

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
INFORMATIKOS FAKULTETAS  
KOMPIUTERIŲ KATEDRA

Arvydas Dotas

**Buitinio šaldytuvo produktų atpažinimo ir  
identifikavimo sistema**

Magistro darbas

Darbo vadovas  
prof. dr. E. Kazanavičius

Kaunas, 2007

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
INFORMATIKOS FAKULTETAS  
KOMPIUTERIŲ KATEDRA

Arvydas Dotas

# **Buitinio šaldytuvo produktų atpažinimo ir identifikavimo sistema**

Magistro darbas

Recenzentas:

doc. dr. E. Toldinas  
2007-05-

Vadovas:

prof. dr. E. Kazanavičius  
2007-05-22

Atliko:

IFM-1/1 gr. studentas  
Arvydas Dotas  
2007-05-22

Kaunas, 2007

## TURINYS

<b>SUMMARY.....</b>	<b>3</b>
<b>1. ĮVADAS.....</b>	<b>4</b>
<b>2. SISTEMOS ANALIZĖ .....</b>	<b>7</b>
2.1.    Sistemos modelio kūrimo pagrindas .....	7
2.2.    „e.Šaldytuvų“ sistemos .....	7
2.3.    Produktų analizė .....	9
2.4.    Produktų atpažinimo priemonių analizė .....	11
2.4.1.    Vaizdo atpažinimo sistemos .....	11
2.4.2.    Maisto kokybės jutiklių sistemos .....	12
2.4.3.    Produktų žymėjimas .....	15
2.5.    Išvados .....	20
<b>3. SISTEMOS MODELIO SUDARYMAS.....</b>	<b>22</b>
3.1.    Sistemos veiklos procesų analizė, funkcijos .....	22
3.1.1.    Informacijos įvesties posistemė.....	22
3.1.2.    „e.Šaldytuvo“ turinio kontrolės posistemė .....	26
3.1.3.    Papildomos produktų informacijos priskyrimo posistemė .....	30
3.2.    Produktus aprašančios informacijos duomenų modelis .....	33
3.3.    „e.Šaldytuvo“ duomenų modelis .....	35
3.4.    Vartotojo sąsajos modelis .....	38
3.5.    Sistemos architektūros modelis.....	42
3.6.    Sistemos modelio išplėtimo galimybės.....	43
3.7.    Išvados .....	43
<b>4. EKSPERIMENTAS .....</b>	<b>45</b>
4.1.    1 Dalis. Informacijos įvesties įrenginių imitavimas.....	46
4.1.1.    Eksperimento planas.....	48
4.1.2.    Rezultatai ir išvados.....	49
4.2.    2 Dalis. Rankinio produktų informacijos įvedimo imitavimas .....	50
4.2.1.    Eksperimento planas.....	51
4.2.2.    Rezultatai ir išvados.....	52
4.3.    3 Dalis. „e.Šaldytuvo“ turinio kontrolės posistemės imitavimas.....	52
4.3.1.    Eksperimento planas.....	53
4.3.2.    Rezultatai ir išvados.....	54
<b>IŠVADOS .....</b>	<b>55</b>
<b>TERMINŲ IR SANTRAUKŲ ŽODYNAS.....</b>	<b>57</b>
<b>LITERATŪROS SĄRAŠAS.....</b>	<b>58</b>
<b>PRIEDAI.....</b>	<b>60</b>

## **SUMMARY**

### **Product recognition and identification system for refrigerator**

Recently almost all electronics and appliances manufactures considers on integration of new, “smart” technologies in all major kitchen’s appliances. They are producing new generation stoves, microwave ovens, refrigerators and other appliances. This is a “Smart house” conception, with the main purpose – make people life more comfortable by using newest technologies.

KTU computer science department, in collaboration with an only refrigerators manufacturer in Lithuania “Snaigė” is working on a “Intellectual refrigerator system” project. The main purpose of the projects is to design new generation kitchen appliance with an integrated computer, new functions, possibilities and which can be controlled directly or over the Internet.

This work is a part of this project. Main purpose of this work is to compose product recognition and identification system model for “smart refrigerator”. This system model could be used in designing new generation refrigerator, which could control content of refrigerator, inform consumer that some products in it is running out of date and could make possible to create a lot of other services.

By analyzing existing “smart refrigerator” systems there was made a list of refrigerator futures that could be useful for product recognition and identification system. Possible product recognition and identification methods were analyzed too. According to the results there was composed system model. Correctness of the model was verified experimentally. For this reason there were realized some parts of product recognition and identification system model. These parts were tested by using experimental product data. The results of the experiment have proved that designed systems model is universal and can be used for all kind of products recognition and identification.

## 1. ĮVADAS

Pagrindinė „Gudrių namų“ (angl. „Smart house“) technologijos idėja – panaudojant pažangiausias, naujausias technologijas padidinti komfortą. Įvairių jutiklių, valdymo bei stebėjimo sistemų pagalba kuriami „protingi“, bendraujantys tarpusavyje buitiniai ar kiti namų apyvokos prietaisai. Dauguma didžiųjų šių prietaisų gamintojų intensyviai dirba, siekdami paversti žmones supančius daiktus kiek galima „protingesniais“ bei labiau padedančiais žmogui jo kasdieniniame gyvenime.

„Gudrių namų“ technologija paremta visuotiniu tinklu jungiančiu įvairius, skirtingos paskirties ir veikimo prietaisus. Galimybė prietaisams tarpusavyje keistis informacija, daro juos „protingesniais“, ekonomiškesniais, saugesniais ir žinoma, daug patogesniais vartotojui. Tai ir yra pagrindiniai „Gudrių namų“ technologijos siekiai.

Pastaruoju metu labai daug dėmesio skiriama intelektualių sprendimų integravimui į virtuvės buitinius prietaisus. Kuriamos naujos kartos mikrobangų krosnelės, viryklės, šaldytuvai bei kiti prietaisai. Sujungus šiuos prietaisus tinklu, leidžiančiu jiems keistis tarpusavyje informacija, sukuriama dar funkcionalesnė sistema. Kaip pavyzdžiui žinant šaldytuve esančių produktų sąrašą vartotojui gali būti pasiūlytas patiekalas, o mikrobangų krosnelė automatiškai nusistatys tokią temperatūrą ir kepimo trukmę, kad patiekalas būtų pagamintas puikiai.

Bendradarbiaujant su vienintele Lietuvoje šaldytuvų gamybos įmone AB „Snaigė“, Kauno Technologijos Universiteto Kompiuterių katedra rengia projektą „Intelektuali kompiuterinė buitinio šaldytuvo sistema“. Pagrindinis projekto tikslas yra sukurti „e.šaldytuvą“ – naujos kartos intelektualų buitinių prietaisų su integruotu kompiuteriu, praplėstomis funkcinėmis galimybėmis, valdomą ne tik tiesiogiai, bet ir Internetu. Kuriamas „e.šaldytuvas“ – tai vienas iš pavyzdžių, realizuojančių pasaulyje vis populiarėjančią informacinių technologijų integravimo į buitinius prietaisus idėją.

