

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS

Informacinių technologijų katedra

Tomas Klinauskas

## **Susijusių prekių atrankos algoritmų tyrimas**

Magistro darbas

Vadovė dr. S. Ramanauskaitė

Šiauliai, 2014

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS

Informacinių technologijų katedra

TVIRTINU

IT katedros vedėja dr. A. Slotkienė  
2014-05-26

## Susijusių prekių atrankos algoritmų tyrimas

Informatikos inžinerijos magistro darbas

### **Autorius**

ITM-11 gr. magistrantas  
2014 m. gegužės 23 d.

T. Klinauskas

### **Vadovė**

IT katedros docentė  
2014 m. gegužės 26 d.

dr. S. Ramanauskaitė

### **Recenzantai**

IT katedros docentė  
2014 m. gegužės \_\_ d.  
IT katedros docentas  
2014 m. gegužės \_\_ d.

dr. A. Slotkienė

dr. E. Paliulis

Šiauliai, 2014



TVIRTINU

Informacinių technologijų

katedros vedėjas

doc. M. Bernotas

2014 m. \_\_\_\_\_ mėn. \_\_\_\_\_ d.

## Magistro darbo užduotis

Studentui **TOMUI KLINAUSKUI**

Darbo tema: **SUSIJUSIŲ PREKIŲ ATRANKOS ALGORITMŲ TYRIMAS (RESEARCH OF SIMILAR GOODS SELECTION ALGORITHMS)**

Patvirtinta 2014 m. \_\_\_\_\_ mėn. \_\_\_\_\_ d. potvarkiu Nr. \_\_\_\_\_

1. Ištirti elektroninėse parduotuvėse dažniausiai naudojamus susijusių prekių atrankos algoritmus ir pasiūlyti savo algoritmą, kuris būtų orientuotas į kuo mažesnę papildomą sistemos apkrovą:
  - 1.1. Susipažinti su elektroninėse parduotuvėse naudojamais susijusių prekių atrankos algoritmais ir jų veikimo principais.
  - 1.2. Ištirti elektroninėse parduotuvėse dažniausiai naudojamų susijusių prekių atrankos algoritmų savybes:
    - 1.2.1. Realizuoti bent 5 susijusių prekių atrankos algoritmus pasirinktai elektroninei parduotuvei.
    - 1.2.2. Pasirinktiems algoritmams įvertinti papildomų duomenų ir administratoriaus darbo poreikius.
    - 1.2.3. Nustatyti pasirinktų algoritmų našumo savybes.
    - 1.2.4. Įvertinti pasirinktų algoritmų populiarumą vartotojo atžvilgiu.
  - 1.3. Remiantis tyrimo rezultatais pasiūlyti savo algoritmą susijusių prekių parinkimui.
  - 1.4. Ištirti naujai pasiūlyto algoritmo savybes ir jas palyginti su kitais tirtais algoritmais.
2. Aiškinamojo rašto turinys turi atitikti Informacinių technologijų katedros studentų magistro darbų metodinius nurodymus.
3. Magistro darbas pateikiamas su įrišta darbo užduotimi, įdėtu vadovo atsiliepimu ir kompaktine plokštele.
4. Kompaktinėje plokštelėje įrašyti visus su sukurtu algoritmu ir atliktais tyrimais susijusius failus ir magistro darbo aiškinamąjį raštą.
5. Gynimo metu pateikiama pristatymo pateiktis ir liudijimas, kad magistro darbas yra įkeltas į Lietuvos ETD informacinę sistemą.
6. Paskutinioji magistro darbo pristatymo diena – 2014 m. gegužės 23 d.

**Baigiamojo darbo vadovė**

**docentė dr. S. Ramanauskaitė**

2014 m. vasario 17 d.

**Studentas**

**T. Klinauskas**

2014 m. vasario 17 d.

## **SANTRAUKA**

### **Susijusių prekių atrankos algoritmų tyrimas**

Informacinės technologijos (IT) bei jų plėtra kasdieniniame gyvenime panaikino atstumo ir laiko barjerus, kurie stabdė tiek ekonomikos plėtrą, tiek ir socialinę integraciją. IT diegimo ir naudojimo dėka supaprastėjo daugelis operacijų ir pasiekiamas didesnis veiklos efektyvumas. Verslas įvertinto šių procesų įtaką, suprato IT svarbą ir savo veiklą pradėjo grįsti IT.

Šiame darbe pateikiamas susijusių prekių atrankos algoritmų tyrimas, jų realizacija elektroninėje parduotuvėje ir suprojektuotas modulis (algoritmas), kuris koncentruojasi į sistemos resursų minimalų naudojimą ir vartotojo poreikių tenkinimą.

Realizuotas susijusių prekių atrankos algoritmas nenusileidžia panašioms egzistuojantiems algoritmams, o gebėjimu išrinkti susijusias prekes pagal vartotojo poreikius ir lenkia.

Prasminiai žodžiai: susijusios prekės, panašios prekės, elektroninė parduotuvė.

## **SUMMARY**

### **Research of Similar Goods Selection Algorithms**

Information technology (IT) and its expansion in everyday life eliminated distance and time barriers that slowed both economic development and social integration. Many of the operations are simplified and greater operational efficiency is achieved by using IT solutions. Business estimated the impact of these processes and the importance of IT and started its activities based on IT.

This work provides the algorithms study of related items' selection, their realization in an online store and the designed module (algorithm), which focuses on the minimum use of system resources and satisfying user's needs.

The realized algorithm for the selection of the relative products outfaces similar existing algorithms and even overtakes them in the ability to pick up the goods in accordance to aggregated data about the user.

Key words: related items, similar items, electronic shop.

## TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNĖLIS

<b>Duomenų gavyba</b>	-informacijos slypinčios duomenyse atskleidimas ir panaudojimas
<b>Duomenų kubai</b>	-duomenų saugojimo struktūra, pritaikyta greitai duomenų analizei
<b>DVBS</b>	-kompiuterinė programa ar programų paketas, skirtas duomenų bazių valdymui
<b>IT</b>	-informacinės technologijos
<b>Kategorija</b>	-prekių grupė pagal tam tikrus požymius
<b>OLAP</b>	-greita daugiamačių duomenų analizė
<b>Prekių krepšelis</b>	-prekių rinkinys, formuojamas internetinio apsipirkimo metu
<b>RS</b>	-rekomendacinė sistema
<b>Susijusi prekė</b>	-prekė, kurią vartotojas potencialiai peržiūri sekančią

## PAVEIKSLĖLIŲ SĄRAŠAS

<i>1 pav. El. parduotuvės veikimo schema [15].</i>	11
<i>2 pav. Rekomendavimo proceso struktūra [17].</i>	12
<i>3 pav. Pirkėjų apsipirkinėjančių el. parduovėse nuostatos ir elgsena [7].</i>	13
<i>4 pav. Susijusių (rekomenduojamų) prekių sistemos pateikimo architektūra [17].</i>	14
<i>5 pav. Nemokamos ir atvirojo kodo RS programinės įrangos palyginimas [16].</i>	15
<i>6 pav. Populiariausios prekės.[12].</i>	17
<i>7 pav. Susijusios prekės pagal prekių grupę.[11].</i>	17
<i>8 pav. Susijusios prekės pagal tą patį prekinį ženklą (gamintoją)[10].</i>	17
<i>9 pav. Susijusių prekių „TOP“ pasiūlimas pagal prekės grupę.[12].</i>	18
<i>10 pav. Susijusios prekės pagal prekių reitingavimą.[11].</i>	19
<i>11 pav. Susijusios prekės pagal tai ka užsisakė kiti pirkėjai užsakyme. [10].</i>	19
<i>12 pav. Susijusios prekės pagal rekomendaciją.[9].</i>	20
<i>13 pav. Susijusios prekės pagal rekomendaciją.[9].</i>	20
<i>14 pav. Žiūrimos prekės, kuriomis domėjosi kiti lankytojai.[10].</i>	20
<i>15 pav. Tyrimo tikslas, užduotys ir juos įtakojantys faktoriai.</i>	22
<i>16 pav. PrestaShop 3 lygių architektūra.[18].</i>	24
<i>17 pav. Atsitiktinių prekių pateikimo algoritmo diagrama</i>	25
<i>18 pav. Atsitiktinių prekių pateikimo algoritmo duomenų bazės lentelės</i>	26
<i>19 pav. Tos pačios kategorijos prekių pateikimo algoritmo diagrama.</i>	26
<i>20 pav. Tos pačios kategorijos prekių pateikimo duomenų bazės lentelės</i>	27
<i>21 pav. Dukterinių kategorijų prekių pateikimo algoritmo diagrama</i>	27
<i>22 pav. Dukterinių kategorijų prekių pateikimo duomenų bazės lentelės</i>	28
<i>23 pav. Prekių, kurias kartu pirkė kiti vartotojai, pateikimo algoritmo diagrama.</i>	28
<i>24 pav. Prekių, kurias kartu pirkė kiti vartotojai, pateikimo duomenų bazės lentelės</i>	29
<i>25 pav. Administratoriaus nuomone susijusių prekių pateikimo algoritmo diagrama</i>	29
<i>26 pav. Administratoriaus nuomone susijusių prekių pateikimo algoritmo duomenų bazės lentelės</i>	30
<i>27 pav. Prekės su tokiomis pačiomis žymėmis pateikimo algoritmo diagrama</i>	30
<i>28 pav. Prekės su tokiomis pačiomis žymėmis pateikimo algoritmo duomenų bazės lentelės</i>	31
<i>29 pav. TOP prekių pateikimo algoritmo diagrama</i>	31
<i>30 pav. TOP prekių pateikimo algoritmo duomenų bazės lentelės</i>	32
<i>31 pav. Prekės, kurios neseniai žiūrėjo kito vartotojai pateikimo algoritmo diagrama</i>	32
<i>32 pav. Prekės, kurios neseniai žiūrėjo kito vartotojai pateikimo duomenų bazės lentelės</i>	33
<i>33 pav. Tyrimo vykdymo diagrama.</i>	33
<i>34 pav. Prekių įvedimas į sukurtas el. parduotuves.</i>	34
<i>35 pav. Prekių įvedimo į el. parduotuvės sistemą diagrama.</i>	35
<i>36 pav. Susijusių prekių priedų testavimas.</i>	35
<i>37 pav. Respondentams pateiktų užduočių vykdymo diagrama.</i>	36
<i>38 pav. Prekių pagrindinės informacijos įvedimo laikas.</i>	39
<i>39 pav. Žymių priskyrimo ir ryšių nurodymo laikas</i>	39
<i>40 pav. Prekių įrašų saugojimo skaičius duomenų bazėje.</i>	39
<i>41 pav. Bendras žymių ir ryšių skaičius.</i>	40
<i>42 pav. Vidutinis atminties kiekis, reikalingas aprašyti vienai prekei elektroninėje parduotuvėje, kad vėliau būtų galima atrinkti prekes pagal tam tikrą algoritmą realizuotame priede</i>	40
<i>43 pav. Našumo testavimas.</i>	41
<i>44 pav. Respondento sugaištą laiką vykdant parengtas užduotis</i>	41
<i>45 pav. Respondento peržiūrų skaičius vykdant parengtas užduotis</i>	42
<i>46 pav. Respondento paspaudimų skaičius vykdant parengtas užduotis</i>	42
<i>47 pav. Vidutinis algoritmo paspaudimų skaičius vykdant parengtas užduotis</i>	42
<i>48 pav. Santykinis priedų naudojimas vykdant parengtas užduotis.</i>	43
<i>49 pav. Pagrindiniai kombinuoto metodo principai</i>	45
<i>50 pav. Naujai sukurtos susijusių prekių pateikimo algoritmo diagrama</i>	46
<i>51 pav. Našumo testavimas kai pridėtas naujas algoritmas</i>	48
<i>52 pav. Priedų naudojimo dažnumas vykdant parengtas užduotis, kai pridėtas naujas algoritmas</i>	48
<i>53 pav. Respondento paspaudimų skaičius vykdant parengtas užduotis, kai pridėtas naujas algoritmas</i>	49

## Lentelių sąrašas

1 lentelė. Tyrimo faktorius sudarančių kriterijų detalizavimas .....	22
2 lentelė. Priedai (algoritmai) sukurtai el. parduotuvei.....	25
3 lentelė. Tyrimo vertinimo sąlygos ir įtakojančios savybės.....	36
4 lentelė. Algoritmų palyginimas.....	38
5 lentelė. Algoritmų palyginimas pagal jiems reikalingus duomenis.....	38
6 lentelė. Susijusių prekių atrankos algoritmų naudojimo eiliškumo rezultatai .....	43
7 lentelė. Susijusių prekių atrankos algoritmų vertinimo rezultatai .....	49



## TURINYS

ĮVADAS.....	10
1. SUSIJUSIŲ PREKIŲ ATRANKOS ALGORITMAI ELEKTRONINĖSE PARDUOTUVĖSE.....	11
1. 1 Elektroninės parduotuvės samprata .....	11
1. 1. 2 Prekių klasifikacija, pagal jų įsigijimo pobūdį.....	11
1. 1. 3 Informacijos įtaka vartotojo pasirinkimams .....	12
1. 1. 4 Vartotojų analizė.....	13
1. 2 Susijusios prekės ir jų atrankos metodai .....	14
1. 2. 1 Rekomendacinės sistemos ir jų tipai .....	15
1. 2. 2 Susijusių prekių atrankos algoritmų principai.....	16
1. 3 Dažniausiai e. parduotuvėse taikomi susijusių prekių atrankos algoritmai .....	16
1. 4 Skyriaus išvados.....	21
2. EGZISTUOJANČIŲ SUSIJUSIŲ PREKIŲ ATRANKOS METODŲ TYRIMAS .....	22
2. 1 Susijusių prekių atrankos metodų tyrimo uždaviniai ir stebimos savybės.....	22
2. 2 Tyrimo aplinka, eiga ir sąlygos.....	24
2. 2. 1 Tyrimui pasirinkta elektroninė parduotuvė.....	24
2. 2. 2 Tyrimui sukurti priedai .....	24
2. 2. 3 Tyrimo eiga .....	33
2. 2. 4 Tyrimo sąlygos .....	36
2. 3 Tyrimo rezultatai.....	38
2. 3. 1 Faktinių metodų savybių apžvalga.....	38
2. 3. 2 Eksperimentinė metodų apkrovos sistemai analizė.....	38
2. 3. 3 Priedų našumo testavimas .....	40
2. 3. 4 Eksperimentinė metodų naudojimo apžvalga.....	41
2. 4 Skyriaus išvados.....	44
3. KOMBINUOTA SUSIJUSIŲ PREKIŲ ATRANKA .....	45
3. 1 Idėjos naujo susijusių prekių atrankos algoritmo kūrimui .....	45
3. 2 Kombinuoto susijusių prekių atrankos algoritmo principai .....	45
3. 3 Kombinuoto susijusių prekių atrankos algoritmo tyrimas .....	47
3. 3. 1 Tyrimo dalys ir sąlygos.....	47
3. 3. 2 Tyrimo rezultatai.....	48
IŠVADOS .....	50
LITERATŪRA.....	51

## IVADAS

Šiais laikais, kai informacijos kiekis didėja kasdien ir kompiuteriai naudojami labai plačiai, nuolat ieškoma efektyvesnių ir pažangesnių būdų kaip sutaupyti vartotojo laiką, palengvinti jo darbą. Beieškant naujų būdų elektroninėse parduotuvėse buvo sukurti vartotojui skirti prekių atrankos algoritmai, kurie palengvino apsipirkimo procesą.

Šio darbo **tyrimo objektas** – susijusių prekių atrankos algoritmai.

Darbe keliamas **tikslas** – ištirti elektroninėse parduotuvėse dažniausiai naudojamus susijusių prekių atrankos algoritmus ir pasiūlyti savo algoritmą, kuris būtų orientuotas į kuo mažesnę papildomą sistemos apkrovą ir kuo tikslingesnę susijusių prekių pateikimą.

Tikslo įgyvendinimui keliami šie uždaviniai:

1. Susipažinti su elektroninėse parduotuvėse naudojamais susijusių prekių atrankos algoritmais ir identifikuoti šiuose algoritmuose naudojamus duomenis.
2. Ištirti pasirinktų susijusių prekių atrankos algoritmų savybes, įtaką sistemos apkrovai.
3. Išrinkti ar pasiūlyti naują susijusių prekių atrankos algoritmą, kuris išlaikytų balansą tarp kuo mažesnės sistemos apkrovos ir vartotojų poreikių tenkinimų.

Šis darbas svarbus praktine prasme, nes išrinktas arba naujai pasiūlytas algoritmas leis pateikti susijusias prekes vartotojui, kurios tikėtina yra jam labiau aktualios, ar gali potencialiai jį sudominti, todėl sistemoje prekių pirkimas ar bent jau peržiūrų skaičius turėtų padidėti.

Darbe planuojama naudoti literatūros apžvalgą, lyginamąją analizę, sistemine ir eksperimentine analize.

# 1. SUSIJUSIŲ PREKIŲ ATRANKOS ALGORITMAI ELEKTRONINĖSE PARDUOTUVĖSE

## 1.1 Elektroninės parduotuvės samprata

Teoriniuose darbuose, literatūroje el. parduotuvės sąvoka traktuojama skirtingai. Kai kurie žmonės internetinę svetainę, kurioje yra prekių katalogas su nurodytomis kainomis, bet be galimybės nusipirkti internete, laiko el. parduotuve. Tačiau toks suvokimas yra klaidingas.

Elektroninė parduotuvė – tai išplėstas prekių ir paslaugų pateikimas internete, sukuriant žiniatinklio serverį, skirtą parduoti prekes ir paslaugas kitiems interneto vartotojams. Čia prekes galima „apžiūrėti“ kaip realios parduotuvės vitrineje, o norint jas įsigyti, reikia: išsirinktą prekę įdėti į „virtualų krepšelį“ ir užpildžius pirkėjo registracijos bei pirkimo formą atsiskaityti už ją vartotojui patogiu būdu ir laiku [8].



*1 pav. El. parduotuvės veikimo schema [15].*

Informacija lemia vartotojų psichologinius veiksnius (motyvaciją, nuostatas, komunikaciją, vartotojų stiliaus kūrimą) ir rizikos mažinimą. Patikima informacija didina vartotojų suinteresuotumą – ypač reikšminga informacija tampa impulsyviems, ieškantiems įvairovės bei originalumo vartotojams. Nestabilios psichikos pirkėjams, turintiems vidinių konfliktų, laiku pateikta informacija padeda įvertinti alternatyvas ir priimti sprendimus. Mažiau reikalinga informacija yra tuomet, kai pirkimas kartojamas ir prekės ženklas jau užima lojalią poziciją [15, 20].

Elektroninė parduotuvė – tai visų pirma yra internetinis tinklalapis (arba internetinė svetainė). Materialių prekių internetiniame tinklalapyje nėra, o tik informacija, kuri valdoma pagal nustatytas taisykles. Tai susistemintas katalogas su informacija apie prekes, apmokėjimo sistema ir papildoma informacija klientams. Visa tai yra įrengta lankstaus turinio tinklalapyje, įdėtame į interneto serverį nurodytu adresu [8].

### *1.1.2 Prekių klasifikacija, pagal jų įsigyjimo pobūdį*

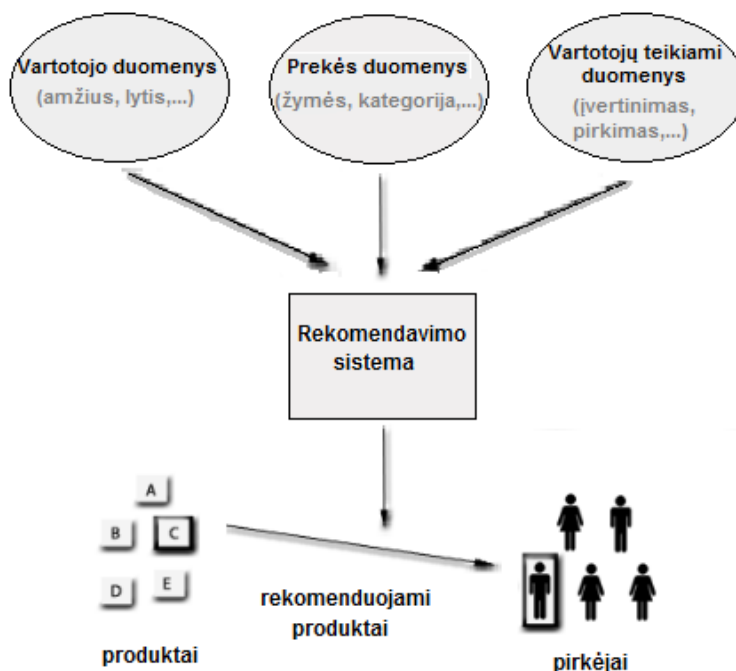
Vartotojiškos prekės – tai prekės ir paslaugos, skirtos galutinio vartotojo ar šeimyniniams poreikiams tenkinti [6]. Vienoms prekėms būdinga tai, kad vartotojai jas perka nesusimąstydami, tiesiog automatiškai. Taip įsigyjami kasdienės paklausos produktai. Tarp jų galima išskirti prekes, kurios įsigyjamos impulsyviai, t. y. jas pastebėjus ir prisiminus, kad jų reikia. Kitai kasdienių prekių

grupei būdinga tai, kad jų prisireikus jos įsigijamos neatsižvelgiant į tai, ar vartotojas jau turi analogišką produktą, ar ne. Tai dažniausiai susiję su ekstra atvejais, todėl vartotojas prekes įsigija netikėtomis sau sąlygomis.

Išankstinės atrankos prekėms būdinga tai, kad vartotojas jų atrankos ir įsigijimo metu jas lygina tarpusavyje, vertina ir gretina su analogiškais prekėmis [8]. Ypatingos paklausos prekėms būdingos išskirtinės savybės, jas pirkėjas siekia įsigyti, nepaisydamas, kiek reikia įdėti pastangų. Šios prekės nėra lyginamos tarpusavyje. Pasyvios paklausos prekės įsigijamos, įdedant daug pastangų bei, siekiant išsiaiškinti šių prekių reikšmę ir naudą vartotojui.

### 1. 1. 3 Informacijos įtaka vartotojo pasirinkimams

Informacijos poreikis yra viena iš vartojimo proceso dalių, turinčių esminės reikšmės vartotojo apsisprendimui. Šiuolaikinė vartotojo teisė į informaciją yra kur kas platesnė nei tradicinė, ji apima ir vartotojo teisę žinoti produkto pardavimo aplinkos bei savo ekonomines galimybes [20].



2 pav. Rekomendavimo proceso struktūra [17].

Vartotojų elgseną lemia ne atskiri veiksniai, bet jėgos, į kurias turi būti žvelgiama kaip į susijusias tarpusavyje. Vartotojų elgsenai yra svarbi informacija kaip žinių šaltinis apie prekės ženklą, prekių savybes, produkto vertę socialiniu aspektu, kainų lygį bei pirkimo proceso organizavimą. Informacija yra kuriantis, auklėjantis, lemiantis bei apsauginis vartotojų elgsenos faktorius [18].

