taip ir šis turi silpnų ir pažeidžiamų vietų. Šis protokolas gali būti pažeistas tokių atakų kaip „DHCP starvation“ arba „DHCP Rogue Server“.

Tyrimo tikslas – ištirti simuliacinės „GNS3“ aplinkos galimybes, įgyvendinti DHCP protokolo atakas ir sugeneruoti paketų srautus atakų ypatumų analizei ir mašininiam mokymuisi.

Tyrimo objektas – DHCP protokolo atakų simuliacija naudojant „GNS3“.

Pagrindiniai uždaviniai:

- Išanalizuoti DHCP protokolo atakų ypatumus.
- Parengti „GNS3“ simuliacinę aplinką atakų įgyvendinimui ir duomenų srautų fiksavimui.
- Atlikti simuliacijas ir stebėti jų rezultatus bei padarinius.
- Įvertinti gautus rezultatus ir pateikti rekomendacijas kaip galima apsaugoti nuo DHCP atakų realiame tinkle.

Tyrimui buvo naudojama literatūros analizė bei atakų simuliacija (Edgar, Manz, 2017) „GNS3“ aplinkoje. Taip pat buvo naudojami įvairūs įrankiai, leidžiantys atlikti atakas, stebėti tinklo srautą ir analizuoti pranešimų perdavimo procesą.

DHCP atakų analizė

DHCP atakų išsamią analizę galima įvairiuose interneto šaltiniuose (Gihan, 2021, Undag, 2016). Jos išsamiai aprašytos, paaiškintos galimos pasekmės.

DHCP Starvation – tai ataka, kai agresyvus kliento (arba įrenginio) įrankis prisiima daugybę DHCP adresų iš serverio. Jis siunčia daugybę „DHCP“ užklausų, siekdamas išnaudoti visus ar didžiąją dalį „DHCP“ adresų, paliekant kitus klientus be tinklo ryšio. Ši ataka persidengia su (spoofing) atakomis, kai kiti klientai negali gauti galiojančių IP adresų.

DHCP Rogue Server – tai ataka, kurioje asmuo ar įrenginys veikia kaip neteisėtas DHCP serveris tinkle. Jis skleidžia netinkamus „DHCP“ adresus klientams, kurie tada gali būti nukreipti į kenksmingus arba netinkamus tinklo ryšio taškus. Tai leidžia užpuolikui stebėti, keisti ar netgi užkariauti klientų duomenis.

Pasekmės – abi šios atakos gali sukelti rimtų pasekmių tinklo veikimui. Klientai gali būti atjungti nuo tinklo arba būti nukreipti į kenksmingus tinklo resursus, pavyzdžiui, „phishing“ svetaines arba kenksmingus serverius. Tai gali sukelti duomenų nutekėjimą, paslaugų nutraukimą ar net finansinius nuostolius organizacijai.

Veikimo paaiškinimas – „DHCP Starvation“ ataka veikia pernelyg apkraunant tinklo DHCP serverį, taip užkertant kelią teisingam klientų prijungimui prie tinklo. „DHCP Rogue Server“ ataka veikia nustatant neteisėtą „DHCP“ serverį tinkle, kuris skleidžia netinkamus IP adresus. *Ypatumai*: atakos yra subtilios, nes jos naudojamos tinklo protokolų spragoms išnaudoti. Tai gali būti sunku aptikti, ypač jei nėra tinkamai konfigūruotų saugumo mechanizmų.

Nusikalstamos veikos požymiai tinklo duomenų sraute. DHCP starvation ataka – tinklo paketuose gali būti pastebima pernelyg daug „DHCP“ užklausų, labai intensyvus srautas iš vieno ar kelių IP adresų, siekiant užkrauti „DHCP“ serverį.

DHCP Rogue server ataka – šios atakos metu, tinklo paketuose galime pastebėti neteisėtus „DHCP“ serverio atsakymus, šie atsakymai skleidžiami klientams, todėl jie gauna neteisingus arba kenksmingus IP adresus ir konfigūracijas.

Netinkamas ARP naudojimas – kai kurių atakų metu galima pastebėti netinkamus „ARP“ eilės naudojimo atvejus, apkeistus ar neteisingus „ARP“ atsakymus.

IP/MAC neatitikimas – „DHCP Rogue server“ atakos metu, tinklo paketuose galime pastebėti neteisingas „IP/MAC“ susiejimo poras kurios pateikiamos klientams.

Būtinai duomenys pažeidimo identifikavimui. Paketo tipas – Tai gali padėti identifikuoti neteisingus paketus. *IP adresai*: Tinklo paketuose esantys IP gali parodyti neteisingą IP priskyrimą ar kitas veiklas. *MAC adresai* – „MAC“ adresas gali būti naudingas identifikuojant neteisėtus įrenginius.

Tinklo srauto intensyvumas – didelis intensyvumas tinkle iš vieno ar kelių pasikartojančių IP adresu gali reikšti ataką.

Nusikalstamos veikos scenarijai. DHCP Starvation atakos etapai – (1) įsitikinama, kad turima prieiga prie tinklo, kuri norima atakuoti; (2) įdiegiama Kali Linux operacinė sistema arba kitas tinklo testavimo įrankis, kuriame yra „DHCP Starvation“ įrankis, tokia kaip „DHCPIg“ ar „Gobbler“; (3) pasirodo tinklo sąsaja, per kurią vyks ataka.

DHCP serverio IP adreso identifikavimas – tinklo „DHCP“ adresas identifikuojamas „Nmap“ ar „ARP-scan“ įrankiu.

DHCP Starvation atakos paleidimas – atidaromas terminalas Kali Linux operacinėje sistemoje arba kitame tinklo testavimo įrankyje. Įrašoma komanda, norint paleisti „DHCP Starvation“ ataką. Pavyzdžiui: `dhcpstarv -i <tinklo sąsajos pavadinimas> -r <pradinis IP adresas> -v <tinklo sąsajos pavadinimas>` - nurodo tinklo sąsają, per kurią bus vykdoma ataka. `<pradinis IP adresas>` - nurodo pradinį IP adresą, nuo kurio prasidės ataka. Tai gali būti tinklo IP adresas, pavyzdžiui, `192.168.1.1`. `-v` - (neprivaloma) pasirinktinė parametras, kuris įjungia išsamius įvykių žurnalus.

DHCP Starvation atakos paleidimas yersinia aplinkoje – atidaromas Kali Linux terminalas ir rašoma „sudo su“ ir slaptažodis. Kali Linux terminale rašoma `Yersinia -I`, spaudžiama `G` raidė, pasirenkama DHCP aplinka. Spaudžiama `x` ir pasirenkama `l` pažymėta ataka.

Atakos eigos stebėjimas – ataka vyksta automatiškai ir pradeda siųsti didelį kiekį DHCP užklausų į tinklą. Stebima atakos eiga ir analizuojama, naudojant tinklo nustatymo įrankius arba Wireshark, išsamiai analizei. Duomenų kaupimui naudojama Tshark aplinka.

Baigimas – kai ataka baigsis, galima sustabdyti DHCP Starvation įrankį ir baigti analizuoti atakos pasekmes.

DHCP Rogue Server atakos etapai

Paruošimas – pasirodo tinklo sąsaja, per kurią vyks ataka. Įsitikinama, kad turima administratoriaus prieiga prie tinklo, kuriame norima atakuoti. Paruošiama tinklo topologija su „GNS3“.

Įdiegimas – reikiamos programos yra Kali Linux aplinkoje.

Atakos konfigūravimas: nurodoma tinklo sąsają, per kurią vyks ataka ir kitus parametrus, kurie yra reikalingi atakai. Pasirenkama tinklo sąsaja, kuri bus naudojama, ir kiti atakos parametrai pagal savo poreikius.

Atakos paleidimas – Atidaroma programa Ettercap, sukuriamas Rogue serveris, surašomos IP adresų ribos, netmask'as ir „DNS“ serveris. Spaudžiamas OK mygtukas, atidaromas WireShark ir atidaromas atakuojamas kompiuteris su Windows 10 aplinka. Atidaromas cmd arba powershell, rašoma komanda „ipconfig“ pasižiūrima, kokie yra IP adresai. Rašoma komanda „ipconfig /release“ poto „ipconfig /renew“.

Atakos eigos stebėjimas – pajungiamas „WireShark“ įrankis, suvedamos reikiamos komandos ir po komandos „ipconfig /renew“. Stebima ar pasikeitė atakuojamo kompiuterio IP adresas kuris turi būti tarp nurodyto „dhcp pool“ adresų ribos kuri buvo nustatyta „Ettercap“ programoje kuriant „DHCP“ serveri. Stebima „WireShark“ programoje siunčiami paketai.

Baigimas: uždarome Ettercap programa.

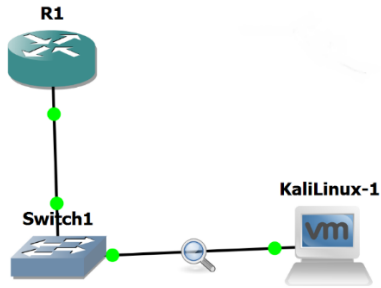
GNS3 simuliacinė aplinka duomenų generavimui – norint sukurti simuliacinę aplinką „GNS3“ platformoje reikia pasirinkti ir pasidaryti tam tikrą topologiją, susikurti savo tinklą. Kadangi mūsų tikslas ištirti „DHCP“ atakas, mūsų topologijai reikalingi visi tinklo elementai nusikalstamoms veikoms vykdyti. Tai apima „DHCP“ serverius, klientų įrenginius, maršrutizatorius, komutatorius ir kitus tinklo įrenginius. Tinklo konfigūracija turi būti sukurta taip, kad būtų galima atlikti nusikalstamas veikas, tokias kaip „DHCP Starvation“ ar „DHCP Rogue Server“ atakas bei rinkti tinklo duomenis. Norint įgyvendinti šias atakas, reikės virtualios aplinkos. Virtuali tinklo simuliacijos platforma, šiuo atveju naudojama GNS3 (GNS3, n.d), tačiau galime pasirinkti ir „Cisco“ Packet Tracer. Taipogi reikia įrankių su kuriais galima sukurti virtualias mašinas, tam naudojama „VirtualBox“ (VirtualBox, n.d.) arba „VMware“, su jomis imituojami klientų kompiuteriai, bei vykdomos nusikalstamos veikos.

Duomenų parengimas analizei – duomenys surenkami stebint tinklo srautą su „Wireshark“ (Wireshark, n.d.) įrankiu. „TShark“ (TShark, n.d.) įrankis naudojamas duomenų filtravimui, leidžiantis pasirinkti specifinius laukus arba paketus ir juos iššifruoti iš „Wireshark“ programos. Surinkti duomenys saugomi įvairiose vietose, įskaitant galimybę naudoti duomenų bazę. Galiausiai, surinkti duomenys pateikiami „CSV“ formato failais, kurie lengvai tvarkomi įvairiuose analizės įrankiuose.

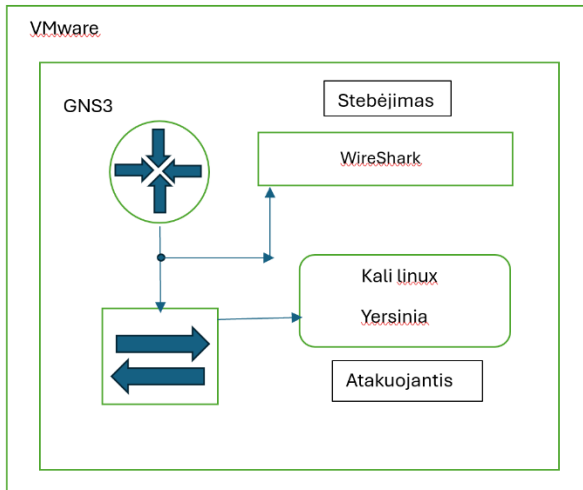
Simuliacija

Šis skyrius skirtas aprašyti aplinką ir įrankius, kurie buvo naudojami simuliacijos vykdymui. Čia bus suteiktas išsamus sistemos architektūros apibūdinimas apimantis tinklo topologiją ir papildomas schemas, jei jos reikės. Taip pat bus pateikti naudoti scenarijai, simuliacijos eiga ir kitos svarbios informacijos detalės, leidžiančios kitiems atlikti analogišką eksperimentą, remiantis aprašytu.

DHCP Starvation ataka – topologija (1 pav.) sudaryta iš vieno maršrutizatoriaus, kuris naudojamas kaip DHCP serveris, vieno komutatoriaus ir atakuojančio kompiuterio su Kali Linux (Kali Linux, n.d.) platforma ir „Yersinia“ programa.



1 pav. GNS3 tinklo topologija DHCP Starvation atakai



2 pav. Sistemos architektūra

Viena iš atakų – DHCP Starvation ataka. Tai agresyvi kliento ar įrenginio ataka, kurios metu įrenginys prisiima daugybę DHCP adresų iš serverio. Atakuojantis siunčia daugybę DHCP užklausų, siekdamas išnaudoti visus ar didžiąją dalį DHCP adresų, paliekant kitus klientus be tinklo ryšio. Ši ataka persidengia su spoofing atakomis, kai kiti klientai negali gauti galiojančių IP adresų. Dėl šios priežasties klientų įrenginiai negali gauti IP adreso ir prieigos prie tinklo.

Simuliacijos eiga – atsisiųsta „GNS3“ ir „VMware“ platformos, tada sukurta „GNS3“ pagalba tinklo topologija (1 pav.) leidžianti atlikti atakas. Pradžioje konfigūruotas R1 maršrutizatorius, priskirtas IP adresas ir sukurta IP adreso „pool“, tačiau „pool'e“ nebuvo jokių IP adresų. Nustatomos IP adresų ribos nuo 192.168.1.1 iki 192.168.1.254 (3 pav.). Po konfigūravimo atakuojančio Kali Linux terminale įvedame

„sudo su“ ir slaptažodį. Terminale rašoma „yersinia -I“ komanda ir atidaroma programos aplinka (4 pav.). Spaudžiama "g" raidė ir pakeičiama aplinka, matomos R1 siunčiamos „offer“ užklauskos, reikalaujančios naujo IP adreso. Paspaušta "x" ir pasirinkta ataka skaičiumi 1, pradėta siųsti klaidingus IP adresus. „GNS3“ atidaryta jungtis tarp R1 ir komutatoriaus („Switch“) pažymėta, pasirinkta „Capture“ ir stebėta siunčiami paketai naudojant „WireShark“ (5 pav.). Kali Linux atidarytas naujas terminalas, naudojant „tshark“ generuojami duomenys (9 pav.). Po kelių sekundžių ataka sustabdyta, spaudžiant „K“, vėliau - „Y“. Matyti, kad R1 turėjo 105 naujus IP adresus, palyginti su pradiniu 0 (8 pav.). Duomenų generavimui naudotas TShark, komanda: tshark -T fields -e frame.number -e frame.time -e eth.src -e eth.dst -e ip.src -e ip.dst -e ip.proto -E header=y -E separator=, -E quote=d -E occurrence=f > test.csv. Pateikiama nuotraukos bendram supratimui.

```

R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ip dhcp pool dnccp
R1(dhcp-config)#netw
R1(dhcp-config)#network 192.168.1.0 255.255.255.0
R1(dhcp-config)#def
R1(dhcp-config)#default-router 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(dhcp-config)#ex
R1(config)#int f0/0
% Invalid input detected at 'A' marker.

R1(config)#int f0
R1(config-if)#ip add 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)#no sh
R1(config-if)#ex
R1(config)#
*Mar 1 00:08:12.887: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0, changed state to up
*Mar 1 00:08:13.887: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0, changed state to up
R1#
*Mar 1 00:08:32.911: %SYS-5-CONFIG-I: Configured from console by console
R1#sh ip dhcp pool

Pool DHCP :
  Utilization mark (high/low)      : 100 / 0
  Subnet size (first/next)         : 0 / 0
  Total addresses                   : 254
  Leased addresses                  : 0
  Pending event                     : none
  1 subnet is currently in the pool :
  Current index      IP address range      Leased addresses
  192.168.1.1       192.168.1.1 - 192.168.1.254      0
R1#sh ip dhcp bin
R1#sh ip dhcp binding
Bindings from all pools not associated with VRF:
IP address          Client-ID/      Lease expiration      Type
Hardware address/  User name

```

3 pav. R1 konfigūracija ir pradinis vaizdas kuriame matoma IP adresų ribos ir priskirtą 0 IP

STIP	DIP	MessageType	Iface	Last seen
192.168.1.1	255.255.255.255	OFFER	eth0	24 Apr 11:41:15
192.168.1.1	255.255.255.255	OFFER	eth0	24 Apr 11:41:17
192.168.1.1	255.255.255.255	OFFER	eth0	24 Apr 11:41:19
192.168.1.1	255.255.255.255	OFFER	eth0	24 Apr 11:41:21
192.168.1.1	255.255.255.255	OFFER	eth0	24 Apr 11:41:23
192.168.1.1	255.255.255.255	OFFER	eth0	24 Apr 11:41:23
192.168.1.1	255.255.255.255	OFFER	eth0	24 Apr 11:41:27
192.168.1.1	255.255.255.255	OFFER	eth0	24 Apr 11:41:29
192.168.1.1	255.255.255.255	OFFER	eth0	24 Apr 11:41:11
192.168.1.1	255.255.255.255	OFFER	eth0	24 Apr 11:41:13

4 pav. Atakuojančio kompiuterio Yersinia programos palinka ir pradinis vaizdas kai R1 maršrutizatorius reikalauja IP adreso, matoma OFFER paketas, R1 IP adresus ir kita informacija

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1164.40	946753365	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.897 Tell 192.168.1.1
1164.42	959609559	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.42	969616422	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.877 Tell 192.168.1.1
1164.44	979933513	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.44	974895335	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.897 Tell 192.168.1.1
1164.46	982328661	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.46	982433927	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.897 Tell 192.168.1.1
1164.49	989899664	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.49	989123712	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.997 Tell 192.168.1.1
1164.51	935683555	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.51	933644399	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.917 Tell 192.168.1.1
1164.53	946899221	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.53	947801343	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.927 Tell 192.168.1.1
1164.55	194563935	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.55	194827867	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.937 Tell 192.168.1.1
1164.57	131312398	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.57	131352547	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.947 Tell 192.168.1.1
1164.59	142974916	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.59	143298826	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.957 Tell 192.168.1.1
1164.61	169149898	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.61	169393945	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.967 Tell 192.168.1.1
1164.63	189760819	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.63	189984527	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.977 Tell 192.168.1.1
1164.65	191880730	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.65	192326620	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.987 Tell 192.168.1.1
1164.67	279960131	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.67	289145386	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.997 Tell 192.168.1.1
1164.69	306601883	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.69	306789844	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.1097 Tell 192.168.1.1
1164.71	317847852	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.71	318179563	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.1017 Tell 192.168.1.1
1164.73	329878825	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.73	329275544	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.1027 Tell 192.168.1.1
1164.73	734447473	192.168.134.1	239.255.255.250	SSDP	217	M-SEARCH * HTTP/1.1
1164.74	736593379	192.168.134.1	239.255.255.250	SSDP	217	M-SEARCH * HTTP/1.1
1164.75	348424941	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.75	348613775	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.1037 Tell 192.168.1.1
1164.75	742199786	192.168.134.1	239.255.255.250	SSDP	217	M-SEARCH * HTTP/1.1
1164.76	747809754	192.168.134.1	239.255.255.250	SSDP	217	M-SEARCH * HTTP/1.1
1164.77	413426698	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.77	413660746	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.1047 Tell 192.168.1.1
1164.79	448269277	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.79	448456814	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.1057 Tell 192.168.1.1
1164.81	454767050	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.81	451598626	00:01:2e:e4:00:00	Broadcast	ARP	60	Who has 192.168.1.1067 Tell 192.168.1.1
1164.83	478437180	192.168.1.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0x643c9869
1164.86	931837444	00:01:2e:e4:00:00	CDP/VTP/DTP/PagP/UD.	CDP	349	Device ID: R1 Port ID: FastEthernet0
1164.147	483338842	00:01:2e:e4:00:00	CDP/VTP/DTP/PagP/UD.	CDP	349	Device ID: R1 Port ID: FastEthernet0

5 pav. Matoma Wireshark vaizdas ir siunčiami paketai, programa fiksuoja tuos pačius OFFER paketus kurie siunčiami ir į Yersinia aplinką

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
49191	69.953330	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49192	69.953795	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49193	69.954793	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49194	69.955465	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49195	69.956290	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49196	69.956794	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49197	69.957394	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49198	69.958287	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49199	69.958928	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49200	69.959783	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49201	69.960288	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49202	69.960787	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49203	69.961784	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49204	69.962285	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49205	69.963282	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869
49206	69.963940	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	286	DHCP Discover - Transaction ID 0x643c9869

6 pav. Vaizdas po atakos pradžios ir daugybė klaidingai siunčiamų paketų

```

192.168.1.107      192.168.1.1      - 192.168.1.254  105
R1#sh ip dhcp binding
Bindings from all pools not associated with VRF:
IP address        Client-ID/      Hardware address/   Lease expiration    Type
                  User name
192.168.1.2       2155.e47a.4c24  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
192.168.1.3       645d.535c.b41b  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
192.168.1.4       1168.8846.9c01  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
192.168.1.5       b0f4.9907.15b4  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
192.168.1.6       5fee.2d0b.27c8  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
192.168.1.7       f4ce.9b63.dfc9  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
192.168.1.8       9c26.8273.9e8d  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
192.168.1.9       c751.260c.2321  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
192.168.1.10      7e97.984d.3beb  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.11      c21a.9b7b.ed10  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.12      468b.ca4f.021c  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.13      3499.e041.32f7  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.14      3188.b12a.befd  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.15      f366.8428.bab5  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.16      c59b.c116.74cd  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.17      ed7c.5637.8c02  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.18      Fb86.c56a.dbed  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.19      280a.1814.7a20  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.20      b0fd.c701.8a1a  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.21      d27e.bd55.0ff9  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.22      7844.eb5d.708f  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.23      b69f.2e23.d0fc  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.24      2ac1.8c53.d270  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.25      a384.5019.cd79  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.26      7ad4.940c.51b4  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.27      0913.b277.1fb7  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.28      aa9a.a935.d8e5  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.29      190c.3922.3783  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.30      3ff0.5813.cbaf  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.31      715b.805d.1e16  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.32      3cf6.0215.14ed  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.33      eadc.bf3b.00fd  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.34      701c.263b.eb16  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.35      640c.1631.68da  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.36      ebe5.896b.0af2  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.37      2f9c.3e37.27b4  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.38      fe38.2440.5396  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.39      1616.e31a.e200  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
192.168.1.40      632d.c259.ecc6  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
192.168.1.41      d152.df34.3463  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
192.168.1.42      1f3a.1f49.6b92  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
192.168.1.43      7ad01.b635.9153  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
192.168.1.44      2012.2466.aec8  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
192.168.1.45      a6f7.235f.dbdb  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
192.168.1.46      c4e0.ac25.bb8f  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
192.168.1.47      634e.9623.b011  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
--More--
  
```

7 pav. R1 maršrutizatorius po atakos.

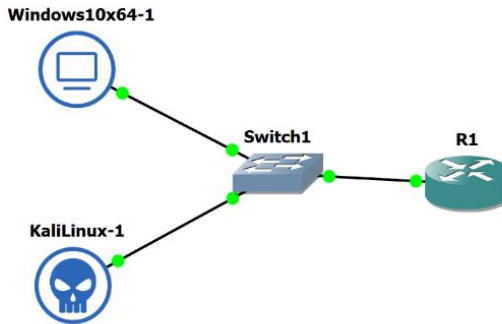
```

1# show ip dhcp binding
IP address        Client-ID/      Hardware address/   Lease expiration    Type
                  User name
1 192.168.1.2       2155.e47a.4c24  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
2 192.168.1.3       645d.535c.b41b  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
3 192.168.1.4       1168.8846.9c01  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
4 192.168.1.5       b0f4.9907.15b4  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
5 192.168.1.6       5fee.2d0b.27c8  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
6 192.168.1.7       f4ce.9b63.dfc9  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
7 192.168.1.8       9c26.8273.9e8d  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
8 192.168.1.9       c751.260c.2321  Mar 01 2002 12:14 AM Automatic
9 192.168.1.10      7e97.984d.3beb  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
10 192.168.1.11     c21a.9b7b.ed10  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
11 192.168.1.12     468b.ca4f.021c  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
12 192.168.1.13     3499.e041.32f7  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
13 192.168.1.14     3188.b12a.befd  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
14 192.168.1.15     f366.8428.bab5  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
15 192.168.1.16     c59b.c116.74cd  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
16 192.168.1.17     ed7c.5637.8c02  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
17 192.168.1.18     Fb86.c56a.dbed  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
18 192.168.1.19     280a.1814.7a20  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
19 192.168.1.20     b0fd.c701.8a1a  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
20 192.168.1.21     d27e.bd55.0ff9  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
21 192.168.1.22     7844.eb5d.708f  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
22 192.168.1.23     b69f.2e23.d0fc  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
23 192.168.1.24     2ac1.8c53.d270  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
24 192.168.1.25     a384.5019.cd79  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
25 192.168.1.26     7ad4.940c.51b4  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
26 192.168.1.27     0913.b277.1fb7  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
27 192.168.1.28     aa9a.a935.d8e5  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
28 192.168.1.29     190c.3922.3783  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
29 192.168.1.30     3ff0.5813.cbaf  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
30 192.168.1.31     715b.805d.1e16  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
31 192.168.1.32     3cf6.0215.14ed  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
32 192.168.1.33     eadc.bf3b.00fd  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
33 192.168.1.34     701c.263b.eb16  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
34 192.168.1.35     640c.1631.68da  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
35 192.168.1.36     ebe5.896b.0af2  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
36 192.168.1.37     2f9c.3e37.27b4  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
37 192.168.1.38     fe38.2440.5396  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
38 192.168.1.39     1616.e31a.e200  Mar 01 2002 12:15 AM Automatic
39 192.168.1.40     632d.c259.ecc6  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
40 192.168.1.41     d152.df34.3463  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
41 192.168.1.42     1f3a.1f49.6b92  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
42 192.168.1.43     7ad01.b635.9153  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
43 192.168.1.44     2012.2466.aec8  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
44 192.168.1.45     a6f7.235f.dbdb  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
45 192.168.1.46     c4e0.ac25.bb8f  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
46 192.168.1.47     634e.9623.b011  Mar 01 2002 12:16 AM Automatic
--More--
  
```

8 pav. WireShark tinklo srauto duomenys po šifravimo, pasitelkta Kali Linux ir TShark įrankis

DHCP Rogue server

Topologija (9 pav.): topologiją sudaro: du kompiuteriai, atakuojantis ir atakuojamas, maršrutizatorius ir komutatorius.



9 pav. GNS3 tinklo topologija DHCP Roque server atakai

Ataka – DHCP Rogue Server ataka kai asmuo ar įrenginys veikia kaip neteisėtas DHCP serveris tinkle, jis skleidžia netinkamus DHCP adresus klientams, kurie tada gali būti nukreipti į kenksmingus arba netinkamus tinklo ryšio taškus. Tai leidžia užpuolikui stebėti, keisti ar netgi užkariauti klientų duomenis.

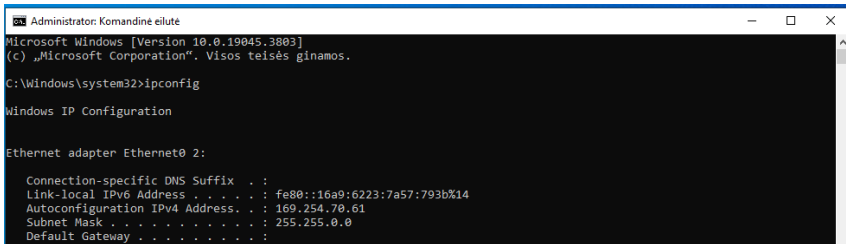
Simuliacijos eiga – su „GNS3“ sukurtas tinklas, kuriam buvo naudojamas vienas „Switch“, keli kompiuteriai – vienas atakuojantis, kitas kliento bei maršrutizatorius. Paleista „GNS3“ aplinka ir Kali Linux, atidaroma programa „Ettercap“, pasirinkta „primary interface“ pagal esantį tinklą. Paspaudus gaublį viršutiniame dešiniame kampe pasirenkama „DHCP spoofing“. Sukurtas „DHCP Rogue serveris“ (10 pav.). „Pool‘e“ nustatytos ribos, šiuo atveju buvo 192.168.1.50-100, „subnet mask“ 255.255.255.0 ir DNS serverio IP - buvo atakuojančio IP. Sukurtas DHCP serveris, tada atidaryta R1 konsolė ir išjungta „dhcp service“ aplinkybė, jog būtų paprasčiau atlikti ataką su komanda: „conf t“ > „no dhcp service“. Tada pajungtas kliento kompiuteris ir atidaryta „cmd“ arba windows powershell, suvesta komanda: „ipconfig /release“, po šios komandos įvesta: „ipconfig /renew“ (12 pav.). Po šių veiksmų matoma, jog naujas IP adresas yra tarp nustatytų pool ribų, o „default gateway“ atakuojančio kompiuterio IP adresas (13 pav.). Prisijungta į tinklą arba svetainę, kur reikia įvesti prisijungimo duomenis. „Ettercap“ programoje matomi http svetainės duomenys bei prisijungimai. Stebėjimui naudota „Wireshark“ aplinka (14 pav.).



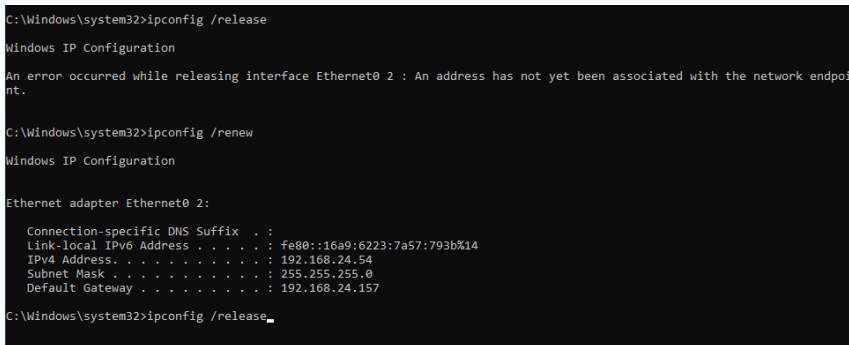
10 pav. Ettercap programa ir DHCP Rogue Serverio kūrimas

DHCP: [192.168.24.157] OFFER : 192.168.24.54 255.255.255.0 GW 192.168.24.157 DNS 192.168.24.157

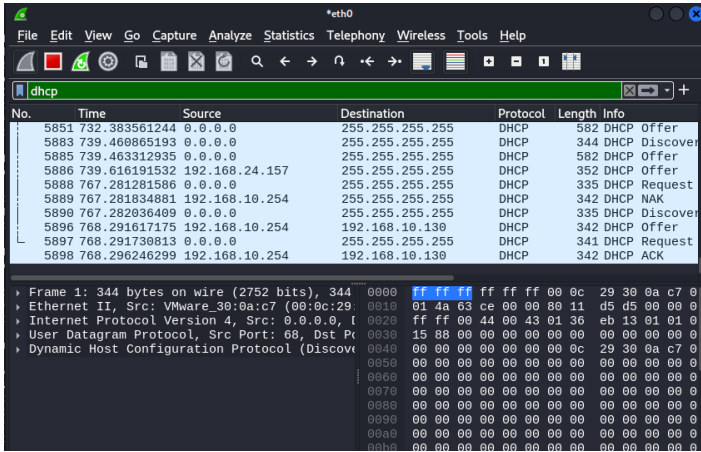
11 pav. Ettercap siūlomas IP adresas bei kita konfigūracija



12 pav. Kliento kompiuterio IP duomenys prieš pradėdant ataką, matoma kad IP yra 169.254.70.61



13 pav. priskirtas klaidingas IP adresas po atakos, matoma kaip pasikeitė IP po atakos



14 pav. DORA užklauso, matomas srautas po to kai paleidžiama ataka

Simuliacinio tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Ataka „DHCP starvation“ pavyko, buvo sunkumų su R1 konfigūracija, tačiau atlikus išsamią analizę pavyko surasti sprendimą ir ištaisyti klaidas Kali Linux platformoje. „Yersinia -G“ grafinė aplinka neveikė, todėl naudota „Yersinia -I“ aplinka, tačiau tai nesutrukdė atlikti atakos ir papildomų rūpesčių nesuklėdė. Duomenys surinkti ir išrūšiuoti. Kalbant apie kitą ataką, problemų kilo daug daugiau (1 lentelė). IP adresus prisiskyrė ir „DHCP Rogue serveris“ buvo sukurtas, tačiau nebuvo galima prisijungti prie interneto atakuojamame kompiuteryje ir stebėti srauto per „wireshark“.

1 lentelė. Scenarijų / atakų įgyvendinimas

Scenarijus / ataka	Scenariaus / atakos įgyvendinimas	Duomenų surinkimo įgyvendinimas	Pastabos
DHCP Starvation	Pavyko	Pavyko	Yersinia -G grafinis vaizdas neveikia kokybiškai, todėl buvo naudota Yersinia -I aplinka ir dirbta su ja.
DHCP Rogue Server	Dalinai	Dalinai	Po komandos ipconfig /renew IP adresus prisiskyrė, tačiau jungiantis prie interneto nebuvo galimybės stebėti kliento srauto, kur ir ką klientas veikia, bei nebuvo galima stebėti slaptažodžių. Kilo problemų su eth adapteriais, nebuvo interneto.

Išvados

1. R1 maršrutizatorius nebuvo tinkamai apsaugotas nuo šios atakos. Tinklo konfigūracijoje buvo nustatytos neatsargios IP adresų ribos, kurios leido atakuotojui sėkmingai vykdyti ataką ir užimti didelę IP adresų dalį. Be to, atakuojantysis nebuvo tinkamai aptiktas ar sustabdytas. Siekiant apsaugoti tinklą nuo panašių atakų, svarbu tinkamai konfigūruoti DHCP serverį ir nustatyti saugumo priemones, tokias kaip – filtravimą, patikimų „port‘ų“ naudojimą, IP adresų ribojimą, tinklo srauto stebėjimą. Eksperimentas parodė koks svarbus įrankis WireShark, kuris padeda stebėti tinklo srautą.

2. Kadangi po „ipconfig /renew“ IP adresas prisiskyrė, tačiau nepavyko prisijungti prie interneto, galima teigti, kad „DHCP Rogue serveris“ buvo sėkmingai nustatytas ir kliento kompiuteris gavo naują IP adresą iš sukurto „pool‘o“ ribų, to priežastis galėjo būti DNS serverio nustatymai buvo neteisingi, todėl nebuvo gautas interneto ryšys.

3. Naudojama stebėjimo įranga veikė puikiai, WireShark galingas įrankis, kuris tikrai padeda rengiant atakas. Duomenų srauto paketų generavimui ir duomenų rušiovimui tinka naudoti TShark, nes ja paprasta naudotis ir patogiai konfigūruojamos komandos.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Edgar, T., W. & Manz, D., O. (2017). *Research Methods for Cyber Security*. Syngress.
2. Gihan, K. (2021). *DHCP Starvation Attack using Python*. Medium. <https://kavigihan.medium.com/dhcp-starvation-attack-using-python-ab2f49c2d558>
3. Undag, E (2016). *Attack a network by using a rogue DHCP server*. Medium. <https://medium.com/tech-jobs-academy/attack-a-network-by-using-a-rogue-dhcp-server-8c8acea315ab>
4. Descriptive Analysis and ANOVA Test with File Sending on Computer Networks Attacked with Rogue’s Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP). Prieiga per internetą: [https://eprints.uad.ac.id/43224/1/13-Descriptive proc.20Analysis proc.20and proc.20ANOVA proc.20Test proc.20with proc.20File proc.20Sending proc.20on proc.20Computer proc.20Networks proc.20Attacked proc.20with proc.20Rogue proc.27s proc.20Dynamic proc.20Host proc.20Configuration proc.20Protocol proc.20 proc.28DHCP proc.29.pdf](https://eprints.uad.ac.id/43224/1/13-Descriptive%20proc.20Analysis%20proc.20and%20proc.20ANOVA%20Test%20with%20File%20Sending%20on%20Computer%20Networks%20Attacked%20with%20Rogue%20s%20Dynamic%20Host%20Configuration%20Protocol%20proc.28DHCP%20proc.29.pdf) (žiūrėta 2024m. vasario 15d.)
5. Detecting stealth DHCP starvation attack using machine learning approach. Prieiga per internetą: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11416-017-0310-x> (žiūrėta 2024 m. vasario 18 d.)
6. DHCP attacking tools: an analysis. Prieiga per internetą: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11416-020-00374-8> (žiūrėta 2024 m. vasario 10 d.)
7. VirtualBox. (n.d.). *VirtualBox Documentation*. <https://www.virtualbox.org/wiki/Documentation> (žiūrėta 2024 m. balandžio 20 d.)
8. GNS3. (n.d.). *Getting Started with GNS3*. <https://docs.gns3.com/docs/> (žiūrėta 2024 m. balandžio 15 d.)
9. Kali Linux. (n.d.). *Kali Docs*. <https://www.kali.org/docs/> (žiūrėta 2024 m. gegužė 8 d.)

10. Wireshark. (n.d.). *Wireshark User's Guide*.

https://www.wireshark.org/docs/wsug_html_chunked/ (žiūrėta 2024 m. vasario 20 d.)

11. Tshark. (n.d.). *tshark(1) Manual Page*. <https://www.wireshark.org/docs/man-pages/tshark.html> (žiūrėta 2024 m. vasario 22 d.)

Summary

Automatic detection and timely prevention of DHCP protocol attacks, especially in the wireless access space, remains a challenging problem. The application of machine learning methods for thwarting such criminal activities provides additional perspectives. The availability of large amounts of appropriate data reflecting criminal behaviour becomes a key prerequisite for the application of machine learning. Due to security requirements, data generation in a real-world environment is not feasible, but a secure simulation environment can be used for this purpose. In this article, various DHCP protocol attacks and scenarios are analysed, and data transmitted over the computer network reflecting such attacks as well as GNS3 platform prepared for simulating these scenarios is described. The results of scenario simulations, their evaluations, and conclusions are provided.

DoS atakų simuliacijos GNS3

Tadas Paulauskas, Paulius Baltrušaitis

Kauno kolegija

Anotacija: DoS kompiuterių tinklo aplinkoje identifikavimui ir užkardymui galima naudoti priemones, kurios remiasi duomenų srauto analizės pagrindais. Identifikavimo proceso automatizavimui didelės perspektyvas turi mašininio mokymosi technologijų pritaikymas. Šiam tikslui reikalingi dideli tinkamų duomenų kiekiai. Kadangi DoS atakų duomenų generavimui reali aplinka nenaudotina dėl saugumo, tai galima pasitelkti atitinkamai parengtą simuliacinę aplinką. Straipsnyje analizuojami DoS atakų tipai ir jų požymiai, kuriuos galima identifikuoti kompiuterių tinklo perduodamų duomenų sraute bei nusikalstamos veikos scenarijai ir naudojamos priemonės. Pateikiama reikiamos topologijos ir reikiamas priemonės turinti GNS3 simuliacinio aplinkos įvairiems galimiems DoS pažeidimų scenarijams įgyvendinti. Aprašomi reikiamų duomenų kaupimo būdai ir priemonės. Pateikiami išanalizuotų DoS atakų simuliacijų rezultatai, sukauptų duomenų vertinimai ir išvados.

Raktiniai žodžiai: Kali Linux, VMware, Ubuntu, GNS3, DoS, mašininis mokymasis.

Įvadas

Sparčiai augantis interneto paslaugų naudojimas kelia vis daugiau grėsmių. Viena iš tokių grėsmių DoS ataka, kurios pastaraisiais metais auga ne tik kiekiu, bet ir savo galia. Tačiau vystantis technologijoms atsiranda vis naujų būdų šioms atakoms užkirsti kelią, vienas iš tokių būdų yra mašininis mokymasis, kurį apmokius yra suteikiama galimybė automatiškai tokias atakas aptikti ir neleisti joms įvykti. Šiam tikslui įgyvendinti reikia sukurti virtualią simuliacinę aplinką, kurioje galima atlikti skirtingas DoS atakas ir stebėti jas naudojant Wireshark, kuris suteikia galimybę realiu laiku stebėti tinklo srautą atliekant DoS ataką ir Tshark, su kuriuo galima rinkti duomenis apie srautą, naudojant komandinę eilutę.

Tyrimo objektas – DoS atakų simuliacija naudojant GNS3.

Tyrimo tikslas: sukurti simuliacinę aplinką GNS3 platformoje, kurioje būtų galima atlikti DoS atakas ir jas analizuoti, renkant duomenis mašininiam mokymuisi. Ištirti GNS3 platformos DoS atakų simuliacijos, jų analizės ir duomenų mašininiam mokymuisi generavimo galimybes.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti DoS (DDoS) atakų ypatumus.
2. Parengti GNS3 simuliacinę platformą DoS atakų simuliacijai ir duomenų srautų fiksavimui.
3. Atlikti skirtingų DoS atakų simuliacijas.
4. Įvertinti gautus rezultatus.

Tyrimo metodika – tyrimui buvo naudojama literatūros analizė bei atakų simuliacija GNS3 platformoje.

DoS ir DDoS atakų analizė

Atakų simuliacija: viena iš DDoS atakų simuliacijų buvo aprašyta straipsnyje (Towards Securing Cloud Computing from DDOS Attacks, 2020), kuri buvo atlikta GNS3 aplinkoje, apžvelgiant į debesų kompiuterijos apsaugos galimybes, naudojant Snort įrankį ir įvertinant galimybes pasitelkti mašininį mokymąsi.

DDoS atakos:

UDP Flood – šios atakos metu atakuotojas naudojami UDP protokolu, kad atliktų ataką, ši ataka yra atliekama siunčiant didelius kiekius UDP paketų į aukos prievadus, kurie priima šį protokolą.

ICMP Flood – ICMP Flood ataka, dar vadinama ping flood ataka, nutinka kai atakuotojas siunčia milžiniškus kiekius ICMP paketų į aukos serverį, kad išseikvotų visą esamą pralaidumo (juostą bandwidth) dėl to sutrikdydama susisiekimą kitiems vartotojams susisiekti su serveriu.

TCP ACK – šios atakos metu atakuotojas siekia išnaudoti TCP protokolo pažeidžiamumą, šios atakos metu atakuotojas siunčia TCP ACK paketus iš netikrų IP adresų, šie paketai apsimeta, kad patvirtina neegzistuojančius ryšius, perpildydami serverio išteklius, kai jis bando apdoroti klaidingų patvirtinimų antplūdį.

TCP SYN – šios atakos metu atakuotojas naudojami TCP protokolu ir išsiunčia iš netikrų IP adresų netikras TCP SYN užklausas, o aukos serveris laukia, kol gaus TCP ACK pranešimą, kad galėtų pradėti bendravimą tarpusavyje, tačiau jo taip ir nesulaukia. Šios atakos metu yra užkraunami puolamojo serverio resursai iki kol jis nebegali susitvarkyti su jais, dėl to serveris tampa nebeapsiekiamas kitiems vartotojams.

TCP RST – šios atakos metu atakuotojas siunčia TCP paketus su RST vėliavėlėmis, o atakuojamo serveris mano, kad tai yra įprasti paketai ir nutraukia atitinkamus TCP ryšius. Dėl to sutrinka įprasta veikla, nes vykstančios sesijos uždaromos anksčiau laiko. Poveikis šios atakos gali sutrikdyti arba visiškai sustabdyti serverio paslaugas, dėl to įprastiems vartotojams gali serveris tapti nebeapsiekiamas.

DDoS atakų įrankiai:

HPING3 – yra DDoS įrankis, kuris gali atlikti daugybę skirtingų DDoS atakų, tačiau pirmiausia jis buvo naudojamas kaip saugos įrankis, ir naudojamas kaip tinklo testavimo įrankis.

Reikalavimai tinklo topologijai – tinklo topologijai yra būtini: atakuotojo kompiuteris, aukos kompiuteris, komutatorius.

Protokolai

TCP protokolas – TCP protokolas komunikacijos pradžioje užmezga ryšį tarp serverio ir vartotojo, dar kitaip vadinamo 3 krypčių rankos paspaudimu. Pradžioje vartotojas išsiunčia paketą su Syn vėliavėle, kuri reiškia, kad vartotojas nori užmegzti ryšį su serveriu, tada serveris atsiunčia atgal SYN-ACK, o tai reiškia, kad serveris sutinka su ryšio užmezgimu. Tada vartotojas vėl išsiunčia SYN-ACK ir tarp jų yra užmezgamas ryšys ir gali jie komunikuoti tarpusavyje.

UDP protokolas – skirtingai nei TCP protokolas UDP nėra svarbu ar ryšys yra užmezgtas, jis tiesiog siunčia paketus.

Apibendrinimas

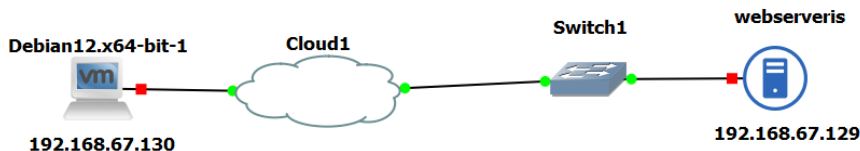
Apibendrinant atliktą analizę galima teigti, kad būtina fiksuoti šiuos perduodamų paketų laukus: datą ir laiką, IP siuntėjo, IP gavėjo, protokolus ir vėliavėles, prievadus.

Platforma, įrankiai ir tyrimo metodologija

Simuliacijai buvo panaudotos GNS3 ir VMware platformos ir šie įrankiai (1 pav.):

1. Kali Linux – įvairūs įrankiai;
2. Wireshark – paketų analizavimas, tinklo srauto stebėjimas;
3. Tshark – paketų kopijavimas;
4. Ubuntu – serveris.

Simuliacija



1 pav. Simuliuojamo tinklo topologija

Buvo atliekamos šios atakos: UDP flood, ICMP Flood, TCP ACK, TCP SYN, TCP RST. Atakoms simuliuoti buvo naudojama nurodoma topologija 1 pav. Kuriame pavaizduotą topologiją sudaro Kali Linux, kuris instaliuojamas kartu su nmap ir hping3, todėl papildomų instaliacijų nereikėjo daryti. Ubuntu webserverį reikėjo papildomai instaliuoti apache (sudo apt install apache2). Kadangi apache palaiko tik TCP prievadus, o UDP flood atakai reikalingas UDP prievadas, todėl dėl šios priežasties buvo instaliuotas DNS serveris (sudo apt install bind9 bind9-utils bind9-doc). Papildomai dar reikia įrašyti iproute2, kad būtų galima sumažinti virtualios mašinos pralaidumo juostą (bandwith) – (sudo apt install iproute2) ir tada su šia komanda susimažinama pralaidumo juosta iki reikiamo dydžio (sudo tc qdisc add dev ens33 root tbf rate 100kbit burst 10kbit latency 100ms). Atakuotojas virtualiai mašinai suteikta 2gb ram, o atakuojamai virtualiai mašinai suteikta 460mb ram, suteiktas minimalus kiekis resursu, kad tik įsijungtų.

Simuliacija buvo atlikta kompiuteryje, kurio parametrai yra tokie: Procesorius – AMD Ryzen 5 5600H with Radeon Graphics, 3301 Mhz, 6 Core(s), Memory 8.00 GB, GPU NVIDIA GeForce RTX 3050.

Atakoms buvo naudojamas Kali Linux virtuali mašina ir nmap, hping3 įrankiai. Paketų srautas buvo stebimas WireShark. Duomenys renkami Tshark.

Duomenų fiksavimas

Duomenų rinkimui buvo naudotas Tshark įrankis. Duomenys buvo renkami per kompiuterio cmd komandų eilutę.

Buvo renkami šie paketų laukai: atakuotojo IP adresai, atakuojamo IP adresai, ICMP paketų tipai, kuris patvirtina, kad ICMP paketų atsakus, laikas, ir protokolas, kuris patvirtina, kad tai tikrai ICMP paketų srautas, tcp.flags.syn, tcp.flags.ack ir tcp.flags.reset filtruoja konkrečius TCP esančias vėliavėles.

```
tshark -r bendras.pcapng -T fields -e frame.time -e ip.src -e ip.dst -e
_ws.col.Protocol -e tcp.flags.syn -e tcp.flags.ack -e tcp.flags.reset -e udp.srcport -e
udp.dstport -e icmp.type -e icmp.code -E header=y -E separator=, -E quote=d -E
occurrence=f > bendras.csv
```

Duomenys buvo surašomi CSV formatu.

Pirmiausia buvo paleidžiamas Wireshark jam surinkus duomenis ir išsaugojus į failą, tuomet per cmd komandinę eilutę buvo panaudotas Tshark.

Duomenų stebėjimas

Srauto stebėjimui naudotas WireShark įrankis. Buvo stebima jungtis tarp atakuotojo IP adreso ir Atakuojamojo IP adreso.

Scenarijai:

Buvo simuliuojama ICMP flood ataka

```
sudo hping3 -I [Atakuojamojo IP adresai] --icmpcode 0 --icmptype 8 --flood
--rand-source
```

Apr 22, 2024 21:29:53.392187000 FLE Daylight Time	9.8.127.164	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392210000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	77.77.155.22	0	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392226000 FLE Daylight Time	77.91.38.3	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392240000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	199.147.165.92	0	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392256000 FLE Daylight Time	199.88.102.40	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392269000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	220.229.18.206	0	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392290000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	102.209.211.43	0	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392296000 FLE Daylight Time	252.68.121.91	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392311000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	198.111.22.9	0	0

Apr 22, 2024 21:29:53.392318000 FLE Daylight Time	108.25.39.165	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392332000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	188.88.230.57	0	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392347000 FLE Daylight Time	231.220.5.40	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392352000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	40.108.30.109	0	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392366000 FLE Daylight Time	138.229.222.192	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392380000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	158.141.11.220	0	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392401000 FLE Daylight Time	229.212.18.64	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392403000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	140.212.158.209	0	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392908000 FLE Daylight Time	246.169.12.199	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392947000 FLE Daylight Time	255.168.65.188	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.392986000 FLE Daylight Time	36.9.135.254	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.393025000 FLE Daylight Time	77.230.86.104	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.393064000 FLE Daylight Time	43.185.104.202	192.168.67.129	8	0
Apr 22, 2024 21:29:53.393103000 FLE Daylight Time	132.79.18.254	192.168.67.129	8	0

Pirmajame stulpelyje pažymėtas laikas, antrajame siuntėjo IP adresas, trečiajame gavėjo IP adresas, ketvirtajame nurodomas ICMP protokolo veiksmai, 0 yra atsakymai į ICMP užklausas, o 8 reiškia siunčiamas užklausas, iš viršuje esančių duomenų galima teigti, kad ataka buvo sėkminga, kai atakuojamojo serveris nebesiuntė atgal atsakymų.

Buvo simuliuojama SYN ACK flood ataka.

sudo hping3 -A -p (prievadas) --rand-source Atakuojamojo IP –flood

Apr 28, 2024 00:47:51.542840000 FLE Daylight Time	227.227.206.176	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 00:47:51.542862000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	16.27.225.217	TCP	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 00:47:51.542879000 FLE Daylight Time	36.99.77.153	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 00:47:51.542903000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	35.130.3.72	TCP	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 00:47:51.542916000 FLE Daylight Time	199.87.142.10	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 00:47:51.542928000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	161.195.197.182	TCP	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 00:47:51.542945000 FLE Daylight Time	70.61.187.130	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 00:47:51.542955000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	110.42.116.246	TCP	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 00:47:51.542984000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	8.19.138.6	TCP	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 00:47:51.542988000 FLE Daylight Time	0.210.89.177	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 00:47:51.543016000 FLE Daylight Time	254.231.15.9	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 00:47:51.543022000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	185.209.167.56	TCP	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 00:47:51.543047000 FLE Daylight Time	137.72.53.7	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 00:47:51.543056000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	47.83.110.2	TCP	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 00:47:51.543076000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	76.24.116.253	TCP	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 00:47:51.543078000 FLE Daylight Time	27.111.130.171	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 00:47:51.543095000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	147.130.209.110	TCP	FALSE	TRUE

Apr 28, 2024 00:47:51.543106000 FLE Daylight Time	161.132.163.212	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 00:47:51.543111000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	240.209.9.122	TCP	FALSE	TRUE

Pirma eilutė laikas, antroji siuntėjo IP adresas, trečioji gavėjo IP adresas, ketvirtoji protokolas, penktoji tcp ack, šeštoji tcp rst.

Kai penktoji eilutė yra TRUE tai reiškia, kad tuo metu buvo išsiųstas tcp ack paketas, kai šeštojoje eilutėje yra TRUE tai reiškia, kad gavėjas išsiuntė tcp rst paketą. Iš gautų duomenų nėra aišku ar ataka pavyko pilnai ir buvo sustabdytas serverio veikimas, bet yra žinoma, kad buvo sukurta serveriui nemaža apkrova.

Buvo simuliuojama TCP SYN ataka

sudo hping3 -S -p 80 -flood --rand-source Atakuojamojo IP

Apr 28, 2024 02:44:14.465660000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	66.37.239.224	TCP	TRUE	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.465677000 FLE Daylight Time	66.37.239.224	192.168.67.129	TCP	FALSE	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 02:44:14.466744000 FLE Daylight Time	247.47.215.132	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.466817000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	247.47.215.132	TCP	TRUE	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.467936000 FLE Daylight Time	179.84.121.174	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.468014000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	179.84.121.174	TCP	TRUE	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.468028000 FLE Daylight Time	179.84.121.174	192.168.67.129	TCP	FALSE	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 02:44:14.469432000 FLE Daylight Time	61.21.175.222	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.469490000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	61.21.175.222	TCP	TRUE	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.469502000 FLE Daylight Time	61.21.175.222	192.168.67.129	TCP	FALSE	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 02:44:14.470951000 FLE Daylight Time	235.151.140.38	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE

Apr 28, 2024 02:44:14.472529000 FLE Daylight Time	20.35.86.119	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.472592000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	20.35.86.119	TCP	TRUE	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.472607000 FLE Daylight Time	20.35.86.119	192.168.67.129	TCP	FALSE	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 02:44:14.473994000 FLE Daylight Time	54.26.231.131	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.474069000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	54.26.231.131	TCP	TRUE	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.474082000 FLE Daylight Time	54.26.231.131	192.168.67.129	TCP	FALSE	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 02:44:14.475518000 FLE Daylight Time	175.174.150.143	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.475591000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	175.174.150.143	TCP	TRUE	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.475605000 FLE Daylight Time	175.174.150.143	192.168.67.129	TCP	FALSE	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 02:44:14.477036000 FLE Daylight Time	74.156.206.231	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.477107000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	74.156.206.231	TCP	TRUE	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.477118000 FLE Daylight Time	74.156.206.231	192.168.67.129	TCP	FALSE	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 02:44:14.479088000 FLE Daylight Time	108.148.148.20	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.479147000 FLE Daylight Time	116.105.204.193	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.479169000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	108.148.148.20	TCP	TRUE	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.479182000 FLE Daylight Time	108.148.148.20	192.168.67.129	TCP	FALSE	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 02:44:14.479222000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	116.105.204.193	TCP	TRUE	TRUE	FALSE

Apr 28, 2024 02:44:14.479236000 FLE Daylight Time	116.105.204.193	192.168.67.129	TCP	FALSE	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 02:44:14.480562000 FLE Daylight Time	236.155.100.211	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.482071000 FLE Daylight Time	155.227.179.16	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.482144000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	155.227.179.16	TCP	TRUE	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.482162000 FLE Daylight Time	155.227.179.16	192.168.67.129	TCP	FALSE	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 02:44:14.483130000 FLE Daylight Time	37.211.30.206	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.483206000 FLE Daylight Time	192.168.67.129	37.211.30.206	TCP	TRUE	TRUE	FALSE
Apr 28, 2024 02:44:14.483220000 FLE Daylight Time	37.211.30.206	192.168.67.129	TCP	FALSE	FALSE	TRUE
Apr 28, 2024 02:44:14.484294000 FLE Daylight Time	61.173.91.155	192.168.67.129	TCP	TRUE	FALSE	FALSE

Pirma eilutė – laikas, antroji – siuntėjo IP adresas, trečioji – gavėjo IP adresas, ketvirtoji eilutė – protokolas, penktoji eilutė – tcp syn, šeštoji eilutė – tcp ack, septintoji – tcp rst. Penktoji eilutė simbolizuoja ryšio sukūrimą tarp siuntėjo ir gavėjo, šeštoji tą ryšį patvirtina, o šeštoji – ryšio nutūkumą. Iš surinktų duomenų galima teigti, kad ataka buvo sėkminga, nes serveris nebesusitvarkė su esančiomis užklausomis ir pradėjo siųsti tcp rst paketus.

Buvo simuliuojama TCP RST ataka

sudo hping3 --rand-source -R -p Prievadas Atakuojamojo IP --flood

Apr 28, 2024 03:32:51.568386000 FLE Daylight Time	234.122.196.130	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568389000 FLE Daylight Time	229.38.151.216	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568419000 FLE Daylight Time	195.150.136.141	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568423000 FLE Daylight Time	2.7.109.67	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568453000 FLE Daylight Time	75.167.78.16	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568457000 FLE Daylight Time	127.203.90.195	192.168.67.129	TCP	TRUE

Apr 28, 2024 03:32:51.568487000 FLE Daylight Time	43.43.208.65	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568491000 FLE Daylight Time	86.66.87.195	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568522000 FLE Daylight Time	103.38.119.241	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568526000 FLE Daylight Time	196.184.238.186	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568557000 FLE Daylight Time	184.181.121.120	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568561000 FLE Daylight Time	86.87.250.2	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568592000 FLE Daylight Time	241.145.254.192	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568595000 FLE Daylight Time	225.184.16.192	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568652000 FLE Daylight Time	151.87.193.65	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568657000 FLE Daylight Time	20.3.78.195	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568690000 FLE Daylight Time	84.255.250.204	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568694000 FLE Daylight Time	61.182.163.239	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568727000 FLE Daylight Time	205.222.108.201	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568731000 FLE Daylight Time	33.7.150.181	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568762000 FLE Daylight Time	177.217.1.67	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568767000 FLE Daylight Time	120.192.66.201	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568797000 FLE Daylight Time	196.173.7.202	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568802000 FLE Daylight Time	137.157.79.109	192.168.67.129	TCP	TRUE
Apr 28, 2024 03:32:51.568832000 FLE Daylight Time	177.119.157.206	192.168.67.129	TCP	TRUE

Pirma eilutė – laikas, antroji – siuntėjo IP adresas, trečioji – gavėjo IP adresas, ketvirtoji – protokolas, penktoji – eilutė tai tcp rst. Iš pateiktų duomenų viršuje galima teigti, kad ataka buvo sėkminga, nes serveris nesiunčia jokių paketų, tai gali rodyti, kad jis yra pakankamai užkrautas.