Įgyvendinant šį „Intelektualios kompiuterinės buitinio šaldytuvo sistemos“ projektą siekiama sukurti aukštųjų technologijų lietuvišką gaminį, patrauklų vartotojui ne tik savo funkcijomis, bet ir kaina, kartu gebantį konkuruoti ne tik Lietuvos, bet ir kitų Europos Sąjungos šalių bei Rusijos rinkoje.

Turbūt nekartą teko susidurti su situacija, kai grįžtant namo iš darbo, užsukus į parduotuvę apsipirkti, nežinojote ką dar turite šaldytuve, o ką reikia nupirkti. Šią situaciją jau gana senai nagrinėja ir bando išspręsti didžiausi pasaulio buitinės technikos gamintojai. Išties, argi nepuiku būtų sužinoti jūsų šaldytuvo turinį mobiliuoju telefonu ar Internetu? O galbūt šaldytuvas galėtų pats

užfiksuoti, kad neliko vienokio ar kitokio produkto ir jį automatiškai užsakyti internetinėje parduotuvėje? Taip pat, labai dažnai tenka ilgai žiūrėti į šaldytuve esančius produktus, kad sugalvotum ką pasigaminti vakarienei. Įsivaizduokite kaip palengvėtų jūsų buitis, jei tas pats šaldytuvas jums pasiūlytų eilę patiekalų receptų, kuriuos jūs galėtumėte pasigaminti iš šaldytuve esančių produktų.

Štai pavyzdžiui, „LG Electronics“ sukurtas internetinis šaldytuvas jau geba pranešti vartotojui apie pasibaigusį produktų galiojimo laiką, o sudarius reikalingų produktų sąrašą jį užsakyti internetinėje parduotuvėje [21]. Kaip bebūtų taip, pažangios technologijos, kuri būtų paplitusi paprastų vartotojų tarpe, šiai dienai nėra. Tam įtakos turi esamų technologijų kaina ir jų mažas naudingumas.

Šio darbo tikslas ir yra sudaryti „e.šaldytuvo“ sistemos modelį, kuris pasižymėtų naudingumu, produktų atpažinimo ir identifikavimo procese reikalautų mažiau rankinio vartotojų darbo ir būtų priimtinas kainos atžvilgiu.

Šis darbas paremtas tokių uždavinių sprendimu:

- Išanalizuoti „Gudrių namų“ technologijos vystymosi tendencijas, realizuotus sprendimus integruojant šias technologijas į buitinius prietaisus.
- Sudaryti produktų duomenų modelį, kuris būtų naudojamas produktų atpažinimui ir identifikavimui bei būtų universalus skirtingų grupių produktams.
- Išanalizuoti esamus produktų atpažinimo ir identifikavimo metodus. Įvardinti kitas galimas priemones, kurios galėtų būti panaudotos „e.šaldytuvo“ produktų atpažinimo sistemos modelyje.
- Sudaryti „e.šaldytuvo“ produktų atpažinimo sistemos modelį, kuris būtų racionalus funkcionalumo bei kainos atžvilgiu.
- Realizuoti „e.šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos modelio veikimą imituojančią sistemą. Pateikiant šiai sistemai eksperimentinius prekių duomenis išbandyti šios sistemos veikimą.

Pirmojoje šio darbo dalyje apžvelgiamos šiuo metu jau realizuotos „e.šaldytuvų“ sistemos. Analizuojami jų techniniai sprendimai. Taip pat, nagrinėjami įvairūs galimi produktų atpažinimo ir identifikavimo metodai bei priemonės. Ir metodai, ir priemonės vertinamos tinkamumo šio darbo uždaviniams spręsti atžvilgiu.

Sistemos modelio sudarymas aprašomas antrojoje šio darbo dalyje. Šioje dalyje aprašomi „e.Šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos veiklos procesai, funkcijos, duomenų modeliai, o taip pat sudaromas sistemos architektūros bei vartotojo sąsajos modelis.

„Praktinės sistemos modelio realizacijos“ dalyje aprašomi kai kurie praktiškai realizuoti sistemos veiklos procesai. Analizuojami pagal sudarytą eksperimento planą gauti rezultatai ir pateikiamos išvados. Visas darbas apibendrinamas, darbo pabaigoje pateikiamomis bendromis išvadomis.

## **2. SISTEMOS ANALIZĖ**

### **2.1. Sistemos modelio kūrimo pagrindas**

Šis darbas yra Kauno Technologijos Universiteto, kartu su Lietuvos šaldytuvų gamintoja AB „Snaigė“ vykdomo projekto, „e.Šaldytuvas“ dalis. Kuriant šį naujos kartos buitinių prietaisų naudojamą pažangios technologijos bei jų pagrindu realizuotos praplėstos šaldytuvo funkcinės galimybės.

Didžiausi šiuolaikinių buitinių prietaisų gamintojai skiria didelį dėmesį intelektualių sistemų integravimui į kasdienes buitinius prietaisus, tame tarpe ir šaldytuvus. Jų sukurtos technologijos dėl savo gana aukštos kainos bei funkcinių galimybių ribotumo nėra patrauklios vartotojui. Todėl, dažniausiai apsiribojama tiesiog kompiuterio, kaip atskiro prietaiso, integravimu į šaldytuvą. Tokios kompanijos kaip „LG Electronics“ bei „Samsung“ yra sukūrusios ir pristačiusios šaldytuvus, kuriuose kompiuteris praplečia jau ir tiesiogines šaldytuvo funkcines galimybes [20, 21, 22]. Tačiau tokių sistemų sukurta labai mažai.

Viena iš pagrindinių „e.šaldytuvo“ posistemų, leidžiančių vartotojui pasiūlyti platų spektrą naujų šaldytuvo paslaugų – produktų atpažinimas ir identifikavimas. Būtent šios posistemės funkcionalumo ribotumas ir yra viena iš pagrindinių priežasčių, stabdančių intelektualių šaldytuvų technologijos vystymąsi.

### **2.2. „e.Šaldytuvų“ sistemos**

Virtuvė yra tinkamiausia vieta integruoti naujausias technologijas, nes būtent šiame kambaryje šeima praleidžia daugiausia laiko. Vis dažniau atsiranda poreikis virtuvėje skaityti naujienas, žiūrėti televiziją, klausytis muzikos ar tiesiog naršyti Internetu ir gauti reikiamos informacijos. Būtent šią rinką ir bando užpildyti didieji buitinių prietaisų gamintojai. Naujausios technologijos integruojamos į įvairius buitinius prietaisus: mikrobangų krosneles, virykles, šaldytuvus ir kt. Pastaraisiais metais, kompiuteriai, informacinės sistemos ir kitos technologijos dažniausiai integruojamos į šaldytuvus.

Integruojant informacines sistemas į šaldytuvus, dažniausiai apsiribojama informacinėmis, pramoginėmis funkcijomis, kurios nepaprastai tiesioginio šaldytuvo funkcionalumo. Paprastai informacinė sistema integruojama į „e.Šaldytuvo“ dureles. Čia įmontuojamas skystųjų kristalų monitorius su elektronine-sensorine valdymo sistema.



