

INOVATYVIOS VERSLO PLĖTROS GALIMYBĖS: ELEKTRONINĖ PREKYBA UAB „SENAS-GERAS“ PARDUOTUVĖS PROJEKTAVIMAS

Linas Reutas, lekt. Donatas Daugirdas

Šiaulių valstybinė kolegija (Aušros al. 40, Šiauliai)

Anotacija

Straipsnyje analizuojamas svetainės ir elektroninės parduotuvės kūrimas įmonės užsakymu. Užsakovas – UAB „Senas-Geras“, įmonė, turinti Šiaulių mieste esančią sendaikčių parduotuvę ir restauravimo dirbtuves. Užsakovas nori perkelti savo veiklą į internetinę erdvę. Atlikus interviu ir panašių sistemų analizę, išsiaiškinti pagrindiniai reikalavimai kuriamai sistemai. Projektuojant sistemą, atliekama programinės ir techninės įrangos analizė, parengiamos UML diagramos, iliustruojančios sistemos veikimo principus, suprojektuojama duomenų bazės struktūra ir parengiamas elektroninės parduotuvės prototipas.

Pagrindiniai žodžiai: elektroninė parduotuvė, sistema, projektavimas.

Įvadas

Temos aktualumas. Elektroninė mažmeninė prekyba pradėjo plėtotis 1990-aisiais metais. Nuo to laiko e-komercija tapo svarbia ekonomine sritimi ir tyrimų tema [6]. Žmonės vis dažniau renkasi apsipirkimą internetu dėl patogumo, plataus prekių pasirinkimo, kainų palyginimo galimybių, laiko taupymo sumetimų ir prieigos prie išsamesnio prekių aprašymo bei apžvalgų. Šie faktoriai lemia, kad tai lankstus ir efektyvus apsipirkimo būdas. COVID-19 pandemija dar labiau paskatino elektroninę prekybą. Įvedus karantino ribojimus, vartotojai ėmė daugiau naudotis internetinėmis parduotuvėmis, o įmonės persijungė į e-prekybą kaip būdą išlikti veiksmingomis ir pasiekti klientus. Pandemijai pasitraukus ir atlaisvinus ribojimus, daugelis žmonių toliau išlaikė naujai susiformavusius apsipirkimo įpročius [7].

Lietuvoje elektroninė prekyba užima vis didesnę mažmeninės prekybos rinkos dalį ir tikimasi, kad šis augimas toliau tęsis. Elektroninė prekyba yra nuolat besivystanti sritis, kuri keičia vartotojų įpročius ir verslo modelius. Ji suteikia galimybę prekiautojams pasiekti kur kas platesnį potencialių pirkėjų ratą. Įmonės, norinčios išlikti konkurencingos, turi prisitaikyti prie šios naujos krypties ir pasinaudoti elektroninės prekybos teikiamomis galimybėmis.

Tyrimo problema. UAB „Senas-Geras“ neturi internetinės parduotuvės ir iki šiol prekybą vykdo tik fiziniėje parduotuvėje. Dėl šios priežasties juntamas kasmet mažėjantis pardavimų skaičius, o COVID-19 pandemijos metu, įmonė turėjo net laikinai sustabdyti prekybą. Klientai norėdami apžiūrėti ir išigyti prekes privalo atvykti į fizinę parduotuvę, esančią Šiaulių mieste, todėl potencialūs klientai yra tik Šiaulių regione gyvenantys asmenys ir miesto svečiai.

Tyrimo objektas: sendaikčių parduotuvės tinklapis ir elektroninė parduotuvė.

Tyrimo tikslas – suprojektuoti sendaikčių parduotuvės tinklapių ir elektroninės parduotuvės prototipą.

Tyrimo uždaviniai: 1) Atlikti užsakovo poreikių ir analoginių sistemų analizę; 2) Išanalizuoti ir parinkti programines sistemos kūrimo priemones; 3) Nustatyti techninius ir programinius reikalavimus kuriamai sistemai; 4) Pateikti kuriamos sistemos panaudos atvejų, sekų ir veiklos diagramas; 5) Suprojektuoti duomenų bazės struktūrinį modelį; 6) Parengti kuriamos svetainės hierarchinę struktūrą ir sistemos prototipą.

Tyrimo metodai: informacijos šaltinių analizė, interviu su įmonės atstovais, sistemos projektavimas, loginė analizė, grafinis duomenų vaizdavimas, sistemos prototipo rengimas.

Užsakovo įmonės veiklos ir poreikių analizė

Užsakovas – smulkaus verslo įmonė UAB „Senas-Geras“. Įmonė turi Šiaulių mieste esančią sendaikčių parduotuvę ir tame pačiame pastate įsikūrusias dirbtuves. Įmonė prekiauja naudotais, ilgai vertę išlaikančiais baldais, buitinais prietaisais, interjero dekoracijomis ir kitais daiktais. Įmonė taip pat superka naudotus daiktus, kuriuos esant poreikiui sutvarko, atnaujina ir perparduoda savo parduotuvėje bei teikia restauracijos paslaugas.

Pagrindinis užsakovo poreikis – perkelti parduotuvės veiklą į internetą ir praplėsti potencialių klientų kiekį. Tam pasiekti nutarta sukurti svetainės ir elektroninės parduotuvės sistemą. Siekiant išsiaiškinti užsakovo poreikius kuriamai sistemai, buvo pasirinktas interviu metodas. Atlikus interviu buvo nuspręsta sukurti sistemą, kuri susidarys iš tokių pagrindinių dalių ir funkcijų:

- Svetainės domenas: *senas-geras.lt*.
- Namų puslapis su navigacija nuorodomis į kitus svetainės puslapius.
- Kontaktiniai ir informaciniai puslapiai, kurie suteiks klientui galimybę perskaityti įmonės aprašymą, kontaktinę informaciją, pirkimo ir pardavimo sąlygas, privatumo politiką.
- Klientų registracijos ir prisijungimo sistema su galimybe papildyti savo piniginę.
- Elektroninė parduotuvė ir saugi atsiskaitymo sistema su galimybe pasirinkti norimą apmokėjimo ir prekių pristatymo būdą.
- Galimybė elektroninėje parduotuvėje klientui pasiūlyti savo norimą kainą už pasirinktą prekę. Administratorius gaus pranešimą apie pasiūlymą, kurį galės priimti arba atmesti.
- Galimybė pasirinktoms prekėms paskelbti aukcioną. Vartotojas norintis dalyvauti aukcione privalės savo piniginėje turėti norimą statyti sumą ir pasibaigus aukcionui, didžiausią sumą pastatęs dalyvis įsigis prekę.
- Pranešimų sistema, kurios pagalba klientas galės pateikti užklausą parduoti savo prekę arba užsisakyti restauravimo paslaugą.
- Sistemos administratoriaus platforma (panelė), kuri leis administratoriui patalpinti, redaguoti, ištrinti prekes, atsakyti į klientų užklausas.

Analogų analizė

Analogų analizei pasirinktos trys sistemos: *Naftalinas.lt*, *Gerisendaikciai.lt* ir *Hauteboheme.lt*. Visos trys svetainės turi integruotas elektronines parduotuves, kuriose prekiaujama sendaikčiais ir kitomis prekėmis. Tinklapiai analizuojami vertinant svetaines pagal kriterijus, sudarytus remiantis [4] ir [5] šaltiniuose pateikta informacija. Analizės rezultatai pateikti lentelėje.

1 lentelė. Panašių tinklapių analizė.

Kriterijus	Tinklapis	Naftalinas.lt	Gerisendaikciai.lt	Hauteboheme.lt
Estetika				
Dizainas vientisas tarp visų svetainės puslapių.		+	+	+
Aiški svetainės tematika		+	+	+
Naudojamumas				
Visos nuorodos veikia		+	+	+
Svetainė lengvai skaitoma		+	-	+
Išsamus prekių filtravimas		-	-	-
Informatyvus prekių aprašymas		-	-	-
Galimybė pasirinkti įvairius mokėjimo būdus		+	+	+
Galimybė pasirinkti įvairius prekių pristatymo/atsiėmimo būdus		-	-	+
Funkcionalumas				
Pritaikymas visoms populiariausioms naršyklėms		+	+	+
Pritaikymas įvairaus dydžio ekranams		+	+	+
Geras svetainės prieinamumas		+	+	+
Trumpas svetainės užkrovimo greitis		-	+	+

Saugumas			
Naudojami galiojantys SSL sertifikatai	+	+	+
Dvejų faktorių autentifikavimas (2FA)	-	-	-
Visos nuorodos saugios	+	+	+
Bendras svetainės balas:/15	10	10	12

Išanalizavus svetaines, buvo pastebėta:

- Visi trys tinklapiai gerai išlaiko dizaino vientisumą tarp skirtingų svetainės puslapių.
- Tinklapių tematika pakankamai aiški.
- *Naftalinas.lt* ir *Gerisendaikciai.lt* kai kuriose vietose naudoja neryškias ir su fonu nedaug kontrastuojančias teksto spalvas, todėl nukenčia teksto skaitomumas. *Gerisendaikciai.lt* taip pat naudoja sunkiau suskaitomą *Cinzel* teksto šriftą. *Hauteboheme.lt* tekstui šiek tiek trūksta ryškumo.
- Visi trys tinklapiai nenaudoja daug medijos, tai nuotraukos ir paveikslėliai, kurių paskirtis pakankamai aiški, tačiau vietose trūksta kokybės ir raiškos.
- *Naftalinas.lt* ir *Gerisendaikciai.lt* parduotuvėse prekės turi labai minimalius aprašymus, kuriuose dažniausiai galime rasti tik prekių matmenis. *HauteBoheme.lt* prekių aprašymai išsamūs ir informatyvūs, tačiau jie tik anglų kalba, nors pats puslapis yra lietuvių kalba.
- *Naftalinas.lt* paieškoje reikia rinktis iš labai daug kategorijų, kurios nesuskirstytos į subkategorijas, todėl sunku pasirinkti tinkamą kategoriją. Nėra jokių papildomų prekių filtrų. *Gerisendaikciai.lt* negalima paieška pagal prekių kategorijas ir galima naudoti tik filtravimą pagal kainą. *HauteBoheme.lt* galima paieška pagal prekių kategorijas, tačiau kategorijos surašytos lietuviškai, o prekių pavadinimai – anglų kalba. Galimas filtravimas tik pagal kainą.
- Visos trys svetainės leidžia atsiskaityti įvairiais Lietuvoje populiariais atsiskaitymo būdais.
- *Gerisendaikciai.lt* parduotuvėje išvis negalima pasirinkti prekių pristatymo būdo. Dėl pristatymo jie susisiekiama po apmokėjimo už prekes, todėl prieš perkant visiškai neaiškios pristatymo sąlygos bei įkainiai. *Naftalinas.lt* leidžia pasirinkti atsiėmimą parduotuvėje arba pristatymą, bet trūksta aiškumo dėl pristatymo sąlygų ir kainos. *Hauteboheme.lt* leidžia pasirinkti pristatymą kurjeriu arba atsiėmimą iš įvairių paštomatų, aiškiai nurodyti įkainiai.
- Tinklapių prisitaikymas prie įvairių naršyklių tikrintas svetainės <https://www.powermapper.com/> pagalba. Visos trys svetainės puikiai prisitaiko prie populiariausių naudojamų naršyklių.
- *Naftalinas.lt* ir *Gerisendaikciai.lt* gerai prisitaiko prie visų dydžių ekranų. *Hauteboheme.lt* tinklapyje ne iki galo sutvarkytas prisitaikymas prie mobiliųjų įrenginių, todėl vietomis nukerpama dalis nuotraukų ir užrašų.
- Prieinamumas vertinimas atliktas svetainės <https://pagespeed.web.dev/> pagalba. Teigiamas balas skirtas svetainėms surinkusioms bent 70 iš 100 galimų prieinamumo balų. Visi trys tinklapiai turi labai panašių trūkumų, tokių kaip nepakankamas fono ir teksto spalvų kontrasto santykis, nuorodos neturinčios pavadinimų ir vaizdo elementų *Alt* atributai su pertekliniu tekstu. Nei vienas iš trijų tinklapių neturi įdiegtų papildomų pagalbai neįgaliesiems skirtų įrankių.
- Tinklapių užkrovimo greitis testuotas <https://pagespeed.web.dev/> svetainės pagalba. Teigiamas balas skirtas svetainėms surinkusioms bent 60 iš 100 galimų našumo balų.
- Visi trys tinklapiai naudoja galiojančius SSL sertifikatus, užtikrinančius duomenų saugumą, tačiau nenaudoja dviejų faktorių autorizavimo.
- Nuorodų saugumas tikrintas <https://transparencyreport.google.com/safe-browsing> sistemos pagalba. Visose trejose svetainėse nebuvo aptikta nesaugaus turinio.

Išvada. Remiantis panašių analogų analize, nutarta sukurti sistemą, kuri turės atlikti tokias funkcijas ir atitikti šiuos reikalavimus:

- Vientisas dizainas ir aiški svetainės tematika.

- Ryškus ir lengvai skaitomas tekstas.
- Naudojama aiškios paskirties medija, kuri bus optimizuota stengiantis užtikrinti kuo trumpesnę svetainės užkrovimo laiką.
- Aiški, neperkrauta navigacija ir aiškios paskirties puslapiai, kad vartotojas galėtų per kuo trumpesnę laiką įvykdyti norimą užduotį.
- Kiek įmanoma informatyvesnis prekių aprašymas (jei žinoma) – tai matmenys, medžiagos, pagaminimo metai, šalis ir kita informacija.
- Paieškos funkcija su galimybe ieškoti pagal kategoriją, spalvą, dydį, kainą ir kitus filtrus.
- Pristatymas prie visus populiariausių interneto naršyklių.
- Pristatymas prie bet kokio dydžio ekranų.
- Fono ir teksto spalvos su pakankamu kontrasto santykiu. Prieinamumo neįgaliesiems įskiepis su galimybe keisti spalvų kontrastą, padidinti tekstą.
- Galimybė pasirinkti įvairius apmokėjimo už prekes būdus.
- Galimybė pasirinkti prekių pristatymą kurjeriu ar į paštomatą su nurodytais įkainiais ir pristatymo terminais bei atsiėmimą fizinėje parduotuvėje.
- Galiojantis SSL sertifikatas.
- Dviejų faktorių autorizavimas.

Projektuojamos saugos priemonės sistemos saugumui užtikrinti

Saugos priemonės internetinei parduotuvei yra būtinos norint apsaugoti tiek verslą, tiek jo klientus nuo įvairių saugumo rizikų. Norėdami užtikrinti įmonės ir klientų duomenų saugumą įdiegsime tokias saugos priemones:

- *Saugus atsiskaitymas už prekes.* Norint užtikrinti saugų atsiskaitymą už prekes, nuspręsta naudotis bendrovės *Paysera* paslaugomis. Įdiegę *Paysera* sąsają, vartotojams suteiksime galimybę saugiai atsiskaityti visais Lietuvoje populiariausiais elektroniniais mokėjimo būdais.
- *Dviejų Faktorių Autentifikavimas (2FA).* Įdiegsime dviejų faktorių autentifikavimą. Vartotojas, norėdamas prie savo paskyros prisijungti iš naujo įrenginio, į savo elektroninį paštą arba SMS žinute gaus pranešimą su kontroliniu kodu. Tik tinkamai suvedęs kodą, jis galės prisijungti prie savo paskyros.
- *Stiprių slaptažodžių politika.* Įdiegsime politiką dėl stiprių slaptažodžių, kuri reikalaus „kuriant slaptažodį, panaudoti didžiąsias ir mažąsias raides, skaičius bei specialius simbolius.
- Saugus nutolęs serveris. Sukurta sistema bus patalpinta nutolusiame serveryje. Nuspręsta pasirinkti nutolusio serverio paslaugų tiekėjo UAB „Hostinger“ *Business* planą. Nutolusio serverio paslaugų tiekėjas pasirūpins sustiprinta apsauga nuo *DDoS* atakų, ugniasiene ir antivirusine programa, ieškančia užkrėstų failų bei leis sukurti atsargines duomenų kopijas.
- *SSL sertifikatas.* Smulkiai įmonei, prekiaujančiai internetu, tinkamas standartinis vieno domeno *SSL* sertifikatas. Tokio tipo sertifikatas apima tik vieną interneto svetainę (domeną), bet tai yra pakankamai, nes turime tik vieną pagrindinį prekybos tinklą. Nutolusio serverio paslaugų tiekėjas *Hostinger* siūlo neribotus *Let's encrypt SSL* sertifikatus. Nemokami sertifikatai turi ribotą galiojimo laiką, dažniausiai nuo 3 iki 6 mėnesių. Tai reiškia, kad reikės reguliariai atnaujinti sertifikatą.

Programavimo kalbų teorinė analizė ir pasirinkimas

Elektroninės parduotuvės kūrimui pasirinkti tinkamą programavimo kalbą yra svarbus sprendimas, nes tai įtakos parduotuvės funkcionalumą, plėtros laiką, ir palaikymą. Norint pasirinkti tinkamiausią programavimo kalbą reikia atlikti jų palyginamąją analizę. Palyginimui pasirinktos

penkios populiariausios, elektroninės komercijos svetainių kūrimui naudojamos, programavimo kalbos: *Java*, *JavaScript*, *C Sharp*, *Python* ir *PHP* [8].

Java – tai plačiai naudojama objektinė programavimo kalba, išsiskirianti savo platformų nepriklausomybe ir saugumu, dažnai naudojama įmonių lygio taikomųjų programų ir mobiliųjų aplikacijų kūrimu.[17]

JavaScript yra universali ir dinamiška skriptų kalba, plačiai naudojama svetainių kūrimu, kad suteiktų interaktyvumą ir dinamiškumą vartotojo sąsajose. Ji taip pat plačiai naudojama serveriuose su Node.js aplinka, suteikdama galimybę naudoti tą pačią kalbą tiek kliento, tiek serverio pusėje.[18]

C# (C Sharp) – tai stipraus saugumo objektinė programavimo kalba, sukurta Microsoft, naudojama daugiausiai Windows platformose ir skirta .NET aplinkai. Ji pasižymi galingais klasių ir paveldėjimo modeliais, taip pat palaiko daugybę modernių programavimo principų ir funkcijų.[19]

Python yra aiškios sintaksės ir lengvai išmokstama programavimo kalba, pabrėžianti skaitomumą ir kodo supaprastinimą, plačiai naudojama moksle, duomenų analizėje, dirbtiniame intelekto ir svetainių kūrimu.[20]

PHP – tai atvirojo kodo serverio pusės skriptų kalba, kuri yra itin lanksti ir plačiai naudojama dinaminių svetainių ir internetinių aplikacijų kūrimu. *PHP* yra lengvai integruojama su duomenų bazių valdymo sistemomis, o jos kodas gali būti rašomas tiesiogiai *HTML* dokumentuose, leidžiant greitai ir efektyviai kurti vartotojo sąsajas. [21]

Programavimo kalbų palyginimas pateikiamas lentelėje.