Buvo simuliuojama UDP Flood ataka

sudo hping3 -2 -p prievadas --flood --rand-source Atakuojamojo IP

Apr 28, 2024 04:27:16.038974000 FLE Daylight Time	170.134.72.244	192.168.67.129	UDP	1178	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039008000 FLE Daylight Time	25.174.134.80	192.168.67.129	UDP	1179	53

Apr 28, 2024 04:27:16.039013000 FLE Daylight Time	64.252.87.126	192.168.67.129	UDP	1180	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039048000 FLE Daylight Time	211.213.82.122	192.168.67.129	UDP	1181	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039053000 FLE Daylight Time	235.224.211.246	192.168.67.129	UDP	1182	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039086000 FLE Daylight Time	191.129.142.200	192.168.67.129	UDP	1183	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039092000 FLE Daylight Time	239.131.71.98	192.168.67.129	UDP	1184	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039127000 FLE Daylight Time	47.149.48.115	192.168.67.129	UDP	1185	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039133000 FLE Daylight Time	115.71.40.13	192.168.67.129	UDP	1186	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039169000 FLE Daylight Time	134.154.82.243	192.168.67.129	UDP	1187	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039175000 FLE Daylight Time	171.246.105.251	192.168.67.129	UDP	1188	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039215000 FLE Daylight Time	42.138.145.14	192.168.67.129	UDP	1189	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039221000 FLE Daylight Time	247.96.234.111	192.168.67.129	UDP	1190	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039257000 FLE Daylight Time	44.123.44.104	192.168.67.129	UDP	1191	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039262000 FLE Daylight Time	251.84.24.11	192.168.67.129	UDP	1192	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039297000 FLE Daylight Time	186.246.149.92	192.168.67.129	UDP	1193	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039302000 FLE Daylight Time	124.226.136.110	192.168.67.129	UDP	1194	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039341000 FLE Daylight Time	150.191.130.163	192.168.67.129	UDP	1195	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039347000 FLE Daylight Time	20.163.206.63	192.168.67.129	UDP	1196	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039385000 FLE Daylight Time	199.148.212.247	192.168.67.129	UDP	1197	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039391000 FLE Daylight Time	52.130.244.127	192.168.67.129	UDP	1198	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039424000 FLE Daylight Time	114.138.64.92	192.168.67.129	UDP	1199	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039429000 FLE Daylight Time	190.166.19.28	192.168.67.129	UDP	1200	53
Apr 28, 2024 04:27:16.039465000 FLE Daylight Time	89.24.243.122	192.168.67.129	UDP	1201	53

Pirma – eilutė laikas, antroji – siuntėjo IP adresas, trečioji – gavėjo IP adresas, ketvirtoji – protokolas, penktoji – siuntėjo prievadas šeštoji – gavėjo prievadas. Iš turimų duomenų galima teigti, kad ataka buvo sėkminga, nes, serveris nesuteikia jokio atsako dėl apkrovos.

Simuliacinio tyrimo rezultatai ir aptarimas

Beveik visos atakos buvo atliktos taip, kaip ir planuota, buvo surinkti visi reikalingi duomenys, matomas jų veikimo principas (1 lentelė).

1 lentelė. Atakų ir duomenų įvertinimai

Eil. Nr.	Scenarijus / ataka	Scenariaus / atakos įgyvendinimas	Duomenų surinkimo įgyvendinimas	Pastabos
1.	ICMP	Taip	Taip	Pagal WireShark duomenų srautą ataka pavyko, tą galima spręsti iš srauto kurį generavo puolamasis serveris.
2.	TCP ACK	Taip	Taip	Pagal WireShark duomenų srautą ataka pavyko, tą galima spręsti iš srauto kurį generavo puolamasis serveris.
3.	TCP SYN	Taip	Taip	Pagal WireShark duomenų srautą ataka pavyko, tą galima spręsti iš srauto kurį generavo puolamasis serveris.
4.	TCP RST	Taip	Taip	Pagal WireShark duomenų srautą ataka pavyko, tą galima spręsti iš srauto kurį generavo puolamasis serveris.
5.	UDP FLOOD	Taip	Taip	Pagal WireShark duomenų srautą ataka pavyko, tą galima spręsti iš srauto kurį generavo puolamasis serveris.

Išvados

1. Buvo sukurta simuliacinė GNS3 aplinka, kurioje yra 2 virtualios mašinos Kali Linux ir Ubuntu, kurios pasitarnavo tyrimo metu atliekant užduotis.

2. Išbandytos skirtingos atakos ir ištirtas jų poveikis – atakos metu buvo išsekinti atakuojamosios virtualios mašinos išteklių, dėl to virtuali mašina tapo nebepasiekiamą.

3. Duomenų stebėjimui buvo pasitelktas Wireshark, o duomenų rinkimui buvo pasitelktas Tshark, visus reikalingus duomenys atakoms identifikuoti šiuos duomenis vėliau bus galima pritaikyti mašininiam mokymuisi.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Towards Securing Cloud Computing from DDOS Attacks. prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/profile/ZeeshanKhan5/publication/344022705_Towards_Securing_Cloud_Computing_from_DDOS_Attacks/links/5fba7f6b299bf104cf6cd889/Towards-Securing-Cloud-Computing-from-DDOS-Attacks.pdf (žiūrėta 2024 m. kovo 17 d.)
2. International Journal of Multidisciplinary Research and Publications. Prieiga per internetą: <https://ijmr.com/wp-content/uploads/2020/01/IJMRAP-V2N7P59Y20.pdf> (žiūrėta 2024 m. kovo 19 d.)
3. DDoS Attack and Mitigation. Prieiga per internetą: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/168652/DDoS_proc.20Final_proc.20Version.pdf?sequence=2 (žiūrėta 2024 m. kovo 18 d.)
4. A Survey on DDoS Detection and Prevention Mechanism. Prieiga per internetą: <https://www.jait.us/uploadfile/2023/JAIT-V14N3-444.pdf> (žiūrėta 2024 m. kovo 18 d.)
5. VirtualBox. (n.d.). *VirtualBox Documentation*. Prieiga per internetą: <https://www.virtualbox.org/wiki/Documentation> (žiūrėta 2024 m. kovo 17 d.)
6. GNS3. (n.d.). *Getting Started with GNS3*. Prieiga per internetą: <https://docs.gns3.com/docs/> (žiūrėta 2024 m. kovo 17 d.)
7. Kali Linux. (n.d.). *Kali Docs*. Prieiga per internetą: <https://www.kali.org/docs/>
8. Wireshark. (n.d.). *Wireshark User's Guide*. Prieiga per internetą: https://www.wireshark.org/docs/wsug_html_chunked/ (žiūrėta 2024 m. kovo 18 d.)
9. 2016-2017 ekonomikos ir NT rinkos apžvalga. (2017, Vasario 7). Nekilnojamojo turto grupė Inreal [žiūrėta 2017 m. kovo 15 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.inreal.lt/nt-rinkos-tyrimai/rinkos-apzvalgos/2016-2017-ekonomikos-ir-nt-rinkos-apzvalga>
10. Bagdžiūnienė, V. (2005). Įmonių veiklos planavimas ir analizė. Vilnius: Conto litera.
11. Damanskytė, A. (2015). Nekilnojamojo turto rinkos tyrimas Kauno mieste. Inovacijų taikymas technologijose: studentų respublikinės mokslinės – praktinės konferencijos straipsnių rinkinys, II dalis (p. 7-14). Kaunas: Kauno kolegijos leidybos centras.
12. Dėl miškotvarkos darbų vykdymo instrukcijos patvirtinimo: Lietuvos Respublikos aplinkos ministerijos Valstybinės miškų tarnybos direktoriaus įsakymas. 2010 m. sausio 14 d. Nr. 11-10-V. Valstybės žinios, 2010, Nr. 45-2182.

Summary

During the research for this article, a simulated GNS3 environment was created using 2 virtual systems, Kali Linux and Ubuntu, with specific tasks performed during the serviceability study. Different DoS attacks were tested and their effect on the virtual server was studied. In addition, Wireshark was used for data monitoring and Tshark for data collection, and all the necessary data to identify the attacks was collected.

Aktyvios kibernetinės žvalgybos simuliacijos GNS3

Ainoras Petraška, Paulius Baltrušaitis

Kauno kolegija

Anotacija. Nusikalstamos veikos, tame tarpe ir aktyvios kibernetinės žvalgybos kompiuterių tinklo aplinkoje identifikavimui ir užkardymui naudojamoms priemonėms remiasi duomenų srauto analizės pagrindu. Tam didelės reikšmės turi mašininio mokymosi teikiamos galimybės šį procesą pilnai automatizuoti. Šiam tikslui reikalingi dideli tinkamų duomenų kiekiai, kuriems sugeneruoti reali aplinka nenaudojama dėl saugumo reikalavimų. Tokiu atveju tam galima pasitelkti tam parengtą simuliacinę aplinką. Straipsnyje analizuojami įvairūs žinomi aktyvios kibernetinės žvalgybos būdai, scenarijai ir naudojamos priemonės. Pateikiami šios veikos požymiai, kuriuos būtų galima identifikuoti analizuojant tinklo duomenų srautą. Aprašoma įvairiems aktyvios žvalgybos scenarijams realizuoti reikalinga tinklo topologija ir priemonės GNS3 platformoje. Pateikiami įvairių išanalizuotų scenarijų simuliacijos rezultatai, sukauptų duomenų rinkinių vertinimai ir išvados.

Raktiniai žodžiai: aktyvi kibernetinė žvalgyba, nmap, simuliacija, GNS3.

Įvadas

Kibernetinis nusikalstamumas yra visuotinis iššūkis, su kurio dažnai susiduria visuomenė, verslai ir valstybė. Kibernetinių nusikaltimų nuolat daugėja nepaisant pastangų ir investicijų į tradicinę kibernetinio saugumo technologijas. Nusikaltėliai pastoviai tobulina savo įsilaužimo metodus, o tai šiuolaikiniai visuomenei gali sukelti labai daug blogų padarinių.

Viena iš efektyviausių priemonių kovai prieš kibernetinius nusikaltimus yra technologija, pagrįsta dirbtiniu intelektu (DI) ir mašininio mokymusi (ML). Automatizuotas identifikavimas ir uždarymas su mašininio mokymosi pagalba yra daug efektyvesnis nei tradicinės žmogaus ar IDS/IPS (angl. *Intrusion Detection Systems/Intrusion Prevention Systems*) sistemos. Tačiau tokias automatizuotas sistemas nėra lengva sukurti, kadangi tai reikalauja labai daug resursų, didelių duomenų rinkinių kiekio, kuriuos yra ypač sunku gauti.

Vienas iš būdų spręsti šią problemą yra naudoti duomenų generavimo technologijas, kurių pagalba galima sukurti tam tikrus scenarijus ir iš jų gauti reikiamus duomenų rinkinius. Simuliacija yra itin svarbus žingsnis kuriant kibernetines aplinkas, kuriose galima imituoti įvairius kibernetinius nusikaltimus, kad būtų galima atlikti kibernetinę žvalgybą ir gauti autentiškus duomenis, kuriuos vėliau bus galima panaudoti mašininiam mokymui.

Tyrimo tikslas – ištirti simuliacinės „GNS3“ aplinkos galimybes atliekant aktyvią kibernetinę žvalgybą ir sugeneruoti paketų srautus žvalgybos ypatumų analizei ir mašininiam mokymuisi.

Tyrimo objektas – aktyvios kibernetinės žvalgybos simuliacija naudojant GNS3.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti aktyvios kibernetinės žvalgybos ypatumus.

2. Parengti „GNS3“ simuliacinę platformą aktyvios kibernetinės žvalgybos simuliacijai ir duomenų srautų fiksavimui.
3. Atlikti aktyvios kibernetinės žvalgybos simuliacijas.

Literatūros analizė

Tyrimui buvo naudojama literatūros analizė bei atakų simuliacija (Edgar, Manz, 2017) „GNS3“ platformoje.

Aktyvi kibernetinė žvalgyba – tai procesas, kuriuo būna naudojama daug įvairių technologijų ir metodų, siekiant aktyviai stebėti ir analizuoti elektroninius tinklus, kad būtų galima aptikti galimus saugumo pažeidimus ar kitas anomalijas.

Tinklo ir mazgų skenavimas – vienas iš dažniausiai naudojamų aktyvios žvalgybos būdų (Zhang, Thing, 2021).

TCP Connect Scan – tai vienas iš paprasčiausių būdų nustatyti ar tam tikras prievadas yra atviras ar ne. Svarbu stebėti sąsajų būsenos laukus, kurie nurodo sąsajos būseną. Pavyzdžiui, jei kontrolinis laukas „S“ (angl. *synchronizing*) tai rodo, kad pradedamas naujas ryšys, o jeigu „A“ (angl. *acknowledgment*) tai rodo, kad jau yra atsakymas į SIN paketą. Atliekant šį skenavimą, kompiuteris bando užmegzti TCP ryšį su kiekvienu portu, jei pavyksta tai reiškia, kad prievadas yra atviras.

UDP Scan – UDP skenavimas naudoja UDP (angl. User Datagram Protocol) paketus norint nustatyti ar prievadas yra atviras. Taip pat svarbu stebėti atsakymo būsenos laukus, kurie nurodo kaip serveris reaguoja į skenavimo paketus. Pavyzdžiui, jei gaunamas „*JCMP Host Unreachable*“ pranešimas, galima suprasti, kad iškyla problemų su pasiekiamumu, jei gaunamas „*JCMP Port Unreachable*“ galima manyti, kad prievadas yra uždaras.

SYN Scan – SYN skenavimas yra subtilesnis būdas norint nustatyti ar tam tikras prievadas yra atviras. Šis skenavimo būdas dažnai yra naudojamas norint nustatyti ar konkretus TCP prievadas yra atviras. Jis yra daug greitesnis, kadangi bandoma užmegzti ryšį tik su vienu prievadu, taip pat šis būdas yra efektyvus, nes nereikia užmegzti pilno ryšio, o pakanka tik pradinio prisijungimo. Skenavimo metu kompiuteris išsiunčia SYN (angl. *synchronize*) paketą į tam tikrą prievadą ir laukia atsakymo. Jei atsakymą gauna su SYN / ACK (angl. *synchronize / acknowledge*) paketu, tai rodo kad prievadas yra atviras. Jei gaunamas RST (angl. *reset*) paketas, tai rodo, kad prievadas yra uždaras.

FIN Scan – šis skenavimo metodas yra pagrįstas FIN (angl. *finish*) TCP paketais. Jis yra siunčiamas tada, kai klientas nori užbaigti ryšį su serveriu. Šio paketo pagalba galima išbandyti ar serveris tinkamai reaguoja į ryšio baigimo užklausias ir ar tinkamai veikia ugniasienės taisyklės. Skenuojantis kompiuteris išsiunčia FIN paketą į tikslinį prievadą. Jei gaunamas RST paketas, tai reiškia, kad prievadas yra uždarytas. O jei negaunamas atsakymas, reiškia, kad prievadas yra atviras.

ACK Scan – ACK skenavimas naudoja TCP ACK (angl. *acknowledge*) paketus nustatymui ar prievadas yra atviras. ACK paketai padeda užtikrinti patikimą duomenų perdavimą tarp kliento ir serverio. Gavus ACK patvirtinimą žinoma, kad duomenys buvo gauti be jokių problemų. Šiuo skenavimo būdu galima patvirtinti, kad serveris tinkamai reaguoja į patvirtinimus. Panašiai kaip ir su FIN Paketais, jei gaunasi RST paketas, tai rodo, kad prievadas yra uždaras. O jei negaunamas atsakymas, tada uždaras.

NULL scan – Null skenavimo metodas yra paremtas tuščiu TCP paketu, kuriame nėra jokių nustatymų, tai leidžia tyrinėti kaip serveris reaguoja į tokį paketą. Šį paketą kai kurios IDS (intruzijų aptikimo sistemos) gali aptikti kaip potencialų įsilaužimą ir neleisti vykdyti šio skenavimo. Jei išsiuntus NULL paketą gaunamas atsakymas „*ICMP Port Unreachable*“ arba „*TCP RST*“ tai reiškia, kad prievadas yra uždarytas. O jeigu gaunamas „*No response*“ tai gali rodyti, kad prievadas yra atviras.

XMAS Scan – šis skenavimo metodas siunčia TCP paketą, kuriame yra nustatytos visos TCP žymės – FIN, PSH ir URG. Šis būdas dažniausiai naudojamas norint nustatyti ar konkretus TCP prievadas yra atviras, uždarytas ar filtruojamas, tai vienas iš būdų išbandyti saugumo spragas arba tinklo konfigūraciją. Kaip ir NULL paketas, šis paketas gali būti aptiktas aptikimo sistemų ir blokuojamas. Jei atgal gaunamas RST paketas, tai rodo, kad prievadas yra uždarytas, jei negaunama jokio atsakymo, tada reiškia, kad prievadas yra atviras.

Aktyviai žvalgybai buvo pasirinkti šie skenavimai: TCP Connect, UDP Scan, SYN Scan, FIN Scan, ACK Scan, NULL Scan, XMAS Scan. Kiekvienam skenavimui buvo suformuojama „*nmap*“ komanda, skenavimo metu bus renkami visi būtini skenavimo duomenys skenavimo ypatumams identifikuoti. Duomenų rinkimo programa buvo paleidžiama prieš kiekvieną skenavimą ir stabdoma iš kart po jos (Shah, Ahmed ir Khan, 2019).

Tinklo skenavimui naudojama topologija susideda iš tarpusavyje sujungtų vieno pažeidėjo kompiuteriu „*Kali Linux*“ ir dviejų pažeidžiamųjų su „*Ubuntu Linux*“ ir „*MS Windows*“ sistemų. Topologija buvo simuliuojama pasinaudojant „*GNS3*“. Virtualūs kompiuteriai buvo sukurti pasinaudojus „*VMware*“ programą.

Apibendrinant galima teigti, kad kiekvienas skenavimo būdas yra naudingas ir svarbus savo skirtingomis savybėmis. Kiekvienas iš jų leidžia skirtingais būdais patikrinti tinklo pažeidžiamumą. Jų svarbiausios savybės:

- TCP skenavimas:
 - TCP yra patikimas srauto orientuotas protokolas, užtikrinantis, kad duomenys būtų perduoti be klaidų ir pagal tvarką. Skenuojant svarbu atkreipti dėmesį į būsenos laukus.
- UDP Skenavimas:
 - UDP yra greitas ir lengvas protokolas, kuris neturi patikimumo užtikrinimo mechanizmų, tai reiškia, kad jis yra mažiau patikimas, tačiau yra greitesnis ir efektyvesnis tam tikromis sąlygomis. Skenuojant svarbu atkreipti dėmesį į būsenos laukus.
- SYN skenavimas:
 - Naudoja TCP SIN paketus, dažniausiai naudojamas norint nustatyti ar konkretus prievadas yra atviras.
- FIN Skenavimas:
 - Naudoja FIN paketus, šis paketas dažniausiai siunčiamas norint nutraukti ryšį su serveriu.
- NULL skenavimas:
 - Naudoja paketus be jokių TCP kontrolinių laukų, gali atskleisti prievadų būseną, tačiau gali būti ir aptiktas aptikimo sistemų ir būti blokuojamas.
- XMAS Skenavimas:

○ Naudoja paketus su visais TCP kontroliniais laukais (SYN, FIN, URG). Gali atskleisti saugumo spragas ir taip pat, kaip ir NULL skenavimas, gali būti aptiktas ir blokuojamas aptikimo sistemų.

Simuliacijai buvo panaudotos „GNS3“ ir „VMware“ platformos ir šie įrankiai bei OS serveriai: „Kali Linux“, „nmap“, „Wireshark“, „Tshark“, „Ubuntu“, „MS Windows“. Simuliuojamo tinklo topologija pateikta 1 paveiksle.

Skanavimo būdų išbandymui būtina simuliacinė aplinka. Tai galima padaryti „GNS3“ įrankio pagalba. Įsidieigus sukuriama tinklo topologija. Taip pat reikėtų įrankių kurie leistų susikurti ir virtualias mašinas. „VirtualBox“ ir „VMware“ programų pagalba galima tai lengvai padaryti. Visų šių įrankių pagalba galima laisvai atlikti skenavimus, matyti rezultatus ir viską nevaržomai stebėti ir analizuoti („GNS3“ dokumentacija).

„VMware“ programos pagalba buvo sukurtos trys virtualios mašinos – tai „Kali Linux“, „Ubuntu“ ir „MS Windows 10“. „Kali Linux“ buvo naudojami atlikti skenavimams. Į „Ubuntu“ įsirašiau „Wireshark“ ir „Tshark“, šių programų pagalba sugeneravau ir stebėjau duomenų srautą. „MS Windows“ operacinę sistemą naudojavau kaip serverį, kurį skenavau per „Kali Linux“, o iš „Ubuntu“ stebėjau visą vykstančią veiklą („VMware“ dokumentacija).

Duomenų fiksavimui buvo naudotas „Tshark“ įrankis. Buvo renkami šie paketų laukai: atakuotojo IP adresas, atakuojamo IP adresas, laikas, tcp.flags.syn, tcp.flags.ack ir tcp.flags.reset filtruoja konkrečias TCP esančias vėliavėles:

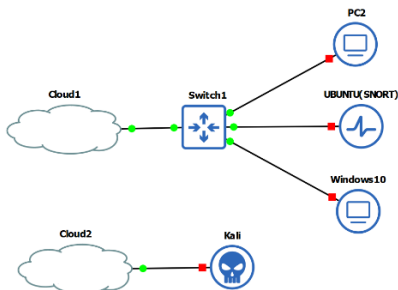
```
tshark -r bendras.pcapng -T fields -e frame.time -e ip.src -e ip.dst -e _ws.col.Protocol -e tcp.flags.syn -e tcp.flags.ack -e tcp.flags.reset -E header=y -E separator=, -E quote=d -E occurrence=f > bendras.csv
```

Duomenys buvo surašomi į failą CSV formatu.

Duomenų stebėjimui buvo paruošta tinklo sąsaja, kurioje buvo vykdomi skenavimai. Prie jos buvo prijungtas kompiuteris. Buvo patikrinta ar virtuali mašina turi „Wireshark“, ar tinklo adapteriai yra taisyklingai sukonfigūruoti, ir ar yra prieiga prie tinklo („Wireshark“ ir „Tshark“ dokumentacija).

Stebėjimas:

Topologija:



1 pav. Simuliuojamo tinklo topologija

Stebėjimui buvo naudojamas „Wireshark“ įrankis. Norint stebėti tinklą reikia įsijungti „Wireshark“ ir pasirinkti interneto adapterį. Naudojant „Wireshark“ galima pritaikyti tam tikrus filtras, kad informacija būtų lengviau supranta. Komandų pavyzdžiai:

```
ip.addr == <Taikynys>
```

Šis filtras rodys tik tuos paketus, kurie bus susijusių su nurodytu ip adresu.

```
tcp.flag.<tipas> == 1
```

Šis filtras rodys tik pasirinktą skenavimo metodą, kaip SYN, UDP, NULL ar kitus.

Baigimas:

Baigus skenavimą reikia spausti „Stop Capturing“, kad būtų galima panaudoti išsaugotus rezultatus, juos analizuoti.

Simuliacija

Šioje dalyje aprašoma aplinka bei priemonės, kurios padėjo atlikti simuliaciją. Pateikta topologija. Taip pat pateikiami naudoti scenarijai, simuliacijos eiga ir kitos svarbios informacijos detalės, kad kitiems norint atlikti ši eksperimentą būtų paprasta, pasinaudojus mano aprašu, pateiktu žemiau.

Pasiruošimas:

Buvo įdiegta „Kali Linux“ operacinę sistemą, kuri turi svarbius skenavimo įrankius, tokius kaip: „nmap“, „Wireshark“.

Buvo užtikrinta prieiga prie tinklo ir buvo susijungti skirtingi kompiuteriai, kad būtų galima atlikti testavimus.

Buvo sujungtas tinklas testavimui, sudaryta tinkama topologija, kad būtų pradėti testavimai.

Identifikuoti kompiuterio IPv4 adresą:

Išsiaiškinus kompiuterio IPv4 adresą, buvo galima pradėti naudoti „nmap“ tokiu būdu išsiaiškinama kurie prievadai yra atviri.

Pradedamas prievadų skenavimas:

Įsijungus „Kali Linux“ operacinę sistemą yra atidaromas terminalas. Siekiant skenuoti prievadus buvo naudojamos komandos:

```
nmap <taikynys>
```

Ir po kažkiek laiko iš „nmap“ gauname informaciją apie surastus atvirus prievadus.

Buvo atlikti šie septyni skenavimai: TCP, UDP, SYN, FIN, ACK, NULL, XMAS.

Naudotos šios komandos:

```
Nmap -sT <taikynys>
```

```
Nmap -sU <taikynys>
```

```
Nmap -sS <taikynys>
```

```
Nmap -sF <taikynys>
```

```
Nmap -sA <taikynys>
```

```
Nmap -sN <taikynys>
```

```
Nmap -sX <taikynys>
```

Pasinaudojus „Kali Linux“ virtualia mašina buvo įdiegta „nmap“. Siekiant išsiaiškinti kokie prievadai yra atviri simuliuojame tinkle buvo pradėtas skenavimus. Skenuojant išsiaiškinta, kad 5557 prievadas yra atviras.

Šiuo atveju buvo panaudota „nmap -sT <taikiny>“ komanda.

```
(petraska@kali)-[~]
└─$ sudo su -
[sudo] password for petraska:
(root@kali)-[~]
└─# nmap -sT 192.168.200.134
Starting Nmap 7.94SVN ( https://nmap.org ) at 2024-04-30 03:06 EDT
Nmap scan report for 192.168.200.134
Host is up (0.00044s latency).
Not shown: 999 filtered tcp ports (no-response)
PORT      STATE SERVICE
5357/tcp  open  wsdapi
MAC Address: 00:0C:29:BB:79:0B (VMware)

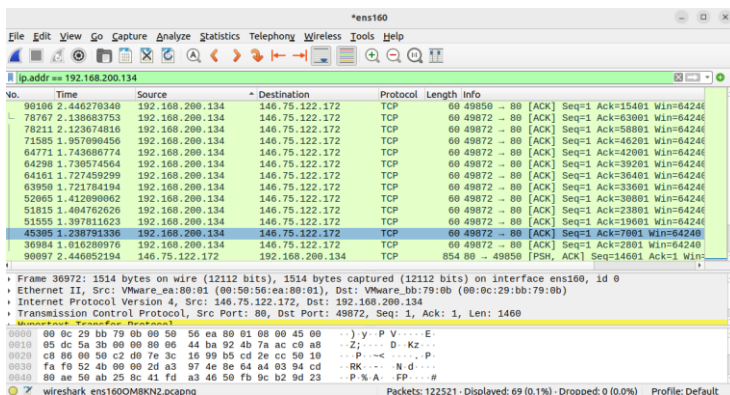
Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 11.24 seconds

(root@kali)-[~]
└─#
```

2 pav. „nmap“ komanda ir rezultatai

Skenavimo aptikimas: skenuojant prievadus tuo pačiu metu buvo prijungta į tinklą „Ubuntu“ virtuali mašina. Per virtualią mašiną buvo įjungta „Wireshark“ ir buvo filtruota informacija, norint matyti veiklą tinkle. Vienu metu atliekant tinklo stebėjimą ir iš kitos virtualios mašinos, „Kali Linux“ atliekant prievadu skenavimą „Wireshark“ lange buvo gauta daug rezultatų. Prievadu skenavimas buvo aptiktas.

Rezultatų filtravimui, buvo naudojamas filtras, kurio pagalba buvo rodomi aktualūs rezultatai. Buvo naudojamas filtras: „ip.addr==192.168.200.134“



3 pav. „Wireshark“ rezultatai

Simuliacinio tyrimo rezultatai ir aptarimas

Visus skenavimus pavyko atlikti taip kaip ir planuota. Buvo gauti rezultatai iš visų bandymų skenuoti, buvo rasti atviri prievadai. „nmap“ įrankio pagalba buvo atlikti skenavimai. Tinklas buvo skenuojamas 7 skirtingais būdais: TCP, UDP, SYN, FIN, ACK, NULL, XMAS. „Wireshark“ ir „Tshark“ įrankių pagalba buvo stebima veikla sraute ir išrenkama naudinga srauto informacija (1 lentelė).

1 lentelė. Skenavimų ir duomenų įvertinimai

Eil. Nr.	Skenavimas	Skenavimo įgyvendinimas	Duomenų surinkimo įgyvendinimas	Pastabos
1.	Nmap -sT	Taip	Taip	Rastas atviras 5357 prievadas
2.	Nmap -sU	Taip	Taip	Rastas atviras 5357 prievadas
3.	Nmap -sS	Taip	Taip	Rastas atviras 5357 prievadas
4.	Nmap -sF	Taip	Taip	Rastas atviras 5357 prievadas
5.	Nmap -sA	Taip	Taip	Rastas atviras 5357 prievadas
6.	Nmap -sN	Taip	Taip	Rastas atviras 5357 prievadas
7.	Nmap -sX	Taip	Taip	Rastas atviras 5357 prievadas

Išvados

1. Išanalizuota aktyviosios kibernetinės žvalgybos literatūra, kuri buvo pritaikyta kibernetinės žvalgybos simuliacijai paruošti.

2. Buvo sukurta „GNS3“ simuliacinė platforma, kurią naudoju duomenų srauto generavimui ir analizavimui, fiksavimui.

3. Buvo simuliuojama kibernetinė žvalgyba, ją pavyko įgyvendinti ir užfiksuoti rezultatus, kuriuos ateityje galima pritaikyti mašininiam mokymui, bei kibernetinių pažeidimų stabdymui.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Edgar, T., W. & Manz, D., O. (2017). *Research Methods for Cyber Security*. Syngress.
2. 2023-08-07 builtin kibernetinio saugumo apžvalga. [žiūrėta 2024-04-26d.]. Prieiga per internetą: <https://builtin.com/artificial-intelligence/machine-learning-cybersecurity>
3. 2023-08 builtin kibernetinio saugumo apžvalga apie tinkle anomalijų aptikimą. [žiūrėta 2024-04-24d.]. Prieiga per internetą: <https://builtin.com/machine-learning/anomaly-detection-algorithms>

4. 2023-11-03 CrowdStrike kibernetinio saugumo apžvalga apie mašininį mokymasi. [žiūrėta 2024-04-20d.]. Prieiga per internetą: <https://www.crowdstrike.com/cybersecurity-101/machine-learning-cybersecurity/>
5. 2023-10-03 datacamp klasifikavimas prieš grupavimą apie mašininį mokymasi. [žiūrėta 2024-04-23d.]. Prieiga per internetą: <https://www.datacamp.com/blog/classification-vs-clustering-in-machine-learning>
6. 2021-08-06 GeeksforGeeks klasifikavimas prieš grupavimą apie mašininį mokymasi. [žiūrėta 2024-04-21d.]. Prieiga per internetą: <https://www.geeksforgeeks.org/ml-classification-vs-clustering/>
7. 2019-03 Mujahid Shah, Sheeraz Ahmed, Hamayun Khan. testavimo aktyviosios rekognoscinės fazės – Optimizuotas prievadų nuskaitymas naudojant Nmap įrankį. [Žiūrėta 2024-04-19]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/publication/332106249_Penetration_Testing_Active_Reconnaissance_Phase_Optimized_Port_Scanning_With_Nmap_Tool
8. Nmap dokumentacija. Prieiga per internetą: <https://nmap.org/docs.html>
9. GNS3. (n.d.). *Getting Started with GNS3*. <https://docs.gns3.com/docs/>
10. Kali Linux. (n.d.). *Kali Docs*. <https://www.kali.org/docs/>
11. Wireshark. (n.d.). *Wireshark User's Guide*. https://www.wireshark.org/docs/wsug_html_chunked/
12. Tshark. (n.d.). *tshark(1) Manual Page*. <https://www.wireshark.org/docs/man-pages/tshark.html>
13. Zhang L, Vrizzlynn L.L. Thing. Three Decades of Deception Techniques in Active Cyber Defense - Retrospect and Outlook. Prieiga per internetą: <https://arxiv.org/pdf/2104.03594>

Summary

Active cyber reconnaissance is very important for having a secure network. One way to achieve that is by testing its own network. This can be done by becoming an ethical hacker and searching for network vulnerabilities. In this article, an experiment where the vulnerability of a network was tested is described. Using Nmap scans, open ports were successfully identified and improper port configurations revealed, highlighting how the network was exposed. Furthermore, it was found that monitoring network activity from another computer allows observation of scanning activities, their types, timing, and the IP address of the scanner. To mitigate network threats, proper configuration is crucial, as even a minor vulnerability like an open port can pose a major security risk.

Atvirojo kodo saugumo informacijos ir įvykių valdymo sistemos projektas

Gustas Skarbalius, Gintaras Butkus
Kauno kolegija

Anotacija. Straipsnyje nagrinėjamos šiuolaikinės saugumo informacijos ir įvykių valdymo sistemos (SIEM). Atliekama mokslinės literatūros analizė, technologinių galimybių analizė, atvejų analizė. Pastebima, kad yra daugybė komercinių SIEM sistemų, kurios turi gerų savybių. Tačiau, tyrimas parodo, kad yra galimybė, panaudojant atvirojo kodo programas, tokias kaip SecurityOnion, SGUIL, Oracle VM VirtualBox, sukurti sklandžiai veikiančią, nemokamą, atviro kodo SIEM.

Raktiniai žodžiai: informacija, saugumas, įvykiai, SIEM.

Įvadas

Temos aktualumas. Šiais laikais, kur informacijos saugumas tampa vis svarbesnis, atvirojo kodo saugumo informacijos ir įvykių valdymo sistemos projektas įgauna didelį aktualumą (Network Security Strategies). Tai atspindi mūsų poreikį plėtoti skaidrius ir efektyvius būdus saugoti duomenis bei valdyti kibernetinės saugos įvykius. Svarbu paminėti, kad atvirojo kodo sprendimai teikia daugybę privalumų (Open source software security vulnerability detection based on dynamic behavior features). Pavyzdžiui, jie dažnai yra nemokami ir prieinami plačiai vartotojams, o dėl jų atvirumo ir daugybės prisidėjusių prie kūrimo ir tobulinimo programuotojų yra laikomi patikimesniais. Šios sistemos dažnai naudoja kaip pagrindą operacinę sistemą Linux. Šią operacinę sistemą palaiko didelis gerbėjų būrys, todėl Linux pagrindu veikiančios SIEM gali pasiūlyti stabilesnę veikimą (What Is SIEM? – Security Information and Event Management).

Problema. Nepaisant didėjančio susidomėjimo atvirojo kodo saugumo sistemomis, dažnai kyla problema dėl jų pritaikymo ir priežiūros. Nors atvirojo kodo sprendimai turi daug privalumų, jų įdiegimas gali būti sudėtingesnis nei komercinių programų, ir palaikymas dažnai remiasi bendruomenės pastangomis, o ne oficialių kompanijų parama. Tačiau, atvirojo kodo saugumo sistemos suteikia naudotojams didesnę kontrolės galimybę ir bei prideda atsakomybę dėl sistemos palaikymo ir vystymo. Kiekviena organizacija turi unikalų reikalavimų ir iššūkių, su kuriais susiduria naudojant atvirojo kodo sprendimus saugumo srityje. Taigi, svarbu išnagrinėti, kaip ši sistema gali atitikti skirtingus poreikius ir išspręsti įvairias problemas, su kuriomis susiduria vartotojai.

Tyrimo objektas. Atvirojo kodo informacijos ir įvykių valdymo sistema, naudojanti SecurityOnion, Packet Tracer, SGUIL ir Oracle VM VirtualBox.

Tyrimo tikslas. Apžvelgti esamas komercines ir atvirojo kodo SIEM. Palyginti jų savybes. Pasiūlyti patikimą, stabilią, lengvai valdomą, lengvai prisitaikančią prie organizacijos poreikių ir šiuolaikinių kibernetinio saugumo iššūkių SIEM.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti šiuo metu esamas problemas su atvirojo kodo saugumo sistemomis;
2. Išigilinti į SecurityOnion, SGUIL, Oracle VM VirtualBox ir kitas programines įrangas, kurios naudojamos kuriant SIEM;
3. Pasiūlyti būdą, kaip galima sukurti atvirojo kodo saugumo informacijos ir įvykių valdymo sistemą;
4. Įvertinti šios SIEM patikimumą ir saugumą.

SIEM analizė

Security Onion ir SGUIL yra įrankiai, skirti padėti organizacijoms įvertinti ir reaguoti į saugumo įvykius jų tinkle. Šie įrankiai gali būti naudojami kaip dalis bendros saugumo strategijos, leidžiančios organizacijoms efektyviai valdyti saugumo incidentus (Deploy Your Own Open Source SIEM With Security Onion) (Security onion introduction).

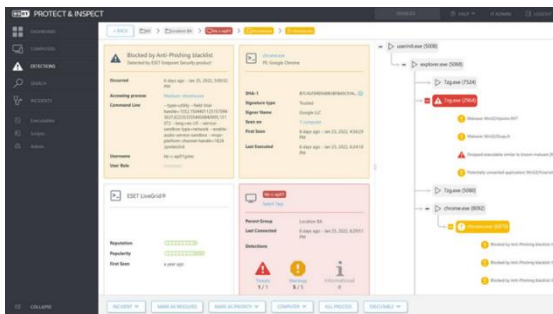
Naudojant Security Onion, yra galimybė rinkti, stebėti ir analizuoti tinklo srautą, aptikti galimus įsilaužimus, bei atlikti kibernetinių incidentų tyrimus. SGUIL, kaip dalis Security Onion, teikia grafinės analizės galimybes, taip pat leidžia saugumo profesionalams stebėti ir reaguoti į įvykius realiu laiku.

Buvo atlikta paieška siekiant pasižiūrėti, ar yra efektyvesnių programų už SGUIL, skirtų šiam projektui: Graylog, ELK Stack. Buvo pastebėta, kad visos šios programos yra atvirojo kodo ir nemokamos. Be šių SIEM dar yra ir komercinės SIEM: ESET, Splunk. Jų efektyvumas gali priklausyti nuo konkrečių projekto reikalavimų ir naudotojų poreikių.

Komercinės programos dažniausiai teikia oficialų palaikymą, kurį užtikrina patyrę specialistai iš kompanijos. Tai apima nuolatinį atnaujinimų teikimą, techninę pagalbą ir greitą problemų sprendimą. Kita vertus, atvirojo kodo sistemoms palaikymas dažnai remiasi bendruomenės pastangomis arba atskirų vartotojų iniciatyva. Tai gali reikšti, kad palaikymo paslaugos gali būti labiau pagrįstos naudotojų bendruomenės galimybėmis ir gera valia, o ne oficialių kompanijų išipareigojimais. Tačiau, atvirojo kodo sistemų naudotojai gali turėti didesnę laisvę prisitaikyti prie savo poreikių ir gauti pagalbą iš platesnės bendruomenės, kuri dažnai pasižymi dideliu ekspertų tinklu ir kolektyviniu patirties dalinimusi.

Todėl, norint įvertinti, kuri programa yra efektyvesnė šiam projektui, turėtų būti atlikta išsamesnė analizė, įvertinant kiekvienos programos funkcionalumą, lankstumą, naudojimo paprastumą, integracijos galimybes su esamomis sistemomis ir kitus aspektus.

ESET (1 pav.) sistema yra išsamus ir galingas saugumo įrankis, skirtas organizacijoms efektyviai valdyti ir užtikrinti savo informacijos technologijų saugumą. Ši sistema suteikia galimybę stebėti, analizuoti ir reaguoti į įvykius bei duomenis, surinktus iš skirtingų šaltinių, įskaitant tinklo srautą, įvykių žurnalus ir aplikacijų žurnalus. Tai leidžia organizacijoms giliau suprasti savo saugumo padėtį, greitai identifikuoti grėsmes ir imtis būtinų veiksmų jas neutralizuoti.



1 pav. ESET sąsają (<https://www.eset.com/int/business/enterprise-protection/>)

Viena iš ESET sistemos pagrindinių funkcijų yra jos gebėjimas automatizuoti saugumo įspėjimus ir pranešimus apie galimas grėsmes. Sistema gali atpažinti neįprastą ar įtartiną veiklą, generuoti įspėjimus ir pranešimus saugumo specialistams arba net automatiškai imtis veiksmų grėsmėms neutralizuoti. Ši funkcija padeda organizacijoms greitai reaguoti į įvykius ir užtikrinti saugumą tinkluose bei informacijos technologijų sistemose.

Skirtingai nuo ESET, Splunk SIEM (2 pav.) yra plačiai naudojamas dideliuose organizacijose. Splunk SIEM suteikia galimybę stebėti, analizuoti ir reaguoti į saugumo įvykius iš įvairių šaltinių, įskaitant įvykių stebėjimą, duomenų analizę ir saugumo incidentų valdymą. Tai padeda organizacijoms efektyviai valdyti saugumo rizikas ir greitai reaguoti į potencialias grėsmes. Be to, Splunk SIEM yra platesnio spektro saugumo įrankis, skirtas visapusiškai saugumo įvykių stebėjimui, analizei ir valdymui, palyginti su ESET antivirusine programa. Tai suteikia išsamesnes galimybes saugumo analizei ir incidentų valdymui, leidžia kurti išsamesnes ataskaitas ir pasitelkti automatizavimą saugumo operacijoms.

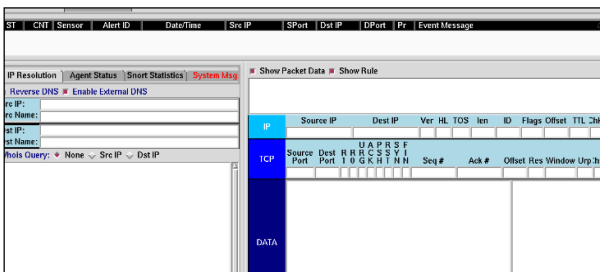


2 pav. Splunk sąsają (https://www.splunk.com/en_us/blog/platform/splunk-ui-and-the-dashboard-framework-more-visual-control-than-ever.html)

SGUIL (3 pav.) yra vienas iš pagrindinių įrankių, įtrauktų į Security Onion saugumo įrankių rinkinį. Tai saugumo informacijos ir įvykių valdymo sistema, skirta stebėti, analizuoti ir reaguoti į įvykius tinklo aplinkoje (Network Security Monitoring with Sguil) (Why Sguil Is the Best Option for Network Security Monitoring Data).

Pirmiausia, SGUIL suteikia galimybę stebėti ir analizuoti tinklo įvykius realiu laiku. Tai apima įvairių įvykių, tokių kaip tinklo srauto duomenys ir saugumo išpėjimai, stebėjimą ir analizę per patogią grafinę vartotojo sąsają. Tai leidžia saugumo specialistams greitai reaguoti į įvykius ir imtis būtinų veiksmų (Intrusion Detection System: Sguil's Viability as a Network Security Monitor).

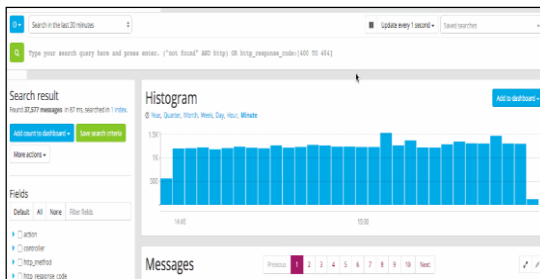
Be to, SGUIL teikia įvairias galimybes analizuoti įvykius ir vykdyti išsamesnę analizę. Jis gali suteikti grafinės analizės galimybes, kurios padeda vizualizuoti tinklo įvykius ir jų ryšius, taip pat leidžia giliau įsitraukti į įvykių duomenų analizę.



3 pav. SGUIL

Graylog (4 pav.) yra įvykių valdymo sistema, kurioje yra galingos paieškos ir filtravimo funkcijos, leidžiančios analizuoti didelius duomenų kiekius iš įvairių šaltinių. Ji taip pat turi išplėstinę vizualizacijos galimybę, kuri leidžia vartotojams lengvai stebėti ir suprasti savo duomenis.

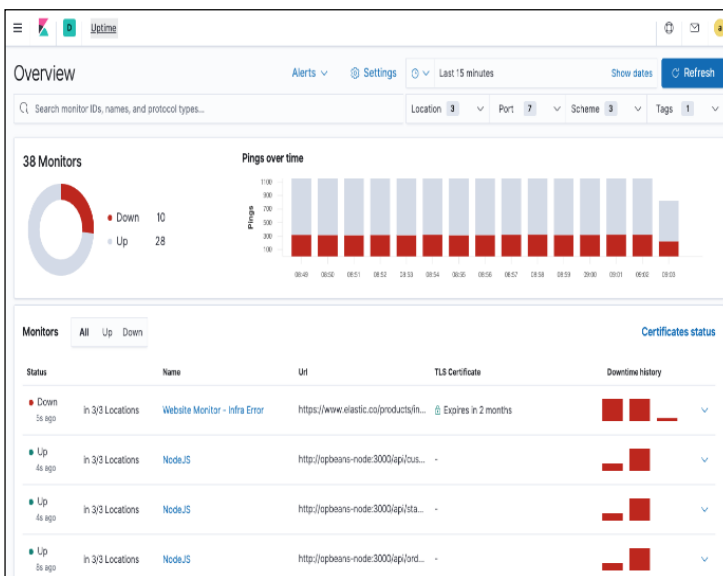
Tačiau, palyginti su Graylog, SGUIL, kaip integrali Security Onion dalis, yra labiau orientuotas į tinklo saugumo specialistus ir reagavimo komandas. Tai suteikia išplėstinį saugumo įvykių stebėjimą ir analizę, leidžiančią profesionalams efektyviai identifikuoti ir reaguoti į saugumo įvykius realiu laiku.



4 pav. Graylog

ELK Stack (5 pav.) yra atvirojo kodo platforma, kuri susideda iš trijų pagrindinių komponentų: Elasticsearch, Logstash ir Kibana. Elasticsearch yra paieškos ir analizės variklis, kuris skirtas greitai ir efektyviai analizuoti, saugoti ir vizualizuoti didelius kiekius duomenų. Logstash naudojamas surinkti, apdoroti ir normalizuoti įvairaus tipo duomenis iš įvairių šaltinių. Kibana yra grafinė sąsaja, leidžianti naudotojams kurti ir pasiekti vizualizacijas, sujungti ir analizuoti duomenis, bei stebėti įvykius.

Palyginus su SGUIL, ELK Stack yra labiau orientuotas į bendrą duomenų analizę ir vizualizavimą, nes jis teikia plačias galimybes surinkti, saugoti, analizuoti ir vizualizuoti įvairaus tipo duomenis. ELK Stack leidžia vartotojams kurti sudėtingas ir pritaikytas vizualizacijas, taip pat lengvai pritaikyti sistemos funkcionalumą pagal specifinius reikalavimus. Palyginti su SGUIL, ELK Stack gali būti lankstesnis ir daugiau pritaikomas įvairiems naudotojų poreikiams ir projekto specifikacijoms, tačiau gali reikalauti daugiau techninių žinių ir įgūdžių diegimo ir konfigūracijos procese. Taip pat ELK Stack nėra tiesioginis įrankis tinklo saugumo stebėjimui, kaip SGUIL, bet yra plačiau naudojamas įvairiose duomenų analizės ir vizualizacijos srityse.



5 pav. ELK Stack (<https://www.elastic.co/elastic-stack/>)

Nemokamų, atviro kodo SIEM palyginimas pateiktas 1 lentelėje. Komerčių ir nemokamų SIEM palyginimas pateiktas 2 lentelėje.

1 lentelė. Nemokamų SIEM palyginimas

	Security Onion, SGUIL	ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana)	Graylog
Kaina, prieinamumas	Visos trys paslaugos yra nemokamos naudoti pilnomis versijomis.		
Lankstumas	Vidutinis – aukštas	Aukštas	Aukštas
Funkcionalumas	Vidutinis	Aukštas	Aukštas
Integruotumas	Integruotas į Security Onion platformą, kuri siekiama padėti palengvinti įdiegimą ir konfigūraciją.	ELK Stack gali būti lengvai integruotas su įvairiais duomenų šaltiniais ir priemonėmis dėl savo atvirojo kodo ir lankstaus architektūros.	Įtraukia daugybę pasirinkamų įskiepių ir integracijų su kitomis sistemomis, taip pat turi atvirojo kodo API.

2 lentelė. Komercinių SIEM ir nemokamo atviro kodo SGUIL palyginimas

	ESET	Splunk	SGUIL
Kaina	Aukšta	Aukšta	Nemokama
Prieinamumas	Komercinė	Komercinė	Atvirojo kodo, nemokama
Lankstumas	Vidutinis	Aukštas	Vidutinis – aukštas
Funkcionalumas	Integruotos automatizuotos funkcijos	Galingos paieškos funkcijos, plačių funkcijų galimybės	Grafikos analizės galimybės, orientacija į tinklo saugumo specialistus
Integruotumas	Dažnai integruotas su ESET saugumo sprendimais	Dažnai integruotas su įvairiomis sistemos ir programomis	Integrali dalis Security Onion platformos, lengvai prieinama organizacijoms, naudojančioms Security Onion

Security Onion, SGUIL programa suteikia galimybę naudotis visais saugumo įrankiais vienoje platformoje, taip sumažinant diegimo ir konfigūracijos sudėtingumą. SGUIL, būdama integrali Security Onion dalis, taip pat teikia galimybę stebėti ir analizuoti tinklo saugumo įvykius realiu laiku per patogią grafinę vartotojo sąsają. Tai gali sumažinti mokymosi slenkstį ir pagreitinti incidentų aptikimą bei reagavimą, ypač tiems, kurie jau yra susipažinę su Security Onion platforma. Taigi, naudojant Security Onion ir SGUIL, organizacija gali efektyviai stebėti ir valdyti tinklo saugumą.

Technologijų ir technikos apžvalga

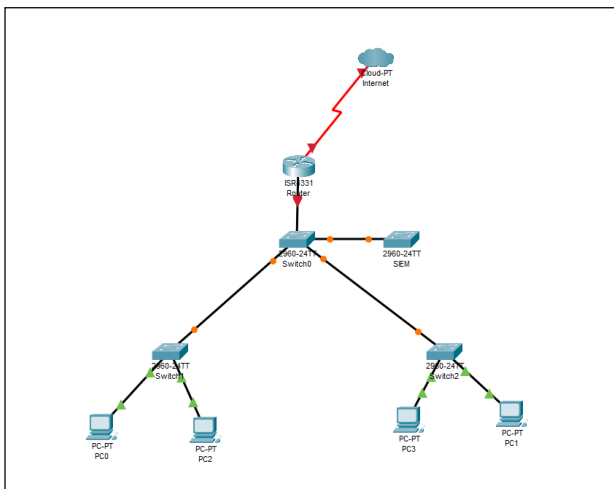
Projekte nauda iš SGUIL galėtų būti daugialypė. Pirma, tai suteikia galimybę organizacijai stebėti tinklo įvykius realiu laiku ir greitai reaguoti į galimas grėsmes. Antra,

SGUIL gali būti naudingas analizuojant įvykius ir ieškant įtartinų ar neleistinų veiksmų, padėdamas organizacijai efektyviai atlikti analizę. Trečia, jis teikia patogią vartotojo sąsają, kuri palengvina saugumo profesionalams naudotis sistema ir greitai įsisavinti svarbią informaciją apie įvykius. Taigi, SGUIL prisideda prie bendros projekto sėkmės, padedant organizacijai užtikrinti tinklo saugumą ir veiksmingą įvykių valdymą.

Sukuriant SIEM su Security Onion ir SGUIL naudojant Oracle VM VirtualBox, svarbu pirma atsisiūsti ir įdiegti Oracle VM VirtualBox programinę įrangą. Tai yra nemokamas, atvirojo kodo virtualizacijos įrankis, leidžiantis kurti ir valdyti virtualias mašinas vienoje fizinėje mašinoje. Po to, naudojant Oracle VM VirtualBox, sukuriama nauja virtuali mašina, kurioje bus įdiegta SIEM sistema. Tai daroma nustatant virtualios mašinos savybes, pavyzdžiui, atminties dydį, procesoriaus skaičių ir kt. Tada nustatomas operacinės sistemos įdiegimo diskas, kuriame bus saugoma SIEM sistema, pavyzdžiui, Security Onion ir SGUIL. Po virtualios mašinos sukūrimo ir operacinės sistemos įdiegimo diskų nustatymo, paleidžiama naujai sukurta virtuali mašina, kurioje sekti įprasti operacinės sistemos įdiegimo žingsniai. Baigus SIEM sistemos diegimą, konfigūruojami sistemos nustatymai, pritaikomi pagal organizacijos poreikius, pavyzdžiui, tinklo sąsajų konfigūracija, įvykių surinkimo taisyklės ir atsakymų veiksmai. Pagaliau, sukurta SIEM sistemą testuojama ir naudojama organizacijos saugumo tikslais.

Aparatūros posistemė

Kompiuterių tinklas, kuriame įdiegiamas SIEM, galėtų būti sudarytas iš šių sudedamųjų dalių: pagrindinio įmonės maršrutizatoriaus, centrinio komutatoriaus, dviejų ar daugiau prieigos sluoksnio komutatorių, Interneto tiekėjo, vietinių kompiuterių ir SIEM (6 pav.)



6 pav. Kompiuterių tinklas su SIEM

Informacinė posistemė

Security Onion – yra atvirojo kodo saugumo įrankių rinkinys, kuris sukurtas organizacijoms padėti stebėti, analizuoti ir reaguoti į įvykius jų tinkluose. Pagrįstas Ubuntu Linux operacine sistema, šis įrankių rinkinys surenka duomenis apie tinklo įvykius iš įvairių šaltinių, tokie kaip tinklo srauto surinkimas ir saugumo įspėjimų generavimas. Be to, jis naudoja įvairias analizės technikas ir algoritmus, siekdamas aptikti įtartinus arba neleistinus veiksmus tinklo aplinkoje, ir imasi veiksmų juos neutralizuoti. Be įvykių stebėjimo ir aptikimo, Security Onion taip pat suteikia galimybes atlikti analizę, padedant organizacijoms efektyviau ir proaktyviau reaguoti į saugumo grėsmes.

Packet Tracer – yra įrankis, kurį dažnai naudoja tinklo specialistai ir studentai, siekdami kurti, testuoti ir simuliuoti kompiuterinius tinklus. Tai išsamus simuliacijos įrankis, leidžiantis kurti ir eksperimentuoti su įvairiomis tinklo topologijomis, įskaitant maršrutizatorius, komutatorius, serverius, klientų kompiuterius ir kt. Šis įrankis taip pat leidžia testuoti tinklo įvykius ir srautus, konfigūruoti įrenginius ir netgi kurti mokomąsias priemones. Tai populiarus įrankis, naudojamas mokymosi ir praktinio tinklo inžinerijos procese, leidžiantis mokiniams ir specialistams suprasti ir įgyti patirties su įvairiomis tinklo sąsajomis bei konfigūracijomis. Taigi, naudojant Packet Tracer, galima kurti realistiškas tinklo aplinkas ir eksperimentuoti su tinklo saugumo įvykiais bei jų stebėjimo būdais, įskaitant SIEM sistemų integraciją.

Naudotojo sąsaja

Projektui siūloma naudoti SGUIL, kuris yra vienas iš pagrindinių įrankių, įtrauktų į Security Onion saugumo įrankių rinkinį. Tai saugumo informacijos ir įvykių valdymo sistema, skirta stebėti, analizuoti ir reaguoti į įvykius tinklo aplinkoje.

Tyrimo metodika – mokslinės literatūros analizė, technologinių galimybių analizė, atvejų analizė.

Tyrimo rezultatai:

1. Išanalizuotos šiuo metu esamos problemos su atvirojo kodo saugumo sistemomis;
2. Įsigilinta į SecurityOnion, SGUIL, Oracle VM VirtualBox ir kitas programines įrangas, kurios naudojamos kuriant SIEM;
3. Pasiūlytas būdas, kaip galima sukurti atvirojo kodo saugumo informacijos ir įvykių valdymo sistemą;
4. Įvertintas pasiūlytos SIEM patikimumas ir saugumas.

Išvados

Išanalizavus komercinės ir atviro kodo SIEM pastebima, kad nors mokamos sistemos turi daug privalumų, tačiau dėl jų didelės kainos ir mažo lankstumo jos nėra patrauklios mažoms ir vidutinio dydžio įmonėms. Iš kitos pusės – atviro kodo SIEM dažniausiai yra be garantijų ir palaikymo. Jos patrauklios savo kaina, bet gali būti sudėtinga jas įdiegti įmonėje.

Palyginus dažniausiai naudojamų komercinių ir atviro kodo nemokamų SIEM privalumus bei trūkumus siūloma projektą atlikti naudojant Security Onion.

Projekto modelio sudarymui siūloma naudoti Oracle VM VirtualBox (Oracle Vm VirtualBox Overview) ir Cisco Packet Tracer programas.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Network Security Strategies : Protect Your Network and Enterprise Against Advanced Cybersecurity Attacks and Threats. Prieiga per internetą: <https://web-p-ebsohost-com.db.kaunokolegija.lt/ehost/detail/detail?vid=26&sid=67cbe087-1b97-4363-9683-2c99dadff369>
proc.40redis&bdata=JnNpdGU9ZWWhvc3QtbGl2ZQ proc.3d
proc.3d#AN=2648388&db=e000xww
2. What Is SIEM? - Security Information and Event Management. Prieiga per internetą: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/what-is-siem.html>
3. Open source software security vulnerability detection based on dynamic behavior features. Prieiga per internetą: <https://web-p-ebsohost-com.db.kaunokolegija.lt/ehost/detail/detail?vid=34&sid=67cbe087-1b97-4363-9683-2c99dadff369> proc.40redis&bdata=JnNpdGU9ZWWhvc3QtbGl2ZQ proc.3d
proc.3d#AN=138238861&db=asn
4. Deploy Your Own Open Source SIEM With Security Onion. Prieiga per internetą : <https://www.linkedin.com/pulse/deploy-your-own-open-source-siem-security-onion-bise->
5. Network Security Monitoring with Sguil. Prieiga per internetą : <https://www.bsdcn.org/2004/papers/sguil.pdf>
6. Security onion introduction. Prieiga per internetą : <https://docs.securityonion.net/en/2.3/introduction.html>
7. Why Sguil Is the Best Option for Network Security Monitoring Data. Prieiga per internetą : <https://www.informit.com/articles/article.aspx?p=350390&seqNum=3>
8. Intrusion Detection System: Sguil's Viability as a Network Security Monitor. Prieiga per internetą : <https://premium-papers.com/intrusion-detection-system-sguils-viability-as-a-network-security-monitor/>
9. Oracle Vm VirtualBox Overview Prieiga per internetą: <https://www.oracle.com/assets/oracle-vm-virtualbox-overview-2981353.pdf>

Summary

In this article, modern security information and event management (SIEM) systems are being focused on. Analysis of scientific literature, technological feasibility analysis and case studies are included. It is noted that many commercial SIEM systems have good features. However, the study shows that it is possible to create a smooth running, free, open source SIEM system by using open-source applications such as SecurityOnion, SGUIL, Oracle VM VirtualBox.

Saugaus namų ofiso belaidžio tinklo projektas

Anchelikas Vitkauskas, Gintaras Butkus

Kauno kolegija

Anotacija. Straipsnyje nagrinėjamos aktualios šiuolaikinėje visuomenėje namų ofiso belaidžio ryšio saugumo problemos. Atliekama mokslinės literatūros analizė, technologinių galimybių analizė, atvejų analizė. Pateikiamos tyrimo išvados ir siūlomi problemos sprendimai – OpenWRT, FreeRadius ir EAP-TLS pritaikymas namų ofiso belaidžio ryšio saugumui padidinti. Saugumo užtikrinimui namų ofiso belaidžiame tinkle geriausiai tinka EAP-TLS sertifikatai. Nors jų konfigūravimas ir įdiegimas šik tiek komplikuoatas, bet gautas saugumo padidinimo rezultatas atperka konfigūravimo ir diegimo sunkumus.

Raktiniai žodžiai: TLS, OpenWRT, RADIUS, WPA3.

Įvadas

Temos aktualumas. Šiais laikais vis daugiau žmonių pradeda dirbti iš namų, o tai didina namuose naudojama interneto ir belaidžio tinklo intensyvumą. Kadangi namų tinklo vartojimo intensyvumas didėja, taip pat didėja ir kibernetinių atakų grėsmės lygis, todėl yra vis svarbiau ir svarbiau namuose turėti saugų belaidį tinklą.

Problema. Itin dažnai namuose žmonės nesiima visų saugumo priemonių, dažnai vartotojai slaptažodžių neuždeda arba palieka numatytus, silpnus slaptažodžius ant maršrutizatorių, nėra atnaujinama techninė įranga. Dėl šitų paminėtų problemų vartotojai dažnai susiduria su kibernetinėmis atakomis kur yra pavagiami slaptažodžiai, ar kiti įvairūs duomenys kurie gali būti labai svarbūs vartotojui, tokie kaip banko prisijungimo duomenys, elektroninis paštas, darbo failai ir taip toliau.