Visuose nagrinėtuose „e.Šaldytuvų“ sistemose buvo integruotas FM imtuvas, kai kuriuose ir TV imtuvai. Priklausomai nuo tokių sistemų konfigūracijos, skiriasi ir jų kaina. Brangesnėse sistemose galima rasti ir didesnę pasirinkimą vaizdo ir garso sistemų: AV, DVD ar MP3.

Dauguma nagrinėtų sistemų turi tiesioginį Interneto ryšį. Internetas leidžia praplėsti „e.Šaldytuvo“ sistemų funkcionalumą. Vartotojams šaldytuvo informaciniame ekrane gali būti pateikiamos naujienos, orų prognozė, be to, bet kada galima Internete susirasti norimo patiekalo receptą. Be minėtųjų funkcijų, šiose sistemose taip pat pateikiamos tokios funkcijos kaip: kalendorius, priminimų ir pranešimų sistemos, kitos laiko planavimo priemonės.



1 pav. „Electrolux“ pristatoma „e.Šaldytuvo“ sistema „ScreenFridge“ [20].

Šio darbo metu buvo analizuojamos penkios didžiausių buitinių prietaisų gamintojų („LG Electronics“, „Electrolux“ bei „Siemens“) sistemos. Tačiau šaldytuvus su integruota informacine sistema, televizoriumi ir kitais prietaisais pristato ir kitos kompanijos, tokios kaip „Samsung“, „Gorenje“ ar kt. Iš visų nagrinėtųjų sistemų savo funkcionalumo gausa išsiskyrė kompanijos „Electrolux“ gaminys „ScreenFridge“ [20].

Šioje sistemoje be visų integruotų įprastų funkcijų, yra galimybė sudaryti ir pirminių sąrašą. Naudodamasis integruota liečiamąja klaviatūra (1 pav.) vartotojas gali sudaryti pageidaujамų produktų sąrašą jį atsispausdinti, persiųsti elektroniniu paštu arba nusiųsti kaip užsakymą elektronei parduotuvei. Tačiau, šis produktas yra ir brangiausias savo kategorijoje.

Nei viename iš šiame darbe nagrinėtų „e.Šaldytuvo“ modelių nebuvo funkcijų praplečiančių tiesioginį šaldytuvo funkcionalumą. Sistemų praplečiančių ir tiesioginį šaldytuvo funkcionalumą jau yra sukurta, o jų prototipai pristatyti įvairiose parodose. Tokias sistemas jau pristatė „Samsung“, „Electrolux“ ir kt. Šių sistemų paplitimą stabdo produktų atpažinimo ir identifikavimo modulių funkcionalumo stoka ir jų kaina [19]. Produktų atpažinimo sistemos yra brangios ir neatitinka vartotojo poreikių visur ir visada žinoti šaldytuvo turinį [18].

## 2.3. Produktų analizė

Šiuo metu vartotojams siūlomas labai didelis įvairių prekių asortimentas. Vien remiantis „Maxima LT“ duomenimis, jų parduotuvėje, priklausomai nuo jos dydžio vartotojams siūloma nuo 3000 iki 65000 skirtingų pavadinimų maisto produktų ir pramoninių prekių. „E.šaldytuvo“ atveju produktų asortimentą galima susiaurinti, nes šiuo atveju aktualūs tik maisto produktai. Atsižvelgiant į tai, kad šiame darbe sudarinėjamas produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos modelis, produktus galima suskirstyti į kategorijas pagal:

- Produkto žymėjimo ir identifikavimo būdą:
  - Naudojami brūkšniniai kodai;
  - Naudojami RFID davikliai;
  - Nepažymėti produktai, produktus identifikuoja pardavėjas;
- Produkto žymėjimo atlikimo ir naudojimo vietą:
  - Žymėjimą atlieka gamintojas ir tą patį žymėjimą naudoja visi pardavėjai;
  - Žymėjimą atlieka pats pardavėjas ir žymėjimą naudoja tik tas pardavėjas;
- Produktų pateikimą vartotojui:
  - Supakuoti produktai;
  - Sveriami, nesupakuoti produktai.

Šiuo metu parduotuvėse, produktų identifikavimui dažniausiai naudojami brūkšniniai kodai. Jų paplitimą lėmė nedidelės etikečių su brūkšniniu kodu bei brūkšninio kodo nuskaitymui skirtų įrenginių kainos. Kai kuriose parduotuvėse jau galima aptikti ir produktų pažymėtų RFID (*radio frequency identification*) davikliais. RFID – tai identifikacija radijo bangomis, ji yra atliekama naudojant atspindėtąsias radijo bangas [14]. Šio žymėjimo būdo paplitimą ilgą laiką stabdė technologijos kaina. Šiuo metu RFID technologijos naudojamumas ženkliai didėja, nes žymėjimo daviklių kaina tapo prieinama. Kitas RFID žymėjimo naudojamumo didėjimo veiksnys, tai galimybė panaudoti šią technologiją ne vien produktų žymėjimui, bet ir jų sekimui ar kitų funkcijų realizavimui.

Tiek brūkšninis kodas, tiek RFID dažniausiai naudojami gamintojo pakuotėse vartotojui pateikiamų prekių žymėjimui. Brūkšninio kodo etikečių spausdinimas gali būti atliktas paprasčiausio spausdintuvo pagalba, todėl brūkšninio kodo spausdinimas ant lipdukų, labai dažnai naudojamas sveriamų ar kitaip parduotuvėje žymimų produktų identifikavimui.

„E.šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemai svarbi brūkšniniam kodui ar RFID davikliui suteikto produkto identifikuojančio numerio reikšmė. Galimi du šios reikšmės suteikimo būdai. Pirmuoju būdu, gamintojas gali suteikti produktui brūkšninio kodo numerį, kuris vienareikšmiškai identifikuos produktą visame pasaulyje. Šiuo atveju įmonė gamintoja turi būti EAN (European Article Numbering – Europos prekių numeravimo) asociacijos narė [16]. Antruoju atveju, bet kuri prekybos įmonė gali prekėms priskirti vidinius identifikavimo numerius. Tokiu būdu prekės bus identifikuojamos tinkamai tik toje įmonėje.

Be produktams identifikuoti reikalingos informacijos, „e.Šaldytuvo“ sistemai reikalinga kokybės bei kita produktus aprašanti informacija. Nuo produktus aprašančios informacijos kiekio „e.Šaldytuvo“ sistemoje priklauso jos funkcinės galimybės. Visus aktualius produkto informacijos elementus galima suskirstyti į tokias dvi grupes:

- Aprašomieji produkto parametrai:
  - Produkto identifikacinis numeris;
  - Produkto pavadinimas;
  - Gamintojas;
  - Kilmės šalis;
  - Galiojimo terminas;
  - Laikymo sąlygos;
  - Kiekis pakuotėje;
  - Maistinė ir energetinė vertė;
  - Sudėtis;
  - Papildoma aprašančioji informacija;
- Kokybės parametrai:
  - Kvapas;

- Spalva;
- Drėgnumas;
- Temperatūra.

Pirmoji informacijos elementų grupė, tai elementai, kurių reikšmės gali būti koduojamos produktų žymėjimo elementuose (Brūkšninis kodas, RFID ar kt.), gali būti saugomi duomenų bazėse ir išgaunami pagal produktą identifikuojantį, unikalų kodą arba šią informaciją gali nurodyti pats vartotojas. Tuo tarpu antrosios, kokybės parametrų grupės, informacijos elementų reikšmės gali būti paimamos tik iš atitinkamiems parametrams stebėti skirtų jutiklių.