Kaip ir kituose vartotojų elgsenos procesuose, taip ir informacijos paieškos etape, įtaką daro tiek neapčiuopiami (numanomi), tiek ir tiesioginiai veiksniai. Neapčiuopiamų veiksnių spektras apima psichologinius, socialinius bei sociokultūrinius veiksnius. O tiesiogiai galima įvertinti demografinių, marketingo komplekso bei situacinių veiksnių poveikį. Remdamasis gauta informacija vartotojas ieško alternatyvų, priima sprendimą ir atitinkamai elgiasi po įsigijimo. Jutimas, kad prekybininkas iš tiesų domisi, ką perka vartotojas, kokie yra jo pomėgiai, kaip dažnai jis

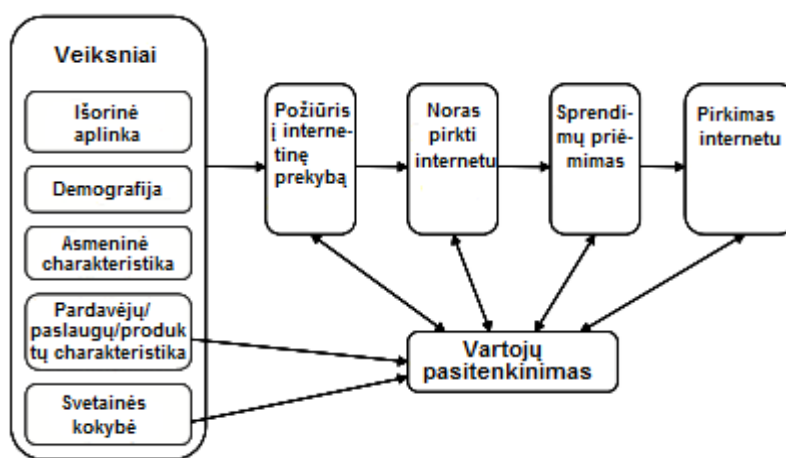
lankosi el. parduotuvėje, ir pagal suformuojamas pasiūlymas yra stiprus motyvatorius pinigus išleisti būtent toje el. parduotuvėje [3].

Klientai pagal savo asmeninius duomenis, pomėgius, pirkimo įpročius ir krepšelio turinį gali būti skirstomi į daugybę grupių (pasiūlymai gali būti formuojami pagal pomėgius, kurie užfiksuoti anketoje – tarkim, specialios kainos, nuolaidos žvejybos reikmenims ar gyvūnų maistui). Įdomi ir sunkiai išsemiama sritis yra remiantis pirkimo įpročiais, krepšelio turiniu suformuoti pasiūlymai.

Protingai panaudojant kliento duomenis ir pirkimo įpročius, santykius su klientu būtų galima dar labiau sustiprinti, tinkamai su juo komunikuojant, siūlant jam prekes, kurios jį tikrai domina - tai yra pasiūlant reikiamą produktą reikiamoje vietoje. Šių pirkėjo duomenų neturi nė vienas kitas prekybininkas, tad pagal juos sugeneruotas skatinimas yra praktiškai neatkartojamas. Pateikus pasiūlymą, paremtą jo pirkimų duomenimis, gaunama visai kitokia kliento reakcija, nes siūlomas atlygis atspindi jo poreikį [7, 8]

#### 1. 1. 4 Vartotojų analizė

Santykinai vartotojų rinką galima suskirstyti į dvi stambias grupes: individualiuosius vartotojus ir vartotojus - organizacijas. Šios grupės skiriasi pagal tai, kas yra jų dalyviai, kaip jie priima sprendimą pirkti bei kaip jie panaudoja įsigytus produktus. Individualiems vartotojams priskiriami atskiri asmenys bei šeimos, įsigyjantys prekes ar paslaugas vartoti asmeniniais tikslais. Individualūs vartotojai smarkiai skiriasi amžiumi, išsilavinimu, pajamų dydžiu, skoniu bei kitais savo, kaip pirkėjų, bruožais [20].

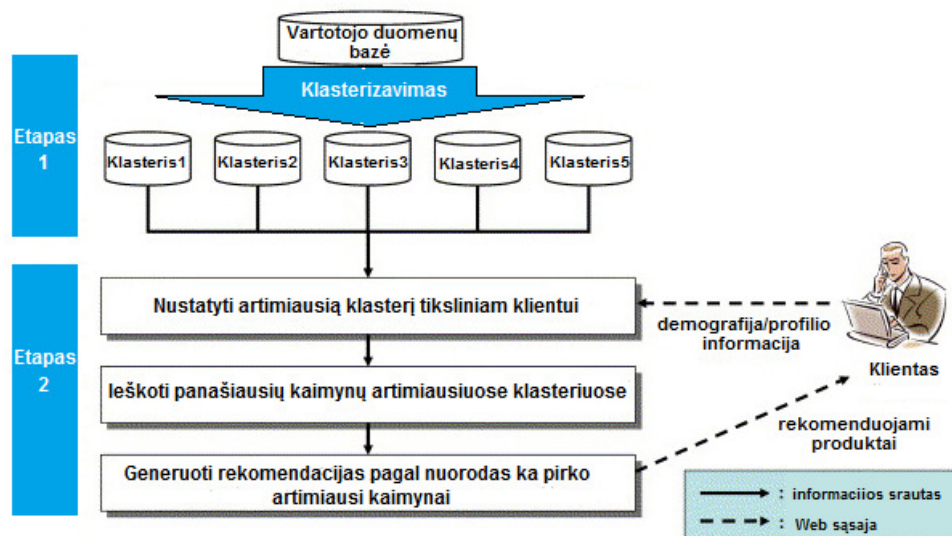


3 pav. Pirkėjų apsipirkinėjančių el. parduovėse nuostatos ir elgsena [7].

Paprastai yra išskiriamos keturios veiksnių, lemiančių pirkėjų elgseną, grupės (žr. 3 pav.). Pirmąją grupę sudaro kultūrinio lygmens veiksniai: socialinė padėtis, bendras kultūros lygis, priklausomybė vienai ar kitai subkultūrai (aplinka). Analizuojant vartotojo elgseną, ypač svarbu suvokti socialinę padėtį. Antrąją grupę sudaro asmeniniai veiksniai – vartotojų užsiėmimas, ekonominė padėtis, asmenybės tipas, šeimos amžius. Kita veiksnys tai su pirkimu susiję veiksmai – personalo aptarnavimas, paslaugų ir produktų charakteristikų pateikimas. Paskutinis veiksnys lemiantis vartotojo elgseną, el. parduotuves internetinės svetainės kokybė. Tai pirkėjui turi didelę reikšmę.

Rinkos nariai, nukreipdami savo veiklą į vartotojų grupes (klasterius), privalo atsižvelgti į tai, kaip keičiasi žmonių poreikiai kintant šeimos sudėčiai ar jos ekonominei padėčiai. Psichologiniai

veiksniai paprastai siejami su vartotojų poreikių hierarchija, jų žinojimu, įsisavinimu ir įsitikinimais [6, 7]. Kaip pavaizduota žemiau pateiktame paveikslėlyje (žr. 4 pav.), vartotojai yra sugrupuojami (suklasterizuojami) į atitinkamas grupes (klasterius), pagal tai kokių bruožų galima rasti pagal jo asmeninį profilį. Suskirstymą į grupes gali lemti ne tik asmeninės savybės, bet ir el. parduotuvėje užfiksuoti vartotojo veiksmai. Toks kaupiamos informacijos kiekis labai išpučia duomenų bazę. Pagal klasterį vartotojui (el. parduotuvės klientui) yra pateikiamos rekomendacijos ką pirkti to ar artimiausio klasterio vartotojai [17].



4 pav. Susijusių (rekomenduojamų) prekių sistemos pateikimo architektūra [17].

Kaip minėta, kaupiant daug duomenų apie vartotojus, padidėja duomenų bazė. Turint dideles vartotojų duomenų bazes gali iškilti problemų dėl duomenų apdorojimo greičio (kuo daugiau duomenų, tuo lečiau pateikiami rezultatai). Minėtą problemą gali išspręsti OLAP duomenų bazės. Tokiu atveju darbinėse reliacinėse duomenų bazėse ar duomenų saugyklose saugomi pradiniai duomenys transformuojami, ir sukuriamos optimizuotos duomenų saugojimo struktūros - OLAP duomenų kubai (data cubes), kurie specialiai pritaikyti greitai duomenų analizei.

OLAP kubuose didelė tarpinių skaičiavimų dalis atliekama dar iki duomenų kubo naudojimo, o vieną kartą atliktų tarpinių skaičiavimų rezultatais gali pasinaudoti visi prieigos teises turintys šios duomenų bazės vartotojai.

Kadangi OLAP duomenų bazės saugo tarpines agregatines reikšmes, pagal duomenų kubo įgyvendinimo būdą duomenų pasikeitimai ar naujų duomenų įkėlimas į OLAP duomenų bazę gali pareikalauti atnaujinti ar pertvarkyti kubo informaciją [19].

## 1. 2 Susijusios prekės ir jų atrankos metodai

Susijusiomis prekėmis laikome tokias prekes, kurias elektroninėje parduotuvėje naršydamas vartotojas potencialiai peržiūrėtų sekančias. Pavyzdžiui, prie kompiuterio procesoriaus kaip susijusias prekes galima siūlyti monitorių, klaviatūrą ar kitokius kompiuterio procesorius. Viskas priklauso nuo to, pagal kokį algoritmą el. parduotuvės lankytojams (vartotojams) yra pateikiamos susijusios prekės. Susijusi prekė gali būti sąmoninga, kada vartotojas žino kokią prekę norėtų peržiūrėti sekančią ir susijusi prekė gali būti nesąmoninga, kada vartotojas nežino kokią prekę norėtų peržiūrėti sekančią.

### 1. 2. 1 Rekomendacinės sistemos ir jų tipai

Elektroninės komercijos pasaulyje rekomendavimo sistemos yra gerai žinomas būdas, kuris padeda padidinti klientų lojalumą ir pardavimų kiekį. Taigi tokios sistemos egzistuoja ir yra naudojamos. Viena iš populiariesnių sistemų yra Amazon.com „Customers who bought“ sistema. Joje siūlomi panašaus turinio ir pasirinktos knygos variantai palankiomis kainomis. Pavyzdžiui: “Customers who bought this book also bought” (“pirkėjai, kurie pirko šią knygą taip pat pirko”) ir “Customers who viewed this book also viewed” (“pirkėjai, kurie žiūrėjo šią knygą, taip pat žiūrėjo”)[13]. Beveik kiekvienai rekomendavimo sistemai, pristatytai ten, galima sukurti ekvivalentinę sistemą ir mažmeninės prekybos pasaulyje naudojant SmartShelf ir elektronines kainų etiketes.

Kaip yra sakęs Chris Anderson „Mes paliekame informacijos amžių ir patenkame į rekomendacijų amžių“ [22].

Nors yra sukurta įvairių rekomendacinių sistemų (toliau RS), tačiau išskiriami du labiausiai paplitę rekomendacinių sistemų tipai: kuriančios prognozes rekomendacinės sistemos ir generuojančios rekomendacijas rekomendacinės sistemos [23].

Kuriančių prognozes rekomendacinių sistemų pateikiama prognozė išreiškiama skaitiniu pavidalu  $r_{ij}$ , kuris reiškia prognozuojamą vartotojo  $a_i$  įvertinimą produktui  $b_j$ . Kuriant prognozes vartotojams reikalinga įverčių produktų aibė. Dažniausiai šiuos įverčius vartotojai palieka sąmoningai – atitinkamu balu įvertindami patikusius ar nepatikusius produktus.

Rekomendacijas kuriančių RS generuojama rekomendacija išreiškiama kaip vartotojui  $a_i$  tinkamiausių produktų sąrašas  $N_i$ . Kuriant prognozes užtenka turėti dvejetainę vartotojų įvertintų produktų įverčių aibę. Šiuos įverčius vartotojai palieka nesąmoningai, pavyzdžiui, pirkdami produktus.

Aurimas Rapečka, Virginijus Marcinkevičius, Gintautas Dzemyda savo publikuotame straipsnyje „Rekomendacinės sistemos algoritmų veikimo elektroninio knygyno duomenų bazėje analizė“ atliko tyrimą, kurio metu analizavo egzistuojančias RS sistemas, jų realizacijos technologijas ir RS algoritmų gausą (žr. 5 pav.)([16]).

RS	Atnaujinta	Progr. kalba	RS algoritmų	Realizuoti savo	Reitingų progn.	Produktų rekomend.
<i>MyMediaLite</i> <sup>1</sup>	2013 04	C#	>20	Taip	Taip	Taip
<i>Apache Mahout</i> <sup>2</sup>	2012 06	Java	3	Ne	Taip	Taip
<i>GraphLab</i> <sup>3</sup>	2012 05	C++	15	Taip	Taip	Taip
<i>LensKit</i> <sup>4</sup>	2012	Java	?	Taip	Taip	Taip
<i>Waffles</i> <sup>5</sup>	2013 04	C++	>5	Ne	Taip	Ne
<i>easyrec</i> <sup>6</sup>	2012 02	Online	1	Ne	Taip	Taip
<i>RecLab</i> <sup>7</sup>	2011 02	Online	1	Ne	Taip	Ne
<i>Crab</i> <sup>8</sup>	2011	Python	>5	Taip	Taip	Taip
<i>recommenderlab</i> <sup>9</sup>	2011 11	C++	4	Taip	Taip	Taip
<i>Jellyfish</i> <sup>10</sup>	2012 12	Python	1	Ne	Taip	Ne
<i>OpenSlopeOne</i> <sup>11</sup>	2010 06	PHP	1	Taip	Taip	Ne
<i>AppRecommender</i> <sup>12</sup>	2011	Python	>10	Ne	Taip	Taip

<sup>1</sup> *MyMediaLite* (<http://mymedialite.net/>)

<sup>2</sup> *Apache Mahout* (<http://mahout.apache.org/>)

<sup>3</sup> *GraphLab* collaborative filtering library (<http://select.cs.cmu.edu/code/graphlab/pmf.html>)

<sup>4</sup> *LensKit* (<http://lenskit.grouplens.org/>)

<sup>5</sup> *Waffles* (<http://waffles.sourceforge.net/>)

<sup>6</sup> *Easyrec* (<http://easyrec.org/>)

<sup>7</sup> *RecLab* (<http://code.richrelevance.com/reclab-core/>)

<sup>8</sup> *Crab* (<http://muricoca.github.io/crab/>)

<sup>9</sup> *Recommenderlab* (<http://cran.r-project.org/web/packages/recommenderlab/index.html>)

<sup>10</sup> *Jellyfish* (<http://hazy.cs.wisc.edu/hazy/victor/download/>)

<sup>11</sup> *OpenSlopeOne* (<http://code.google.com/p/openslopeone/>)

<sup>12</sup> *AppRecommender* (<https://github.com/tassia/AppRecommender>)

5 pav. Nemokamos ir atvirojo kodo RS programinės įrangos palyginimas [16].



Analizuojant šio tyrimo rezultatus matyti, kad daugiausia sistemų sukurta naudojant C++ ir Python programavimo kalbas. Daugiausia algoritmų realizuota MyMediaLite sistemoje, nuo jos nedaug atsilieka GraphLab. Pažymėtina, kad reitingų prognozavimas galimas visose nagrinėtose sistemose, o produktų rekomendacijos – tik didesnėje pusėje. Tiek algoritmų skaičiumi, tiek atnaujinimais ir kitomis galimybėmis MyMediaLite sistema lenkia kitas analizuotas. Todėl ji naudojama algoritmų efektyvumui įvertinti analizuojamoje duomenų aibėje [16].

### 1. 2. 2 Susijusių prekių atrankos algoritmų principai

Algoritmai buvo projektuoti taip, kad atsiradus tam tikroms aplinkybės priimtu teisingiausius sprendimus, todėl gavę signalą apie pasikeitimus, susijusių prekių atrankos algoritmai vadovaujasi nurodytomis instrukcijomis (angl. mapping) ir priima sprendimą. Tačiau algoritmai gali naudotis ne tik kūrėjo įvestomis instrukcijomis, bet sukauptais duomenimis duomenų bazėje apie įvykusius įvykius.

Kompanija „IBM“ yra sukūrusi sistemų, į kurias yra įdiegti prekių pateikimo algoritmai [5]. Vienas tokių atvejų kai į paprastą parduotuvę kūrėjai integravo asmeninį pirkimo pagalbininką (angl. personal shopping assistant). Pirkimo pagalbininkas stebi pirkėjo veiksmus parduotuvėje, kokius produktus dažniausiai žiūri klientas, ką perka. Kitą kartą užsukus tam pačiam klientui sistema jau pasiūlo klientui prekes, kuriomis domėjosi klientas. Jei klientas yra užsiregistravęs, pagal nurodytą gimimo data pagalbininkas ieško įdomesnių prekių pasiūlymų gimtadieniui. Taip pat susisiekiama su pirkėju kai atsiranda naujų jo mėgstamų prekių ar išpardavimų ir pasiūlo pirkimą.

Norint sukurti universalų susijusių prekių atrankos algoritmą reikalingos ir papildomos priemonės, kaip: duomenų bazė, administravimo skydas, papildomas apdorojimo kodas, leidžiantis lengviau įterpti algoritmą į el. parduotuves.

Duomenų bazė kaupia statistiką pagal tai kokius veiksmus atliko klientai, kokias prekes peržiūrėjo. Ši technologija (duomenų gavyba) plačiai naudojama sprendžiant pirkimo valdymo problemas. Duomenų gavyba yra apibūdinama kaip naudingos informacijos ar duomenų struktūros gavimas iš didelių duomenų bazių. Krepšelio analizė ir pirkėjų klasifikavimas yra didžiausios pirkėjų valdymo sritys, kuriose yra taikoma duomenų gavyba (DM). Po to pagal atliktus statistikos skaičiavimus, pateikiami pasiūlymai [5].

### 1. 3 Dažniausiai e. parduotuvėse taikomi susijusių prekių atrankos algoritmai

Vienas paprasčiausių rekomendavimo algoritmų – **populiariausių prekių** (angl. Most Popular) rekomendavimas visiems pirkėjams. Tai labai paplitęs ir dažnai praktikoje taikomas rekomendavimo algoritmas. Prekės reitingas apskaičiuojamas paprasta formule:[2]

$$\text{Reitingas} = \frac{\text{Vartotojų, pirkusių prekę, skaičius}}{\text{Vartotojų duomenų rinkinyje skaičius}} \quad (1)$$

Pirmiausia rekomenduojami tie produktai, kurių reitingas didžiausias. Šis algoritmas yra labai konservatyvus dėl to, kad rekomendacijos neišeina už erdvės, su kuria vartotojas jau susipažinęs, ribos. Tokį algoritmą naudoją el. parduotuvė [www.skytech.lt](http://www.skytech.lt) (žr. 6 pav.)[12].



**Hot Top 3**



iTronics ITB-100HD v  
aizdo registratorius  
**Kaina: 499.00 Lt**



Biuro popierius HP H  
ome&Office A4 80g/m2...  
**Kaina: 9.85 Lt**




Razer Deathadder 201  
3 6400 DPI laidinė ...  
**Kaina: 199.00 Lt**

[Visos akcijos](#)

6 pav. Populiariausios prekės.[12]

Kitas populiarus algoritmas yra **atranka pagal prekių grupes** (panašių savybių prekės). Remiantis šiuo algoritmu atrenkamos prekės, kurios priklauso tai pačiai prekių grupei (pvz. nešiojamieji kompiuteriai) arba yra labai panašių savybių. Taip pat šis algoritmas gali turėti įvairių modifikacijų: pateikiamos prekės iš tos pačios prekių grupės, bet tos, kurioms tuo metu taikomos didžiausios nuolaidos. Kita algoritmo modifikacija, kai prie susijusių prekių pateikiamos tos pačios grupės prekės pagal kainą esančios arčiausiai pasirinktos prekės [21]. Atrankos pagal prekių grupes algoritmą naudoja el. parduotuvė [www.varle.lt](http://www.varle.lt) (žr. 7 pav.)[11].


**PANAŠIOS PREKĖS**



Nešiojamas kompiuteris Nešiojamas kompiuteris G580 CMD-1005M 15"

**1109 Lt**


★★★★★ (0)



Nešiojamas kompiuteris Lenovo ThinkPad T400 6474BA2 14" wide, Intel Core2 Duo

**1109 Lt**


★★★★★ (0)



Nešiojamas kompiuteris Nešiojamas kompiuteris V5-123 E1-2100 11"

**1089 Lt**

★★★★★ (0)



Nešiojamas kompiuteris Nešiojamas kompiuteris V5-123 E1-2100 11"

**1089 Lt**

★★★★★ (0)

7 pav. Susijusios prekės pagal prekių grupę.[11]

Prekės pagal prekės ženklą kartais yra laikomos šio algoritmo atmaina, bet dažnai išskiriamos ir kaip atskira kategorija. Šis algoritmas pateikia susijusias prekes pagal gamintoją ar prekės ženklą. Lankytojui (pirkėjui) pasirinkus prekę pateikiami kiti šio gamintojo ar prekės ženklo gaminiai. Pateikimas gali būti dvejopas: pirmu atveju pateikiamos to gamintojo prekės tik iš pasirinktos prekės grupės ar kategorijos, kitu atveju pateikia to gamintojo gaminiai neatsižvelgiant į prekių grupę (pvz. prie televizorių pateikiami to gamintojo nešiojamieji kompiuteriai) [10].

**Kvapusis vanduo Elizabeth Arden Ardenbeauty EDP moterims 100 ml**



**Kaina: 48,00 Lt** ~~249,00 Lt~~  
Sutaupote: 201,00 Lt

**Užsisakyti**

Turime Vilniaus sandėlyje  
Grąžinimo sąlygos

**Pristatymo terminai:**  
Atsiėmimas Vilniaus prekių atsiėmimo punkte - **artimiausią darbo dieną**.  
Atsiėmimas Kauno ar Klaipėdos prekių atsiėmimo punkte - **2-3 darbo dienas**.  
Pristatymas į namus - **2-3 darbo dienas**.  
Atsiėmimas Lietuvos pašte - **3-4 darbo dienos**.

– Kvapusis vanduo Elizabeth Arden Ardenbeauty EDP moterims 100 ml –  
[didėsnė nuotrauka](#) | [nuotraukų galerija](#) (atsidaro naujame lange)

**Panašios prekės**

**48,00 Lt** ~~478,00 Lt~~  
Tualetinis vanduo Elizabeth Arden Sunflowers EDT 100 ml

**59,00 Lt** ~~207,00 Lt~~  
Kvapusis vanduo Elizabeth Arden 5th Avenue Nights EDP moterims 75 ml

**76,00 Lt** ~~258,00 Lt~~  
Kvapusis vanduo Elizabeth Arden 5th Avenue Nights EDP moterims 125 ml

**62,00 Lt** ~~207,00 Lt~~  
Kvapusis vanduo Elizabeth Arden 5th

8 pav. Susijusios prekės pagal tą patį prekinį ženklą (gamintoją)[10].

**TOP produktų** algoritmas vartotojui pateikia vadinamąsias „TOP“ prekes. Algoritmas turi daug modifikacijų, bet galima išskirti tris svarbiausias:

1. Pirmoji algoritmo modifikacija pateikia „TOP“ prekes, kurios yra iš vartotojo pasirinktos prekės rato ar grupės (pvz. pasirinkus dulkių siurbį, pateikiami „top“ pasiūlymai susiję su siurbliais).
2. Antroji algoritmo versija pateikia „TOP“ prekes, kurios tuo metu yra žiūrimiausias ar lankomiausias el. parduotuvėje, tad susijusių („TOP“) prekių sąrašą suformuoja el. parduotuvės lankytojai.
3. Trečioji algoritmo modifikacija pateikia sąrašą prekių, kuriuos šiuo metu yra perkamiausias el. parduotuvės pirkėjų, tai yra dažniausiai pirko kiti lankytojai. Tai leidžia lankytojams susiprasti, į kurias prekes vertėtų atkreipti dėmesį.