Tyrimo objektas. Saugus belaidis tinklas namų ofise panaudojant OpenWRT, TLS sertifikatais ir RADIUS.

Tyrimo tikslas. Apžvelgti esamas ir pasiūlyti saugią ir nebrangią namų ofiso belaidžio tinklo sistemą.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti šiuo metu esamas problemas su namų ofiso belaidžio tinklo saugumu;
2. Iširti TLS 1.3, WPA3 ir kitą programinę įrangą, kuri padidina namų ofiso belaidžio tinklo saugumą;
3. Pasiūlyti saugumo didinimo sprendimus.

Namų ofiso belaidžio tinklo įrangos analizė

Belaidis tinklas yra kiekvieno šiuolaikinio žmogaus namuose, todėl yra svarbu, kad šis tinklas taip pat būtų ir saugus. Šis saugus namų ofiso belaidis tinklas padės vartotojams greitai ir lengvai apsisaugoti savo interneto tinklą.

Įrengti šį saugų namų bus naudojamos OpenWRT, TLS sertifikatų ir RADIUS programinės įrangos, taip pat bus pasinaudojamas UBIQUITI UniFi AC LITE belaidis prieigos taškas, kad būtų galimybė paskleisti tinklą ir prie jo prisijungti.

UBIQUITI UniFi AC LITE – naujoviškas prieigos taškas kuris turi daugybę funkcijų per kuriuos galima keisti įvairius nustatymus pagal jūsų norus. Pasak Ubiquiti techninių specifikacijų, šis prieigos taškas turi 2.4GHz ir 5GHz srauto greičius kurie 300MBps ir 867MBps, taip pat šis prieigos taškas palaiko PoE ir Passive PoE maitinimo metodus (Ubiquiti, n.d.). Kadangi šis modelis taip pat yra LITE jis yra mažesnis nei kiti panašūs modeliai, neužima daug vietos, yra pigesnis todėl yra idealus prietaisas namų ofisuose.

TP-LINK EAP225 V3 – populiarus prieigos taško pasirinkimas dėl jo pigios kainos ir paprasto naudotojų sąsajos, kuris turi greitą dviejų dažnių Wi-Fi 2.4GHz kuris turi 450Mbps greičius ir 5GHz, kuris turi 867Mbps. EAP225 palaiko tiek 802.3af/at PoE, tiek pasyvųjį PoE maitina (tp-link, n.d.). Vartotojai gali šį prieigos tašką kontroliuoti telefonine programėle, dėl šios priežasties dauguma žmonių vartotojų renkasi šią prieigos tašką.

Linksys LAPAC1750 – prieigos taškas kuris užtikrina plačią Wi-Fi apimtį. Kaip ir praeiti du prieigos taškų variantai šis taip pat naudoja IEEE 802.11 interneto standartus ir gali palaikyti dviejų dažnių Wi-Fi, 2.4 GHz kurio greitis yra 450Mbps ir 5GHz, kurio greitis yra 1300Mbps (Linksys, n.d.).

Prieigos taškų privalumai ir trūkumai yra palyginami lentelėje (1 lentelė). Palyginami UBIQUITI UniFi AC LITE, TP-LINK EAP225 V3 ir Linksys LAPAC1750 prieigos taškai.

1 lentelė. Prieigos taškų privalumai ir trūkumai.

	Interneto našumas	Saugumas	Valdymas	Kaina
UBIQUITI UniFi AC LITE	2.4 GHz – 300MBps 5 GHz – 867MBps	FreeRadius integracija, WPA3	UniFi control panel	Ekonomiškas – 82 eurų kaina
TP-LINK EAP225 V3	2.4 GHz – 450MBps 5 GHz – 867 MBps	WPA2/WPA3 šifravimas	Žiniatinklio sąsaja, Omoda programinė įranga	Pigus – 50 eurų kaina.
Linksys LAPAC1750	2.4 GHz – 450MBps 5 GHz – 1300 MBps	WPA2	Žiniatinklio sąsaja	Brangus – 303 eurų kaina.

Visi esantys įrenginiai gali atlikti jiems reikiamas funkcijas, tačiau pasirinkau UBIQUITI UniFi AC LITE dėl jo interneto našumo greičių, kurie neatsilieka nuo kitų esančių variantų. UBIQUITI UniFi AC LITE taip pat turi FreeRadius integraciją ir naudoja WPA3 šifravimą, kas dėl saugumo yra tikrai geras ir užtikrintas pasirinkimas. Valdymas taip pat yra paprastas su UniFi Control Panel.

Technologijų ir technikos apžvalga

UBIQUITI UniFi AC LITE – Pasirinktas populiarus prieigos taškas dėl lengvai prieinamos kainos, mažo dydžio, našumo ir saugumo. Jis palaiko tiek WPA2, tiek WPA3 Wi-Fi saugumo protokolus, taip pat gali būti integruotas ir su FreeRADIUS.

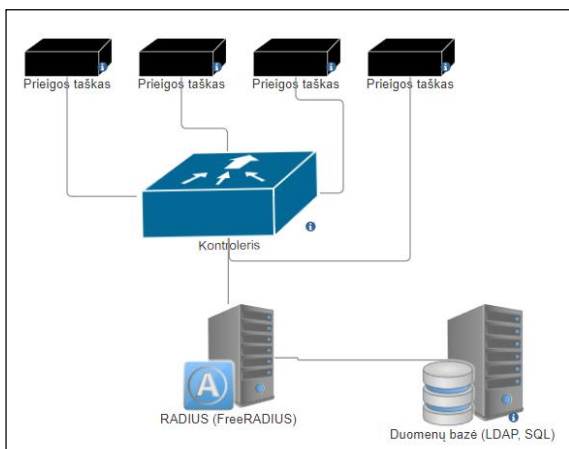
Specifikacijos:

- Wifi standartai 802.11 a/b/g/n/ac
- 300MBps 2.4 GHz greitis ir 867 MBps 5 GHz greitis
- Matinimas – PoE
- Maksimali prieigos taško apimti yra apie 10m²
- Palaiko WPA2/WPA3

Kuriant šį belaidžio tinklo projektą buvo apsvarstyti du galimi variantai (2 lentelė). Pirmas iš šių variantų buvo labiau išplėstinis projekto tinklas (1 pav.). Šis tinklas naudoja 4 prieigos taškus, kontrolierį kuriame yra prijungti ir valdomi visi prieigos taškai, FreeRADIUS serveris kuris tvarko tinklo vartotojų autentiškumo patvirtinimą, jei vartotojai nori prisijungti prie serverio jie yra nukreipiami į „FreeRADIUS“ serverį kur jiems reikia įvesti vartotojo vardą ir slaptažodį kuris yra vartotojų duomenų bazėje, pagal šį pavyzdį galimos duomenų bazės būtų LDAP, SQL ar kita.

Šis tinklas taip pat turi gerą tinklo plėtimą, yra lengva praplėsti tinklą jeigu reikia pridėti daugiau prieigos taškų. Dėl turimos duomenų bazės ir reikalingų prisijungimui vardo bei slaptažodžio šis tinklas taip pat yra labai saugus, nes tai užkerta kelią neautorizuotiems vartotojams. Dėl duomenų bazių integravimo yra supaprastinamas vartotojų valdymas ir tai užtikrina, kad vartotojų informacija bus saugi.

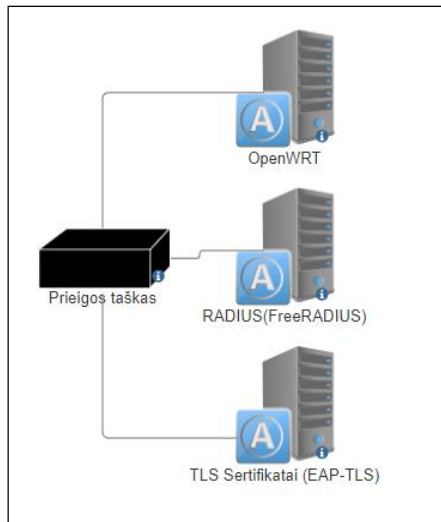
Nors šis tinklas ir turi daug pozityvių naudų, tai yra per daug brangus ir daug priežiūros reikalaujantis tinklas namų ofisui, todėl šis tinklas nebuvo pasirinktas, nors tai ir yra saugus ir paprastai naudojamas tinklas.



1 pav. Pirmo tinklo pavyzdys

Antras pasirinktas pavyzdys (2 pav.) yra daug kompaktiškesnis ir pigesnis, nei pirmas variantas. Jis naudoja tik vieną prieigos tašką į kurio vidų yra įrašyta OpenWRT operacinė sistema, o tai leidžia įsirašyti papildomų saugumo funkcijų, tokių kaip VPN ar įsilaužimo aptikimų funkcijas. Šiame variante FreeRADIUS nėra atskirtas serveris, o jis yra įrašytas į prieigos tašką, tai palengvina šio tinklo sąranką ir sumažina prietaisų kiekį kuriuos reikėtų kontroliuoti ir nusipirkti. Taip pat šis tinklas naudoja EAP-TLS, o šis autentifikavimo metodas naudoja sertifikatus vartotojui ir serveriui patikrinti, todėl nereikia naudoti vartotojo vardo ir slaptažodžio, o tai užtikrina didesnę patikimumo lygį.

Taigi, šio tinklo stipriausios dalys yra paprastumas jį pasidaryti namuose. Tokio tinklo išlaidos yra tik vienas prieigos taškas, saugumas kuris ateina su EAP-TLS autentifikavimo metodu, OpenWRT lankstumas ir integruotas FreeRADIUS.



2 pav. Antro tinklo pavyzdys, visi šie įrenginiai yra prieigos taško viduje

1 lentelė. Pirmo ir antro tinklo palyginimas

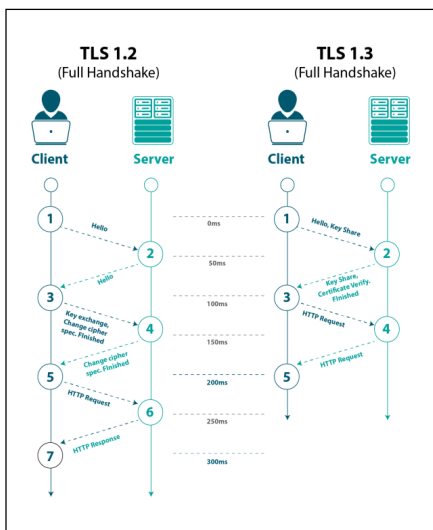
	Pirmo tinklo pavyzdys	Antro tinklo pavyzdys
Tinklo didinimas	Puikus variantas didelėms įmonėms ar didesniems namų ofisams	Limituotas vienam prieigos taškui
Valdymo sunkumas	Daug sunkiau kontroliuoti dėl didensio kiekio prietaisų	Lengva sąranka ir valdymas
Kaina	Daug brangesnis variantas dėl didelio kiekio prietaisų	Tik vienas prieigos taškas
Saugumas	Stiprus vartotojo vardo ir slaptažodžio prisijungimas	Saugus EAP-TLS autentifikavimas

Informacinė posistemė

FreeRADIUS – tai, stiprus atvirojo kodo RADIUS serveris, kuris atlieką svarbų vaidmenį saugant bevielio interneto informaciją. Jis veikia kaip serveris kuris užtikrina patikimų vartotojų prieigos kontrolę ir didina saugumą tinkle. FreeRADIUS taip pat yra didelio našumo ir labai konfigūruojamas kelių protokolų politikos serveris, kuris RADIUS, DHCPv4 ir VMPS (FreeRADIUS, n.d.).

OpenWRT – nemokama atvirojo kodo operacinė sistema. Ji gali būti naudojama tiek verslo, tiek vartotojų įrenginių. OpenWRT yra pagrįstas Linux ir buvo sukurtas tam, kad neužimtu per daug vietos ir būtų itin lengvai pritaikoma, todėl puikiai tinka įrenginiams kurie turi ribotus išteklius. OpenWRT yra dažnai naudojama įrenginiuose, kuriems reikia pažangios tinklo funkcijos, tai gali būti maršrutizatoriai, prieigos taškai, nes OpenWRT turi daugybę funkcijų ir įrankių skirtų srautui valdyti ir optimizuoti.

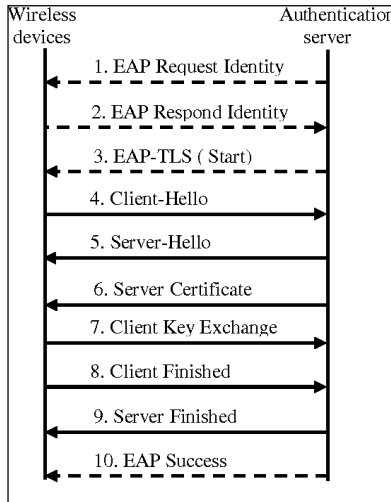
TLS 1.3 – naujausia ir saugiausia TLS protokolų integracija. Turi daug greitesnį kliento ir serverio saugaus ryšio užmezgimo protokolą palyginus su TLS 1.2 (3 pav.) palyginus su senesnėmis versijomis. TLS 1.3 taip pat turi patikimesnį saugumą kuris naudoja Diffie-Hellman Ephemeral algoritimą apkeisti raktus, o tai sugeneruoja skirtingus raktus po kiekvieno apsikeitimo.



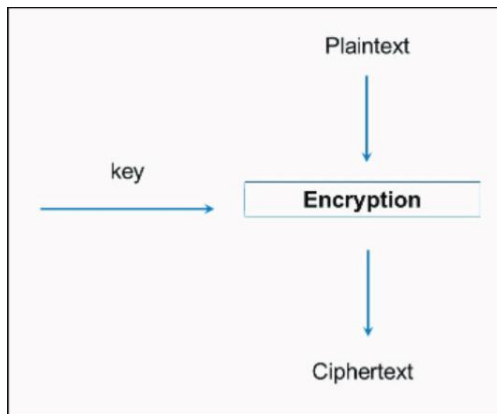
3 pav. Saugaus ryšio užmezgimo protokolo greitis

EAP-TLS – Alternatyvus prisijungimo metodas kuris nereikalauja vartotojo vardo ir slaptažodžio. EAP-TLS reikalauja saugumo sertifikatų abiejose belaidžio ryšio pusėse, todėl prisijungimas prie Wi-Fi prieigos taško yra daug saugesnis. EAP-TLS veiksmingai pašalina galimybę išlaužėliams atlikti ataką tinkle (Kerner, 2017.). TLS perdavimo metu šie sertifikatai yra apkeičiami ir jie yra tikrinami naudojant sudėtingus matematinius sprendimus tokius kaip skaitmeninis parašas. EAP-TLS sukuria saugų tunelį (4 pav.), kuriame yra naudojami stiprūs šifravimo protokolai, pavyzdžiui AES.

AES yra privataus rakto kuri naudojama jau tūkstančius metų, kai ir siuntėjas, ir gavėjas naudoja tą patį raktą. Tai yra blokinis šriftas, todėl įvesties duomenys turi būti sudėti į 128 bitų ilgio blokus, o atvirojo teksto blokas užšifruojamas raktu ir gaunamas šrifto blokas (5 pav.). Yra trijų dydžių rakto dydžiai: 128, 192 ir 256 bitų. Dažniausiai naudojamo tipo AES yra 128 bitų dydžio (Bowne, 2018.). Sertifikatai, kriptografija ir šifravimas padeda gerokai sustiprinti tinklo saugumą palyginant su tradiciniais autentifikavimo metodais.



4 pav. EAP-TLS ryšio užmezgimo pavyzdys



5 pav. Šifro bloko pavyzdys

Naudotojo sąsaja

Vartotojų valdymo sąsaja siūloma naudoti OpenWRT valdymo skydą su integruotu RADIUS serveriu, skirtu naudotojų autentifikumui patvirtinti. Šis valdymo skydas leis valdyti tinklą ir naudotojų prieigos kontrolę per paprastą ir lengvai suprantama naudotojų sąsają, taip supaprastinant saugaus namų ofiso tinklo administravimą.

Tyrimo metodika – mokslinės literatūros analizė, technologinių galimybių analizė, atvejų analizė.

Tyrimo rezultatai ir išvados

1. Ištyrus ir palyginus įvairius namų ofiso belaidžio tinklo aparatūros sprendimus nustatyta, kad namų ofisui labai gerai tinka UBIQUITI UniFi AC LITE belaidės prieigos taškas. Šis prieigos taškas yra nebrangus, suvartoja labai nedaug elektros energijos yra lengvai sumontuojamas. Be to, jis yra pakankamai galingas, turi užtektinai pastoviosios atminties, į kurią galima įrašyti OpenWRT operacinę sistemą; turi pakankamai operatyviosios atminties, kas užtikrina skaldų papildomų servisų, tokių kaip RADIUS veikimą.

2. Tyrimas parodė, kad kaip tapatybės nustatymo, leidimų suteikimo ir apskaitos serveris mažam namų ofisui geriausiai tinka FreeRadius. Tai yra nemokama, atviro kodo, turinti labai daug konfigūravimo galimybių sistema.

3. Saugumo užtikrinimui namų ofiso belaidžiame tinkle geriausiai tinka EAP-TLS sertifikatai. Nors jų konfigūravimas ir įdiegimas šiek tiek komplikuoatas, bet gautas saugumo padidinimo rezultatas atperka konfigūravimo ir diegimo sunkumus.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. FreeRADIUS (n.d.). FreeRADIUS dokumentacija
<https://github.com/FreeRADIUS/freeradius-server/tree/v3.2.x/doc/>
2. Kerner S. (2017). EAP-TLS Detailed as WiFi Security Best Practice at SecTor.
https://web.p.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=8&sid=d03d0c25-3f99-45ac-9bd42743bf6a7f9a_proc.40redis&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZQ_proc.3d#AN=126265026&db=asn
3. Kerner Sean Michael (2018). TLS 1.3 Encryption Standard Moves Forward, Improving Internet Security
4. Linksys (n.d.). Linksys LAPAC1750 Technical Specifications. Prieiga per internetą:
<https://techspecs.ui.com/unifi/wifi/uap-ac-lite>
Prieiga per internetą:
https://web.p.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=17&sid=28d5f362-987c-4017-a252-972004d5d16d_proc.40redis&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZQ_proc.3d#db=e000xww&AN=1841869
Prieiga per internetą: <https://www.linksys.com/lapac1750-business-ac1750-dual-band-access-point/LAPAC1750.html>
Prieiga per internetą: <https://www.tp-link.com/us/business-networking/ceiling-mount-access-point/eap225/>
5. Samuel Bowne (2018). Hands-On Cryptography with Python : Leverage the Power of Python to Encrypt and Decrypt Data

https://web.p.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=17&sid=28d5f362-987c-4017-a252-972004d5d16d_proc.40redis&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZQ_proc.3d_proc.3d#db=e000xww&AN=1841869

6. Tp-link (n.d.). TP-LINK EAP225 V3 Technical Specifications
7. Ubiquiti (n.d.). Ubiquiti UniFi AC LITE Technical Specifications

Summary

In this article, the current issues of home office wireless security in modern society are addressed and scientific literature, technological options, and case studies are analysed. The conclusions of the study and proposed solutions to the problem are presented - the application of OpenWRT, FreeRadius and EAP-TLS systems to improve the security of home office wireless communication. It is established that EAP-TLS certificates are best for home office wireless network security. Although the configuration and installation of the aforementioned systems are quite complicated, the resulting increased security compensates for said difficulty.

Padidinto funkcionalumo saldaus pieno sūrio kokybinių rodiklių palyginimas

Viltė Martišiūtė, Kornelija Mėlinytė, Ilona Šostakienė, Inga Pupelienė
Kauno kolegija

Anotacija. Pateikiamo straipsnyje tyrimo tikslas buvo palyginti saldaus pieno varškės sūrių, pagamintų su mėlynėmis, šilauogėmis ir be uogų, kokybinius rodiklius. Saldaus pieno varškės sūris gaminamas apdorojant parūgštintą pieną ne žemesnėje kaip 80–90 °C temperatūroje 15–20 minučių. Padidinus koaguliacijos temperatūrą nuo 60 iki 90 °C, sūrio drėgmės kiekis sumažėja nuo 59,0 iki 49,0 proc. Rūgštys koaguliuoja kazeiną, aukšta temperatūra denatūruoja išrūgų baltymus. pH didžiausią įtaką turi juslinėms savybėms. Likęs laktozės kiekis, kintantis priklausomai nuo sūrio drėgmės, užtikrina sūrio spalvą ir turi įtakos skoninėms savybėms. Denatūravę didesni išrūgų baltymų kiekiai padidina vandens sulaikymą, mažina sūrio lydymosi galimybes sūrio kepimo metu. Funkcinių ir kokybinių sūrio rodiklių gerinimui receptūroje panaudotos mėlynės ir šilauogės. Nustatyta, kad uogos sūriuose šiek tiek sumažino energinę vertę, padėjo išlaikyti drėgmę šaldymo metu, neturėjo įtakos vandens aktyvumui, dėl savo savybių mėlynės didino rūgštingumą, o šilauogės – mažino. Juslinės analizės rezultatai parodė, kad sūriai su uogomis būtų priimtini vartotojams dėl spalvos ir kvapo, o skonis ir konsistencija labai nežymiai prasčiau už sūrio be uogų.

Raktiniai žodžiai: varškės sūris, mėlynės, šilauogės, kokybiniai rodikliai.

Įvadas

Saldaus pieno varškės sūris yra vienas iš Lietuvos produktų, turintis saugomos geografinės nuorodos ženklą ir gaminamas nuo neatmenamų laikų. Nors sūrio mitybinė vertė pakankamai aukšta, tačiau nuolat stengiamasi ją dar padidinti įvairiais funkciniais ingredientais.

Temos aktualumas ir problemos iširtumas. Pastaruoju metu itin populiariu praturtinti standartinius maisto produktus įvairiomis žaliavomis, kurios suteiktų žmogaus organizmui papildomą naudą. Šilauogių populiarumas vis auga, mėlynės turtingos savo maistine verte, todėl tam tikras šių uogų kiekis, įdėtas į varškės sūrį ne tik pagerintų jo maistinę vertę, bet gali suteikti ir naują skonį bei išvaizdą. Lietuvos rinkoje gausu varškės sūrių su įvairiomis žolelėmis, prieskoninėmis daržovėmis, tačiau su mėlynėmis ar šilauogėmis yra tik saldūs sūreliai.

Tyrimo tikslas – palyginti saldaus pieno varškės sūrių, pagamintų su mėlynėmis, šilauogėmis ir be uogų, kokybinius rodiklius.

Tyrimo objektas – saldaus pieno varškės sūriai su šilauogėmis, mėlynėmis ir be uogų.

Tyrimo uždaviniai:

1. Aprašyti saldaus pieno varškės sūrių gamybos aspektus, kokybinius rodiklius bei šilauogių ir mėlynių naudingąsias funkcines savybes.
2. Pagaminti sūrius ir parinkti sūrių kokybės rodiklių nustatymo metodus;

3. Nustatyti ir palyginti saldaus pieno varškės sūrių su šilauogėmis, mėlynėmis ir be uogų kokybinius rodiklius.

Tyrimo metodai. Visuose sūriuose buvo nustatytas drėgmės kiekis, rūgštingumas, vandens aktyvumas, energinė vertė, atlikta juslinė analizė. Nors varškės sūriai nėra pritaikyti laikyti šaldikliuose, tačiau eksperimento tikslais sūriai buvo laikomi dvylika savaičių šaldiklyje. Tuomet išmatuoti rodikliai, kurie galėjo keistis – drėgmės kiekis ir rūgštingumas.

Tyrimo duomenų statistiniai rodikliai apskaičiuoti dispersinės analizės metodu. Tyrimo duomenų statistinis patikimumas įvertintas mažiausiu reikšmės skirtumu (R05). Duomenys apdoroti programa EXEL.

Saldaus pieno sūrio gamybos technologiniai aspektai

Saldaus pieno sūris yra labai vertingas mityboje, tinkantis ir vegetarams, nes jame yra pakankamai daug riebalų (22–25 proc.), baltymų, skaidulų, kai kurių mineralinių medžiagų, daugiausiai kalcio ir fosforo (1 lentelė). Jis taip pat geras riebaluose tirpių A ir D vitaminų šaltinis.

1 lentelė. Saldaus pieno sūrio mineralinės medžiagos

Mineralinės medžiagos	Fe, mg	Ca, mg	K, mg	Cu, mg	P, mg	Zn, mg	Mg, mg	Se, µg	Mn, mg
Vertė / 100 g	0,9	350	63	0,10	350	2,74	25	5	0,13

Didžiausia saldaus pieno sūrio maistinė vertė yra priskiriama išrūgų baltymams, kurie turtingi nepakeičiamomis aminorūgštimis. Dėl didelės maistinės vertės toks sūris yra tinkamas maistas besilaukiančioms moterims, augantiems vaikams, paaugliams ir suaugusiems (Kumar, Rai, Niranjan, Bhat, 2014).

Pagrindiniai technologiniai parametrai, turintys didžiausią įtaką pagaminto sūrio savybėms yra terminis apdorojimas ir koaguliuojančios rūgšties kiekis (koaguliacijos pH). Terminis pieno apdorojimas daro didelę įtaką fizikinėms-cheminėms, juslinėms ir mikrobiologinėms sūrio savybėms. Terminis pieno apdorojimas yra būtinas norint sunaikinti patogeninius ir gedimą skatinančius mikroorganizmus. Šio apdorojimo metu taip pat denatūroja išrūgų baltymai, sumažinamas koloidinio kalcio fosfato tirpumas, todėl rūgštinant pieną jie nusodinami kartu su kazeinu. Šios sudedamosios dalys padidina varškės išeigą.

Koaguliacijos pH kitimai daro didelę įtaką sūrio tekstūrai, skoniu, kokybei ir išeigai. Esant mažesniai rūgštingumui, kai pH 5,5–5,0, padidėja sūrio drėgmės sulaikymas ir išeiga. Sūrio drėgmė ir išeiga padidėja atitinkamai nuo 50 iki 58,6 proc. ir nuo 20,8 iki 24,8 proc., kai koaguliacijos pH padidėja nuo 5,1 iki 5,4. Sūrio, gaminamo iš karvės pieno, geriausios juslinės savybės nustatytos, kai pH 5,2–5,25. (McSweeney ir kt., 2017).

Saldaus pieno sūris naudojamas kaip įvairių kulinarinių patiekalų pagrindas, daržovių patiekalų ingredientas, užkandis ir kt.

Dėl nuolat augančio maisto produktų poreikio mokslininkai skatinami kurti sveikata besirūpinantiems vartotojams naujas sūrių rūšis.

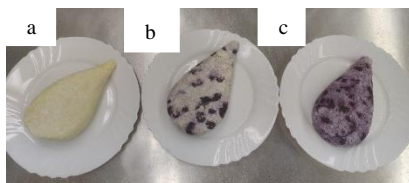
Šilauogių ir mėlynių naudingosios savybės

Šilauogės – vienos skaniausių ir vertingiausių uogų vidutinio klimato zonoje. Jose yra iki 15 proc. cukraus, organinių rūgščių, vitaminų A, B₁, B₂, B₆, C, K, PP, karatinoidų, mineralinių medžiagų. Šios uogos ypač vertingos flavonoidų ir fenolinių rūgščių junginiais, kuriuos šiuolaikinė medicina labai vertina už jų antioksidacines savybes. Jos stiprina kraujagysles, pasižymi antiskleroziniu ir priešuždegiminiu poveikiu (Yang ir kt., 2022). Šilauogės yra neįprastai maistingas produktas. Maisto ir žemės ūkio organizacija (FAO) sertifikavo šias uogas kaip vieną iš penkių sveikiausių maisto produktų (Gonçalves ir kt., 2022).

Šilauogės ir mėlynės išvaizda yra panašios, tačiau mėlynės turi giliai mėlyną minkštimą. Pagrindinis skirtumas yra skonis: šilauogės neutralesnės, su lengvu rūgštumu. Jose yra daug gyvybiškai svarbių vitaminų (C, E, A), mineralų (Ca, Mg, vitaminas K, Fe, P, Zn ir Mn), flavonoidų. Mėlynės, dėl jose esančių biologiškai aktyvių medžiagų, veikia kaip profilaktinis produktas sergant onkologinėmis ligomis, gerina atminties funkcijas. Flavonoidai mažina kraujagyslių pralaidumą ir padidina jų stiprumą (Williams, 2023). Mėlynėse yra mažai cukraus ir jos yra geras skaidulų šaltinis, dėl to turi žemą glikemijos indeksą (Marks, 2024).

Tyrimo metodika

Sūriai tyrimams pagaminti Kauno kolegijos Maisto technologijų laboratorijoje tradiciniu gamybos būdu, aukštos temperatūros ir rūgšties veikmėje koaguluojant pieną (1 pav.). Sūriai pagaminti pagal receptūrą, naudojant 3,2 proc. riebumo pieną, liesą varškę, 82 proc. riebumo sviestą, liesą rūgpienį, druską, šaldytas mėlynės ir šilauogės (po 20 proc. nuo sūrio masės).



1 pav. Saldaus pieno varškės sūriai:
a) kontrolinis, b) su šilauogėmis, c) su mėlynėmis

Skirtingų sūrių palyginimui buvo matuojami šie kokybiniai rodikliai:

✓ *Energinė vertė* įvertinta pagal ISO 1716:2018 standartą (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2018), panaudojant kalorimetrą IKA C200 (2 pav.) bendrosios degimo šilumos (kaloringumo) nustatymui.

✓ *Vandens aktyvumo* nustatymui panaudotas prietaisas *Rotronic Hygropalm* HP23-AW-A (3 pav.) pagal ISO 18787:2017 (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2017) standartą.

✓ *Drėgmės kiekis* nustatytas greituoju ekspres metodu drėgmės matavimo prietaisu (Kern MLS 50-3HA 160N) pagal pieno produktų tyrimui aprašytą ISO 23291:2020 | IDF 248: 2020 standartą (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2020) (4 pav.). Nustatymas atliekamas prietaisu, naudojant vidutinio ir artimo infraraudonųjų spindulių spektrometriją.



2 pav. Kalorimetras IKA C200



3 pav. Vandens aktyvumo matuoklis Rotronic Hygropalm HP23-AW-A



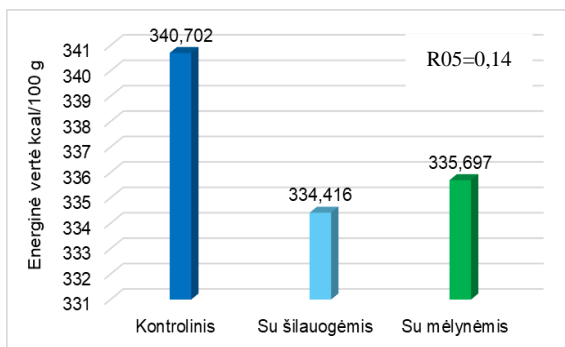
4 pav. Drėgmės matavimo prietaisas Kern MLS 50-3HA 160N

✓ *Aktyvusis rūgštingumas* (pH) nustatytas potenciometrinio metodu (Žalio pieno pirminių kokybės rodiklių įvertinimo instrukcija, 2006).

✓ *Juslinė analizė* vertinta pagal LST ISO 6658:2017 standartą (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2017), kuriame pateikti bendrieji juslinės analizės nurodymai. Tyrime dalyvavo 23 vertintojai. Pateiktų respondentams vertinimo kriterijų *spalva, kvapas, konsistencija, skonis* priimtinumai įvertinti emociiniu testu pagal 5 balų skalę.

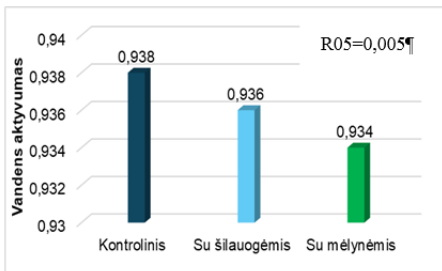
Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Saldaus pieno varškės sūrių tyrimai parodė, kad skirtingų sūrių energinė vertė (5 pav.) beveik nesiskiria ir kinta ribose nuo 334,4 iki 340,7 kcal/100 g. Nors šilauogių ir mėlynių kiekiai sūriuose sudarė 20 proc., tačiau toks uogų kiekis didelės reikšmės šiam rodikliui neturėjo ($p > 0,05$), nes pačios uogos pasižymi nedideliu kaloringumu: šaldytos šilauogės apie 51 kcal (Basu, 2021), šaldytos mėlynės apie 60 kcal. (Fresh frozen wild mountain blueberries, (n.d.)).

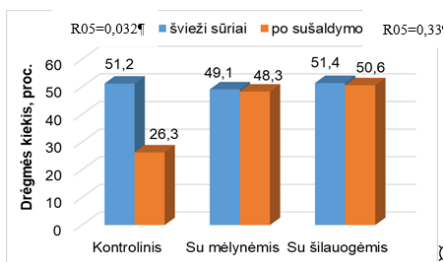


5 pav. Saldaus pieno varškės sūrių energinės vertės

Mėginiuose taip pat nebuvo reikšmingo skirtumo tarp išmatuotų vandens aktyvumo reikšmių (6 pav.). Visuose mėginiuose jis buvo panašus ir kito tik ribose 0,934–0,938.



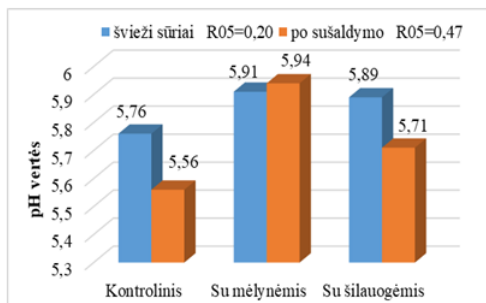
6 pav. Saldaus pieno varškės sūrių vandens aktyvumo reikšmės



7 pav. Saldaus pieno varškės sūrių drėgmės kiekiai ir jų pokyčiai po laikymo šaldiklyje

Drėgmės kiekis sūriuose labai svarbus dėl juslinių savybių, tekstūros, nes per didelės drėgmės sūriai būna minkšti, sunkiai pjaunasi. Drėgmei mažėjant prastėja skonis, sūriai pasidaro sausi, birūs. Todėl šis rodiklis itin svarbus vartotojo atžvilgiu. Gauti tyrimų rezultatai (7 pav.) parodė, kad drėgmės kiekis visuose šviežiuose mėginiuose tiek su uogomis, tiek be jų buvo panašus: sūriuose be uogų 52 proc., sūryje su mėlynėmis 49,1 proc., o su šilauogėmis – 51,4 proc. Šiek tiek mažiau drėgmės buvo sūryje su mėlynėmis, tačiau skirtumas nėra reikšmingas. Sūrių drėgmė ypatingai išsiskyrė po sušaldymo. Sūris be uogų labai išsausėjo, pasidarė birus. Drėgmės kiekis jame sumažėjo beveik du kartus (nuo 51,2 proc. iki 26,3 proc.). Sūriuose su uogomis drėgmė sumažėjo labai nedaug – pokytis nuo 0,9 iki 1,8 proc.. Laukinėse šaldytose mėlynėse yra ypač daug skaidulų (nuo 3 iki 6 proc.) dėl didesnio odelės ir minkštimo santykio (Garone, 2021). Šaldytų šilauogių sudėtyje nustatyta 2,7 proc. skaidulinių medžiagų (Piotrowicz, 2023).

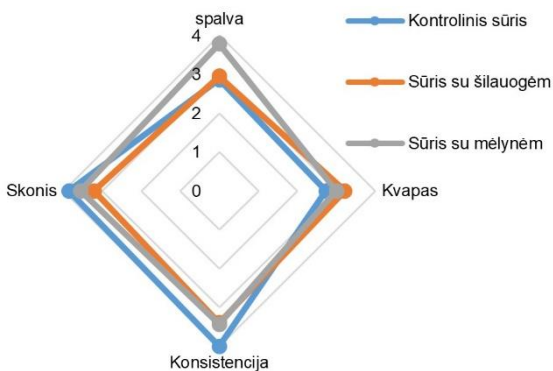
Varškės sūriai natūraliai pasižymi lengvu, švelniu rūgštingumu. Standartinis sūrių pH paprastai yra 5,2–5,8, optimalus apie 5,4. Uogos šiam rodikliui gali turėti įtakos dėl savo rūgštingumo / šarmingumo, kuris priklauso nuo uogų augimo sąlygų, prinokimo laipsnio. Įdėtos uogos į sūrį reikšmingam pH pokyčiui įtakos neturėjo ($p > 0,05$). Eksperimento metu šis rodiklis (8 pav.) šviežiuose sūriuose be uogų buvo standartinis, t.y. 5,4. Mėlynės šiam rodikliui įtakos turėjo nedaug ($pH = 5,35$), o su šilauogėmis padidėjo iki 5,66.



8 pav. Saldaus pieno varškės sūrių rūgštingumo vertės ir jų pokyčiai

Pokytį nulėmė uogos, nes mėlynės laikomos švelniai rūgščiomis, jų tipinis pH yra 3,1–3,5, o šilauogių pH šiek tiek šarminis, t. y. apie 7,5 (Bridgeford, 2024). Dėl šios priežasties, mėlynės sūrio rūgštingumą šiek tiek sumažino, o šilauogės padidino. Po 12 savaičių laikymo šaldiklyje visuose sūriuose rūgštingumas padidėjo, tačiau didžiausias pokytis pastebėtas kontroliniame sūryje (pH padidėjo 0,27 vieneto). Sūryje su mėlynėmis pH pakito nežymiai, t. y. padidėjo tik 0,09 vieneto, nes mėlynėse yra maždaug keturis kartus daugiau antioksidantų nei šilauogėse (Bilberry vs. blueberry – what are the key differences?, 2020). Galima daryti prielaidą, kad po dvylikos savaičių sūrių laikymo šaldiklyje, prasidėjo nežymūs baltymų amonifikacijos procesai (ryškiausias kontroliniame sūryje).

Juslinės analizės tyrimo rezultatai (9 pav.) rodo, kad nustatytas visų sūrių bendras priimtumas pagal skonį, kvapą, spalvą ir konsistenciją buvo daugiau nei 3 balai. Skonis ir konsistencija respondentams labiausiai patiko kontrolinio sūrio be uogų (atitinkamai 3,86 ir 4 balai), tačiau su uogomis sūrių buvo geresnis kvapas (sūrio su šilauogėmis – 3,21 balo), o spalva geriausia sūrio su mėlynėmis (3,78 balo). Respondentai neišskyrė nė vieno sūrio, kad jis būtų neskanus ar visai nepriimtinas.



9 pav. Saldaus pieno varškės sūrių juslinė analizė

Išvados

1. Teorinė šaltinių analizė rodo, kad saldaus pieno varškės sūriai turtingi savo maistinėmis medžiagomis ir ypač svarbūs žmogaus organizmui išrūgų baltymų nepakeičiamomis amino rūgštimis. Gaminant sūrius su šilauogėmis ir mėlynėmis, jie praturtinami vitaminais, mineralinėmis medžiagomis, antioksidantais, skaidulinėmis bei kitomis biologiškai aktyviomis medžiagomis, kurios turi teigiamą įtaką žmogaus organizmui: stiprina imunitetą, padeda kovoti su onkologinėmis ligomis, turi teigiamos įtakos kraujagyslėms, priešuždegiminiams procesams.

2. Pagal receptūrą, tradiciniu būdu, t. y. veikiant aukšta 80°C temperatūra ir rūgpienyje esančia pieno rūgštimi, flokuluojami pieno baltymai ir atskiriant išrūgas suformuoti trys sūriai: kontrolinis, su šaldytomis uogomis (po 20 proc. nuo sūrio masės), t. y. su mėlynėmis ir su šilauogėmis. Palyginamajai kokybinių rodiklių analizei parinkti pieno produktams tinkami standartizuoti metodai energinės vertės, vandens aktyvumo, drėgmės kiekio, aktyviojo rūgštingumo nustatymui bei juslinei analizei.

3. Tyrimo metu gauti duomenys rodo, kad nedidelio kaloringumo šaldytos šilauogės (51 kcal) ir šaldytos mėlynės (60 kcal) sūrių energinei vertei neturėjo didelės įtakos, nes vertės kito nuo 334 iki 340 kcal/100g. Drėgmės skirtumai šviežiuose sūriuose tiek su uogomis, tiek be jų yra nereikšmingi, tačiau po sušaldymo kontroliniame mėginyje be uogų drėgmė sumažėjo beveik dvigubai (nuo 51,2 iki 26,3 proc.). Drėgmės sulaukymui įtakos turėjo uogose esančios skaidulinės medžiagos. Rūgštingumą mėlynės sūriuose šiek tiek didino (0,05 pH vnt.), o šilauogės sumažino 0,22 pH vienetais. Didžiausias pH pokytis kontroliniame sūryje laikytame dvylika savaičių šaldiklyje (pH padidėjo 0,27 vieneto) dėl galimų baltymų amonifikacijos procesų. Juslinės analizės tyrimo rezultatų duomenimis priimtiniausias kvapas sūrio su šilauogėmis – 3,21 balo, spalva geriausiai įvertinta sūrio su mėlynėmis – 3,78 balo. Skonis ir konsistencija labiausiai patiko sūrio be uogų (atitinkamai 3,86 ir 4 balai).

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Basu, A., Feng, D., Planinic, P., Ebersole, J.L., Timothy J Lyons, T.J., and Alexander, J.M. (2021). Dietary Blueberry and Soluble Fiber Supplementation Reduces Risk of Gestational Diabetes in Women with Obesity in a Randomized Controlled Trial. *The Journal of Nutrition*, 151(5), 1128-1138. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa435>.
2. *Bilberry vs. blueberry – what are the key differences?* (2020). Purple Superfoods. <https://purplesuper.com/bilberry-vs-blueberry/>.
3. Bridgeford, R. (2024). *The Alkaline Life*. Penguin random house.
4. *Fresh Frozen Wild Mountain Blueberries* (n.d.). Northwest wild foods. <https://nwwildfoods.com/products/wild-mountain-blueberries?variant=44392867856668>.
5. *Frozen Berries Nutrition Facts and Health Benefits*. (n.d.). Verywell Fit. <https://www.verywellfit.com/frozen-berries-nutrition-facts-and-health-benefits-5075040>.
6. Gonçalves, A.C., Nunes, A.R., Flores-Félix, J.D., Alves, G. and Silva, L.R. (2022). Cherries and Blueberries-Based Beverages: Functional Foods with Antidiabetic and Immune Booster Properties. *Molecules*, 27(10), 3294. <https://doi.org/10.3390/molecules27103294>.

7. Yang, W., Guo, Y., Liu, M., Chen, X., Xiao, X., Wang, S., Gong, P., Ma, Y. and Chen, F. (2022). Structure and function of blueberry anthocyanins. *Journal of Functional Food*, 88, 104864. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104864>.
8. Kumar, S., Rai, D. C., Niranjana, K. and Bhat, Z. F. (2014). Paneer—An Indian soft cheese variant. *J Food Sci Technol*, 51(5), 821–831. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0567-x>.
9. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2018). *LST EN ISO 1716:2018 Gaminių reakcijos į ugnį bandymai. Viršutinės degimo šilumos (šilumingumo) nustatymas* (tpt ISO 1716:2018) (2018-05-04). Lietuvos standartizacijos departamentas.
10. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2017). *ISO 18787:2017 Foodstuffs — Determination of water activity* (2017-11-28). International Standard Organization.
11. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2020). *ISO 23291:2020 Pienas ir pieno produktai. Tiesioginės ir tiesioginės infraraudonųjų spindulių spektrometrijos taikymo gairės* (2020-01-06). International Standard Organization.
12. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2017). *LST ISO 6658:2017 Juslinė analizė. Metodika. Bendrieji nurodymai* (tpt ISO 6658:2017). Lietuvos standartizacijos departamentas.
13. LR Žemės ūkio ministro 2006 m. liepos 25 d. įsakymas. Žalio pieno pirminių kokybės rodiklių įvertinimo instrukcija Nr. 3D-303. *Valstybės žinios*, 2006-08-03, Nr. 85-3337. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.281204>.
14. Marks, J. (2024). *9 Health Benefits of Blueberries*. Verywellhealth. <https://www.verywellhealth.com/blueberries-health-benefits-to-know-8423542>
15. McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., Cotter, P.D. and Everett, D.W. (2017). *Cheese (Fourth Edition) Chemistry, Physics and Microbiology*. Academic press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00065-X>
16. Piotrowicz, M. (2023). *Frozen Blueberries: Calories and Nutrition Analyse*. Calories info. <https://calories-info.com/frozen-blueberries-calories-kcal>
17. Williams, J. (2023). *Top 10 health benefits of blueberries*. Good food. <https://www.bbcgoodfood.com/howto/guide/health-benefits-blueberries>.

Summary

The purpose of the research presented in the article was to compare the quality indicators of sweet milk curd cheeses made with blueberries, bilberries and without berries. Sweet milk curd cheese was made by thermally processing acidified milk at a temperature of at least 80-90 °C for 15-20 minutes. Increasing the coagulation temperature from 60 to 90 °C decreased the moisture content of cheese from 59 proc. to 49 proc.. As acids coagulated casein and high temperature denatured whey proteins, pH had greatest influence on sensory properties. The remaining amount of lactose, which varied depending on the moisture content of the cheese, provided the colour of the cheese and affected the taste characteristics. Denatured, higher amounts of whey proteins increased water retention, reducing the cheese's ability to melt during cheesemaking. Blueberries and bilberries were used in the recipe to improve the functional and qualitative indicators of the cheese. It was found that berries in cheeses slightly reduced the energy value, helped to retain moisture during freezing and did not affect water activity; due to their properties, blueberries increased acidity, and bilberries reduced it. The results of the sensory analysis indicated that cheeses with berries would be acceptable to consumers due to colour and smell, while taste and consistency were only slightly inferior to cheese without berries.

Juodosios arbatos ir prieskonių mišinio įtakos valgomųjų ledų kokybei ir jusliniams rodikliams tyrimas

Liepa Mockutė, Ernesta Trečiokienė
Kauno kolegija

Anotacija. Eurostat teikiamais duomenimis 2022 m. Europos sąjungoje buvo pagaminta 3,2 mlrd. litrų ledų, o tai yra 5 proc. daugiau nei 2021 metais. Tyrimo tikslas – įvertinti plombyrinių valgomųjų ledų su juodąja arbata ir prieskoniais kokybinius ir juslinius rodiklius. Buvo gaminami trijų rūšių valgomieji ledai: su juodąja arbata (1,5 proc.) ir juodąja arbata bei skirtingu prieskonių mišiniu kiekiu: 0,4 proc. ir 0,7 proc.. Juodosios arbatos ir prieskonių įtakos ledų kokybiniais rodikliams rezultatai parodė, kad didžiausias pH yra valgomųjų ledų su juodąja arbata – 6,54. Riebalų kiekis taip pat didžiausias yra valgomuosiuose leduose su juodąja arbata – 14 proc. Sausųjų medžiagų valgomuosiuose leduose su juodąja arbata ir prieskonių mišiniu (0,7 proc.) yra daugiausiai – 39,91 proc. Valgomųjų ledų tekstūros tyrimai parodė, kad ledų tirpumas mažėja įdedant prieskonius 17,8–22,3 proc. Juslinio vertinimo rezultatai parodė, kad valgomieji ledai su prieskonių mišiniu (0,4 proc.) pasižymėjo geriausiu bendru skonio (5 balai) ir kvapo (5 balai) priimtinumu.

Raktiniai žodžiai: prieskonių mišinys, juodoji arbata, valgomieji ledai, ledų tirpumas.

Įvadas

Valgomieji ledai yra labai populiarus šaldytas ar tik iš dalies sušaldytas pasaldintas maisto produktas iš baltymų emulsijos ir riebalų, priedų bei kitų medžiagų ar vandens, cukraus bei kitų priedų ir medžiagų mišinio. Jie gali būti klasifikuojami pagal pieno riebalų ir sausų medžiagų kiekį į pieniškus, grietininus ir plombyrinius ledus, taip pat pagal vaisių kiekį į vaisinius, sorbeto bei šerbeto valgomuosius ledus (Privalomieji valgomųjų ledų kokybės reikalavimai, 1999). Nors gali pasirodyti, kad šį produktą yra lengva pagaminti, iš tiesų, tai yra laiko ir įgūdžių reikalaujantis gamybinis procesas. Specifinis ingredientų apdorojimas padeda sukurti unikalią mikrostruktūrą, kuri susidaro iš ledo kristalų, oro burbuliukų ir riebalų rutulėlių, bei cukraus ir pieno baltymų mišinio (Clarke, 2015).

Statistiniai duomenys rodo augančią valgomųjų ledų gamybą, o sumažėjęs eksportas leidžia manyti, jog daugiau produkcijos yra suvartojama pačių vietos gyventojų. Nevienodas ledų kiekio vartojimas (šiltuoju metų laiku daugiau nei šaltuoju) neleidžia užtikrinti produkcijos tolygumo (lyginant 2021 m. rugpjūčio ir sausio mėnesius ledų pirkimai sumažėjo 46 proc.), (Eurostat, 2023) todėl reikia tokių valgomųjų ledų, kurie padidintų žmonių susidomėjimą šiuo desertu ir atvėsus orams. Šiam tikslui pasiekti buvo sukurta valgomųjų ledų receptūra panaudojant „*winter spices*“ prieskonių mišinį, kuris daugeliui asocijuojasi su Kalėdomis ir šaltuoju metų laiku.

Tyrimo tikslas – įvertinti plombyrinių valgomųjų ledų su juodąja arbata ir prieskoniais kokybinius ir juslinius rodiklius.

Tyrimo objektas – plombyriniai valgomieji ledai su juodąja arbata (1) ir plombyriniai valgomieji ledai su juodąja arbata bei skirtingu prieskonių mišinio kiekiu (2) ir (3). Receptūros pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė. Valgomųjų ledų receptūros

Žaliava	Kiekis, g (1)	Kiekis, g (2)	Kiekis, g (3)
Pienas	460	450	450
Grietinėlė	350	330	330
Cukrus	172	198	195
Juodoji arbata	15	15	15
Prieskonių mišinys	–	4	7
Stabilizatorius	3	3	3
Iš viso:	1000	1000	1000

Tyrimo uždaviniai:

1. Įvertinti juodosios arbatos ir prieskonių mišinio įtaką valgomųjų ledų kokybės rodikliams;
2. Įvertinti prieskonių mišinio įtaką valgomųjų ledų juslinėms ir tekstūros savybėms.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, laboratoriniai tyrimai.

Teorinė dalis

Juodoji arbata yra populiariausia pasaulyje ir yra plačiai žinoma dėl jos skoninių, aromatinių savybių ir naudos sveikatai. Vieni svarbiausių junginių randamų juodojoje arbatoje yra polifenoliniai junginiai katechinai. Vykstant fermentacijos procesui jie virsta kitais junginiais, pavyzdžiui, teaflaviniais ir tearubiginiais. Pastarieji suteikia juodajai arbatai būdingą juodą ar rausvai rudą spalvą, skonį bei aromatą (Li ir kt., 2013).

Juodojoje arbatoje yra daug stiprių antioksidantų ir kitų junginių, kurie gali sumažinti uždegimus ir lėtinių ligų atsiradimo riziką (Hara ir kt., 2017). Tyrimai parodė, kad reguliarus juodosios arbatos įtraukimas į mitybą padeda sumažinti širdies ir kraujagyslių sutrikimų atsiradimo tikimybę (Baharun ir kt., 2012) bei mažo tankio lipoproteinų cholesterolio kiekį hipercholesterolemija sergantiems žmonėms (Davies ir kt., 2003).

Prieskoniai yra nuo seno žinomi kaip konservantai, dažikliai ar skonio stiprikliai ir nuo neatmenamų laikų yra naudojami daugelio šalių tradicinėje medicinoje. Prieskoniuose esančios medžiagos veikia kaip antioksidantai, virškinimą stimuliuojančios medžiagos ir turi antibakterinį, priešuždegiminį, antivirusinį ir antikancerogeninį poveikį (Viuda-Martos ir kt., 2010).

Kardamonas naudojamas virškinimo sutrikimams lengvinti, o farmacijos srityje kaip antimikrobinė, antibakterinė ir antioksidacinė priemonė (Singletary, 2022). Imbiero šaknis yra gaivi, primenanti citrinos kvapą, o skonis gali būti aštrus ar net „kandantis“. Jame randama Fe, Mg, Ca, vitamino C, flavonoidų, fenolinių junginių (Shahrajabian ir kt., 2019). Cinamonas turi priešuždegiminį, antimikrobinį, antioksidacinį, priešvėžinį, širdies ir kraujagyslių, cholesterolio kiekį mažinantį poveikį (Gruenwald ir kt., 2010). Gvazdikėlių antioksidacinis ir antimikrobinis aktyvumas yra

didesnis nei daugelio vaisių, daržovių ir kitų prieskonių, todėl jo panaudojimo galimybės yra itin plačios (Cortés-Rojas ir kt., 2014). Kvapieji pipirai taip pat pasižymi antioksidaciniu, priešvėžiniu, priešgrybeliniu, antimikrobinu poveikiu (Rao ir kt., 2012). Kalendra turi antioksidacinių, antidiabetinių savybių, pasižymi antimutageniu, priešvėžiniu poveikiu, mažina cholesterolio kiekį kraujyje (Momin ir kt., 2012). Šių prieskonių mišinys gali ledams suteikti neįprastą pikantišką, šilumos suteikiantį skonį, kuris gali būti puikus kontrastas šiam šaltam desertui.

Atliktas tyrimas siekiant išsiaiškinti žaliosios arbatos miltelių poveikį valgomųjų ledų jusliniams ir kokybiniams rodikliams. Buvo ruošiami keturi mėginiai su skirtingu šių miltelių kiekiu (5 g, 10 g, 15 g ir 20 g). Juslinių rodiklių analizė parodė, kad ledai su 15 g žaliosios arbatos miltelių produktui suteikia geriausią spalvą, skonį bei tekstūrą. Žymiai didesnis antioksidantų (166 kartus daugiau), fenolių (171 kartus daugiau) ir flavonoidų (3,4 kartus daugiau) kiekis leduose su žaliosios arbatos milteliais, lyginant su įprastais ledais, rodo žaliosios arbatos miltelių suteikiamą naudą ir keliamą produkto pridėtinę vertę (Swarnathilake ir kt., 2020).

Tyrimo metodika

Mėginių ruošimas. Paruošiami plombyrinių valgomųjų ledų mišiniai 60 °C temperatūroje 20–25 min pagal receptūras, kurios pateiktos 1 lentelėje: 1 mišinys su juodąja arbata, 2 mišinys su 0,4 proc. prieskonių mišinio ir 3 su 0,7 proc. prieskonių mišinio. Ledų mišiniai atvėšinami iki 4–6 °C temperatūros ir paliekami brandintis apie 4 val. Subrandinti ledų mišiniai frizeruojami -4 °C ir laikomi -18 °C temperatūroje.

Aktyviojo rūgštingumo nustatymas buvo atliktas su pH- metru Extech ExStik (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2009).

Sausųjų medžiagų kiekio nustatymas ekspres metodu. Tyrimas atliktas su KERN MLS-50-3 (gamintojas Vokietija) ir KERN MLB drėgnomačiais. Padedami 2 g analizuojamo mėginio ant drėgnomačio plokštelės. Džiovinama 120 °C pagal nustatytą drėgnomačio programą iki pastovaus drėgmės kiekio.

Riebalų kiekio nustatymas buvo nustatomas rūgštiniu Gerberio metodu (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2008).

Tirpumo nustatymas atliktas vadovaujantis Akalın ir kt. (2008). Mėginiai po 30 g laikomi piltuvėliuose 21 °C temperatūroje. Ledų tirpumas išreiškiamas g ištirpusios medžiagos kiekiu.

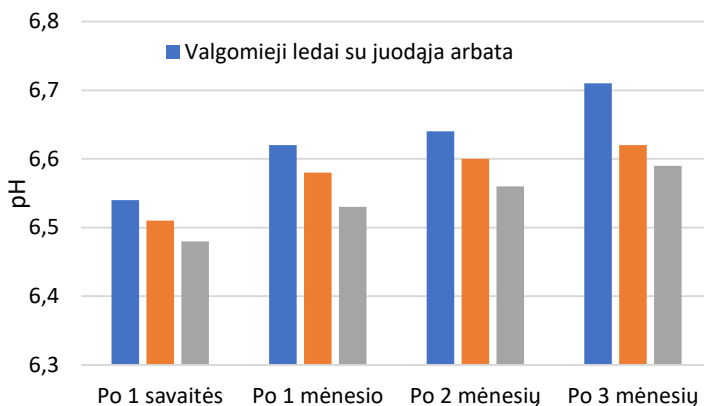
Visi tyrimai buvo atlikti 7-ąją dieną po gamybos, po 1, 2 ir 3 mėnesių. Kiekvieną kartą atliekant tyrimai buvo kartojami 3 kartus.

Juslinė analizė. Juslinė analizė atlikta vadovaujantis (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2006). Juslinio vertinimo metu dalyvavo 10 asmenų (18–50 metų), kuriems buvo pateikti trys skirtingi valgomųjų plombyrinių ledų mėginiai. Juslinio vertinimo metu kiekvienas mišinys vertinamas pagal 5 balų vertinimo sistemą (1 – labai silpnas, 2 – silpnas, 3 – vidutinis, 4 – stiprus, 5 – labai stiprus). Vertinimui pateikti rodikliai: kvapas, spalva / išvaizda, konsistencija, skonis.

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Aktyviojo rūgštingumo nustatymas (1 pav.) parodė, kad didžiausias pH yra valgomųjų ledų su juodąja arbata – 6,54, o mažiausias – valgomųjų ledų su juodąja

arbata ir prieskonių mišiniu (0,7 proc.) – pH 6,48. Pagal gautus rezultatus matyti, kad prieskoniai nežymiai sumažina ledų rūgštingumą. Ilgėjant laikymo trukmei, didėjo visų mėginių pH. Didžiausias pokytis matomas mėginyje tik su juodąja arbata, pH kito nuo 6,54 iki 6,71.

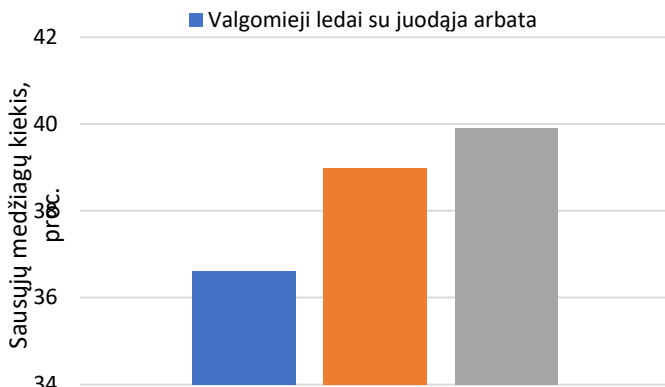


1 pav. Valgomųjų ledų pH kitimas laikymo metu

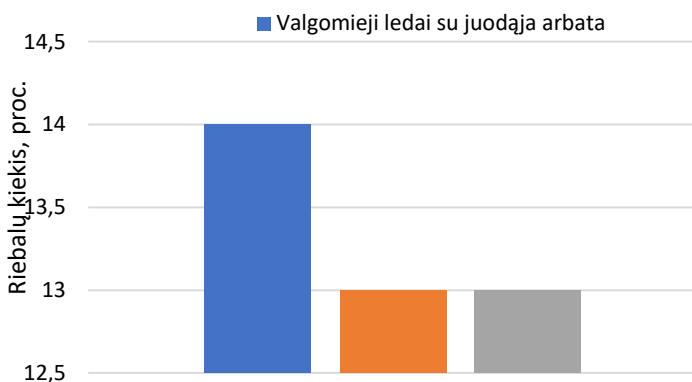
Sausųjų medžiagų kiekio rezultatai (2 pav.) parodė, kad valgomuosiuose leduose tik su juodąja arbata sausųjų medžiagų yra mažiausiai – 36,62 proc., o valgomuosiuose leduose su juodąja arbata ir prieskonių mišiniu (0,7 proc.) daugiausiai – 39,91 proc.. Galima teigti, kad didėjant prieskonių mišinio kiekiui produkte, didėja ir sausųjų medžiagų kiekis.