2 lentelė. Programavimo kalbų palyginimas

Programavimo kalba	Java	JavaScript	C#	Python	PHP
Ypatybė					
Pagrindinis naudojimas	Verslo aplikacijos, Android programos	Priekinės dalies (front-end) plėtra, pilnas kūrimas su Node.js	Verslo programinė įranga, žaidimai	Tinklalapių kūrimas, dirbtinis intelektas, duomenų analizė	Tinklalapių kūrimas, serverio pusės skriptai
Našumas	Aukštas, su „Just-in-time“ kompiliavimu	Greitas kliento pusės operacijoms	Aukštas, ypač Windows platformose	Geras, bet lėtesnis nei kompiliuojamos kalbos	Geras, su patobulinimais naujesnėse versijose
Ekosistema	Didelė, su karkasais kaip Spring, Struts, Hibernate ir kt.	Plati, ypač priekinės dalies (front-end) srityje	Turtinga, su .NET bibliotekomis ir Unity žaidimams	Labai plati, su karkasais kaip Django, Flask ir kt.	Plati, su populiariomis turinio valdymo sistemomis kaip WordPress
Mokymosi sudėtingumas	Vidutinis, objektiškai orientuota	Lengva pradedantiesiems, ypač priekinėje dalyje (front-end)	Vidutinis, panašus į Java sudėtingumą	Lengva, dažnai rekomenduojama pradedantiesiems	Lengva, plačiai naudojama tinklalapių kūrimui
Programavimo kalba	Java	JavaScript	C#	Python	PHP
Ypatybė					
Bendruomenės parama	Didelė, su verslo orientacija	Itin didelė, įvairūs taikymai	Didelė, ypač tarp .NET kūrėjų	Labai didelė, aktyvi tinklo ir duomenų mokslo srityse	Didelė, su stipria atvirojo kodo bendruomene
Tinkamumas e-komercijai	Puikus didelėms, sudėtingoms svetainėms	Universalus, idealus interaktyviems UI	Geras, ypač Windows-centrinėse aplinkose	Puikus greitam prototipų kūrimui	Labai geras, ypač mažesnėms ir vidutinio dydžio svetainėms

Išvada. Atlikus programavimo kalbų analizę, buvo nuspręsta sistemos kūrimui naudoti *PHP* programavimo kalbą, dėl jos labai gero sąryšio su *HTML* kalba, atviro kodo, aiškios ir suprantamos sintaksės, lengvos integracijos su duomenų bazėmis, lankstumo ir didelės bendruomenės palaikymo.

Programavimo karkasų teorinė analizė ir pasirinkimas

Programavimo karkasai (angl. frameworks) yra standartiniai šablonai ir bibliotekos, kurie supaprastina ir standartizuoja programavimo procesą, ypač dideliuose ir sudėtinguose projektuose. Jie suteikia struktūrizuotą pagrindą, ant kurio galima statyti ir plėtoti programas, padėdami išvengti dažnai pasikartojančių užduočių kūrimo nuo nulio.

Naudojimas programavimo karkasais suteikia daug privalumų remiantis standartu ISO/IEC 9126-1 parinkti testavimo elementai :

Efektyvumas. Karkasai suteikia daug iš anksto sukurtų modulių ir funkcijų, todėl sumažėja būtinybė kurti pasikartojantį kodą, leidžiant greičiau kurti ir išleisti programas.

Standartizacija. Karkasai padeda sukurti tvarkingą ir gerai suprantamą kodą, kuris laikosi pramonės standartų, todėl jį lengviau skaityti ir palaikyti kitiems programuotojams.

Suderinamumas su kitomis technologijomis: Dauguma karkasų yra sukurti taip, kad būtų suderinami su kitomis populiariomis technologijomis ir įrankiais, leidžiančiais lengviau integruoti įvairias sistemas ir paslaugas.

Saugumas: Daugelis karkasų apima įmontuotas saugumo funkcijas, kurios padeda apsaugoti programą nuo bendrų grėsmių, pvz., *SQL* injekcijų ar *XSS* (Cross-site scripting) atakų.

Bibliotekų ir išteklių prieinamumas. Karkasai dažnai ateina su plačiu bibliotekų ir įrankių rinkiniu, kuris gali padėti sprendžiant įvairias programavimo problemas.

Bendruomenės palaikymas. Populiarūs karkasai turi didelę vartotojų ir kūrėjų bendruomenę, todėl yra daug dokumentacijos, vadovėlių ir forumų, kur galima gauti pagalbą.

Testavimo įrankiai. Karkasai dažnai suteikia patogius įrankius programų testavimui, kurie padeda užtikrinti kodo kokybę ir stabilumą.

Pratęšiamumas. Daugeliu atvejų karkasai yra moduliniai, todėl juos lengva praplėsti ar pritaikyti konkrečių projektų poreikiams.

Sistemą nuspręsta kurti *PHP* programavimo kalba, kuriai yra sukurta labai daug įvairaus tipo karkasų. Nuspręsta rinktis iš trijų 2023 metais populiariausių, e-komercijos aplikacijų kūrimui naudojamų *PHP* karkasų: *Laravel*, *Symfony* ir *CodeIgniter*. Šių karkasų pagrindinių savybių palyginimas pateikiamas lentelėje.

3 lentelė. Populiariausių PHP karkasų palyginimas [9]

Ypatybė \ Karkasas	Laravel	CodeIgniter	Symfony
Išleidimo metai	2011	2006	2005
Architektūra	MVC (Modelis-Vaizdas-Kontroleris)	MVC	Pilno paketo karkasas
Populiarumas	Labai populiarius	Populiarius	Populiarius
Mokymosi kreivė	Pradedantiesiems draugiškas	Pradedantiesiems draugiškas	Sudėtingesnė mokymosi kreivė
Ypatybė \ Karkasas	Laravel	CodeIgniter	Symfony
Bendruomenės palaikymas	Aktyvi bendruomenė	Aktyvi bendruomenė	Didelė ir aktyvi bendruomenė
Dokumentacija	Gerai dokumentuotas	Gerai dokumentuotas	Išsami dokumentacija
Maršrutizavimas	Galinga maršrutizavimo sistema	Paprasta maršrutizavimo sistema	Lanksti maršrutizavimo sistema
Šablonai	<i>Blade</i> šablonų variklis	Individualus šablonų variklis	„Twig“ šablonų variklis
Duomenų bazės palaikymas	Palaiko daugumą duomenų bazių	Palaiko daugumą duomenų bazių	Palaiko daugumą duomenų bazių

Testavimas	Įmontuotas testavimo palaikymas	Ribotas įmontuotas testavimas	Įmontuotas testavimo palaikymas
Saugumas	Išsamos saugumo funkcijos	Pagrindinės saugumo funkcijos	Išsamos saugumo funkcijos
Plėtiniai	Didelė paketų ekosistema	Pakankamas bibliotekų ir įskiepių skaičius	Platus paketų ir rinkinių asortimentas
Našumas	Efektyvūs našumo optimizavimai	Lengvas ir našus karkasas	Geri našumo optimizavimai

Išvada. Atlikus karkasų palyginimą, nuspręsta sistemai kurti naudoti *Laravel* karkasą. Pagrindinės sprendimą lėmusios „Laravel“ karkaso savybės:

- Geros integracijos su kitomis technologijomis, tokiomis kaip mokėjimo sistemomis, el. pašto paslaugomis;
- Išplėstinių saugumo funkcijų, tokių kaip autentifikavimo mechanizmai, *SQL* injekcijos prevencija ir *XSS* atakų prevencija;
- *MVC* architektūros, kuri leidžia tvarkingai atskirti duomenų, vartotojo sąsajos ir valdymo logiką, palengvinant parduotuvės priežiūrą ir plėtrą.
- *Blade* šablonų variklio, kuris yra galingas ir lankstus, leidžiantis lengvai kurti ir valdyti vartotojo sąsajas.
- Didelės ir aktyvios bendruomenės. Nesunku rasti daug informacijos, įskaitant vadovėlius, forumus ir pavyzdžius, kurie gali padėti spręsti problemas ir mokytis naujų dalykų.
- Didelio plėtinių ir paketų pasirinkimo, kurie palengvina įvairių funkcijų įgyvendinimą, tokių kaip mokėjimo vartų integracija, SEO optimizavimas ir pan.
- Įmontuoto testavimo palaikymo, kuris palengvina kokybės užtikrinimą ir padeda išvengti klaidų plėtojant ir išleidžiant produktą.
- *Artisan Command-Line Interface* įrankio, kuris automatizuoja pasikartojančias užduotis ir palengvina kūrimo procesą.

Duomenų bazės valdymo sistemos teorinė analizė ir pasirinkimas

Kurdami elektroninę parduotuvę neapsieisime be duomenų bazės, kurioje bus saugomi visi duomenys apie pirkėjus, prekes, pardavimus ir kt. 2023 metų Rugsėjo mėnesio duomenimis [10], trys pačios populiariausios duomenų bazių valdymo sistemos:

Oracle. *Oracle* yra viena iš pirmaujančių duomenų bazės valdymo sistemų, plačiai naudojama įmonių lygio projektuose ir dideliuose duomenų centruose. Ji pasižymi aukštu našumu, skalavimų galimybėmis, patikimumu ir saugumu tiek vietinėje aplinkoje, tiek debesyje. *Oracle* dažnai renkama dėl jos pažangių funkcijų, pvz., automatizuoto duomenų valdymo, aukšto lygio duomenų analizės ir kompleksinių transakcijų tvarkymo.[15] *Oracle* taip pat teikia palaikymą įvairioms programavimo kalboms ir duomenų tipams.