## **2.4. Produktų atpažinimo priemonių analizė**

### ***2.4.1. Vaizdo atpažinimo sistemos***

Vaizdo atpažinimo metodai bei sistemos yra nuolat tobulinamos, nuolat gerinami jų vaizdo atpažinimo kokybės parametrai, bei kuriamos naujos, pažangesnės sistemos. Automatinės vaizdo atpažinimo sistemos plačiai naudojamos pramonėje, medicininės informacijos analizėje, automobilių registracijos numerių atpažinimui, turinio analizės sistemoms bei daugybei kitų.

Pagrindinė automatinio objektų atpažinimo pagal vaizdą sistemų funkcija, objektų atpažinimas iš vaizdinės informacijos (nuotraukų, filmuotos medžiagos kadru ar pan.) bei jų pozicijos ir orientacijos erdvėje įvertinimas [3]. Vaizdinių duomenų apdorojimui gali būti pateikiami tiek spalvoti, tiek juodai balti dvimačiai vaizdai ar net trimačiai vaizdo elementai.

Paprastai, vaizdo atpažinimo sistemos skirstomos į skirtas trimačiams arba dvimačiams vaizdams atpažinti. Dvimačių sistemų išskirtinumas yra tas, kad jos kaip analizės elementą iš objekto išskiria linijas, jos transformacijas bei simbolių atpažinimą. Tuo tarpu trimačių vaizdų atpažinimo sistemos analizuoja objektų sritis. Trimačių vaizdų analizės metu vertinamos galimos trimatės transformacijos, tuo tarpu dvimačių vaizdų atpažinimo metu – dvimatės [2, 4, 5]. Pagrindinė vaizdo atpažinimo sistemų strategija yra duomenų bazės panaudojimas, kurioje būtų saugoma objektų sričių savybių aprašai, kurie yra sutvarkyti taip, kad ieškant pagal nenustatytą objekto savybę yra sudaromos susijusios objektų atpažinimo hipotezės, kurių pagalba iš duomenų bazės išrenkami visi objektai, kurie turi atitinkamą savybę [3]. Minėtos hipotezės yra saugomos antro lygio tinklinėje atmintyje. Atmintyje saugomos hipotezės yra indeksuotos ir suskirstytos į tam

tikras sritis. Antroji duomenų bazė atlieka tikimybinis kiekvienos grupės objektų panašumo į atpažįstamą vaizdą skaičiavimus.

Vaizdo atpažinimo sistemos labai sudėtingos ir reikalaujančios didelių techninių resursų. Dažnose sistemose, norint pakankamai tiksliai atpažinti vaizdą, reikia saugoti didelius kiekius atitinkamo objekto atskirų vaizdų. Kitas daug resursų reikalaujantis ir ilgai trunkantis procesas – atpažinimas, išrinkimas [1, 6]. Kaip tik šis, laiko kriterijus, yra vienas iš tų, kurie neleidžia šio pobūdžio sistemų naudoti „e.Šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemai. Daugumos vaizdo atpažinimo sistemų objektų atpažinimas pagrįstas objekto kontūrų nustatymu ir jų analize. Tokio funkcionalumo sistemos negali pilnai išpildyti šio darbo užduoties keliamų reikalavimų. Daugumos rinkoje esančių produktų pakuotės yra identiškos arba labai panašios (pvz.: buteliai, pieno pakeliai ir k.t.). Taigi, tai dar viena priežastis patvirtinanti, kad vaizdo atpažinimo sistemos šio darbo uždaviniams spręsti nėra tinkamos.

#### **2.4.2. Maisto kokybės jutiklių sistemos**

Vieni iš parametrų, į kuriuos reikia atsižvelgti realizuojant šio darbo užduotį, yra produktų kokybės parametrai. Šių parametrų įvertinimas nesiejamas tiesiogiai su produktų atpažinimo ir identifikavimo uždaviniu. Produktų kokybės parametrų įvertinimas leis praplėsti „e.Šaldytuvo“ funkcines galimybes. „e.Šaldytuvai“ galės sudaryti reikiamų produktų sąrašą netik remdamasis jų kiekiu, bet ir jų kokybės parametrų reikšmėmis. Tokiu būdu šaldytuvai bet kuriuo metu galėtų informuoti vartotoją apie gendančius produktus.

Maisto kokybės jutikliai, tai įrenginiai, kurie gali įvertinti maisto kokybės parametrus ir gražinti atsakymą elektrinių signalų pavidalu. Paprastai jutikliai skirstomi pagal jų naudojimo būdą [7]:

- realiu laiku („on-line“) veikiantys;
- prijungti – („at-line“);
- bei neprijungtu („Off-line“) režimu veikiantys.

Jutikliai taip pat gali būti skirstomi ir pagal jų gamtinę prigimtį [7]:

- Optiniai;
- Cheminiai;

- Elektriniai.

Realiu laiku veikiantys jutikliai produktų kokybės parametrų reikšmes perduoda iškart, kai tik yra gaunamas pageidavimas juos gauti. Šio tipo jutikliai yra naudingi tuo, kad jų operatyvus rezultatų pateikimas suteikia galimybę reguliuoti tam tikrus procesus. Tiek „at-line“, tiek „off-line“ tipo jutiklių atsako laikas yra kur kas didesnis.

Dabartinėje maisto pramonėje svarbiausi kokybės parametrai yra šie [7]:

- Kokybė (išvaizda, skonis, paviršius, stabilumas ir k.t.);
- Nitratinė kokybė, kartu su sveikatingumo parametrais bei alergenų nustatymas;
- Sudėtis ir žymėjimas, įtraukiant priedus, kokybės tikrinimą, kitą ekologinę informaciją;
- Teršalų nustatymo, įskaitant pramonės teršalus, veterinarinius vaistus, žemės ūkio chemikalus;
- Pašalinių objektų nustatymas, tokių kaip akmenų, stiklo ar metalo gabalėlių;
- Mikrobiologinė apsauga (Salmoneliozė ir kt.);
- Produktų higiena, valymas, užteršimas;
- Fiziniai parametrai: temperatūra, spaudimas ir kt.;

Kaip ir minėta anksčiau, maisto kokybės jutikliai, tai prietaisai galintys reaguoti į vieną ar kelias aplinkos savybes ir šią reakciją paversti elektriniu signalu. Šis signalas gali tiesiogiai atspindėti vieną ar kitą kokybės faktorių arba gali būti vienas iš duomenų reikalingų įvertinti maisto produktų kokybę.

Remiantis Finn Holm atlikto tyrimo apie Europos sąjungoje naudojamus jutiklius maisto produktų kokybei užtikrinti duomenimis [7], juos galima suskirstyti į tokias grupes:

Jutikliai, kurių veikimo pagrindas yra **elektromagnetinės bangos**. Šiai grupei priskiriamus jutiklius galima suskirstyti pagal jų naudojamų elektromagnetinių bangų ilgį (1 lentelė.).