Nustatant *riebalų kiekį* mėginiuose (3 pav.) rezultatai parodė, kad didžiausias riebalų kiekis yra valgomuosiuose leduose su juodąja arbata – 14 proc., o kituose mėginiuose riebalų kiekis buvo vienodas – 13 proc.. Tam įtakos turėjo skirtinga receptūra (2 ir 3 mėginiams buvo naudotas mažesnis pieno ir grietinės kiekis).

Valgomųjų ledų mėginių tirpumo rezultatai (4 pav.) parodė dėsninę valgomųjų ledų tirpumo mažėjimą įdedant prieskonius. Valgomųjų ledų tirpumas priklauso nuo ledo, oro ir riebalų kiekio ir būsenos mišiniuose, nes šie komponentai formuoja ledų dispersinę fazę. Valgomieji ledai su prieskonių mišiniu tirpo mažiau (17,8–22,3 proc.), lyginant su ledais su juodąja arbata, dėl didesnio sausųjų medžiagų kiekio, kuris sumažina vandens difuziją. Tokie patys rezultatai gauti su galaktoooligosacharidais ir fruktoooligosacharidais (Balthazar ir kt., 2015). Valgomųjų ledų tirpumas laikymo metu mažėjo iki 22 proc. leduose su juodąja arbata ir iki 72,21 proc. leduose su 0,7 proc. prieskonių mišiniu. Tokie rezultatai gauti dėl padidėjusio sausųjų medžiagų kiekio, kurios laikymo metu padidina skystosios fazės apie oro burbulėlius klampumą ir stabilizuoja ledų matricą.

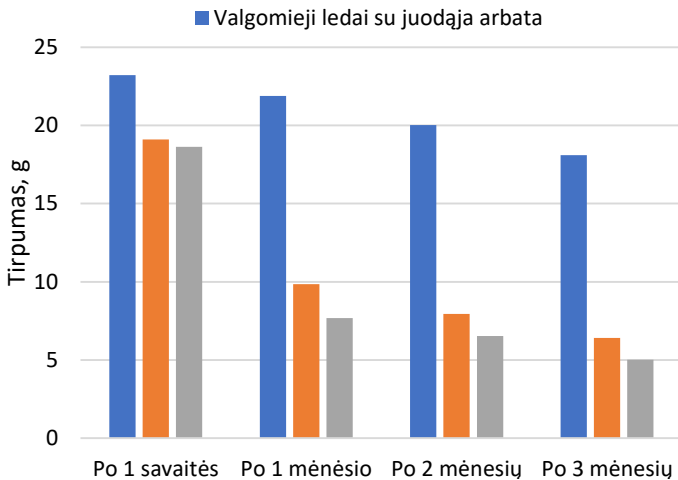


2 pav. Sausųjų medžiagų kiekis valgomuosiuose leduose

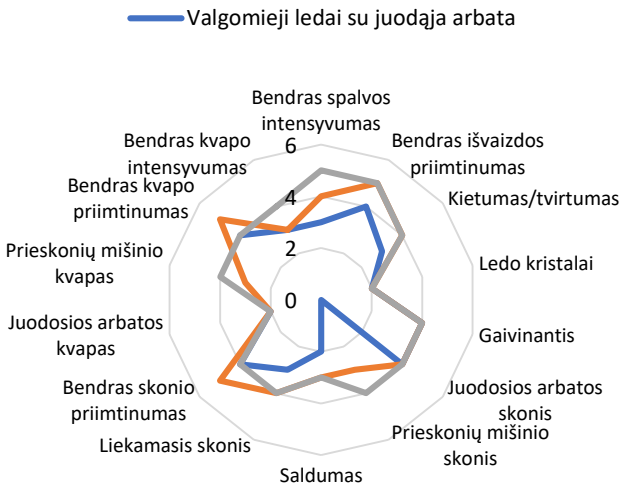


3 pav. Riebalų kiekis valgomuosiuose leduose

Ledų *juslinės analizės* tyrimo rezultatai (5 pav.), parodė, kad valgomieji ledai su juodąja arbata ir prieskonių mišiniu 0,4 proc. pasižymėjo geriausiu bendru skonio (5 balai) bei kvapo (5 balai) priimtinumu, jie ir labiausiai patiko vertintojams. Vertintojai geriau įvertino ledų kietumą su juodąja arbata ir prieskonių mišiniu (4 balai), nei tik su juodąja arbata (3 balai). Tačiau juodosios arbatos skonį ir kvapą vertintojai visose ledų receptūrose įvertino vienodai (4 balai ir 2 balai atitinkamai).



4 pav. Valgomųjų ledų tirpumas laikymo metu



5 pav. Valgomųjų ledų juslinis vertinimas

Išvados

1. Juodosios arbatos ir prieskonių įtakos ledų kokybiniais rodikliams rezultatai parodė, kad didžiausias pH yra valgomųjų ledų su juodąja arbata – 6,54, o mažiausias – valgomųjų ledų su juodąja arbata ir prieskonių mišiniu (0,7 proc.) – pH 6,48. Riebalų kiekis didžiausias yra valgomuosiuose leduose su juodąja arbata – 14 proc., o kituose

mėginiuose riebalų kiekis buvo vienodas – 13 proc. Valgomuosiuose leduose tik su juodąja arbata sausųjų medžiagų yra mažiausiai – 36,62 proc., o valgomuosiuose leduose su juodąja arbata ir prieskonių mišiniu (0,7 proc.) daugiausiai – 39,91 proc..

2. Valgomųjų ledų tekstūros tyrimai parodė, kad ledų tirpumas mažėja įdedant prieskonius 17,8–22,3 proc., lyginant su ledais su juodąja arbata. Ledų mėginių tirpumas laikymo metu mažėjo iki 22 proc. leduose su juodąja arbata ir iki 72,21 proc. leduose su 0,7 proc. prieskonių mišiniu. Juslinio vertinimo rezultatai parodė, kad valgomieji ledai su prieskonių mišiniu (0,4 proc.) pasižymėjo geriausiu bendru skonio (5 balai) ir kvapo (5 balai) priimtinumu. Šie ledai labiausiai patiko vertintojams.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Akalın, A. S., Karagözlü, C., Ünal, G. (2008). Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, 227, 889-895. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-007-0800-z>
2. Bahorun, T., Luximon-Ramma, A., Neergheen-Bhujun, V. S., Gunness, T. K., Googoolye, K., Auger, C., Aruoma, O. I. (2012). The effect of black tea on risk factors of cardiovascular disease in a normal population. *Preventive medicine*, 54, S98-S102. doi:10.1016/j.ypmed.2011.12.009
3. Balthazar C.F., Silva H.L.A., Celeguini R.M.S., Santos R., Pastore G.M., Conte Junior C.A., Freitas M.Q., Nogueira L.C., Silva M.C., Cruz A.G. (2015) Effect of galactooligosaccharide addition on the physical, optical, and sensory acceptance of vanilla ice cream. *International Dairy Journal*, 98, 4266-4272. <https://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-9018>
4. Clarke, C. (2015). *The science of ice cream*. Royal Society of Chemistry. <https://books.google.lt/books?id=Zd10DZiL2LAC&lpg=PP1&hl=lt&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>
5. Cortés-Rojas, D. F., de Souza, C. R. F., Oliveira, W. P. (2014). Clove (*Syzygium aromaticum*): a precious spice. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 4(2), 90-96. Doi:10.1016/S2221-1691(14)60215-X
6. Davies, M. J., Judd, J. T., Baer, D. J., Clevidence, B. A., Paul, D. R., Edwards, A. J., Chen, S. C. (2003). Black tea consumption reduces total and LDL cholesterol in mildly hypercholesterolemic adults. *The Journal of nutrition*, 133(10), 3298S-3302S. Doi:10.1093/jn/133.10.3298S
7. Dėl privalomųjų kokybės reikalavimų patvirtinimo. Privalomieji valgomųjų ledų kokybės reikalavimai. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymas. 1999 m. gegužės 20 d. Nr. 210. *Valstybės žinios*. 1999-05-27, Nr. 46-1467
8. Eurostat. (2023). *EU ice cream production grew by 5 proc. in 2022*. <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/ddn-20230814-1>
10. Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A. (2010). Spices as functional foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51(1), 13-28. Doi:10.1080/10408390903044271
11. Gruenwald, J., Freder, J., & Armbruster, N. (2010). Cinnamon and health. *Critical reviews in food science and nutrition*, 50(9), 822-834. Doi:10.1080/10408390902773052
12. Hara, Y., Yang, C. S., Isemura, M., Tomita, I. (2017). *Health benefits of green tea: An evidence-based approach*. CABI.

13. Liu, C., Lin, H., Wang, K., Zhang, Z., Huang, J., Liu, Z. (2023). Study on the Trend in Microbial Changes during the Fermentation of Black Tea and Its Effect on the Quality. *Foods*, 12(10), 1944. <https://doi.org/10.3390/foods12101944>
14. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2006). *Juslinė analizė. Metodika. Bendrieji nurodymai* LST ISO 6658:2006 (tapatus ISO 6658:2005). <https://www.lvb.lt/permalink/f/ofpt3n/VDU01990002068600407036>
15. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2009). *Milk products -- Determination of the acidification activity of dairy cultures by continuous pH measurement* ISO 26323. <https://www.lvb.lt/permalink/f/7fkot1/LSDPRIMO679018>
16. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2009). *Pienas ir pieno gaminiai. Riebalų kiekio nustatymas. Bendrieji butirometrinių metodų taikymo nurodymai* ISO 11870. <https://www.lvb.lt/permalink/f/7fkot1/LSDPRIMO636225>
17. Momin, A. H., Acharya, S. S., Gajjar, A. V. (2012). Coriandrum sativum-review of advances in phytopharmacology. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 3(5), 1233. [http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.3\(5\).1233-39](http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.3(5).1233-39)
18. Rao, P. S., Navinchandra, S., Jayaveera, K. N. (2012). An important spice, Pimenta dioica (Linn.) Merrill: A review. *International Current Pharmaceutical Journal*, 1(8), 221-225. Doi:10.3329/icpj.v1i8.11255
19. Shahrajabian, M. H., Sun, W., Cheng, Q. (2019). Clinical aspects and health benefits of ginger (*Zingiber officinale*) in both traditional Chinese medicine and modern industry. *Soil & Plant Science*, 69(6), 546-556. Doi:10.1080/09064710.2019.1606930
20. Singletary, K. (2022). Cardamom: potential health benefits. *Nutrition Today*, 57(1), 38-49. Doi:10.1097/NT.0000000000000507
21. Swarnathilake, D. S. G. G. C., Abeyasinghe, D. C. (2020). Improving the quality and the taste of green tea ice cream by identifying suitable cultivar, agronomic practices and processing techniques of Assamica tea grown in Sri Lanka. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 8(1), 062-068. doi.org/10.30574/wjarr.2020.8.1.0354

Summary

According to data provided by Eurostat, 3,2 billion litres of ice cream were produced in the European Union in 2022, which is 5 proc. more than in 2021. The aim of this article was to evaluate the quality and sensory parameters of ice cream with black tea and spice mixture added. Three types of ice cream were produced: with black tea (1,5 proc.) and with black tea and different amounts of spice mixture (0,4 proc. and 0,7 proc.) added.

The results of influence of black tea and spice mixture on the quality parameters of ice cream revealed that the highest pH levels were in the ice cream with black tea added - 6.54. Black tea ice cream had the highest fat content of 14 proc.. Ice cream with black tea and spice mixture (0.7 proc.) had the highest dry matter content of 39.91 proc.. Research on the texture of ice cream demonstrated that the solubility of ice cream with added spice mixture decreased by 17.8 proc.-22.3 proc.. During storage, the solubility of ice cream samples decreased by up to 22 proc. in ice cream with black tea and by up to 72.21 proc. in ice cream with 0.7 proc. spice mixture added. Sensory evaluation results indicated that ice cream with 0.4 proc. spice mixture had the best overall taste (5 points) and flavour (5 points) acceptability. This ice cream was the most liked by the evaluators.

Keywords: spices mixture, black tea, ice cream, ice cream solubility.

Plikytų sausainių su padidintu baltymų kiekiu kokybės ir juslinių rodiklių pokyčių įvertinimas

Gabija Paškevičiūtė, Ingrida Kraujutienė
Kauno kolegija

Anotacija. Atlikti tyrimai su svirplių miltų priedu, panaudojus 5 proc., 10 proc. ir 15 proc. nuo bendro miltų kiekio. Tyrimams pasirinkti nuriebalinti ir nenuriebalinti svirplių miltai. Svirplių miltų sudėtyje yra ženklus baltymų kiekis, todėl jais buvo siekiama praturtinti plikytus sausainius. Jusliniai rodikliai lemia vartotojų perkamąją galią, todėl buvo vertinta gaminio išvaizda, skonis, kvapas, tekstūra, taip pat fizikiniai-cheminiai rodikliai.

Gauti tyrimo rezultatai rodo, kad minkščiausia gaminių tekstūra buvo antrąją dieną po gamybos, o praėjus savaitei plikyti sausainiai tapo labai kieti ir trapūs. Pastebėta, kad kietesni buvo plikyti sausainiai su nenuriebalintais svirplių miltais.

Didžiausias baltymų kiekis nustatytas plikytuose sausainiuose su 15 proc. svirplių miltų, taip pat juose buvo didžiausias riebalų kiekis, tam įtakos turėjo didžiausias priedamo priedo kiekis. Mineralinių medžiagų kiekis plikytuose sausainiuose su svirplių miltais buvo ženkliai didesnis, lyginant su kontroliniu mėginiu, tačiau svirplių miltų priedas drėgmės kiekiui gaminyje įtakos neturėjo. Lyginant mėginį be svirplių miltų ir su svirplių miltais nustatyta, kad be svirplių miltų esantis mėginys buvo su mažiausiu kiekiu kalorijų. Galima teigti, kad svirplių miltų priedas didina bendrą gaminio kaloringumą.

Raktiniai žodžiai: plikyti sausainiai, svirplių miltai, baltymai, riebalai, juslinis vertinimas.

Įvadas

Plikyta tešla¹, tai tešla pagaminta užplikant miltus ir cukrų verdančiu skysčiu, su jame ištirpusiais riebalais, atvėsinant masę ir sumaišant ją su kiaušiniiais ir kitais receptūroje numatytais komponentais bei gaunant kupolo formos gaminį su tuščia oro ertme viduje (Kurti & This-Benckhard, 2015). Plikytos tešlos gaminiai yra kaloringi ir riebiūs (Sapozhnikov ir kt., 2021). Jie dažnai užpildomi saldžiais kremais, todėl tampa dar kaloringesni. Dėl šios priežasties yra ieškoma būdų kaip sumažinti gaminio kaloringumą ir praturtinti jį kitomis maistinėmis medžiagomis, kaip pvz. ląsteliena ir baltymais.

Padidintos maistinės vertės plikyti sausainiai, papildyti vabzdžių miltais gali būti viena iš alternatyvų šios rūšies gaminiams, kurių sudėtyje yra sąlyginai mažai maistinių medžiagų.

Valgomieji svirpliai yra puikus baltymų, angliavandenių, riebalų, amino rūgščių, vitaminų (folio rūgšties, pantoteno rūgšties, riboflavino, biotino), ir mineralinių

¹ Dėl Duonos ir pyrago kepinų apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento ir miltinės konditerijos gaminių apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo, 2014 m. spalio 28 d. Nr. 3D-794, TAR, 2014-10-28, Nr. 15024.

medžiagų (kalcio, kalio, magnio, fosforo, natrio, geležies, cinko, mangano, vario) šaltinis (Magara ir kt., 2021). Taip pat juose gausu mononesočiųjų ir polinesočiųjų riebalų rūgščių (Hartwick, 2019). Miltai, pagaminti iš maltų svirplių, turi labai daug baltymų, kurių virškinamumas (83,9 proc.) yra tik šiek tiek mažesnis, nei kai kurių baltymų prisotintų produktų (kiaušinių 95 proc., jautienos 98 proc., karvės pieno 95 proc.), bet lyginant su augalinių produktų baltymų virškinimu, svirplių miltų baltyminis virškinamumas yra didesnis nei sorų (46 proc.), kukurūzų (73 proc.), kviečių (81 proc.) ir ryžių (66 proc.) (Finke, 2004). Nesvarbu ar svirpliai pagauti gamtoje ar auginami fermoje, bet jie visada turi būti apdorojami prieš vartojimą. Apdoravimo metu, svirpliai badauja 1–3 dienas, iki kol juos nupliko karštu vandeniu (Magara ir kt., 2021). Vėliau jie gali būti džiovinami, verdami, kepami, rūkomi ir kt.

Teisės akte², kuris reglamentuoja naminių svirplių naudojimą maisto produktuose, nurodomi tam tikri ribojimai, kurie susiję su alergija maistui ir tam tikrais anafilaksijos atvejais. Remiantis tyrimų duomenimis, naminių svirplių sudėtyje yra daug galimai alergizuojančių baltymų, todėl vartojant šį produktą didesniais kiekiais nei rekomenduojama, gali pasireikšti organizmo jautrumas. Didžiausias leidžiamas naminių svirplių miltų kiekis produkte – 15 proc..

Dėl žmonių neigiamo požiūrio į vabzdžių miltus (Ardoin & Prinyawiwatkul, 2021), kuriant plikytų sausainių receptūrą svarbu atsižvelgti į gaminio išvaizdą, aromata, tekstūrą bei skonį. Taip pat svarbu parinkti tinkamas proporcijas: per daug vabzdžių miltų gali turėti neigiamos įtakos gaminio tekstūrai, spalvai, skoniui bei tuščios oro erdmės susidarymui, o panaudojus per mažą kiekį vabzdžių miltų, nebūs akivaizdžios priedo įtakos gaminio maistinei vertei.

Tyrimo tikslas – įvertinti plikytų sausainių su padidinta maistine verte kokybinius rodiklius bei juslines savybes.

Tyrimo objektas – plikyti sausainiai su svirplių miltais.

Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti plikytų sausainių su padidintu ląstelių ir baltymų kiekiu cheminius rodiklius: baltymų, riebalų, drėgmės, mineralinių medžiagų kiekį, kaloringumą;
2. Įvertinti gaminio tekstūrą laikymo metu;
3. Atlikti plikytų sausainių su svirplių miltais juslinę analizę.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, juslinių savybių apklausa raštu, instrumentinės analizės tyrimai.

Tyrimo metodika

Tyrimo metu analizuoti plikyti sausainiai su nuriebalintais, nenuriebalintais svirplių miltais ir skirtingu svirplių miltų priedu (5 proc., 10 proc., 15 proc.). Visiems analizuotiems plikytiems sausainiams buvo nustatomi baltymų, riebalų, drėgmės, mineralinių medžiagų kiekiai, tekstūra ir kaloringumas.

² Komisijos įgyvendinimo reglamentas (ES) 2022/188, kuriuo leidžiama pateikti rinkai užšaldytus, džiovintus ir miltelių pavidalo naminius svirplius (*Acheta domesticus*) kaip naują maisto produktą pagal Europos Parlamento ir Tarybos reglamentą (ES) (2022 m. vasario 10 d. Nr. 108). (2022). *Europos Sąjungos oficialus leidinys*, nr. 1977-0723.

Baltymų kiekio nustatymas vykdomas Kjeldalio metodu. Metodas pagrįstas mėginį sudeginant koncentruotoje sieros rūgštyje, katalizatoriumi naudojant vario (II) sulfatą, mišinys pašarminamas, išsiskyres amoniakas distiliuojamas į perteklinį boro rūgšties tirpalą, su borato rūgštimi susijungęs amoniakas titruojamas druskos rūgštimi ir azoto kiekis apskaičiuojamas pagal susidariusio amoniako kiekį. Praktinio mėginio kiekis – 2 g. Atliekami 3 pakartojimai, kur tyrimų rezultatų skirtumas turi neviršyti 0,1 g azoto.

Riebalų kiekiui nustatyti vadovaujamosi LST 1944:2003 (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2003) ir LST 1944:2003/1K:2013 (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2013) „Miltiniai kepiniai ir konditerijos gaminiai. Riebalų kiekio nustatymo metodai“ ir naudojamas rūgštinis – Gerberio metodas. Metodas pagrįstas riebalų išskyrimu iš mėginio veikiant jį sieros rūgštimi, izoamilo alkoholiu, temperatūra ir išcentrine jėga. Praktinio mėginio kiekis – 2 g. Atliekami 3 pakartojimai.

Drėgmės kiekio nustatymas vykdomas pagal LST 1492:2013 (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2013) „Duona ir pyrago kepiniai. Drėgmės kiekio nustatymo metodai“. Mėginiai džiovinami džiovinimo spintoje 105 °C temperatūroje iki pastovios mėginio masės. Tyrimui naudojami po tris kiekvienos plikytų sausainių rūšies mėginiai.

Mineralinių medžiagų kiekiui nustatyta vadovaujamosi LST 1539:1998 (Lietuvos standartizacijos departamentas, 1998) „Konditerijos gaminiai. Pelenų ir magnetinių metalo priemaišų nustatymo metodai“. 2 g mėginys deginamas mufelinėje krosnyje 500 °C temperatūroje 16 valandų, tuomet išimamas iš krosnies ir eksikatoriuje atvėsinaamas iki kambario temperatūros, ir pasveriamas analitinėmis svarstyklėmis. Pagal skirtumą, gautą mėginį sveriant prieš deginimą ir po jo, apskaičiuojamas pelenų kiekis. Tyrimui naudojami po tris kiekvienos plikytų sausainių rūšies mėginiai.

Kaloringumui matuoti naudojamas bombos kalorimetrinis metodas ir naudojamas C 200 tipo IKA kalorimetras. Kalorijų kiekis skaičiuojamas maistą įdėjus į uždarą talpyklą, vadinamą kalorimetrine bomba. Tam, kad mėginys tinkamai degtų, jį supa deguonis. Tuomet konteineris užsandarinamas ir panardinamas į tam tikrą kiekį vandens. Viduje kibirkštis įžiebiamą ugnį ir rusena, kol iš mėginio lieka pelenai. Visa maiste buvusi energija išlaisvinama ir virsta šiluma, kuri savo ruožtu padidina supančio vandens temperatūrą. Pamatavus vandens temperatūros pokytį, tiksliai žinoma, kiek energijos buvo išlaisvinta, ir apskaičiuojamas maiste esantis kalorijų skaičius. Atliekami 3 pakartojimai.

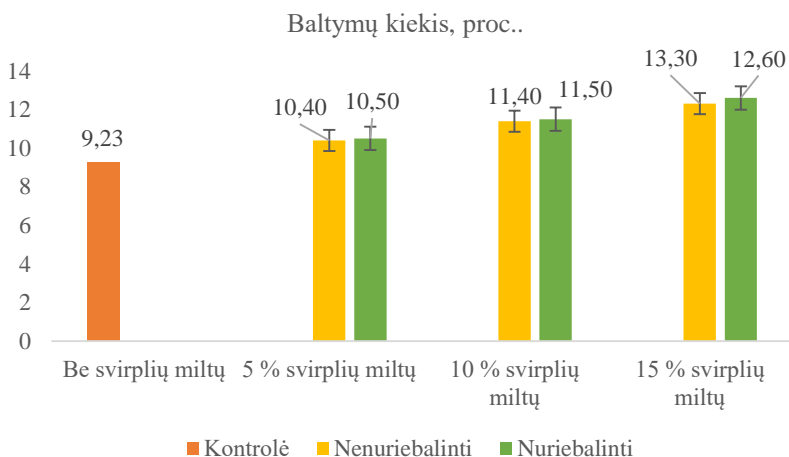
Tekstūrai analizuoti naudojama LS1 serijos „Metek“ tekstūros analizatorius. Tyrimo metu buvo naudojamas 11 mm skersmens cilindrinis zondas, pasirinkta kietumo matavimo (Nexygen Plus 3.0) programa. Reikiamoje vietoje buvo padedamas 3 cm skersmens tiriamas mėginys. Mėginys, buvo spaudžiamas naudojant 10 N jėgą, spaudimo grietis 25 mm/min. Po mėginio lūžio fiksuoti duomenys, kurie nurodo mėginio kietumą. Atliekami 3 pakartojimai: 1 diena po gamybos, 2 dienos po gamybos, 1 savaitė po gamybos.

Juslinių savybių vertinimas vykdomas degustuojant ir pildant juslinių savybių vertinimo anketą. Degustaciją atliko 15 vertintojų. Išvaizda, tekstūra, skonis, kvapas bei bendras priimtumas vertinamas 5 balų skalėje priimant, kad 1 balas – labai blogai/labai silpnai jaučiamas požymis; 5 – labai gerai/labai stipriai jaučiamas požymis.

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Baltymų kiekio nustatymas. Tyrimo metu gauti rezultatai parodė, kad svirplių miltų priedas turėjo įtakos baltymų kiekio pokyčiui plikytuose sausainiuose. Kontrolinio mėginio baltymų kiekis – 9,23 g/100 g produkto, o plikytų sausainių su 15 proc. svirplių miltų – 12,3 g/100 g produkto (1 pav.). Tad galima teigti, kad didėjant svirplių miltų kiekiui gaminyje, didėjo ir gaminio baltymų kiekis. Tam turi įtakos svirplių miltų maistingumas: 100 g svirplių miltų yra 66,2 g baltymų, kai tuo tarpu kvietiniuose miltuose yra apie 10 g/100 g. Taip pat įtakos baltymų kiekiui turėjo nuriebalinti svirplių miltai lyginant su nureriebalintais svirplių miltais: produkte su nureriebalintais svirplių miltais baltymų nustatyta 10,4–12,3 g/100 g, o su nureriebalintais svirplių miltais baltymų nustatyta 10,5–12,6 g/100 g.

Kaip teigiama reglamente³, produktas, kuriame yra ne mažiau kaip 12 proc. baltymų nuo bendros produkto maistinės vertės, gali būti laikomas baltymų šaltiniu.



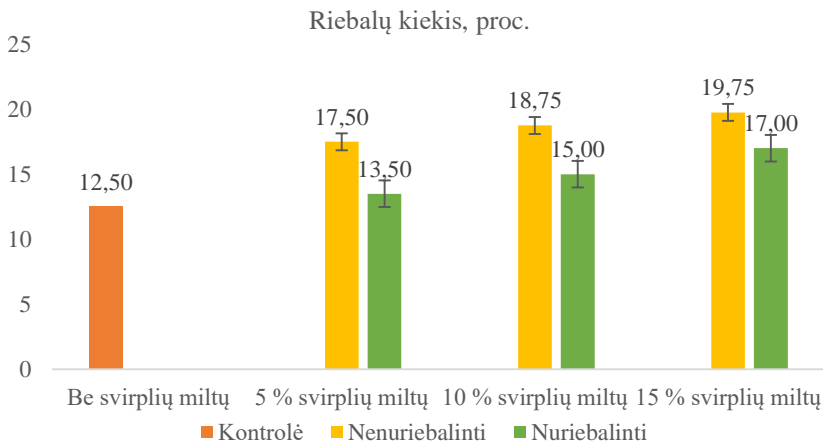
7 pav. Plikytų sausainių baltymų kiekis, proc.

Pastaba: tikimybė 95 proc., tikimybės lygmuo $p=0,05$.

Riebalų kiekio nustatymas. Nustačius riebalų kiekį gaminiuose, matoma, kad riebiausi sausainiai yra su 15 proc. nureriebalintų svirplių miltų – 19,75 g/100 g (2 pav.). Lyginant kontrolę su svirplių miltų turinčiais mėginiais, galima teigti, kad svirplių miltų priedas, didina riebalų kiekį produkte: kontroliniame mėginyje riebalų nustatyta 12,5 g/100 g, o mėginyje su maksimaliu kiekiu nureriebalintų svirplių miltų riebalų nustatyta 19,75 g/100 g. Taip yra todėl, kad svirplių miltuose riebalai sudaro 20,7 proc., o tuo tarpu kvietiniuose miltuose – tik 1 proc.

³ Europos parlamento ir tarybos reglamentas (EB) Nr. 1924/2006. Dėl teiginių apie maisto produktų maistingumą ir sveikatingumą 2006 m. gruodžio 20 d. *Europos Sąjungos oficialusis leidinys*, 404, 9-25.

Riebalų kiekio padidėjimas produkte, pridėjus svirplių miltų pastebėtas ir kituose moksliniuose tyimuose: padidėjimas svyruoja tarp 5–20 proc. priklausomai nuo pridėtų svirplių miltų kiekio (Kowalski ir kt., 2022; Nissen ir kt. 2020; Biro ir kt., 2020; Tedjakusuma ir kt., 2022; Aleman ir kt., 2022; Kate ir kt., 2020).

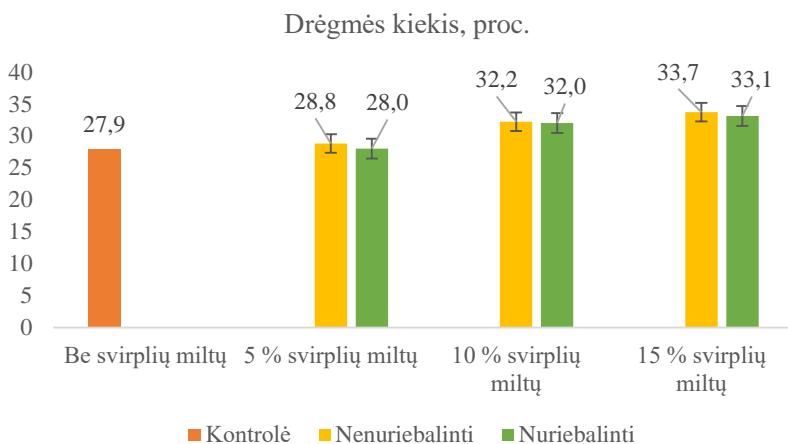


8 pav. Plikytų sausainių riebalų kiekis, proc.

Pastaba: tikimybė 95 proc., tikimybės lygmuo $p=0,05$.

Drėgmės kiekio nustatymas. Atlikto tyrimo rezultatai rodo, kad plikyti sausainiai su nenuriebalintais svirplių miltais yra drėgnesni – 28,8 proc., 32,2 proc. ir 33,7 proc. atitinkamai 5 proc., 10 proc., 15 proc. svirplių miltų kiekiui mėginyje (3 pav.). Vadovaujantis tyrimo rezultatais, galima daryti išvadą, kad nors ir didėjant svirplių miltų kiekiui nežymiai didėjo ir drėgmės kiekis gaminyje, bet svirplių miltai didelės įtakos drėgmės kiekiui gaminyje neturi.

Remiantis moksliniais tyrimais, plikyti sausainiai, kurių drėgmės kiekis svyruoja nuo 20 proc. iki 50 proc. yra priskiriami prie vidutinio drėgnumo produktų (Qiu ir kt., 2019).

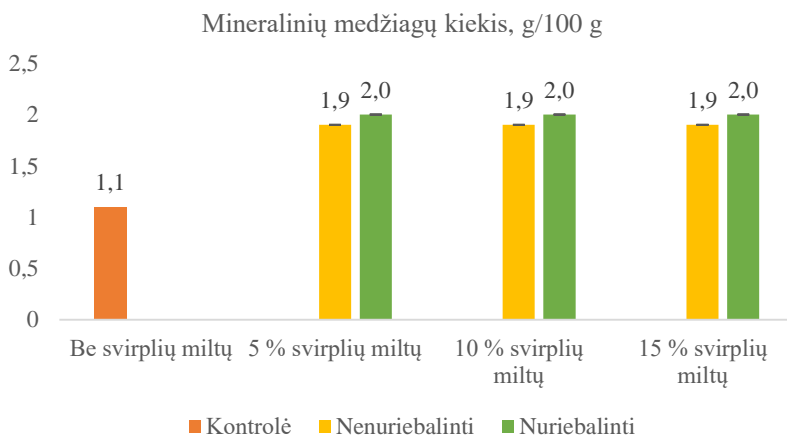


3 pav. Plikytų sausainių drėgmės kiekis, proc.

Pastaba: tikimybė 95 proc., tikimybės lygmuo $p=0,05$.

Mineralinių medžiagų kiekio nustatymas. Atlikto tyrimo rezultatai rodo, kad mineralinių medžiagų kiekis mėginyje, į jį pridėjus svirplių miltų priedo, padidėjo beveik dvigubai – nuo 1,1 g/100 g iki 2 g/100 g. (4 pav.). Svirplių miltai padidina gaminio mineralingumą 42–45 proc..

Panašūs rezultatai aprašyti ir Kowalski (2022) bei Tedjakusuma (2022), kurie teigia, kad svirplių miltai mineralinių medžiagų kiekį gaminyje padidina 2–3 kartus.

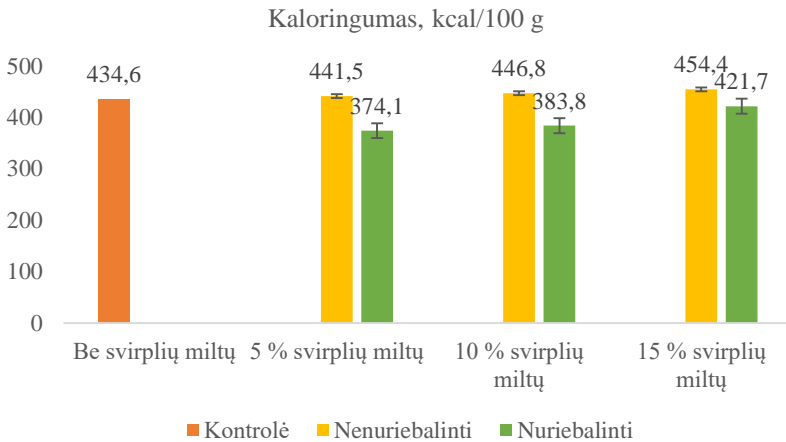


9 pav. Plikytų sausainių mineralinių medžiagų kiekis, g/100 g

Pastaba: tikimybė 95 proc., tikimybės lygmuo $p=0,05$.

Kaloringumo nustatymas. Tyrimo metu gauti rezultatai parodo, kad kontrolinio mėginio kaloringumas yra 434,6 kcal/100 g, o mėginio su maksimaliu kiekiu svirplių miltų kaloringumas siekia 454,4 kcal/100 g (5 pav.), tai 19,8 kcal (11 proc.) daugiau nei kontrolinio mėginio, tad galima daryti išvadą, kad svirplių miltai, nors ir nežymiai, bet didina gaminio kaloringumą.

Kaip teigia Kate (2020) produkto kaloringumas, pridėjus svirplių miltų, padidėja 11–12 proc.. Taip yra todėl, kad didėjant svirplių miltų kiekiui produkte, didėja ir riebalų kiekis.

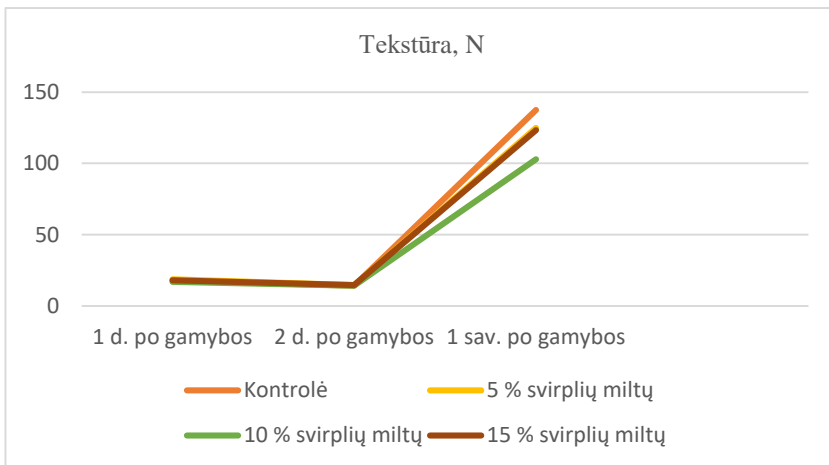


10 pav. Plikytų sausainių kaloringumas, kcal/100 g

Pastaba: tikimybė 95 proc., tikimybės lygmuo $p=0,05$.

Kietumo nustatymas. Atliktas tekstūros tyrimas rodo, kad minkščiausi gaminiai yra dvi dienas po gamybos: visų gaminių kietumas panašus ir svyruoja nuo 14,2–14,75 N, o kiečiausi ir trapiausi praėjus savaitei po gamybos: kiečiausias nustatytas mėginys be svirplių miltų (137,5 N), su 5 proc. ir 15 proc. svirplių miltų gaminių kietumas mažesnis nei kontrolinio mėginio ir yra tarpusavyje panašus (124,9 N ir 123,3 N atitinkamai), o minkščiausias mėginys nustatytas su 10 proc. svirplių miltų (102,9 N) (6 pav.). Tyrimo rezultatai rodo, kad svirplių miltai suteikia gaminiui minkštumo, nes tvirčiausios struktūros sausainiai yra be svirplių miltų.

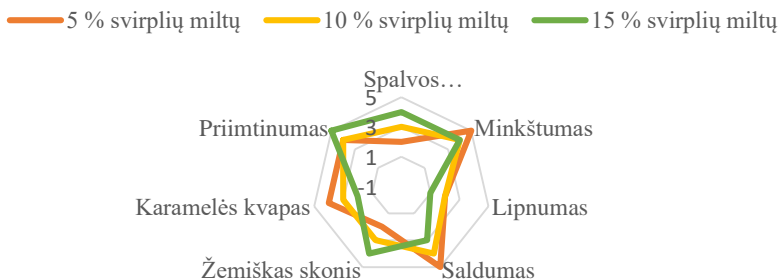
Kaip teigia Aleman (2022), sausainiai su svirplių miltais yra minkštesni nei sausainiai be svirplių miltų. Toks tekstūros skirtumas gali būti siejamas su didesniu drėgmės bei riebalų kiekiu sausainiuose su svirplių miltais.



11 pav. Plikytų sausainių tekstūra, N

Juslinių savybių vertinimas. Juslinį vertinimą atliko 10 respondentų. Pagal respondentų vertinimus, tamsiausi ir mažiausiu lipnumu pasižymėjo sausainiai su 15 proc. svirplių miltų priedu, minkščiausi – plikyti sausainiai su 10 proc. svirplių miltų priedu (7 pav.). Respondentų nuomone, saldžiausi yra sausainiai su 5 proc. svirplių miltų, jų saldumo įvertinimas siekia 5 balus, juose taip pat labiausiai juntamas karamelės kvapas, kuris siekia 4 balus, o didėjant svirplių priedui, saldumas bei karamelinis kvapas mažėja. Taip pat, didėjant svirplių priedo kiekiui, labiau juntamas pašalinis žemiškas skonis. Pagal gautus rezultatus, respondentams priimtinausias yra mėginys su 15 proc. svirplių miltų priedu.

Juslinių savybių vertinimas



12 pav. Plikytų sausainių juslinis vertinimas

Išvados

1. Didžiausias baltymų kiekis nustatytas plikytuose sausainiuose su 15 proc. svirplių miltų. Didėjant svirplių miltų kiekiui produkte didėjo ir riebalų kiekis: nuo 12,5 iki 19,75 proc., tuo pačiu ir kaloringumas: nuo 434,6 kcal iki 454,4 kcal, tačiau gaminių drėgmė kito neženkiai: nuo 27,9 proc. iki 33,7 proc. Mineralinių medžiagų kiekis visuose mėginiuose su svirplių miltų priedu praktiškai nekito nepriklausomai nuo priedo kiekio (su nenuriebalintais miltais – 1,9 g/100 g ir nuriebalintais – 2 g/100 g).

2. Atlikta tekstūros analizė parodė, kad minkščiausi gaminiai buvo antrąją dieną po gamybos, o praėjus savaitei – tapo labai kieti ir trapūs: kontrolinio mėginio kietumas padidėjo nuo 17,8 N iki 137,5 N, o mėginių su svirplių miltais kietumas padidėjo nuo 18,1 N iki 124,9 N.

3. Atlikus juslinių savybių vertinimą ir išanalizavus rezultatus, galima teigti, kad visi gaminiai yra priimtini savo išvaizda, tekstūra, skoniu ir kvapu. Mėginiai skyrėsi tik spalvos intensyvumu bei saldumu, kurį respondentai įvertino 5 balais (su 5 proc. svirplių miltų) ir 4 balais (su 10 proc. svirplių miltų), bei 3 balais (su 15 proc. svirplių miltų). Svirplių miltų priedas mažina gaminio saldumą (su 5 proc. svirplių miltų gaminio saldumas įvertintas 5 balais, su 10 proc. svirplių miltų 4 balais o su 15 proc. svirplių miltų 3 balais) ir silpnėja kvapas (su 5 proc. svirplių miltų gaminio kvapo intensyvumas įvertintas 4 balais, su 10 proc. svirplių miltų 3 balais o su 15 proc. svirplių miltų 2 balais).

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Aleman, R. S., Marcia, J., Pournaki, S. K., Borrás-Linares, I., Lozano-Sanchez, J., & Fernandez, I. M. (2022). Formulation of Protein-Rich Chocolate Chip Cookies Using Cricket (*Acheta domesticus*) Powder. *Foods*, *11*(20), 3275.
2. Ardoin, R., & Prinyawiwatkul, W. (2021). Consumer perceptions of insect consumption: A review of western research since 2015. *International Journal of Food Science and Technology*, *56*, 4942–4958. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15167>
3. Biro, B., Sipos, M. A., Kovacs, A., Badak-Kerti, K., Pasztor-Huszar, K., & Gere, A. (2020). Cricket-enriched oat biscuit: Technological analysis and sensory evaluation. *Foods*, *9* (11), 1561. <https://doi.org/10.3390/foods9111561>
4. Dėl Duonos ir pyrago kepinių apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento ir miltinės konditerijos gaminių apibūdinimo, gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo, 2014 m. spalio 28 d. Nr. 3D-794, *TAR*, 2014-10-28, Nr. 15024.
5. Europos parlamento ir tarybos reglamentas (EB) Nr. 1924/2006. Dėl teiginių apie maisto produktų maistingumą ir sveikatingumą 2006 m. gruodžio 20 d. *Europos Sąjungos oficialusis leidinys*, *404*, 9-25.
6. Finke, M.D. (2004) *Nutrient Content of Insects-Organic Value Recovery Solution Studies*. Encyclopedia of Entomology, Springer, Dordrecht, 147-233. https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/proc.2F0-306-48380-7_2920.
7. Hartwick, P. (2019). *Why cricket flour is the food of the future*. Healthline. <https://www.healthline.com/health/food-nutrition/cricket-flour-nutrition#cricket-flour-nutrients>

8. Burt, K. G., Kotao, T., Lopez, I., Koepfel, J., Goldstein, A., Samuel, L., & Stopler, M. (2020). Acceptance of using cricket flour as a low carbohydrate, high protein, sustainable substitute for all-purpose flour in muffins. *Journal of culinary science & technology*, 18(3), 201-213, DOI: 10.1080/15428052.2018.1563934
9. Komisijos įgyvendinimo reglamentas (ES) 2022/188, kuriuo leidžiama pateikti rinkai užšaldytus, džiovintus ir miltelių pavidalo naminius svirplius (*Acheta domestica*) kaip naują maisto produktą pagal Europos Parlamento ir Tarybos reglamentą (ES) (2022 m. vasario 10 d. Nr. 108). (2022). *Europos Sąjungos oficialus leidinys*, nr. 1977-0723.
10. Kowalski, S., Mikulec, A., Mickowska, B., Skotnicka, M., & Mazurek, A. (2022). Wheat bread supplementation with various edible insect flours. In Influence of chemical composition on nutritional and technological aspects. *LWT* (p. 113220). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113220>
11. Kurti, N., This-Benckhard, H. (2015). *Soufflés, Choux Pastry Puffs, Quenelles, and Popovers*. In: Hargittai, B., Hargittai, I. (eds) *Culture of Chemistry*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7565-2_16
12. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2013). Duona ir pyrago kepiniai. Drėgmės kiekio nustatymo metodai LST 1492:2013. Lietuvos standartizacijos departamentas. <https://www.lvb.lt/permalink/f/7fkot1/LSDPRIMO644319>
13. Lietuvos standartizacijos departamentas. (1998). Konditerijos gaminiai. Pelenų ir magnetinių metalo priemaišų nustatymo metodai LST 1539:1998. Lietuvos standartizacijos departamentas. <https://www.lvb.lt/permalink/f/7fkot1/LSDPRIMO618418>
14. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2003). Miltiniai kepiniai ir konditerijos gaminiai. Riebalų kiekio nustatymo metodai (AOAC 922.06, AOAC 963.15) LST 1944:2003. Lietuvos standartizacijos departamentas. <https://www.lvb.lt/permalink/f/7fkot1/LSDPRIMO619861>
15. Magara, H. J., Niassy, S., Ayieko, M. A., Mukundamago, M., Egonu, J. P., Tanga, C. M. & Ekesi, S. (2021). Edible crickets (Orthoptera) around the world: distribution, nutritional value, and other benefits—a review. *Frontiers in nutrition*, 7, 537915.
16. Nissen, L., Samaei, S. P., Babini, E., & Gianotti, A. (2020). Gluten free sourdough bread enriched with cricket flour for protein fortification: Antioxidant improvement and Volatilome characterization. *Food Chemistry*, 333, 127410.
17. Qiu, L., Zhang, M., Tang, J., Adhikari, B., & Cao, P. (2019). Innovative technologies for producing and preserving intermediate moisture foods: A review. *Food research international*, 116, 90-102.
18. Sapozhnikov, A. N., Kopylova, A. V., Krainov, S. A., & Krainova, Y. O. (2021). Enrichment of choux pastry semi-finished products by local plant raw material. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 640, No. 2, p. 022048). IOP Publishing.
19. Tedjakusuma, F., Linggadiputra, J., Cahya, A. D., & Surya, R. (2022). Development of cricket flour-enriched cookies. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1115, No. 1, p. 012092). IOP Publishing.

Summary

This research was conducted using cricket flour additives of 5proc., 10proc., and 15proc. of the total flour quantity. Cricket flour, both fatted and defatted, was chosen for the research. Cricket flour contains significant amounts of protein; hence it was aimed at enriching Chouquette cookies. Sensory indicators determine consumer purchasing power, thus the appearance, taste, aroma, texture, as well as physical and chemical indicators were evaluated.

The obtained research results indicate that the texture of the products was softest on the day after production, but after a week, the Chouquette cookies became very hard and brittle. It was noticed that the cookies with fatted cricket flour were harder than those with defatted one.

The highest protein content was found in Chouquette cookies with 15proc. cricket flour, and they also had the highest fat content, influenced by the highest amount of the additive. The mineral content in Chouquettes cookies with added cricket flour was significantly higher compared to the control sample, however, the cricket flour additive did not affect the moisture content in the product. Comparing the samples without cricket flour and with, it was found that the sample without cricket flour had the lowest calorie content. It can be concluded that the addition of cricket flour increases the overall calorie content of the product.

Jogurtų su papildintu baltymų kiekiu kokybės įvertinimas

Donara Sadzevičiūtė, Ernesta Trečiokienė
Kauno kolegija

Anotacija. Šio darbo tikslas įvertinti lervų ir lieso pieno miltelių įtaką jogurto reologinėms ir technologinėms savybėms. Atlikti tyrimai: nustatytas baltymų, sausųjų medžiagų ir riebalų kiekis jogurte, įvertintas pH, išrūgų išsiskyrimas ir klampos kitimas laikymo metu. Rezultatai parodė, kad jogurto su lieso pieno milteliais pH praktiškai nekito 4,65–4,64. Jogurto su lieso pieno milteliais išsiskyres išrūgų kiekis buvo mažiausias – 35,63–33,72 proc. Tačiau jogurtuose su lervų miltais išrūgų išsiskyrė daugiausia (47,23–49,2 proc.). Mėginių su lieso pieno milteliais klampa laikymo metu nekito (1 d. 2306,6 cP ir po 14 d. 2307,06 cP). Tačiau jogurto su 3 proc. lervų miltais klampa laikymo metu mažėjo, priklausomai nuo įdėto kiekio – su 2 proc. lervų sumažėjo 67,78 proc., su 3 proc. lervų – 54,2 proc. Didinant pridedamų lieso pieno ir lervų miltelių kiekį, jogurtuose didėjo baltymų, riebalų ir sausųjų medžiagų kiekis.

Reikšminiai žodžiai: lieso pieno milteliai, lervų milteliai, jogurtas, klampa, rūgštingumas.

Įvadas

Pastaraisiais metais daugiau baltymų turintis jogurtas sulaukė didesnio vartotųjų dėmesio dėl tekstūros ir mokslinių įrodymų apie pieno baltymų naudą sveikatai. Baltymų kiekis jogurte gali būti padidintas įvairiais būdais: pridedant išrūgų miltelių, pieno miltelių, taikant membranineį filtravimą arba naudojant vabzdžių miltelius (Jorgensen ir kt., 2019).

Baltymas yra esminis organizmo komponentas, randamas ne tik raumenyse, bet ir plaukuose, odoje, nervuose ir kraujyje (Better Health Channel, 2021).

Tyrimo tikslas – įvertinti lieso pieno ir lervų miltelių įtaką jogurto reologinėms ir technologinėms savybėms.

Tyrimo uždaviniai:

1) įvertinti lieso pieno ir lervų miltelių įtaką jogurto rūgštingumui, klampai ir išrūgų išsiskyrimui laikymo metu,

2) nustatyti jogurtuose baltymų, riebalų ir sausų medžiagų kiekius.

Tyrimo metodai. Tyrimai atlikti naudojantis instrumentiniais tyrimo metodais: klampio, rūgštingumo, pH, išrūgų kiekio ir sausųjų medžiagų vertinimas.

Lieso pieno ir lervų miltelių nauda žmogaus organizmui

Lieso pieno ir lervų milteliai – tai yra baltymai, kurie naudingi žmonių sveikatai dėl gyvybiškai svarbių maistinių medžiagų. Baltymai – sudaryti iš aminorūgščių, būtinų gyvybei palaikyti. Žmogaus kūnas naudoja šias aminorūgštis naujiems baltymams, tokiems kaip raumenys, kaulai, fermentai, hormonai ir kt. Iš 20 aminorūgščių 11 gali pasigaminti pats organizmas, o 9 nepakeičiamas rūgštis reikia gauti su maistu (Better Health Channel, 2021).

Mokslininkai vieningai teigia, kad baltymų kiekis mityboje turėtų būti nustatomas remiantis kūno svoriu. Minimalus baltymų suvartojimo kiekis žmogui, kuris nesportuoja, yra 1,2–1,8 g/kg. Jei žmogus sveria 50 kg, rekomenduojama suvartoti ne mažiau kaip 60–90 g baltymų per dieną. Sportuojantiems žmonėms patariama suvartoti didesnę kiekį – nuo 1,4 iki 2 g baltymų 1 kg kūno svorio, nes geresnis raumenų aprūpinimas baltymais leidžia greičiau atsistatyti po treniruočių ir skatina naujų baltymų sintezę (Martin, Armstrong, Rodriguez, 2005).

Didesnis baltymų kiekis mityboje gali teigiamai veikti bendrą pagyvenusių žmonių sveikatą ir netgi padėti išvengti kaulų retėjimo, nes baltymai yra būtini kaulų ir raumenų būklės palaikymui. Pagyvenusių žmonių organizmas prastai pasisavina baltymus, todėl rekomenduojama suvartoti didesnę jų kiekį, siekiant pagerinti jų pasisavinimą (Lietuvos medicina, 2020).

Jogurtas, turintis didelį baltymų kiekį, gali būti naudojamas kaip mėsos alternatyva, aprūpinant iki 35 proc. paros normos kalio ir kitų svarbių mineralų bei vitaminų, tokių kaip riboflavinai B₂, vitaminas B₁₂. Su didėjančiu supratimu apie jogurto naudą sveikatai, jo populiarumas ir platinimas išaugo pasauliniu mastu (Chandan ir kt., 2017).

Jogurtų su padidintu baltymų kiekiu tyrimai

Daug baltymų turintys jogurtai gali būti naudingi sportinėje mityboje, skatinant aminorūgščių kiekį, raumenų sintezę ir padedant laikytis kaloringos dietos. Jogurtų praturtinimui dažnai naudojamas pieno baltymų koncentratas, kuris padidina baltymų kiekį be didelio laktozės kiekio pridėjimo. Buvo atlikti tyrimai, kurie parodė, kad neriebiuose jogurtuose, praturtintuose pieno baltymų koncentratu, baltymų kiekis svyravo mažiau kaip 8 proc., o laktozės kiekis buvo ne mažiau kaip 5 proc. Jogurtai su baltymų kiekiu virš 8 proc. turėjo grūdėtą tekstūrą (Jorgensen ir kt., 2019).

Vabzdžių baltymai pastaruoju metu laikomi vienu tvariausių baltymų šaltinių maisto pramonėje. Vidutinis baltymų kiekis vabzdžiuose svyruoja nuo 40 iki 70 proc. sausos masės, priklausomai nuo valgomųjų vabzdžių rūšies, tokių kaip vabalai, svirpliai, vikšrai, skėriai ir žiogai. Vabzdžių baltymai turi keletą pagrindinių privalumų, įskaitant nepakeičiamų aminorūgščių kiekį, didesnę virškinamumą (76–98 proc.), palyginti su augaliniais baltymais, ir šiek tiek daugiau ekologiškesni nei gyvūniniai baltymai, nes išmetama mažiau šiltnamio efektą sukeliančių dujų ir amoniako. Be šios naudos, valgomųjų vabzdžių derlius ir jų baltymų gavyba gali būti maisto saugumo garantija, nes pasaulyje nuolat auga gyventojų skaičius ir mažėja dirbamos žemės plotai (Gharibzahedi ir kt., 2024).

Buvo atlikti tyrimai, kuriuose jogurtas praturtintas mažųjų miltų kirmėlių baltymų izoliatais, fermentuotais *Streptomyces mobaraensis* bakterijomis ir mikrobine transglutaminaze. Rezultatai atskleidė naujas galimybes sumažinti riebalų kiekį tokio tipo produkte. Miltų kirmėlių baltymų izoliatas, turintis 59,6 proc. baltymų, 28,7 proc. riebalų, 3,7 proc. chitino, 2,7 proc. angliavandenių ir 0,9 proc. druskos buvo patvirtintas kaip tvarus baltymų šaltinis. Ši inovacija ne tik atvėrė galimybes praturtinti jogurtą baltymais, bet ir paspartino vabzdžių baltymų vartojimą maisto pramonėje (Gharibzahedi ir kt., 2024).

Norint patenkinti didėjančių pieno produktų, turinčių baltymų, poreikį, buvo atliktas tyrimas, įmaišant *Oxya chinensis sinuosa* žiogo miltelius į jogurtą. *Oxya*

chinensis sinuosa – žiogas yra vertingas baltymų šaltinis, turintis apie 748,8 g/kg sausos masės baltymų. Tyrimo metu siekta sukurti daug baltymų turintį jogurtą, pagerinant juslines savybes. Tyrimams buvo pasirinktos skirtingos koncentracijos žiogo miltelių (0,5 proc., 1 proc. ir 2 proc.). Gauti daug baltymų turintys jogurtai išlaikė panašų pH, titruojamą rūgštingumą ir baltymų kiekį, bet juslinių vertinimų metu spalva, tekstūra, skonis ir bendras priimtumas mažėjo proporcingai didėjant žiogo miltelių kiekiui (Kim ir kt., 2017).

Tyrimo metodika

Tyrimo objektai. Kontrolinis jogurtas tik iš pieno, ir jogurtai su lieso pieno ir lervų milteliais. Kontrolinio jogurto sudėtis: 3,5 proc. pienas, YO-MIXTM 883 LYO 50 DCU raugas. Jogurto su lervų milteliais sudėtis: 3,5 proc. pienas, 3 proc. ir 2 proc. *Tenebrio molitor* lervų milteliai, YO-MIXTM 883 LYO 50 DCU raugas.

Jogurto su lieso pieno milteliais sudėtis: 3,5 proc. pienas, 3 proc. lieso pieno miltelių, YO-MIXTM 883 LYO 50 DCU raugas.

Klampio nustatymas. Jogurto klampis buvo tiriama reometru Fungilab, esant 20 °C temperatūrai. Tyrimo metu buvo naudojamas R2 sukinyš, pasirinktas sukinių greitis 3.00–20.00 rpm, tyrimo trukmė – 120 s. Tyrimui pateikti 4 mėginiai: kontrolinis, jogurtas su lieso pieno milteliais ir su lervų milteliais 2 ir 3 proc..

Sausųjų medžiagų kiekio nustatymas. Sausų medžiagų kiekio nustatymas jogurtuose buvo atliktas su KERN firmos drėgnomačiu MLB 50-3.

pH nustatymas. pH nustatymas jogurtuose buvo atliktas su pH-metru Extech ExStik (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2013).

Riebalų kiekio nustatymas. Riebalų kiekis buvo nustatomas rūgštinio Gerberio metodu (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2009).

Išrūgų kiekio nustatymas pagal Joon ir kt., (2017). Į mėgintuvėlį atsveriamą po 30 g jogurto. Centrifuguojama 15 min ne mažesniu nei 3390 aps/min greičiu 15 min. Po centrifugavimo nupilamos išsiskyrusios išrūgos, pasveriamas likęs jogurtas ir apskaičiuojamas išrūgų kiekis.

$$I = \frac{(J-m)}{J} * 100\text{proc.}$$

I – išrūgų kiekis, proc.;

J – pradinis jogurto kiekis, g;

m – likęs jogurto kiekis po centrifugavimo, g.

Baltymų kiekio nustatymas (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2014).

Visi jogurtų tyrimai buvo atlikti 1-ąją, 7-ąją, 14-ąją dienomis po gamybos. Kiekvieno mėginio matavimai kartojami tris kartus ir skaičiuojama gautų verčių vidutinė reikšmė.

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Sausųjų medžiagų kiekio nustatymas. Tyrimų rezultatai pateikti 1 lentelėje. Rezultatai parodė, kad pridėjus į jogurtą baltyminių priedų, sausųjų medžiagų kiekis didėjo nuo 11,99 proc. iki 15,92 proc. Lervų milteliai padidino sausųjų medžiagų kiekį, lyginant su pieno milteliais 1,49 proc.

1 lentelė. Sausųjų medžiagų kiekis jogurtuose, proc.

Jogurtų mėginiai	Sausųjų medžiagų kiekis, proc.
Kontrolinis	11,99
Jogurtas su 2 proc. lervų milteliais	13,70
Jogurtas su 3 proc. lervų milteliais	15,92
Jogurtas su 3 proc. lieso pieno milteliais	14,43

Riebalų kiekio nustatymas. Jogurto mėginių riebumo rezultatai pateikti 2 lentelėje. Vyravo tokios pačios tendencijos kaip ir sausųjų medžiagų, nes didinant pridedamų baltyminių miltelių kiekį, didėjo ir riebalų kiekis mėginiuose. Daugiausia padidėjo su 3 proc. lervų miltelių, kadangi šiuose milteliuose yra 29 proc. riebalų, kai tuo tarpu lieso pieno milteliuose – 1,5 proc.

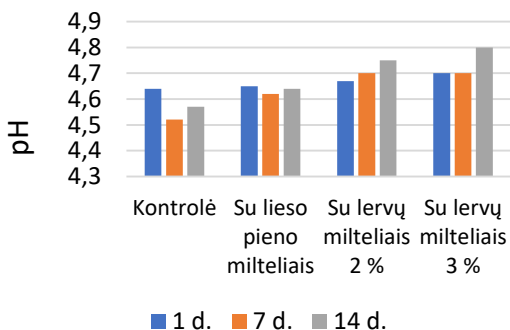
2 lentelė. Riebalų kiekis jogurtuose, proc.

Jogurtų mėginiai	Riebumas proc.
Kontrolinis	3,5
Jogurtas su 2 proc. lervų milteliais	3,9
Jogurtas su 3 proc. lervų milteliais	4,1
Jogurtas su 3 proc. lieso pieno milteliais	3,7

pH nustatymas. pH rezultatai pateikti 1 paveiksle.