## Dulkių siurblys Electrolux ZUS3922B



Naujasis Ultra Silencer dulkių siurblys su maišeliu.  
Galingumas 1800 W, siurbimo galia 350 W.  
Filtravimo efektyvumas 0,002 mg/m3. S-bag Ultra Long Performance tipo maišeliai.  
Teleskopinis Aeropro classic metalinis vamzdis, pagrindinis Aeropro antgalis, antgalis 3in1 plyšiams ir baldams.  
Plaunamas HEPA H12 tipo filtras.  
Tyliausias 68 dB(A) pagal (IEC 60704-3).  
Minkšti ratukai.  
Svoris: 6 kg  
Veikimo plotas: 10 m

**489.00Lt**

[| krepšelis](#)

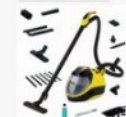
Mūsų kaina Jums didoka? Siūlykite savo!

### Prekių top 5



**Aukšto slėgio plovykla Grizzly HDR 150**  
699Lt  
499.00Lt

[| krepšelis](#)



**SV 1902 Karcher vakuuminis garintuvas**  
2.499Lt  
1899.00Lt

[| krepšelis](#)




**Candy CDCF6**  
829Lt  
780.00Lt

[| krepšelis](#)

*9 pav. Susijusių prekių „TOP“ pasiūlimas pagal prekės grupę.[12]*

Kitas algoritmas remiasi vartotojo veiksmais ir el. parduotuvėje generuojamais duomenimis – tai **prekių reitingavimas**. Prekių reitingavimo algoritmas pateikia susijusias prekes pagal prekių reitingą. Reitingas dažniausiai nustomas el. parduotuvės lankytojų pagalba arba pačios el. parduotuvės. Prekes pagal reitingą gali pateikti el. parduotuvė [www.varle.lt](http://www.varle.lt) (žr. 10 pav.)[11]

Kitas būdas remtis vartotojų paliekamais duomenimis, bet nereikalaujant įvertinti prekių yra informacija, **ką tame pačiame užsakyme pirko kiti vartotojai**. Šis algoritmas veikia tokiu principu, kad kai lankytojas (pirkėjas) įsideda prekę į virtualų krepšelį jam pateikiamos prekės, kurias pirko kiti tos el. parduotuvės pirkėjai ir tarp jų buvo pasirinktoji prekė. Šį algoritmą naudoja el. parduotuvė [www.pigu.lt](http://www.pigu.lt) (žr. 11 pav.)[10].



Stacionarus Varle Kompiuteris Radiant i3

Sutaupote  
-300 Lt
1999 Lt
UŽSAKYTI





**NEMOKĖK UŽ PRISTATYMĄ**  
Atsiimk "Varle IT" parduotuvėse  
[Užsakyti | parduotuvė](#)

**VERTINK:**  
★★★★☆ (4)

Šamokatinai  
103,61 Umen
Pristatymas  
2-3 d. d.
Garantija  
24 mė.
PUT  
Atsisusti
Standėje  
6 mė.

Klausk apie prekę / siūlyk savo kainą
Lizingo sąlygos

PANAŠIOS PREKĖS

 Stacionarus kompiuteris Acer AZ1623 CDG530/2G/500G/HD6450/21.5" DOS ( ) <span style="background-color: #007bff; color: white; padding: 2px 5px;">2009 Lt</span> ★★★★★ (0)	 Stacionarus kompiuteris LENOVO ThinkCentre Edge 72 Tower (3x3), Intel Core <span style="background-color: #007bff; color: white; padding: 2px 5px;">2019 Lt</span> N ★★★★★ (0)	 Stacionarus kompiuteris Lenovo ThinkCentre Edge 72 TWR G850 4GB <span style="background-color: #007bff; color: white; padding: 2px 5px;">1979 Lt</span> ★★★★★ (0)	 Stacionarus kompiuteris Action Actira Sierra W7P 300G i3-3220/2x4GB/500/DV <span style="background-color: #007bff; color: white; padding: 2px 5px;">1969 Lt</span> ★★★★★ (0)
---	--	--	--

10 pav. Susijusios prekės pagal prekių reitingavimą. [11]

Įsigiję šią prekę, taip pat pirkite

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span style="font-size: 1.5em; color: #007bff;">TOP</span> <span style="font-size: 1.5em; color: #007bff;">0 Lt</span> </div>  <p style="color: red; font-weight: bold;">24,99 Lt</p> <p style="color: red; font-weight: bold; text-decoration: line-through;">39,00 Lt</p> <p style="color: green; font-weight: bold;">Prekė sandėlyje</p> <p style="color: blue; font-weight: bold;">Notebook cooler DeepCool N200</p> <div style="background-color: #007bff; color: white; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Užsisakyti</div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span style="font-size: 1.5em; color: #007bff;">0 Lt</span> </div>  <p style="color: red; font-weight: bold;">35,99 Lt</p> <p style="color: blue; font-weight: bold;">Kompiuterio dėklas PRESTIGIO MacBook Pro 15.4", Juodas</p> <div style="background-color: #007bff; color: white; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Užsisakyti</div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span style="font-size: 1.5em; color: #007bff;">0 Lt</span> </div>  <p style="color: red; font-weight: bold;">89,00 Lt</p> <p style="color: blue; font-weight: bold;">Maitinimo šaltinis COMPAQ 220V, 90W: 19V, 4,74A</p> <div style="background-color: #007bff; color: white; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Užsisakyti</div>
--	--	---

11 pav. Susijusios prekės pagal tai ka užsisakė kiti pirkėjai užsakyme. [10]

Nepasitikint vartotojų vertinimais, arba tais atvejais, kai sistemoje nėra daug vartotojų ir prekių, pats sistemos administratorius gali kiekvienai prekei priskirti **rekomenduojamas prekes**. Algoritmas dažniausiai veikia taip, kad el. parduotuvės administratorius būna sužymėjęs kokias prekas pateikti prie atitinkamos prekės. Pavyzdžiui pigesnei klaviatūrai kaip rekomenduojamos prekės pateikiama brangesnė klaviatūra ir kitos prekės. Taip pat galimas ir kitoks algoritmo veikimas – pasirinktai prekei, pateikiamas jai galimas aksesuaras ar naudojimą palengvinanti prekė (pvz. kompiuteriui kaip susijusi prekė pateikiama klaviatūra) arba pateikiama prekė, kuri priklauso buitinės technikos skyriui [9].

Dar vienas algoritmas, kurį naudoja el. parduotuvė www.pigu.lt (žr. 14 pav.) pateikia mums prie žiūrimos prekės kitas prekes, kurias prieš tai žiūrėjo el. parduotuvės lankytojai. Tai yra lankytojui užėjus į el. parduotuvę ir paspaudus ant prekes, pradedami fiksuoti lankytojo veiksmai. Prisijungus kitam vartotojui ir atradus kito vartotojo žiūrėtą prekę, jam pradedana rodyti prieš tai buvusio vartotojo prekes.

Panašios prekės **Kartu siūlome** Atsiliepiamai apie prekę

**Akcija**

<input type="checkbox"/> Laidinė klaviatūra (Jt-dkb066; juoda) (Jetion)	<input type="checkbox"/> Klaviatūrų lipdukai (Baltomis raidėmis)	<input type="checkbox"/> Klaviatūrų lipdukai (Juodos raidės)	<input type="checkbox"/> Klaviatūrų lipdukai (Rusiškos raidės)
<b>49,00 Lt</b> € 14,19	<del>59,00 Lt</del> <b>-17%</b>	<b>5,00 Lt</b> € 1,45	<b>14,90 Lt</b> € 4,32
000051052044	000050998953	000050998954	000050998955

12 pav. Susijusios prekės pagal rekomendaciją.[9]

Su šia preke dažnai perkama:

<p>16M03 krepšys ACME</p> <p><b>PIRKITE PIGIAU</b></p> <p>[traukti į palyginimą]</p> <p>Kaina: <del>41.00 Lt</del> 31.00 Lt</p> <p>[krepšelj]</p>	<p>8430 (Black) krepšys RIVA CASE</p> <p><b>PIRKITE PIGIAU</b></p> <p>[traukti į palyginimą]</p> <p>Kaina: 60.00 Lt</p> <p>[krepšelj]</p>	<p>AM80118 valymo priemonė AM</p> <p><b>PIRKITE PIGIAU</b></p> <p>[traukti į palyginimą]</p> <p>Kaina: <del>34.00 Lt</del> 24.00 Lt</p> <p>[krepšelj]</p>
---	---	---

13 pav. Susijusios prekės pagal rekomendaciją.[9]

Žiūrėję šią prekę, taip pat domėjosi

<p><b>599,00 Lt</b> <del>899,00 Lt</del></p> <p><b>TOP</b></p> <p><b>Užsisakyti</b></p> <p>Samsung Galaxy Tab 3 8.0 T310, 8", GPS</p>
<p><b>1.449,00 Lt</b> <del>1.999,00 Lt</del></p> <p><b>TOP</b></p> <p><b>Užsisakyti</b></p> <p>Samsung Galaxy Note P600 2014 edition 10.1" 32 GB, GPS</p>
<p><b>359,00 Lt</b> <del>449,00 Lt</del></p> <p><b>TOP</b></p> <p><b>Užsisakyti</b></p> <p>Samsung Galaxy Tab 3 7.0 Lite T110, 7", GPS</p>

14 pav. Žiūrimos prekės, kuriomis domėjosi kiti lankytojai.[10]

Šiandieniniai interneto vartotojai labai nekantrūs ir nori kuo greičiau gauti jiems skirtą informaciją. Tuo pačiu jie labai skirtingi, todėl anksčiau minėti algoritmai ne visuomet yra tinkami. Geresniu sprendimu būtų toks, kuris susijusių prekių sąrašą atrenka individualiai konkrečiam vartotojui, pagal jo savybes ar panašumą su kitais sistemos vartotojais. Tokio tipo algoritmai reikalauja vartotojų analizės [2, 6].

#### 1. 4 Skyriaus išvados

Elektroninė parduotuvė – tai nėra mums įprasta parduotuvė. Ji nėra toks paprastas dalykas, kaip gali pasirodyti iš pradžių. Tai susistemintas katalogas su informacija apie prekes, apmokėjimo sistema ir papildoma informacija klientams.

Šiuo metu el. prekyboje yra daug skirtingų algoritmų, skirtų pateikti vartotojams geriausias rekomendacijas. Tačiau reikėtų atkreipti dėmesį į algoritmo pateikiamų rekomendacijų tikslingumą, kiek jam reikia atminties duomenų bazėje ir kiek jam reikia laiko, kad pateiktų susijusias prekes. Dažniausiai tinkami susijusių prekių atrankos algoritmai pagrįsti žiniomis apie pirkėjus. Kiekvienas el. parduotuvė turi iširti savo verslą ir suprasti, kokius duomenis jie gali/nori gauti apie klientą ir apie produktus. Remiantis šiais duomenimis, el. parduotuvė gali rasti tinkamą susijusių prekių rekomendavimo sistemą (algoritmą) [7].

Prekių rekomendavimo sistemos yra galinga technologija pateikti perteklinę informaciją ir pasiekti bei paveikti pirkėjų asmeninius įsitikinimus. Naudojant tinkamu būdu, jos gali būti naudingos tiek vartotojams, tiek įmonėms. Vartotojui naudinga atrasti naujus produktus, o el. parduotuvės savininkams padidinti savo pardavimus. Yra daug prekių rekomendavimo sistemų taikymo sričių ir daugelis turi savo reikalavimus. Susijusių prekių atrankos algoritmo veikimas visada priklauso nuo konkretaus naudojimo atvejo. Nesvarbu, koks geras būtų algoritmas, nėra nė vieno algoritmo, kuris duotų geriausią rekomendaciją. Jeigu prekybos internetu kompanija nenori rinkti informacijos apie vartotoją ir neturi daug informacijos apie produktus, ji gali naudoti ne asmeninį pirkėjo požiūrį, tačiau greičiausiai vartotojui ir trūks personalizavimo [21].

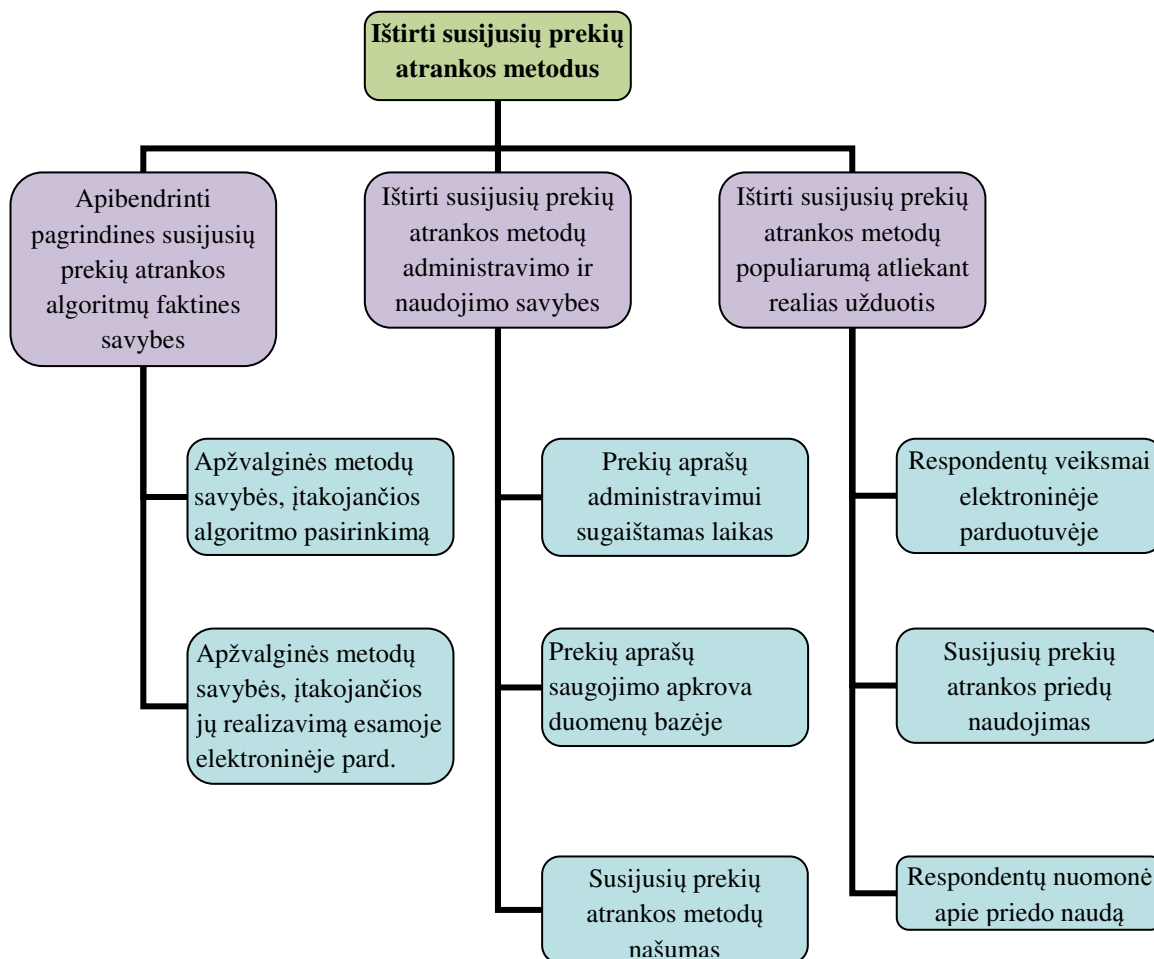
## 2. EGZISTUOJANČIŲ SUSIJUSIŲ PREKIŲ ATRANKOS METODŲ TYRIMAS

### 2.1 Susijusių prekių atrankos metodų tyrimo uždaviniai ir stebimos savybės

Susijusių prekių atrankos algoritmų tyrimas sudalintas į 3 pagrindines užduotis:

1. Apibendrinti pagrindines susijusių prekių atrankos algoritmų faktines savybes.
2. Ištirti susijusių prekių atrankos metodų administravimo ir naudojimo savybes.
3. Ištirti susijusių prekių atrankos metodų populiarumą atliekant realias užduotis.

Šias užduotis įtakojančys faktoriai pateikti 15 paveikslėlyje ir detalizuoti 1 lentelėje.



15 pav. Tyrimo tikslas, užduotys ir juos įtakojančys faktoriai

Šių uždavinių ir jų faktorių įgyvendinimui, tyrimo metu stebimi tokie kriterijai:

1 lentelė. Tyrimo faktorius sudarančių kriterijų detalizavimas

Faktorius	Kriterijus	Matavimo vienetas	Kriterijaus svarba ir pagrindimas
Apžvalginės metodų savybės, įtakojančios algoritmo pasirinkimą	Algoritmo modifikacijų buvimas	Loginis rezultatas	Realizuojant susijusių prekių atrankos priedą elektroninei parduotuvei svarbu žinoti ar šis metodas gali būti modifikuojamas, naudojama modifikuota jo versija. Tad šio kriterijaus nustatymas leistų identifikuoti tuos algoritmus, kurie yra labai konkretūs, o kurie reikalui esant gali būti keičiami.
	Algoritmos atsižvelgimas į lankytojų veiksmus	Loginis rezultatas	Algoritmas, kuris fiksuoja lankytojų veiksmus yra potencialiai pranašesnis, nes atsižvelgia į konkretaus lankytojo veiksmus. Tai leidžia teikti, kad klientas gauna rezultatus pagal savo individualų profilį.
	Administratoriaus įsikišimo poreikis užtikrinti metodo veikimą	Loginis rezultatas	Kiekvienas administratoriaus įsikišimas reikalauja papildomų kaštų, todėl automatiškai rezultatus generuojantis algoritmas yra pranašesnis.



Apžvalginės metodų savybės, įtakojančios jų realizavimą esamoje elektroninėje parduotuvėje	Būtinasis sesijos kintamųjų naudojimas	Loginis rezultatas	Sesijose saugomi duomenys leidžia sekti vartotojo veiksmus sistemoje, jų nesaugant duomenų bazėje. Tačiau pernelyg didelis sesijos kintamųjų saugojimas gali pakenkti serveriui ir nėra labai patartinas.
	Būtinasis slapukų naudojimas	Loginis rezultatas	Sesijose saugomi duomenys leidžia sekti vartotojo veiksmus sistemoje, jų nesaugant duomenų bazėje. Lyginant su sesijos kintamaisiais jis neapkrauna serverio, tačiau vartotojas gali ir nesutikti naudoti slapukų, todėl tokiu atveju sistema gali neveikti.
	Būtina prekės aprašymo informacija	Loginis rezultatas	Prekės aprašymo informacija suteikia duomenų, kiek reikalinga administratoriaus laiko norint pateikti galutinius prekių aprašus. Tokiu būdu galima objektyviau įvertinti pačio prekių įvedimo, o ne informacijos paieškos apie prekę laiką.
	Būtina prekių katalogo informacija	Loginis rezultatas	Katalogai suteikia galimybę pateikti susijusias prekes iš tos paties katalogo. Taip pat tai svarbu fiksuojant kiek kartų lankytojas pasirinko prekę iš to katalogo.
	Būtina prekių užsakymo, krepšelio informacija	Loginis rezultatas	Informacija reikalinga algoritmui, kuris pateikia prekes, ką su pasirinktomis prekėmis pirkto ir kiti lankytojai.
	Kiti būtini duomenys šiam algoritmui	Loginis rezultatas	Algoritmui gali būti reikalingi kiti duomenys, tokie kaip prekės reitingas ir panašiai.
Prekių aprašų administravimui sugaištamas laikas	Bazinės prekių informacijos aprašymo vidutinis laikas vienai prekei	Laikas, s	Pagrindinės informacijos apie prekę vidutinis laikas parodo, kiek sugaištama laiko įvedinėjant prekes į dideles elektronines parduotuves su daug prekių.
	Žymių priskyrimo vidutinis laikas vienai prekei	Laikas, s	Parodo, kiek laiko administratorius sugaišta, priskirdamas žymes.
	Ryšių tarp susijusių prekių nurodymo vidutinis laikas vienai prekei	Laikas, s	Parodo, kad kuo daugiau prekių elektroninėje parduotuvėje, tuo daugiau laiko administratorius sugaišta nurodymas ryšius tarp susijusių prekių.
Prekių aprašų saugojimo apkrova duomenų bazėje	Vidutinis duomenų bazės įrašų kiekis, reikalingas aprašyti vieną prekę	Kiekis, vnt	Kuo daugiau įrašų duomenų bazėje apie prekę, tuo sunkiau realizuoti algoritmą, kuris pateikia susijusias prekes.
	Vidutinis užimamos vietos duomenų bazėje dydis, reikalingas aprašyti vieną prekę	Dydis, B	Kuo daugiau įrašų duomenų bazėje apie prekę, tuo potencialiai ilgiau užtrunka prekės pateikimas.
Susijusių prekių atrankos metodų našumas	Vidutinis laikas, reikalingas pasirinkti prekei atrinkti su ja susijusias prekes	Laikas, ms	Jei susijusių prekių atrankos algoritmas reikalautų labai daug veiksmų ir tai užtruktų, būtų vėlinamas ir visas puslapio užkrovimo laikas, nes kol sistema nebaigia visų skaičiavimų, duomenų apdorojimo, tol informacija nėra išvedama vartotojui į ekraną.
Respondentų veiksmai elektroninėje parduotuvėje	Vidutinis sugaištamas laikas, atliekant vieną užduotį	Laikas, s	Parodo, kiek skirtingo amžiaus ir lyčių lankytojai sugaišta laiko atlikdami užduotį.
	Vidutinis prekių peržiūrų skaičius, atliekant vieną užduotį	Kiekis, vnt	Parodo, kiek skirtingo amžiaus ir lyčių lankytojai padaro peržiūrų atlikdami užduotį.
Susijusių prekių atrankos priedų naudojimas	Priedų naudojimas pirmaisiais 10 žingsnių, atliekant vieną užduotį	Naudotas priedas	Parodo, kuris algoritmas yra dažniausiai naudojamas užduoties pradžioje ir potencialiai geriausias, tai yra pateikia lankytojams priimtinus rezultatus
	Priedo naudojimo dažnumas	Proporcija, %	Parodo, kuris algoritmas pagal lankytojus yra potencialiai geriausias, tai yra pateikia lankytojams priimtinus rezultatus

Respondentų nuomonė apie priedo naudą	Priedo naudingumo įvertinimas vertinamam priedui	Balas, 10-balėje sistemoje	Parodo lankytojų nuomonę, kas jų nuomone geriausiai pateikia rezultatus.
---------------------------------------	--	----------------------------	--

Visos šios savybės fiksuojamos atliekamo tyrimo metu, o tada analizuojamos.

## 2. 2 Tyrimo aplinka, eiga ir sąlygos

### 2. 2. 1 Tyrimui pasirinkta elektroninė parduotuvė

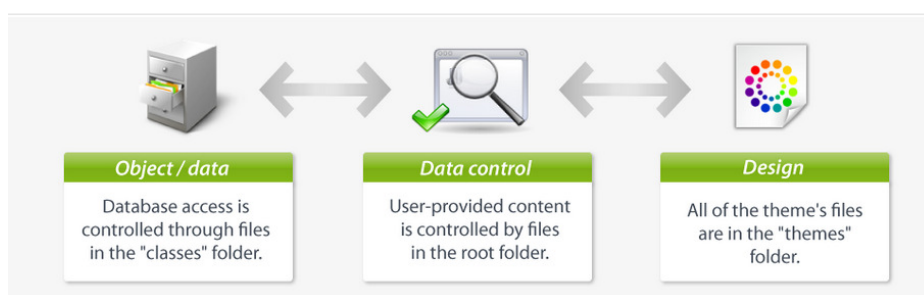
Tyrimui pasirinkta PrestaShop elektroninė parduotuvė. Tai nemokama atvirojo kodo el. komercijos sistema, kuri suteikia pardavėjams ypač plačias ir praktiškai neribotas galimybes el. parduotuvių srityje [18].