MySQL. Tai atvirojo kodo reliacinė duomenų bazės valdymo sistema, kuri yra žinoma dėl savo patikimumo, paprastumo ir greitos veikos. *MySQL* yra populiarus pasirinkimas tiek mažoms, tiek didelėms įmonėms, taip pat tinklalapių kūrimui naudojant turinio valdymo sistemas. Ji palaiko daugelį programavimo kalbų, įskaitant *PHP*, ir yra pritaikyta įvairioms platformoms. *MySQL* yra ypač vertinamas dėl savo lankstumo ir lengvos integracijos su kitomis technologijomis.[16]

Microsoft SQL Server. Tai komercinė reliacinė duomenų bazės valdymo sistema, kurią sukūrė *Microsoft*. Ji yra skirta aukšto našumo įmonės lygio taikomųjų programų, analitikos ir duomenų sandėlio sprendimams. *Microsoft SQL Server* palaiko sudėtingas duomenų apdorojimo ir analizės operacijas, taip pat siūlo išsamią saugumo ir duomenų apsaugos funkciją. *SQL Server* yra puikus pasirinkimas organizacijoms, kurios reikalauja didelio efektyvumo, patikimumo ir integruotų verslo intelekto sprendimų.

Pagrindinės šių duomenų bazių valdymo sistemų savybės aprašomos lentelėje.

4 lentelė. Duomenų bazių valdymo sistemų palyginimas

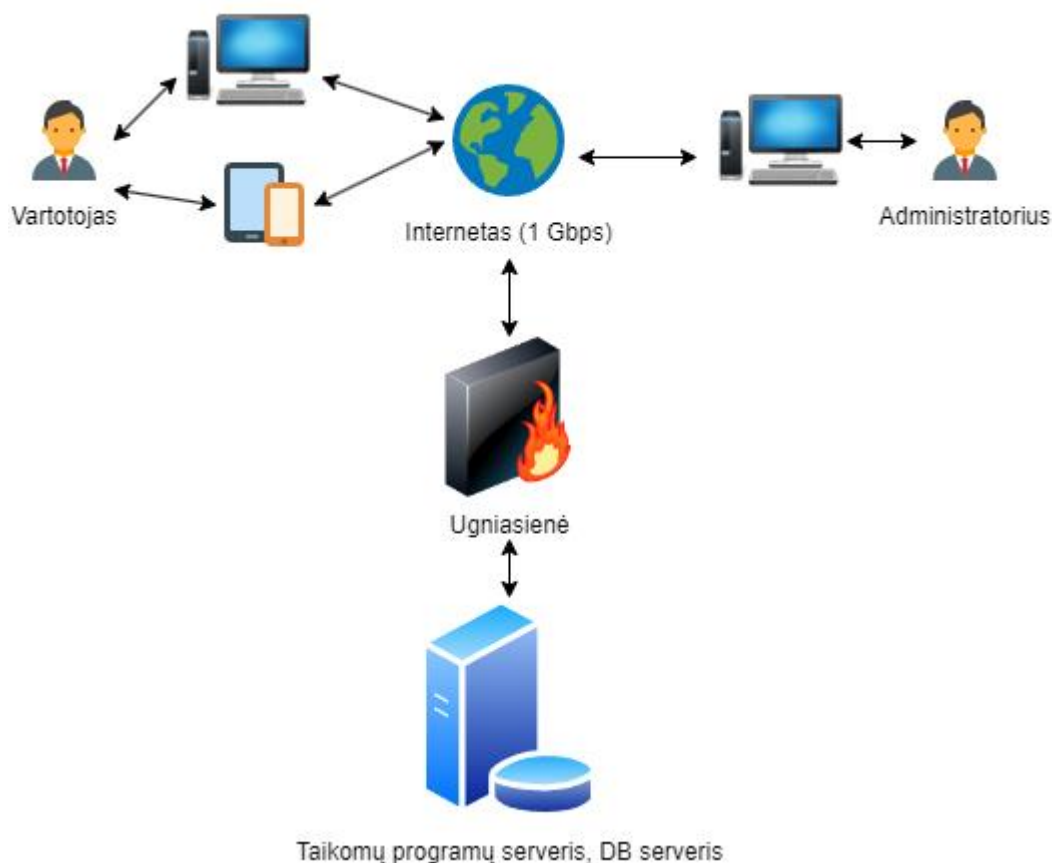
Duomenų bazė Savybė	Oracle Database	MySQL	Microsoft SQL Server
Tipas	Komercinis (su nemokama versija)	Atvirojo kodo, su komercine palaikymo galimybe iš "Oracle"	Komercinis
Pagrindinis Naudojimas	Įmonės, didelio masto taikomosios programos	Tinklalapių programos, vidutinio dydžio įmonių programos	Įmonės, verslo intelektas, analitinės programos
Replikavimas	Pažangios replikavimo galimybės	Standartinės replikavimo funkcijos	Pažangios replikavimo ir veidrodžiavimo (mirroring) galimybės
Skirstymas	Pažangios skirstymo galimybės	Palaiko skirstymą, mažiau pažangus nei "Oracle"	Pažangios skirstymo parinktys
Našumas	Aukštas našumas, ypač sudėtingose ir didelio masto operacijose	Geras našumas, plačiai naudojamas tinklalapių programose	Aukštas našumas, orientuotas į transakcijų apdorojimą
Saugumas	Pažangios saugumo funkcijos	Bazinės saugumo funkcijos su galimybėmis jas sustiprinti	Stiprios saugumo funkcijos
Debesijos Integracija	Stipri integracija su "Oracle Cloud"	Įvairios debesijos integracijos galimybės su įvairiais tiekėjais	Gilus integravimas su "Microsoft Azure"
Palaikymas ir Bendruomenė	Platus "Oracle" palaikymas, didelė bendruomenė	Didelė atvirojo kodo bendruomenė	Stiprus "Microsoft" palaikymas, didelė bendruomenė
Licencijavimas	Komercinis licencijavimas, "Oracle Database XE" yra nemokama	Nemokama, galimos komercinės licencijos	Komercinis licencijavimas
Platformų Suderinamumas	Suderinama su daugeliu platformų	Suderinama su daugeliu platformų	Daugiausia „Windows“, su „Linux“ ir „Docker“ palaikymu

Išvada. Nuspręsta kuriamai sistemai naudoti *MySQL* duomenų bazę, kuri dėl atviro kodo, suderinamumo su daugeliu platformų, gero našumo, didelio bendruomenės palaikymo ir galimybėmis sustiprinti saugumo funkcijas, puikiai tiks nedidelės apimties elektroninės parduotuvės sistemai.

Sistemos komponentų išdėstymas

Elektroninės parduotuvės veikimas reikalauja serverio, kuris yra nuolat prijungtas prie interneto ir gali visą parą priimti užklausas iš vartotojų. Norint tai pasiekti, nutarta pasirinkti hostingo paslaugų teikėją *hostinger.lt*, kuris suteiks serverio erdvę ir teiks reikalingus resursus, kad galėtume talpinti savo elektroninę parduotuvę internete.

Naudodamas elektroninę sistemą, vartotojas per savo internetinę naršyklę siunčia užklausas per tinklą, kuris perduoda jas į sistemą, esančią serveryje. Po to, serveris apdoroja užklausa ir per tą patį tinklą siunčia atsakymą vartotojui. Visi sistemos komponentai bus patalpinti serveryje, kuris apsaugotas ugniasiene. Ugniasienė padeda užtikrinti sistemos saugumą, apsaugant ją nuo netikėtų prieigos bandymų ar kitų saugumo pažeidimų. Sistemos komponentų išsidėstymas pavaizduojamas schemoje.



1 pav. Sistemos komponentų išsidėstymo schema.

Duomenų bazės ir taikomųjų programų tarnybinė stotis

Duomenų bazės ir taikomųjų programų tarnybinė stotis (serveris) yra kompiuterinė sistema, skirta tvarkyti duomenų bazines ir vykdyti taikomas programas. Duomenų bazės serveris yra atsakingas už duomenų saugojimą, tvarkymą ir prieigą prie jų, naudojant duomenų bazės valdymo sistemą (DBMS), šiuo atveju *MySQL*. Taikomųjų programų serveris vykdo programinę įrangą, kuri tvarko vartotojo sąsajas ir logiką, pvz., interneto serverius, kurie vykdo *PHP* skriptus. Tam kad būtų galima efektyviai valdyti ir palaikyti sistemos veikimą, reikia, kad tarnybinė stotis atitiktų rekomenduojamus techninės ir programinės įrangos (žr. 5 lentelė) reikalavimus *MySQL* duomenų bazei, *PHP* programavimo kalbai ir *Laravel* karkasui palaikyti.

Rekomenduojami tarnybinės stoties techninės įrangos reikalavimai *MySQL* duomenų bazei ir *Laravel* karkasui palaikyti [11]:

- 8 GB operatyviosios atminties (RAM);
- 4 branduolių procesorius (CPU);
- 100 GB ar daugiau laisvos atminties kietajame diske (HDD arba SSD), priklausomai nuo saugomų duomenų kiekio.