Pirmąją dieną visų jogurtų pH buvo labai panašus 4,64–4,7. 7 dieną matoma, kad nepriklausomai nuo įdėtų miltelių kiekio, pH išlieka toks pat, išskyrus kontrolinio mėginio – sumažėjo iki 4,52 pH. Tai rodo, kad laikymo metu jogurte, kuriame mažiausias sausųjų medžiagų kiekis, geriausiai vyksta rūgimo procesas ir pH mažėja. Tuo tarpu mėginyje, kuriame sausųjų medžiagų kiekis didžiausias (su 3 proc. lervų miltelių) pH išlieka nepakitęs.

14 dieną visų jogurtų pH padidėjo: kontrolinio iki 4,57 pH, o jogurto su 3 proc. lervų – iki 4,8 pH. Tai rodo, kad prasidėjo gedimo procesas. Tačiau mėginys su lieso pieno milteliais išliko stabiliausias rūgimo ir gedimo procesams.



1 pav. Jogurtų pH kitimas laikymo metu

Baltymų kiekio nustatymas. Jogurto mėginiuose pridodant priedus siekta padidinti baltymų kiekį galutiniame produkte. Baltymų kiekio rezultatai pateikti 3 lentelėje.

3 lentelė. Baltymų kiekis jogurtuose, proc.

Jogurtų mėginiai	Baltymų kiekis proc.
Kontrolinis	3,20
Jogurtas su 2 proc. lervų milteliais	4,53
Jogurtas su 3 proc. lervų milteliais	4,97
Jogurtas su 3 proc. lieso pieno milteliais	4,30

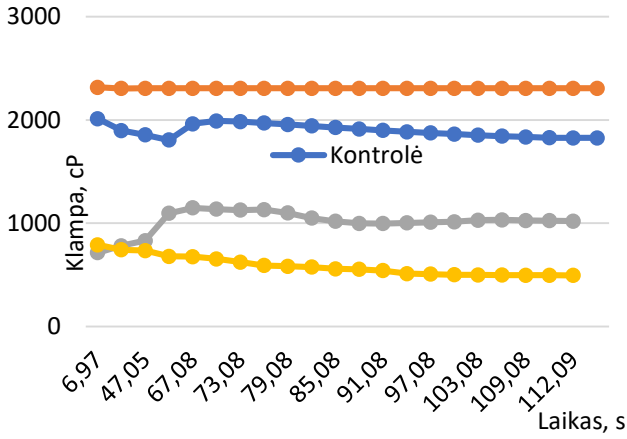
Iš rezultatų galima matyti, kad kontroliniame jogurte baltymų kiekis 3,2 proc. Jogurtas su lieso pieno milteliais turėjo 4,3 proc. baltymų, o pridodant lervų miltelių, baltymų kiekis jogurte padidėja iki 4,97 proc.

Klampos nustatymas. Vienas svarbiausių jogurtų tekstūros parametrų yra klampa. Jogurtų klampumas priklauso nuo micelių tarpusavio ryšio ir pieno baltymų tarpusavio sąveikos. Klampos rezultatai jogurtų laikymo metu pateikti 2, 3 ir 4 paveiksluose.

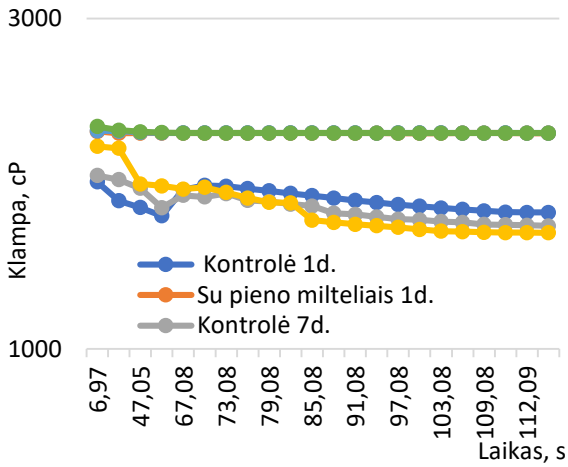
Pradinė jogurtų klampa skyrėsi priklausomai nuo įdėto priedo: tvirčiausi buvo jogurtai su lieso pieno milteliais 2306 cP, o silpniausi – su 3 proc. lervų 554 cP (2 pav). Labai panašūs rezultatai buvo gauti sojų baltymų ir lervų miltų mėginiuose, kai pridodant lervų miltų gelių klampa mažėjo (Oh ir Kim, 2024). Taip yra todėl, kad lervų miltai trukdo susidaryti pieno baltymų geliui, t.y. formuoti tinklą. Lervų miltų baltymų molekulės yra mažos ir įsiskverbę tarp kazeino molekulių suardo amidines jungtis, tokiu būdu trukdydamos baltymų tarpusavio sąveiką.

3 paveiksle matoma, kad laikymo trukmė kontrolinio ir jogurto su lieso pieno milteliais klampai įtakos neturi – klampa išliko praktiškai nepakitusi (kontrolinis 1 d. 1826,31 cP ir po 14 d. 1702,58 cP, jogurto su lieso pieno milteliais 1 d. 2306,6 cP ir po 14 d. 2307,06 cP). Rezultatai atitinka Hassan ir kt. (2015) tyrimus, kai baltymų micelių ryšiai nesikeičia ir susidariusi baltymų matrica iki 15 dienos nekinta, nesikeičiant jogurto klampai.

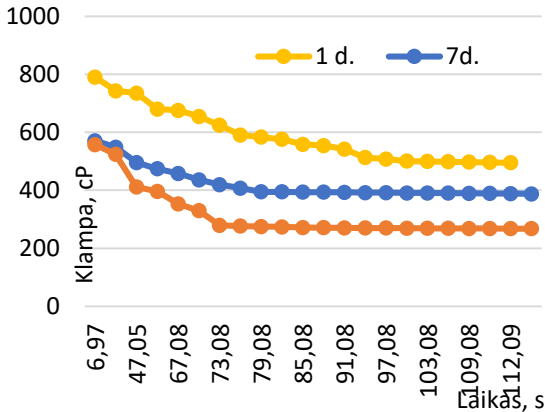
Tuo tarpu jogurto su 3 proc. lervų miltelių klampa laikymo metu mažėjo: 1 d. 493,93 cP, o po 14 d. 267,75 cP (4 pav.). Tokia pati tendencija buvo gauta ir su 2 proc. lervų: 1 d. 1020,87 cP, o po 14 d. 651,19 cP. Gauti rezultatai patvirtina, kad jogurto gelis yra silpnas ir laikymo metu ryšiai tarp baltymų rūgščioje terpėje vis silpnėja.



2 pav. 1 dienos jogurto mėginių klampa



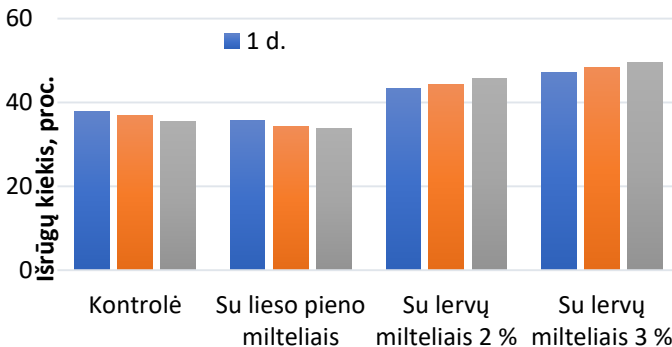
3 pav. Kontrolinio ir su pieno milteliais jogurto mėginių klampa laikymo metu



4 pav. Jogurto su 3 proc. lervų miltų klampa laikymo metu.

Išrūgų kiekio nustatymas. Jogurtą laikant išsiskiria dalis išrūgų, kurios nulemia jogurto kokybę. Atlikus tyrimus nustatyta, kad kontroliniame mėginyje 1 d. išsiskyrė 37,84 proc. išrūgų, o 14 d. – 35,54 proc. Jogurte su lieso pieno milteliais 1 d. išsiskyrė 36,63 proc., o po 14 d. 33,72 proc. išrūgų. Galima teigti, kad laikymo metu abiejuose jogurtuose išrūgų kiekis nežymiai mažėjo. Nors laikymo metu kontrolinio jogurto pH mažėjo, tačiau, tai neturėjo didelės reikšmės baltymų pokyčiams, dėl kurių išrūgų kiekis didėtų. O jogurto su lieso pieno milteliais pH ir išrūgų kiekis kito nežymiai. Gauti rezultatai sutampa su jogurtų klamos rezultatais ir patvirtina baltymų matricos tvirtumą.

Jogurtuose su 2 proc. ir 3 proc. lervų milteliais išsiskyręs išrūgų kiekis buvo didesnis, lyginant su kontroliniu ir pieno miltelių mėginiais: 1 d. – 43,3 proc., o po 14 d. – 45,8 proc., su 3 proc. lervų miltelių – 1 d. išrūgų buvo 47,23 proc., o po 14 d. – 49,6 proc.. Gauti rezultatai sutampa su klamos tyrimais, kurie parodė silpną baltymų sąveiką (5 pav.).



5 pav. Išrūgų kiekio nustatymas

Išvados

1. Jogurto su lieso pieno milteliais pH laikymo metu nekito 4,65–4,64. Panašūs rezultatai gauti su išrūgų kiekiu – jogurto su lieso pieno milteliais išsiskyres išrūgų kiekis buvo mažiausias – 35,63–33,72 proc. Tačiau jogurtuose su lervų miltalais išrūgų išsiskyre daugiausia (47,23–49,2 proc.), nes baltymų gelio matrica yra silpniausia dėl lervų baltymų. Mėginių su lieso pieno milteliais klampa laikymo metu nekito (1 d. 2306,6 cP ir po 14 d. 2307,06 cP). Tačiau jogurto su 3 proc. lervų miltalais klampa laikymo metu mažėjo, priklausomai nuo įdėto kiekio – su 2 proc. lervų sumažėjo 67,78 proc., su 3 proc. lervų – 54,2 proc.

2. Didinant pridedamų lieso pieno ir lervų miltelių kiekį, jogurtuose didėjo baltymų, riebalų ir sausųjų medžiagų kiekis. Didžiausias kiekis nustatytas jogurtuose su 3 proc. lervų miltelių: baltymų 4,97 proc., riebalų 4,1 proc. ir sausųjų medžiagų 15,92 proc.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Better health channel (2021). *Protein*.
<https://www.betterhealth.vic.gov.au/health/healthyliving/protein#what-is-protein>
2. Chandan, R.C., Gandhi, A., Shah, N.P., (2017). Chapter 1 - Yogurt: Historical Background, Health Benefits, and Global Trade. *Yogurt in Health and Disease Prevention*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00001-8>
3. GHARIBZAHEDI, S.M.T., ALTINTAS, Z. (2024). TRANSGLUTAMINASE-CROSSLINKED LESSER MEALWORM PROTEIN ISOLATE: A NEW MILK FAT SUBSTITUTE FOR HIGH-QUALITY PROBIOTIC SET YOGURTS. *FOOD HYDROCOLLOIDS*. 146.
[HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FOODHYD.2023.109172](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109172)
4. Hassan, L.K., Haggag, H.F., ElKalyoubi, M.H., Abd El-Azis, M., El-Sayed, M.M., Sayed, A.F. (2015). Physico-chemical properties containing cress seed mucilage or guar gum. *Annals of Agricultural Science*, 60(1), 21-28.
<https://doi.org/10.1016/j.aogas.2014.11.021>
5. Joon, R., Mishra, S. K., Brar, G. S., Singh, P. K., Panwar, H. (2017). Instrumental texture and syneresis analysis of yoghurt prepared from goat and cow milk. *The Pharma Innovation*, 6 (7, Part G), 971.
6. Jorgensen, C. E., Abrahamsen, R. K., Rukke, E. O., Haffmann, T. K., Johansen, A. G., Skeie, Siv., B., (2019). Processing of high-protein yoghurt – A review. *International Dairy Journal*. 88, 42-59.
<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.08.002>
7. Kim, H.S., Kim, Y., Chon, J.W., Kim, D.H., Song, K.Y., Kim, H., Seo K.H. (2017). Organoleptic Evaluation of the High-Protein Yoghurt containing the Edible Insect *Oxya chinensis sinuosa* (Grasshopper): A Preliminary Study. *Journal of Dairy Science and Biotechnology*. <http://dx.doi.org/10.22424/jmsb.2017.35.4.266>
8. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2013). *Fermentuotas pienas. Titravimo rūgštingumo nustatymas. Potenciometrinis metodas* (tapatus ISO/TS 11869:2012). <https://www.lvb.lt/permalink/f/7fkot1/LSDPRIMO644109>
9. Lietuvos standartizacijos departamentas.(2009). *Pienas ir pieno gaminiai. Riebalų kiekio nustatymas. Bendrieji butirometrinių metodų taikymo nurodymai* (tapatus ISO 11870:2009).

<https://www.lvb.lt/permalink/f/7fkot1/LSDPRIMO636225>

10. Lietuvos standartizacijos departamentas. (2014). *Pienas ir pieno gaminiai. Azoto kiekio nustatymas. 1 dalis. Kjeldalio principas ir žalio baltymo skaičiavimas* (ISO 8968-1:2014). <https://www.lvb.lt/permalink/f/7fkot1/LSDPRIMO642354>
11. Martin, W.F., Armstrong, L.E., Rodriguez, N.R. (2005) Dietary protein intake and renal function. *Nutrition metabolism*, doi: 10.1186/1743-7075-2-25
12. OH, E., KIM, Y. (2024) INFLUENCE OF MEALWORMS (*TENEBRIO MOLITOR* LARVAE) AND THEIR PROTEIN DERIVATIVES ON THE STRUCTURAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF TOFU. *FOOD HYDROCOLLOIDS*, 147.
[HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FOODHYD.2023.109399](https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109399)

Summary

The aim of this article was to evaluate the influence of mealworm and skimmed milk powders on the rheological and technological properties of yoghurt. The objectives were: to determine the protein, solids and fat content of yoghurt, evaluate pH levels, whey release and viscosity variation during storage. The results showed that the pH of yoghurt with skimmed milk powder were practically unchanged (4.65-4.64). The lowest content of syneresis was found in yoghurt with skimmed milk powder (35.63proc. - 33.72proc.). Opposite results were observed in yoghurt with mealworm powder (47.23proc. - 49.2proc.). The viscosity of samples with skimmed milk powder did not change during storage (2306.6 cP on 1 one and 2307.06 cP on day 14). However, the viscosity of yoghurt with 3proc. mealworm powder significantly decreased during storage, depending on the added amount of powder: yoghurt with 2proc. added mealworm powder decreased 67.78proc., and yoghurt with 3proc. added mealworm powder – 54.2proc.. Increasing the amount of skimmed milk and mealworm powder increased protein, fat and dry matter content in all yoghurt samples.

Keywords: skimmed milk powder, mealworm powder, yoghurt, viscosity, acidity.

Ryžių duonos maistinės vertės padidinimas sojos ir pieno išrūgų baltymų priedais

Lukas Šuopys, Svajūnė Garmuvienė
Kauno kolegija

Anotacija. Baltymai – būtini raumenų masei ir jėgai palaikyti, ypač vyresnio amžiaus žmonėms, sportininkų fizinei formai pagerinti, taip pat sveikam vaikų augimui skatinti. Šis tyrimas atliktas siekiant padidinti baltymų kiekį beglitimėje ryžių duonoje, kuri būtų tinkama glitimo netoleruojančių ar dėl įvairių priežasčių jo nevartojančių, ar celiakija sergančių sportuojančių asmenų mitybai. Tyrimo metu įvertinti beglitimės duonos su padidintu baltymų kiekiu kokybės rodikliai ir juslinės savybės. Tyrimai atlikti su ryžių duonomis: be priedų, su skirtingu kiekiu (5, 10, 15 proc.) sojų baltymų izoliato (SBI) priedu ir ryžių miltus keičiant skirtingu kiekiu (5, 10, 15 proc.) pieno išrūgų baltymų koncentratu (PIBK). Ryžių duonos tekstūrai ir kepininių formos išlaikymo rodikliui pagerinti naudota 5 proc. balkšvojo gysločio luobelė. Rezultatai parodė, kad ryžių duona su didesniu nei 5 proc. SBI kiekiu, turėjo neigiamą poveikį juslinėms savybėms, ji išsiskyrė nepatraukliu poskoniu. SBI priedas lyginant su kontrole blogino kokybės rodiklius, tačiau padidino baltymų kiekį. Nustatyta, kad duonos su 15 proc. PIBK išlaikomos tinkamos juslinės savybės ir pagerinamas duonos savitasis tūris, akytumas, baltymų kiekis. Todėl beglitimės ryžių duonos gamyboje rekomenduojama neviršyti 5 proc. SBI priedo kiekio ir iki 15 proc. PIBK priedu galima pakeisti ryžių miltus.

Raktiniai žodžiai: beglitimė duona, ryžių miltai, balkšvojo gysločio luobelės, sojos baltymų izoliatas, pieno išrūgų baltymų koncentratas.

Įvadas

Daugėja žmonių, kurie netoleruoja glitimo, netirpių baltymų esančių kviečių, rugių, miežių ir avižų sudėtyje. Vartotojams gali pasireikšti įvairūs sveikatos sutrikimai, pavyzdžiui, celiakija, neceliakinis jautrumas glitimui, alergija kviečiams arba dirgliosios žarnos sindromas (Biesiekierski, Iven, 2015). Melini ir kt. (2017) teigimu komerciniuose duonos be glitimo mišiniuose daugiausia yra angliavandenių, įskaitant greitai virškinamą krakmolą, kuris gerokai padidina tokių gaminių glikeminio indekso reikšmę. Tokie duonos mišiniai nepasizymi ir dideliu baltymų, aminorūgščių kiekiu (Naqash ir kt., 2017). Baltymai yra būtini raumenų masei ir jėgai palaikyti, ypač vyresnio amžiaus žmonėms (Song, Perez-Cueto, 2018), sportininkų fizinei formai palaikyti (Jäger ir kt., 2017), taip pat sveikam vaikų augimui skatinti (Karagounis, Volterman, 2018) ir kaulų sveikumui palaikyti visais gyvenimo tarpsniais (Wallace, Frankenfeld, 2017).

Tyrimo aktualumas ir problema. Šiuo tyrimu siekiama sukurti daug baltymų turinčią duoną, galinčią padėti baltymų sintezei, kad būtų išvengta skeleto raumenų masės mažėjimo ir pagerinta sportininkų raumenų reakcija į treniruotes. Nors kvietinė duona paprastai vartojama pusryčiams, joje yra glitimo, kuris gali sukelti virškinimo trakto diskomfortą. Zonulinas yra fiziologinis žarnyno sandariųjų jungčių modulatorius, dėl kurio atsiranda žarnyno nesandarumas. Gliadinas, kviečių glitimo

baltyminė sudedamoji dalis, aktyvuoja zonulino signalizaciją, todėl padidėja žarnyno pralaidumas makromolekulėms (Sturgeon ir kt., 2017). Norint išvengti šių negalavimų reikia surasti kvietinei duonai, turinčiai glitimo, beglitimes alternatyvas.

Tyrimo objektas – beglitimė ryžių duona su sojos baltymų izoliato ir pieno išrūgų baltymų koncentrato priedais.

Tyrimo tikslas – įvertinti sojos baltymų izoliato ir pieno išrūgų baltymų koncentrato įtaką beglitimės duonos kokybei ir juslinėms savybėms.

Tyrimo uždaviniai:

1. Atlikti bandomuosius kepinimus su skirtingais sojos izoliato ir pieno išrūgų koncentrato baltymų kiekiais ir nustatyti ryžių duonos kokybės rodiklius bei tinkamumo vartoti terminą.

2. Įvertinti beglitimės duonos su padidintu baltymų kiekiu juslines savybes ir priimtinumą vartotojams.

Teorinė dalis

Šiandien duona be glitimo tapo populiari ne tik celiakija sergantiems pacientams, kuriems reikia griežtos dietos be glitimo, bet ir kitiems vartotojams, kurie rūpinasi sveikata ir nevarvoja produktų su kviečiais (Aprodu ir kt., 2016). Celiakija – lėtinė enteropatija, kurią sukelia glitimo baltymai, gaunami iš plačiai paplitusių maisto šaltinių, tokių kaip kviečiai, rugiai, miežiai ir avižos. Ši liga yra susijusi su plonosios žarnos uždegimu, dėl kurio gali sutrikti kelių svarbių maistinių medžiagų įsisavinimas ir gali būti pažeista žarnyno gleivinė. Vienintelis veiksmingas celiakijos gydymas – griežtas dietos be glitimo laikymasis visą paciento gyvenimą (Shan ir kt., 2002).

Dažniausiai kvietinių miltų pakeičiamieji, duonos be glitimo gamybai yra ryžiai ir (arba) kukurūzų miltai kartu su įvairios kilmės krakmolu (pvz., bulvių, kukurūzų, maniokų). Šios žaliavos labiausiai paplitę ir pigiausias. Ryžių miltai švelnaus skonio, bespalviai, turi mažą natrio kiekį, lengvai virškinamus angliavandenius ir mažai hipoalerginių savybių (Gujral, Rosell, 2004). Nepaisant to, ryžių miltai negali sukurti tinklo, kurio savybės būtų panašios į glitimo, dėl savito baltymų santykio skirtingo nei kviečiuose. Pasak mokslininkų ryžių tešla neturi viskoelastinių savybių ir atrodo kaip skysta tešla, be struktūros, todėl ryžių duonos kokybė nepriimtina, pvz., mažas tūris (Masure ir kt., 2016). Ryžių miltų tešla yra trapi, mažiau elastinga ir linkusi praskysti, todėl, norint įveikti šiuos defektus, kiti ingredientai, tokie kaip hidrokoloidai, emulsikliai, krakmolai, kitų grūdų ar pupinių kultūrų miltai, turi būti kombinuojami su ryžių miltais (Srikanlaya ir kt., 2018).

Balkšvasis gyslotis – natūralus produktas, pasižymintis didele vandens absorbcijos geba ir kartu su krakmolingomis medžiagomis turintis panašų poveikį kaip ksantano derva (Belorio, Gomez, 2020). Gysločio derva yra hidrokoloidas, randamas *Plantago ovata* sėklų luobelėje. Indija – pagrindinė šių sėklų gamintoja, tačiau jų gamyba svarbi ir Pakistane bei Irane. *Psyllium* luobelę daugiausia sudaro skaidulos, ypač arabinoksilanai. Gysločio sudėties, funkcionalumo ir galimo panaudojimo aspektus galima rasti Belorio ir Gomez apžvalgoje (2021). Balkšvojo gysločio luobelėlių teigiamas vartojimo poveikis sveikatai yra plačiai ištirtas ir apima vidurių užkietėjimo, viduriavimo, dirgliosios žarnos sindromo, opinio kolito, storosios žarnos vėžio, diabeto ir hipercholesterolemijos prevenciją (Franco ir kt., 2020). Balkšvasis gyslotis

naudojamas duonos be glutimo gamyboje kaip glutimo pakaitalas (Filipčev, 2021). Mokslininkai ištyrė, kad pridėjus *Psyllium* taip pat sumažėja duonos kalingumas dėl padidėjusio drėgmės ir skaidulinių medžiagų kiekio. Be to, pridėjus iki 5 proc. gysločio akivaizdžiai pagerėja visų grūdo dalių duonos priimtumas (Belorio, Gomez, 2020).

Glutimo neturintys mišiniai daugiausia susideda iš angliavandenių, bet nepasižymi dideliu baltymų kiekiu, kuris ne tik turi įtakos reikiamam dienos raciono baltymų kiekiui, bet ir daro didelę įtaką duonos struktūrai ir kokybei (Skendi ir kt., 2021). Be to, tinkamas baltymų suvartojimas išlieka būtinas, siekiant užkirsti kelią sarkopenijos (raumenų masės mažėjimas senstant) vystymuisi, ir, atsižvelgiant į tendenciją, kad vyresnio amžiaus žmonės mažina maisto suvartojimą, todėl sunku užtikrinti tinkamą baltymų kiekį. Daug nepakeičiamų aminorūgščių (BCAA) turintys pusryčiai efektyviau skatina raumenų hipertrofiją nei tolygus baltymų suvartojimo paskirstymas per dieną ar didesnis suvartojimas vakarienės metu. Tačiau pastebima tendencija, kad žmonės per pusryčius suvartoja mažiau baltymų (Ishikawa-Takata, 2018).

Mokslininkai bandė pagerinti duonos be glutimo kokybę ir maistinę vertę, padidindami baltymų kiekį, naudodami tinkamus baltymų koncentratų ar izoliatus, gautus iš mikroorganizmų, gyvūnų ir augalų. Pagal Akharume ir kt. (2021) baltymų ingredientai prekyboje skirstomi į tris kategorijas: baltymų miltai, baltymų koncentratai ir baltymų izoliatai, kuriuose yra, atitinkamai, 10–20 proc., 55–60 proc. ir daugiau kaip 80 proc. baltymų. Gorissen ir kt. (2018) stebėjo baltymų kiekį ir aminorūgščių sudėtį kai kuriuose augalinių baltymų izoliatuose, tokiuose kaip avižos, lubinai, kviečiai, kanapės, mikrodumbliai, sojos, rudieji ryžiai, žirniai, kukurūzai, bulvės, pienas, išrūgos, kazeinas, kiaušinis. Jie pastebėjo, kad augalinių baltymų izoliatų nepakeičiamųjų aminorūgščių kiekis buvo mažesnis nei gyvūninių baltymų. Be to, aminorūgščių profilis skiriasi, metioninas ir lizinas yra dažniau randamas gyvūniniuose baltymuose.

Mokslinės studijos parodė sojos baltymų izoliato (SBI) poveikį duonos kokybei, įvesdami šiuos baltymus į duonos receptūras arba jais pakeisdami tik dalį kvietinių miltų (Kristiawan, 2018). Maistiniu požiūriu sojose yra visaverčių, aukštos kokybės baltymų, kurių sudėtyje yra nepakeičiamųjų aminorūgščių, turinčių daug BCAA (sudaranti apie 20 proc. nepakeičiamųjų aminorūgščių virtose sojos pupelėse esančių baltymų) ir maždaug 7 proc. lizino. Be to, vyraujantis sojos baltymas, glicinas, turi seką, panašią į ubikvitino ligazės CbI-b inhibitoriaus peptido seką, todėl jis slopina CbI-b sukeltą skeleto raumenų atrofiją *in vitro* ir *in vivo* (Nikawa, 2020). Pageidautinos SBI funkcinės savybės: emulsavimas, riebalų sugėrimas, drėgmės sulaikymas, tiršinimas ir putų formavimas. Taip pat SBI pasižymi didele vandens surišimo geba. Maišymo metu šis izoliatas greitai sulaiko vandenį, todėl pagerėja tešlos elastingumas (Crockett ir kt., 2011). Taigi sojos baltymai kepimo metu išlaiko vandens kiekį duonoje, taip prailgindami duonos šviežumą, kartu pagerindami tešlos kokybę ir plutos spalvą (Crockett ir kt., 2011).

Pieno baltymai – vertingi komponentai, dėl jų mitybos, technologinių ir funkcinių savybių, atsirandančių dėl juose esančių aminorūgščių sudėties. Jie užtikrina gerą tirpumą, absorbciją ir vandens bei riebalų sulaikymą, taip pat emulsavimo ir putojimo pajėgumą, stabilumą ir gelio sudarymą. Pienas pagerina juslines savybes ir produkto priimtumą (Araújo ir kt., 2016). Į tešlą įdėjus pieno išrūgų baltymų koncentratą (PIBK), gauta pageidautina beglitimės ryžių duonos plutos išvaizda dėl padidėjusios Majaro reakcijos. Be to, pagerėja duonos be glutimo tekstūra ir skonis

(Crockett ir kt., 2011). Pieno ingredientai yra plačiai naudojami kepimo pramonėje dėl jų maistingų ir juslinių savybių. Gani ir kt. (2015a) atliktas tyrimas rodo, kad baltymų pridėjimas prie sausinių pagerina pastarųjų maistinę vertę, taip pat turi didelę teigiamą įtaką juslinėms savybėms ir kokybei. Tie patys autoriai (Gani ir kt., 2015b) ištyrė, kad į grūdų duoną įdėjus 10–15 proc. baltymų, pagerėja tešlos savybės ir tai neturi drastiško poveikio fizinėms ir juslinėms duonos savybėms.

Tyrimų metodika. Bandomieji beglitimės ryžių miltų duonos su sojos baltymų izoliato ir pieno išrūgų baltymų koncentrato priedais kepimai atlikti Kauno kolegijos duonos laboratorijoje. Kepinių kokybės rodikliai nustatyti po kepimo praėjus 24 h. Duonos su ir be baltymų priedų receptūros pateiktos 1 lentelėje.

Tyrimams naudoti ryžių miltai (gamintojas – „NATURALISMO“), balkšvojo gysločio luobelės (pardavėjas – „Sveiki produktai“), pieno išrūgų baltymų koncentratas (gamintojas – „My Protein“), sojos baltymų izoliatas (gamintojas – „My Protein“).

1 lentelė. Ryžių duonos su baltymų priedais receptūros

Žaliavos, proc.	Mėginio pavadinimas						
	K	PIBK 5	PIBK 10	PIBK 15	SBI 5	SBI 10	SBI 15
Ryžių miltai	100	95	90	85	100		
Mielės	1,6						
Sviestas	20						
Cukrus	9						
Balkšvojo gysločio sėklų luobelės	5						
Obuolių sidro actas	7						
Druska	1						
Vanduo	Pagal paskaičiavimą						
Pieno baltymų koncentratas	–	5	10	15	–	–	–
Sojos baltymų izoliatas	–	–	–	–	5	10	15

K – kontrolė, PIBK 5, PIBK 10, PIBK 15 – mėginiai, kuriuose ryžių miltai pakeisti pieno išrūgų baltymų koncentratu, atitinkamai 5, 10, 15 proc. SBI 5, SBI 10, SBI 15 – mėginiai, į kuriuos pridėta sojos baltymų izoliato, atitinkamai 5, 10, 15 proc.

Bandomųjų kepinių ruošimas. Sudedamos sausos medžiagos, aktyvuojamos mielės, tešla maišoma rankomis. Maišymo pabaigoje dedamas sviestas, kad iki tol tolygiai pasiskirstytų mielės. Suformuoti pusgaminiai dedami į folinę formą (dydis 450 ml, 14,5 × 12 × 4 cm), kildinami 120 min 35 °C temperatūroje (85 proc. santykinė oro drėgmė) kildinimo spintoje (kildinimo spinta Chef 200, Metos, Estija). Kepama konvekcinėje krosnyje (Chef 240; Metos, Estija) 30 min 200 °C temperatūroje be vandens garų funkcijos. Gatavi atvėsinti kepiniai iki tyrimo laikomi kambario temperatūroje (20 °C). Vandens kiekis kontrolinės duonos ir su sojos baltymų izoliatu yra vienodas. Duonai su pieno išrūgų baltymais vandens kiekis sumažinamas 25 proc.

Duonos su augaliniais baltymais receptūroje reikia naudoti daugiau vandens nei su gyvuliniais baltymais, kad būtų gautos didžiausios savitojo tūrio vertės (Sahagun, 2018). Toliau aprašomi kepinių kokybės rodiklių standartiniai vertinimo metodai.

Drėgmės kiekio nustatymas. Ryžių duonai drėgmės kiekis nustatomas pagal LST 1492:2013 (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2013). Po 5 g duonos mėginių dedama į paruoštus biuksus ir džiovinama džiovinimo spintoje 105 °C temperatūroje periodiškai pasveriant, kol mėginio masė nekinta (± 2 mg). Išdžiovinti ir atvėsinti mėginiai pasveriami 1 mg tikslumu.

Rūgštingumo nustatymas. Duonos rūgštingumas nustatomas pagal LST 1553:1998 (Lietuvos standartizacijos departamentas, 1998). 25 g mėginys sumaišomas su 250 ml vandens, po 30 min mišinys filtruojamas. 50 ml filtratas titruojamas su natrio druskos tirpalu iki gelsvos spalvos, indikatorius bromtimolio mėlynasis.

Kepinių formos išlaikymo rodiklio (H/D) nustatymas. Perpjauto per pusę išilgai kepinio pamatuojamas aukštis bei plotis milimetrų tikslumu. Išreiškiamas H/D santykis (Margarit, 2021).

Tūrio, tankio ir savitojo tūrio nustatymas. Tiriamas mėginys išstumia savo tūrį atitinkantį sorų kruopų kiekį, kuris išmatuojamas matavimo cilindru (cm^3) (American Association of Cereal Chemists, 2000). Paskaičiuojamas savitasis tūris, kaip santykis tūrio ir svorio (cm^3/g). Taip pat paskaičiuojamas tankis, kaip svorio ir tūrio santykis (g/cm^3) (Barros ir kt., 2018).

Akytumo nustatymas. Beglitimės duonos akytumas nustatomas Žuravliovo metodu ir išreiškiamas minkštimo tūrio proc. pagal LST 1442:1996 (Lietuvos standartizacijos departamentas, 1996).

Baltymų kiekis. Duonai baltymų kiekis nustatomas pagal LST EN ISO 8968-1:2014, LST EN 12135:2001 ir LST ISO 937:2000. Kaitinamas 2 g duonos mėginys su koncentruota sieros rūgštimi, baltyminės medžiagos oksiduojasi iki galutinių skilimo produktų (H_2O , CO_2 ir NH_3). Išskirtas amoniakas surišamas rūgštimis, po to titruojant nustatomas azoto kiekis, kuris dauginamas iš atitinkamo koeficiento ir apskaičiuojamas bendras baltymų kiekis (Koscelkovskienė, Pupelienė 2017).

Kaloringumo nustatymas. Naudojamas įrenginys energinės vertės nustatymui – IKA C2000 basic, pagal gamintojo nurodytas specifikacijas. 0,2 g mėginys dedamas į degimo maišelį ir tigli, paruošiama įranga, indas su adapteriu statomas į energinę vertę matuojantį įrenginį, dozavimo talpa užpildoma 2 l vandens ir atliekami matavimai. Energinės vertės rezultatai rodomi ekrane, jie perskaičiuojami iš J/g į kcal/100 g (Innovative Laboratory Equipment, n.d.).

Vertinimas vizualiai. Duonos išvaizda (minkštimo ir plutos spalva, akučių dydis ir pasiskirstymo tolygumas perpjovus duoną) įvertinama apžiūrint gaminį vizualiai. Duonos galiojimo terminas nustatomas laikant kepinius kambario temperatūroje (20 °C) ir kas 24 h apžiūrint dėl pelėjimo požymių.

Juslinė analizė. Duonos juslinės savybės vertintos naudojant juslinių savybių profilio testą, pagal LST 777ISO 6658 (2017) (Lietuvos standartizacijos departamentas, 2017). Tyrimo metu dalyvavo 12 vertintojų, kurių amžius svyravo nuo 19 iki 60 metų amžiaus. Skonio receptoriams atgauti naudojamas stalo vanduo. Nustatomas kvapas – uostant nosimi (acto ir baltymų priedo), skonis – vertinama valgant burnoje (kartumas, išliekamasis skonis, bendras skonio priimtumas, priedo skonis, acto skonis),

tekstūra – liečiant rankomis (drėgnumas, akytumas, elastingumas, trapumas ir kietumas). Juslinių savybių intensyvumui vertinti taikyta 5 balų skalė (5 – labai gerai, 4 – gerai, 3 – nei blogai, nei gerai, 2 – blogai, 1 – labai blogai). Taip pat buvo vertinamas bendras duonos priimtumas. Vertintas 100 balų linijinėje diagramoje (0 labai nepatinka → 50 nei patinka, nei nepatinka → 100 labai patinka).

Statistinė analizė. Tyrimų duomenų matematinė statistinė analizė atlikta naudojant MS Excel programinį paketą. Tyrimai kartoti 3 kartus. Apskaičiuoti aritmetiniai vidurkiai, matavimo paklaidos, standartiniai nuokrypiai, statistiškai reikšminga, kai tikimybės lygmuo $p < 0,05$. Rezultatai išreiškiami kaip vidurkis \pm standartinis nuokrypis.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Miltai naudoti beglitemi duonai yra pagaminti iš ryžių, kuriuose nėra glitimo, todėl ir nėra glitimo tinklo, kuris suteikia duonai elastingumą ir padeda palaikyti formą kepimo metu. Šiai problemai spręsti naudojamos balkšvojo gysločio luobelės, siekiant surišti miltus ir kitas žaliavas, kad būtų išlaikoma forma kepimo metu. Ryžių miltai sudaro duonos pagrindą, tačiau jie nepasižymi didele maistine verte baltymų atžvilgiu, todėl duona papildoma SBI ir PIBK priedais, kurie yra išgryninti baltymų milteliai iš sojų bei pieno išrūgų. Koncentratas yra mažiau išgrynintas, todėl izoliatas visuomet turės daugiau baltymų, bet koncentratas pasižymi didesniu angliavandenių ir riebalų kiekiu.

Atlikus bandomuosius kepimus ištirti duonos kokybės rodikliai, ji įvertinta vizualiai ir rezultatai pateikti 2 lentelėje ir 3, 4, 5 paveiksluose.

2 lentelė. Kokybiniai rodikliai

Kepinių pavadinimai	Nuostoliai, proc.	Drėgmės kiekis, proc.	H/D	Svoris, g	Tūris, cm ³	Tankis, g/cm ³	Vertinimas vizualiai
Kontrolė	12,4 \pm 0,01	30,0 \pm 1,50	0,53 \pm 0,04	281 \pm 0,02	450 \pm 4,50	0,62 \pm 0,02	Poros smulkios, tolygios
PIBK 5	14,1 \pm 0,02	30,0 \pm 1,50	0,55 \pm 0,03	277 \pm 0,02	475 \pm 4,75	0,58 \pm 0,04	Poros smulkios, tolygios
PIBK 10	14,0 \pm 0,02	30,3 \pm 1,51	0,57 \pm 0,06	280 \pm 0,02	490 \pm 4,90	0,57 \pm 0,03	Poros stambios, pavienės, netolygios
PIBK 15	15,9 \pm 0,02	31,0 \pm 1,59	0,60 \pm 0,06	270 \pm 0,02	520 \pm 5,20	0,52 \pm 0,04	Poros stambios, pavienės, netolygios
SBI 5	12,9 \pm 0,02	30,0 \pm 1,50	0,48 \pm 0,02	276 \pm 0,02	350 \pm 3,50	0,79 \pm 0,03	Poros tankios, smulkios, tolygios
SBI 10	13,9 \pm 0,02	30,0 \pm 1,50	0,47 \pm 0,03	285 \pm 0,02	340 \pm 3,40	0,85 \pm 0,05	Poros tankios, smulkios, tolygios
SBI 15	16,0 \pm 0,02	29,8 \pm 1,49	0,44 \pm 0,02	290 \pm 0,02	300 \pm 3,00	0,95 \pm 0,03	Poros tankios, smulkios, netolygios

2 lentelėje pateikti rezultatai rodo, kad baltymų priedai didina duonos nukėpimą. Didžiausi nuostoliai kepiniuose su didžiausiais kiekiais priedo PIBK 15 ir SBI 15, atitinkamai, 15,9 ir 16,0 proc. Kepinių su baltymų priedais nukėpimas nuo 4 iki 29 proc. didesnis nei kontrolės. Visuose mėginiuose nustatytas panašus drėgmės kiekis, lyginant su kontrole. Bourasa ir kt. (2021) nustatė, kad drėgmė mažėja didinant PIBK

kiekį, dėl labai dehidratuotų baltymų miltelių. Pieno išrūgų baltymų koncentratas turėjo teigiamos įtakos kepinių formos išlaikymo santykiui, o sojos baltymų izoliatas – neigiamas. Didžiausias H/D santykis nustatytas PIBK 15 duonoje, 13,2 proc. didesnis nei kontrolinio. Mažiausias kepinių formos išlaikymo santykis nustatytas SBI 15 duonoje, 17 proc. mažiau nei kontrolinio. Sojos ir pieno išrūgų baltymai turėjo skirtingą įtaką duonos tūriui ir tankiui. Ištirta, kad pridėjus PIBK 15 arba SBI 15 į duoną, atitinkamai, tankis sumažėjo 16,1 proc. arba padidėjo 53,2 proc., lyginant su kontrole. Ryžių duonos tūris su PIBK 15 padidėjo 15,6 proc., o su SBI priedu sumažėjo 33,3 proc.

Gaminiai su PIBK priedu pasižymėjo tamsesne plutos spalva, minkštimo spalva nekito, buvo didesnio akytumo, stambesnėmis poromis, kurios mažiau tolygios nei matoma kontrolėje, o su SBI priedu, pluta šviesesnė, minkštimo spalva nekito, poros tankesnės ir smulkesnės (1 ir 2 pav.). Naudojant išrūgų baltymus, duona tapo tamsesnė, nes tarp aminorūgščių ir didesnio kiekio redukuojančių cukrų vyko intensyvesnė Majaro reakcija ir susidarė didesnis kiekis melanoidinų (Sharma, Chauhan, 2018).

Vizualiai stebint laikomus bandomuosius kepinius be pakuotės kambario temperatūroje, nustatyta, kad su didžiausia pieno išrūgų baltymų koncentrato priedo verte, galiojimas sutrumpėja dvejomis dienomis, o su sojos baltymų izoliatu – vieną dieną prailgėja (supelijo po 8 dienų), lyginant su kontrole (3 lentelė). Sojos baltymai kepimo metu išlaiko vandens kiekį duonoje, taip prailgindami duonos šviežumą, kartu pagerindami tešlos kokybę ir plutos spalvą (Crockett ir kt., 2011). Šį teiginių patvirtina atlikti ryžių duonos tyrimai su SBI priedu, kadangi duonos terminas nesutrumpėjo, bet priešingai pailgėjo. PIBK gali pagerinti plutos parudavimą, traškumą, minkštimo struktūrą ir sulėtinti duonos gedimą, taip pailgindamas galiojimo laiką ir pagerindamas duonos skonį (Paul ir kt., 2022). Nors šių mokslininkų tyrimų metu nustatyta teigiama PIBK įtaka galiojimo laikui, tačiau atliekant tyrimus su ryžių duonomis gautas priešingas rezultatas – jų galiojimo terminas sutrumpėjo, kadangi duona su PIBK priedu buvo drėgnesnė.



1 pav. Kepinių pjūvio vaizdas. PIBK 5, PIBK 10, PIBK 15 – mėginiai, kuriuose ryžių miltai pakeisti pieno išrūgų baltymų koncentratu, atitinkamai 5, 10, 15 proc, SBI 5, SBI 10, SBI 15 – mėginiai, į kuriuos pridėta sojos baltymų izoliato, atitinkamai 5, 10, 15 proc.



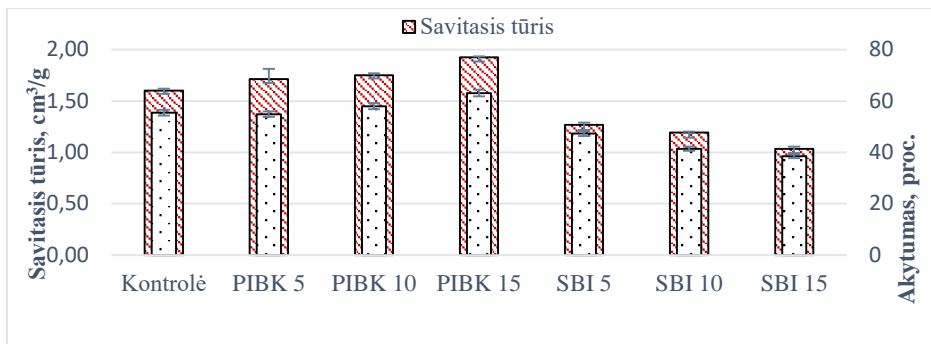
2 pav. Kepinių vaizdas iš viršaus

3 lentelė. Duonos galiojimo terminas, stebint pelėjimo požymius

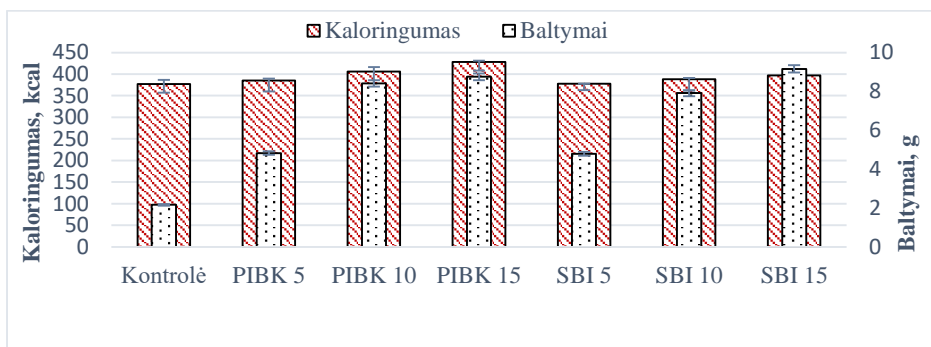
Kepinių pavadinimai / dienos	Kontrolė	PIBK 5	PIBK 10	PIBK 15	SBI 5	SBI 10	SBI 15
1–4	–	–	–	–	–	–	–
5				–			
6				+			
7				+			
8	+	+	+	+	+	+	–
9	+	+	+	+	+	+	

(–) – nematomi pelėjimo požymiai, (+) – matomi pelėjimo požymiai.

Didinant pieno išrūgų baltymų koncentrato priedų kiekį duonoje, akytumas ir savitasis tūris didėjo. Didžiausias akytumas ir savitasis tūris nustatytas su PIBK 15 priedu, kuris, atitinkamai, 35 proc. ir 20,6 proc. didesnis nei kontrolė. Sojos izoliatas akytumą ir savitąjį tūrį mažina, pridėjus 15 proc. priedo, šie rodikliai, atitinkamai, sumažėjo 21 ir 35,6 proc. lyginant su kontrole. Tyrimų rezultatai pateikti 3 paveiksle. Mokslininkas Sahagun (2018) ištyrė, kad duonos su augaliniais baltymais receptūroje reikia naudoti daugiau vandens nei duonos su gyvuliniais baltymais, kad būtų gautos didžiausios savitojo tūrio vertės. Kitais tyrimais mokslininkai optimizavo duonos hidratacijos lygį, tačiau jie naudojo labai didelį baltymų kiekį (30 proc.), kuris pastebimai turėjo neigiamą įtaką duonos savitajam tūriui ir tekstūrai, todėl bandomiesiems kepinams buvo pasirinkti mažesni baltymų priedų kiekiai (Sahagun ir kt., 2020). Baltymų priedai visuose bandomuosiuose kepinuose padidino energinę vertę ir baltymų kiekį. Daugiausiai kalorijų nustatyta PIBK 15 mėginyje, 13,53 proc. daugiau su 4 kartais didesniu baltymų kiekiu nei kontrolė. Didžiausias baltymų kiekio padidėjimas nustatytas SBI 15 kepinyje, 4,23 karto daugiau baltymų ir 5,3 proc. daugiau kalorijų, lyginant su kontrole (4 pav.). Gani ir kt. (2015a) atliktas tyrimas rodo, kad baltymų pridėjimas prie sausainių pagerino pastarųjų maistinę vertę, taip pat turėjo didelę teigiamą įtaką juslinėms savybėms ir kokybei. Tie patys autoriai (Gani ir kt., 2015b) ištyrė, kad į grūdų duoną įdėjus 10–15 proc. baltymų, pagerėjo tešlos savybės ir tai neturėjo neigiamo poveikio fizinėms ir juslinėms duonos savybėms.

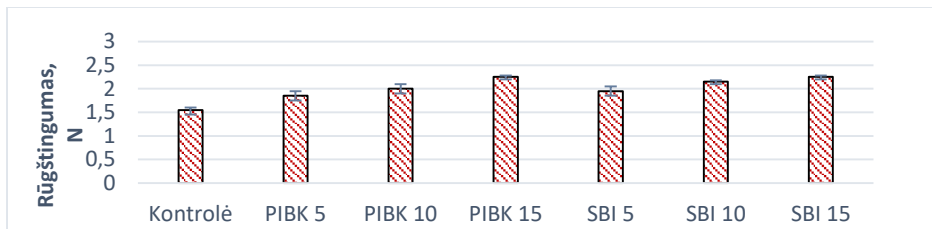


3 pav. Baltymų priedų įtaka akytumui ir savitojo tūrio rodikliams, PIBK 5, PIBK 10, PIBK 15 – mėginiai, kuriuose ryžių miltai pakeisti pieno išrūgų baltymų koncentratu, atitinkamai 5, 10, 15 proc., SBI 5, SBI 10, SBI 15 – mėginiai, į kuriuos pridėta sojos baltymų izoliato, atitinkamai 5, 10, 15 proc., reikšminga, kai $p < 0,05$

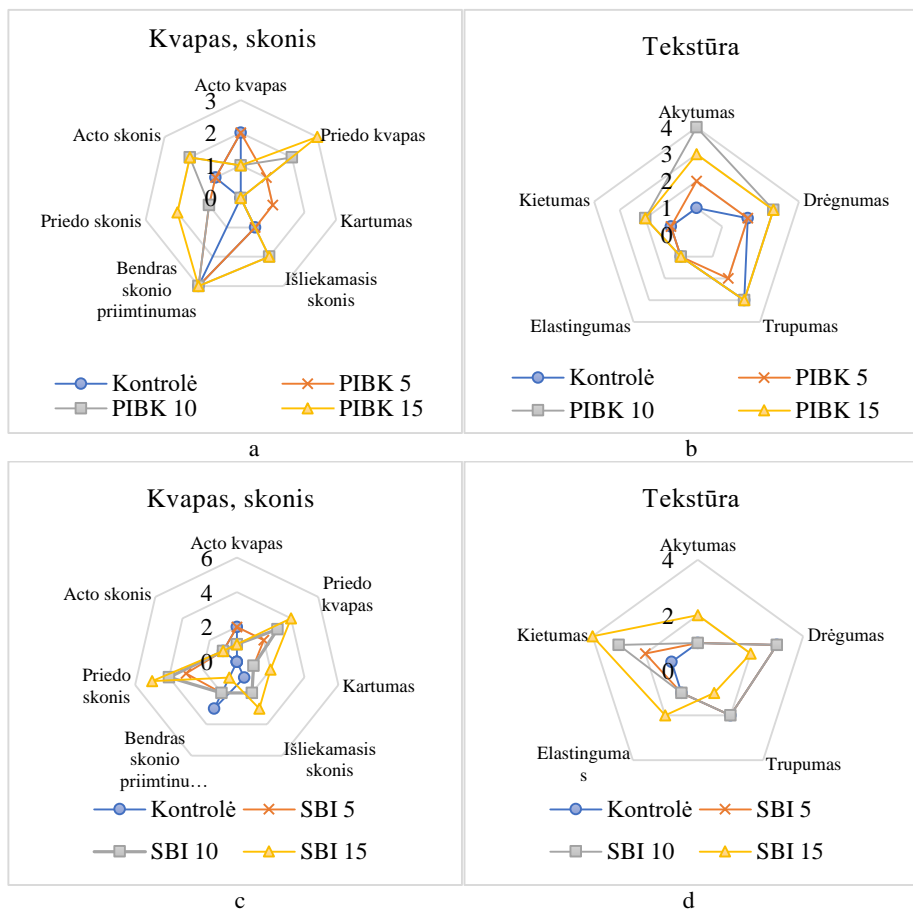


4 pav. Baltymų priedų įtaka baltymų kiekiui ir energinei vertei, PIBK 5, PIBK 10, PIBK 15 – mėginiai, kuriuose ryžių miltai pakeisti pieno išrūgų baltymų koncentratu, atitinkamai 5, 10, 15 proc., SBI 5, SBI 10, SBI 15 – mėginiai, į kuriuos pridėta sojos baltymų izoliato, atitinkamai 5, 10, 15 proc., reikšminga, kai $p < 0,05$

Rūgštingumo rezultatai pateikti 5 paveiksle. Pridėjus baltymų priedų į ryžių duoną, tolygiai padidėja rūgštingumas. Kepiniuose su didžiausiais kiekiais priedo PIBK 15 ir SBI 15 rūgštingumas vienodas, 45 proc. didesnis nei kontrolė. Peñaloza-Espinosa (2011) ištyrė, kad kvietinėje duonoje, didinant sojos baltymų izoliato kiekį ir fermentacijos trukmę, didėja rūgštingumas. Duonos fermentaciją skatina organinių rūgščių gamyba, o šios medžiagos kartu su fermentų ir mikroorganizmų poveikiu gali sukelti proteolitinį poveikį pridėtiems sojos pupelių baltymams, todėl susidaro laisvosios aminorūgštys (Leon ir kt., 2006).



5 pav. Baltymų priedų įtaka rūgštingumo rodikliui, PIBK 5, PIBK 10, PIBK 15 – mėginiai, kuriuose ryžių miltai pakeisti pieno išrūgų baltymų koncentratu, atitinkamai 5, 10, 15 proc., SBI 5, SBI 10, SBI 15 – mėginiai, į kuriuos pridėta sojos baltymų izoliato, atitinkamai 5, 10, 15 proc., reikšminga, kai $p < 0,05$



6 pav. Ryžių duonos kvapo, skonio (a – su PIBK, c – su SBI) ir tekstūros (b – su PIBK, d – su SBI) jutulinis profilis, reikšminga, kai $p < 0,05$

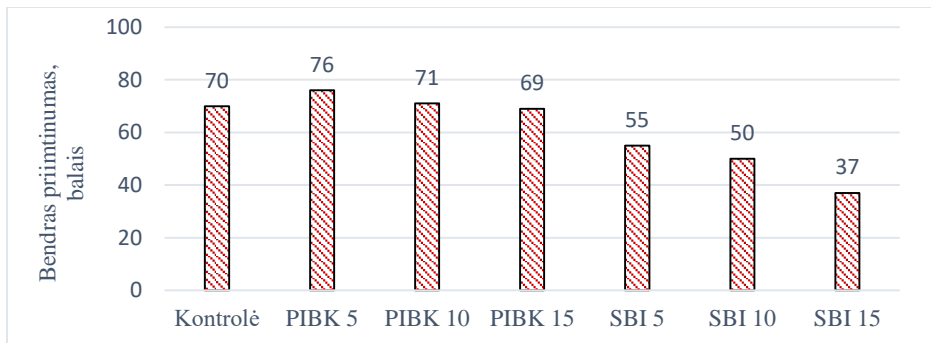
Juslinis vertinimas, pateiktas 6 paveiksle, parodė, kad baltymų priedai turėjo įtakos duonos skoniui, kvapui ir tekstūrai. Vertintojai šiuose mėginiuose jautė intensyvesnį priedo kvapą nei kontrolės, tai įtakėjo su šiais priedais susiję papildomi uoslės pojūčiai. Neigiamai įvertintas specifinis sojos baltymų kvapas, o su pieno išrūgų baltymais jaučiamas kvapas vertintas teigiamai. Vertintojai pastebėjo panašias tendencijas, analizuodami kepinių skonio savybes: PIBK ir SBI intensyvino bendrą skonį, kepinuose buvo juntami abu priedai, taip pat jaučiamas priedų poskonis. Ryškiausia priedų įtaka skonio savybėms nustatyta, vertinant kepinius su SBI, kuris vertintojams pasirodė nepatrauklus ir nepriimtinas (su SBI 10 ir 15 proc.). Sojų izoliatas padidino duonos kartumą, o pieno išrūgų baltymų koncentratas įtakos šiam rodikliui neturėjo, papildomai vertintojai pažymėjo, kad su PIBK duona – saldesnė. Acto skonis duonoje su PIBK buvo labiau juntamas nei su SBI, bet neįvertintas neigiamai. Majzooobi ir kt. (2014) mokslininkai ištyrė įvairių SBI priedų kiekių (nuo 0 iki 30 proc.) įtaką pyrago juslinėms savybėms ir kokybės rodikliams, nustatyta, kad iki 20 proc. SBI pridėjimas pagerino pyragų skonį, o dar labiau padidinus SBI kiekį (iki 30 proc.), skonio vertinimas labai sumažėjo. Vertintojai nurodė, kad pyragaičiai, kurių sudėtyje buvo 30 proc. SBI, turėjo nepageidaujamą skonį burnoje.

Vertinant tekstūrą (6 b, d pav.), baltymų priedų įtaka buvo nevienareikšmė. PIBK akytumą, drėgnumą, trupumą didino, SBI mažino, tokie pat rezultatai nustatyti ir su instrumentiniais metodais. Tai rodo, kad juslinė analizė gerai koreliuoja su kokybine analize. SBI elastingumą ir kietumą didino, o PIBK mažino.

Dėl baltymų padidavimo atsiranda tekstūros pokyčiai, kietumo ir elastingumo padidėjimas, kurį galima paaiškinti šilumos sukelta agregacija (Komerovski, Oliveira, 2023). Didžiausias kietumas nustatytas Gani ir kt. (2015) tyrime pridėjus 15 proc. PIBK. Pico ir kt. (2019) tyrimai parodė, kad duonos be glitimo iš ryžių miltų ir kukurūzų krakmolo su 10 proc. PIBK priedu, pagerėjo plutos traškumas ir padidėjo drėgmės kiekis. Be to, SBI gali padidinti disulfidinius ryšius, todėl kepiniai tampa elastingesni (Crockett ir kt., 2011).

Pagal priimtimumo kriterijų vertintojai labiau rinkosi produkciją, pagamintą su PIBK (7 pav.). Visi mėginiai su PIBK buvo priimtini, tačiau duona su PIBK 5 priedu buvo priimtinausia, 8,6 proc. labiau priimtina nei kontrolė. Mažiausiai priimtina duona su didžiausiu SBI priedo kiekiu, 47,1 proc. mažiau už kontrolę. Erben ir Osella (2017) juslinės analizės metu vertino bendrą priimtimumą pagal penkių balų hedoninę skalę, naudojo 15 ir 20 proc. PIBK. Gauti žemesni skonio, spalvos ir tekstūros įvertinimai, kurie gali būti susiję su sumažėjusiu duonos tūriu ir padidėjusiu minkštimo kietumu. Tačiau su mažesniu baltymų priedų kiekiu (5 ir 10 proc.) daugiau kaip 90 proc. vertintojų pagal hedoninę skalę sutarė tarp "Patiko" ir "Labai patiko".

Įvertinus juslinės ir kokybinės analizės rezultatus, ryžių duonos gamybai be glitimo rekomenduojama naudoti 15 proc. pieno išrūgų baltymų koncentrato priedą, siekiant išgauti didžiausią maistinę vertę, geriausią kokybę ir priimtinas juslines savybes.



7 pav. Ryžių duonos bendras priimtinas vartotojams

Išvados

1. Didėjant baltymų priedų kiekiui, drėgmės kiekis reikšmingai nekinta, titruojamasis rūgštingumas, baltymų kiekis ir energinė vertė didėja. Didžiausias baltymų kiekis duonoje nustatytas su 15 proc. SBI priedu 4,23 kartus didesnis nei kontrolė, o didžiausia energinė vertė su PIBK 15 priedu, 13,53 proc. didesnė už kontrolę. Su PIBK akytumas ir savitasis tūris didėja, o su SBI priedu mažėja. Didžiausias savitasis tūris ir akytumas, nustatytas su PIBK 15, atitinkamai, 35 proc. ir 20,6 proc. didesnis nei kontrolė. Kepinių galiojimo terminas didinant PIBK kiekį trumpėja, o su SBI ilgėja. Su didžiausia pieno išrūgų baltymų koncentrato priedo verte, galiojimo terminas - 5 dienos, o su sojos baltymų izoliatu - 8 dienos. Norint prailginti galiojimo laiką, duona rekomenduojama laikyti atokiau nuo saulės spindulių, polipropileno pakuotėse.