Šios sistemos bruožai:

- Visapusiškas katalogo, vartotojų, užsakymų, pristatančių įmonių, mokėjimų, TVS valdymas;
- Ypač saugi sistema;
- Optimizuota ir greita;
- Pritaikyta paieškos sistemoms;
- Daugiau nei 100+ oficialių modulių;
- Statistika apie pardavimus, naudojimą ir kt.;
- Išversta į 41 kalbą tarp kurių yra ir lietuvių;
- Populiariausių mokėjimų moduliai (PayPal, Google checkout, Authorize.net, HiPay ir kt.);
- Techninėmis galimybėmis nesunkiai plečiama ir koreguojama.

PrestaShop remiasi 3 lygių architektūra:

- Objektai / duomenys.
- Duomenų kontrolė.
- Dizainas.



16 pav. PrestaShop 3 lygių architektūra.[18]

Ši sistema buvo pasirinkta dėl paprasto kodo keitimo, modulių kūrimo ir įdiegimo į sistemą galimybių, kas buvo svarbu norint atlikti tyrimą.

### 2. 2. 2 Tyrimui sukurti priedai

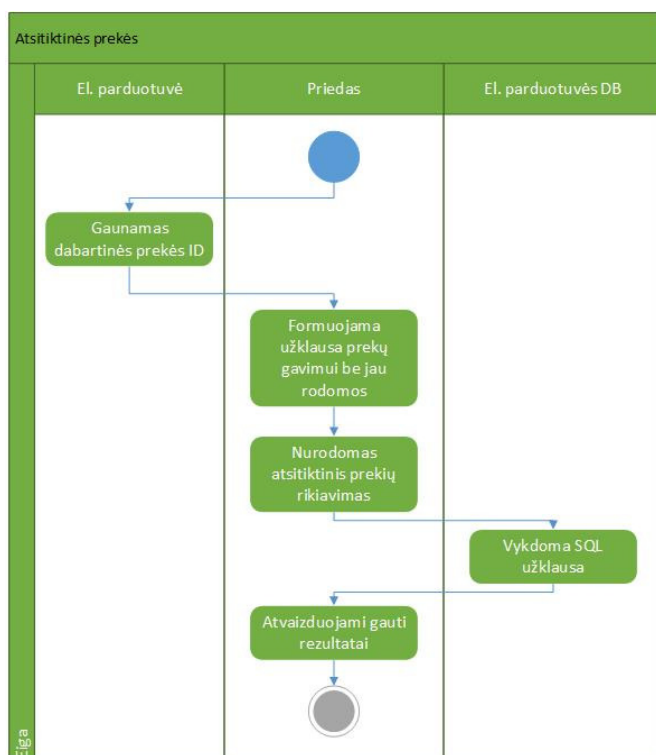
Atsižvelgiant į šiuo metu rinkoje dažniausiai naudojamus susijusių prekių atrankos algoritmus, tyrimui buvo sukurtos 8 susijusių prekių atrankos algoritmų realizacijos, kaip priedai PrestaShop sistemos pagalba sukurtai elektroninei parduotuvei. Šie priedai išvardinti 2 lentelėje. Visi kurti priedai naudojo elektroninės parduotuvės duomenų bazės lenteles (testinė elektroninė parduotuvė naudojo



MySQL duomenų bazių valdymo sistemą, bet analogiškai priedai veiktų ir kitoms reliacinėms duomenų bazių valdymo sistemoms (DBVS), kurias palaiko pats PrestaShop), o kai kuriais atvejais reikalavo papildomų duomenų bazių lentelių papildomų duomenų saugojimui.

2 lentelė. Priedai (algoritmai) sukurtai el. parduotuvei.

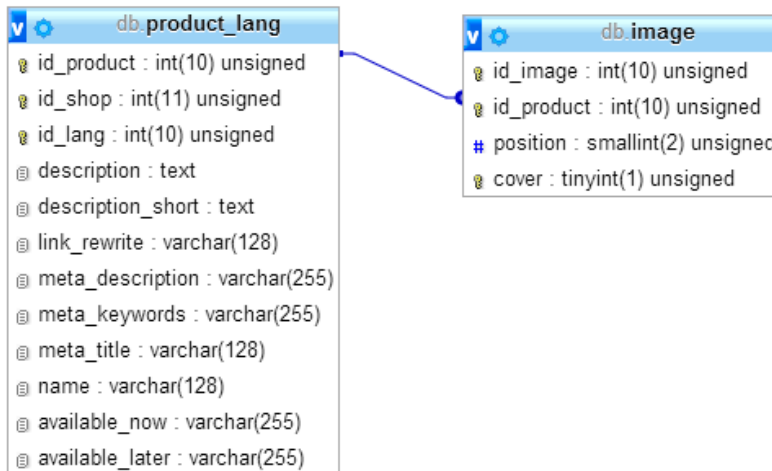
Priedas (algoritmas)	Aprašymas
Atsitiktinės prekės	Vartotojui pateikiamos prekės, kurios išrenkamos iš duomenų bazės atsitiktinai, be jokio specifinio algoritmo (žr. 17 pav.).
Tos pačios kategorijos prekės (atranka pagal prekių grupes)	Vartotojui pateikiamos prekės, kurios yra toje pačioje kategorijoje, kaip ir žiūrima (žr. 19 pav.).
Dukterinių kategorijų prekės (atranka pagal prekių grupes)	Vartotojui pateikiamos prekės, pasirinktos kategorijos dukterinėje kategorijoje. Tarkim, „Kompiurinė technika“ ir joje dukterinė kategorija „Atmintinės“. Tokiu atveju peržiūrint kompiuterius vartotojas matys atmintinių, kurias gali įsigyti sąrašą (žr. 21 pav.).
Prekės, kurias kartu pirkė kiti vartotojai (ką tame pačiame užsakyme pirkė kiti)	Vartotojui pateikiamos prekės, kurios su jo žiūrima preke jau buvo pirktos kartu kitų vartotojų (žr. 23 pav.).
Administratoriaus nuomone susijusios prekės (rekomenduotinos prekės)	Vartotojui pateikiamos prekės, kurios administratoriaus nuomone yra tarpusavyje susijusios. Tarkim, planšetinis kompiuteris ir planšetinio kompiuterio dėklas. Šį ryšį privalo nurodyti administratorius, kiekvienai prekei atskirai (žr. 25 pav.).
Prekės su tokiomis pačiomis žymėmis (prekės pagal prekės ženklą)	Vartotojui pateikiamos prekės, kurios turi vieną ar kelias bendras žymes. Šio algoritmo veikimas gali skirtis nuo to ką administratorius įterpia kaip žymes, pvz. gamintoją, paskirtį ar pan. (žr. 27 pav.).
Perkamiausios prekės (TOP produktai)	Vartotojui pateikiamos prekės, kurios yra perkamiausios toje elektroninėje parduotuvėje (žr. 29 pav.).
Ką neseniai žiūrėjo kiti vartotojai	Vartotojui pateikiamos prekės, kurias kažkada žiūrėjo kiti vartotojai, o bežiūrėdami, atliko ir šios prekės peržiūrą (žr. 31 pav.).



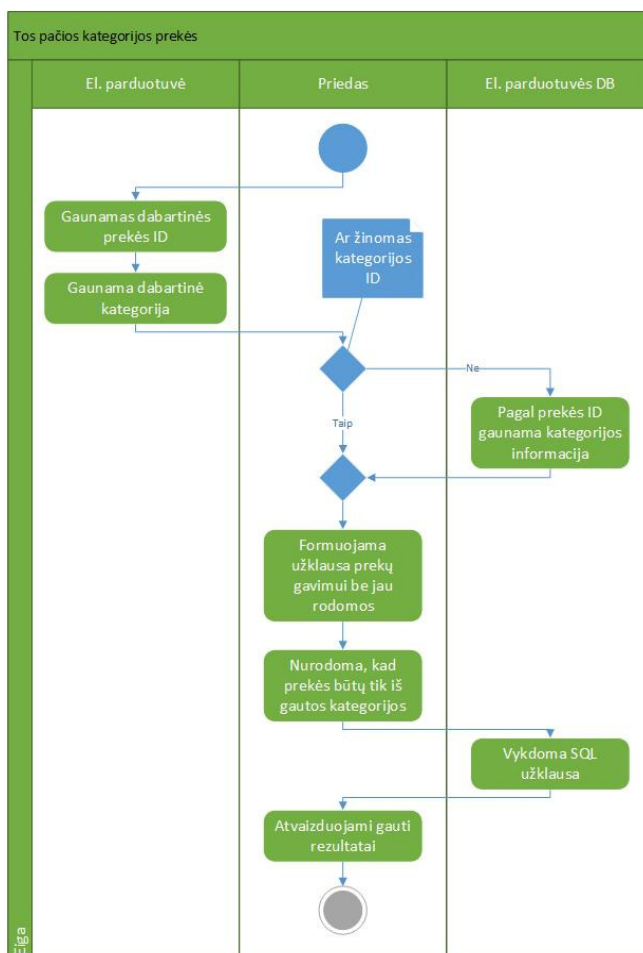
17 pav. Atsitiktinių prekių pateikimo algoritmo diagrama

Atsitiktinių prekių atrankai reikalingos dvi egzistuojančios duomenų bazių lentelės, esančios Prestashop elektroninėje parduotuvėje (žr. 18 pav.): product\_lang ir image. Šios dvi lentelės susiejamos, norint gauti atrinktos prekės nuotrauką, o vykdomos SQL užklauskos pavyzdys pateiktas gali būti toks:

```
SELECT * FROM product_lang as pr_ln, image as img WHERE pr_ln.id_product <> 1 AND pr_ln.id_lang = 2 AND pr_ln.id_product = img.id_product AND img.cover = 1 ORDER BY RAND() LIMIT 5;
```



18 pav. Atsitiktinių prekių pateikimo algoritmo duomenų bazės lentelės

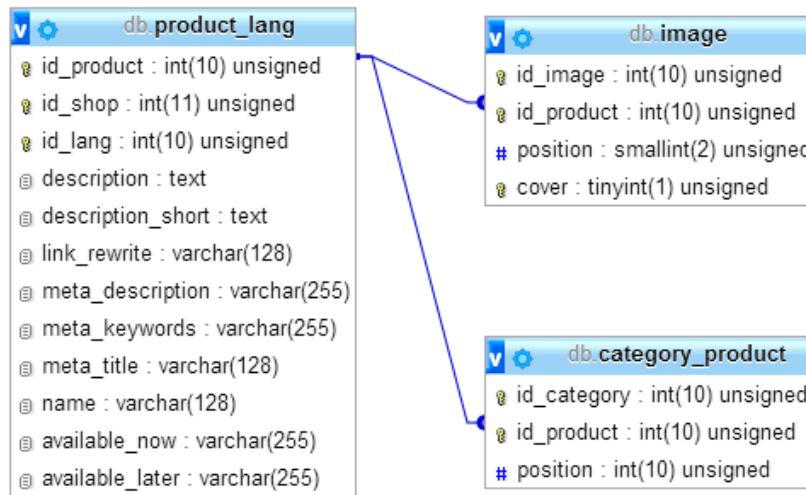


19 pav. Tos pačios kategorijos prekių pateikimo algoritmo diagrama

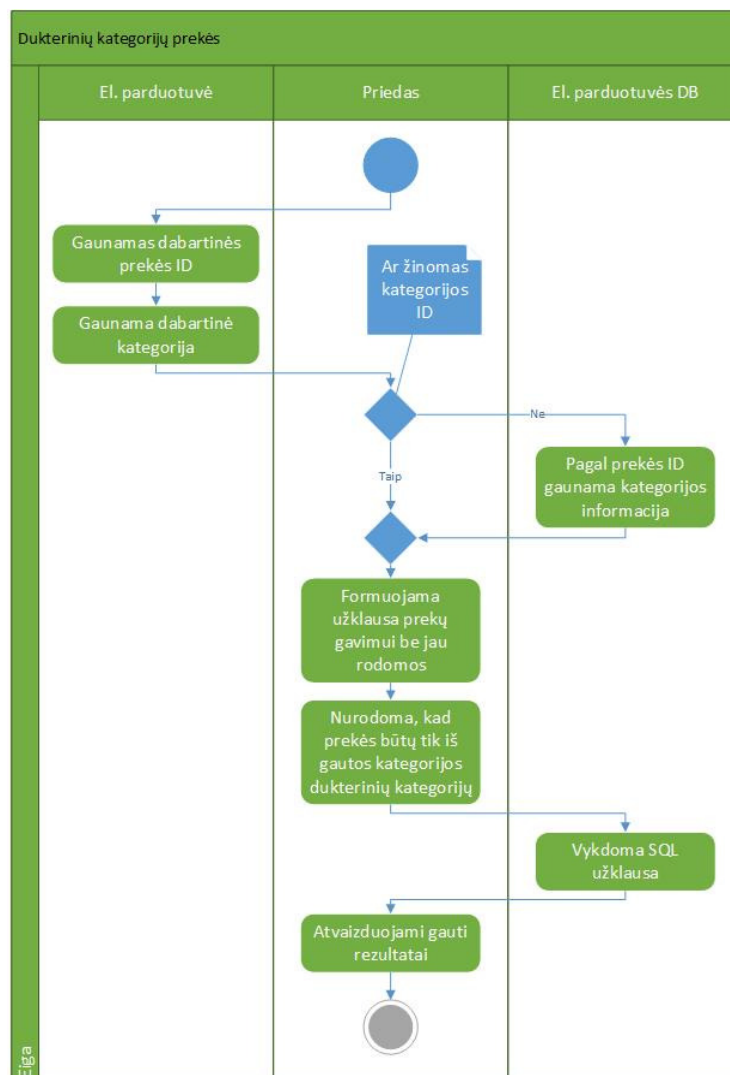
Tos pačios grupės prekių atrankai būtina dar viena duomenų bazių lentelė, kuri naudojama Prestashop elektroninėje parduotuvėje – category\_product. Šioje lentelėje saugomi duomenys kokia

prekė kokioje kategorijoje yra pateikiama, tad ši lentelė padeda atrinkti kurias prekės yra reikiamoje kategorijoje. Vykdomos SQL užklausos pavyzdys:

```
SELECT * FROM category_product as ct_pr, product_lang as pr_ln, image as img WHERE ct_pr.id_category = 3 AND ct_pr.id_product <> 1 AND ct_pr.id_product = pr_ln.id_product AND pr_ln.id_lang = 2 AND ct_pr.id_product = img.id_product AND img.cover = 1 ORDER BY RAND() LIMIT 5;
```



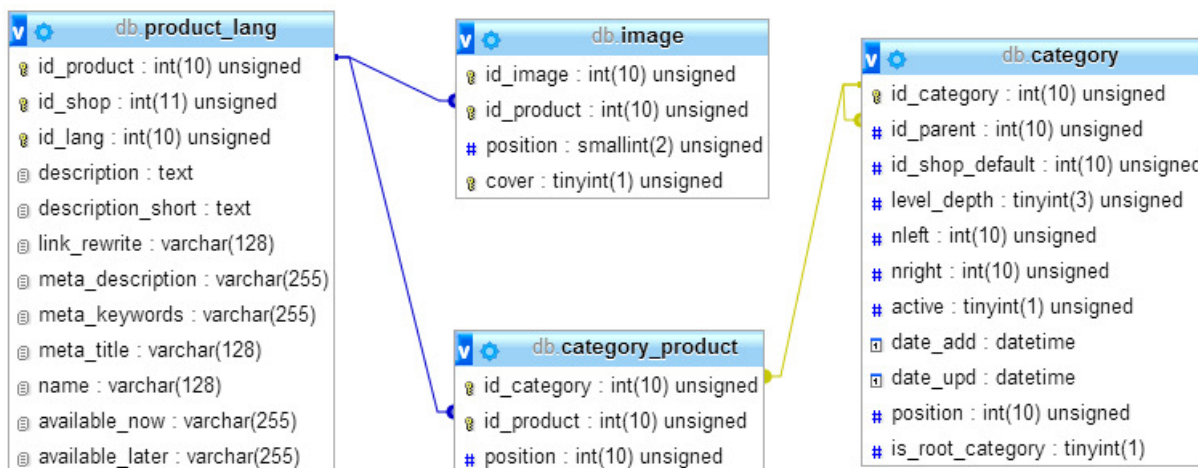
20 pav. Tos pačios kategorijos prekių pateikimo duomenų bazės lentelės



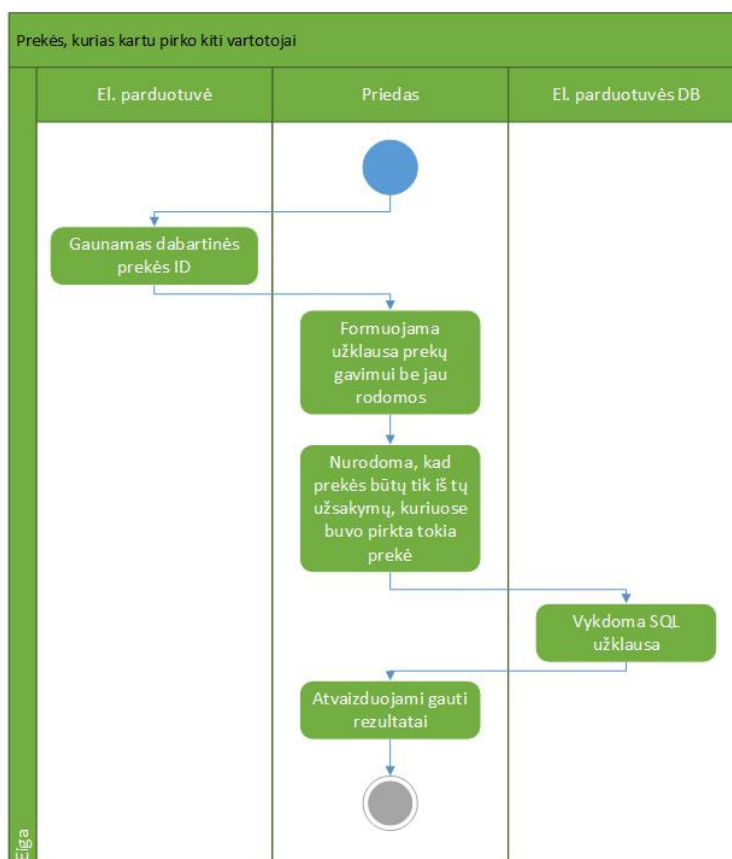
21 pav. Dukterinių kategorijų prekių pateikimo algoritmo diagrama

Norint gauti prekes iš dukterinių kategorijų būtina ir category lentelė, kurioje Prestashop saugojama kategorijų medžio informacija. Vykdomos SQL užklausos pavyzdys:

```
SELECT * FROM category_product as ct_pr, product_lang as pr_ln, category as ct, image as img WHERE ct.id_parent = 3 AND ct_pr.id_category = ct.id_category AND ct_pr.id_product <> 1 AND ct_pr.id_product = pr_ln.id_product AND pr_ln.id_lang = 2 AND ct_pr.id_product = img.id_product AND img.cover = 1 ORDER BY RAND() LIMIT 5;
```



22 pav. Dukterinių kategorijų prekių pateikimo duomenų bazės lentelės

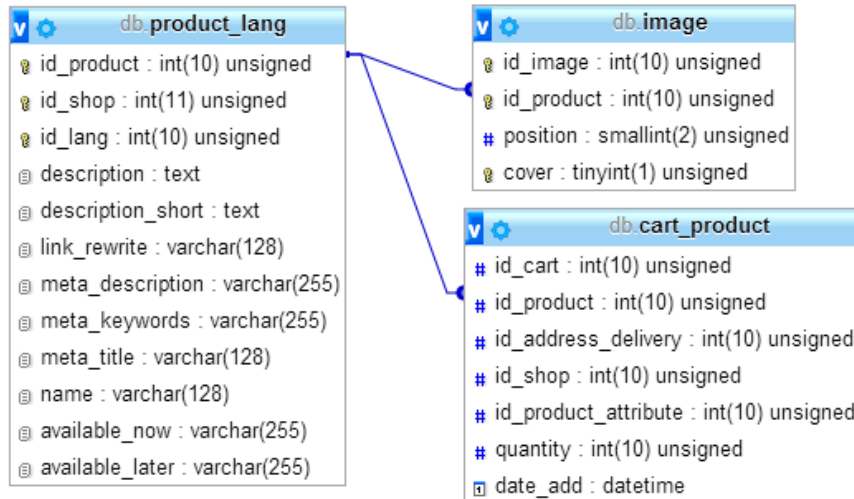


23 pav. Prekių, kurias kartu pirko kiti vartotojai, pateikimo algoritmo diagrama

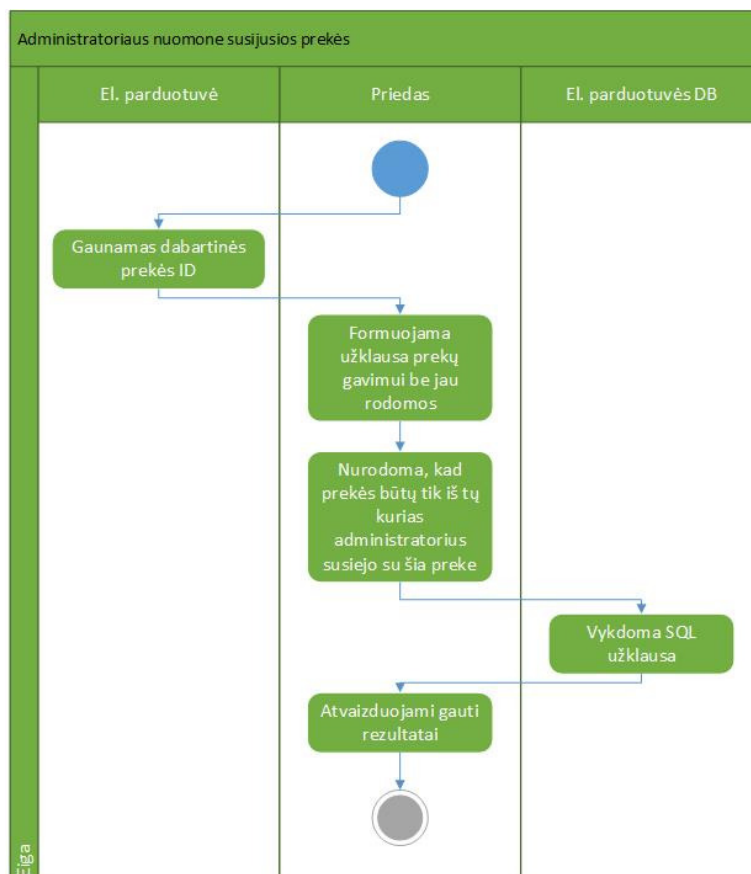
Atrenkant prekes pagal tai ką kiti vartotojai pirko to pačio užsakymo metu visiškai nereikalinga informacija apie prekių kategorijas ir prekes jose. Duomenys apie tai kokias prekes atrinkti imami iš lentelės cart\_product, kurioje Prestashop saugo duomenis apie tai kokios prekės yra saugomos kokiame prekių krepšelyje.