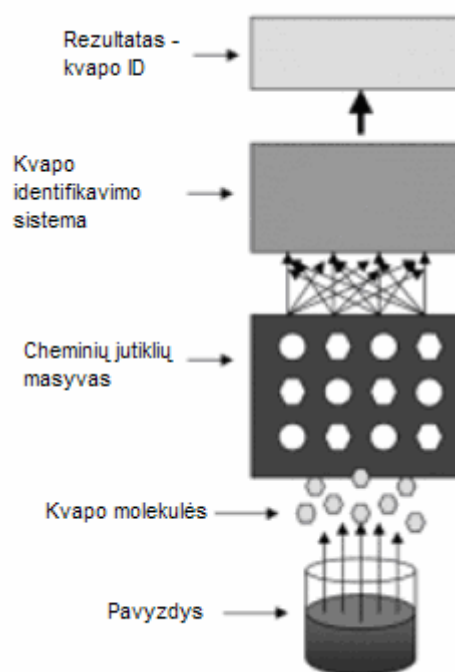
1 Lentelė. Jutiklių paskirties ir jų naudojamų elektromagnetinių bangų ilgių sąryšis [7].

Bangos ilgio sritis	Pavyzdžiai
Radio bangų dažnis (1-10 m.)	Vanduo, druska, tankumas, apytikslis dydis

Magnetinis rezonansas (0,1-10 m.)	Vanduo, aliejaus kokybė
Mikrobangos (0,10-0,15 m.)	Vanduo, tankis, riebumas
Infraraudonieji spinduliai	Kokybė, temperatūra
Matoma šviesa (400-700 nm.), ultravioletiniai spinduliai	Vanduo, daug kokybinių parametrų, organinių komponentų, spalvos, proteinai
X ir Y spinduliai	Pašalinės priemaišos

Jutikliai paremti elektromagnetinių bangų sąveika naudojami jau senai. Šio tipo jutikliai dažniausiai naudojami laboratoriniams tyrimams, tačiau yra ir visa eilė realių laiku („on-line“) veikiančių ir naudojamų ne vien laboratorijose jutiklių. X spindulių jutikliai naudojami pašalinių kūrų aptikimui, matomos šviesos jutikliai – spalvoms skirti, artimo infraraudoniesiems bangų ilgio jutikliai naudojami kokybės tikrinimui ir temperatūros matavimui, o mikrobangų jutikliai – vandens sudėčiai nustatyti.

Kita grupė – **elektroninės nosies ar liežuvio principu veikiančios jutikliai**. Elektroninė nosis ir elektroninis liežuvis, tai terminai apibūdinantys jutiklius atpažįstančius aromatus, kvapus ar skonį. Šios sistemos naudoja skirtingų jutiklių masyvus ir programinę įrangą, gebančią apdoroti iš įvairių jutiklio masyvo elementų gautą informaciją (2 pav.).



2 pav. Elektroninės nosies veikimo schema [7].

Elektroninės nosys plačiai naudojamos produktų gamybos bei jų kokybės užtikrinimo procesuose. Dažniausiai jos naudojamos laboratoriniams tyrimams atlikti, tačiau jau yra sukurtą sistemų, kurios gali būti naudojamos realaus laiko sistemose.

**Cheminiai produktų kokybės jutikliai** šiuo metu jau gali ir yra naudojami kaip pakuotės dalis, informuojanti vartotoją apie produkto kokybę [8, 9, 10]. Tokių jutiklių naudojimo pavydžių jau galima aptikti ant įvairių maisto produktų pakuočių. Vienas iš tokių jutiklių panaudojimo pavydžių – „Food Quality Sensor International” sukurtas mėsos kokybės nustatymo jutiklis.



3 pav. Mėsos kokybę įvertinanti etiketė. Kairėje mėsa šviežia, dešinėje – abejotinos kokybės [9].

Kaip matyti iš informacijos pateiktos šiame skyriuje, maisto kokybės parametrams nustatyti skirtų jutiklių įvairovė labai didelė. Jutiklių naudojimo sritys yra įvairios, jie gali būti naudojami praktiškai visų pagrindinių maisto kokybės parametru nustatymui.

Tačiau, produktai šaldytuve dažniausiai laikomi pakuotėse, taigi tiesiogiai panaudoti jutiklius maisto kokybės analizei yra sunku. Sandarios pakuotės gali neleisti analizuoti produktų kvapo, spalvos bei kitų parametru. Tiesioginis šių jutiklių panaudojimas yra sudėtingas arba visai neįmanomas. Tačiau jutikliai gali būti sėkmingai pritaikyti produktų atpažinimui, kaip vienas iš kompleksinio produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos komponentu. Jutikliai galėtų teikti informaciją apie medžiagą iš kurios padaryta pakuotė, informuoti vartotoją apie šaldytuve atsiradusius produktų gedimo požymius ir pan.

### 2.4.3. Produktų žymėjimas

**Brūkšninis kodas** – tai įvairaus pločio nevienodu atstumu išdėstytų lygiagrečių brūkšnelių seka, žyminti kodą. Spausdinamas ant įvairių gaminių bei jų etikečių. Juo naudojantis informacija apie gaminį greitai ir patikimai įvedama į kompiuterizuotą sistemą.



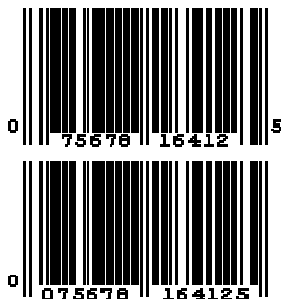
Produktų žymėjimas brūkšniniu kodu yra labai paplitęs, šiuo metu beveik ant kiekvieno produkto pakuotės galima rasti šį kodą. Brūkšninis kodas buvo sukurtas palengvinti klientų aptarnavimą parduotuvėse. Kadangi toks produktų ir kitų daiktų žymėjimo būdas buvo labai sėkmingas, jis išplito visame pasaulyje.

Brūkšninį kodą sudaro kodas pateiktas lygiagrečiomis, skirtingo storio linijomis. Šios linijos skirtos brūkšninio kodo skaitytuvams nuskaityti duomenis. Po šių linijų pateikiamas kodas užrašytas skaičiais. Priklausomai nuo naudojamos prekių žymėjimo sistemos, kodas gali būti skirtingo ilgio. Europoje naudojama EAN (European Article Numbering) prekių žymėjimo sistema [17]. Šioje sistemoje kodą sudaro 13 skaitmenų. Tokia brūkšninio kodo sistema vadinama EAN-13. Šis kodavimas naudojamas daugiausia Europos regione, tuo tarpu kitur pasaulyje naudojama EAN-13 gimininga kodavimo sistema – UPC-A [16]. Kadangi EAN-13 buvo sukurta remiantis UPC-A kaip pagrindu, tie patys brūkšninio kodo skaitytuvai gali skaityti tiek vienos, tiek kitos sistemos kodus.



4 pav. Brūkšninio kodo struktūros pavyzdys [17].

Vienintelis skirtumas tarp UPC-A ir EAN-13 yra skaičių sistemos kodo ilgis. UPC-A jis yra vieno skaitmens, o EAN-13 – dviejų (paveikslėlyje UPC-A – 0, EAN-13 – 00) [17].