2. Vertinant kepinų skonį, kvapą ir tekstūrą, labiausiai priimtina gaminio tekstūra, skonis ir kvapas buvo su PIBK. Vertintojams pasirodė nepatrauklus specifinis SBI kvapas, skonis ir poskonis bei šio priedo įtaka tekstūrai, ypač akytumui. Geriausiai įvertinti ir priimtinausi – kepiniai su 5 proc. PIBK, 8,6 proc. priimtinesni už kontrolę, o mažiausiai priimtini – su SBI priedais. Siekiant išgauti didžiausią maistinę vertę, priimtinas juslines savybes ir geriausią kokybę, beglitimės ryžių duonos gamyboje rekomenduojama naudoti iki 15 proc. pieno išrūgų baltymų koncentrato ir neviršyti 5 proc. sojos baltymų izoliato priedo.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods Committee. (2000). *Approved methods of the American Association of cereal Chemists AACC, (10th ed.)*. St Paul Minnesota, USA.
2. Akharume, F.U., Aluko, R.E., Adedeji, A.A. (2021). Modification of plant proteins for improved functionality: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20: 198-224. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12688>
3. Aprodu, I., Badiu, A.E., Banu, I. (2016). Influence of protein and water addition on gluten-free dough properties and bread quality. *International Journal of Food Engineering*, 12, 355–363.

4. Araújo, W., Montebello, N., Botelho, R., Borgo, L. (2016). *Alquimia dos Alimentos. 3rd ed.* Senac; Brasília. Brazil.
5. Barros, J.H.T., Telis, V.R.N., Taboga, S., Franco, C.M.L. (2018). Resistant starch :Effect on rheology, quality, and staling rate of white wheat bread. *Journal of Food Science and Technology*, 55(11), 4578–4588. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3393-6>
6. Belorio, M., Gómez, M. (2020). Effect of hydration on gluten-free breads made with hydroxypropyl methylcellulose in comparison with psyllium and xanthan gum. *Foods*, 9(11), 1548.
7. Belorio, M., Gómez, M. (2021). Psyllium: A useful functional ingredient in food systems. *Critical reviews in food science and nutrition*, 62(2), 527-538.
8. Bhatia, S. (2016). *Food biotechnology*. CRC Press, Boca Raton.
9. Biesiekierski, J. R., Iven, J. (2015). Non-coeliac gluten sensitivity: piecing the puzzle together. *United European gastroenterology journal*, 3(2), 160-165.
10. Bourasa, A.D., Malika, M., Bourasb, A.D., Megatelia, S. (2021). Fortifying wheat bread with whey proteins: impact on nutritional value and technological properties. *South Asian Journal Experimental Biology*, 11 (6), 700-709. DOI: 10.38150/sajeb.
11. Crockett, R., Ie, P. Vodovotz, Y. (2011). Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten-free bread. *Food Chemistry*, 129, 84–91.
12. Erben, M., Osella, C. (2017). Optimization of mold wheat bread fortified with soy flour, pea flour and whey protein concentrate. *Food Science and Technolgy International*, 23, 457–468.
13. Filipčev, B., Pojić, M., Šimurina, O., Mišan, A., Mandić, A. (2021). Psyllium as an improver in gluten-free breads: Effect on volume, crumb texture, moisture binding and staling kinetics. *LWT*, 151, 112156.
14. Gani, A., Broadway, A. A., Ahmad, M., Ashwar, B. A., Wani, A. A., Wani, S. M., Masoodi, F. A., Khatkar, B. S. (2015a). Effect of whey and casein protein hydrolysates on rheological, textural and sensory properties of cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 59(2), 5718-5726. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-014-1649-3>. PMID:26344985.
15. Gani, A., Broadway, A.A., Masoodi, F.A., Wani, A.A., Maqsood, S., Ashwar, B.A., Shah, A., Rather, S.A. (2015b). Enzymatic hydrolysis of whey and casein protein-effect on functional, rheological, textural and sensory properties of breads. *Journal Food Science Technology*, 52(12), 7697-7709.
16. Gorissen S.H.M., Crombag J.J.R., Senden J.M.G., Waterval W.A.H., Bierau J., Verdijk L.B, van Loon L.J.C. (2018). Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino Acids*, 50, 1685–1695.
17. Gujral, H. S., Rosell, C. M. (2004). Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase. *Food Research International*. 37(1), 75-8. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2003.08.001>.
18. Innovative Laboratory Equipment by IKA (n.d.). *Calorimeters IKA. The World of Calorific Value Determination*. <https://www.ika.com/en/Products-Lab-Eq/Calorimeters-Oxygen-Bomb-calorimeter-csp-330>

19. Ishikawa-Takata, K., Takimoto, H. (2018). Current protein and amino acid intakes among Japanese people: Analysis of the 2012 National Health and Nutrition Survey. *Geriatrics & gerontology international*, 18(5), 723-731.
20. Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Antonio, J. (2017). International society of sports nutrition position stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 20.
21. *Juslinė analizė. Metodika. Bendrieji nurodymai (tapatus ISO 6658:2017)* (2017th–12th–29. ed.). (2017). Lietuvos standartizacijos departamentas. <https://www.lvb.lt/permalink/f/1470m9t/LSDPRIMO654024>
22. Karagounis, L. G., Volterman, K. A., Breuillé, D., Offord, E. A., Emady-Azar, S., Moore, D. R. (2018). Protein intake at breakfast promotes a positive whole-body protein balance in a dose-response manner in healthy children: a randomized trial. *The Journal of Nutrition*, 148(5), 729-737.
23. Komerowski, M. R., Oliveira, V. R. D. (2023). Influence of the Amount and Type of Whey Protein on the Chemical, Technological, and Sensory Quality of Pasta and Bakery Products. *Foods*, 12(14), 2801.
24. Koscelkovskienė I., Pupelienė I., (2017). *Maisto biochemijos. Laboratorinių darbų metodinė priemonė (Idalis)*. Kaunas: Kauno Kolegija.
25. Kristiawan, M., Micard, V., Maladira, P., Alchamieh, C., Maigret, J. E., Réguerre, A. L., Della Valle, G. (2018). Multi-scale structural changes of starch and proteins during pea flour extrusion. *Food research international*, 108, 203-215.
26. Leon, M.A., Montoya, I.O., Motato, E.K., Granda, M.D., Caro, A.C., Restrepo, M.J., Echeverri, S., Valencia, J., Quinchia, L. (2006). *Bacterias acidolácticas* (BAL) silvestres Colombianas presentan propiedades adecuadas para la fabricación de masa ácida. *Revista Vitae*, 13(2), 26-35.
27. *LST 1442:1996. Duona ir pyrago kepiniai. Akytumo nustatymas*. (1996). Lietuvos standartizacijos departamentas. <https://www.lvb.lt/permalink/f/1470m9t/VUB01001064520>
28. *LST 1492:2013. Duona ir pyrago kepiniai. Drėgmės kiekio nustatymo metodai = Bakery goods. Methods for determination of moisture content*. (2013). Lietuvos standartizacijos departamentas <https://www.lvb.lt/permalink/f/1ss1v9f/KTU01000127407>
29. *LST 1553:1998. Miltiniai kepiniai ir konditerijos gaminiai. Rūgštingumo ir šarmingumo nustatymo metodai* (1-asis leid.). (1998). Lietuvos standartizacijos departamentas. <https://www.lvb.lt/permalink/f/1470m9t/KTU01000020859>
30. Majzoobi, M., Ghiasi, F., Habibi, M., Hedayati, S., Farahnaky, A. (2014). Influence of soy protein isolate on the quality of batter and sponge cake. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(3), 1164-1170.
31. Margarit, R. (2021). Endogenous Yeasts Quantity Effect on Bread Quality during the Process of Bread Making. *Annals: Food Science and Technology*, 22 (1), 104-107.
32. Measure, H.G., Fierens, E. Delcour, J.A. (2016). Current and forward looking experimental approaches in gluten-free bread making research. *Journal of Cereal Science*, 67, 92–111. 56.
33. Melini, F., Melini, V., Luziatelli, F., Ruzzi, M. (2017). Current and Forward-Looking Approaches to Technological and Nutritional Improvements of Gluten-

- Free Bread with Legume Flours: A Critical Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16, 1101-1122. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12279>.
34. Naqash, F., Gani, A., Gani, A., Masoodi, F.A. (2017). Gluten-free baking: combating the challenges - a review. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 98107. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.004>
 35. Nikawa, T., Ishidoh, K. (2020). Ubiquitin ligase Cbl-b and inhibitory Cblin peptides. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics*, 1868(11), 140495.
 36. Paul, S., Kulkarni, S., Chauhan, R. (2022). Utilization of whey in bakery products — A review. *Indian Journal Dairy Science*, 75, 297–305.
 37. Peñalosa-Espinosa, J., Gloria, J., Mora-Escobedo, R., Chanona-Pérez, J., Farrera-Rebollo, R., Calderón-Domínguez, G. (2011). Sourdough and bread properties as affected by soybean protein addition. In Ng, T.B (Ed.) *Soybean-Applications and Technology*, 388 - 402. IntechOpen. DOI:10.5772/15567
 38. Pico, J., Reguilón, M.P., Bernal, J., Gómez, M. (2019). Effect of rice, pea, egg white and whey proteins on crust quality of rice flour-corn starch based gluten-free breads. *Journal of Cereal Science*, 86, 92–101.
 39. Sahagun, M., Benavent-Gil, Y., Rosell, C. M., Gomez, M. (2020). Modulation of in vitro digestibility and physical characteristics of protein enriched gluten free breads by defining hydration. *LWT*, 117, 108642.
 40. Sahagun, M., Gomez, M. (2018). Assessing influence of protein source on characteristics of gluten-free breads optimising their hydration level. *Food and Bioprocess Technology*, 11, 1686-1694.
 41. Shan, L., Molberg, O., Parrot, I., Hausch, F., Filiz, F., Gray, G. M., Khosla, C. (2002). Structural basis for gluten intolerance in celiac sprue. *Science*, 297(5590), 2275-2279.
 42. Sharma, K., Chauhan, E.S. (2018). Multifaceted Whey Protein: Its Applications in Food *International Journal of Health Sciences and Research*, 8, 262.
 43. Skendi, A., Papageorgiou, M., Varzakas, T. (2021). High Protein Substitutes for Gluten in Gluten-Free Bread. *Foods*, 10(9), 1997. <https://doi.org/10.3390/foods10091997>.
 44. Song, X., Perez-Cueto, F. J., Bredie, W. L. (2018). Sensory-driven development of protein-enriched rye bread and cream cheese for the nutritional demands of older adults. *Nutrients*, 10(8), 1006.
 45. Srikanlaya, C., Therdthai, N., Ritthiruangdej, P., Zhou, W. (2018). Effect of hydroxypropyl methylcellulose, whey protein concentrate and soy protein isolate enrichment on characteristics of gluten-free rice dough and bread. *International Journal of Food Science & Technology*, 53 (7),1760–70. doi: 10.1111/ijfs.13761.
 46. Sturgeon, C., Lan, J., Fasano, A. (2017). Zonulin transgenic mice show altered gut permeability and increased morbidity/mortality in the DSS colitis model. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1397(1), 130-142.
 47. Wallace, T. C., Frankenfeld, C. L. (2017). Dietary protein intake above the current RDA and bone health: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American College of Nutrition*, 36(6), 481-496.

Summary

Protein is essential for maintaining muscle mass and strength, especially in the elderly, as well as improving the conditioning of athletes, and ensuring healthy growth of children. This research was carried out with the aim of increasing the protein content of gluten-free rice bread, which would be beneficial for gluten intolerant or celiac athletes and in ensuring a required protein intake with food, especially in the case of elderly and developing children's diets. During the research, the quality parameters and sensory characteristics of gluten-free bread with increased protein content was evaluated. Small dose (5%) of psyllium husk was used to improve the texture and shape retention of the rice bread.

Rice bread was subject to following tests: rice bread with psyllium husk and no protein additives was used as a reference, with different amounts (5%, 10% and 15%) of soy protein isolate (SPI) added, and rice flour replaced with different amounts (5%, 10% and 15%) of milk whey protein concentrate (WPC). The results showed that rice bread containing more than 5proc. SPI additive had a negative effect on the sensory characteristics. The addition of SPI, compared to the reference, resulted in a reduction of qualitative characteristics and an improvement in protein content. Bread with 15% WPC retained satisfactory sensory characteristics and improved specific volume, porosity and protein content. It was therefore recommended that the SBI additive content in gluten-free rice bread should not exceed 5proc. and that rice flour may be substituted for up to 15% of WPC additive.

Keywords: gluten free bread, rice flour, psyllium husk, soy protein isolate, milk whey protein concentrate.

Baldai pritaikyti judėjimo negalią turintiems asmenims

Saimonas Rozenbergas, Gintaras Keturakis

Kauno kolegija

Anotacija. Šiame tyrime nagrinėjama, kuo skiriasi judėjimo negalią turintiems žmonėms skirti baldai nuo įprastinių. Tyrime pabrėžiama prieinamų ir ergonomiškų baldų dizaino svarba, siekiant užtikrinti saugų ir nepriklausomą gyvenimą asmenims, turintiems judėjimo negalią. Apžvelgus literatūrą, standartus ir atlikus įprastų ir pritaikytų baldų (rašomųjų stalų, fotelių, miegamųjų lovų) lyginamąją analizę, nustatyta, kad tradiciniai baldai neatitinka riboto judėjimo asmenų poreikių.

Raktiniai žodžiai: riboto judėjimo asmenims pritaikyti baldai, universalus dizainas, ergonomika, baldų dizainas

Įvadas

Tyrimo aktualumas. Projektuojant baldus judėjimo negalią turintiems žmonėms, pirmenybė turi būti teikiama savarankiškumui, patogumui ir bendrai gerovei (Karah, 2023). Specialiai šiems asmenims pritaikyti baldai tenkina unikalius poreikius, leidžia saugiai ir savarankiškai atlikti kasdienes užduotis (Muraguri, 2023). Įprastuose balduose dažnai neatsižvelgiama į specifinius judėjimo sutrikimų turinčių asmenų reikalavimus.

Tyrimo problema. Baldams, kuriais naudojasi judėjimo negalią turintys asmenys, labai svarbu parinkti tinkamus funkcinius matmenis baldams. Gaminant įprastus baldus, dažnai neatsižvelgiama į žmonių su judėjimo negaliai antropometrinius išmatavimus ir funkcinius poreikius, todėl atsiranda diskomfortas, pavojus saugumui ir sumažėja jų savarankiškumas.

Tyrimo objektas. Baldai pritaikyti judėjimo negalia turintiems asmenims.

Tyrimo tikslas. Išanalizuoti ir palyginti judėjimo negalią turintiems asmenims pritaikytus baldus su įprastiniais baldais.

Tyrimo uždaviniai:

1. Pateikti įprastinių baldų ir baldų, pritaikytų žmonėms su judėjimo negalia, apžvalgą;

2. Nustatyti pagrindinius įprastinių ir pritaikytų žmonėms su judėjimo negalia baldų skirtumus ir panašumus.

Tyrimo metodai. Literatūros šaltinių, standartų ir rekomendacijų apžvalga.

Teorinė dalis. Ergonomikos svarba

Ergonomika – tai mokslinė disciplina, kuri susijusi su žmogaus gebėjimų ir suprojektuotos aplinkos sąveikos optimizavimu ir yra labai svarbi kuriant baldų sprendimus, užtikrinančius saugumą, patogumą ir prieinamumą (HFES, 2024). Šis principas labai svarbus projektuojant baldus judėjimo negalią turintiems asmenims (Interior, 2023). Projektuojant baldus būtina atkreipti dėmesį į antropometrinius ir ergonominius veiksnius, kad būtų patenkinti konkretūs naudotojų poreikiai (Yandarmadi & Mariana, 2022).

Tyrimo metodika

Šiame tyrime bus vertinami dažniausiai buityje naudojami baldai: rašomasis stalas, fotelis ir lova. Kiekvienas baldas turi savo ergonominius matmenis, kurie būdingi įprastiniams (tradiciniams) ir pritaikytus judėjimo negalią turintiems asmenims.

Siekiant nustatyti, kurie matmenys nepritaikyti judėjimo negalią turintiems asmenims, atsitiktine tvarka internetiniuose kataloguose apžvelgta įprastinių rašomųjų stalų (1 pav.) matmenys ir pateikti 1 lentelėje.



13 pav. Įprastas rašomasis stalas (IKEA Lietuva, n.d.)

1 lentelė. Įprastinių rašomųjų pagrindiniai matmenys (sudaryta autoriaus pagal IKEA Lietuva, n.d. Baldoteka, n.d. Baldų turgus, n.d.)

Nr.	Laisvasis plotis tarp šoninių skydų (cm)	Gylis (cm)	Nuo grindų aukštis iki stalviršiaus (cm)
1.	65	60	73
2.	76	56	69
3.	73	52	77
4.	75	55	76
5.	72	58	79
6.	74	70	72
7.	84	60	70
8.	104	60	70
9.	80	55	72
Vidurkis:	78,1	58,4	73,1

Peržiūrėtų įprastinių rašomųjų stalų vidutinis aukštis iki stalviršio yra 73,1 cm ir tai 1,9 cm mažesnis už rekomenduojamą prieinamą aukštį, kuris yra 75 cm. Įprastinių rašomųjų stalų plotis tarp šoninių skydų yra 78,1 cm, kai rekomenduojamas matmuo būna 75 cm, tačiau kai kurių stalų plotis yra siauresnis, pavyzdžiui: 65; 72 ir 73 cm (Paralympic, 2020). Neįgaliojo vežimėlyje sėdinčiam žmogui dėl siauresnės erdvės tampa sunkiau manevruoti prie stalo (A Planning Guide for Making Temporary Events Accessible to People, 2015). Be to, įprastinių rašomųjų stalų vidutinis gylis yra 58,4 cm, judėjimo negalią turintiems žmonėms, yra pankankamas, tačiau, jei stalo gylis

yra nepakankamas, tai gali trukdyti neįgaliojo vėžimėlyje sėdinčiam asmeniui patogiai pakišti kelius po stalu, todėl jis bus priverstas sėdėti labiau atsilošęs ir tai gali turėti įtakos jo gebėjimui pasiekti stalo paviršių (Paralympic, 2020).

Rašomasis stalas pritaikytas judėjimo negalia turintiems asmenims pateiktas 2 paveiksle.



2 pav. Rašomasis stalas pritaikytas judėjimo negalių turintiems asmenims (HeightAdjustableDesks.com, 2024)

Siekiant nustatyti, kurie matmenys nepritaikyti judėjimo negalių turintiems asmenims, naudojant įprastinius fotelius (3 pav.), atsitiktine tvarka internetiniame kataloguose apžvelgti ir susisteminti įprastinių fotelių matmenys, kurie pateikti 2 lentelėje.



3 pav. Įprastas fotelis (IKEA Lietuva, n.d.)

2 lentelė. Įprastinių fotelių pagrindiniai matmenys (sudaryta pagal IKEA Lietuva, n.d.)

Nr.	Sėdynės plotis (cm)	Sėdynės gylis (cm)	Sėdynės aukštis (cm)
1.	49	54	45
2.	54	50	42
3.	56	50	42
4.	55	55	45
5.	65	61	44
6.	57	46	43
7.	50	50	47
8.	54	54	45
9.	61	59	45
Vidurkis:	56	53	44

Įprastinių fotelių sėdynės vidutinis plotis 56 cm atitinka prieinamumo standartus, kuris turėtų būti ne mažesnis nei 53 cm judėjimo negalią turintiems asmenims, tačiau matmenų analizė (2 lentelė) parodė, kad yra pavienių fotelių, kurių pločiai neatitinka prieinamumo standartų (pvz.: 49 ir 50 cm). Įprastinių fotelių vidutinis gylis 54 cm atitinka standartus, kuris turi būti nemažesnis nei 38 cm. Sėdynės plotis ir gylis yra labai svarbūs, kad būtų galima saugiai ir lengvai persėsti iš vežimėlio į kėdę. Be to įprastinių fotelių vidutinis sėdynės aukštis 44 cm tenkina prieinamumo standartus, kuris turi būti nuo 43 iki 48 cm, tačiau yra kaip matome pavienių fotelių neatitinkančių standartų, pvz.: 42 cm (Adata, n.d.).

Numatyti papildomi reikalavimai foteliams. Rekomenduojama, kad būtų integruota reguliuojama galvos ir nugaros atrama. Tai užtikrina patogumą ir naudotojo laikysenos palaikymą įvairiose pasvirimo padėtyse. Atsitiktinai apžvelgtuose tradiciniuose foteliuose nebuvo rasta reguliuojamų nugaros ar galvos atlošų (Adata, n.d.).

Sulankstomi arba nuimami porankiai yra būtini, kad vežimėlis galėtų pakankamai priartėti prie fotelio ir netrukdytų persėdimui metu. Tradiciniuose foteliuose nebuvo rasta sulankstomų ar nuimamų porankių, jie pritvirtinti ir negalima nuimti ar atlenkiami (Adata, n.d.).

Fotelis pritaikytas judėjimo negalia turintiems asmenims parodytas 4 paveiksle.



4 pav. Fotelis pritaikytas judėjimo negalią turintiems asmenims (Adata, n.d.)

Siekiant nustatyti, kurie matmenys nepritaikyti judėjimo negalią turintiems asmenims, naudojant įprastines miegamasias lovas, atsitiktine tvarka internetiniame kataloge apžvelgti įprastinių miegamųjų lovų matmenys, kurie pateikti 3 lentelėje.



5 pav. Įprastinė miegamoji lova (Baldai1 katalogas, 2024)

3 lentelė Įprastinių miegamųjų lovų pagrindiniai matmenys
(sudaryta pagal Baldai1, n.d.)

Nr.	Plotis (cm)	Ilgis (cm)	Lovos aukštis nuo grindų iki čiužinio viršaus (cm)
1.	183	206	51,5
2.	168	216	54
3.	166	209	53
4.	172	210	52
5.	163	206	46,5
6.	163	202	37,5
7.	140	212	57,5
8.	208	208	48,5
9.	82	208	60,5
10.	90	205	41
11.	80	207	47,5
12.	180	220	61
13.	80	195	40
Vidurkis:	149	208	50

Įprastinių lovų vidutinis aukštis nuo grindų iki čiužinio viršaus atitinka prieinamumo standartus, kuris turi būti nuo 43 cm iki 58 cm, tačiau yra lovų, kurių aukštis neatitinka standartų, yra aukštesnių (pvz. 60,5 ir 61 cm) ir žemesnių (37,5 cm) nei standarte rekomenduojamas aukštis. Lovos aukštis yra labai svarbus prieinamumo aspektas žmonėms turintiems judėjimo negalią, kadangi jei lova bus per aukšta arba per žema, bus labai sunku arba neįmanoma persėsti iš įprasto neįgaliajų vežimėlio sėdynės aukščio (Corada, n.d.).

Lova pritaikyta judėjimo negalią turintiems asmenims parodyta 6 paveiksle.



6 pav. Miegamoji lova pritaikyta judėjimo negalią turintiems asmenims
(homemydesign ir kt., 2017)

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Rašomųjų stalų pagrindiniai funkciniai matmenys. Įprastinio rašomojo stalo nuo grindų iki stalviršio vidutinis aukštis 73,1 cm neatitinka prieinamumo standartų pritaikytų judėjimo negalia turintiems asmenims, kuris turėtų būti ne mažesnis nei 75 cm.

Įprastinių rašomųjų stalų plotis tarp šoninių skydų 78,1 cm atitinka rekomenduojamą plotį, kuris turi būti ne mažesnis nei 75 cm, tačiau, kai kurių stalų pločiai yra siauresni (65; 72 ir 73 cm).

Įprastinių fotelių pagrindiniai funkciniai matmenys. Fotelio sėdynės vidutinis plotis 56 cm atitinka standartus, kuris turi būti ne mažesnis nei 53 cm, bet yra siauresnių (49 ir 50 cm), kad būtų galima saugiai ir lengvai persėsti iš neįgaliojo vežimėlio.

Fotelio vidutinis aukštis 44 cm atitinka prieinamumo standartus, kuris rekomenduojamas nuo 43 iki 48 cm, tačiau yra žemesnių (42 cm), neatitinkančių prieinamumo standartų.

Miegamųjų lovų pagrindiniai funkciniai matmenys. Lovos vidutinis aukštis nuo žemės iki čiužinio viršaus 50 cm atitinka standartus, pagal kuriuos turi būti nuo 43 iki 58 cm, tačiau yra lovų, kurių aukštis yra per žemas (37,5 cm) arba per aukštas (60,5 ir 61 cm).

Be to, tradiciniuose balduose trūksta svarbių savybių. Reguluojama fotelių galvos ir nugaros atrama padidina patogumą ir palaiko laikyseną. Atlenkiami arba nuimami porankiai leidžia lengviau ir be kliūčių persėsti iš neįgalųjų vežimėlių į baldą.

Išvados

Šiame tyrime buvo nagrinėjami ir lyginami įprastinių baldų (31 vnt.) funkciniai matmenys su matmenimis baldų, kurie skirti asmenims, turintiems judėjimo negalią.

Atlikus tyrimą buvo nustatyti pagrindiniai skirtumai ir panašumai, kurie leido suprasti, kokia svarbi yra baldų dizaino prieinamumo svarba.

Atlikus tyrimą nustatyta, kad įprastinių rašomųjų stalų stalviršio vidutinis aukštis 73,1 cm neatitinka prieinamumo standartų pritaikytų judėjimo negalią turintiems asmenims. Stalų plotis tarp šoninių skydų 78,1 cm atitinka rekomenduojamą plotį, kuris turi būti ne mažesnis nei 75 cm.

Atlikus tyrimą nustatyta, kad fotelio sėdynės vidutinis plotis 56 cm atitinka standartus, kuris turi būti ne mažesnis nei 53 cm. Fotelio vidutinis aukštis 44 cm atitinka prieinamumo standartus, kuris rekomenduojamas nuo 43 iki 48 cm.

Atlikus tyrimą nustatyta, kad lovos vidutinis aukštis nuo žemės iki čiužinio viršaus 50 cm atitinka standartus, pagal kuriuos turi būti nuo 43 iki 58 cm.

Atlikus tyrimą nustatyta, kad tradiciniuose balduose trūksta svarbių savybių: reguliuojamų galvos ir nugaros atramų, atlenkiamų arba nuimamų porankių, kurie leidžia lengviau ir be kliūčių persėsti iš neįgalųjų vežimėlių.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Adata. (n.d.). *Accessible medical examination tables and chairs*. <https://adata.org/factsheet/accessible-medical-examination-tables-and-chairs>
2. Baldai1.lt. (n.d.). *Continental lova Baltimore 171 (Soft 017 + Fresh 11)*. <https://www.baldai1.lt/lovos/continental-lovos/continental-lova-baltimore-171-soft-017-fresh-11.html>
3. Baldai1.lt. (n.d.). *Continental lova Baltimore 175 (Manila 18)*. <https://www.baldai1.lt/lovos/continental-lovos/continental-lova-baltimore-175-manila-18.html>
4. Baldai1.lt. (n.d.). *Continental lova Baltimore 191 (Twist 23)*. <https://www.baldai1.lt/lovos/continental-lovos/continental-lova-baltimore-191-twist-23.html>
5. Baldai1.lt. (n.d.). *Continental lova Cleveland 129 (Fresh 32)*. <https://www.baldai1.lt/lovos/continental-lovos/continental-lova-cleveland-129-fresh-32.html>
6. Baldai1.lt. (n.d.). *Continental lova Cleveland 180 (Fresh 01)*. https://www.baldai1.lt/lovos/continental-lovos/lova-continental-cleveland-180.html?variation_id=436172
7. Baldai1.lt. (n.d.). *Continental lova Comfivo 196 (Manila 16)*. <https://www.baldai1.lt/lovos/continental-lovos/continental-lova-comfivo-196-manila-16.html>
8. Baldai1.lt. (n.d.). *Continental lova Comfivo 225 (Magic Velvet 2217)*. <https://www.baldai1.lt/lovos/continental-lovos/continental-lova-comfivo-225-magic-velvet-2217.html>
9. Baldai1.lt. (n.d.). *Continental lova Indiana 142 (Swing 01)*. https://www.baldai1.lt/lovos/continental-lovos/continental-lova-indiana-142-swing-01-lt-2.html?variation_id=400747
10. Baldai1.lt. (n.d.). *Continental lova Memphis 127 (Rico 19)*. <https://www.baldai1.lt/lovos/continental-lovos/continental-lova-memphis-127-rico-19.html>
11. Baldai1.lt. (n.d.). *Continental lova Memphis 142 (Manila 02)*. <https://www.baldai1.lt/lovos/continental-lovos/continental-lova-memphis-142-manila-02.html>
12. Baldai1.lt. (n.d.). *Continental lova Portage 100*. <https://www.baldai1.lt/lovos/continental-lovos/continental-lova-portage-100.html>
13. Baldoteka. (n.d.). *ARCA AR7 dlm rašomasis stalas*. <https://baldoteka.lt/arco-baldai/arca-ar7-dlm-rasomasis-stalas/>
14. Baldoteka. (n.d.). *AVO 10 ml rašomasis stalas*. <https://baldoteka.lt/naujiena-avo-baldai-sisteminiai-baldai-vaiko-jaunimo-baldai/avo-10-ml-rasomasis-stalas/>
15. Baldoteka. (n.d.). *BALI (mėlyna) st rašomasis stalas*. <https://baldoteka.lt/rasomieji-stalai-vaiko-jaunimo-baldai/bali-melyna-st-rasomasis-stalas/>
16. Baldu turgus. (n.d.). *ADA kosmetinis-rašomasis stalas*. <https://balduturgus.lt/baldas/ada-kosmetinis-rasomasis-stalas/>
17. Baldu turgus. (n.d.). *HIGH ROCK HRKB211L-M197 rašomasis stalas*. <https://balduturgus.lt/baldas/high-rock-hrkb211l-m197-rasomasis-stalas/>

18. Baldu turgus. (n.d.). *NET106 MT926-C264 rašomasis stalas*. <https://balduturgus.lt/baldas/net106-mt926-c264-rasomasis-stalas/>
19. Corada. (n.d.). *Bed height fact sheet*. <https://www.corada.com/documents/ada-lodging-best-practices-and-standards/bed-height-fact-sheet>
20. HeightAdjustableDesks.com. (2024). *BasicMode Manual Height Adjustable Desk - HeightAdjustableDesks.com*. <https://heightadjustabledesks.com/product/basicmode-manual-height-adjustable-desk/#frame>
21. Yandarmadi, A. A., & Mariana, M. (2022). Study of Anthropometry & Ergonomic for Study Room Furniture at Pantai Mutiara Residence. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research/Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220404.086>
22. IKEA Lietuva. (n.d.). *ALEX/LAGKAPTEN rašomasis stalas, 120x60 cm, baltai beicuoto qžuolo raštas/balta*. <https://www.ikea.lt/lt/products/biuro-baldai/namu-biuras/rasomieji-stalai-namams/alex-lagkapten-rasomasis-stalas-spr-09416962>
23. IKEA Lietuva. (n.d.). *ALEX/LAGKAPTEN rašomasis stalas, 140x60 cm, baltai beicuoto qžuolo raštas/balta*. <https://www.ikea.lt/lt/products/biuro-baldai/namu-biuras/rasomieji-stalai-namams/alex-lagkapten-rasomasis-stalas-spr-09432014>
24. IKEA Lietuva. (n.d.). *EKERÖ fotelis, Skiftebo tamsi mėlyna*. <https://www.ikea.lt/lt/products/sedimieji-svetaines-baldai/foteliai-koju-kedutes-staliukai/foteliai/ekero-fotelis-art-20262878>
25. IKEA Lietuva. (n.d.). *EKOLSUND fotelis su kojų atrama, Gunnared tamsiai pilka*. <https://www.ikea.lt/lt/products/sedimieji-svetaines-baldai/foteliai-koju-kedutes-staliukai/foteliai/ekolsund-fotelis-su-koju-atrama-spr-09297186>
26. IKEA Lietuva. (n.d.). *FRIHETEN fotelis, Skiftebo pilka*. <https://www.ikea.lt/lt/products/sedimieji-svetaines-baldai/foteliai-koju-kedutes-staliukai/foteliai/friheten-fotelis-art-30304793>
27. IKEA Lietuva. (n.d.). *IDANÅS raš. stalas su papildoma dalimi, balta*. <https://www.ikea.lt/lt/products/biuro-baldai/namu-biuras/rasomieji-stalai-namams/idanas-ras-stalas-su-papildoma-dalimi-spr-59483992>
28. IKEA Lietuva. (n.d.). *LANDSKRONA fotelis, Gunnared tamsiai pilka, metalo*. <https://www.ikea.lt/lt/products/sedimieji-svetaines-baldai/foteliai-koju-kedutes-staliukai/foteliai/landskrona-fotelis-spr-99269160>
29. IKEA Lietuva. (n.d.). *MUREN fotelis su kojų atrama, Remmarn šviesiai pilka*. <https://www.ikea.lt/lt/products/sedimieji-svetaines-baldai/foteliai-koju-kedutes-staliukai/foteliai/muren-fotelis-su-koju-atrama-art-00438553>
30. IKEA Lietuva. (n.d.). *POÄNG fotelis, tamsiai ruda/Knisa juoda*. <https://www.ikea.lt/lt/products/sedimieji-svetaines-baldai/foteliai-koju-kedutes-staliukai/foteliai/poang-fotelis-spr-59240828>
31. IKEA Lietuva. (n.d.). *ROCKSJÖN fotelis, Blekinge balta*. <https://www.ikea.lt/lt/products/sedimieji-svetaines-baldai/foteliai-koju-kedutes-staliukai/foteliai/rocksjon-fotelis-spr-09508848>
32. IKEA Lietuva. (n.d.). *STRANDMON fotelis, Skiftebo geltona*. <https://www.ikea.lt/lt/products/sedimieji-svetaines-baldai/foteliai-koju-kedutes-staliukai/foteliai/strandmon-fotelis-art-90361894>

33. IKEA Lietuva. (n.d.). *TULLSTA fotelis, Nordvalla klasikinė pilka*. <https://www.ikea.lt/lt/products/sedimieji-svetaines-baldai/foteliai-koju-kedutes-staliukai/foteliai/tullsta-fotelis-spr-59284662>
34. Interior, T. (2023). Designing for comfort and health: The importance of Ergonomics in Interior design. *Medium*. <https://academythinkinteriordesign.medium.com/designing-for-comfort-and-health-the-importance-of-ergonomics-in-interior-design-d69ead9ff537>
35. Karah. (2023). *The impact of interior design on elderly people in aged care and retirement living: What the research shows*. FHG Furniture. <https://fhg.com.au/interior-design-elderly/>
36. Muraguri, R. (2023). *Furniture design for accessibility*. RTF | Rethinking the Future. <https://www.re-thinkingthefuture.com/designing-for-typologies/a11210-furniture-design-for-accessibility/>
37. Paralympic. (2020). *IPC Accessibility Guide - 4th edition* https://www.Paralympic.org/sites/default/files/2020-11/IPC%20Accessibility%20Guide%20-%204th%20edition%20-%20October%202020_0.pdf.
38. Human Factors Ergonomics Society (HFES). *What is Human Factors and Ergonomics*. <https://www.hfes.org/About-HFES/What-is-Human-Factors-and-Ergonomics>

Summary

In this article, functional dimensions of conventional furniture (31 pieces) with furniture designed for persons with reduced mobility were examined and compared. The main differences and similarities were identified, which gave an insight into the importance of accessibility in furniture design. Review of conventional furniture revealed that while some average dimensions may appear similar, a broader look at the dimensions of conventional furniture revealed that they did not meet accessibility standards for persons with reduced mobility.

Vienkartinės pakuotės dizaino įtaka stiprumui, standumui ir gamybos procesui

Žydrūnė Šaškevičiūtė, Vilma Šipailaitė-Ramoškienė
Kauno kolegija

Anotacija. Šiame straipsnyje išnagrinėta vienkartinės pakuotės dizaino įtaka jos stiprumui ir gamybos procesui. Teorinėje dalyje aptariami vienkartinės pakuotės dizaino ir gamybos ypatumai, kurie leistų pakuotei tapti standžia nenaudojant daugiau medžiagos. Ištirtas pakuočių atsparumas lenkimui *SOLIDWORKS® 3D CAD* programa. Remiantis gautais rezultatais, galima teigti, kad pakuotė A, kuri turi dugno, sienelių ir kampų standumo padidinimo sprendimus yra standžiausia.

Raktiniai žodžiai: vienkartinė pakuotė, dizainas, stiprumas, standumas, polietileno tereftalatas, terminis formavimas.

Įvadas

Plastikinės pakuotės – tai vienas iš dažniausiai naudojamų produktų, maisto ir įvairių gaminių pakavimui. Pakuotė gali suteikti gaminiui didesnės vertės, papildomo funkcionalumo ir atpažinimo. Ji užtikrina, kad gaminys bus higieniškas ir nesugadintas.

Prasidėjus COVID-19 pandemijai atsirado didelių pokyčių gamyboje ir vartojime. Dėl Europoje taikomų ribojimų COVID-19 turėjo reikšmingą poveikį vienkartinėms pakuotėms. Dauguma restoranų Europoje buvo uždaryti, daugelis restoranų pradėjo siūlyti maisto išsinešimo ir pristatymo paslaugas, naudojant vienkartinės pakuotes. Tokiu būdu maisto pramonės verslams nereikėjo uždaryti savo verslo, o žmonėms atsisakyti savo mėgstamiausių patiekalų. Bet atsiradus šioms galimybėms taip pat atsirado nekokybiškų pakuočių, kurios yra nepatrauklios ir neatlieka savo funkcijos, todėl yra labai svarbu pakuotei suteikti funkcionalų dizainą, nes mažiausios detalės gali turėti įtakos kliento pasitenkinimui. Vienkartinės pakuotės yra naudojamos, nes jos yra patogios, higieniškos, funkcionalios ir pigios (European Environment Agency, 2021).

Darbo problema. Plastikinių pakuočių gamybai labai svarbu pagaminti prototipus ir bandyti jų fizikines bei mechanines savybes, tam, kad užtikrinti pačią geriausią galutinio gaminio kokybę, nes neturint prototipo, sunku žinoti kaip plastikas reaguos į mechaninius poveikius. Bet dažnai prototipų kūrimas užima daug laiko ir pareikalauja papildomų išteklių, nes staklės turi lėtai frezuoti formą – kitaip sugadins prototipą ir įrankius. Todėl daugelis įmonių pereina į imitacijų kūrimą dėl laiko, išteklių taupymo ir gan tikslių rezultatų. Tai padeda gaminti baigtinius gaminius, kurių nebereikia koreguoti.

Darbo objektas – plastikinės pakuotės su funkcionali dizainu, kuris suteikia standumo briaunas.

Darbo tikslas – sukurti plastikinę pakuotę, kuri turėtų tvirtą konstrukciją ir patrauklų dizainą.

Teorinė dalis

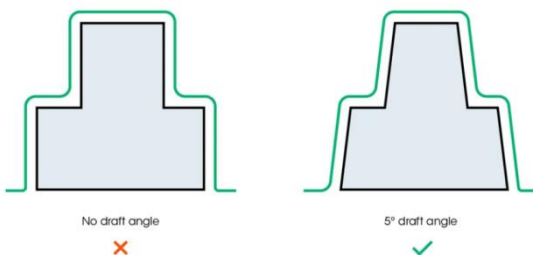
Šių dienų rinkai yra būdingos gražiai atrodančias pakuotės, nes jos gaminiui suteikia papildomą vertę, higienišką aplinką, padeda nepamesti gaminio dalių, apsaugo jį ir atkreipia pirkėjo dėmesį, todėl labai svarbu yra sukurti tokią pakuotės dizainą, kad jis būtų ne tik patrauklus, bet ir funkcionalus. Pakuotės funkcionalumas yra glaudžiai susietas su jos dizainu, nes atliekant dizaino sprendimus, galima subtiliai įtraukti įvairias standumą padidinančias formas, kurios ne tik suteikia grožio, bet ir atlieka tam tikrą funkciją. Tokiu būdu pakuotei yra suteikiamas gražus ir funkcionalus dizainas (ELD, n.d).

Gaminant pakuotę labai svarbu yra atsižvelgti ir į sienelės storį, nes tai gali turėti įtakos išlaidoms ir gamybos technologijai. Storesnė sienelė yra tvirtesnė, bet pakuotė tampa brangesnė. Plonesnė sienelė yra pigiau, bet pakuotė mažiau tvirtesnė. Šias problemas išsprendžia pakuotės dizainas. Su tam tikrais sprendimais, plona, silpna medžiaga gali tapti standesne. Tokiu būdu yra taupomos medžiagos ir saugoma gamta dėl mažesnio medžiagų kiekio sunaudojimo.

Gaminant pakuotę terminiu formavimu staklėmis yra tam tikrų formų, struktūrų, kurios užtikrina lengvą ir kokybišką gamybos procesą. Ruošiant galutinę pakuotės brėžinį gamybai dažnai gali tekti atsakyti tam tikrų formų, akcentų, nes juos gali būti neįmanoma įgyvendinti pradinuose žingsniuose – gaminio prototipo gamyba. Net jei pavyksta įgyvendinti pradinį žingsnį, gali atsirasti keblumų naudojant terminio formavimo stakles – netinkamai išformuojamas gaminys arba problemos nuimant pakuotę iš / nuo formos. Šios klaidos trukdo sklandžiai gamybai, eikvoja laiką ir išteklius (Profile plastics, 2015).

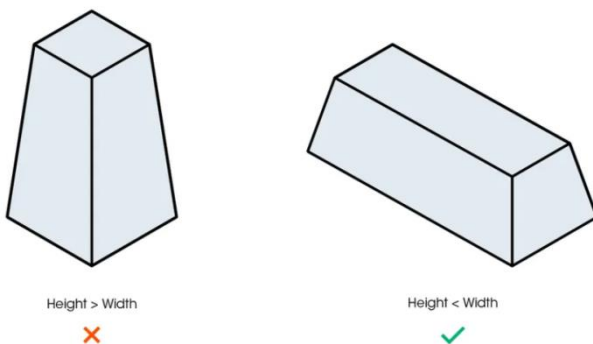
Vienos iš dažniausiai pasitaikančių klaidų projektuojant ir gaminant pakuočių prototipus staklėmis:

1) nėra suformuotų nuolydžių, kas pasunkina pakuotės ištraukimą nuo / iš formos, o plastikas pasiskirsto nevienodai, susidaro daugiau silpnų vietų. Sprendimas – pakuotės dizainui suteikti daugiau kaip 2 laipsnių nuolydį (Mayku, n.d.).



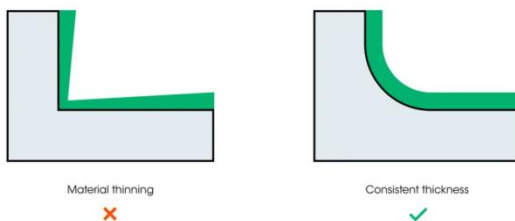
1 pav. Pakuotės konstrukcijos elementų nuolydžiai

2) aukštis yra didesnis už plotį ir tai sukelia nevienodą plastiko masės pasiskirstymą, dėl šios priežasties gali atsirasti įtrūkimai. Siekiant išvengti šių defektų siūloma negaminti ypatingai aukštų pakuočių, geriau platinti pakuotę.



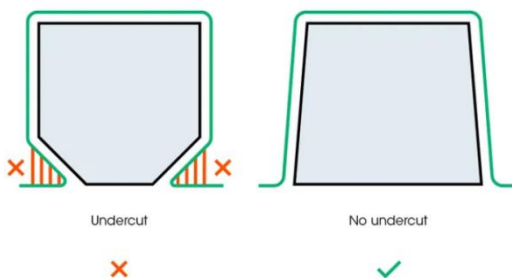
2 pav. Pakuotės ilgi ir pločio santykis

3) per daug aštrių kampų – juos yra ne tik sunku pagaminti kai kuriais atvejais, bet ir sudėtinga išformuoti, nes plastikas negali pilnai užpildyti kampų, tačiau tai padaro pakuotės konstrukciją tvirtesne. Sprendimas – užapvalinti kampus (Leory, 2022).



3 pav. Pakuotės kampų formavimas

4) per gilūs kraštai, kas sukelia sunkumų ištraukti pakuotę iš formos. Sprendimas – daryti atviresnius, paprastesnius ir ne tokius gilius kraštus (Mayku, n.d.).



4 pav. Teisingas pakuotės kraštų formavimas

5) per didelis neigiamas nuolydis ir tai sukelia sunkumus ištraukti formą iš pakuotės. Sprendimas – sumažinti nuolydžių kampus (Ray products, n. d.).

Analogiškos pakuotės apžvalga

Šios pakuotės dizainas yra sudėtingas, nes jis yra sudarytas iš dviejų dalių, tai reikalauja daugiau išteklių, projektavimo ir laiko, kad pagaminti pilną komplektaciją šios pakuotės. Pakuotės dangtis – gali būti meniškas sprendimas, kuris neapsunkina gamybos ir sustiprina konstrukciją. Dangčio kampai yra labiau pastebimi. Toks dizaino sprendimas klientui gali suteikti iliuziją, kad maisto produktas bus lengvas ir skanus. Suteikiant gražią išvaizdą yra suteikiamas ir standumas, kuris užtikrina stiprią konstrukciją. Kaip ir anksčiau paminėtuose pavyzdžiuose, nuolydis yra ir šioje konstrukcijoje. Dangčio dugne yra papildomas kraštas, kuris užtikrina tvirtą uždarymą su tortinės pagrindu. Šis kraštas dažniausiai yra keliais milimetrais mažesnis nei pagrindas, tam, kad dangtis su pagrindu neišsiskirtų. Pagrindas – taip pat meniškas sprendimas, kuris ne tik gražiai atrodo, bet ir turi papildomas funkcijas, kurios dažnai yra nepastebimos. Pagrindo dugnas turi išskirtinį dizainą, kuris ne tik standumą suteikia, bet ir lengvesnį torto išėmimą. Jeigu dugnas būtų lygus, tortą būtų labai sudėtinga išimti, nes jis priliptų prie lygaus pagrindo, kadangi šioje pakuotėje dugnas turi didelį kiekį griovelių ir formų, tortas neprilimpa prie dugno. Grioveliai sustiprina pagrindą o dėl skirtingų formų, nesusidaro lenkimo linijų ir tai padeda pagrindui nelinkti, kai yra veikiamas apkrova. Nuolydis kuris plėtėja į viršų, suteikia vietos dangčiui įsistatyti. Dizainas yra išskirtinis, kuris suteikia gražų vaizdą ir funkcionalumą.



5 pav. Tortin su dangčiu ir dugnu <https://www.uline.ca/Product/Detail/S-19148/Bakery-Supplies/Plastic-Cake-Containers-1-4-Sheet>

Gaminant vienkartinės pakuotes labai svarbu yra pasirinkti tinkamas medžiagas, kurios atitinka saugumo ir higienos reikalavimams bei turi sąlytį su maistu. Griežčiausias reikalavimas plastikams yra plastiko migracija į maistą. Maisto pramonėje plastiko molekulinė masė turi viršyti 1000 daltonų, tokiu būdu plastiko molekulės negali patekti į žmogaus organizmą. Jei gaminant plastiką pradinės medžiagos neišsimašo ar netinkamai reaguoja su priedais ir medžiagomis, plastikas yra netinkamas, nes nesureagavusios medžiagos, gali patekti į maistą, kuris bus užterštas, o žmogus nežinodamas gali suvartoti jau užterštą maistą (Europos komisija, 2023).

Vienas iš saugiausių ir švariausių plastikų yra polietileno tereftalatas (PET). Šis plastikas yra saugiausias ir geriausia medžiaga turint sąlyti su maistu dėl savo savybių:

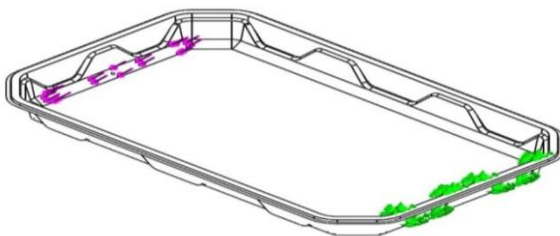
- lengvai perdirbamas;
- labai skaidrus;
- puikios mechaninės savybės – stiprus, standus;
- platus temperatūrų spektras -60 iki 130°C;
- turi puikias dujų ir drėgmės barjerinės savybes (Peter W. Klein, 2009).

Tyrimo metodika

Pakuotės konstrukcijos darbinių įtempių analizė atliekama taikant baigtinių elementų metodą kompiuterinėje programoje *Solidworks Simulation*.

Naudojantis *Solidworks* programą, imitacijų priedu *Static* buvo tirtos 3 panašios pakuotės veikiamos apkrova. Pakuotės buvo pagamintos iš 0,3 mm storio polietileno tereftalatas (PET). Pakuotės tvirtinimas pasirinktas gale, imituojant realią situaciją, kai pakuotė yra paimama pirštais, o kitame gale yra veikiamas apkrova, kuri imituoja nuslinkusį maistą. Žalia spalva nurodo fiksavimo vietas, o violetinė – krūvį (6 pav.)

Galima daryti prielaidą, kad pakuotės buvo veikiamos 1 kg (≈ 10 N) apkrova. Pažymėjus tam tikrą paviršiaus vietą *Solidworks* programa apskaičiuoja paviršiaus plotą ir nustato 1mm^2 sloginio vertę MPa. Norint apskaičiuoti šį rezultatą reikia naudotis formule $x = \frac{1 \cdot 10}{a}$; a – paviršiaus plotas, x – apkrovos dydis 1mm^2 plote. Pasirinkto paviršiaus plotas – 44 mm^2 ; $x = \frac{1 \cdot 10}{44} = 0.22\text{ MPa}$



6 pav. Fiksavimo ir jėgos veikimo vietas (Autoriaus nuotrauka 2024)

Trijų pakuočių modeliai yra suskaidomi į baigtinių elementų tinklelius, pakuotė A – 28496 elementai (7 pav.), B – 11170 elementai (8 pav.), C – 4848 elementai (9 pav.). Nustatomos polietileno tereftalato (PET) medžiagos savybės, pakuotės vidų skersai veikiančios apkrovos (10 N) ir įtvirtinimo taškai esantys ant pakuočių sienelių (6 pav.).

Mesh Details	
Study name	Static 2* (-be siene)
DetailsMesh type	Shell Mesh Using Surfaces
Mesher Used	Blended curvature-based mesh
Jacobian check for shell	On
Max Element Size	4.39549 mm
Min Element Size	0.382683 mm
Mesh quality	High
Total nodes	57145
Total elements	28496
Time to complete mesh(hh:mm:ss)	00:00:36
Computer name	

7 pav. Pakuotės A tinklelis
(Autoriaus nuotrauka 2024)

Mesh Details	
Study name	Static 1 (-Forma-)
DetailsMesh type	Shell Mesh Using Surfaces
Mesher Used	Blended curvature-based mesh
Jacobian check for shell	On
Max Element Size	4.22706 mm
Min Element Size	0.231237 mm
Mesh quality	High
Total nodes	22499
Total elements	11170
Time to complete mesh(hh:mm:ss)	00:00:17
Computer name	

8 pav. Pakuotės B tinklelis
(Autoriaus nuotrauka 2024)

Mesh Details	
Study name	Static 3 (-Forma-)
DetailsMesh type	Mixed Mesh
Mesher Used	Blended curvature-based mesh
Jacobian points for High quality mesh	16 points
Jacobian check for shell	On
Max Element Size	7.87938 mm
Min Element Size	0.563749 mm
Mesh quality	High
Total nodes	9798
Total elements	4848
Time to complete mesh(hh:mm:ss)	00:00:12
Computer name	

9 pav. Pakuotės C tinklelis (autoriaus nuotrauka 2024)

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

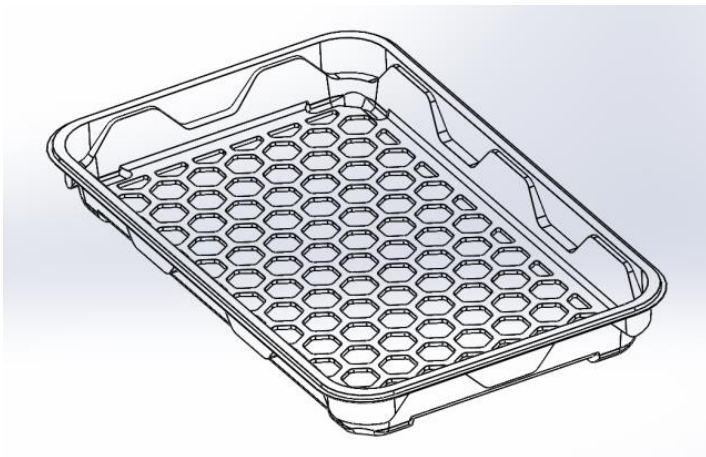
PET (polietileno tereftalato) leistinieji įtempiai yra 30-40 MPa. (Ashby and Johnson, 2002)

Paveikslėlyje (10, 12 ir 14 pav.) galima matyti, kad esant 0.22 MPa sloginiui, pakuotės A modeliavimo didžiausi įtempiai yra 10 MPa, pakuotės B – 56 MPa, o pakuotės C – 91 MPa.

Kadangi pakuotė A turėjo visas reikalingas konstrukcijas (11 pav.), kurios suteikia standumą ir patrauklų dizainą, o veikianti apkrova neviršijo leistinųjų įtempių (10 MPa < 30 MPa) pakuotė A buvo tvirčiausia iš visų 3 tiriamų pakuočių (11 pav.).

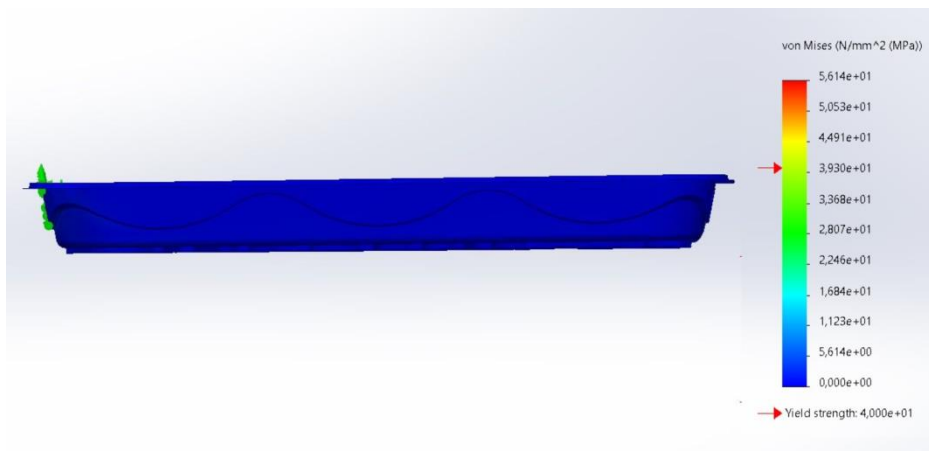


10 pav. Pakuotės A įtempiai (Autoriaus nuotrauka 2024)

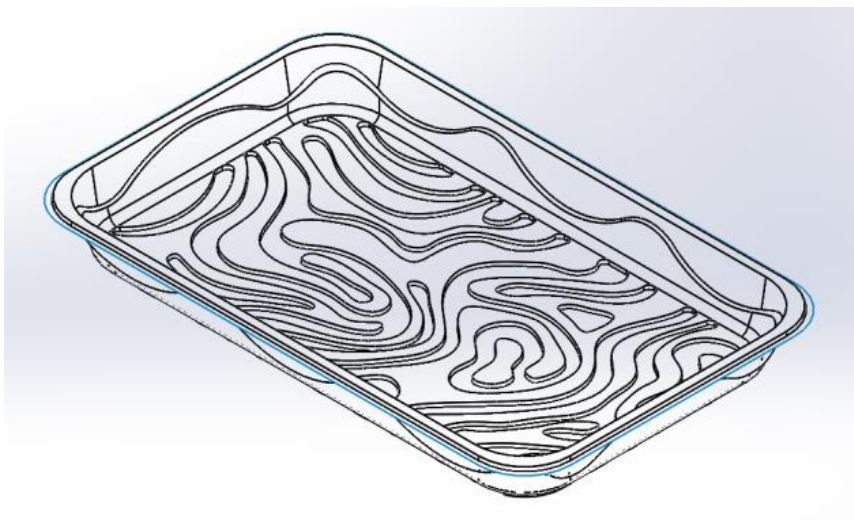


11 pav. Pakuotės A dizainas (autorius nuotrauka 2024)

Pakuotė B nuo kitų pakuočių skyrėsi savo dizainu ir kampinių standumo konstrukcijų trūkumu (13 pav.). Šios konstrukcijos trūkumas ir dizaino sprendimas turėjo įtakos pakuotės standumui, todėl ji labiau pasidavė veikiamam krūviui ir viršijo PET leistinuosius įtempius ($56 \text{ MPa} > 40 \text{ MPa}$) (12 pav.).

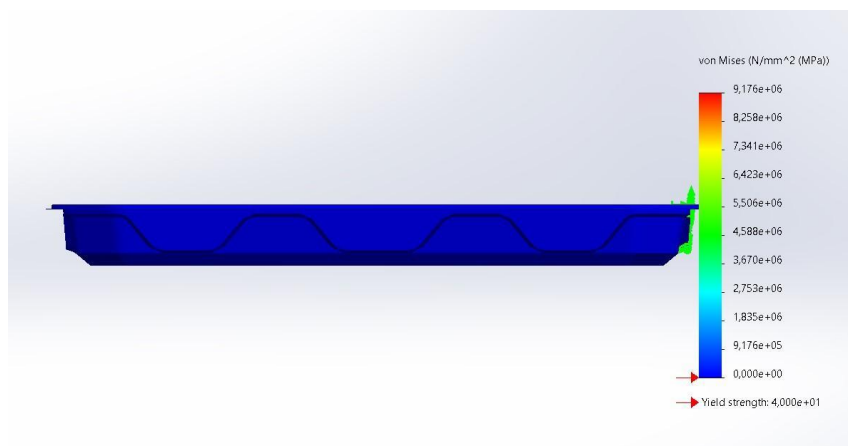


12 pav. Pakuotės B įtempiai (Autorius nuotrauka 2024)

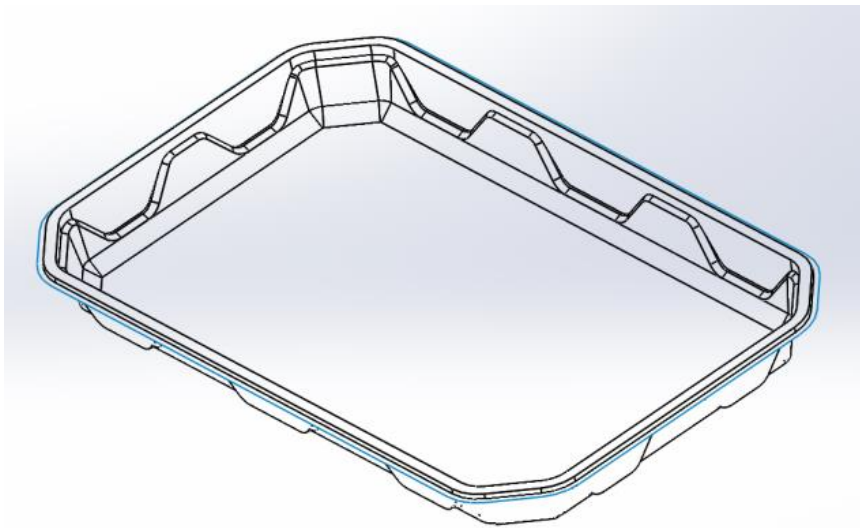


14 pav. Pakuotės C įtempiai (Autoriaus nuotrauka 2024)

Pakuotė C neturėjo dugno struktūros, kuri padėtų pakuotei būti tvirtai, todėl pakuotė C buvo pati silpniausia iš visų ir dvigubai viršijo PET leistinuosius įtempius ($91 \text{ MPa} > 40 \text{ MPa}$) (14 pav.).