Šio metodo atveju gaunant prekes yra naudojamas ryšys, siejantis cart\_product lentelę su ja pačia per lauką id\_cart, taip ne visų konkrečiame krepšelyje pirktų prekių, o tik tų, kurios buvo pirktos kartu su mūsų stebima. Vykdomos SQL užklausos pavyzdys:

```
SELECT * FROM cart_product as a LEFT JOIN cart_product as b ON a.id_cart = b.id_cart AND a.id_product <> b.id_product LEFT JOIN product_lang as c ON b.id_product = c.id_product AND c.id_lang = 2 LEFT JOIN image as img ON c.id_product = img.id_product AND img.cover = 1 WHERE a.id_product = 1 GROUP BY b.id_product ORDER BY COUNT(b.id_product) desc LIMIT 5;
```



24 pav. Prekių, kurias kartu pirko kiti vartotojai, pateikimo duomenų bazės lentelės

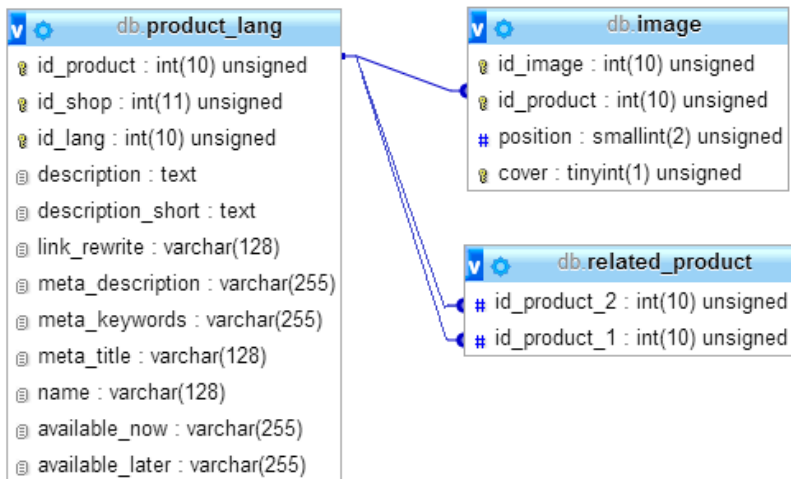


25 pav. Administratoriaus nuomone susijusių prekių pateikimo algoritmo diagrama

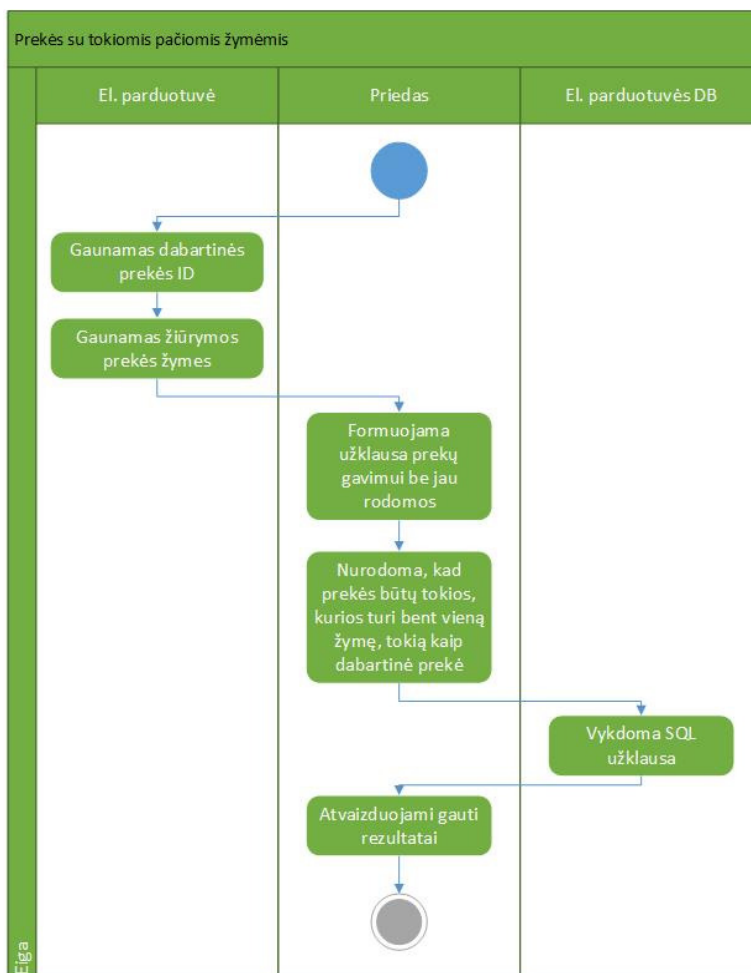
Rankinio prekių susiejimo Prestashop sistemoje nėra, tad tam reikalinga papildoma duomenų bazės lentelė, kurioje būtų saugomi įrašai apie tai kokia prekė yra susijusi su kokia – lentelė related\_product. Kadangi kiekvieną kartą nėra aiškiai žinoma ar peržiūrima prekė yra id\_product\_1 ar

id\_product\_2, atrenkami bent vieną iš šių variantų tenkinantys ryšiai. Vykdomos SQL užklausos pavyzdys:

```
SELECT * FROM product_lang as a LEFT JOIN related_product as b ON (a.id_product = b.id_product_1 AND b.id_product_2 = 1) OR (a.id_product = b.id_product_2 AND b.id_product_1 = 1) LEFT JOIN image as img ON a.id_product = img.id_product AND img.cover = 1 WHERE b.id_product_1 IS NOT NULL AND b.id_product_2 IS NOT NULL AND a.id_lang = 2 ORDER BY RAND() LIMIT 5;
```



26 pav. Administratoriaus nuomone susijusių prekių pateikimo algoritmo duomenų bazės lentelės



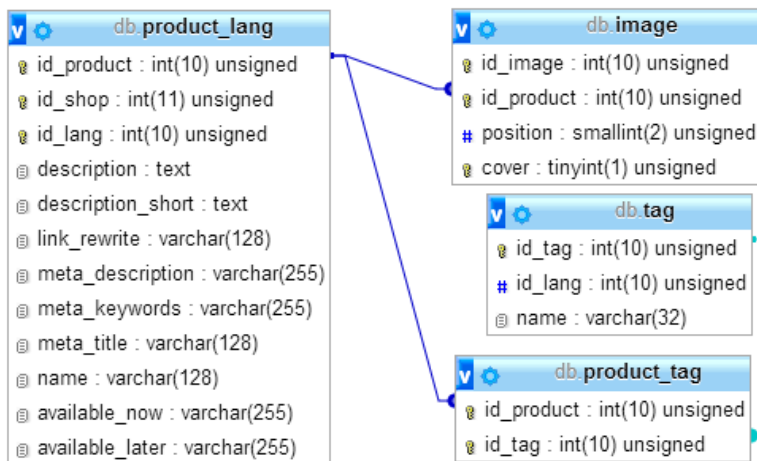
27 pav. Prekės su tokiais pačiomis žymėmis pateikimo algoritmo diagrama

Prestasop elektroninė parduotuvė leidžia aprašyti norimas žymes esamoms prekėms. Tad norint atrinkti prekes, kurios turi vienodas žymes, galima pasinaudoti tag ir product\_tag duomenų

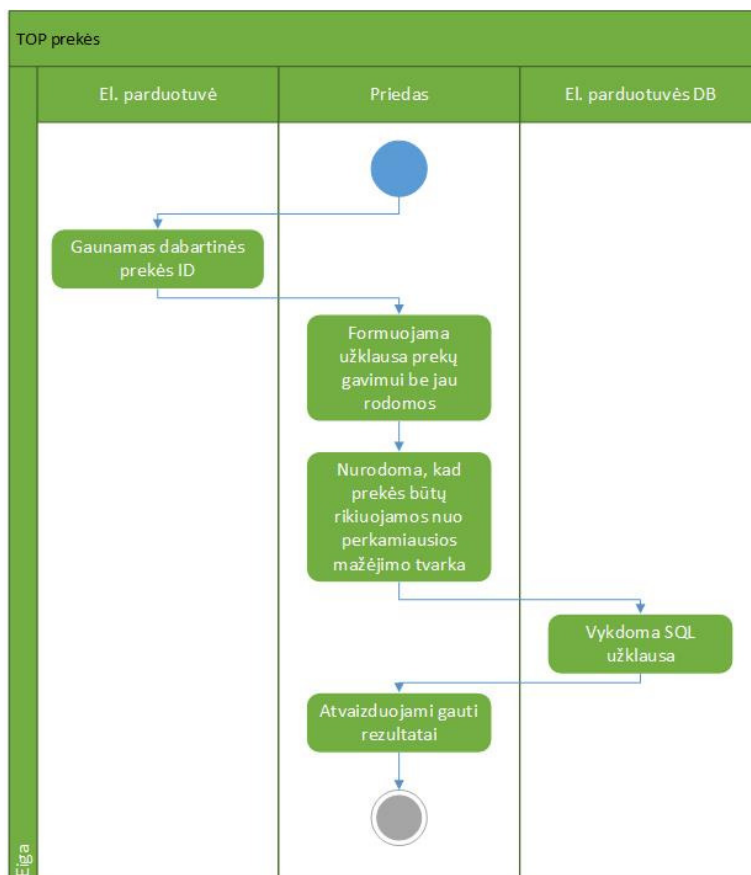


bazės lentelėmis. Lentelėje product\_tag saugomi duomenys kokias žymes kokios prekės turi, tačiau to nepakanka ir būtina tag lentelė, nes viena prekė gali turėti kelias žymes, todėl būtina žinoti tų žymių identifikatorius (id\_tag). Vykdomos SQL užklausos pavyzdys:

```
SELECT * FROM tag as tag LEFT JOIN product_tag as pr_tag ON tag.id_lang = 2
AND (tag.name = 'zymel' OR tag.name = 'zyme2') AND tag.id_tag =
pr_tag.id_tag AND pr_tag.id_product <> 1 AND pr_tag.id_product IS NOT NULL
LEFT JOIN product_lang as pr ON pr.id_lang = 2 LEFT JOIN image as img ON
pr_tag.id_product = img.id_product AND img.cover = 1 WHERE
pr_tag.id_product = pr.id_product GROUP BY pr.id_product ORDER BY
COUNT(pr.id_product) desc LIMIT 5;
```



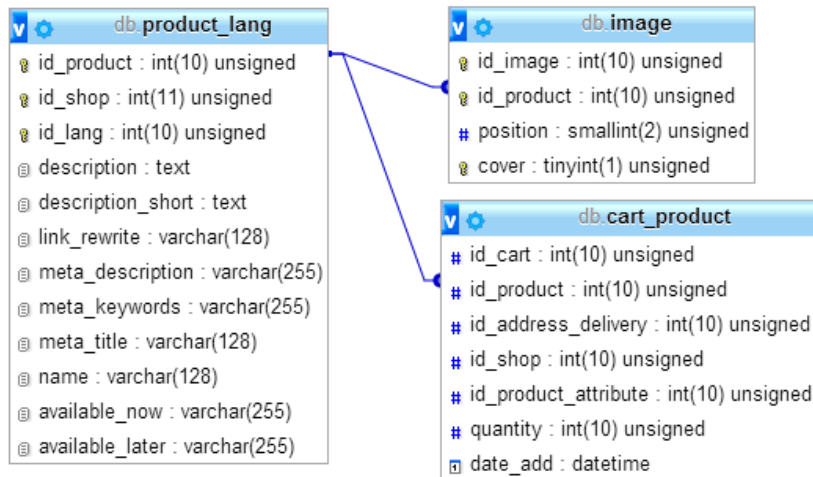
28 pav. Prekės su tokiomis pačiomis žymėmis pateikimo algoritmo duomenų bazės lentelės



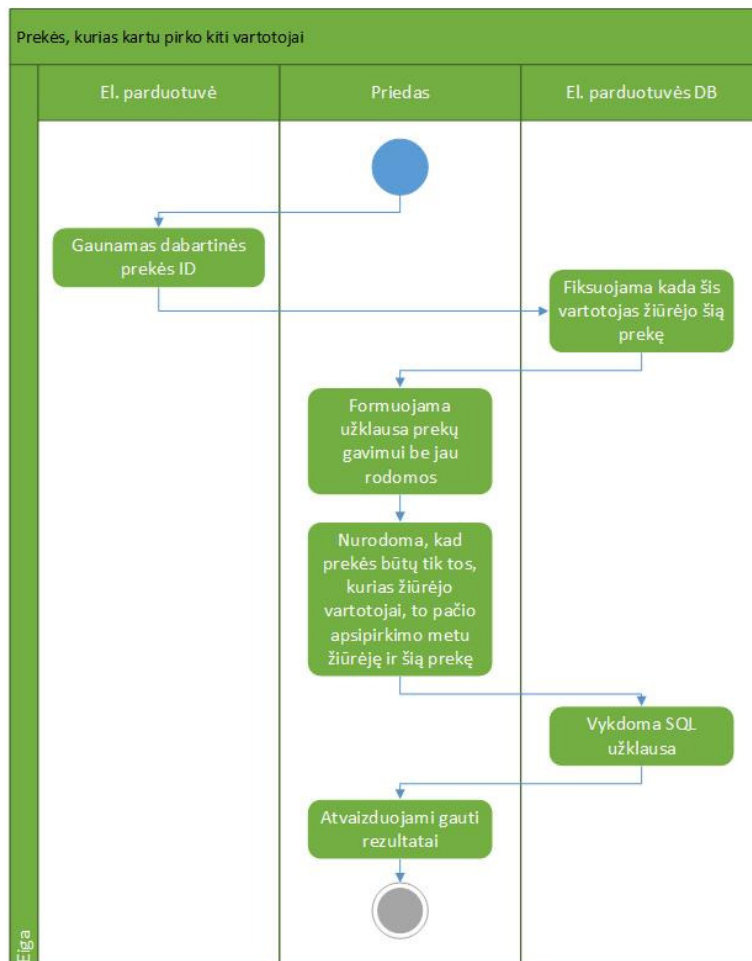
29 pav. TOP prekių pateikimo algoritmo diagrama

TOP prekių atrankai svarbu žinoti prekių krepšelių turinį, nes iš jo galima matyti, kurios prekės yra populiariausios pirkėjų tarpe, tad šio metodo atrankai yra naudojama Prestashop elektroninės parduotuvės naudojama lentelė cart\_product. Vykdomos SQL užklausos pavyzdys:

```
SELECT * FROM cart_product as b RIGHT JOIN product_lang as c ON
b.id_product = c.id_product AND c.id_lang = 2 AND b.id_product <> 1 LEFT
JOIN image as img ON c.id_product = img.id_product AND img.cover = 1 GROUP
BY b.id_product ORDER BY COUNT(b.id_product) desc LIMIT 5;
```



30 pav. TOP prekių pateikimo algoritmo duomenų bazės lentelės



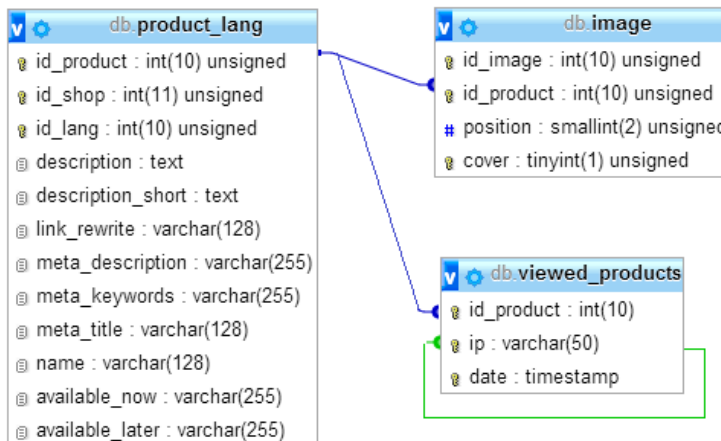
31 pav. Prekės, kurios neseniai žiūrėjo kiti vartotojai pateikimo algoritmo diagrama

Prekių atrankai pagal tai ką žiūrėjo kiti pirkėjai yra būtina papildomo duomenų bazių lentelė viewed\_products. Šioje lentelėje reikia kaupti duomenis apie tai kokias prekes, iš kokio IP adreso ir kada žiūrėjo vartotojai. Norint užtikrinti, kad bus gaunamos prekės, kurios buvo žiūrėtos kartu su tam tikra preke, būtinas ryšys tarp tos pačios lentelės viewed\_products to pačio lauko, taip sugeneruojant



sąrašą, ką dar be šios prekės žiūrėjo vartotojas iš to paties IP adreso. Vykdomos SQL užklauso pavyzdys:

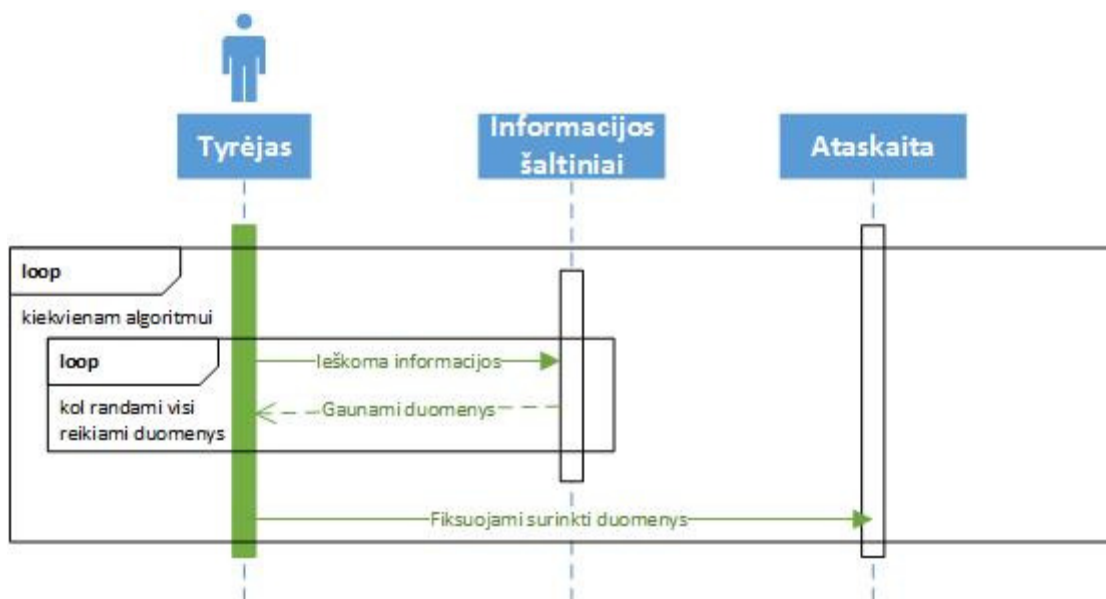
```
SELECT c.*, img.* FROM viewed_products as a LEFT JOIN viewed_products as b
ON a.ip = b.ip AND a.id_product <> b.id_product LEFT JOIN product_lang as c
ON b.id_product = c.id_product AND c.id_lang = 2 LEFT JOIN image as img ON
c.id_product = img.id_product AND img.cover = 1 WHERE a.id_product = 1
GROUP BY b.id_product ORDER BY COUNT(b.id_product) desc LIMIT 5;
```



32 pav. Prekės, kurios neseniai žiūrėjo kito vartotojai pateikimo duomenų bazės lentelės

### 2. 2. 3 Tyrimo eiga

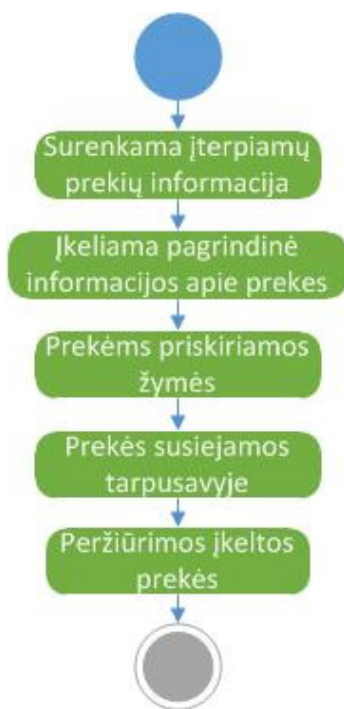
Tiriant faktines tiriamų algoritmų savybes informacijos ieškoma įvairiuose informacijos šaltiniuose (paieškos sistemose, oficialiose specifikacijose, net pagal tiriamą algoritmą sukurtuose prieduose, jų programiniame kode), o radus, fiksuojama ataskaitoje (žr. 33 pav.).



33 pav. Tyrimo vykdymo diagrama

Siekiant įvertinti administratoriaus sugaištamą laiką prekių aprašymui tyriamoje elektroninėje parduotuvėje, visų pirma yra surenkama visa informacija apie prekes (žr. 34 pav.). Tokiu būdu galima objektyviau įvertinti pačio prekių įvedimo, o ne informacijos paieškos apie prekę laiką. Kuomet jau turima visa reikiama informacija prekių aprašymui sistemoje, pradedamas tyrimas, kurio metu vertinama pagrindinės informacijos apie prekę įvedimo laikas ir duomenų kiekis duomenų bazėje, vertinama kiek laiko trunka ir kiek vietos duomenų bazėje užima atskirai žymių priskyrimas prekei bei susijusių prekių ryšių nurodymas, nagrinėjama koks yra kiekvieno iš turimų susijusių prekių atrankos

algoritmų greitis, vertinant kiek laiko trunka susijusių prekių atranka esamoje elektroninėje parduotuvėje (žr. 34 pav.).

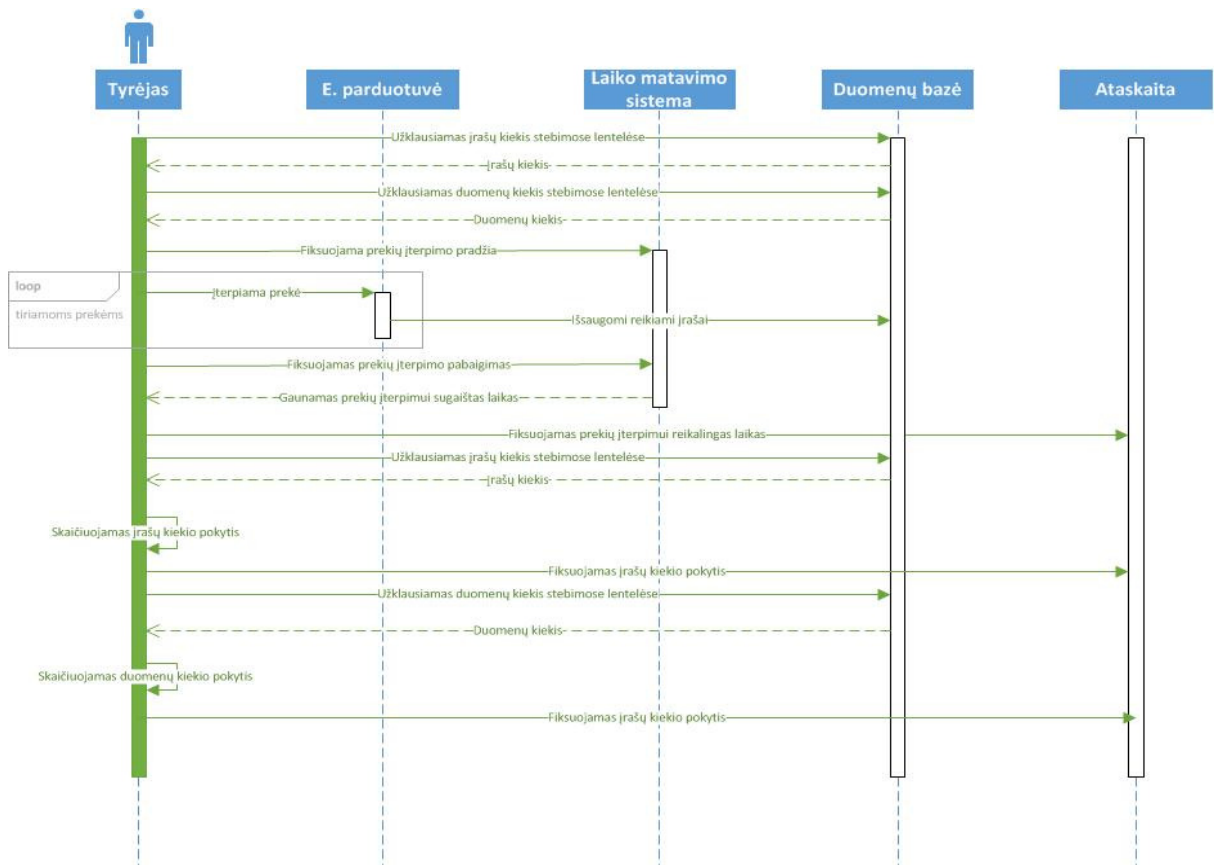


34 pav. Prekių įvedimas į sukurtas el. parduotuves.