Programinės įrangos reikalavimai pateikiami lentelėje

5 lentelė. Tarnybinės stoties programinės įrangos reikalavimai

Programinės įrangos tipas	Programinė įranga
Operacinė sistema	Linux: CentOS 7, Red Hat Enterprise Linux 7, Oracle Linux 7, Ubuntu 18.04 LTS, arba Debian 9. Windows 7 arba naujesnė versija; Windows server 2019 arba 2022; macOS 10.14 arba naujesnė versija;

Web serveris	Apache, NGINX, Microsoft IIS
Programinės įrangos tipas	Programinė įranga
MySQL kliento programinė įranga	phpMyAdmin arba MySQL Workbench
Programavimo kalba	PHP 7.4 arba naujausė versija
PHP plėtiniai	BCMath, Ctype, Fileinfo, JSON, PDO, OpenSSL, Tokenizer, XML, Mbstring, GD library, Imagick library, Opcache, Internationalization extension

Reikalinga serverio techninė įranga pasirūpins nutolusio serverio paslaugų tiekėjas. Nuspręsta nutolusio serverio paslaugas pirkti iš bendrovės UAB „Hostinger“. Nutarta pasirinkti įmonės siūlomą *Business* planą, kuris teikia tokius privalumus:

- 200 GB NVMe disko talpa;
- Kasdienės duomenų kopijos (kasdienės duomenų kopijos saugomos septynias dienas, savaitinės saugomos septynias savaites);
- Nemokamas domenas vieneriems metams;
- Nemokamas *CDN* (turinio transliavimo tinklas);
- *Google Analytics* integracija;
- Sustiprinta apsauga nuo *DDoS* ataku;
- Ugniasienė.
- Specialistų pagalba visą parą.

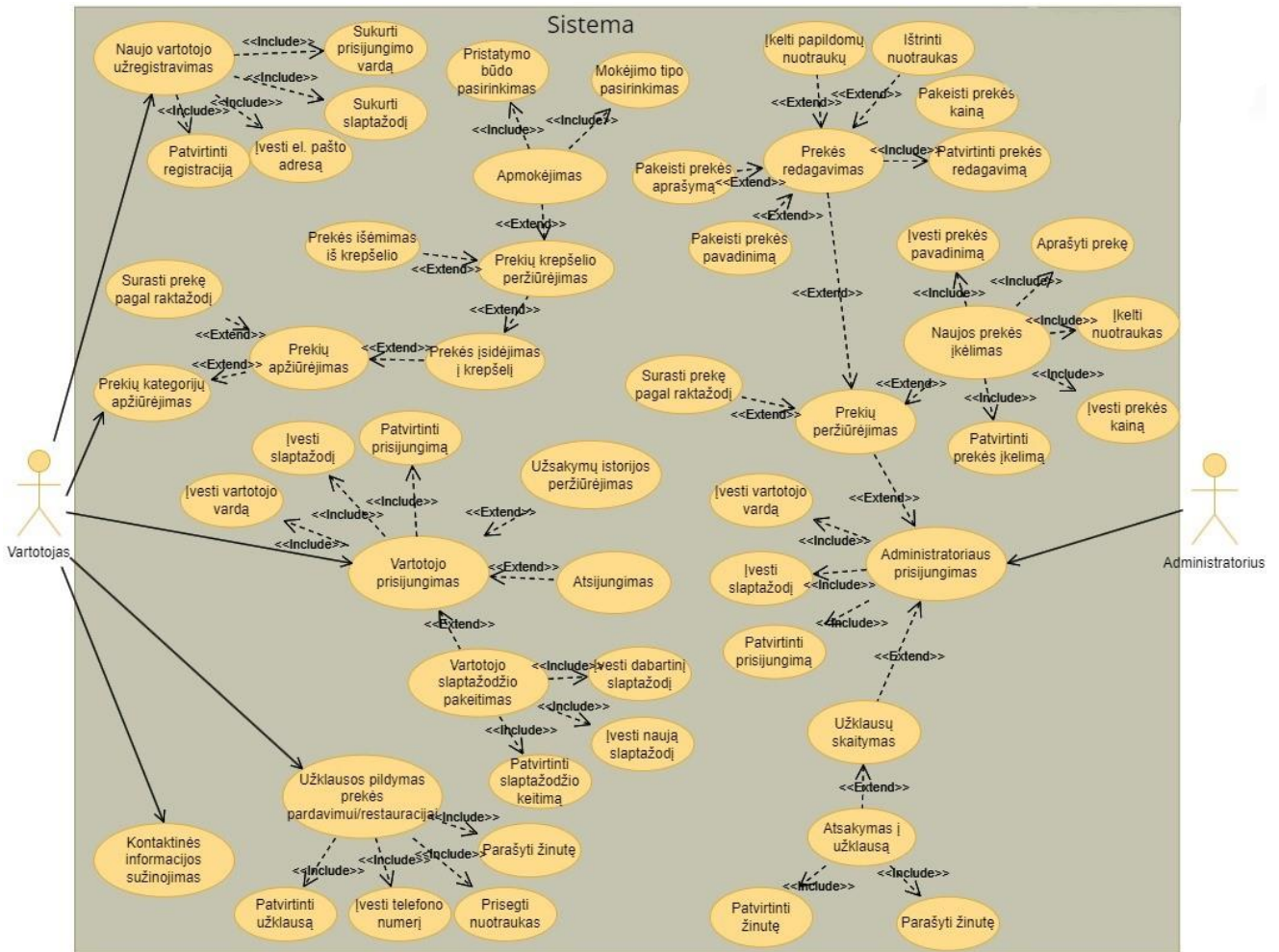
Sistemos panaudos atvejų diagrama

Panaudos atvejo diagrama (angl. Use Case Diagram) yra *UML* (Unified Modeling Language) diagramos tipas, naudojamas vaizduoti sistemos funkcionalumą ir jos sąveiką su išoriniais agentais, kurie gali būti vartotojai ar kitos sistemos. Panaudos atvejų diagrama rodo išsamią informaciją apie sukurtos sistemos veiksmus.[22]

Šioje diagramoje, sistema – tai sėdaikčių parduotuvės *Senas-Geras* svetainė ir elektroninė parduotuvė. Visi panaudos atvejai detalizuojami.

Diagramoje vaizduojami du aktoriai:

- Vartotojas – tai bet koks interneto naudotojas. Naršyklės pagalba užėjęs į svetainę www.senas-geras.lt, jis patenka į sistemą.
- Administratorius – tai autorizuotas asmuo, atsakingas už elektroninės parduotuvės valdymą ir priežiūrą. Prisijungdamas prie administratoriaus paskyros, jis įgauna teisę atlikti įvairias administravimo funkcijas.