13 pav. Pakuotės B dizainas (autorius nuotrauka 2024)



15 pav. Pakuotės C dizainas (autorius nuotrauka 2024)

Išvados

Atlikus trijų PET pakuočių standumo analizę, galima teigti jog konstrukcija turi didelę įtaką pakuotės standumui. Siekiant nustatyti skirtingo dizainų pakuočių stiprumą, jie buvo vertinami atskirai. Didžiausi įtempiai buvo 91 MPa tiriant pakuotę C. Šiuos įtempius palyginus su medžiagos (PET) leistinaisiais įtempiais 30-40 MPa, galima teigti, kad pakuotės C konstrukcija yra nepakankamai stipri ($91 \text{ MPa} > 40 \text{ MPa}$). Didžiausi leistinieji įtempiai, kurie neviršijo medžiagos įtempių yra 10 MPa. Šiuos įtempius palyginus su medžiagos (PET) leistinaisiais įtempiais galima teigti, kad pakuotė A yra pakankamai stipri, nes didžiausi įtempiai neviršija leistinųjų įtempių ($10 \text{ MPa} < 30 \text{ MPa}$).

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. EDL, n.d. *How packaging influences consumer behavior*. <https://www.edlpackaging.com/blog/how-packaging-influences-consumer-behavior/>
2. European environment agency (2021). *Plastics, the circular economy and Europe's environment — A priority for action*
3. Europos komisija (2023). *Dėl plastikinių medžiagų ir gaminių, skirtų liestis su maisto produktais*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/ALL/?uri=CELEX:32011R0010>
4. Leory, M. B. (2022). *Thermoforming manual engineered materials glosary and troubleshooting guide*.
5. Myaku, n.d. *How to design for thermoforming*. <https://mayku.me/learn/how-to-design-for-thermoforming#choosing-the-right-technology-to-make-a-template>

6. Mike, A., Kara, J. (2002). *The Art and Science of Material Selection in Product Design*. Butterworth-Heinemann.
7. Peter, W. K. (2009). *Fundamentals of Plastics Thermoforming*.
8. *Profile plastics* (2015). Thermoforming design guide.
9. RAY plastics, n.d. *DESIGNING FOR THERMOFORMING: FROM THE DESIGN GUIDE — CHAPTER 2*. <https://www.rayplastics.com/designing-thermoforming-design-guide-chapter-2/>
10. *Universal Plastics* (2014). Thermoforming design guidelines.

Summary

In this article, the design of disposable packaging is examined. In the theoretical part the most suitable material, packaging design features that facilitate production and help the package become rigid without using more material are described. The distance of the packages under load was analysed by using Solidworks program. Based on the results, it can be stated that package A, which has bottom, wall and corner design solutions, is the most rigid.

Keywords: disposable packaging, design, strength, rigidity, polyethylene terephthalate, thermoforming.

3D skaitmeninių technologijų panaudojimas kultūros paveldo objektų kartografavimui

Laurynas Bernotas, Valdas Urbanavičius
Kauno kolegija

Anotacija. Šiame darbe, išanalizavus galimus kultūros paveldo duomenų surinkimui naudojamus būdus tirti bei taikyti 3D skaitmeninių technologijų, kurios padeda nustatyti objekto išskirtinius elementus, užfiksuoti pažeidimus ir įvertinti jo unikalumą, buvo pasirinktas fotogrametrinis metodas. Vykdamas konkretaus kultūros paveldo objekto kartografavimą buvo surinkti duomenys su bepiločiu orlaiviu, o gautos aukštos erdvinės skiriamosios gebos aerofotonuotraukos apdorotos programomis *ArcGIS Drone2Map* ir *Carlson PhotoCapture*, kurių rezultatai atitinka fotogrametrinių metodų ir tikslumo reikalavimus.

Raktiniai žodžiai: kultūros paveldas, bepilotis orlaivis, fotogrametrinis apdorojimas, 3D technologijos, trimatis vaizdas.

Įvadas

Kultūros paveldo išsaugojimas vaidina svarbų vaidmenį visuomenėje, reikšmingai prisidedant prie jo tvarumo, o tai svarbu žmogaus raidai ir gyvenimo kokybei. Lietuvoje vis dar yra problemų susijusių kultūros paveldo objektais. 531 valstybės kultūros paveldo objekto statusą turintys objektai yra apleisti, nors dažnas jų turi šeiminkus (Kultūros paveldo..., 2024).

Straipsnyje pristatomi 3D skaitmeninių technologijų duomenų panaudojimo galimybės kartografuojant kultūros paveldo objektus. Šie kultūros paveldo objektų duomenys yra ilgaamžiški, jie gali būti cikliškai atnaujinami, o suteikia galimybę vykdyti objekto monitoringą. Nykstančių istorinių kultūros paveldo objektų išsaugojimui svarbu atrasti naują požiūrį į istorinių pastatų duomenų surinkimą, kaip architektūrinį tapatumą randant istorinę reikšmę turinčias vertingąsias prigimines arba atsiradusias dėl istorinių pokyčių savybes.

3D technologijų naudojimas pastatų, paminklų ir objektų fiksavimui palaipsniui tampa įprastas. Šiuo metu, tai viena iš labai dominančių temų kultūros paveldo srityje, o tokių technologijų ir procesų išmanymas tampa vis vertingesni.

Tyrimo objektas – kultūros paveldo objekto Geručių arba Glebavos dvaro sodyba, esanti Pakruojo rajono savivaldybėje.

Darbo tikslas – pateikti 3D skaitmeninių technologijų panaudojimo galimybes kultūros paveldo objektų kartografavimo darbams atlikti.

Tyrimo uždaviniai:

1. Pateikti bei išanalizuoti galimus metodus ir būdus naudojamus kultūros paveldo objektų kartografavimui;

2. Atlikti aerofotografavimo duomenų gautų iš bepiločio orlaivio apdorojimo programinių įrangų vertinimą laiko sąnaudų atžvilgiu ir gautą ortofotografinių vaizdų kokybę bei tikslumą;

3. Sukurti pasirinkto istorinio objekto ortofotografinius planus, erdvinį paviršiaus modelį ir pastatų trimatį vaizdą.

Kultūros paveldo objektų kartografavimo būdai

Per pastaruosius du dešimtmečius tobulėjo 3D duomenų gavimui skaitmeninės technologijos, kartografinė vizualizacija tvirtai įsitvirtino kultūros paveldo praktikoje. Istoriniams objektams, paminklams ir kraštovaizdžio elementams dokumentuoti buvo įdiegtos naujos skaitmeninio technologijos, o vizualizacijoms ir rekonstrukcijoms kurti buvo naudojami sudėtingi 3D modeliavimo metodai. 3D kultūros paveldo skaitmeninimas yra pirmasis proceso žingsnis. Jį sudaro keli procesai ir pateikiami keli variantai pagal konkrečius taikymo reikalavimus objektams. Dėl skaitmeninio poreikių, kylančių iš pačių objektų, sudėtingumo, yra daugybė metodų ir technologijų. Kiekvienos tokios technikos tikslas yra sėkmingai išspręsti tam tikro tipo objekto ar paminklo klasę arba patenkinti konkrečius konkretaus skaitmeninio įrašymo projekto poreikius (t. y. pilnas įrašymas archyvavimui, skaitmeninimas pristatymui, skaitmeninimas komerciniam naudojimui).

Kultūros paveldo objektai nyksta. Istoriniai kultūros paveldo objektai kinta ir sunku nustatyti sudėtingas ir netaisyklingas pastatų formas, nes laikui bėgant įvyksta objektų geometrijos elementų pokyčiai (Reinoso-Gordo, Rodríguez-Moreno et al., 2018).

Atliekant kultūros paveldo objektų tyrimus yra svarbu: atlikti objekto fiksaciją ir archeologinius tyrimus, surinkti istorinius duomenis (tekstinę ir grafinę medžiagą), domėtis objekto statybos istorija, tyrinėti architektūrinius elementus.

3D skaitmeninio vaidmuo ir galimybės išsaugant kultūros paveldą yra svarbios, nes dvimatės nekilnojamojo kultūros paveldo peržiūros kartais nepakanka, kad būtų patenkinti visi šiuolaikinės visuomenės keliami reikalavimai. Taigi tokius objektus rekomenduojama kurti ir registruoti į 3D kadastrą. Nuosavybės santykių sudėtingumo ir nuosavybės teisių persidengimo pagal sluoksnius (aukštus), kurie gali būti nekilnojamojoje kultūros vertybėje, registravimas nėra pagrindinis kadastro paslaugos tikslas. 3D kadastro įdiegimas gali labai prisidėti prie istorinių kultūros vertybių kokybės valdymo (Vučić, 2020).

Visiems paveldo elementams kyla daugiau ar mažiau nuspėjamų pavojų. Net jei jie yra geros būklės ir yra remiami finansiškai (lėšos skiriamos remontui ar objekto priežiūrai), jie gali patirti nenumatytas avarijas, dėl kurių jie neišvengiamai sunaikinami. Siekiant juos apsaugoti tikslinga turėti įvairią kartografinę medžiagą, kurioje užfiksuoti kultūros paveldo būklė, svarbūs kultūrinę vertę turintys elementai ir pan.

Įrenginių, programinės/techninės įrangos tobulėjimo raida leidžia rinkti ir gauti labai tikslią informaciją. Kiekvieno konkretaus objekto atveju analizė sietina su skaitmeninio metodų pasirinkimu ir norimo gauti galutinio produkto rezultatu, atsižvelgiant į įvairius veiksnius, tokius kaip prieinamumas ir rizika.

Leon, Pérez, Senderos (2020) teigia, kad 3D lazerinis skeneris turi daug privalumų, nes yra labai greitas ir labai tikslus duomenų gavimo šaltinis, bet automatizuota fotogrametrija yra viena iš labiau prieinamų ir įperkamų 3D technologijų (bepiločio orlaivio ir duomenų apdorojimui programinės įrangos įsigijimas), norint pasiekti kultūros paveldo objektų tinkamiausius matavimo sprendimus.

Petrovič, Grigillo et al. (2021) siūlo sukurti svarbių kultūros paveldo objektų skaitmeninius modelius, jų dokumentavimo ar rekonstrukcijos metodikas. Autoriai teigia, kad tai paprasta, bet ir sudėtinga, nes objektas gali būti sudėtingas pastatas, pastatytas sunkiai prieinamoje vietoje, visiškai ar iš dalies sunkiai pasiekiamas. Atliekant kultūros paveldo dokumentavimą, tikslinga įvertinti tyrimo tikslus ir sąlygas. Svarbu, kad galutiniai gauti 3D modeliai užtikrintų pakankamą objekto geometrinį tikslumą ir išsamumą.

Pastaraisiais metais pažangiausių technologijų sintezė atvėrė naujus kelius už novatorišką pažangą rekreacijos ir kultūros erdvių išsaugojimo srityje. Pasak Konstantakio, Trichopoulos et al. (2024) tarp šių naujovių yra fotogrametrijos ir lazerinio skenavimo integravimas. Toks metodų integravimas ir transformuojantis požiūris tikėtina padidins duomenų tikslumą ir išsamumą kultūros paveldo objektų atžvilgiu.

Vienas iš pagrindinių būdų surinkti kultūros paveldo duomenis yra fotogrametrijos metodų taikymas ir lazerinio skenavimo technologija.

Fotogrametrijoje taikomos techninės ir programinės įrangos padeda atkurti trimačius objektų modelius iš daugybės aerofotonuotraukų. Aerofotonuotraukose užfiksuojamos sudėtingos objekto detales, originali aplinka. Būna ir nesklandumų, kaip objektų apšvietimas, įvairios kliūtys ir pan.

Lazerinio skenavimo technologija siejama su tikslumu ir gylio nustatymo galimybėmis. To pasekoje, gaunamas labai tikslus ir daug informacijos pateikiantis taškų debesis, kuris pateikia erdvinius požymius su išskirtinėmis objekto geometrinėmis detalėmis. Taip pat yra ir nesklandumų, tai atspindinčių arba skaidrių paviršių nuskaitymo apribojimai. Lazerinio skenavimo technologija pasižymi duomenų gavimo greičiu ir tikslumu.

Pargiela (2023) teigia, kad fotogrametrija ir bepiločiai orlaiviai (UAV) neatsiejami vienas nuo kito. Bepiločių orlaivių naudojimas matavimo duomenims gauti pastaruoju metu tapo labai įprastas. Šis metodas vis dažniau pasirenkamas įvairioms reikmėms, įskaitant inžinerinių konstrukcijų inventorizaciją ir projektavimą, archeologiją arba nekilnojamojo turto kadastrą. Daugybė bepiločių orlaivių taikomųjų programų kyla iš daugybės įdiegtų matavimo jutiklių. Bepiločiai orlaiviai gali būti aprūpinti regėjimo jutikliais su skirtingomis spektrinėmis charakteristikomis, pradedant tradicinėmis RGB kameromis, baigiant daugiafunkcinėmis ir hiperspektrinėmis kameromis ir terminėmis kameromis. Taip pat yra nepilotuojamų sistemų su LiDAR (Yao, Qin, Chen, 2019).

Didelė technologinė ir mokslinių tyrimų plėtra nepilotuojamų platformų srityje leidžia pasiekti didesnę fotogrametrinių tyrimų tikslumą ir raišką. Jų naudojimas gali būti iš dalies alternatyva tradiciniams matavimo metodams ar skrydžiams naudojant pilotuojamas oro platformas. Tuo pačiu metu bepiločių orlaivių naudojimas daugeliu aspektų sukuria visiškai naujas galimybes, pavyzdžiui, gauti duomenis užterštose arba tradiciniams matavimo prietaisams neprieinamose vietose (Pargiela, 2023).

Matuojamo objekto tikslumo reikalavimas yra pagrindinis veiksnys atliekant fotogrametrinius tyrimus. Kartu žvelgiant iš praktinės ir ekonominės pusės, taip pat svarbu pasirūpinti darbų laiko ir sąnaudų ribojimu, todėl būtina šiuos veiksnius subalansuoti ir siekti optimalių sprendimų. Bepiločio orlaivio pasirinkimas siejamas su ekonominiais veiksniais.

Technologijoms toliau tobulėjant, bepiločiai orlaiviai vaidina vis svarbesnį vaidmenį formuojant archeologinius tyrimus: vietovių ir objektų aptikimas, stebėjimas ir ankstyvas pokyčių nustatymas labai svarbus prevenciniam išsaugojimui (Khelifi, Ciccone et al., 2021). Kultūros paveldo objektų tyrimai atliekami (Palčák, Kudela et al., 2022), siekiant nustatyti objekto vertę ir unikalumą. Žižiūnas (2019) teigia, kad „kartografavimo darbams (apmatavimai, brėžiniai, schemos, planai, pjūviai, teritorijų ar objektų topografija, fotofiksacija, fotogrametrija, geodeziniai parametrai) atlikti yra pasitelkiamos įvairios technologijos ir metodai, tačiau, būtent 3D vaizdo technologijos leidžia efektyviau (laiko ir finansų prasme tai efektyviausios technologijos), neintervenciškai (nežalojant paveldo objekto) ir išsamiai (milimetriniu masteliu fiksuojant visą prieinamą objekto materialiąją formą, selektyviai neišskiriant, tuo momentu, „svarbesnių“ ar „svarbiausių“ elementų) vykdyti reikalingų dokumentų ruošimą. Tai leistų kelti kokybinius standartus ir taip užtikrinti patikimą kultūros paveldo stebėseną ir išsaugojimą“ (Žižiūnas, 2019).

Taigi, šiandieninis kultūros paveldo sisteminimas ir duomenų išsaugojimo procesas turėtų būti siejamas su 3D technologijomis, kurios turi pranašumų laiko, duomenų tikslumo ir išsamumo požiūriais. Svarbu, kad gauti duomenys būtų sisteminami ir talpinami į kultūros vertybių registro duomenų bazę kartu su kitais duomenimis.

Tyrimo metodika

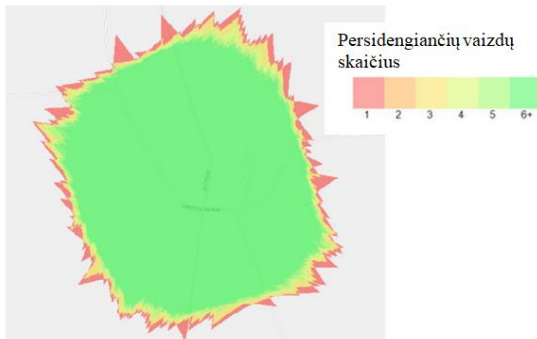
Atliekant tyrimą pasirinktas tyrimo objektas – Geručių arba Glebavos dvaro sodyba (kultūros paveldo objektas). Objektas yra Pakruojo rajono savivaldybėje, Žiemelio seniūnijoje, netoli Lietuvos ir Latvijos valstybinės sienos. Dvaro teritorijos plotas – 15 ha, pastatai statyti XIX a. – XX a. pirmoje pusėje, romantizmo stiliumi. Šiuo metu yra išlikę 4 dvaro pastatai ir 4 pastatų liekanų fragmentai. Tai neprižiūrima dvaro sodyba, nes pastatų stogai nesandarūs, pradeda irti pastatų sienos ir pamatai. Pastatai šiuo metu nenaudojami.

Atliekant tyrimą atliktas aerofotografavimo skridimas su bepiločiu orlaiviu DJI Phantom 4 RTK (Kauno kolegija), kameros modelis DIJ FC6310R (židinio atstumas 8,8 mm). Skridimas atliktas 2024 m. kovo mėn. 9 d. Oro sąlygos patenkinamos: vėjo greitis silpnas, apsiniaukę. Dvaro teritorijoje yra dar sniego. Skridimas vykdytas 80 m aukštyje. Skersinė nuotraukų sanklota – 75 proc., išilginė – 60 proc. Surinktos 582 nuotraukos, skrendant dvigubo tinklelio (*angl. double grid*) skrydžio režimu. Dvigubo tinklelio režimas naudojamas 3D modeliams kurti, nes galima pakeisti kameros posvyrio kampą, kuris turi būti nuo 45° iki 80°.

Aerofotografavimo duomenų apdorojimas atliktas komercinėmis SfM (lietuvių kalba „struktūra iš judesio“) apdorojimo programomis. Vertinama komercinė programinė įranga yra *ArcGIS Drone2Map* (sukurta JAV Aplinkos sistemų tyrimų institute – ESRI) ir *Carlson Photocapture* (JAV). Lyginamasis vertinimas apima kiekybinį taškų debesies išvesties iš kiekvienos programinės įrangos padėties tikslumo įvertinimą, taip pat kokybinis sugeneruotų taškinių debesų, ortofotografinių planų, skaitmeninio paviršiaus modelio (DSM) išvaizdos įvertinimas. Įvertinami kiekvienos programinės įrangos gautų duomenų tikslumas ir laiko sąnaudos.

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Atliekant aerofotografavimą su bepiločiu orlaiviu RTK režimu yra gauti šie rezultatai: 582 aerofotonuotraukos, kurių skiriamoji geba 2,2 cm. Aerofotonuotraukų didžiausios paklaidos apdorojant duomenis yra skridimo objekto pakraščiuose (1 pav.), nes sujungiant aerofotonuotraukas į vieną masyvą nepakanka duomenų, kokybiškam rezultatui gauti.



1 pav. Aerofotonuotraukų persidengimo (sanklotų) schema

Nustatyta, kad kur yra mažiau persidengiančių aerofotonuotraukų, ten didesnės paklaidos, kurios siekia: $x - 19$ cm, $y - 13$ cm ir $z - 11$ cm.

Aerofotografavimo duomenų apdorojimas atliktas komercinėmis SfM apdorojimo programomis *ArcGIS Drone2Map* ir *Carlson PhotoCapture*. Tai daug laiko užimantis procesas ir priklauso nuo kompiuterio parametrų ir projekto užduoties galutinio rezultato tikslumo. Sukuriant projektus buvo nustatyti patys aukščiausi galimi tikslumo parametrai.

1 lentelė. Kultūros paveldo objekto duomenų apdorojimo laiko sąnaudos

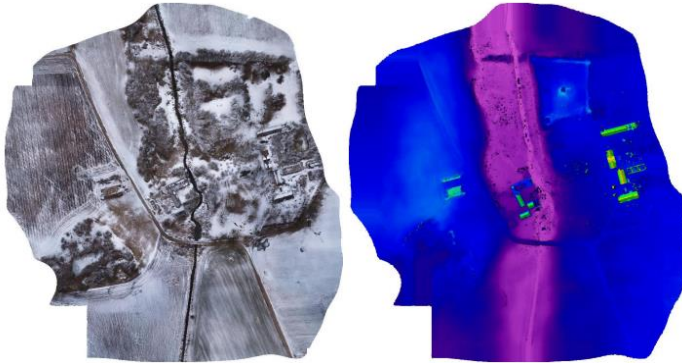
Projektų duomenų apdorojimo eiliškumas	Fotogrametrinė duomenų apdorojimo programinė įranga	
	Carlson PhotoCapture	ArcGIS Drone2Map
Taškų debesies sukūrimas	43 min 16 s	31 min 08 s
Skaitmeninio aukščio modelio sukūrimas	1 h 08 min 36 s	42 min 31 s
Ortofotografinio plano sukūrimas	26 min 03 s	19 min 19 s
3D paviršiaus modelio generalizavimas	1 h 58 min 31 s	1 h 19 min 05 s
Viso:	4 h 15 min 26 s	2 h 51 min 03 s

Matyti (1 lentelė), kad laiko sąnaudos labai skiriasi. 33 proc. laiko sąnaudos mažesnės apdorojant *ArcGIS Drone2Map* programine įranga. Tai įtakos turėjo taškų debesies sukūrimas, nes *Carlson PhotoCapture* surinkta 28,8 mln., o *ArcGIS Drone2Map* surinkta 4,5 mln. taškų debesies elementų.

Programinių įrangų sugeneruoti ortofotografiniai planai LKS-94 koordinacių sistemoje (2 pav.):

- *Carlson PhotoCapture* – erdvinė skiriamoji geba yra 2,1 cm;
- *ArcGIS Drone2Map* – erdvinė skiriamoji geba yra 2,7 cm.

Skaitmeninis paviršiaus modelis (*DEM – angl. Digital elevation model*) ir taškų debesis padėjo sukurti objektų 3D paviršių (2 pav.). Abiejų programinių įrangų sukurtas skaitmeninio paviršiaus modelio skiriamoji geba yra iki 10 cm.



2 pav. *Carlson PhotoCapture* programinės įrangos apdoroti rezultatai: ortofotografinis planas (kairėje) ir skaitmeninis paviršiaus modelis (dešinėje)

Sudarytas 3D paviršiaus modelis pateikia tyrimą objektą dabartinėje jo situacijoje, kurios pagrindu yra galimybė nagrinėti objekto esamą būseną, įvertinti kultūros paveldo architektūrinius elementus bei jų pažeidimus (3 pav.).



3 pav. *ArcGIS Drone2Map* programinės įrangos sukurtas 3D vaizdo fragmentas

Vertinat gautus rezultatus matyti, šių programų pagrindinės darbo eigos yra labai panašios ir pilnai automatizuotos. Skiriasi apdorojimo laiko sąnaudos ir galutinio rezultato vaizdumo savybės. 3D technologijų taikymas kultūros paveldo objektams kartografuoti reikia specialistų, kurie turėtų fotogrametrinių žinių: pradedant bepiločio orlaivio skrydžio planavimu, skrydžio vykdymu, baigiant duomenų apdorojimo programinės įrangos pasirinkimu ir gauto rezultato išsamumu ir apibendrinimu.

Išvados

1. Kultūros paveldo 3D duomenų kartografavimui yra naudojami fotogrametriniai metodai ir lazerinio skenavimo technologijos.

2. Aerofotografavimo duomenų apdorojimas atliktas komercinėmis fotogrametrinėmis programinėmis įrangomis *ArcGIS Drone2Map* ir *Carlson Photocapture*. Tikslėsi ir vizualiai patrauklesni rezultatai gauti naudojant *Carlson Photocapture* programinę įrangą, nors laiko sąnaudos apdorojant duomenis buvo 33 proc. didesnės.

3. Sukurti dvaro teritorijos ortofotografiniai planai, erdvinis paviršiaus modelis ir pastatų trimatis vaizdas padeda aiškiau įvertinti esamą kultūros paveldo situaciją, kuri suteikia galimybę atlikti neprižiūrimų pastatų nusidėvėjimo mastą.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Yao H., Qin R., Chen X. (2019). Unmanned aerial vehicle for remote sensing applications – A review. *Remote Sensing*, vol. 11(12), 1443. <https://doi.org/10.3390/rs11121443>.
2. Khelifi A, Ciccone G, Altaweel M, Basmaji T, Ghazal M. (2021). Autonomous Service Drones for Multimodal Detection and Monitoring of Archaeological Sites. *Applied Sciences*.; 11(21):10424. <https://doi.org/10.3390/app112110424>,
3. Konstantakis, M., Trichopoulos, G., Aliprantis, J., Gavogiannis, N., Karagianni, A., Parthenios, P., ... & Caridakis, G. (2024). An Improved Approach for Generating Digital Twins of Cultural Spaces through the Integration of Photogrammetry and Laser Scanning Technologies. *Digital*, 4(1), 215-231.
4. Kultūros vertybių registras. (2024) Neprižiūrimi kultūros paveldo objektai. [žiūrėta 2024 m. balandžio 20 d.]. Prieiga per internetą: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://experience.arcgis.com/experience/b4c79b5db0de4b58a916947e2ac2bafb&ved=2ahUKEwicupCN9OaFAxUmVPEDHFKEB7cQFnoECBgQAQ&usg=AOvVaw0ZRaTGC0TxqC--Kh_VLRWy.
5. Leon, I., Pérez, J. J., & Senderos, M. (2020). Advanced techniques for fast and accurate heritage digitisation in multiple case studies. *Sustainability*, 12(15), 6068.
6. Palčák M, Kudela P, Fandáková M, Kordek J. (2022). Utilization of 3D Digital Technologies in the Documentation of Cultural Heritage: A Case Study of the Kunerad Mansion (Slovakia). *Applied Sciences*. 12(9):4376. <https://doi.org/10.3390/app12094376>.
7. Pargiela, K. (2023). Optimising UAV Data Acquisition and Processing for Photogrammetry: A Review. *Geomatics and Environmental Engineering*, 17(3).

8. Petrovič, D., Grigillo, D., Kosmatin Fras, M., Urbančič, T., & Kozmus Trajkovski, K. (2021). Geodetic methods for documenting and modelling cultural heritage objects. *International Journal of Architectural Heritage*, 15(6), 885-896.
9. Reinoso-Gordo, J. F., Rodríguez-Moreno, C., Gómez-Blanco, A. J., & León-Robles, C. (2018). Cultural heritage conservation and sustainability based on surveying and modeling: The case of the 14th century building Corral del Carbón (Granada, Spain). *Sustainability*, 10(5), 1370.
10. Vučić, N. (2020, October). The Role of 3D Cadastre in the Preservation of Historical Cultural Heritage. In *Contributions to International Conferences on Engineering Surveying: 8th INGENO International Conference on Engineering Surveying and 4th SIG Symposium on Engineering Geodesy* (pp. 309-316). Cham: Springer International Publishing.
11. Žižiūnas, T. (2019). Technologinis veiksnyš kultūros paveldo tyrimuose: 3D vaizdo ir spektroskopijos taikymo metodologinis modelis (Doctoral dissertation, Vilniaus universitetas).

Summary

For this article, after analysing available research and the application of 3D digital technologies for collecting cultural heritage data, the photogrammetric method, which assists in identifying unique features, capturing damage and evaluating uniqueness of an object was selected. Conducting mapping of a specific cultural heritage object involved collecting data with an unmanned aerial vehicle, and the obtained high spatial resolution aerial photographs were processed using software such as ArcGIS Drone2Map and Carlson PhotoCapture, results of which meet the requirements of accuracy and photogrammetric methods.

Trimate grafika sukurtų objektų panaudojimas

3D spausdintuvo kalibravimui

Vygintas Minkus, Renata Gudaitienė

Kauno kolegija

Anotacija. Trimačiai (3D) grafiniai elementai yra plačiai naudojami daugelyje sričių, tokių kaip, pramonėje, architektūroje, medicinoje, dizaino ir reklamos tikslais ir kt. Šiame straipsnyje aptariami 3D spausdintuvu gaminamų modelių iš TGM7-GREY sintetinės polimerinės dervos matmenų pokyčiai ir kompensavimo mechanizmas. Šių pokyčių nustatymas yra svarbus įrangos kalibravimo procesui, kad siekiant numatyti ir pagerinti būsimų gaminių kokybę. Eksperimentų metu nustatyta, kad apatinėje figūrų dalyje pastebėtas reikšmingesnis matmenų pokytis, kuris galėjo atsirasti dėl naudotos medžiagos susėdimo spaudos proceso metu.

Raktiniai žodžiai: Trimatė grafika, 3D spausdinimas, 3D spausdinimo derva, kalibravimas.

Įvadas

Prieš trimatės grafikos programinės įrangos atsiradimą, buvo naudojama dvimatė kompiuterinė arba ranka piešta grafika. Tačiau, atsiradus programoms, gebančioms modeliuoti trimačius objektus, trimatė (3D) kompiuterinė grafika greitai ir plačiai išplito. Šiomis dienomis, 3D modeliavimas ir vizualizacijos yra plačiai naudojami šiose srityse: internetinėje rinkodaroje, architektūroje, industriniame dizaine, medicinoje, reklamoje ir animacijoje, virtualiai realybei ir žaidimams kurti, inžinerijoje (Vaira, Linkuvienė, 2013).

3D modeliai internetinėje rinkodaroje pakeičia realius objektus ir nuotraukas, nes neretai pildant internetinės parduotuvės asortimentą pritrūksta geros kokybės prekių fotografijų, ir šiuo atveju, administratoriui užtenka turėti 3D modelį. Taip pat architektai jau gerą dešimtmetį naudojami 3D maketais perteikti tikroviškus pastato vaizdus, kurių brėžinių jiems nebereikia perteikti dvimačiame vaizde ant popieriaus lapo. 3D modeliai dažnai yra kuriami siekiant sutaupyti įvairių medžiagų ir numatyti galimas dizaino ar konstrukcijos problemas. 3D spausdinimas suteikia galimybę kurti ir gaminti sudėtingas geometrines figūras, kurios gali būti nuolat redaguojamos, nes joms pagaminti nereikia jokios papildomos liejimo formos ir dizaino idėjos yra įgyvendinamos skaitmeninių priemonių pagalba (Macdonald, Wicker, 2016). Spausdinti 3D modeliai sėkmingai naudojami medicinoje įvairių maketų ar protezų gamybai. Ypač plačiai 3D spausdinimas taikomas odontologijoje, kur atliekant dantų protezavimą gali būti taikomi skirtingi sprendimai ir spaudos būdai (Dawood ir kt., 2015), taip pat ir kaip mokomoji priemonė. Naudojant skirtingas dervas, galima kurti ne tik dekoru ar medicinos priemones, bet ir bižuterijos ar buitinių reikmių gaminius. Taigi, kaip galima matyti, 3D modeliavimas ir spauda yra labai plačiai naudojami ir atlieka svarbią užduotį ne tik industrijos, bet ir švietimo srityje (Vaira, Linkuvienė, 2013). Siekiant užtikrinti kokybišką gaminių spausdinimą, svarbu, kad sumodeliuotų objektų matmenys atitiktų

daiktų matmenis po spaudos. Tam tikslui yra atliekamas kalibravimo figūrų spausdinimas ir jų matmenų vertinimas (Ameralabs, n.d.).

Tyrimo problema – po 3D figūrų spaudos gaunamas matmenų neatitikimas lyginant su sumodeliuotais objektais.

Tyrimo tikslas – nustatyti kaip keičiasi objekto matmenys jį spausdinant skirtingais kampais, naudojant TGM7-GREY dervą.

Tyrimo objektas. Figūros matmenų pasikeitimas spausdinant skirtingais kampais, naudojant TGM7-GREY dervą.

Tyrimo uždaviniai:

1. Ištirti ir nustatyti trimatę grafiką sukurtų ir 3D spauda spausdinamų objektų problemines sritis.

2. Atlikti bandinių modeliavimą ir spausdinimą.

3. Ištirti atspausdintų kalibravimo detalių pokyčius ir išanalizuoti gautus matavimų rezultatus.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, duomenų rinkimo metodas – testavimas.

Tyrimui naudotos medžiagos ir įranga

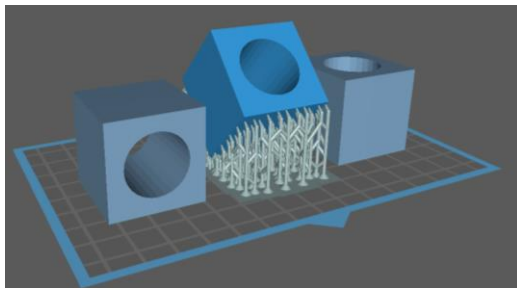
Šiame darbe tyrimams buvo naudota nauja „AmeraLabs“ TGM7-GREY derva. Mėginiai buvo modeliuojami naudojant „Autodesk Fusion 360“ programinę įrangą. Visi mėginiai buvo atspausdinti naudojant DLP spausdintuvą, kurio šviesos intensyvumas yra $2,62 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$, o maksimalus UV spektras buvo 406,3 nm (ekspozicija nustatyta 1,8 s). Po spausdinimo mėginiai buvo nuplauti ir papildomai sukietinti UV krosnelėje.

Tyrimo pagrindimas

Kuriant naujo tipo dervą, kuri naudojama įvairių gaminių trimatei spaudai, jos takumo ir polimerizacijos parametrai (kietėjimo greitis, struktūriniai pokyčiai), naudojant skirtingas sudedamųjų komponenčių (medžiagų) dalis, gali kisti. To pasekoje trimatės (3D) spaudos metu spausdinamuose objektuose gali atsirasti matmenų pokytis, kaip pavyzdžiui pločio, aukščio ir ilgio matmenų sumažėjimas, kampų netikslumas ir skylių diametro pasikeitimas. 3D spausdinimas turi apribojimus siekiant tikslių objektų matmenų. Jame trūksta nuoseklumo spausdinant produktus, kurie atitiktų priimtinas matmenų ir geometrines ribas bei reikalavimus keliamoms savybėms (Gaikwad ir kt. 2022). Siekiant gauti teisingų matmenų detalę svarbus yra matmenų kompensavimo mechanizmas ir galimų pokyčių numatymas, todėl su kiekvienu nauju produktu būtina atlikti bandomuosius spausdinimus ir vėliau spausdinamuose modeliuose atlikti išankstines matmenų korekcijas. 3D spausdinimo technologijos, tokios kaip medžiagos išspausdinimas (angl. Fusion deposition modeling (FDM)) ir maskuota stereolitografija (angl. Masked Stereolithography (MSLA)) yra naudojamos polimerinėms medžiagoms, skirtoms kurti ar gaminti įvairias sudėtinės formas. Norint išgauti tiksliausius matmenis sumodeliuotiems objektams, spausdintas dalis reikia išmatuoti ir apžiūrėti, siekiant įvertinti paviršių kokybę (Gaikwad ir kt., 2022). Tokiu būdu yra atliekamas ir paties įrenginio kalibravimo procesas esant tam tikriems spaudos greičio, drėgmės ir temperatūros parametrams.

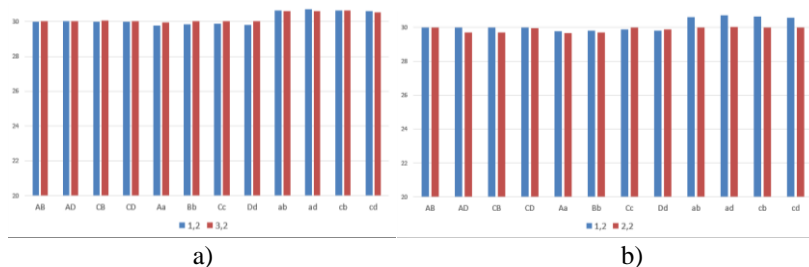
Eksperimento rezultatai ir aptarimas

Tyrimas buvo pradėtas nuo 3D figūrų modeliavimo. Šis procesas buvo atliekamas naudojant „Autodesk Fusion 360“ programą. Sukurtas 30 mm (milimetrų) dydžio kubas, kurio centre buvo išpjauta 30 mm ilgio ir 20 mm diametro skylė. Sumodeliavus kubą, jis buvo perkeltas į virtualaus pjaustymo (angl. slicer) programą „CHITUBOX“, kad paruoštas spausdinimui. Tam tikslui kubą reikėjo išsaugoti (angl. export) kaip „.stl“ formato failą. Tyrimui buvo spausdinamas tas pats kubas trimis skirtingais kampais (skylės atžvilgiu), siekiant išsiaiškinti matmenų pokytį po susėdimo ir polimerizuotos dervos relaksacijos. Figūroms neturinčioms sąryšio su platforma buvo sudėtos atramos, matomos 1 pav.



1 pav. Kubai (1, 2, 3) „CHITUBOX“ programos aplinkoje paruošti spausdinimui

Atspausdinus tris figūras, jos buvo nuplautos ir įdėtos į prietaisą dešimčiai minučių papildomam bandinių medžiagos sukietinimui. Po to visos šių figūrų briaunos buvo išmatuotos ir rezultatai suvesti į „Microsoft Excel“ programą palyginimui.



2 pav. Figūrų matmenų pagal kraštines palyginimas (vertikali ašis – ilgis mm; horizontali – kraštinių pavadinimai): a) 1 ir 2 figūrų; b) 2 ir 3 figūrų

Išanalizavus ir palyginus gautus matavimų rezultatus matomi figūrų kraštinių netolygumai (2 pav.). Remiantis gautais rezultatais, galima teigti, kad pirmos ir trečios figūrų vertikali briauna yra trumpesnės nei 30 mm, nes spausdinant objektą plokščiai ant platformos, vyksta susėdimas, dėl kurio keičiasi figūros parametrai. Taip pat iš gautų rezultatų galima matyti, kad vienos briaunos yra išsiplėtusios, o priešingose pusėse briaunos yra susitraukusios. Norint išvengti medžiagos susėdimo, yra naudojama

kompensacija sumodeliuotam objektui. Ši kompensacija, priklausomai nuo objekto spaudos kampo ir kraštinių padėties buvo nuo 0,51 iki 0,98 procento.

Išvados

1. Šiame darbe buvo iširtos ir aptartos 3D technologijų pagalba gaunamų modelių probleminės sritys.

2. Trimačių objektų sukūrimui buvo panaudota „Autodesk Fusion 360“ programa ir atspausdinus trimačių spausdintuvu objektus iš dervos buvo įvertinti jų parametrų pokyčiai.

3. Matavimų rezultatai parodė, kad dėl polimerinės dervos susėdimo figūrų realus aukštis sumažėjo, o apatinės dalies plotis buvo kiek didesnis nei viršutinės. 45 laipsnių pasuktame bandinyje taip pat buvo stebėtas nežymus apatinių plokštumų išplatėjimas. Vidutiniškai matmenų pokytis svyravo tarp 0,5 ir 1 procento.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. AMERALABS (N.D.). RESIN 3D PRINTING TROUBLESHOOTING: A COMPREHENSIVE GUIDE. [ŽIŪRĖTA: 2024-01-15]. PRIEIGA PER INTERNETĄ [HTTPS://AMERALABS.COM/BLOG/RESIN-3D-PRINTING-TROUBLESHOOTING-A-COMPREHENSIVE-GUIDE/](https://AMERALABS.COM/BLOG/RESIN-3D-PRINTING-TROUBLESHOOTING-A-COMPREHENSIVE-GUIDE/)
2. All3DP, (2023). 3D Printing Technology Guide: The 7 Main Types of 3D Printing Technology. [žiūrėta: 2024-01-09]. Prieiga per internetą <https://all3dp.com/1/types-of-3d-printers-3d-printing-technology/#section-vat-polymerization>
3. Dawood, A., Marti, B., Sauret-Jackson, V., (2015). 3D printing in dentistry. *British Dental Journal* 219, 521-529. [žiūrėta: 2024-01-15]. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.914>
4. Macdonald, E., Wicker, R. (2016). Multiprocess 3D printing for increasing component functionality. *Science* 353. [žiūrėta: 2024-01-15]. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aaf2093>
5. Siddhant R. Gaikwad, Nikhil H. Pawar, Sagar U. Sapkal (2022). Comparative evaluation of 3D printed components for deviations in dimensional and geometrical features, *Materials Today: Proceedings* 59, 1, 297-304. [žiūrėta: 2024-01-16]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.157>
6. Vaira, Z., Linkuvienė, D. (2013). *Multimedijos technologijos*. Klaipėda: College of Social Studies [žiūrėta: 2024-01-11]. Prieiga per internetą http://www.esparama.lt/es_parama_pletra/failai/ESFproduktai/2013_Multimedijos_technologijos.pdf

Summary

The three-dimensional (3D) graphic elements are widely used in many fields such as industry, architecture, medicine, design and advertising, etc. In this paper, dimensional changes and the compensation mechanism of models produced by a 3D printer from TGM7-GREY resin were examined. Identification of such changes is important for the equipment calibration process in order to predict and improve the quality of future products. During the research, it was found that a more significant change in dimensions was observed in the lower part of the figures, which could have occurred due to the deposition of the polymer.

Keywords: three-dimensional graphic, 3D printing resin, 3D printing, calibration.

Vizualizacijos variklių kiekybinis ir kokybinis tyrimas bei taikymas kuriant 3D scenas

Ingrida Vaitkutė, Renata Gudaitienė
Kauno kolegija

Anotacija. „Autodesk 3dsMax“ programa yra viena iš labiausiai populiarių trimatės grafikos programų, suderinama su įvairiais vizualizacijos varikliais. Kiekvienas vizualizacijos variklis turi savo tekstūrų bibliotekas ir siek tiek skirtingą šviesos ir medžiagų interpretacijos mechanizmą, todėl šio darbo tikslas buvo iširti vizualizacijos variklių naudojimo populiarumą ir palyginti vizualizacijos variklių vaizdo eksportavimo galimybes. Palyginamasis kokybinis tyrimas atliktas pasirinkus atitinkamus šviesos parametrų ir nustatymus ir medžiagų atitikmenis. Siekiant pasirinkti vizualizacijos variklių tipus ir išsiaiškinti jų populiarumą prieš tai buvo atlikta respondentų, besinaudojančių „Autodesk 3dsMax“ programine įranga, apklausa.

Raktiniai žodžiai: trimatė grafika, vizualizacija, vizualizacijos variklis, Autodesk 3dsMax, 3D modeliavimas.

Įvadas

Vystantis informacinėms technologijoms, 3D grafika tampa neatskiriama dizaino, architektūros, reklamos ir animacijos proceso dalimi, teikdama galimybę kurti įspūdingas realistiškas vizualizacijas, kiekvienas vaizdo generavimo variklis yra naudojamas skirtinguose srityse, anot (Survilaitė, E., 2021) „V-ray“ yra naudojamas dažniausiai architektūros vizualizacijoms, bet šis vizualizacijos variklis yra naudojamas ir kitoms sritims, tokioms, kaip reklamų, filmų, dizaino kūrimui. Dėl to „V-ray“ garsėja savo lankstumu. Remiantis (Autodesk, n.d.), „Arnold“ dažniausiai naudojamas filmų, televizijos, žaidimų scenoms atvaizduoti. „Corona render“ naudojamas dažniausiai, taip pat architektūros vizualizavimui, kaip ir „V-ray“, tačiau „Corona render“ yra paprastesnis vizualizacijos variklis, remiantis (Viestautas, R., J., 2019) „Corona render“ turi „vieną kokybiškiausių apšvietimų tarp visų panašių tokio tipo programų. Norint kokybiškai apšviesti aplinka nereikia didelio kiekio nustatymų, kadangi programoje šie nustatymai jau yra paruošti“. Taigi, šie vizualizacijos varikliai naudojami skirtingais tikslais, tačiau su kiekvieno pagalba, naudojant trimatę programą, galima sukurti filmą, pastato vizualizaciją, dizainą ar žaidimą. Tik su vienu vizualizacijos varikliu tam tikrą projektą bus lengviau sukurti, o su kitu sunkiau. Anot autorių (Zakrio D. ir Gudaitienės R., 2019), „trimatės vizualizacijos varikliai yra labai svarbios priemonės, be kurios negalėtų būti kokybiškai ir realistiškai sugeneruotas joks trimatis vaizdas“. Siekiant gauti kokybišką rezultatą, būtina pasirinkti tinkamą vaizdo generavimo variklį, kuris atitiktų projektui keliamus reikalavimus ir kūrėjo lūkesčius.

Šiame darbe nagrinėjami trys populiariausi „Autodesk 3dsMax“ programai pritaikyti vizualizacijos varikliai „Arnold“, „Corona Render“, „V-ray“. Pasak (Steponavičius, M. 2021) „V-ray“ yra „galingas fotorealistiško atvaizdavimo variklis paremtas procesoriaus ir vaizdo plokštės našumu. „*Tai reiškia, kad „V-ray“ efektyviai*

panaudoja tiek procesoriaus, tiek vaizdo plokštės galimybes, siekdamas užtikrinti greitą ir kokybišką atvaizdavimą. „Corona render“ pasižymi savo paprastumu, o „Arnold“ yra integruotas iš karto į „Autodesk 3ds Max“, tai labai patogiu. Šie vizualizacijos varikliai naudojami reklamų, filmų, žaidimų, namų dizainui, architektūros kūrimui, jie suteikia realistišką vaizdą kuriuo galima atkartoti, net smulkiausias detales. Šiame darbe bus atliekama respondentų apklausa, apie vizualizacijos variklių naudojimą. Taip pat bus tyrinėjami vaizdo generavimo variklių apšvietimas ir tekstūros, kad galima būtų palyginti ir nuspręsti kurį vizualizacijos variklį geriausia būtų pasirinkti, kad pateisintų išsikeltus lūkesčius.

Darbo tikslas – atlikti kiekybinį ir kokybinį vizualizacijos variklių naudojimo ir taikymo tyrimą ir pritaikyti originalių vizualizacijų kūrimui.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti, keletą pagrindinių „Autodesk 3DsMax“ naudojamų vizualizacijos variklių ir išskirti pagrindinius aspektus aukštos kokybės vizualizacijoms kurti.
2. Ištirti vizualizacijos variklių naudojimo populiarumą (pagal amžių, lytį ir naudojimo paskirtį).
3. Sukurti originalias trimates vizualizacijas ir ištirti jų vaizdų kokybę priklausomai nuo panaudoto vizualizacijos variklio tipo.

Tyrimo metodika

Šiame darbe buvo naudojamas statistinis tyrimo metodas. Sukūrus anketą, buvo atlikta respondentų apklausa, siekiant išsiaiškinti skirtingų vizualizacijos variklių naudojimo populiarumą. Siekiant ištirti skirtingais vizualizacijos varikliais generuojamų vaizdų kokybę, buvo atliktas praktinis-eksperimentinis tyrimas, pasitelkus IT technologijas.

Pagrindinių trimatės grafikos vizualizacijos variklių analizė

Vizualizacijos variklis „Arnold“

„Arnold“ yra vienas iš standartinės įrangos paketų, prieinamas kaip standartinis įskiepis „Autodesk 3dsMax“ programinėje įrangoje. Tai reiškia, kad be papildomų įrašymų, „Arnold“ yra integruotas į pačią programą. Tai sutaupo laiko ir pinigų. Tačiau šis vizualizacijos variklis turi tam tikrų apribojimų, todėl norint gauti geresnį vizualizacijos vaizdą gali tekti investuoti papildomų pinigų. Pagal Pradeep M. (2019), „pagrindinė Arnold vizualizacijos variklio funkcija yra pritaikomumas animacijai ir vizualinių efektų realistiškam kūrimui“. Tai reiškia, kad „Arnold“ siekia būti efektyviu ir aukštos kokybės vaizdo generavimo įrankiu, bet ir integruoti įvairias funkcijas, kurios būtų naudingos kūrėjams ir dizaineriams, kuriant animacijas, vizualizacijas ar kitus projektus.

Šis įskiepis yra pažangi atvaizdavimo priemonė, kuri pateikia fotorealūs arba stilizuotus modeliavimo rezultatus, taip pat „Arnold“ vizualizacijos variklis lengvai apdoroja sudėtingus darbus. Pasak Serdar H. D. (2022), „Arnold“ vizualizacijos variklis yra optimizuotas įskiepis, veikiantis kaip bazinis variklis, fizikos dėsnų pagrindu. Tai reiškia, kad jis naudoja pažangius algoritmus, kurie sukuria originalius ir natūralius vaizdus, pasitelkiant realaus pasaulio fizikinius principus.

Vizualizacijos variklis „Corona Render“

„Corona Render“ yra vienas iš populiarių vaizdo generavimo variklių, kurį naudoja tiek pradedantieji, tiek profesionalai trimatės grafikos srityje. Anot (Peddie, J., 2019) pagrindinis „Arnold“ variklio tikslas yra pateikti aiškų sprendimą, kad šis vizualizacijos variklis taptų pagrindiniu siekiant atvaizduoti trimates scenas ir animacijas. „Corona Render“ yra fotorealistinio atvaizdavimo įrenginys, galintis dirbti pagal automatinius ir personalizuotus nustatymus. Tai reiškia, kad šis variklis turi galimybę generuoti labai tikroviškus vaizdus, naudojant sąlyginius ir nesąlyginius sprendimus vizualizacijos procese.

Šis vizualizacijos variklis išsiskiria keliais savo bruožais, tai yra paprastumas, stengiamasi padaryti patogų ir paprastą naudojimą, stengiamasi sukurti aukščiausios kokybės vizualizacijas. Pasak (Lee L., 2018), „Corona Render“ naudoja „path tracing“ (glotninimą), bet palaiko „reality hacks“ (realistinius defektus, įtrūkimus), kad pakeistų PBR funkcijas ir padarytų vizualizacijos variklį efektyvesnį“. Tai reiškia, kad nors ir pagrindinis atvaizdavimo algoritmas yra „Path tracing“, tačiau vartotojai gali taikyti patobulinimus, kurie leidžia pakeisti „PBR“ funkcijas ir pagerinti atvaizdavimo variklio sistemą. taip pat „Corona Render“ yra greitas ir efektyvus, turi didelį tekstūrų asortimentą. Dar vienas geras bruožas šio vizualizacijos variklio, kad yra pritaikytas ne vien „3dsMax“ programinei įrangai tačiau galima integruoti ir į kitas, kaip „Cinema 4D“.

Vizualizacijos variklis „V-ray“

„V-ray“ galima sakyti yra vienas iš garsiausių ir populiariausių vaizdo generavimo variklių. Šis vizualizacijos variklis pasižymi aukščiausios kokybės atvaizdavimu, jis naudoja pažangiausias šviesos skleidimo technologijas, kad sukurtų natūralius vaizdus. Pasak Markus K. (2010) „V-ray“ yra nepriklausomas nuo platformos ir prieinamas daugeliui trimatės grafikos programų. Tai reiškia, kad „V-ray“ gali būti naudojamas ne tik su „Autodesk 3dsMax“, bet ir su kitomis 3D dizaino programomis, tai suteikia galimybę kūrėjams pasirinkti jiems patogią programą. Taip pat, tai padeda plėsti šio variklio naudojimo galimybes ir įvairinti kūrybinius projektus, kad būtų pasiekti norimi rezultatai.

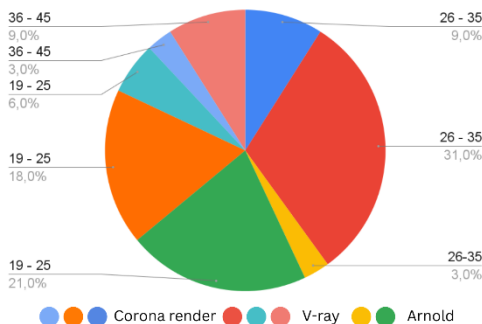
„V-ray“ turi daugybę funkcijų, kurios leidžia vartotojams sukurti įvairiausių projektus, taip pat pasižymi greitu ir efektyviu eksportavimu. Šis vizualizacijos variklis turi ne vien platų tekstūrų asortimentą, tačiau ir jau pilnai sukurtų modelių biblioteką, kas labai palengvina darbą, dar reikėtų pabrėžti tekstūrų kokybę, kuri be papildomų pastangų atitinka realias medžiagas. Taip pat vaizdo generavimo variklis „V-ray“, leidžia naudoti įvairius šviesos šaltinius, kurie lemia vaizdo kokybę. Pasak Markus K. (2010) „V-rayLights (V-ray šviesoms) reikia trumpesnio atvaizdavimo laiko, variklis, kaip standartą, turi integruotą šviesos kritimą ir visada sukuria tikroviškai atrodantį šešėlį“. Apibendrinat, „V-ray“ yra galingas ir universalus įrankis, kuris palengvina vartotojams darbą kuriant išpūdingus, originalius ir profesionalius trimačius objektus ar projektus. Šio variklio pažangios funkcijos jį daro populiariu tarp vartotojų: tiek pradedančiųjų, tiek profesionalių.

Visi pateikti vizualizacijos varikliai yra naudojami ir populiariūs ir gerai suderinami su „Autodesk 3dsMax“ programine įranga. Kiekvienas iš šių vaizdo generavimo variklių, turi savo unikalius privalumus ir funkcijas, leidžiančias kūrėjams

kurti įvairius projektus. Taip pat kiekvienas variklis turi savo išskirtines savybes. Tačiau trimatės vizualizacijos srityje yra kelios savybės, kurias lemia aukštos kokybės projektą – tai apšvietimas, ir tekstūros.

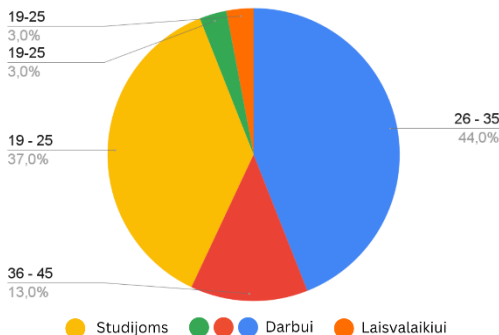
Apklausa „Using „3dsMax“ renders“ analizė

Sukūrus apklausą, apie trimatės grafikos vaizdo generavimo variklius, buvo išsiaiškinta, kokio amžiaus žmonės naudoja kokius vizualizacijos variklius (1 pav.)



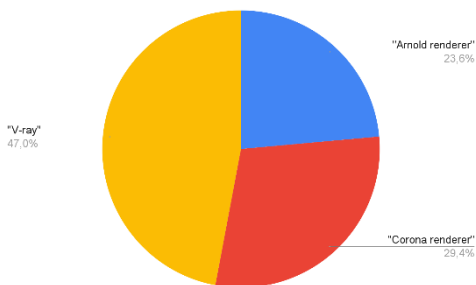
1 pav. Vizualizacijos variklių naudojimas pagal amžių

Šioje 1 pav. pateiktoje diagramoje galime matyti, kad nuo amžiaus priklauso, koks vizualizacijos variklis bus naudojamas, nes didėjant amžiui, didėja ir patirtis. Taigi 19–25 metų žmonės pagrindine naudoja „Arnold renderer“ vizualizacijos variklį, nes jis yra integruotas pačioje programoje ir lengvai prieinamas be papildomų investicijų. Nuo 26–35 metų amžiaus žmonės naudoja „V-ray renderer“ ir nuo 36–45 metų amžiaus žmonės, taip pat daugiausiai naudoja „V-ray renderer“. Taip pat buvo išsiaiškinta kokiose srityse dažniausiai yra naudojami atitinkami vizualizacijos varikliai (2 pav.)



2 pav. Naudojamų vizualizacijos variklių pasiskirstymas pagal sritis

Iš visų apklaustų respondentų, buvo išsiaiškinta, kuris trimatės grafikos vaizdo generavimo variklis naudojamas daugiausiai (3 pav.). Taigi daugiausiai naudojamas vizualizacijos variklis buvo „V-ray“, tačiau reikėtų paminėti, kad „Corona Render“ naudojami irgi nemažai žmonių, o „Arnold“ pagrįdė naudojamas studentu.

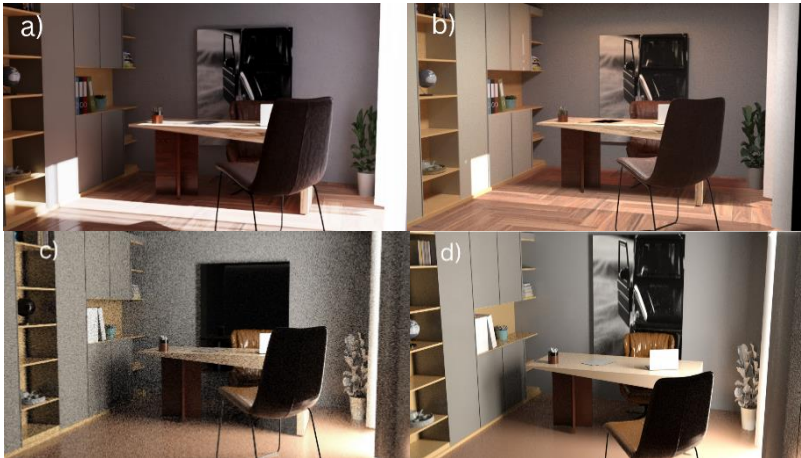


3 pav. Apklausos diagrama, kuri nurodo daugiausiai naudojama vizualizacijos variklį

Šis tyrimas leido atskleisti vizualizacijos variklių naudojimo dažnumą ir svarbą tarp skirtingų respondentų grupių, kuriant vizualizacijas. Siekiant išsiaiškinti, kodėl vyresnieji respondentai dažniausiai rinkosi atitinkamus vizualizacijos variklius, buvo atliktas kokybinis vaizdų tyrimas, priklausomai nuo atitinkamų apšvietimo ir tekstūrų parametų pasirinkimo.

Trimačių vaizdų kokybinė analizė

Siekiant atlikti vaizdo kokybės tyrimą, pradžioje buvo sumodeliuota reikiamo atvaizduoti kambario aplinka ir priskirtos atitinkamos tekstūros. Šviesos atvaizdavimo tyrimo metu buvo atliktas „Autodesk 3DsMax“ programa vaizdo generavimas su skirtingais trimatės vizualizacijos varikliais, tokiais kaip: „Arnold“, „Corona Render“ ir „V-ray“. Pirmiausiai buvo atlikta kambario vizualizacija su skirtingais vizualizacijos variklių šviesos šaltiniais (4 pav.). Tam tikslui buvo panaudoti šviesos šaltiniai, tokie kaip: „V-raySun“, „CoronaSun“ ir „ArnoldLight“ – „Skydome“.



4 pav. Šviesos vizualizacija, generuojant su skirtingais vaizdo vizualizacijos varikliais ir vaizdo generavimo šviesos šaltiniais kurių koordinatės yra (X: 10,50 laipsnių, Z: 6,50 laipsnių):

- a) „Corona render“ (intensyvumas – 1, temperatūra 6000 K);
- b) „V-ray“ (intensyvumas – 0,3, temperatūra 6000 K);
- c) „Arnold“ (intensyvumas – 10, temperatūra 6000 K);
- d) „Arnold“ (intensyvumas – 10, temperatūra 6000 K, grūdėtumas 25)

Atlikus šviesos šaltinių panaudojimo vizualizacijoje palyginimą, galima pastebėti, kad geriausias vaizdas yra gaunamas su vizualizacijos varikliu „V-ray“, nes vaizdas yra labai natūralus, ir saulės šviesa nėra per ryški. „Corona Render“ vizualizacijoje gaunamas šiek tiek per didelis kontrastas ir labai „išdegtos“ grindys. „Arnold“ išgautas vaizdas yra labai grūdėtas, norint išgauti kokybiškesnį vaizdą pakanka, grūdėtumo vertę padidinti iki 25 vienetų (4 pav. d), tačiau tuo pačiu pailgėja vizualizacijos išryškinimo laikas.

Dar vienas vizualizacijos variklių palyginimas buvo atliktas naudojant skirtingų vizualizacijos variklių tekstūras. Skirtingais vizualizacijos varikliais sugeneruotas vaizdas pateiktas 6 pav. Šviesos šaltinių koordinatės buvo nustatytos tokios: X: 15,964 Y: 8,163 Z: 5,778, o šviesos apšvietimo zonos spindulys siekė 3,5 m. Šviesos spalvinė temperatūra buvo pasirinkta 6500 kelvinų.