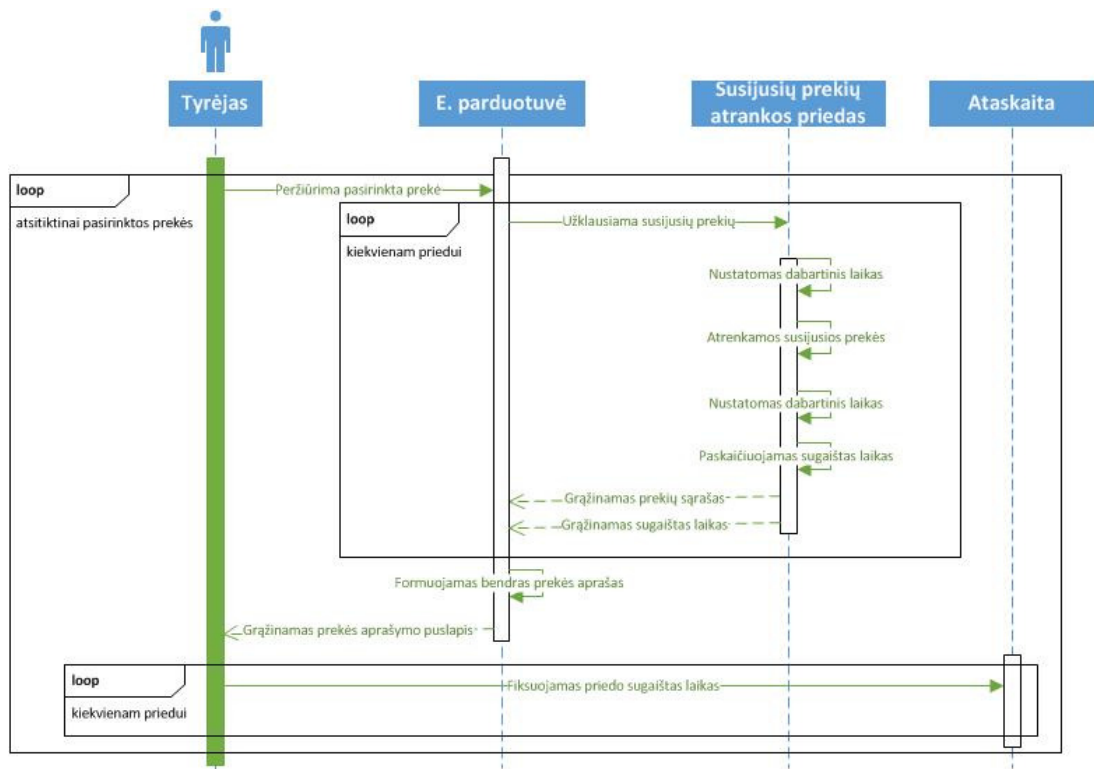
Prekių pagrindinės informacijos, žymių ir ryšius tarp prekių įterpimas į sistemą yra atliekamas aiškiai atskiriant šias veiklas laiko bėgyje. Tai leidžia įvertinti kiekvienos iš šių dalių administravimui reikalingą laiką ir duomenų kiekį duomenų bazėje. Tačiau veiksmas, tiriant šias savybes vyksta analogiškai (žr. 35 pav.):

1. nustatomas šiuo metu esamas duomenų ir įrašų kiekis duomenų bazėje;
2. pradedamas laiko matavimas;
3. suvedama visa prekių, jų žymių ar ryšių informacija sistemoje;
4. fiksuojama užduoties pabaiga ir taip gaunamas jos atlikimo laikas;
5. nustatomas šiuo metu esamas duomenų ir įrašų kiekis duomenų bazėje ir paskaičiuojama, kiek šios užduoties metu buvo įterpta įrašų ir kiek jie užima vietos duomenų bazėje;
6. visi duomenys užfiksuojami ataskaitoje tolesniai jų analizei.

Kuomet elektroninėje parduotuvėje jau yra įvesta informacija apie prekes, galima atlikti tyrimą, kurio metu vertinamas kiekvieno iš pasirinktų susijusių prekių atrankos algoritmų našumą (žr. 36 pav.). Siekiant objektyvumo, tyrimas kartojamas su keliomis atsitiktinai pasirinktomis prekėmis. Taip pat peržiūrint vieną prekę yra matuojamas visų naudojamų susijusių prekių atrankos priedai sugaištas laikas atskirai, bet to pačio puslapio užkrovimo metu, t.y. elektroninėje parduotuvėje yra įtraukti visi tiriami priedai susijusių prekių atrankai, todėl peržiūrint vieną prekę, užtikrinama, kad bus vienodos sąlygos visiems priedams.



35 pav. Prekių įvedimo į el. parduotuvės sistemą diagrama.

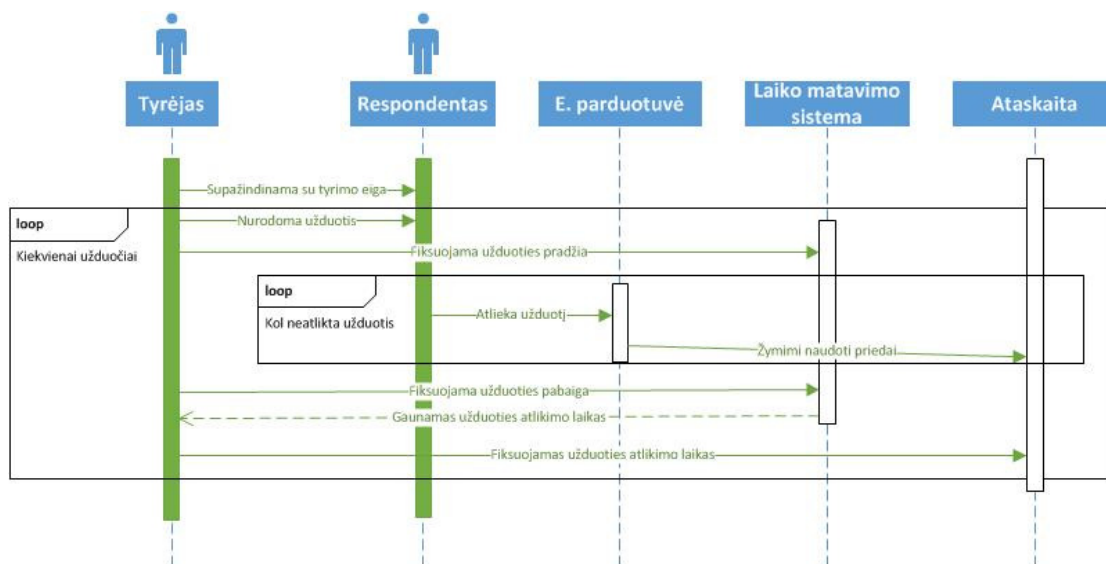


36 pav. Susijusių prekių priedų testavimas

Norint įvertinti tiriamų susijusių prekių atrankos algoritmų patrauklumą vartotojui, tyrime atliekamas eksperimentas su respondentų grupe (5 asmenys). Respondentai supažindinami su tyrimo eiga ir jiems pateikiamos užduotys, kurias jie turi atlikti su esama elektronine parduotuve. Užduotys duodamos nupirkti tam tikrą prekę ar pan., bet respondentai nežino, kad bus vertinama kokiais

susijusių prekių atrankos algoritmais jie naudojami. Naudotų priedų fiksacijai galimi 2 sprendimai: automatizuotai fiksuoti elektroninėje parduotuvėje vartotojų naudojamų priedų istoriją, tačiau tai papildomai apkrautų esamą elektroninę parduotuvę, kad gali įtakoti vartotojo nuomonę ir veiksmus sistemoje; vartotojo kompiuteryje stebėti, filmuoti ar kitaip fiksuoti respondento atliekamus veiksmus, kas vartotojo veiksmams elektroninėje parduotuvėje neturėtų didesnės įtakos.

Šio tyrimo metu fiksuojamas laikas atliekant užduotis ir žymimi užduotis atlikti naudoti priedai. Iš šių duomenų suformuota ataskaita apie tiriamų priedų našumą ir tikslingumą (žr. 37 pav.).



37 pav. Respondentams pateiktų užduočių vykdymo diagrama.

#### 2. 2. 4 Tyrimos sąlygos

Atliekant tyrimą, kiekviena veikla kartojama po kelis kartus, keičiant jos vertinimo sąlygas ar įtakančias savybes. Kokios savybės keičiamos šio tyrimo metu ir kokios sąlygos naudotos tyrimui, nurodyta 3 lentelėje.

3 lentelė. Tyrimo vertinimo sąlygos ir įtakančios savybės

Faktorius	Keičiama savybė	Pokyčio poreikis	Naudojamos sąlygos, reikšmės
Apžvalginės metodų savybės, įtakančios algoritmo pasirinkimą	Susijusių prekių atrankos metodai	Siekiami įvertinti kaip šios savybės kinta skirtinguose metoduose, o tai leistų pasirinkti labiausiai tinkantį metodą.	Atranka pagal prekių grupes
			TOP produktai
			Prekių reitingavimas
			Ką tame pačiame užsakyme pirko kiti
			Rekomenduotinos prekės
Apžvalginės metodų savybės, įtakančios jų realizavimą esamoje elektroninėje parduotuvėje	Susijusių prekių atrankos metodai	Siekiami įvertinti kaip šios savybės kinta skirtinguose metoduose, o tai leistų pasirinkti labiausiai tinkantį metodą.	Atranka pagal prekių grupes
			TOP produktai
			Prekių reitingavimas
			Ką tame pačiame užsakyme pirko kiti
			Rekomenduotinos prekės
Prekių aprašų administravimui sugaišamas laikas	Skirtingas prekių kiekis	Vartotoją gali įtakoti elektroninės parduotuvės specifika, tad pravartu fiksuoti kelias būsenas ir taip įvertinti ar greitis kinta ar ne.	10 prekių
			20 prekių
			30 prekių
Prekių aprašų saugojimo apkrova duomenų bazėje	Skirtingas prekių kiekis	Skirtingas duomenų apie prekių aprašus dydis, parodo kaip į tai reaguoja duomenų bazė laiko atžvilgiu.	10 prekių
			20 prekių
			30 prekių

Susijusių prekių atrankos metodų našumas	Skirtingi priedai	Siekama įvertinti, kuris metodas sugeba pateikti prekes greičiausiai.	Atsitiktinės prekės			
			Tos pačios kategorijos prekės			
			Dukterinių kategorijų prekės			
			Prekės, kurias kartu pirkto kiti vartotojai			
			Administratoriaus nuomone susijusios prekės			
			Prekės su tokiais pačiomis žymėmis			
			Perkamiausios prekės			
			Ką neseniai žiūrėjo kiti vartotojai			
Respondentų veiksmai elektroninėje parduotuvėje	Paskirtos užduotys	Duota užduotis gali įtakoti klientų elgseną, o norima kuo įvairesnių elgsenų platesniam duomenų surinkimui.	Laisvas naršymas be tikslo			
			Nupirkti moksleiviui planšetinį kompiuterį			
			Nupirkti 3 norimas prekes			
			Nusipirkti norimas prekes už bendrą 2000Lt sumą			
	Skirtingi priedai	Priedų naudojimas gali įtakoti respondento veiksmus sistemoje.	Atsitiktinės prekės			
			Tos pačios kategorijos prekės			
			Dukterinių kategorijų prekės			
			Prekės, kurias kartu pirkto kiti vartotojai			
			Administratoriaus nuomone susijusios prekės			
			Prekės su tokiais pačiomis žymėmis			
			Perkamiausios prekės			
			Ką neseniai žiūrėjo kiti vartotojai			
			Susijusių prekių atrankos priedų naudojimas	Paskirtos užduotys	Duota užduotis gali įtakoti klientų elgseną, o norima kuo įvairesnių elgsenų platesniam duomenų surinkimui.	Laisvas naršymas be tikslo
						Nupirkti moksleiviui planšetinį kompiuterį
Nupirkti 3 norimas prekes						
Nusipirkti norimas prekes už bendrą 2000Lt sumą						
Skirtingi priedai	Priedų naudojimas gali įtakoti respondento veiksmus sistemoje.	Atsitiktinės prekės				
		Tos pačios kategorijos prekės				
		Dukterinių kategorijų prekės				
		Prekės, kurias kartu pirkto kiti vartotojai				
		Administratoriaus nuomone susijusios prekės				
		Prekės su tokiais pačiomis žymėmis				
Perkamiausios prekės						
Ką neseniai žiūrėjo kiti vartotojai						
Respondentų nuomonė apie priedo naudą	Skirtingi priedai	Siekama įvertinti, kuris priedas pagal respondentus jiems pasirodė naudingiausias vykdant paskirtas užduotis.	Atsitiktinės prekės			
			Tos pačios kategorijos prekės			
			Dukterinių kategorijų prekės			
			Prekės, kurias kartu pirkto kiti vartotojai			
			Administratoriaus nuomone susijusios prekės			
			Prekės su tokiais pačiomis žymėmis			
			Perkamiausios prekės			
			Ką neseniai žiūrėjo kiti vartotojai			

## 2.3 Tyrimo rezultatai

### 2.3.1 Faktinių metodų savybių apžvalga

Tyrimė iširta ar tiriami algoritmai turi modifikacijų, atsižvelgia į lankytojo veiksmus ir ar reikalingas administratoriaus įsikišimas norint, kad algoritmas veiktų tinkamai. Atliekant tyrimą, išsiaiškinta, kad daugelis algoritmų turi po vieną ar kelias modifikacijas. Taip pat išaiškėjo, kad tik keli algoritmai atsižvelgia į lankytojo veiksmus, kas yra labai aktualu naujo algoritmo kūrime. Kokios savybės turi tirti algoritmai, pateikta 4 lentelėje.

4 lentelė. Algoritmų palyginimas

Algoritmo pobūdis / savybės	Ar algoritmas turi modifikacijų	Ar algoritmas atsižvelgia į lankytojų veiksmus	Ar algoritmo veikimui reikalingas administratoriaus įsikišimas
Atranka pagal prekių grupes	Taip	Ne	Ne
TOP produktai	Taip	Taip	Taip
Prekių reitingavimas	Taip	Ne	Taip
Ką tame pačiame užsakyme pirkto kiti	Taip	Taip	Ne
Rekomenduotinos prekės	Ne	Ne	Taip
Prekės pagal prekinį ženklą	Ne	Ne	Ne
Perkamiausios prekės	Taip	Taip	Ne
Prekės, kurias neseniai žiūrėjo kiti	Taip	Taip	Ne

Tyrimo metu buvo nustatyta, kad tiriamiems metodams nereikalingi sesijos kintamieji ir slapukai (cookies). Tai parodo, kad tiriami algoritmai neturi įtakos serverio darbui ir vartotojo kompiuteriui. Duomenų bazės įrašų analizė parodė, kad priklausomai nuo algoritmo pobūžio kinta ir saugoma informacija duomenų bazėje. Kaip keičiasi saugomi duomenys duomenų bazėje pateikta 5 lentelėje.

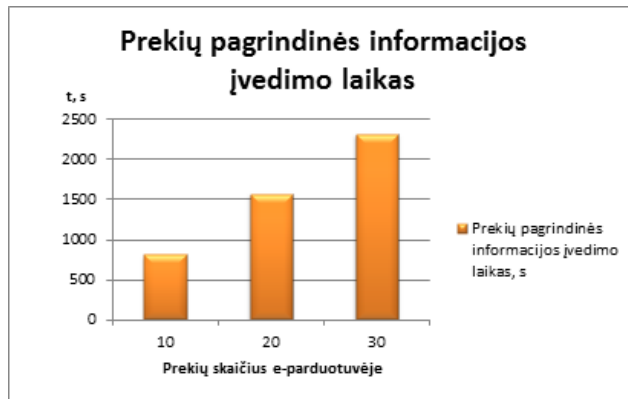
5 lentelė. Algoritmų palyginimas pagal jiems reikalingus duomenis

Algoritmo pobūdis / savybės	Sesijos kintamieji	Slapukai (Cookies)	Duomenų bazės įrašai apie			
			Prekių aprašus	Kategorijų informaciją	Užsakymų duomenis	Kiti duomenys
Atranka pagal prekių grupes	Ne	Ne	Taip	Taip	Ne	Ne
TOP produktai	Ne	Ne	Taip	Ne	Taip/Ne	Taip/Ne
Prekių reitingavimas	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne	Taip
Ką tame pačiame užsakyme pirkto kiti	Ne	Ne	Taip	Ne	Taip	Ne
Rekomenduotinos prekės	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne	Taip
Prekės pagal prekinį ženklą	Ne	Ne	Taip	Taip	Ne	Ne
Perkamiausios prekės	Ne	Ne	Taip	Ne	Ne	Ne
Prekės, kurias neseniai žiūrėjo kiti	Taip	Ne	Taip	Ne	Ne	Ne

Aprašymas Taip/Ne reiškia, kad galimi abu variantai ir tai labiau priklauso nuo konkrečios situacijos ir nuo konkretaus metodo kūrėjo, programuotojo.

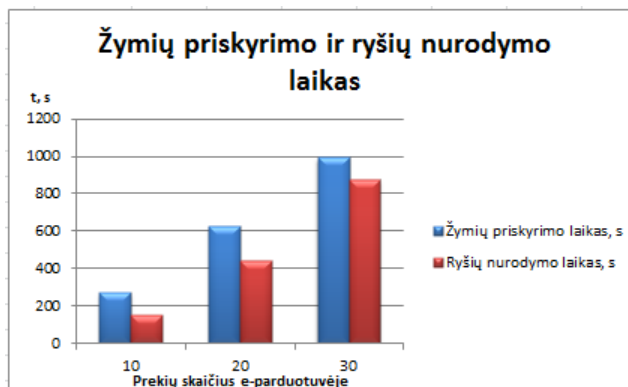
### 2.3.2 Eksperimentinė metodų apkrovos sistemai analizė

Žemiau esančioje diagramoje pateiki prekių pagrindinės informacijos įvedimo laikai skirtingo prekių skaičiaus el. parduotuvėse. Įvesdamas vienos prekės pagrindinę informaciją administratorius vidutiniškai sugaišta apie 77 sekundes.



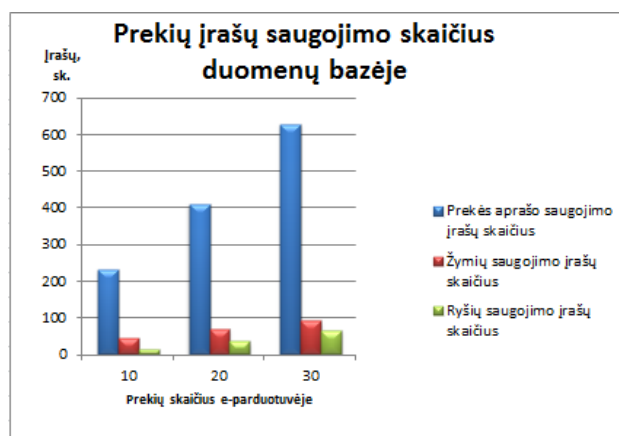
38 pav. Prekių pagrindinės informacijos įvedimo laikas

Išanalizavus kiek laiko sugaištama pildant žymių ir ryšių tarp prekių informaciją (žr. 39 pav.) paaiškėjo, kad tiek ryšių priskyrimo, tiek ryšių nurodymo laikai didėjant prekių skaičiui el. parduotuvėje auga beveik proporcingai. Administratorius daugiau laiko sugaišta priskirindamas žymes (tags). Vidutinis vienos prekės žymių priskyrimo ir ryšių nurodymo laikas apie 62 sekundes, priklausomai nuo prekės.

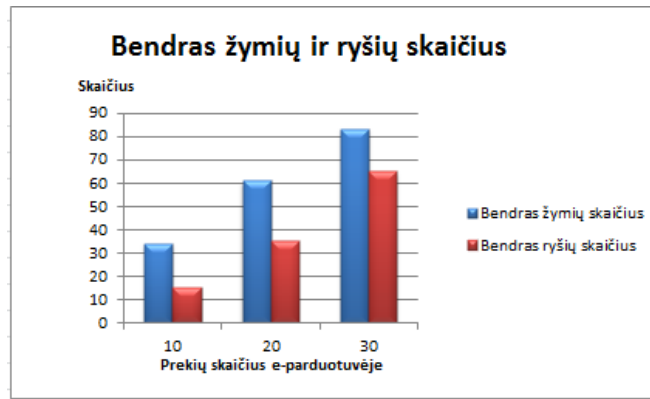


39 pav. Žymių priskyrimo ir ryšių nurodymo laikas

Analizuojant duomenų bazėje užimamą atminties kiekį ir įrašų skaičių (žr. 40, 41 pav.) pastebėta, kad didžiąją dalį įrašų sudaro prekės aprašai. Daugiausiai duomenų naudoja algoritmas pagal peržiūras ir pagal krepšelius, nes šių algoritmų duomenų kiekis nuolat auga, vartotojams atliekant veiksmus el. parduotuvėje.

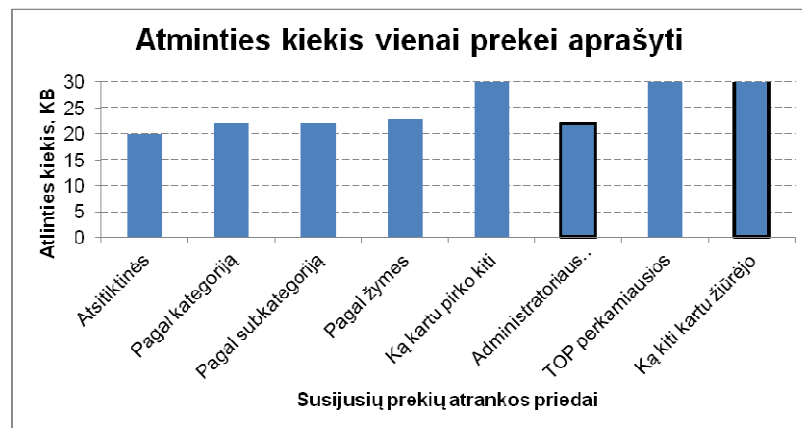


40 pav. Prekių įrašų saugojimo skaičius duomenų bazėje



41 pav. Bendras žymių ir ryšių skaičius

Įvertinus kiek įterpiant prekes atsiranda papildomų duomenų atitinkamose duomenų bazės lentelėse pastebėta, kad daugelio priedų atveju daugiausiai duomenų tenka analizuoti iš bendro prekės aprašymo sistemoje, nes kategorijų, žymių ir prekių susiejimo duomenys yra labai nedideli ir sudaro tik apie 10% nuo bendro prekės aprašymo (žr. 42 pav.).



42 pav. Vidutinis atminties kiekis, reikalingas aprašyti vienai prekei elektroninėje parduotuvėje, kad vėliau būtų galima atrinkti prekes pagal tam tikrą algoritmą realizuotame priede

Taip pat 42 paveikslėlyje aiškiai matyti 3 priedai (Ką kartu pirko kiti, TOP perkamiausios ir Ką kartu žiūrėjo kiti), kurių realizavimui reikalingas duomenų kiekis viršija 30 KB. Iš tiesų šių algoritmų realizacijai naudojamas duomenų kiekis duomenų bazėje negali būti tiksliai nustatomas, nes jis priklauso ne nuo pačios prekės, o nuo to kiek sistemoje buvo apsipirkimų ir prekių peržiūrų, todėl norėta pavaizduoti, kad šių trijų algoritmų veikimui naudojami duomenys gali labai išaugti, jei bus kaupiama visa informacija ir nešalinami seni įrašai apie prieš kelis metus vykusius užsakymus ir prekių peržiūras.