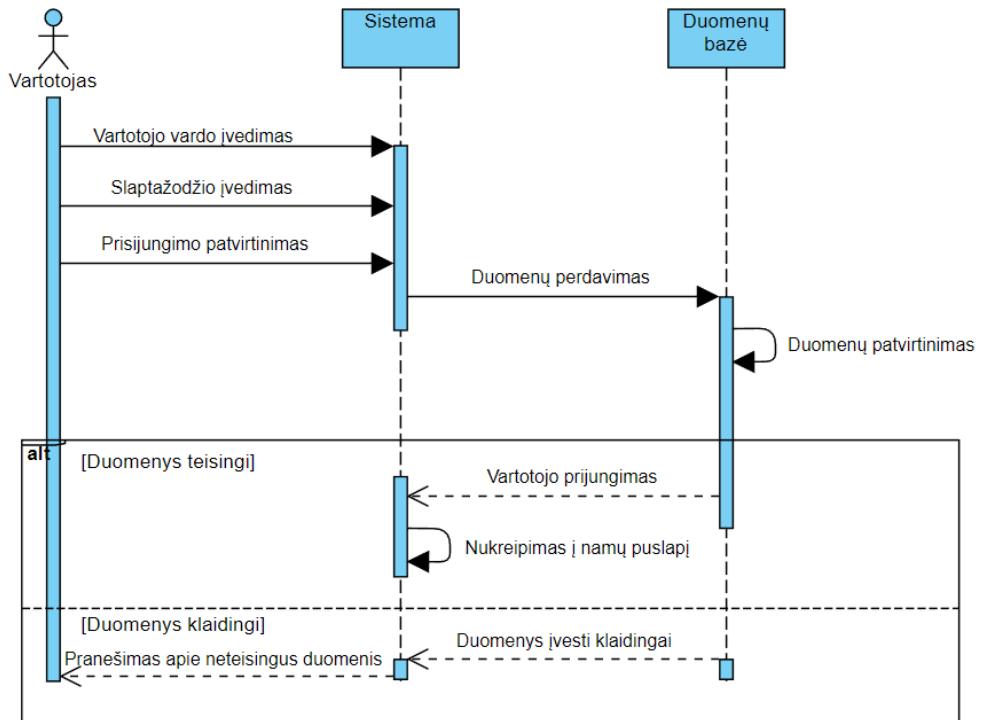


2 pav. Panaudos atvejų diagrama

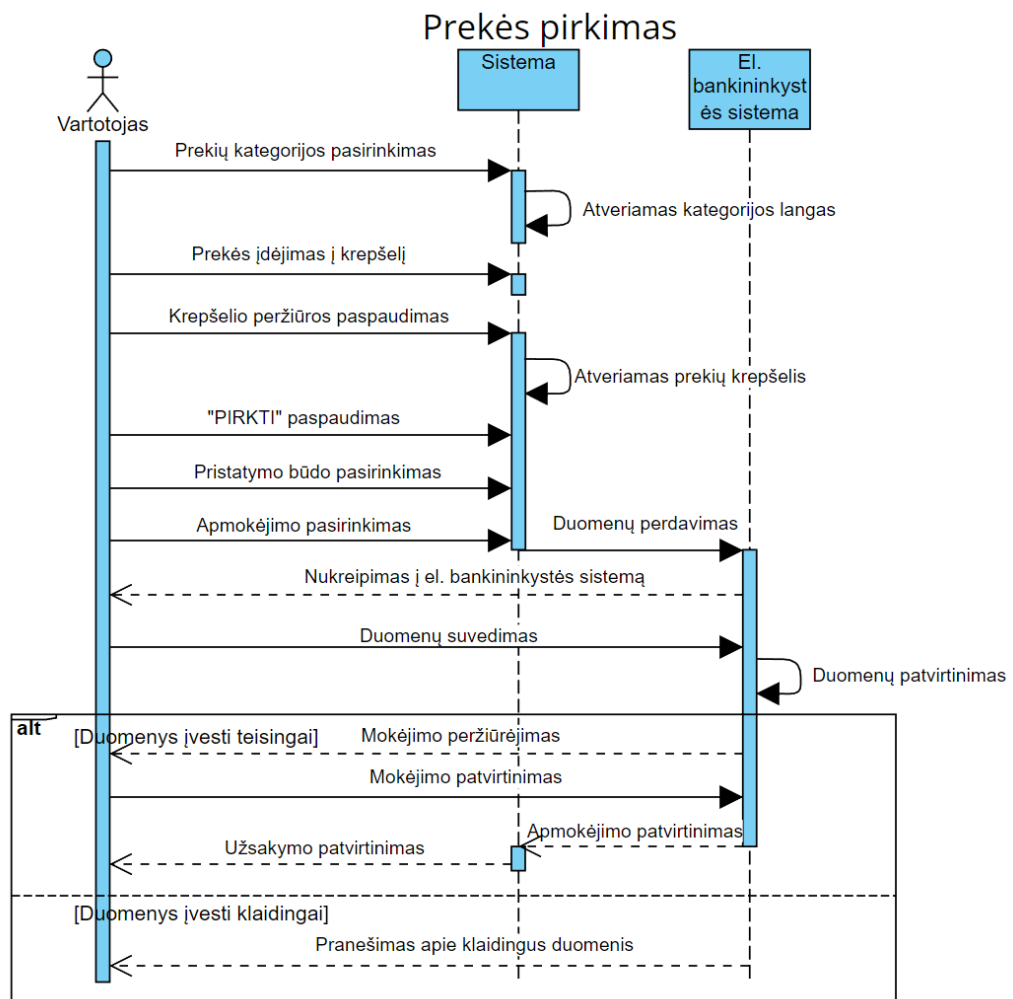
Sekų diagramos

Sekų diagramos (angl. Sequence Diagrams) yra *UML* modeliavimo kalbos diagramos, kurios naudojamos vaizduoti objektų sąveiką sistemoje laiko eigoje. Jos ypač naudingos norint parodyti, kaip skirtingi sistemos komponentai (pvz., klasės ar objektai) bendrauja tarpusavyje vykdant konkrečią funkciją ar proceso dalį. Pateikiame dvi vartotojo sekų diagramas: *vartotojo prisijungimas* ir *prekės pirkimas*.