EAN-13 kodas yra suskirstytas į 4 dalis:

- Skaičių sistemos kodas (2-3 skaitmenys);
- Gamintojo kodas (4-5 skaitmenys);
- Produkto kodas (5 skaitmenys);
- Kontrolinės sumos reikšmė (1 skaitmuo).

Skaičių sistemos kodą reiškia prekės kilmės šalį. Bet kuris brūkšninis kodas, kuris prasideda 0 reiškia, kad naudojama UPC-A sistema. Gamintojo kodą priskiria kiekvienoje valstybėje esanti brūkšninių kodų reguliavimo tarnyba. Tokiu būdu, visi vieno gamintojo gaminiai

skirsis tik likusiąją 6 skaitmenų kombinacija. Penki paskutiniai skaitmenys žymį produkto kodą, o paskutinis, kontrolinės sumos reikšmę, kuri užtikrina, kad kodas būtų perskaitytas teisingai.

Kontrolinės sumos skaičiavimo pavyzdys:

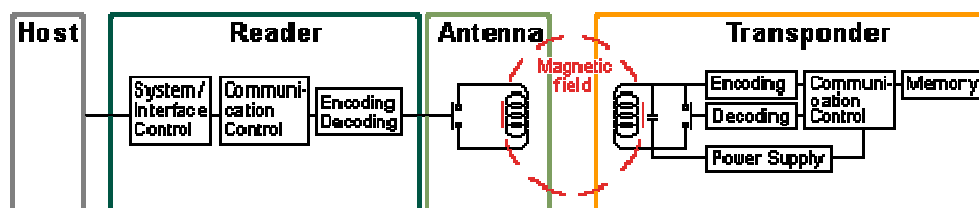
Brūkšninis kodas	7	5	0	1	0	3	1	3	1	1	3	0
Pozicija	E	O	E	O	E	O	E	O	E	O	E	O
Pozicijos svoris	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Skaičiavimas	7 * 1	5 * 3	0 * 1	1 * 3	0 * 1	3 * 3	1 * 1	3 * 3	1 * 1	1 * 3	3 * 1	0 * 3
Svorio suma	7	15	0	3	0	9	1	9	1	3	3	0

Susumavę svorio sumas ( $7 + 15 + 0 + 3 + 0 + 9 + 1 + 9 + 1 + 3 + 3 + 0$ ) gauname 51. Kad ši suma dalintųsi iš dešimties, prie 51 reikia pridėti 9. Taigi, būtent 9 ir bus kontrolinės sumos reikšmė.

Šios brūkšninio kodo sudarymo taisyklės galioja tik produktams, kurių tiekėjai naudoja standartizuotus brūkšninius kodus ir yra EAN asociacijos nariai. Tačiau, didesnės parduotuvės naudoja ir savo brūkšninio kodo sistemą. Dažniausiai tai būna produktai, kurie yra sveriami arba, kurie yra gaminami pačioje parduotuvėje. Tokių kodų struktūra nėra žinoma ir yra standartizuota tik įmonės viduje arba grandinėje tarp tiekėjo (gamintojo) ir prekybininko.

### RFID (Radio Frequency Identification) – identifikacija radijo bangomis.

Identifikacija radijo bangomis vis dažniau minima įvairiose technologijų apžvalgose. Nors ši technologiją platesnį pritaikymą įgavo dar visai neseniai, jos ištakos siekia dar Antrąjį Pasaulinį karą. Tuo metu, ši technologija buvo naudojama radarų sistemose [14].



5 pav. RFID daviklio schema [15].

RFID šiuo metu naudojama, kaip alternatyva dabartiniam prekių žymėjimui brūkšniniu kodu, tačiau ji gali būti ir yra taikoma ir daugelyje kitų sričių. Pasitelkus RFID, galima nuskaityti duomenis net nuo mažo, itin plono (popieriaus lapo storio) ir neturinčio maitinimo elemento.

Įvairūs RFID įrenginiai ir etiketės skirstomi į aktyviusius ir pasyviuosius:

**Aktyvieji** turi maitinimo elementą ir siųstuvą. Gavę RFID skaitytuvo signalą, jie bematant įsijungia ir išsiunčia savo identifikacijos kodą. Vadinamieji „Beacons“ („švyturiai“) savo kodą gali transliuoti nuolat – kas tris sekundes ar vieną kart, atsižvelgiant į konfigūraciją. „Švyturiai“ dažniausiai naudojami objekto buvimo vietai sekti arba rengiami stacionariai informacijai apie tam tikrą vietą skleisti. Aktyviosios RFID sistemos naudoja aukštuosius 455 Mhz, 2,45 Ghz arba 5,8 Ghz dažnius ir yra efektyvios 20 – 100 metrų atstumu [12, 13].



6 pav. RFID daviklis.

**Pasyviosios** etiketės paprastai yra mažos ir pigios, todėl labiausiai paplitusios. Jos neturi maitinimo šaltinio, siųstuvo ar kitų sudėtingų elementų. Etiketė yra sudaryta iš mažyčio lusto (mikroschemos) ir antenos, kuri gali veikti įvairiais dažniais – nuo 124 – 135 khz (žemieji), 13,56 Mhz (vidutiniai) iki 860 – 960 Mhz (aukštieji) ar net 2,45 GHz [12, 13].

Skirtingų dažnių radijo bangos naudojamos atsižvelgiant į poreikius. Žemųjų dažnių signalą galima įsivaizduoti kaip paprastas FM bangas radijo imtuvuose. Šios bangos įveikia sienas ir vandenį, tačiau jas sugeria metaliniai paviršiai. Didėjant dažniui, radijo bangos panašėja į šviesą – jas lengviau sugeria skysčiai ir kitos medžiagos, atspindi daugelis paviršių. Nuo bangos ilgio (aukštųjų ar žemųjų dažnių) priklauso skaitytuvo „bendravimas“ su etiketėmis. Žemesnių (124 khz – 13,56 Mhz) dažnių skaitytuvų sukurtas elektromagnetinis laukas leidžia indukuoti srovę RFID etiketėje. Pastarojoje esantis lustas keičia etiketės antenos krūvį, tokiu būdu modifikuodamas tarp jos ir skaitytuvo susiformavusį magnetinį lauką. Užfiksuotus pokyčius skaitytuvas paverčia bitų (1 ir 0) seka. Tai ir yra informacija, išsaugota etiketėje. Kadangi šiam metodui būtinas magnetinis laukas tarp etiketės ir skaitytuvo, didžiausias tokios sistemos veikimo nuotolis siekia vos 35 centimetrus.

Aukštųjų dažnių etiketės veikia truputį kitaip. Magnetinis laukas tarp skaitytuvo ir etiketės nekuriamas. Skaitytuvo siųstų radijo bangų energiją lustas naudoja antenos krūviui keisti. Tokiu būdu moduluojamos nuo jos atsispindinčios bangos – pasikeičia jų amplitudė (taip pat gali būti pakeista fazė ar dažnis). Atspindėto signalo pokyčius skaitytuvas fiksuoja kaip atitinkamą bitų seką ir verčia prasminga informacija.