- 5 pav. Naudojant skirtingus vizualizacijos variklių tekstūras, sugeneruotas vaizdas:
- „Corona render“ (naudotos tekstūros – „leather pull up broen“, „marble white SSS“, „pine semigloss“, „Stucco poised taupe“, „Wenge matte“, „porcelain white matte“, „glass clear“.);
 - „V-ray“ (naudotos tekstūros – „marble white“, „leather brown“, „metal pattern“, „stucco J01 color“, „glass“, „wood maple“, „wood mahogany“ ir „porcelain A01 white“.);
 - „Arnold“ (naudoti „Bitmap“ – ruda oda, baltas marmuras, balta siena, tamsi mediena, šviesi mediena ir „Arnold“ tekstūros – „glass(thin geometry)“, „glossy plastic“, „glazed ceramic white“ ir „brushed metal“)

Iš šio tyrimo galime matyti, kad natūraliausias vaizdas ir geriausiai atvaizduotos tekstūros gaunamos su „V-ray“, nes lyginant su „Corona Render“ vaizdas natūralesnis ir geriau perduoda medžiagų savybes, tokias kaip blizgesį ir faktūras, nors spalviškai vaizdas yra labai artimas. Vizualizacijos variklio „Corona Render“ tekstūros kiek mažiau realistiškos, kaip „V-ray“. „Arnold“ tekstūrų buvo panaudota tik keletas, tai yra stiklas, keramika ir metalas, kitos tekstūros buvo „bitmap“ tipo. Gautas vaizdas atrodo gana natūraliai, tačiau kiek skiriasi parinktų tekstūrų atspalviai ir labai stiprus standartinių vizualizacijos variklio bibliotekos medžiagų blizgesys.

Išvados

1. Įvertinus 3D vizualizacijos variklių analizę ir jų naudojimo galimybes nustatyta, kad didžiausią įtaką vaizdui gali turėti apšvietimo ir tekstūrų parametrų parinkimas.

2. Atlikus respondentų apklausą buvo išsiaiškinta, kad trimatės grafikos programomis labiausiai naudojosi 26–35 metų respondentai, o „Arnold“ vizualizacijos variklis dažniausiai naudojamas studentų ir pradedančiųjų dirbti „Autodesk 3dsMax“ programa. Profesionalai buvo linkę labiau rinktis „Corona Renderer“ arba „V-ray“. Pastarasis buvo labiau naudojamas respondentų (47 proc.), ypač darbo tikslais.

3. Tyrimas, atlikus vaizdo generavimą, naudojant vizualizacijos variklius „V-ray“, „Arnold“ ir „Corona Renderer“, esant atitinkamiems šviesos parametru nustatymams, parodė, jog kokybiškiausias vaizdas buvo gautas naudojant „V-ray“, kai tuo tarpu „Corona Renderer“ davė labiau kontrastingą ir išdegingtą vaizdą, o „Arnold“ padidintą vaizdo grūdėtumą. Atliktas tyrimas su vaizdo generavimo variklių tekstūromis, parodė, jog „Corona Renderer“ ir „V-ray“ gauta rezultatas buvo gana artimas, tačiau pastarasis ksliau atvaizdavo medžiagų savybes, tokias kaip blizgesys ir faktūra.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Autodesk Arnold. *Light – Arnold user guide*. [interaktyvus], [žiūrėta 2024-04-19]. Prieiga per internetą: https://help.autodesk.com/view/ARNOL/ENU/?guid=arnold_user_guide_ac_lights_html
2. Autodesk. *Autodesk Arnold*. . [interaktyvus], [žiūrėta 2024-04-25]. Prieiga per internetą: <https://www.autodesk.com/products/arnold/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>
3. Chaos Corona. *Corona light materials – 3ds Max*. [interaktyvus], [žiūrėta 2024-04-19]. Prieiga per internetą: <https://support.chaos.com/hc/en-us/articles/5325332424465-Corona-Light-Material-3ds-Max>
4. Kuhlo, M. (2010). *Architectural Rendering with 3ds Max and V-Ray*. [interaktyvus], [žiūrėta 2024-04-17]. Prieiga per internetą: https://www.google.lt/books/edition/Architectural_Rendering_with_3ds_Max_and/uLLpAwAAQBAJ?hl=lt&gbpv=1
5. Lee L. (2018). *Aesthetic 3D Lighting*. . [interaktyvus], [žiūrėta 2024-04-19]. Prieiga per internetą: https://www.google.lt/books/edition/Aesthetic_3D_Lighting/NVNPdWAAQBAJ?hl=lt&gbpv=1
6. Mangain, P. (2019). *Autodesk 3ds Max 2020: A Detailed Guide to Arnold Renderer, 2nd edition*. [interaktyvus], [žiūrėta 2024-04-17]. Prieiga per internetą: https://www.google.lt/books/edition/Autodesk_3ds_Max_2020_A_Detailed_Guide/_tDxL0DwAAQBAJ?hl=lt&gbpv=1
7. Peddie, J. (2019). *Ray Tracing: A tool for all*. [interaktyvus], [žiūrėta 2024-04-19]. Prieiga per internetą: https://www.google.lt/books/edition/Ray_Tracing_A_Tool_for_All/CS2oDwAAQBAJ?hl=lt&gbpv=1
8. Serdar H. D. (2022). *Arnold Render Engine Basics Training Book for 3ds MAX*. [interaktyvus], [žiūrėta 2024-04-17]. Prieiga per internetą: https://www.google.lt/books/edition/Arnold_Render_Engine_Basics_Training_Boo/P4REAAQBAJ?hl=lt&gbpv=1&kptab=overview
9. Steponavičius, M. (2021). Smiginio objektų 3D vizualizacija ir reklaminio vaizdo įrašo kūrimas: baigiamasis darbas. Kauno kolegija.
10. Survilaitė, E., (2021). Gyvenamojo namo eksterjero ir interjero vizualizacija: baigiamasis darbas. Kauno kolegija.
11. Viestautas, R., J., (2019). Gyvenamojo namo eksterjero ir interjero vizualizacijos kūrimas: baigiamasis darbas. Kauno kolegija.

12. Zakrys, D., Gudaitienė, R. (2019). „Autodesk 3DsMax“ sukurtų vaizdų, naudojant skirtingus vizualizavimo variklius, analizė. Inovacijų taikymas technologijose: konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologijos.

Summary

Autodesk 3ds Max is one of the most popular 3D graphics programs, compatible with various visualization engines. Each visualization engine has its own texture library and a slightly different light and material interpretation mechanism; hence the goal of the research was to compare the image export capabilities of visualization engines. The comparison was made by choosing the appropriate matches for the light parameters and materials. In order to select the types of visualization engines and find out their popularity, a survey of respondents using Autodesk 3ds Max software was conducted.

Šiaulių katedros istorinė trimatė vizualizacija

Greta Selvenytė, Renata Gudaitienė

Kauno kolegija

Anotacija. Kiekvienai kartai svarbu išlaikyti savo tautos ir protėvių istoriją, perduoti ją ateities kartoms. Trimatė grafika yra vertingas įrankis šioje srityje, leidžiantis perkelti istorinius objektus į virtualią erdvę, padarant istorinį objektą labiau prieinamą šiuolaikiniams muziejaus lankytojui. Šiame darbe, atlikus istorinės informacijos ir naudojamų trimačių vaizdų demonstravimo įrangos analizę, buvo nuspręsta sukurti trimatę Šiaulių katedros vizualizaciją ir animaciją naudojant „Autodesk 3dsMax“ programą“. Pasitelkus šiuolaikinę vaizdų perdavimo holografinę įrangą vaizdai buvo adaptuoti demonstravimui muziejaus erdvėje.

Raktiniai žodžiai: trimatė grafika, 3D vizualizacija, Autodesk 3dsMax, Šiaulių katedra, holografija.

Įvadas

M. T. Ciceronas yra pasakęs „Istorija yra gyvenimo mokytoja“ (Zalta ir Nodelman, 2022). Kiekvienam žmogui yra svarbu išsaugoti savo protėvių istoriją ateities kartoms ir įdomiai ją perteikti savo vaikams ir jaunesniosioms kartoms. Su šia problema nuolatos susiduria ir daugelis muziejų. Vienas iš būdų išspręsti šią problemą yra perkelti istorinį objektą į skaitmeninę erdvę. Tai galima padaryti pasinaudojant informacinių technologijų galimybėmis, kaip pavyzdžiui, trimatės grafikos ir animacijos priemonėmis. Trimatė grafika yra dažnai naudojama įvairiose srityse, tokiose kaip žaidimų kūrimas, edukacija, architektūra (Gudaitienė ir Driaučiūnaitė, 2022), medicina (Gaasedelen ir Iaizzo, 2019), taip pat filmų ir jų efektų kūrime, gamyboje, kur galima sumodeliuotą trimatį produktą atspausdinti 3D spausdintuvu (OfficeDay, 2023). Pateikti trimatė grafika sukurtus objektus žiūrovui galima įvairiais būdais: sugeneruojant paprastą vaizdo įrašą, virtualiosios realybės priemonėmis ar net holografinių vaizdų pagalba.

Darbas tikslas – ištyrus istorinę informaciją ir trimačio vaizdo demonstravimo ypatumus sukurti senosios Šiaulių katedros vizualizaciją bei animaciją ir pritaikyti holografui.

Darbo uždaviniai:

1. Iširti darbui atlikti reikalingą istorinę medžiagą, susijusią su Šiaulių miestu ir katedra, ir išsiaiškinti architektūrinius pokyčius vykusius laiko tėkmėje.
2. Išanalizuoti vaizdo perdavimo ypatumus naudojant skirtingo pobūdžio įrangą ir reikalavimus originalaus vaizdo demonstravimui.
3. Pagal išlikusią istorinę informaciją sukurti buvusios Šiaulių katedros, ją supančių pastatų ir aplinkos originalią vizualizaciją ir animaciją
4. Pritaikyti sukurtą vizualizaciją rėmo formos holografui su skaidraus stiklo technologija

Šitime darbe buvo naudojamas analitinis tyrimo metodas (atliekant istorinių ir kitų šaltinių analizę), o taip pat praktinis gautų žinių pritaikymas, sumodeliuojant trimačius objektus ir sukuriant originalią istorinę vizualizaciją.

Šiaulių katedros istorija ir jos kaita

Siekiant tiksliau atkurti buvusį objektą, pirmiausiai buvo išanalizuota Šiaulių miesto ir katedros istorija. R. Zubrickienė (2016) straipsnyje rašoma, kad katedros pirmtakė buvo nedidelė medinė bažnyčia, kuri buvo pastatyta aikštės rytiniame kampe 1445 m. vyskupo ir žemaičių seniūno Mykolui Kęsgailai pageidavimu. Medinė bažnyčia išsilaikė – iki XVII pradžios, kol buvo nuspręsta pradėti statyti naują mūrinę bažnyčią. Mūrinės bažnyčios statybų metu vis dar stovėjo ir veikė medinė.

Anot R. Zubrickienės (2016) mūrinė bažnyčia buvo pradėta statyti XVII amžiuje. Šios bažnyčios architektūra buvo renesanso manierizmo stiliaus. Lietuvoje šio stiliaus sąvokos taikymas kiek kitos nei Italijoje. V. Levandauskas (2009) teigia, kad Šiaulių katedra su savo aukštu bokštu yra vienanavė, suprojektuota lotyniškojo kryžiaus plano ir turinti originalią šešiasienę apsidę. Neskaitant tradicinių, Lietuvos renesansui būdingų architektūros formų, joje taip pat matomi Šiaurės Europos manierizmo bruožai. Pasak R. Zubrickienės (2016) Šiaulių mūrinės bažnyčios architektūra, išlikusi iki šių dienų, yra labai aukštos kokybės ir lygio. Ji yra unikali ir iš renesansinių Lietuvos bažnyčių išsiskiria savo gynybiniais bruožais.

Šiaulių katedros puslapyje, straipsnyje „Šiaulių katedros istorija“ (2019) teigiama, kad 1634 m. Šiaulių katedra buvo konsekruota (pašventinta), tačiau bažnyčios statybos nebuvo visiškai baigtos. „Karaliaus Vladislovo Vazos 1644 m. privilegijoje nurodoma, kad katedra dar nebuvo tinkuota, o šventorius neaptvertas. Todėl galima manyti, kad statybos galutinai buvo užbaigtos apie XVII a. viduryje“ Šiaulių katedra (2019).

V. Butvilas (2008) savo rašto darbe pasakoja, kad jau XVII a. viduryje katedra sulaukusi pirmųjų nelaimių:

- 1655 m. įvyko karas su švedais, po kurio bažnyčia stovėjo neremontuota, tačiau nebuvo uždaryta ir tebeveikė.

- 1676 m. rugpjūčio 21 d. karaliaus Jono Sobieskio ekonomijos vaitams buvo nurodyta, kad neprižiūrimai ir netvarkomai bažnyčiai, Šiauliuose gresia sugriuvimas, todėl Sapiegoms buvo liepta pasirūpinti jos remontu

- 1748 m. audra apgadino katedros stogą ir šiaurinius karnizus.

- 1758 m. stipriai audra vėl apgadinus stogą, buvo pasamdytas meistras Juozas Boratinskis.

- 1786 m. vėl rekonstruojamas stogas.

- 1794–1799 m. buvo statomi ūkiniai pastatai, perstatyta zakristijos krosnis, remontuojamas bokštas ir langai.

- 1817 m. sutvarkytos šoninės koplyčios ir perdengtas bažnyčios stogas.

- 1840 m. inventoriuje nurodyta, kad sienos ir karnizai jau suremontuoti, išskyrus apsidės dalį tarp įėjimo į zakristiją ir šoninės sienos.

- 1853 m. buvo surinkti pinigai skliautams ir stogui suremontuoti.

- 1880 m. liepos 8 d., į katedros bokštą trenkus žaibui sudegė jos medinis stogas.

Kaip teigia istoriniai šaltiniai (Zubrickienė, 2016), katedros bokšto viršus buvo atstatytas jau kitoks negu dailininko Napoleono Ordos tapyboje (1 pav.). Anot V. Butvilo (2008) katedra „neteko grakštaus, žaliai dažyto varpo formos šalmo“, kuris buvo pakeistas kur kas paprastesne, „aukštos aštuoniakampės piramidės pavidalo smile su stoglangiais ir trikampiais frontonėliais“. Be to buvo paaukštintas ir pats bokštas – pastatyta šešta aštuoniasienė bokšto dalis, kuri buvo „suskaityta pusapskritėmis nišomis su mažesniais langais“, o „pastogė apjuosta gana ryškiu karnizu“. Ši renesansinė bažnyčios bokšto forma išliko iki mūsų dienų.



1 pav. Šiaulių senosios katedros vaizdas, kurį 1875–1876 m. nutapė Napoleonas Orda (Iš „Aušros“ muziejaus archyvų)

Katedros grindys, kaip rašoma V. Butvilo (2008) 1901 m., buvo pakeistos akmeninėmis, o 1911–1912 m. buvo perstatytos ir abi zakristijos. Joms buvo suteiktas didesnis plotas ir jos įgavo „trisienius rytinius galus“. Iki Pirmojo pasaulinio karo bažnyčios remontui vadovavo inžinierius Kačkauskis. Manoma, kad pagal jo projektus buvo rekonstruotos ir zakristijos. 1913 m. bažnyčioje buvo įstiklinti nauji vitražai. Šiaulių katedros pastatas taip pat labai nukentėjęs ir per Pirmąjį pasaulinį karą. Po karo katedros pastatui prireikė rimto remonto. Buvo, tvarkomos jo sienos, stogas, šventoriaus. Kaip teigia istorikai, 1923 m. darbus prižiūrėjęs inžinierius Karolis Reisonas.



2 pav. Po Antrojo pasaulinio karo sugriauta Šv. Petro ir Povilo bažnyčia Šiauliuose (Foto S. Ivanausko. Iš Šiaulių „Aušros“ muziejaus rinkinių)

V. Butvilas (2008) pasakoja, kad 1924 metais, bažnyčia buvo visiškai renovuota prieš jos 300 metų jubiliejų. Tuo metu kunigo Julijaus Jasinskio pasiūlymu buvo nutarta šiek tiek išplėsti pastatą – perstatyti ir padidinti 23 šonines koplytėles. Naujai pridėti fasadai buvo šiek tiek pritaikyti prie senųjų formų, tačiau iš esmės nauji priedai, išsikišę už transepto ribų, iš tiesų pakeitė pirminį, Renesanso epochai būdingą tūrį ir lakonišką kryžminį planą. Anot istoriko „per tris šimtmečius Šiaulių katedra labiausiai nukentėjo Antrojo pasaulinio karo laikotarpiu. 1944 m. liepos 27 d.“

Trimačio vaizdo demonstravimo galimybės

Virtuali realybė (VR) įtaisai

Virtuali realybė yra vienas iš būdų pateikti trimatės grafikos vizualizaciją žiūrovui. Nors virtualios realybės įtaisai Lietuvoje ne naujiena kiekvienam, tačiau didžiausias populiarumo šuolis įvyko COVID-19 pandemijos metu, kai žmonės negalėjo palikti savo namų. G. Žemaitytė (2016) savo straipsnyje kalba, kad terminas „virtuali realybė“ (VR), atsirado XX a. apie 9-ąjį dešimtmetį. VR yra sukuriama kompiuterinio modeliavimo ir simuliacijos pagalba. VR leidžia asmeniui interaktyviai veikti dirbtinėje trimatėje vizualinėje ar kitoje juslinėje aplinkoje. VR programos įtraukia vartotoją į kompiuteriu sukurtą aplinką, naudojant dėvimus interaktyvius įrenginius. (pavyzdžiui kaip specialiuosius akinius (3 pav.), šalmus (HMD), pirštines ar viso kūno kostiumus, kurie siunčia ir priima informaciją, veikia dėvinčiojo jusles ir simuliuoja realybę, taip sukuriant tikroviškos patirties efektą. Sekant vartotojo judesius ir pagal juos pritaikant ekrano vaizdą, sukuriama „buvimo ten“ iliuzija (teleprezencija). Vartotojas gali „judėti“ erdvėje, keisti žiūros taškus ir perspektyvas, kurie įtikinamai susieti su jo galvos judesiais ir žingsniais, o specialios pirštines (data gloves) leidžia manipuluoti objektais, matomais virtualioje erdvėje.



3 pav. „Oculus Rift“ virtualios realybės akiniai

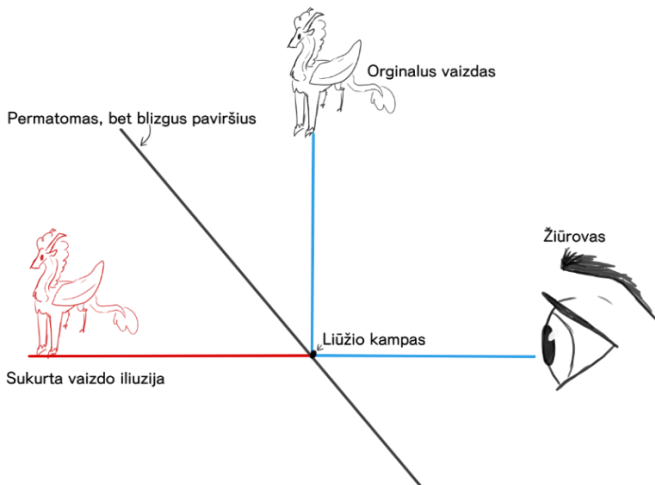
Holografiniai įrenginiai

Holografiniai įrenginiai yra kitas galimas būdas demonstruoti Šiaulių katedros trimatę vizualizaciją. Šiais įrenginiais galima paprastam 2D vaizdo įrašui suteikti trečią demenciją (4 pav.).



4 pav. Holografinis ekranas „HoPro“ dirbtuvėse

H. Ghuloum (2010) rašo, kad žodis „hologramas“ sudarytas iš graikų terminų „holos“, reiškiančio „visas vaizdas“, ir „gram“, reiškiančio „parašytas“. Holografiniu įtaisu sukuriama trimačio vaizdo schema pateikta 5 pav. Ekranas, kuris rodo vaizdo įrašą yra įtaiso apačioje arba viršuje, kur žiūrovas šio monitoriaus nemato. Apie 45° kampu į ekraną nukreipta permatoma, bet atspindinti medžiaga. Rodomo vaizdo fonas, pagal numatytus prietaiso vaizdo atkūrimo reikalavimus, turi būti juodas, kad jo nesimatytų iliuzijoje.



5 pav. Holografinio įtaiso veikimo schema (Ghuloum H., 2010)

Norint sukurti trimačio vaizdo iliuziją holograminėje piramidėje (7 pav.) vaizdą reikia prieš tai atitinkamai paruošti. Naudojant „Adobe After Effects“ programinę įrangą vaizdas turėtų būti sudėliotas į šabloną (6 pav.) jį pasukant 90 laipsnių kampu ir adaptuojant prie piramidės parametrų.



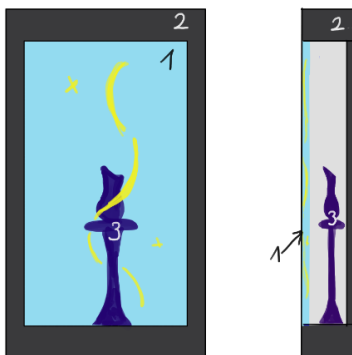
6 pav. Vaizdo išskaidymas ir išdėliojimas ant ekrano kuriant erdvinį 3D efektą



7 pav. Trimatis holografinis projektorius

Paveiklo rėmelis su skaidraus stiklo technologija

Skaidraus LCD ekrano technologija paverčia baltus vaizdo įrašo pikselius į permatomus (8 pav.). „HoPro“ atstovas A. Lukševičius (n.d.) teigia, kad per skaidrų ekraną galima leisti įvairius vaizdo failus, tačiau dažniausiai naudojamas h264 koduotės formatas (geriau žinomas kaip mp4). Vaizdo formato paleidimą ant skaidraus ekrano galime lyginti su įprasto televizoriaus ekrano formatu. Tačiau norint išgauti skaidrų vaizdo įrašą, fonas turi būti baltas, nes šios technologijos baltas fonas vaizdo medžiagoje pikselius paverčia skaidriais. Tik yra vienas šios technologijos apribojimas, kad negalima atvaizduoti visiškos baltos spalvos.

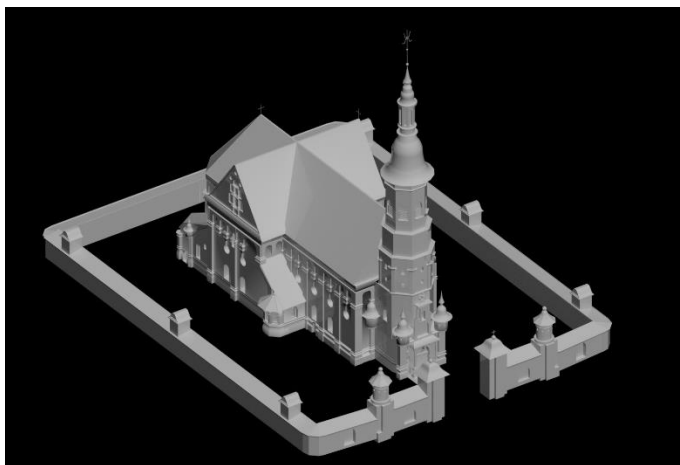


8 pav. Paveiklo rėmelis su skaidraus stiklo technologija brėžinys

1. Skaidraus stiklo technologija (transparent LCD ekranas)
2. Rėmelis į kurį įdedamas ekranas. Turi viduje baltą foną ir apšvietimą.
3. Ekspонатas, kuris gali būti įdedamas į sukurtą vaizdo instaliaciją.

Tyrimo rezultatų pritaikymas praktiniam darbui

Atlikus istorijos medžiagos analizę buvo sumodeliuota Šiaulių katedra, kaip ji atrodė ankščiau, kai turėjo varpo formos bokštą. „Autodesk 3dsMax“ buvo pasirinkta katedros ir pastatų modeliavimui (9 pav.).



9 pav. Sumodeliuotas pastato ir jo dalių vaizdas „Autodesk 3dsMax“ buvo

Sienos tekstūros buvo sukurtos naudojant „Autodesk 3dsMax“ įrankį, vadinamą „Viewport canvas“. Papildomai tekstūros buvo redaguotos naudojant „Adobe Photoshop“. „Ito Software“ papildinys buvo naudojamas vizualizacijai praturtinti, sukuriant medžius, žolę, takelius (10 pav).



10 pav. Šiaulių katedros vizualizacija skirtingais rakursais

Atlikus katedros modeliavimą ir tekstūravimą, pagal istorinius šaltinius buvo sumodeliuoti keli namelių modeliai, kurie matosi Napoleono Ordos paveiksle (1 pav.). taip at buvo sukurta gamtos aplinka (žolė, medžiai, takeliai), sukurtas natūralus aplinkos apšvietimas. Animacijai kurti buvo panaudota virtuali kamera „Autodesk 3dsMax“ programme. Išeksportuotas vaizdas pateiktas avi formato failu.

Išvados

1. Šiame darbe buvo atlikta istorinės informacijos analizė, pastebėta, kad nors Šiaulių katedra buvo remontuojama gana dažnai, smarkiai ji nepakito. Išskyrus 1880 m. liepos 8 d. kai į katedros bokštą trenkė žaibais ir sudegė jos stogas. Suremontuota katedra turėjo jau kitokios formos stogą, o jos bokštas buvo vienu skyriumi paaukštintas. Tokia katedra išliko iki šių dienų.

2. Išanalizavus trimatės vizualizacijos demonstravimo būdus ir aptarus naudojamą technologijas su muziejumi, buvo pasirinkta skaidraus stiklo technologijos instaliacija.

3. Naudojantis „Autodesk 3dsMax“ buvo sumodeliuota Šiaulių katedra pagal Napoleono Ordos paveikslą ir aplink ją esantys pastatai. Tekstūras pakoreguoti buvo pasitelkta „Adobe Photoshop“ programa. Galiausiai buvo panaudota „Itso software“ miško įskiepis, pagyvinant vizualizaciją gamtos elementais ir taip suteikiant jai realumo.

4. Naudojantis „Adobe Premiere Pro“ išeksportuota originali vaizdo medžiaga, buvo apjungta į vaizdo įrašą ir pritaikyta skaidraus stiklo holografinei instaliacijai.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Butvilas v. (2008). *Šiaulių architektūra – miesto istorijos liudininkė (raida iki 1945 metų)*.
2. Butautis In. T. & Ulinskytė-Balzienė V. (EDS.). *Šiaulių katedra : istorija, architektūra, dokumentiniai ir ikonografiniai šaltiniai* (. 14-43). Šiaulių "Aušros" muziejus.
3. Gaasedelen E. N., Iaizzo P. A. (2019). Chapter 8 - *3D Graphics to Virtual Reality in Medicine: Opportunities and Prospective*. Engineering in Medicine: Advances and Challenges, p. 201-218, Prieiga per internetą [<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813068-1.00008-7>]
4. Ghuloum H. (2010) *3D Hologram Technology in Learning Environment*
5. Gudaitienė R., Driaučiūnaitė R. (2022). *Creation of educational materials on the theme of exile*. Applied research in studies and practice, Panevezys, 18, p. 60-67. Prieiga per internet [<https://etalpykla.lituanistika.lt/fedora/objects/LT-LDB-0001:J.04~2022~1680615481981/datastreams/DS.002.1.01.ARTIC/content>]
6. Levandauskas V . (2009). *Šiaulių Šv. apaštalo Petro ir Pauliaus bažnyčia: istorija ir architektūra*.
7. OfficeDay. 3D (2023). *Spausdinimas ir robotika: novatoriškas tiltas tarp mokslo ir kūrybiškumo*. Prieiga per internet [https://tech.officeday.lt/3d-spausdinimas-ir-robotika/?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMI0YCqwY7nhQMVGwuiAx36uw1uEAAYAAAEgKJFvD_BwE]
8. Plečkaitis R. (2004). *Lietuvos filosofijos istorija: t. Viduramžiai, Renesansas, Naujieji amžiai*
9. Šiaulių katedra (2019). Šiaulių katedros istorija. Prieiga per internetą: [<https://siauliukatedra.lt/siauliu-katedros-istorija/>]
10. Zubrickienė R. (2016) *Viduramžių architektūra ir Šiaulių katedros pirmtakė*. Prieiga per internetą: <http://www.snaujienos.lt/naujienos/miesto-gyvenimas/2291-rainio-konkursas-moksleiviams-noriu-bti-lyderiu-pirmieji-rezultatai-ir-ekspert-komentarai>

11. Zalta E. N. and Nodelman U. (2022). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Prieiga per internetą [<https://plato.stanford.edu/>]
12. Žemaitytė G. (2016) *Apie nukūnytą kūniškumą, arba kokia prasme virtuali realybė yra reali?*

Summary

It is important for every generation to preserve the history of their nation and ancestry, to pass it on to future generations. Three-dimensional graphics are a valuable tool in this field, allowing the transfer of historical objects into virtual space, making the historical object more accessible to the modern museum visitors. In this article, after analysing the historical information and the equipment used to display three-dimensional images, it was decided to create a three-dimensional visualization and animation of Šiauliai Cathedral using the Autodesk 3ds Max program. With the help of modern holographic image transmission equipment, the images were adapted for display in the museum space.

Žemės rinkos analizė Kauno apskrityje

Arnas Šmita, Vytautė Juodkienė
Kauno kolegija

Anotacija. Pastarojo meto sparti žemės rinkos plėtra ir augantis investuotojų susidomėjimas, skatina didesnį poreikį išsamesniai analizei apie esamą rinkos situaciją. Žemė yra pats vertingiausias nekilnojamas turtas, nors ir derlingos žemės pasiūlai nuolatos mažėjant, o paklausai augant, jos vertė mažėti nelinkusi: nors žemės pardavimo sandorių skaičius ir sumažėjo, pirkimo ir nuomos kainos toliau stabiliai augo. Tyrimų tikslas – išanalizuoti žemės sklypų rinką Kauno apskrityje 2020–2023 m. laikotarpiu. Šiame straipsnyje išnagrinėti žemės ūkio paskirties žemės, taip pat sodų sklypų, gyvenamosios teritorijos ir miškų ūkio žemės sklypų rinkos rodikliai. Nustatyta, kad žemės sklypų kainos Kauno apskrityje didėjo nuo 2020 m. iki 2022 m., o 2023 m. pastebimas parduodamų žemės ūkio paskirties, sodų ir miškų ūkio žemės sklypų kainų sumažėjimas. Tačiau gyvenamųjų teritorijų žemės sklypų rinka stabiliai kasmet 1–2 kartus augo. Gyvenamųjų teritorijų žemės sklypų ir sodų žemės sklypų rinkos intensyvumui daugiausia įtakos turi gyventojų tankis, tai patvirtina determinacijos koeficientas $R^2=0,97$ ir dispersijos analizė, kai $p<0,05$.

Raktiniai žodžiai: žemės rinka, erdvinių duomenų rinkinys, žemės ūkio paskirties žemė, gyvenamųjų teritorijų žemė, sodų žemės sklypai, miškų ūkio paskirties žemė, vienfaktorinė dispersinė analizė.

Įvadas

Pasaulį užklupusi koronaviruso pandemija tapo iššūkiu visiems sektoriams, neaplenkdama ir žemės ūkio sektoriaus: užsivėrus valstybių sienoms, atsirado įvairiausio pobūdžio apribojimų, sąlygojusių visos Europos Sąjungos maisto tiekimo grandinės trikdžius, pareikalavusių pertvarkyti ir optimizuoti pardavimo bei tiekimo kanalus. Vis dėlto žemė yra vertingas nekilnojamas turtas, kad ir derlingos žemės pasiūlai nuolatos mažėjant, o paklausai augant, jos vertė mažėti nelinkusi: nors žemės pardavimo sandorių skaičius ir sumažėjo, pirkimo ir nuomos kainos toliau stabiliai augo, o žemės ūkio sektorius, lyginant su kitais pramonės sektoriais, padarė didžiausią įtaką lietuviškos kilmės prekių metiniam eksporto augimui (Deltuvas, 2021).

Temos aktualumą pagrindžia pastarojo meto sparti nekilnojamojo turto rinkos plėtra ir augantis investuotojų dėmesys, kas skatina didelį poreikį išsamiai ir palyginamai informacijai apie esamą rinkos situaciją. Šio tyrimo metu bus siekiama išanalizuoti Kauno apskrities žemės sklypų rinkos pokyčius 2020–2023 m. laikotarpiu.

Tyrimo objektas – žemės sklypų rinka Kauno apskrityje.

Darbo tikslas – sukurti žemės sklypų kainų verčių žemėlapius, kurių pagalba analizuojamas Kauno apskrities žemės rinkos kitimas nagrinėjamu laikotarpiu. Siekiant šio tikslo buvo iškelti tokie **uždaviniai**:

1. Išanalizuoti parduodamus žemės sklypus Kauno apskrityje 2020–2023 m. laikotarpiu.

2. Palyginti žemės rinkos kainas tarp Kauno apskrityje esančių savivaldybių.
3. Įvertinti gyventojų tankio įtaką žemės sklypų rinkai.

Teorinė dalis

Visais laikais žemė išskiriama kaip labai vertingas žemės ūkio produktų gamybos ištekliai. Todėl, tai turi labai didelės įtakos žemės ūkio paskirties žemės kainai ir vertei. Žemės kainai įtakos turi žemės derlingumas (Aleknavičius ir kt. 2020; Lee ir kt., 2020), naudojimo intensyvumas ir vietovėje esanti infrastruktūra (Mihailova, 2022). Be to, šios žemės valdos turi būti kompaktiškos, užtikrinančios racionalų žemės naudojimą ir efektyvų žemės ūkio gamybos organizavimą. Labai didelę įtaką turi ir vietovės savybės (Mihailova, 2022; Lee et al., 2020).

Išanalizavus užsienio autorių literatūrą, be minėtų veiksnių, mokslininkai išskiria ir gyventojų bei aplinkos rodiklius (An ir kt., 2021). Taip pat mokslininkų dėmesį vis labiau atkreipia tokie veiksniai kaip žemės rinkos pasiūla ir paklausa, žemės pasiūlos struktūra, žemės rinkos veiklos efektyvumas, reguliavimas ir politika (Mihailova, 2022; Ciaian ir kt., 2021; Gutiérrez-Posada ir kt. 2017).

Apibendrinus išnagrinėtą literatūrą, galima teigti, kad nekilnojamas turtas suvokiamas kaip fizinis objektas, turintis ekonomines, teises ir socialines savybes (Bagdžiūnienė, 2011). Išryškėja žemės rinkos įvairiapusiškumas, pasireiškiantis per šios rinkos įvairų skirstymą. Be to, išsiaiškinta, kad keičiantis įvairiems veiksniams žemės rinka juda juda ciklu. Ciklui būdingos tokios fazės: a) ekspansija, b) sulėtėjimas, pikas, kritimas, c) nuosmukis, d) sulėtėjęs nuosmukis, sąstingis, pakilimas.

Straipsnyje įvertinant žemės rinką Kauno apskrityje, buvo analizuojami žemės sklypai pagal panaudojimą žmogaus ūkinei ir kitokiai veiklai (Dėl žemės vertinimo masiniu būdu..., 2011):

1. Žemės ūkio paskirties žemės sklypai (be mėgėjų sodų žemės sklypų ir sodininkų bendrijų bendrojo naudojimo žemės sklypų). Prie šių žemės sklypų priskiriami žemės ūkio paskirties žemės sklypai, miškų ūkio paskirties žemės sklypai, vandens ūkio paskirties žemės sklypai, konservacinės paskirties žemės sklypai bei kitos paskirties žemės sklypai, kurių naudojimo būdas yra naudingų iškasenų teritorijos, teritorijos krašto apsaugos tikslams.

2. Gyvenamųjų teritorijų žemės sklypai. Prie šių žemės sklypų priskiriami namų valdų žemės sklypai, kitos paskirties žemės sklypai, kurių naudojimo būdas yra gyvenamosios teritorijos, visuomeninės teritorijos, bendrojo naudojimo (miestų, miestelių ir kaimų ar savivaldybių bendro naudojimo) teritorijos.

4. Miškų ūkio paskirties žemės sklypai. Priskiriama miško žemė ar miško valdose įsiterpusios kitos žemės naudmenos, tarp jų atskirais žemės sklypais nesuforuotos žemės ūkio naudmenos.

5. Sodų sklypai. Tai žemės ūkio paskirties žemės sklypai, esantys sodininkų bendrijoje.

Tyrimo metodika

Atliekant tyrimą naudotasi mokslinės literatūros, statistinių duomenų, kartografinės medžiagos analizės, lyginimo, apibendrinimo, grafinio modeliavimo, statistinių duomenų analizės bei loginio mąstymo metodais. Duomenys teoriniam tyrimui

atlikti gauti iš įvairių Lietuvos ir užsienio literatūros šaltinių, mokslinių darbų, Lietuvos Respublikos žemės fondo suteikiamos informacijos apie žemės naudmenų situaciją.

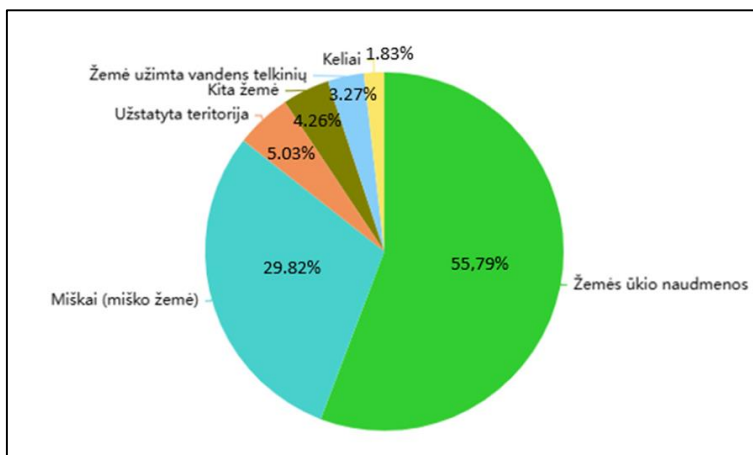
Analizuoti VĮ Registrų centro statistiniai duomenys ir duomenys rinkti iš internetinių svetainių apie Kauno apskrityje parduodamus žemės sklypus: www.aruodas.lt, www.skelbiu.lt, www.capital.lt, www.domoplius.lt.

Pagrindiniai duomenys analizei atlikti gauti iš Geoportalo atsisiuntus georeferencinių erdvinį duomenų rinkinį GDR10LT M 1:10000. Kauno apskrities savivaldybių kartografavimas atliktas ArcGIS 10.8.2 programine įranga. Taip pat sukurta 16 skirtingų Kauno apskrities žemės sklypų kainų (Eur/a) žemėlapių M 1:700 000. Žemėlapiuose išskirtos Kauno apskrityje esančios savivaldybės: Kauno miesto savivaldybė, Kauno rajono savivaldybė, Prienų rajono savivaldybė, Kaišiadorių rajono savivaldybė, Jonavos rajono savivaldybė, Kėdainių rajono savivaldybė, Raseinių rajono savivaldybė, Birštono savivaldybė. Siekiant įvertinti žemių vidutines rinkos vertes (Eur/a) buvo suskirstyta į 5 klases: nuo žemiausios kainos (šviesiai mėlyna spalva) iki aukščiausios kainos (tamsiai mėlyna spalva).

Statistinė duomenų analizė atlikta taikant SPSS ir MS Excel duomenų apdorojimo paketus. Norint nustatyti reikšmingus nepriklausomų imčių skirtumus buvo taikytas vienfaktorinės dispersinės analizės metodas ANOVA.

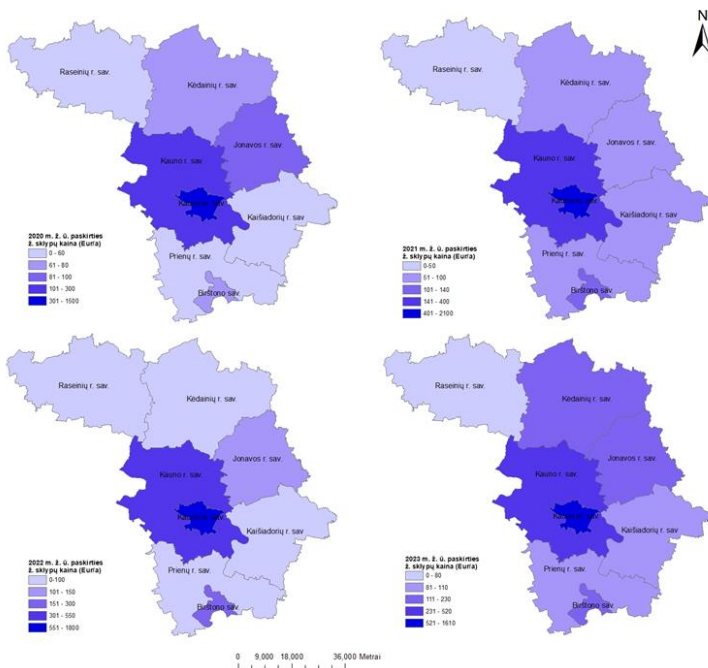
Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Valstybinio žemės fondo duomenimis, 2023 m. sausio 1 d. Kauno apskrityje žemės ūkio naudmenos sudarė 451168,98 ha (55,79 proc.) (1 pav.): 414731,20 ha sudarė ariamoji žemė, 33858,07 ha – pievos ir natūralios ganyklos bei 2579,71 ha – sodų žemė. Kauno apskrityje 2021–2023 m. laikotarpiu žemės ūkio naudmenų plotas sumažėjo 0,50 proc., ariamosios žemės plotai sumažėjo 0,20 proc., pievų ir natūralių ganyklų plotas sumažėjo 4,66 proc., o sodų plotas padidėjo 8,28 proc.



1 pav. Žemės fondo pasiskirstymas pagal žemės naudmenų plotą (Valstybinis žemės fondas, 2023)

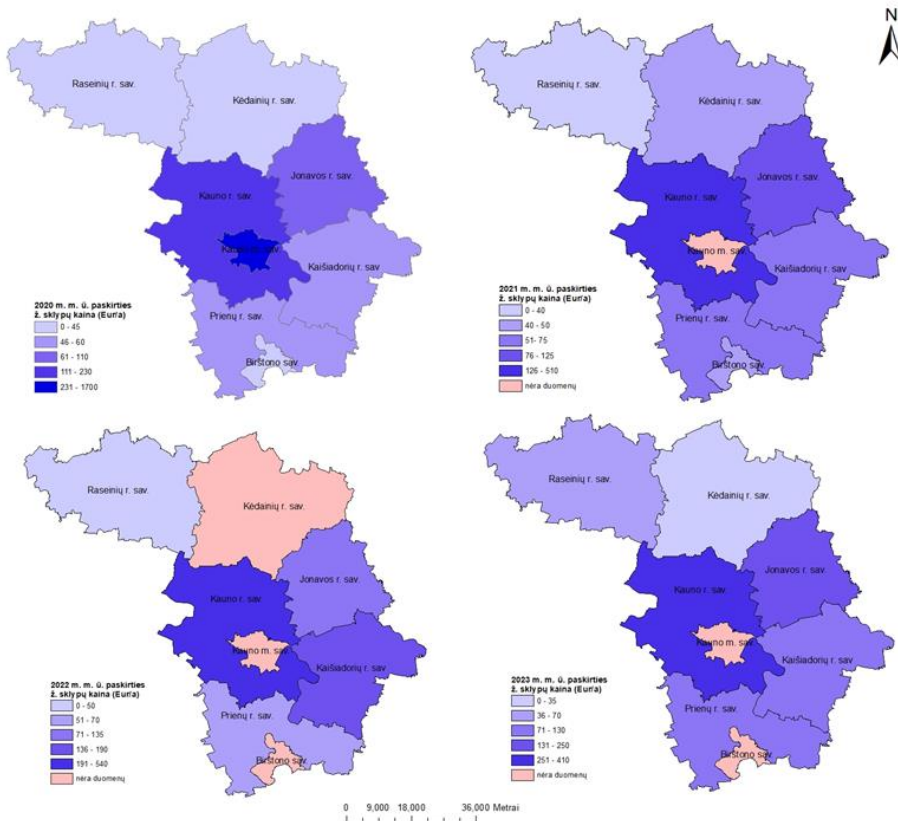
Remiantis sukurtais žemėlapiais, pateikiamos žemės ūkio paskirties žemės sklypų vidutinės kainos 2020–2023 metų laikotarpiu (2 pav.).



2 pav. Žemės ūkio paskirties žemės sklypų vidutinės kainos 2020–2023 m.

Žemės ūkio paskirties žemės sklypų kainos nuo 2020 m. iki 2022 m., stabiliai augo Jonavos, Kaišiadorių, Kėdainių, Prienų ir Raseinių rajonų savivaldybėse. Didžiausias augimas fiksuotas Kauno miesto, Kauno rajono ir Jonavos rajono savivaldybėse, atitinkamai siekęs beveik 20, 23 ir 20 proc. Kauno apskrityje sklypų kainos didėjo kiekvienais metais, tačiau 2023 m. fiksuotas labai nežymus kainų kritimas Kauno miesto, Kauno rajono ir Birštono savivaldybėse. Vidutinė žemės ūkio paskirties žemės pirkimo kaina apskrityje 2023 m., palyginti su 2022 m., sumažėjo apie 3 proc.

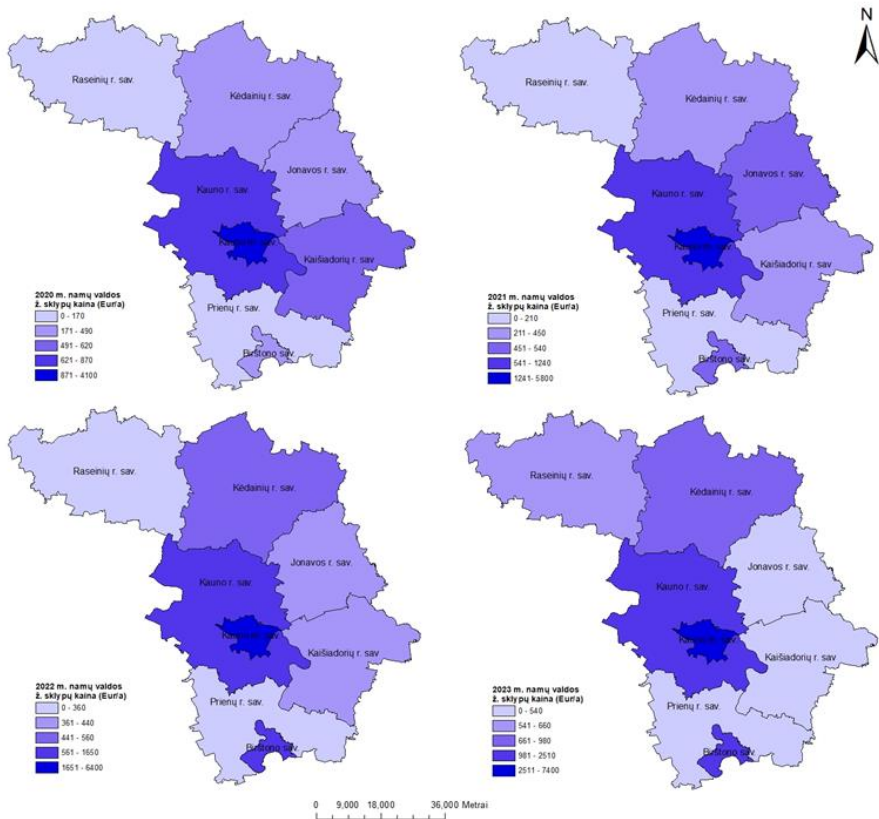
Nagrinėjant miškų ūkio paskirties žemės kainas 2020–2023 metų laikotarpiu (3 pav.) nebuvo rasta duomenų apie parduodamus sklypus Kauno miesto (2021–2023 m.), Birštono (2022–2023 m.) ir Kėdainių (2022 m.) rajono savivaldybėse.



3 pav. Miškų ūkio paskirties žemės sklypų vidutinės kainos 2020–2023 m.

Aukščiausios miškų ūkio paskirties žemės kainos 2020–2023 m. laikotarpiu buvo fiksuojamos Kauno rajono (420 Eur/a) ir Jonavos rajono (155 Eur/a) savivaldybėse, jos vidutiniškai augo apie 2 kartus. Mažiausios kainos buvo Raseinių rajono ir Kėdainių rajono savivaldybėse, atitinkamai 47 ir 38 Eur/a. Tačiau 2023 m. fiksuotas labai nežymus kainų kritimas Kauno rajono, Kaišiadorių rajono ir Kėdainių rajono savivaldybėse. Vidutinė miškų ūkio paskirties žemės pirkimo kaina apskrityje 2023 m., palyginti su 2022 m., sumažėjo apie 13,75 proc.

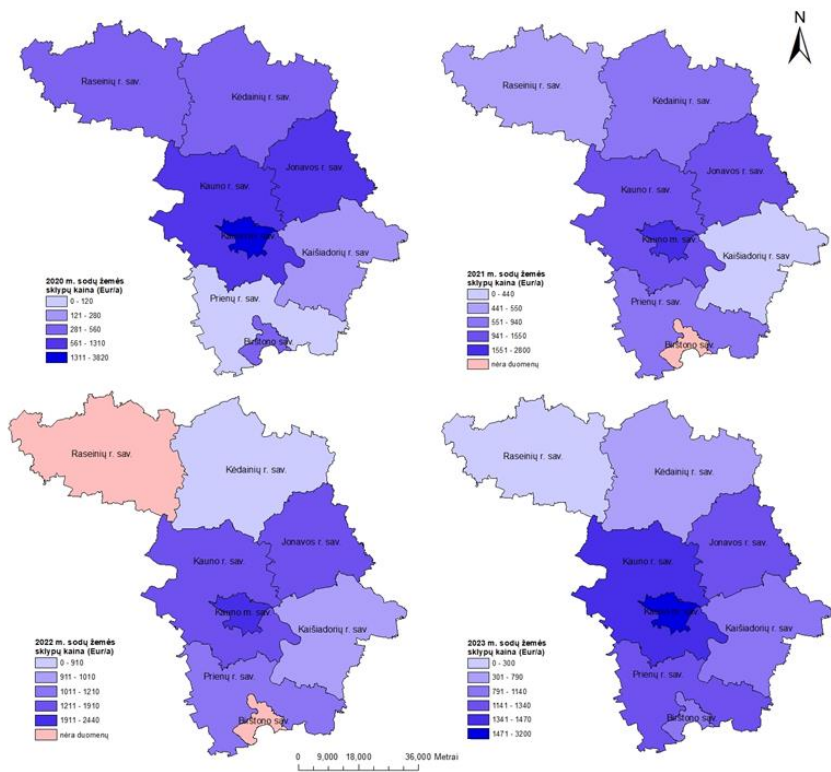
Nagrinėjant gyvenamųjų teritorijų žemės sklypus 2023 m. didžiausios kainos fiksuotos Kauno miesto (7327 Eur/a), Birštono (2503 Eur/a) ir Kauno rajono (1940 Eur/a) savivaldybėse (4 pav.). Mažiausios gyvenamųjų teritorijų žemės sklypų pardavimo kainos 2023 m. fiksuotos Prienų rajono (384 Eur/a), Kaišiadorių rajono (496 Eur/a) ir Jonavos rajono (534 Eur/a) savivaldybėse.



4 pav. Gyvenamųjų teritorijų žemės sklypų vidutinės kainos 2020–2023 m.

Palyginus 2020 m. gyvenamųjų teritorijų žemės sklypų pirkimo kainas su 2023 m. laikotarpiu, visoje Kauno apskrityje stebimas stabilus 1–2 kartų siekiantis augimas.

Nagrinėjant sodų žemės kainas 2020–2023 metų laikotarpiu (5 pav.) nebuvo rasta parduodamų sklypų duomenų Raseinių rajono (2022 m.) ir Birštono (2021–2022 m.) savivaldybėse.

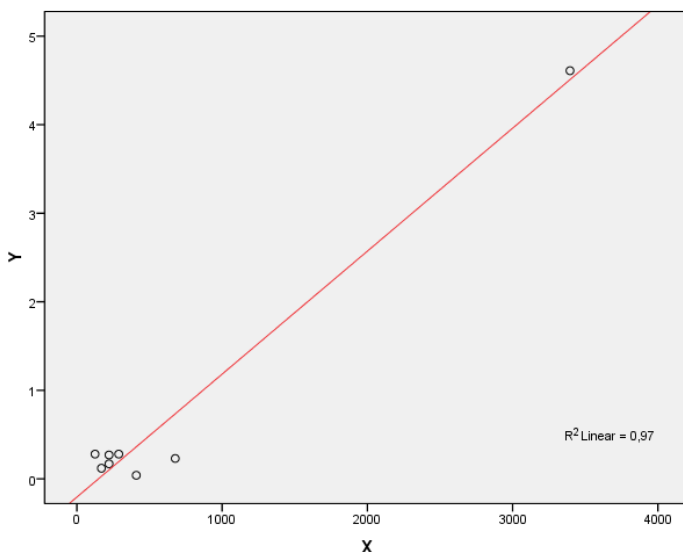


5 pav. Sodų sklypų vidutinės kainos 2020–2023 m.

Atlikus analizę pastebėta, kad Kauno apskrityje sodų žemės pirkimo kaina nuo 2020 m. iki 2023 m. vidutiniškai padidėjo 20 proc. Didžiausios kainos fiksuojamos Kauno miesto (3815 Eur/a), Kauno rajono (1911 Eur/a) ir Jonavos rajono (1660 Eur/a) savivaldybėse. Mažiausios kainos buvo Raseinių rajono ir Kėdainių rajono savivaldybėse, atitinkamai 292 ir 789 Eur/a. Tačiau 2023 m. fiksuotas labai nežymus kainų kritimas Kauno rajono, Jonavos rajono, Kėdainių rajono ir Raseinių rajono savivaldybėse. Vidutinė sodų žemės pirkimo kaina Kauno apskrityje 2023 m., palyginti su 2022 m., sumažėjo apie 14 proc.

Išsamiai išanalizavus Kauno apskrities žemės sklypų žemės rinką 2020–2023 m. galima teigti, kad žemės sklypų rinka intensyvesnė vietovėse, kur didesnis gyventojų tankumas (Kauno miesto, Kauno rajono ir Kėdainių rajono savivaldybėse), skaičiuojant ploto vienetui, todėl yra poreikis įsigyti arba pasistatyti gyvenamuosius namus.

Teritoriją nagrinėjant pagal priklausomybes tarp gyventojų tankumo ir žemės sklypų žemės rinkos (2020–2023 m. vidurkis), nustatytas determinacijos koeficientas – $R^2 = 0,97$. R^2 interpretacija padeda geriau suvokti, ar duomenys yra vienas nuo kito priklausomi (6 pav.).



6 pav. Gyventojų tankio įtaka (rodiklis Y, gyv./ha) žemės sklypų rinkai (rodiklis X, Eur/a) 2020–2023 m. laikotarpiu

Taip pat gauti ANOVA rezultatai parodė statistiškai reikšmingus skirtumus tarp gyventojų tankumo ir žemės sklypų rinkos ($p = 0,025 < 0,05$). Remiantis analizės metu nustatytais dėsningumais, galima teigti, kad poreikis kurti gyvenamąsias sodybas daugiausia priklauso nuo tos vietovės gyventojų tankio. Todėl tai labiausiai ir įtakoja žemės sklypų kainas.

Išvados

1. Nustatyta, kad žemės sklypų kainos Kauno apskrityje didėjo nuo 2020 m. iki 2022 m. ir šis kilimas buvo siejamas su besiformuojančiu nekilnojamojo turto kainų „burbulu“. 2023 m. pastebimas kainų sumažėjimas parduodamų žemės ūkio paskirties, sodų sklypų ir miškų ūkio žemės sklypų. Tačiau gyvenamųjų teritorijų žemės sklypų rinka stabiliai kasmet 1–2 kartus augo.

2. Sukūrus žemės rinkos Kauno apskrityje žemėlapius nustatyta, kad brangiausiai parduodami žemės sklypai yra Kauno miesto, Kauno rajono ir Birštono savivaldybėse. Pigiausiai parduodami žemės sklypai – Raseinių rajono ir Prienų rajono savivaldybėse.

3. Gyvenamųjų teritorijų žemės sklypų ir sodų žemės sklypų rinkos intensyvumui daugiausia įtakos turi gyventojų tankis, tai patvirtina determinacijos koeficientas $R^2 = 0,97$ ir dispersijos analizė (ANOVA), kai $p < 0,05$.

Literatūros ir kitų informacijos šaltinių sąrašas

1. Aleknavičius, Marius & Aleknavičius, Pranas. "Žemės ūkio paskirties žemės rinkos raida". *Žemės reformos vertinimas*, sudarė Pranas Aleknavičius, Vilnius : Baltijos kopija, 2020, pp. 317-335.
2. An, P., Li, C., Duan, Y., Ge, J., & Feng, X. (2021). Inter-metropolitan land price characteristics and pattern in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration, China. *PLoS one*, 16(9), e0256710.
3. Bagdžiūnienė, V. (2011). *Kaip valdyti nekilnojamoji turtą*. Vilnius: VŠĮ „Conto litera“.
4. Deltuvas, A. (2021). Lietuvos žemės ūkio paskirties žemės rinka 2020 metais. [interaktyvus]. 2024 [žiūrėta 2024 balandžio 17 d.]. Prieiga per internetą: https://www.vic.lt/zumpris/wp-content/uploads/sites/4/2021/12/Zemes_ukio_paskirties_zemes_rinka_2020.pdf
5. Dėl žemės vertinimo masiniu būdu dokumentų tvirtinimo. (2011). *Valstybės žinios*, 2011-12-08, Nr. 150-0.
6. Gutiérrez-Posada D, Rubiera-Morollon F, Viñuela A. Heterogeneity in the determinants of population growth at the local level: Analysis of the Spanish case with a GWR approach. *International Regional Science Review*, 2017, 40(3): 211–240.
7. Lee C. C., Chen Y. X., Wu Y. L., Yeh W. C., Liang C. M. 2020. Multilevel analysis of the pressure of agricultural land conversion, degree of urbanization and agricultural land prices in Taiwan. *Land*, Vol. 9, iss. 12, ID474.
8. Damanskytė, A. (2015). Nekilnojamojo turto rinkos tyrimas Kauno mieste. *Inovacijų taikymas technologijose: studentų respublikinės mokslinės – praktinės konferencijos straipsnių rinkinys*, II dalis (p. 7-14). Kaunas: Kauno kolegijos leidybos centras.
9. *Valstybės įmonė Valstybės žemės fondas*. Lietuvos Respublikos žemės fondo duomenys (2023) [interaktyvus]. 2024 [žiūrėta 2024 balandžio 11 d.]. Prieiga per internetą: <https://zis.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=f4cf3cb7074f413bb9c0ed9af1db90cf>

Summary

The recent rapid development of the land market and growing interest of investors stimulate a greater need for a more detailed analysis of the current market situation. Land is the most valuable real estate, and even though the supply of fertile land is constantly decreasing and the demand is increasing, its value has not tended to decrease: although the number of land sale transactions has decreased, the purchase and rental prices have continued to grow steadily. The purpose of this research is to analyse the land plot market in Kaunas County for the period between 2020 and 2023. This article examines the market indicators of agricultural land, as well as garden, residential and forestry land areas. It is established that the prices of land plots in Kaunas County were increasing from 2020 till 2022, and in 2023 there was a noticeable decrease in the prices of agricultural, garden and forestry plots of land for sale. The market intensity of residential and garden land plots is mainly influenced by population density, which is confirmed by the coefficient of determination $R^2 = 0.97$ and analysis of variance when $p < 0.05$.

Užsakymas I-2566.
Išleido Kauno kolegijos Reklamos ir medijų centras,
Pramonės pr. 20, 50468 Kaunas