Taip pat 42 paveikslėlyje storesne linija apvesti tie rezultatai, kurie naudoja papildomas, ne standartiniame Prestashop pakete esančias duomenų bazės lenteles. Atsižvelgus į jų naudojamų duomenų kiekį sistemoje pastebima, kad Administratoriaus susietos prekės didelės įtakos bendrai duomenų bazės apkrovai neturėtų turėti, tuo tarpu naudojant priedą susijusių prekių atrankai pagal tai kokias prekes kartu žiūrėjo kiti vartotojai, reikėtų būti labai atsargiems ir nuolat prižiūrėti duomenų bazėje esančius duomenis, nes jie gali išaugti itin greitai ir sulėtinti visą sistemą.

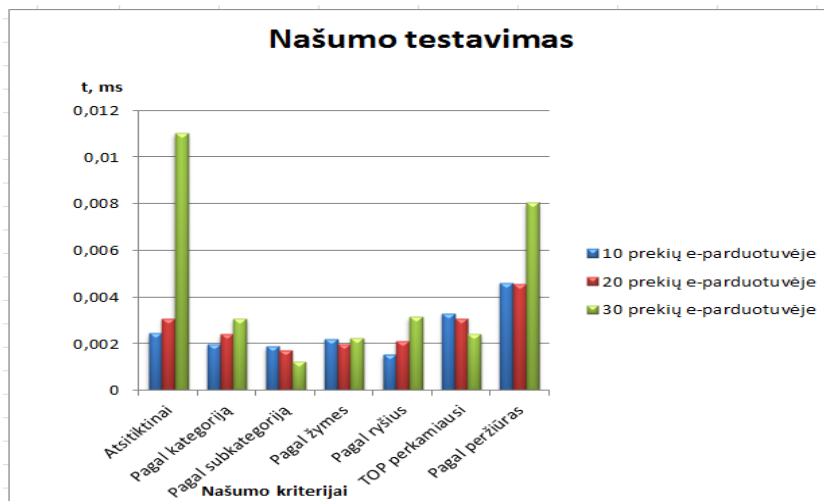
### 2. 3. 3 Priedų našumo testavimas

Atlikus priedų našumo testavimą nustatyta, kad lėčiausiai veikia atrankos algoritmas pateikiantis atsitiktines prekes ir prekes pagal peržiūras. Nors atrodytų, kad paprasčiausias algoritmas



(atsitiktinių prekių) turėtų būti greičiausias, bet yra priešingai. Tai yra dėl to, kad kaskart pateikdamas prekes algoritmas turi visus įrašus iš duomenų bazės surikiuoti atsitiktine tvarka. Prekių pagal peržiūros algoritmas taip pat turi pereiti per daug įrašų iš duomenų bazės. Pavyzdžiui pagal kategoriją ir subkategoriją prekių pateikimo laikas nepriklauso nuo prekių kiekio parduotuvėje, tad gavosi taip prekės buvo greičiau pateiktos parduotuvėje su didesniu prekių skaičiumi.

Kaip matyti iš našumo testavimo, kuo daugiau prekių e-parduotuvėje, tuo ilgiau užtrunka susijusių prekių užkrovimas. Galime daryti išvadą, kad prekių skaičius el. parduotuvėje našumui turi įtakos, bet ji labai maža. Taip nutiko dėl to, kad integruoti algoritmai nieko neskaičiuoja, o tik atvaizduoja duomenis iš duomenų bazės.

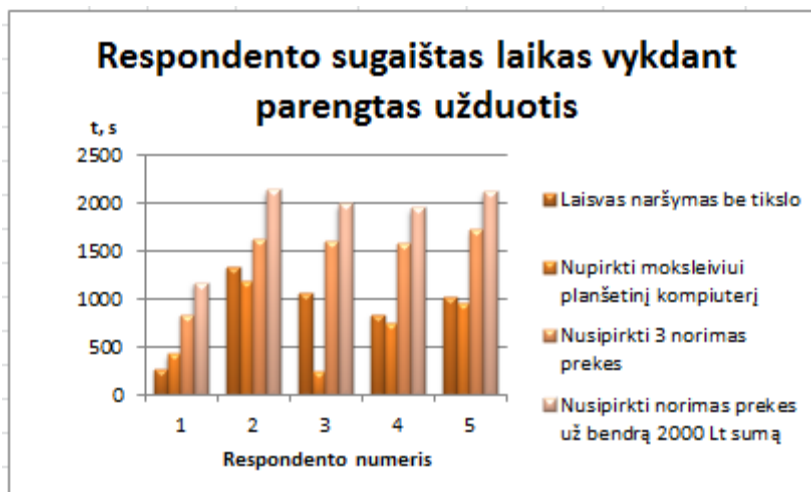


43 pav. Našumo testavimas

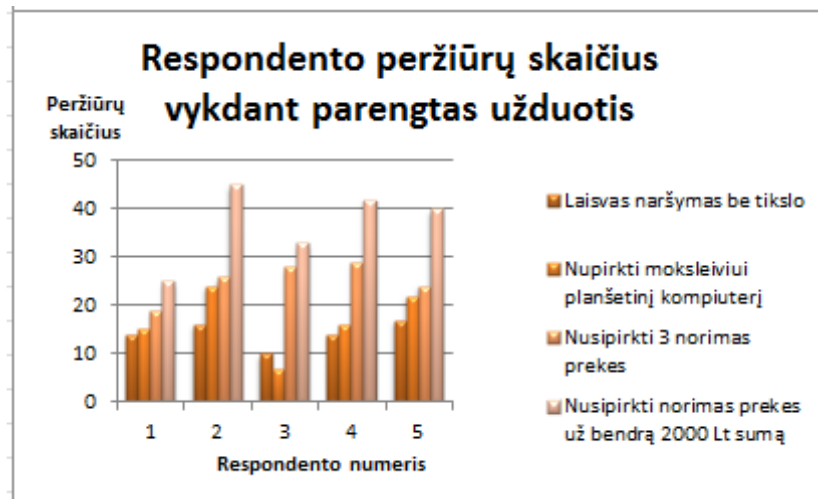
#### 2. 3. 4 Eksperimentinė metodų naudojimo apžvalga

Atliekant tyrimą nustatyta, kad ilgiausiai užtrukta ir daugiausiai peržiūrų padaryta norint nusipirkti prekes už bendrą 2000 Lt sumą. Tai yra todėl, kad vartotojui reikėjo atsižvelgti į paskirtą pinigų sumą.

Respondentų padarytas peržiūrų skaičius dalinai proporcingas sugaištam laikui. Tarkim, vartotojas sąlyginai mažai sugaišo laiko atlikdamas pirmąjį užduotį, tai didelėme tikimybė, kad jis sugaišo mažiau laiko atlikdamas ir kitas užduotis.

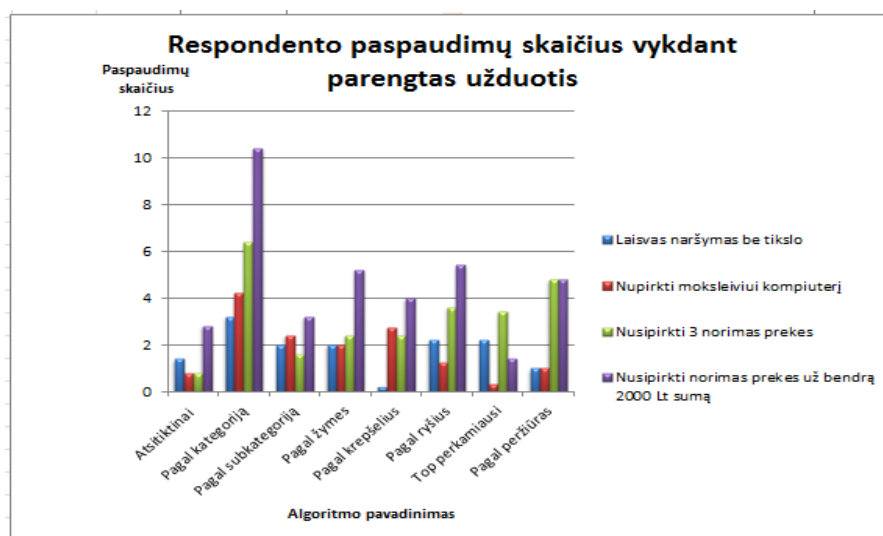


44 pav. Respondento sugaištas laikas vykdant parengtas užduotis



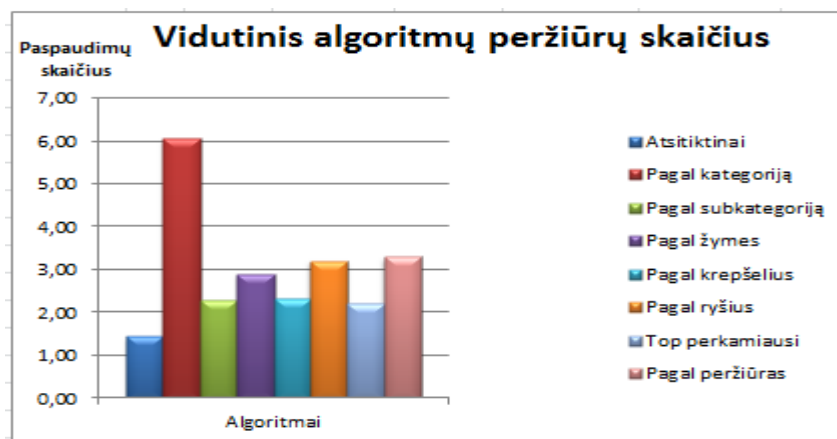
45 pav. Respondento peržiūrų skaičius vykdant parengtas užduotis

Susijusių prekių atrankos algoritmų naudojimo rezultatai pateikti 46-48 pav. ir 6 lentelėje.



46 pav. Respondento paspaudimų skaičius vykdant parengtas užduotis

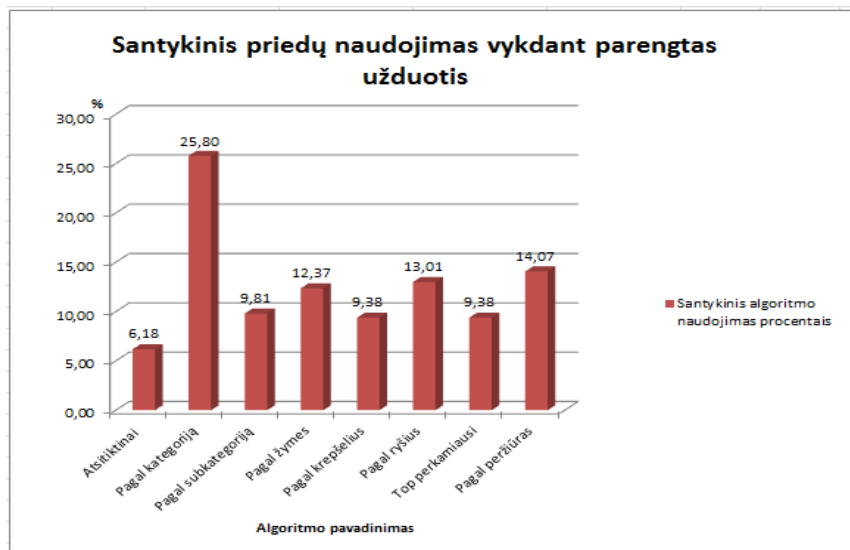
Iš pateiktų diagramų matome, kad respondentai prekes daugiausiai rinkosi pagal kategorijas. Tai galima paaiškinti tuo, kad trys iš keturių pateiktų užduočių turėjo aiškų tikslą. Kad respondentai prekes renka pagal kategorijos akivaizdžiai parodo vidutinio algoritmų peržiūrų skaičiaus ir santykinio prekių naudojimo diagramos. Daugiausiai paspaudimų atlikta, kai respondentas turėjo nusipirkti norimas prekes už bendrą 2000 Lt sumą.



47 pav. Vidutinis algoritmo paspaudimų skaičius vykdant parengtas užduotis

Mažiausiai peržiūrų buvo atlikta taikant „Atsitiktinį“ ir „Pagal subkategorijas“ susijusių prekių atrankos algoritmus. Tai vėl galima paaiškinti tuo, kad respondentai turėjo pateiktas aiškias užduotis ir atsitiktinė peržiūra tam netiko.

Santykinė priedų naudojimo vykdant užduotis diagrama parodė (žr. 48) parodė, kad pats populiariausias priedas tarp respondentų buvo pagal kategorijas, kuris sudarė 25,8 % visų respondentų paspaudimų. Mažiausiai naudojamas buvo algoritmas, kuris prekes parenka atsitiktinai. Jo paspaudimų skaičius sudarė 6,18 % visų respondentų paspaudimų.



48 pav. Santykinis priedų naudojimas vykdant parengtas užduotis

Vykdam užduotis, daugiausiai prekes respondentai pradėdavo rinktis pagal (t.y. pirmos peržiūros vykdavo) pagal kategorijas (žr. 6 lentelė.)

6 lentelė. Susijusių prekių atrankos algoritmų naudojimo eiliškumo rezultatai

Užduoties tipas	Prekių peržiūros eiga pagal nuorodas									
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Laisvas naršymas be tikslo	D	D	A	B	A	F	A	F	D	G
	B	B	B	C	G	F	G	D	C	B
	A	A	B	A	F	A	A	B	A	A
	B	B	C	C	C	I	G	I	C	D
	A	B	C	B	B	F	G	F	F	B
Nupirkti moksleiviui planšetinį kompiuterį	D	D	C	F	D	G	E	D	F	C
	B	A	B	C	C	B	E	E	E	B
	B	B	C	D	B	B	C	x	x	x
	A	B	E	B	B	A	I	I	I	D
	B	B	C	D	C	G	G	G	B	G
Nusipirkti 3 norimas prekes	B	B	B	F	B	D	I	D	E	I
	F	E	E	B	D	B	B	G	F	E
	B	B	C	F	E	F	G	G	A	I
	F	G	B	I	I	I	B	B	D	B
	B	C	C	B	F	I	D	C	B	B
Nusipirkti norimas prekes už bendrą 2000 Lt sumą	A	B	B	D	D	F	D	F	D	D
	B	B	C	D	E	F	E	D	B	B
	B	A	A	C	F	B	A	C	A	F
	I	B	D	D	B	B	F	F	I	I
	B	A	B	B	B	B	F	I	F	F

\*-Atsitiktinai (A), pagal kategoriją (B), pagal subkategoriją (C), pagal žymes (D), pagal krepšelius (E), pagal ryšius (F), TOP perkamiausi (G), pagal peržiūras (I)

## 2. 4 Skyriaus išvados

Tyrimui buvo pasirinkta PrestaShop elektroninė parduotuvė. Ši sistema buvo pasirinkta dėl paprasto kodo keitimo, modulių kūrimo ir įdiegimo į sistemą galimybių, kas buvo svarbu norint atlikti tyrimą.

Tyrimo metu buvo ištyrta pagrindinė informacija apie prekę įvedimo laiką ir duomenų kiekį duomenų bazėje, vertinama kiek laiko trunka ir kiek vietos duomenų bazėje užima atskirai žymių priskyrimas prekei bei susijusių prekių ryšių nurodymas, nagrinėjama koks yra kiekvieno iš turimų susijusių prekių atrankos algoritmo greitis, vertinant kiek laiko trunka susijusių prekių atranka esamoje elektroninėje parduotuvėje.

Taip pat išaiškėjo, kad tik keli algoritmai atšvelgia į lankytojo veiksmus, kas yra labai aktualu naujo algoritmo kūrimo metu. Atlikus priedų našumo testavimą nustatyta, kad lėčiausiai veikia atrankos algoritmas pateikiantis atsitiktines prekes ir prekes pagal peržiūras. Nors atrodytų, kad paprasčiausias algoritmas (atsitiktinių prekių) turėtų būti greičiausias, bet yra priešingai. Tai yra dėl to, kad kaskart pateikdamas prekes algoritmas turi visus įrašus iš duomenų bazės surikiuoti atsitiktine tvarka.

### 3. KOMBINUOTA SUSIJUSIŲ PREKIŲ ATRANKA

#### 3.1 Idėjos naujo susijusių prekių atrankos algoritmo kūrimui

Atlikus pasirinktų susijusių prekių atrankos metodų tyrimą pastebėta, kad resursų naudojimo atžvilgiu optimaliausi metodai yra prekės iš tos pačios ar dukterinės kategorijų bei prekės, kurias kartu su šia preke pirko kiti elektroninės parduotuvės vartotojai. Visi šie metodai nenaudoja papildomų duomenų, o tik tuos, kurie ir taip yra saugomi elektroninėje parduotuvėje.

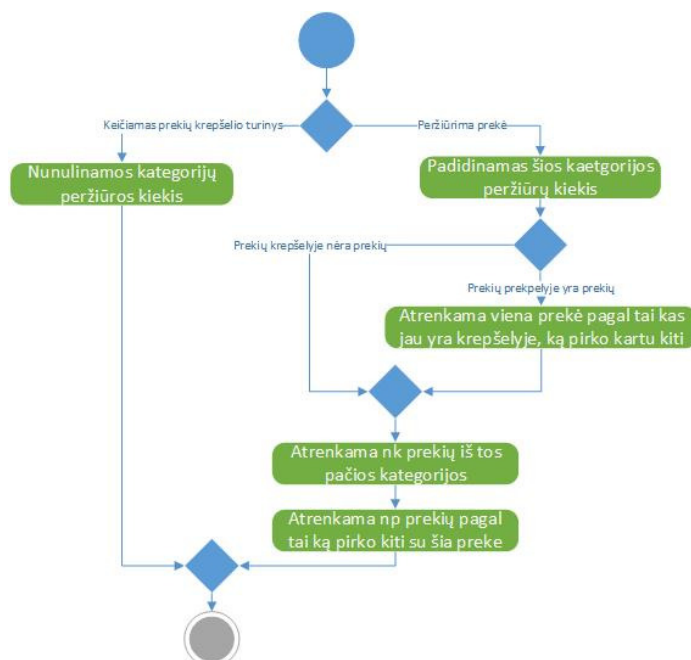
Prekių iš tos pačios ar dukterinės kategorijos atrankos laikas priklauso nuo to kiek sistemoje yra prekių, tuo tarpu tame pačiame krepšelyje pirktų prekių atrankos laikas labiau priklauso nuo užsakymų kiekio sistemoje. Nors šių metodų našumo savybių priklausomybė nustatyta, tačiau ji nėra tiesinė ir labai priklauso nuo konkrečios situacijos, nes priklausomai nuo prekių kategorijų medžio struktūros ir vartotojų užsakymų skirtumų duomenų bazės indeksai gali labai skirtis. Todėl vieno iš šių algoritmų pasirinkimas gali skirtis ne tik skirtingose elektroninėje parduotuvėje, bet ir toje pačioje elektroninėje parduotuvėje skirtingais laiko tarpais.

Vertinant respondentų veiksmus naudojant tirtus priedus pastebėta, kad šie du metodai taip pat yra vieni iš populiariausių. Taip pat pastebima tendencija, kad vartotojai elektroninės parduotuvės naršymo pradžioje labiau linkę naudoti susijusių prekių iš tos pačios kategorijos naudojimą, tuo tarpu tęsiant apsipirkimą, dažniausiai tada, kai jau kelios prekės yra įdėtos į jų krepšelį, vartotojai pradeda intensyviau rinktis susijusias prekes, kurios atrinktos pagal tai, ką kiti vartotojai pirko kartu, su šia preke.

Įvertinus tokį vartotojų elgesį elektroninėje parduotuvėje ir tirtų priedų resursų naudojimą, siūloma apjungti šiuos du metodus, atsižvelgiant į tai, kaip tuo metu elgiasi vartotojas, kokioje apsipirkimo stadijoje jis yra.

#### 3.2 Kombinuoto susijusių prekių atrankos algoritmo principai

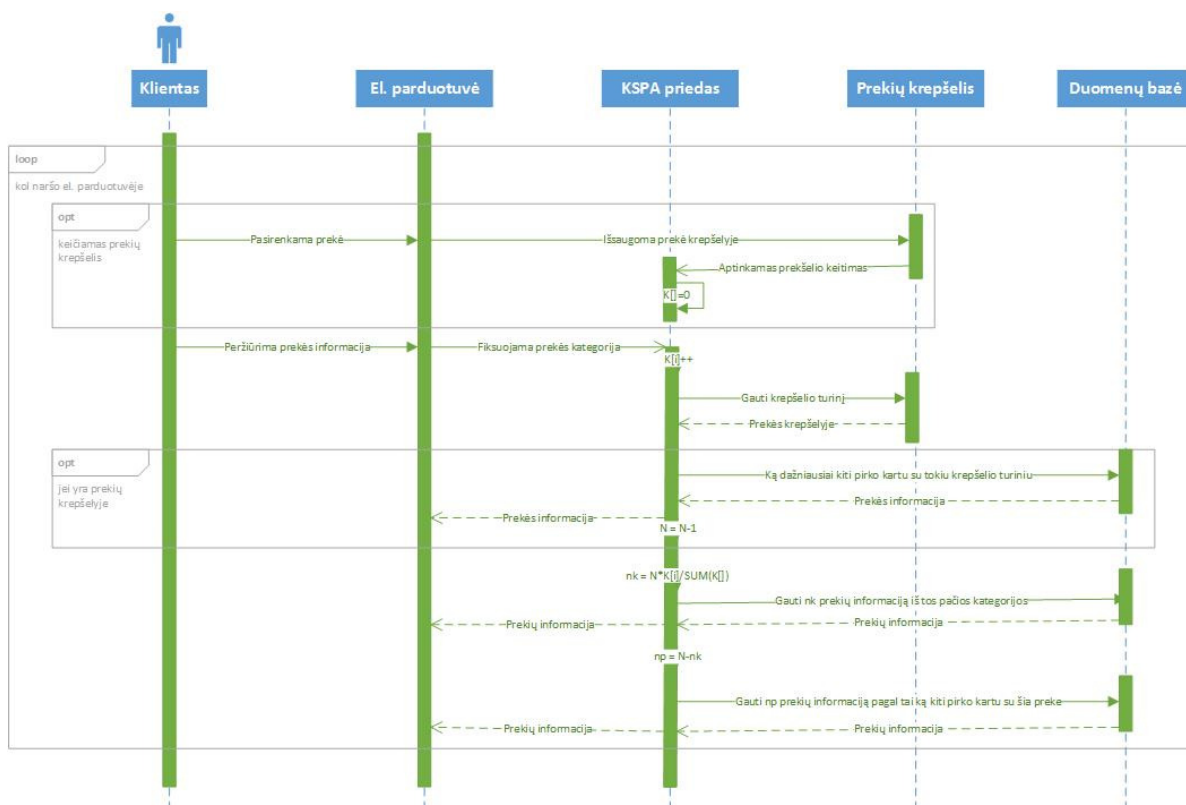
Kombinuoto susijusių prekių atrankos algoritmo pagrindinė idėja – vienu metu taikyti kelis metodus susijusių prekių atrankai (žr. 49 pav.).