Egzistuoja ir pusiau aktyvios etiketės, kuriose esantis maitinimo elementas naudojamas pasyvių etikečių veikimo nuotoliui didinti.

Visi RFID įrenginiai yra ilgalaikiai. Aktyvieji gali būti maitinami saulės energija ar keletą metų neišsenkančiu elementu, o pasyviųjų gyvavimo laikotarpis beveik neribotas. RFID etiketėse gali tilpti skirtingas kiekis informacijos (atsižvelgiant į gamintoją), tačiau dažniausiai jose saugomas 56 bitų (7 baitų) identifikacijos kodas, 96 baitai laisvai keičiamos informacijos ir įvairūs sisteminiai duomenys. Į laisvai keičiamą atmintinės vietą galima įrašyti įvairią su gaminiu susijusią informaciją – jo sudėtį, savybes, gabenimo istoriją ir pan. Išsamesnę informaciją sistema (pagal gaminio identifikacijos numerį) gali rasti centrinėje duomenų bazėje. Didesnės talpos RFID etiketėse gali tilpti iki 32 KB informacijos. Šie duomenys gali būti skaitomi iki 3 KB/sek. sparta (13,56 Mhz dažnių ruožas), tačiau tai taip pat priklauso nuo gamintojo, etiketės modelio ir įvairių aplinkos sąlygų.

Pagrindiniai parametrai apibūdinantys RFID etiketes ir jų galimos reikšmės [11, 15]:

- Veikimo dažnis (Žemo, aukšto ir ypatingai aukšto dažnio). Nuo šio parametro priklauso, etikečių panaudojimo galimybės, nes šis parametras turi įtakos etikečių nuskaitymo atstumui.
- Nuskaitymo atstumas (nuo kelių centimetrų iki kilometrų). Šis parametras yra reikšmingas pasirenkant RFID etiketes. Priklausomai nuo naudojimo paskirties gali būti naudojami skirtingo skaitymo atstumo RFID. Nuskaitymo atstumas lemia etiketės kainą. Šis parametras tiesiogiai priklauso nuo RFID daviklio veikimo dažnio.
- Panaudojimo apribojimai. Kai kurios RFID etiketės negali būti naudojamos tiesiogiai ant metalinių pakuočių. Kad RFID būtų galima tvirtinti prie metalinių pakuočių, reikalingos papildomos apsaugos. RFID davikliai turi būti pasirenkami atsižvelgiant ir į produktų, kuriems identifikuoti jie bus naudojami pakuotės ir kitas savybes.
- Atminties dydis, identifikacinio numerio ilgis.
- Darbinė temperatūra. Tai ypač aktualu realizuojant „e.šaldytuvo“ projektą. RFID daviklių darbinė temperatūra svyruoja nuo – 40 iki +60 laipsnių pagal Celsijų.
- Atsparumas aplinkos poveikiui.
- Matmenys, svoris bei medžiaga, iš kurios pagaminta etiketė (plastmasė, popierius, PVC ir k.t.).

Pagrindiniai parametrai apibūdinantys RFID skaitytuvus ir jų galimos reikšmės [11, 15]:

- Veikimo dažnis (Žemo, aukšto ir ypatingai aukšto dažnio). Nuo šio parametro priklauso, skaitytuvo panaudojimo galimybės, nes šis parametras turi įtakos etikečių nuskaitymo atstumui.
- Etiketės nuskaitymo atstumas (nuo kelių centimetrų iki kilometrų). Šis parametras yra reikšmingas pasirenkant RFID skaitytuvą. Priklausomai nuo naudojimo paskirties gali būti naudojami skirtingo skaitymo atstumo RFID skaitytuvai.
- Vidinės atminties dydis.
- Darbinė temperatūra. Tai ypač aktualu realizuojant „e.šaldytuvo“ projektą. RFID skaitytuvų darbinė temperatūra svyruoja nuo – 40 iki +60 laipsnių pagal Celsijų.
- Atsparumas aplinkos poveikiui.
- Matmenys, svoris bei medžiaga, iš kurios pagamintas skaitytuvas.
- Skaitytuvo turimos sąsajos (RS232, RJ45, USB2.0 ir kt.).
- Skaitytuvo naudojami maitinimo šaltiniai ir jų ilgaamžiškumas.
- Skaitytuvo valdymo elementai (Displėjus, klaviatūra).

## **2.5.Išvados**

- Buvo surastos pasaulyje jau sukurtos panašios „e.šaldytuvų“ sistemos. Buvo išanalizuoti tų sistemų privalumai ir trūkumai. Remiantis įvardintais privalumais ir trūkumais buvo kuriamas šiame darbe numatytas produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos modelis.
- Šioje darbo dalyje buvo įvardinti produktų parametrai, kurie turi ir gali būti naudojami produktų atpažinimo ir identifikavimo uždaviniui spręsti. Buvo sudarytas produktų identifikuojančių ir produktų aprašančių parametru sąrašas.
- Darbo metu buvo išanalizuotos rinkoje esančių produktų savybės. Šios analizės pagrindu buvo sudaryta orientuota į produktų atpažinimo ir identifikavimo uždavinio sprendimą produktų klasifikacija.

- Buvo įvardintos galimos produktų atpažinimo ir identifikavimo priemonės. Kiekviena jų buvo išanalizuota atskirai ir įvertinta galimybė priemonę pritaikyti šiame darbe sistemos modeliui keliamiems reikalavimams įgyvendinti.

### **3. SISTEMOS MODELIO SUDARYMAS**

#### **3.1. Sistemos veiklos procesų analizė, funkcijos**

##### ***3.1.1. Informacijos įvesties posistemė***

Šios posistemės paskirtis atlikti produktų žymėjimo reikšmių (brūkšninio kodo, RFID kodo) nuskaitymą bei jų dekodavimą. Taip pat ši posistemė organizuoja papildomos, vartotojo rankiniu būdu įvedamos informacijos apie produktą įvedimą.

Remiantis šio darbo 2.3. skyriuje sudaryta produktų klasifikacija, pagal produktų žymėjimą ir jų identifikavimą skiriamos trys produktų grupės:

- Naudojami brūkšniniai kodai;
- Naudojami RFID davikliai;
- Nepažymėti produktai, produktus identifikuoja pardavėjas/vartotojas (rankinis produktų informacijos įvedimas).