Vartotojo prisijungimas



3 pav. Vartotojo prisijungimo sekų diagrama

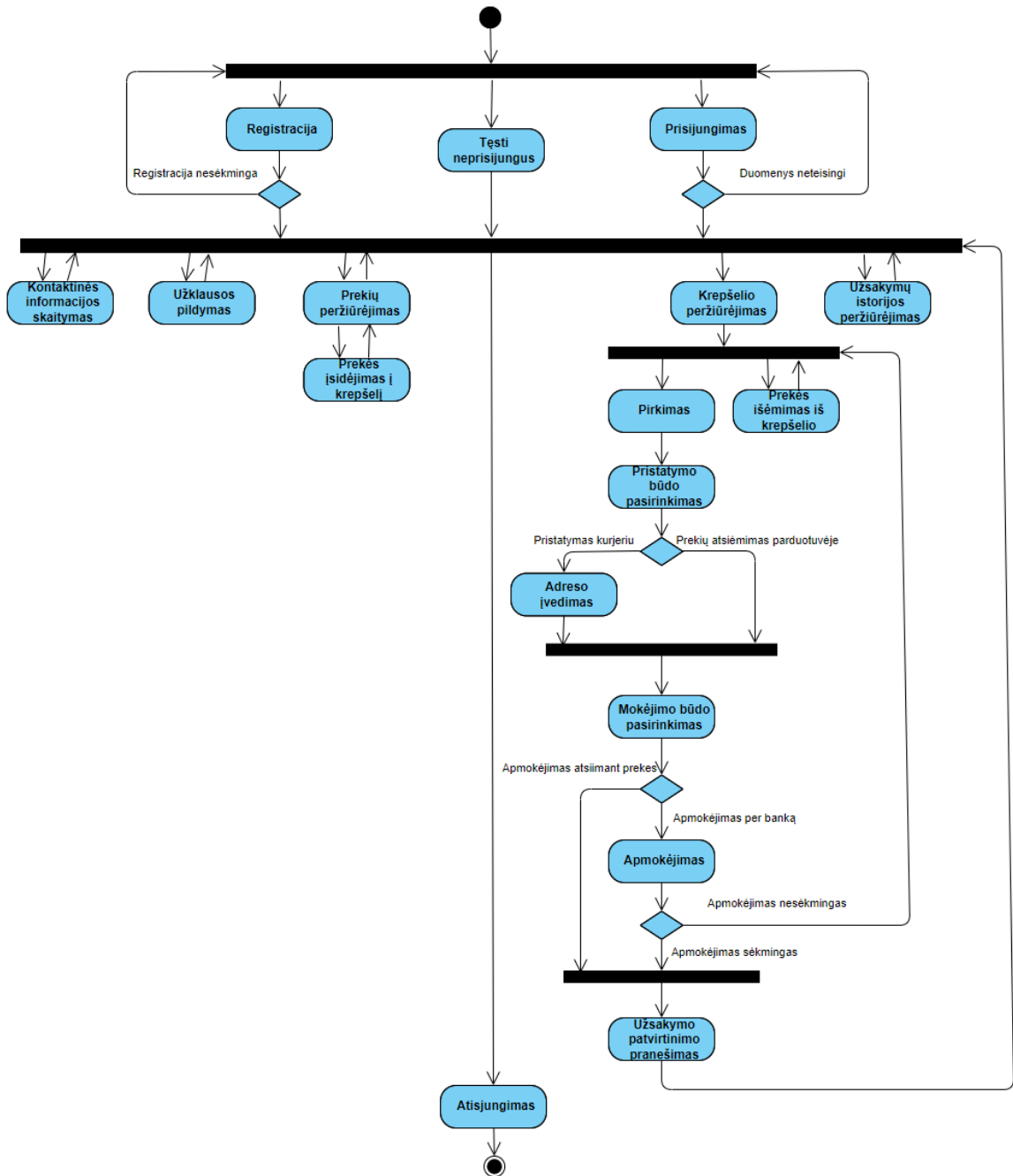


4 pav. Prekės pirkimo sekų diagrama

Veiklos diagramos

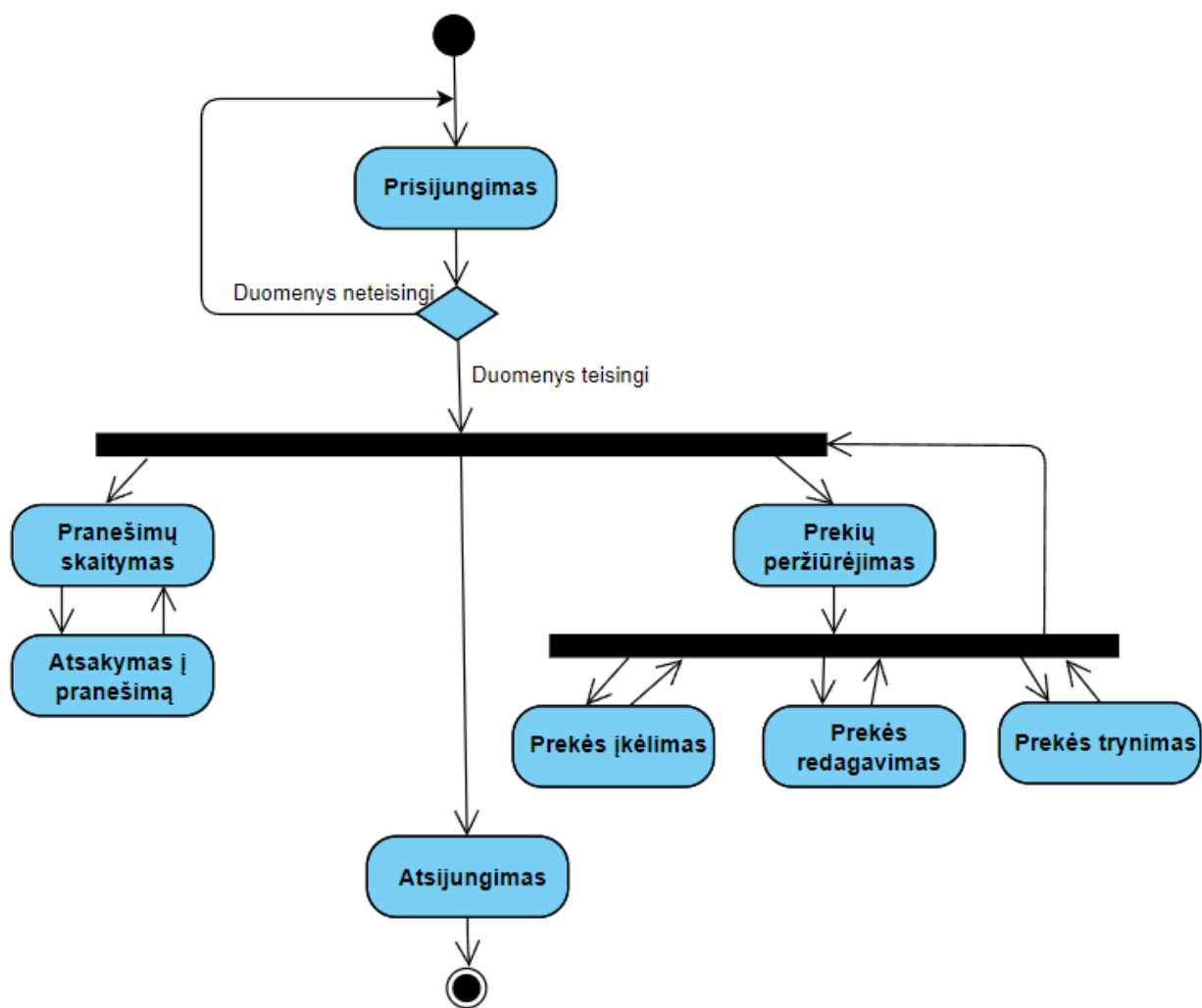
Veiklos diagrama (angl. Activity diagram) yra *UML* kalbos dalis, skirta vizualizuoti verslo proceso, programinės įrangos sistemos arba kitos veiklos eigos struktūrą. Tai yra grafinė modeliavimo priemonė, kuri padeda vizualiai pavaizduoti veiksmus, procesus, sąveiką ir perėjimus tarp jų.[23] Visos, diagramose vaizduojamos, vartotojo ir administratoriaus veiklos detalizuojamos

Pirmoje diagramoje atvaizduojamos galimos vartotojo veiklos sistemoje. Vartotojas gali užsiregistruoti sistemoje, prisijunkti prie savo paskyros arba tęsti veiklą neprisijungęs. Tolimesni veiksmai: kontaktinės informacijos skaitymas, užklausa pildymas, prekių peržiūrėjimas, pirkimas, užsakymų istorijos peržiūrėjimas.



5 pav. Vartotojo veiklų diagrama

Antroje diagramoje atvaizduojamos galimos administratoriaus veiklos sistemoje. Administratorius būtinai turi prisijungti prie sistemos, kad galėtų naudotis sistemos administravimo funkcijomis, tokiomis kaip pranešimų skaitymas, atsakymas į pranešimus, prekių įkėlimas, redagavimas ir trynimasis.



6 pav. Administratoriaus veiklų diagrama

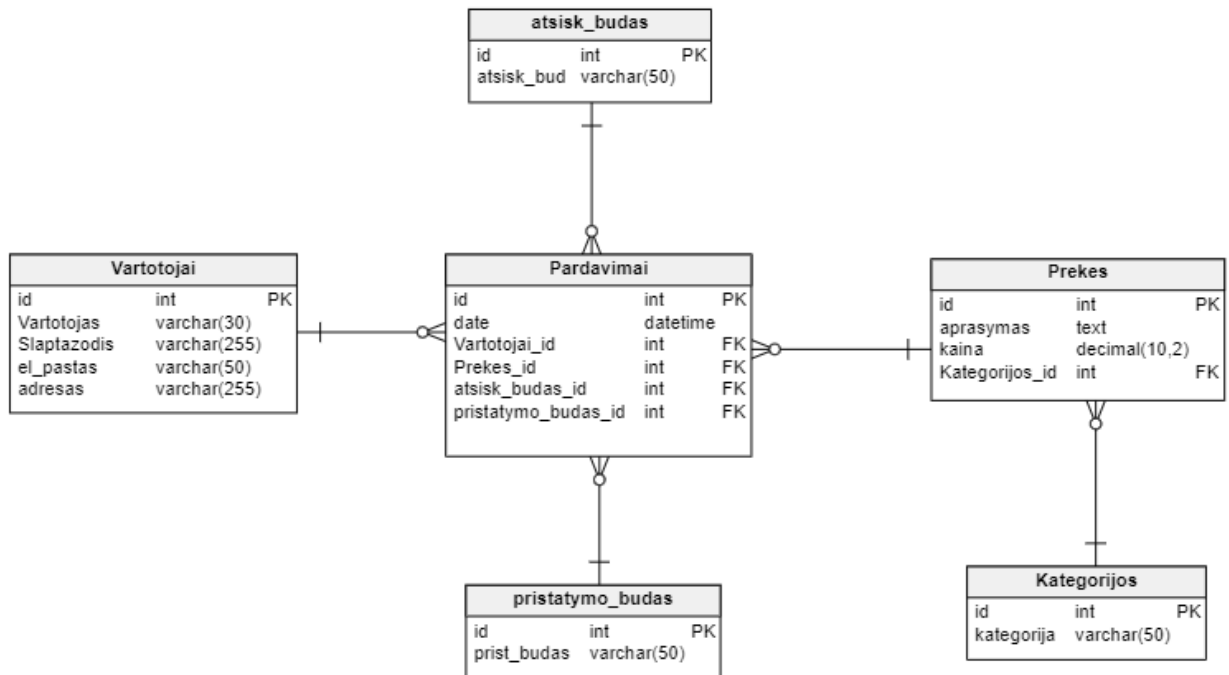
2.5 Duomenų bazės struktūra

Duomenų bazė – tai struktūrizuotas duomenų rinkinys, saugomas ir prieinamas elektroniniu būdu. Ji leidžia vartotojams efektyviai saugoti, tvarkyti, ieškoti ir atkurti informaciją. Norint sukurti veikiančią elektroninės parduotuvės sistemą būtina sukurti duomenų bazę. Kuriamai sistemai nuspręsta naudoti *MySQL* duomenų bazės valdymo sistemą.

Reliacinėje schemoje matyti, kad duomenų bazę sudaro 6 lentelės:

- **Vartotojai.** Šioje lentelėje saugoma vartotojų informacija: vartotojo vardas, užkoduotas slaptažodis, el. paštas, pristatymo adresas. Šioje lentelėje taip pat saugomi ir sistemos administratorių prisijungimo duomenys.
- **Pardavimai.** Lentelėje saugoma įvykdytų pardavimų data, o visa kita informacija, svetimo rakto principu paaimama iš kitų lentelių pagal duomenų bazės ryšius.
- **Atsisk_budas.** Lentelėje saugoma informacija apie įvykdytų pardavimų apmokėjimo būdą: grynaisiais pinigais, kortele, elektronine bankininkyste arba pavedimu.
- **Pristatymo_budas.** Lentelėje saugoma informacija apie kliento pasirinktą prekių pristatymo būdą: pristatymas į namus kurjeriu, pristatymas į paštomatą (jei prekės dydis tai leidžia) arba atsiejimas parduotuvėje.
- **Prekes.** Šioje lentelėje saugoma prekių informacija: pavadinimas, aprašymas, kaina, kategorija.

- **Kategorijos.** Lentelėje informacija apie tai, kokiai kategorijai priklauso prekė.



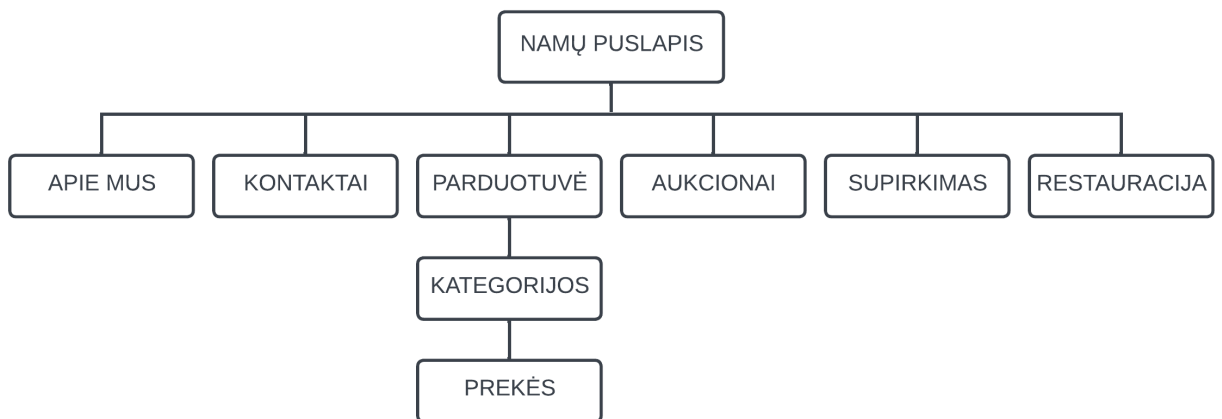
7 pav. Elektroninės parduotuvės reliacinė duomenų bazės schema

Svetainės modelis

Kuriama sistema – svetainė su integruota elektronine parduotuve ir pranešimų sistema. Vartotojai ir administratorius prie sistemos jungsis adresu www.senas-geras.lt. Svetainę sudarys tokie puslapiai:

- **Namų puslapis** – pagrindinis puslapis su nuorodomis į kitus puslapius, socialinę mediją ir kt.
- **Apie mus** – puslapis, kuriame aprašoma įmonės veikla ir istorija.
- **Kontaktai** – puslapis su kontaktine informacija: darbo laikas, adresas, telefonas, el. paštas, *Google-Maps* įskiepis.
- **Parduotuvė** – elektroninės parduotuvės puslapis su į kategorijas išskirstytu, prekių katalogu ir išsamia paieškos funkcija.
- **Aukcionai** – puslapis kuriame rodomos šiuo metu aukciono būdu parduodamos prekės ir pasibaigusių aukcionų istorija.
- **Supirkimas** – puslapis, kuriame vartotojas užpildo užklauso formą, dėl savo prekės pardavimo.
- **Restauracija** – puslapis, kuriame vartotojas užpildo užklauso formą, dėl norimų užsakyti restauracijos paslaugų.