49 pav. Pagrindiniai kombinuoto metodo principai

Nors daugelis susijusių prekių atrankos algoritmų veikia atsižvelgdami į tai kokia prekė šiuo metu yra peržiūrima, šiame metode siūloma atsižvelgti ne tik į tai, bet ir į tai ką klientas jau turi prekių krepšelyje. Tam pirma įvertinama ar yra jau įtrauktų į krepšelį prekių ir jei yra, vieną prekę vaizduoti pagal tai, ką kiti vartotojai pirko su panašiu prekių krepšelio turiniu. Ši prekę parenkama ne tiek atsižvelgiant į šiuo metu žiūrimą prekę, bet į tai kas jau pasirinkta. Tai turėtų leisti nuspėti ko klientui trūksta, kad jo prekių krepšelis būtų pabaigtas formuoti. Likusios prekės parenkamos atsižvelgiant į tai kokia prekė yra peržiūrima šiuo metu: prekės iš tos pačios kategorijos, kaip ir šiuo metu žiūrima; prekės, kurias kartu su šiuo metu žiūrima pirko kiti vartotojai.

Kaip konkrečiai yra nustatoma kiek prekių pagal kurį metodą parinkti yra pateikta 50 paveikslėlyje, kuriame taip pat galima matyti kokie yra duomenų šrantai tarp skirtingų sistemos komponentų, dalyvių.



50 pav. Naujai sukurto susijusių prekių pateikimo algoritmo diagrama

Pagal šiuo metu esamą prekių krepšelio turinį yra atrenkama daugiausiai tik viena prekė ( $n_k = [0, 1]$ ). Jei administratorius nustatė, kad šiame priede turi būti 5 prekės ( $N=5$ ) ir naršančiam vartotojui rodoma viena prekė pagal jo prekių krepšelio turinį, tai  $N$  reikšmė mažinama vienetu ( $N = N-1$ ) ir jam bus rodomos tik 4 prekės pagal tai, ką jis šiuo metu žiūri, kokią prekę. Jei prekių krepšelyje dar nieko nėra – visos 5 prekės bus atrenkamos pagal šiuo metu peržiūrimos prekės informaciją.

Likusių  $N$  prekių atrinkimui naudojami 2 metodai: prekės iš tos pačios kategorijos ir prekės, kurias kartu su šia preke pirko kiti vartotojai. Proporcija kiek kokių prekių vaizduoti priklauso nuo to, kaip vartotojas elgiasi sistemoje.

Kiekvieną kartą peržiūrint prekės aprašymą, yra fiksuojama kokios kategorijos prekę vartotojas peržiūri. Šie duomenys nėra detalūs ir nefiksuojami duomenų bazėje ilgam laikui. Tiesiog

slapukų (Cookies) pagalba kiekvienam vartotojui yra fiksuojama kiek kartų kiekvienoje kategorijoje vartotojas apsilankė. Tad jei vartotojas peržiūri prekes tik iš vienos kategorijos – jam rodomos tik tos kategorijos susijusios prekės. Tačiau jei vartotojas tik vieną kartą užsuko į tą kategoriją, o visą laiką žiūrėjo kitą ar kitas kategorijas, vadinasi jam ši kategorija nėra labai svarbi ir didžioji dalis susijusių prekių bus parenkama pagal kitų vartotojų formuotus pirkimo krepšelius. Tad prekių iš tos pačios kategorijos kiekis nustatomas dauginant  $N$  iš šios kategorijos apsilankymų kiekio santykio ( $K_i$ ) su bendru prekių peržiūrų kiekiu nuo paskutinio prekių krepšelio keitimo.

$$nk = \frac{N \cdot K_i}{\sum_{j=0} K_j} \quad (2)$$

Likęs susijusių prekių kiekis  $np$  bus skirtas vaizduoti prekėms, kurias kartu su peržiūrima preke pirkė kiti vartotojai.

$$np = N - nk \quad (3)$$

Taip pat svarbu pažymėti, kad jei vartotojas įdeda naują prekę ar pašalina esamą iš krepšelio, visa kategorijų apsilankymo informacija yra pašalinama iš slapukų. Taip daroma norint atspindėti situacijas, kuomet iš vienos kategorijos pasirinktą prekę įdėjęs į krepšelį vartotojas dažniausiai ieško kito tipo prekės kitoje kategorijoje, nes šio tipo jau turi. Todėl visa informacija apie ką tik pasirinktos prekės paiešką yra šalinama ir pradedamas duomenų kaupimas naujai ieškomai prekei.

### 3.3 Kombinuoto susijusių prekių atrankos algoritmo tyrimas

#### 3.3.1 Tyrimo dalys ir sąlygos

Naujai siūlomas metodas naudoja tik tuos elektroninės parduotuvės duomenų bazės duomenis, kurie ir taip yra saugomi duomenų bazėje, tad papildomų duomenų įvedimo ar priskyrimo nėra.

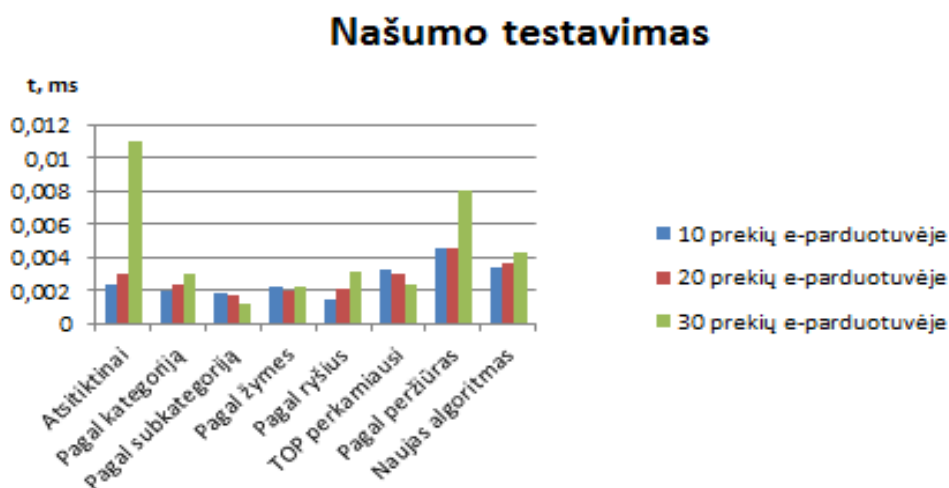
Kadangi šio metodo pagrindu buvo sukurtas ir priedas PrestaShop elektroninei parduotuvei, tai nutarta įvertinti koks yra naujai siūlomo metodo našumas. Tam kartojamas susijusių prekių atrankos metodų našumo tyrimas, tačiau dabar papildomai tiriamas ir naujai sukurtas priedas.

Taip pat kartojami tyrimai ir su respondentais: respondentų veiksmai elektroninėje parduotuvėje; susijusių prekių atrankos priedų naudojimas; respondentų nuomonė apie priedo naudą. Šie tyrimai turėtų atskleisti ar naujai siūlomas algoritmas yra pranašesnis, nei kiti tyrime dalyvavę metodai.

Kadangi galimi atvejai, kad keliuose iš 9 įdiegtų priedų susijusių prekių atrankai bus vaizduojamos tos pačios prekės, tampa gan sudėtinga įvertinti kaip vartotojas elgtųsi, jei būtų naudojamas tik naujai pasiūlytas algoritmas. Šiai situacijai šiek tiek realiau atspindėti, nutarta naujai sukurtą algoritmą vaizduoti patį pirmą, o kitus jau po jo. Tokiu būdu bus atspindėta situacija, kad jei vartotojas neranda patinkančios prekės šiame priede, jis renkasi kitas prekes žemiau pateikiamuose prieduose. O jei prekės parinktos tinkamai, vartotojas pirma spaus ant tos prekės, kuri jam pateikiama pirmiau, nei ant tų, kurios pateiktos sąrašo pabaigoje.

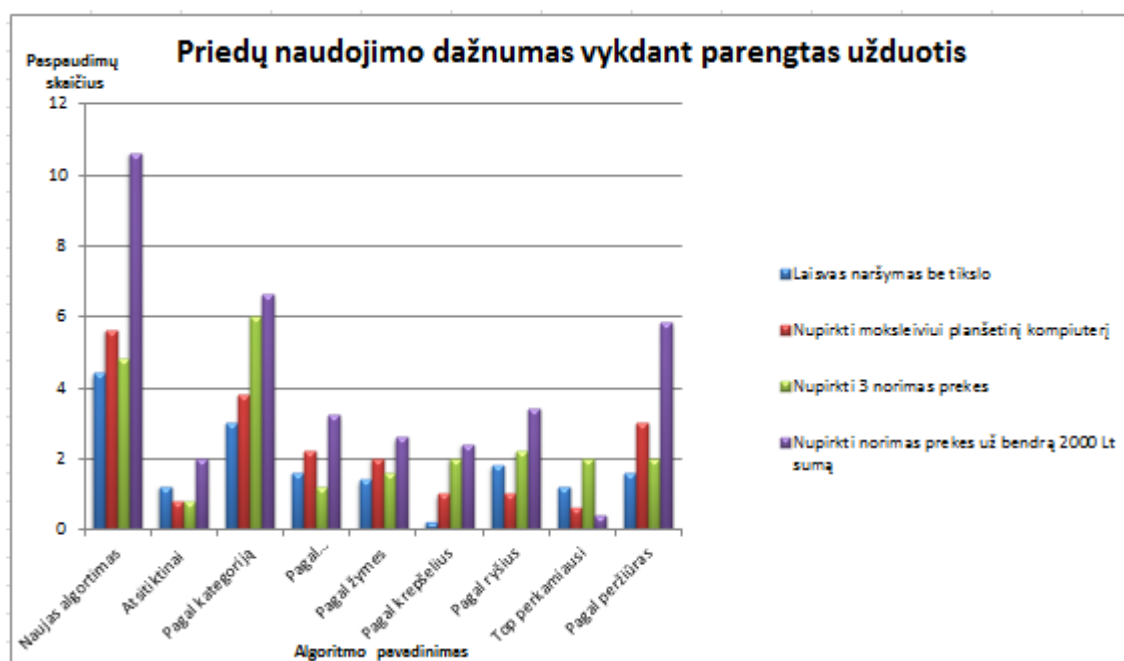
### 3. 3. 2 Tyrimo rezultatai

Naujai siūlomo metodo našumas lyginant su anksčiau tirtais metodais yra labai panašus į kitus algoritmus, bet algoritmas naudoja prieš tai naudotų trijų algoritmų savybes. Algoritmo darbui prekių skaičius sistemoje turėjo labai mažą įtaką, bet didėjant prekių skaičiui el. parduotuvėje kaip matome iš diagramos (žr. 51 pav), nežymiai didėjo ir naujo algoritmo atvaizdavimo laikas. Naujai sukurto metodo našumas nėra aukštas, nes algoritmas turi pereiti per daug įrašų iš duomenų bazės, kad internetinėje parduotuvėje pateiktų rezultatus. Tai susiję su tuo, kad algoritmo parametrai adaptyviai keičiasi laiko bėgyje pagal el. parduotuvės lankytojo veiksmus.



51 pav. Našumo testavimas kai pridėtas naujas algoritmas

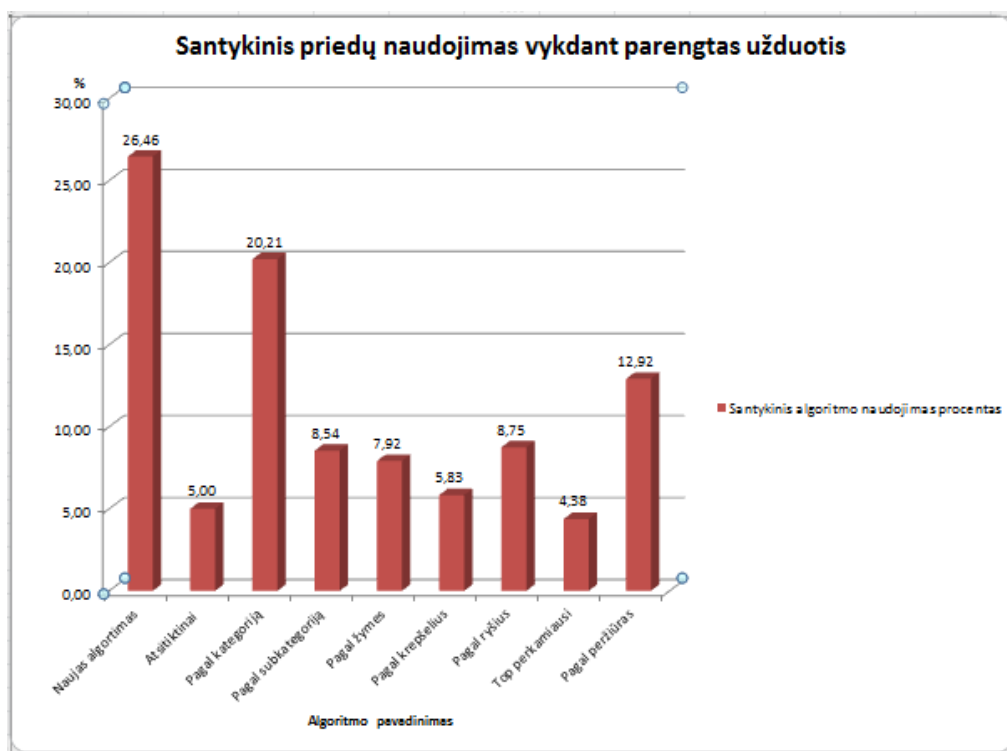
Tyrimas atskleidė, kad naujai siūlomas algoritmas yra pranašesnis, nei kiti tyrime dalyvavę metodai. Kaip iš 52 pav. pateiktos diagramos matome atlikdami paskirtas užduotis respondantai nežymiu paspaudimų skaičiumi jį rinkosi dažniau, negu pagal kategorijas prekes atvaizduojantį algoritmą, kuris buvo pranašiausias prieš tai vykdytame tyrime. Santykinis naujos algoritmo naudojimas buvo didžiausias ir tuo pačiu aplenkė anksčiau aprašytame tyrime minėtą priedą, pagal kategorijas.



52 pav. Priedų naudojimo dažnumas vykdant parengtas užduotis, kai pridėtas naujas algoritmas



Atliktas tyrimas parodė, kad tyrime, kuriame buvo įdiegtas naujas algoritmas (žr. 53 pav.) respondentai jį rinkosi dažniausiai, kas sudarė 26,46 % visų respondentų paspaudimų ir 6% viršijo kitą pagal populiarumą naudojamą priedą – prekių atranką iš tos pačios kategorijos.



53 pav. Respondento paspaudimų skaičius vykdant parengtas užduotis, kai pridėtas naujas algoritmas

Galime sakyti, kad naujas algoritmas turi pranašumą prieš kitus, nes pateikta respondentų nuomonė (įvertinimas 10-balėje sistemoje) apie šio priedo naudą tai rodo (žr. 7 lentelė). Naujai sukurtas algoritmas gavo vidutinį 7,2 balų įvertinimą ir gana žymiai aplenkė kitus susijusių prekių pateikimo algoritmus.

7 lentelė. Susijusių prekių atrankos algoritmų vertinimo rezultatai

Respondento nr.	Susijusių prekių atrankos priedai								
	Kombinuotas	Atsitiktinė prekė	Kategorijos prekė	Subkategorijos prekė	Tos pačios žymos	Kartu priktos prekės	Administratorius susietos prekės	TOP perkamiausios prekės	Kitų žiūrėtos prekės
1	7	3	8	4	6	3	8	1	8
2	8	2	5	3	8	3	4	3	7
3	5	4	4	2	4	5	6	2	5
4	7	4	4	5	7	4	3	5	4
5	9	3	6	4	3	6	7	2	6
<b>Balo vidurkis:</b>	<b>7,2</b>	<b>3,2</b>	<b>5,4</b>	<b>3,6</b>	<b>5,6</b>	<b>4,2</b>	<b>5,6</b>	<b>2,6</b>	<b>6</b>

## IŠVADOS

1. Sumaniai panaudojant kliento duomenis ir pirkimo įpročius, santykius su klientu būtų galima dar labiau sustiprinti, tinkamai su juo komunikuojant, siūlant jam prekes, kurios jį tikrai domina – tai yra pasiūlant reikiamą produktą reikiamoje vietoje. Šių pirkėjo duomenų neturi nė vienas kitas prekybininkas, tad pagal juos sugeneruotas skatinimas yra praktiškai neatkartojamas.
2. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad metodai, naudojantys vartotojų prekių peržiūros informaciją ar net prekių krepšelio duomenis yra potencialiai problematiški, nes jų veikimui reikalingas duomenų kiekis duomenų bazėje nuolat auga ir privalo būti kontroliuojamas, kitaip gali pernelyg išaugti ir sulėtinti visos sistemos veikimą.
3. Atlikus naujai sukurto algoritmo testavimą pastebėti, kad jis yra pranašesnis už ankščiau į sistemą integruotus susijusių prekių siūlymo modulius el. parduotuvėje, nes našumu tik nedaug nusileidžia mažiausiai resursų naudojantis metodams, o vartotojai šio algoritmo pagrindu sukurtą priedą naudoja dažniau nei kitus tirtus priedus.
4. Kombinuotame susijusių prekių atrankos algoritme naudojami keli metodai vienu metu, kurie leidžia visapusiškiau įvertinti galimus tolesnius vartotojo veiksmus ir galimas potencialiai reikalingas prekes. Viena iš prekių gali būti parinkta esamo prekių krepšelio užbaigimui, nes atsižvelgia ne į šiuo metu peržiūrimą prekę, bet į prekių krepšelio turinį. Tuo tarpu prekių kiekiai iš tos pačios kategorijos ir pagal tai ką kartu su žiūrima preke pirko kiti, kinta atsižvelgiant į tai, kokiose kategorijose vartotojas peržiūri prekes. Tai leidžia įvertinti kas vartotojui yra aktualiau: konkreti kategorija, ar skirtingos su šia kategorija susijusios prekės iš kitų kategorijų.

## LITERATŪRA

1. Advances in online shopping interfaces [interaktyvus]. Martjin Kagien [žiūrėta 2013-10-22]. Prieiga per internetą: <<http://repub.eur.nl/res/pub/19532/EPS2010195MKT9789058922335.pdf>>.
2. An Effective Recommendation Algorithm for Clustering-Based Recommender Systems [interaktyvus]. Taek-Hun Kim, Sung-Bong Yang. Yonsei University, Korea. [žiūrėta 2013-12-15]. Prieiga per internetą: <[http://algo.yonsei.ac.kr/international\\_JNL/AERAFCBRsystems05Kim.pdf](http://algo.yonsei.ac.kr/international_JNL/AERAFCBRsystems05Kim.pdf)>
3. An implemented e-commerce shopping system which makes personal recommendations [interaktyvus]. TONG SUN, ANDRE TRUDEL [žiūrėta 2013-10-25]. Prieiga per internetą: <<http://pheasant.acadiau.ca/Publications/360-043.pdf>>
4. Brazaitis, Z. Elektroninio verslo modeliai ir saugumas: mokomoji medžiaga. –Vilnius, 2003-2004.
5. Comparison-shopping and recommendation agents [interaktyvus]. Maria Fasli [žiūrėta 2014-01-14]. Prieiga per internetą: <<http://www.csulb.edu/journals/jecr/issues/20103/paper0.pdf>>
6. Consumer market study on the functioning of e-commerce and ternet marketing and selling techniques in the retail of goods [interaktyvus]. Civic Consulting [žiūrėta 2012-12-22]. Prieiga per internetą: <[http://ec.europa.eu/consumers/consumer\\_research/market\\_studies/docs/study\\_ecommerce\\_goods\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/consumers/consumer_research/market_studies/docs/study_ecommerce_goods_en.pdf)>
7. Consumer online shopping attitudes and behavior: an assessment of research [interaktyvus]. Na Li, Ping Zhang [žiūrėta 2012-12-22]. Prieiga per internetą: <<http://ejournal.narotama.ac.id/files/5%20mnj.pdf>>
8. Davidavičienė, V. Elektroninis verslas: vadovėlis. Vilnius: Technika. 2009.
9. Elektroninė parduotuvė [interaktyvus]. Internenetinė parduotuvė E-senukai. [žiūrėta 2014-02-12]. Prieiga per internetą: < <http://www.pigu.lt> >
10. Elektroninė parduotuvė [interaktyvus]. Prekybos centras internete UAB „Pigu“ [žiūrėta 2014-02-12]. Prieiga per internetą: < <http://www.pigu.lt> > .
11. Elektroninė parduotuvė [interaktyvus]. Prekybos centras internete UAB „Varlė“ [žiūrėta 2014-02-12]. Prieiga per internetą: < <http://www.varle.lt> > .
12. Elektroninė parduotuvė [interaktyvus]. Prekybos centras internete UAB „Skytech [žiūrėta 2014-02-12]. Prieiga per internetą: < <http://www.skytech.lt> > .
13. Improve your recommendation. [žiūrėta 2012-12-20]. Prieiga per internetą: < <http://www.amazon.com/gp/help/customer/display.html/?nodeId=13316081>
14. Four Tips for Effective Online Merchandising:Strategies for Boosting Conversion Rates [interaktyvus]. Oracle [žiūrėta 2012-11-23]. Prieiga per internetą: <<http://www.oracle.com/us/products/applications/web-commerce/tips-effective-online-merchandising-1505005.pdf>>
15. Gaižutis, A. (2004). [interaktyvus]. Vartotojų elgsena [žiūrėta 2014-02-12]. Prieiga per internetą: <[http://www.marketing.lt/get\\_file.php?file=bWFYya2V0aW5nL20vbV9maWxlcy93ZmlsZXMvZmlsZTEyOS5wZGY7NiAgVmFydG90b2pvIGVsZ3NlbnEtc2thaWRyZXMucGRmOzs=>](http://www.marketing.lt/get_file.php?file=bWFYya2V0aW5nL20vbV9maWxlcy93ZmlsZXMvZmlsZTEyOS5wZGY7NiAgVmFydG90b2pvIGVsZ3NlbnEtc2thaWRyZXMucGRmOzs=>)>.

16. Rekomendacinės sistemos algoritmų veikimo elektroninio knygyno duomenų bazėje analizė. [interaktyvus] A. Repečka, V. Marcinkevičius, G. Dzemyda. 2013 ISSN 1392-0561. *Informacijos mokslai*. [žiūrėta 2012-12-12] Prieiga per internetą: <<http://www.vu.lt/leidyba/dokumentai/zurnalai/INFORMACIJOS%20MOKSLAI/Informacijos%20mokslai%202013%2065/45-55.pdf>>
17. Recommender systems for e-shops. [interaktyvus]. Wojtek Kowalczyk [žiūrėta 2012-12-14]. Prieiga per internetą: <[http://www.few.vu.nl/en/Images/werkstuk-hiralall\\_tcm39-202691.pdf](http://www.few.vu.nl/en/Images/werkstuk-hiralall_tcm39-202691.pdf)>
18. PrestaShop 1.5/./Developer Guide. [interaktyvus]. [žiūrėta 2013-10-12]. Prieiga per internetą: <<http://doc.prestashop.com/display/PS15/Fundamentals>>
19. OLAP. Analitinio apdorojimo tinkle apžvalga. [interaktyvus]. 2014-01-14]. Prieiga per internetą: <<http://office.microsoft.com/lt-lt/excel-help/HP010177437.aspx>>
20. Stankevičienė, J. Vartotojų elgsenos modeliavimo galimybės. Tiltai. Nr. 2. 2005.
21. The influence of online product recommendations on consumers' online choices [interaktyvus]. Sylvan Senecal, Jacques Nantel [žiūrėta 2013-10-20]. Prieiga per internetą: <<http://ses.telecom-paristech.fr/survey/CanauxInformBienExpe/senecalnantel.pdf>>
22. The Long Time Tail. [interaktyvus]. Chris Anderson, Will Hearst [žiūrėta 2012-12-20]. Prieiga per internetą: <<http://longnow.org/seminars/02006/may/12/the-long-time-tail/>>
23. Recommender Systems Handbook. [interaktyvus]. F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, Paul B. Kantor [žiūrėta 2013-12-11]. Prieiga per internetą: <<http://longnow.org/seminars/02006/may/12/the-long-time-tail/>>