Interneto svetainės puslapių išdėstymas pavaizduojamas hierarchinėje struktūroje.



8 pav. Interneto svetainės hierarchinė struktūra

Pagal užsakovo pageidavimus parengtas namų puslapio dizaino prototipas. Puslapį sudaro pagrindinė dalis su fono paveikslu, nuorodomis į socialinę mediją, kvietimas užpildyti užklausą, besikeičianti aktyvių aukcionų reklama, naujausios parduotuvės prekės, navigacija ir poraštė. Svetainės navigaciją sudaro paieškos funkcija, nuorodos į puslapius, vartotojo autentifikavimą, norų sąrašą, prekių krepšelį. Poraštė sudaro nuorodos į kontaktų ir parduotuvės puslapius, privatumo politiką ir pirkimo, grąžinimo taisykles. Navigacija ir poraštė išlieka pasiekiamos kiekviename svetainės puslapyje. Paspaudus ant logotipo sugrižtama į namų puslapį.



9 pav. Pagrindinio svetainės puslapio prototipas

Išvados

Interviu metodu išsiaiškinti užsakovo reikalavimai kuriamai sistemai. Užsakovas pageidauja svetainės su elektronine parduotuve, kurioje klientai galėtų: įsigyti prekes paprastu arba aukciono būdu, pateikti pasiūlymą parduoti savo prekę arba užsisakyti restauravimo paslaugą. Taip pat reikalinga registracijos ir prisijungimo sistema su galimybe vartotojui papildyti savo piniginę, norint dalyvauti aukcionuose.

Atlikus trijų panašią veiklą vykdančių sistemų analizę, nuspręsta kurti sistemą, kuri turės: vientisą, aiškų ir neperkrautą dizainą, gerą skaitomumą, informatyvius prekių aprašymus, išsamią paieškos funkciją, galimybę pasirinkti įvairius prekių apmokėjimo ir pristatymo būdus, SSL sertifikatą ir dviejų faktorių autorizavimą. Atlikus programinių priemonių analizę, nuspręsta sistemą kurti naudojant *PHP* programavimo kalbą su *Laravel* karkaso pagalba. Duomenų bazei valdyti bus naudojama *MySQL* duomenų bazės valdymo sistema. Pagal pasirinktas programines priemones, nustatyti techniniai ir programiniai reikalavimai kuriamai sistemai. Reikalinga serverio techninė įranga pasirūpins nutolusio serverio paslaugų tiekėjas *Hostinger*. Užsakovo įmonė turės įsigyti darbo kompiuterį administratoriaus darbo vietai.

Projektuojant sistemą nubraižytos ir detalios aprašytos panaudos atveju, sekų ir veiklos diagramos. Nustatytos pagrindinės vartotojo funkcijos: vartotojo registracija/prisijungimas, prekių paieška, pirkimas, užklausų parduoti savo prekę ar užsisakyti restauravimo paslaugą pateikimas. Pagrindinės administratoriaus funkcijos: prisijungimas, prekių įkėlimas/ redagavimas/trynimasis, atsakymų į vartotojų užklausas pateikimas.

Suprojektuota svetainės hierarchinė struktūra. Iš namų puslapio pasiekiami puslapiai: *Apie mus*, *Kontaktai*, *Parduotuvė*, *Aukcionai*, *Supirkimas* ir *Restauracija*. Parengtas svetainės pagrindinio puslapio prototipas.

Informacijos šaltiniai

1. MIKELEVIČ , Elvyra ir ČINČIKAITĖ , Renata. Elektroninės prekybos plėtros vertinimas skaitmeninės ekonomikos kontekste. *24-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminė konferencija*, Ekonomika ir vadyba (2021). eISBN: 978-609-476-279-6, eISSN: 2029-7149. <https://etalpykla.lituanistika.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2021~1658418878853/J.04~2021~1658418878853.pdf>
2. XU, Lijuan. *E-Commerce Online Shopping Platform Recommendation Model Based on Integrated Personalized Recommendation* (2022). <https://www.hindawi.com/journals/sp/2022/4823828>
3. *E-commerce worldwide - statistics & facts*. Statista.com (2023). <https://www.statista.com/topics/871/online-shopping/#topicOverview>
4. DAVIDAVIČIENĖ, Vida, RAUDELIONIENĖ, Jurgita, JONYTĖ-ZEMLICKIENĖ, Akvilė ir TVARONAVIČIENĖ, Manuela. Factors affecting customer buying behavior in online shopping. *Marketing and Management of Innovations* 4. (2021): 14-17. eISSN: 2227-6718, DOI: 10.21272/mmi.2021.4-01.
5. YILMAZ, Zafer. Determining criteria weights at online shopping website selection from the perspective of young people. *International Journal of Management Economics and Business*. Art. No. 2. (2021): 445-452. eISSN: 2147-9194, DOI: 10.17130/ijmeh.795017.
6. SIO SIN LO, Amy, UN IN WONG, Cora ir REN, Lianping. Impeding Factors of Online Shopping and Their Associated Products. *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*. (2023): 1-3. DOI: 10.1080/1528008X.2023.2231639.
7. SHAW, Norman, ESCHENBRENNER, Brenda ir BAIER, Daniel. Online shopping continuance after COVID-19: A comparison of Canada, Germany and the United States.

- Journal of Retailing and Consumer Services*. (2022): 69. DOI: 10.1016/j.jretconser.2022.103100.
8. *Best Programming Language for an E-Commerce Site*. Capturly.com. <https://capturly.com/blog/best-programming-language-for-an-e-commerce-site>
 9. *10 Best PHP Frameworks for Web Development in 2023*. cloudways.com (2023). <https://www.cloudways.com/blog/best-php-frameworks/>
 10. *Ranking of the most popular database management systems worldwide, as of September 2023*. statista.com (2023). <https://www.statista.com/statistics/809750/worldwide-popularity-ranking-database-management-systems>
 11. *Laravel Server Requirements*. Github.com. <https://gist.github.com/rohankhudedev/dc5f76856319c442a177b54540c750d3>
 12. *Kompiuteris "Verslui Optimalus"*. kilobaitas.lt (2023). https://www.kilobaitas.lt/kompiuteriai_ir_komponentai/staliniai_kompiuteriai/kilobaitas_staliniai_kompiuteriai/kompiuteris_verslui_optimalus_intel_core_i3-10100_360_ghz_-_430_ghz_comet_lake_h410m_8gb_ddr/product.aspx?itemid=551784#yt_tab_products2
 13. LAOYAN, Sarah. *What is Agile methodology? (A beginner's guide)*. Asana.com (2022). <https://asana.com/resources/agile-methodology>
 14. *Agile manifestas*. Agile.lt. <https://agile.lt/agile-programines-irangos-kurimo-manifestas>
 15. Kuhn, Darl, and Thomas Kyte. *Expert Oracle Database Architecture: Techniques and Solutions for High Performance and Productivity*. Apress, 2021.
 16. Solarz, Arkadiusz, and Tomasz Szymczyk. "Oracle 19c, SQL Server 2019, Postgresql 12 and MySQL 8 database systems comparison." *Journal of Computer Sciences Institute* 17 (2020): 373-378.
 17. Jiang, Yangyang. "Research on application value of computer software development in Java programming language." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1648. No. 3. IOP Publishing, 2020.
 18. Abdulkareem, Sabah A., and Ali J. Abboud. "Evaluating python, c++, javascript and java programming languages based on software complexity calculator (halstead metrics)." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 1076. No. 1. IOP Publishing, 2021.
 19. Krasnovidov, A. V., and A. D. Khomonenko. "Integration of MatLab and R with high-level languages using C# and Microsoft Visual Studio as an example." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 2131. No. 2. IOP Publishing, 2021.
 20. Peng, Yun, Yu Zhang, and Mingzhe Hu. "An empirical study for common language features used in python projects." *2021 IEEE International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)*. IEEE, 2021.
 21. Ghimire, Bikash. "Work Management Tool based on PHP and HTML." (2020).
 22. Ab Rahman, Suhaimi, Wahidah Binti Hashim, and Azlan Yusof. "Designing a use case diagram for developing an electricity consumption (EC) system." *2021 International Conference on Computer & Information Sciences (ICCOINS)*. IEEE, 2021.
 23. Elmansouri, Raida, Said Meghzili, and Allaoua Chaoui. "A UML 2.0 activity diagrams/csp integrated approach for modeling and verification of software systems." *Computer Science* 22.2 (2021).