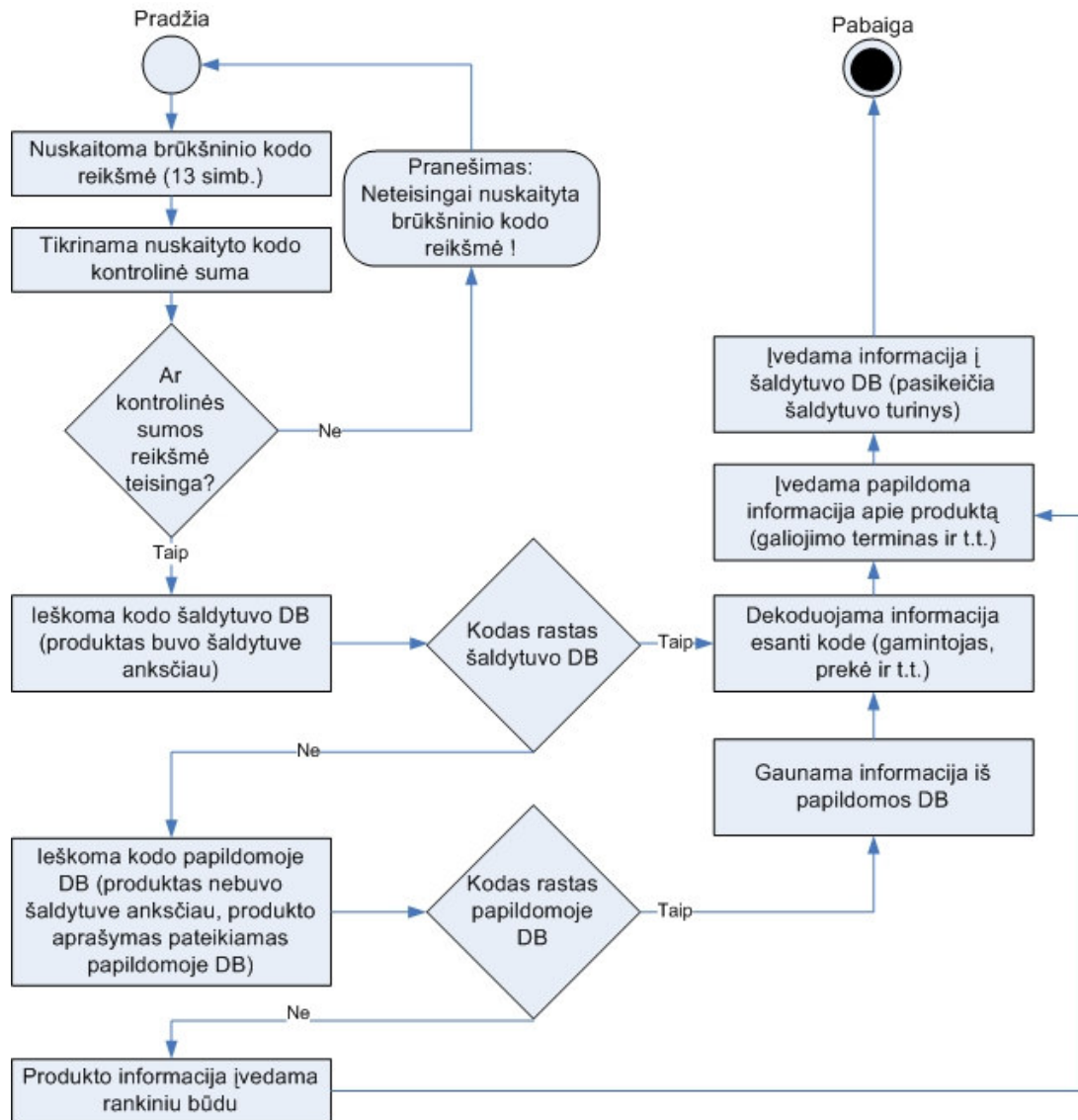
Taigi, produktų identifikavimui naudojami trys skirtingi būdai: brūkšninis kodas, RFID ir rankinis informacijos apie produktą įvedimas. Pastarasis naudojamas, kai nėra galimybės pasinaudoti brūkšninio kodo ar RFID žymėjimu, arba kai nėra galimybės identifikuoti produkto pagal nuskaitytą kodo reikšmę. Dėl šių atpažinimo ir identifikavimo metodų funkcinių galimybių skirtingumo skiriasi ir jų naudojimą aprašantys veiklos procesai. Todėl šie trys produktų atpažinimo ir identifikavimo atvejai aprašomi atskirai.

Brūkšninio kodo atveju nuskaitymo posistemė pasižymi sekančiu funkcionalumu:

- Posistemė geba nuskaityti bet kokio ilgio brūkšninio kodo reikšmę;
- Nustatyti brūkšninio kodo kodavimo sistemą ir įvardina produkto kilmės šalį;
- Pagal kode pateiktą informaciją nustatyto produkto gamintoją (jei naudojama EAN-13 kodavimo sistema, o produkto gamintojas yra registruotas šioje sistemoje);
- Vykdomas patikrinimas ar kodas buvo nuskaitytas teisingai (kontrolinės sumos reikšmės skaičiavimas). Vartotojas informuojamas apie kodo nuskaitymo statusą;
- Nepavykus išskirti reikiamos informacijos (kilmės šalies, gamintojo kodo) arba neradus atitiktoms šaldytuvo vidinėje ar centralizuotoje produktų duomenų bazėje vartotojui suteikiama galimybė informaciją įvesti rankiniu būdu;

- Suteikiama galimybė vartotojui nurodyti produkto galiojimo datą, procentinį produkto likutį pakuotėje bei kitą pageidaujamą papildomą informaciją rankiniu būdu;

Informacijos įvesties posistemės, produktų atpažinimo ir identifikavimo proceso schema, kai sistemai pateikiamas produktas su brūkšninio kodo, pateikiama 7 pav.



7 pav. Produkto su brūkšninio kodo atpažinimo ir identifikavimo proceso schema.

Kaip ir kiekvienas brūkšninių kodų skaitytuvas, ši posistemė pirmiausia atlieka nuskaitytos brūkšninio kodo reikšmės teisingumo patikrinimą – skaičiuojama kontrolinės sumos reikšmė. Tik jei kodas buvo nuskaitytas teisingai, sistema tęsia produkto atpažinimo ir identifikacijos procesą (7 pav.).



Kiekvienas produktas identifikuojamas pagal nuskaitytą brūkšninio kodo reikšmę. Joje pateikiama informacija apie produkto kilmės šalį, gamintojo kodas bei produkto kodas (žr. 2.4.3. Skyriuje). Papildoma produkto informacija gali būti gaunama iš dviejų šaltinių: šaldytuvo vidinės atminties (jei šaldytuve jau anksčiau buvo toks produktas) arba centralizuotos duomenų saugyklos, kurioje saugoma visų gamintojų produktų papildoma informacija. Daugiau informacijos apie šių produktų papildomos informacijos šaltinių naudojimą pateikiama skyriuje „e.Šaldytuvo“ duomenų modelis“.

Neradus papildomos informacijos apie atpažįstamą produktą (turint tik kodo reikšmes), papildomą informaciją vartotojui pasiūloma įvesti rankiniu būdu. Nepriklausomai nuo to ar papildoma informacija apie produktą buvo gauta iš vidinės šaldytuvo duomenų bazės, ar iš centralizuotos, ar net įvesta ranka, vartotojas taip pat turi nurodyti produkto galiojimo terminą bei produkto likutį pakuotėje procentais (gali nereikti įvesti produkto galiojimo termino bei likučio, jei naudojami RFID). Produkto likučio pakuotėje taip pat nereikia įvesti jei ši reikšmė buvo priskirta atitinkamam produktui anksčiau arba ši informacija buvo užkoduota žymėjime (RFID žymėjimo atvejis). Pateikus visą reikalingą informaciją sistemai, vidinėje šaldytuvo duomenų bazėje išsaugomas šaldytuvo turinio įrašas.

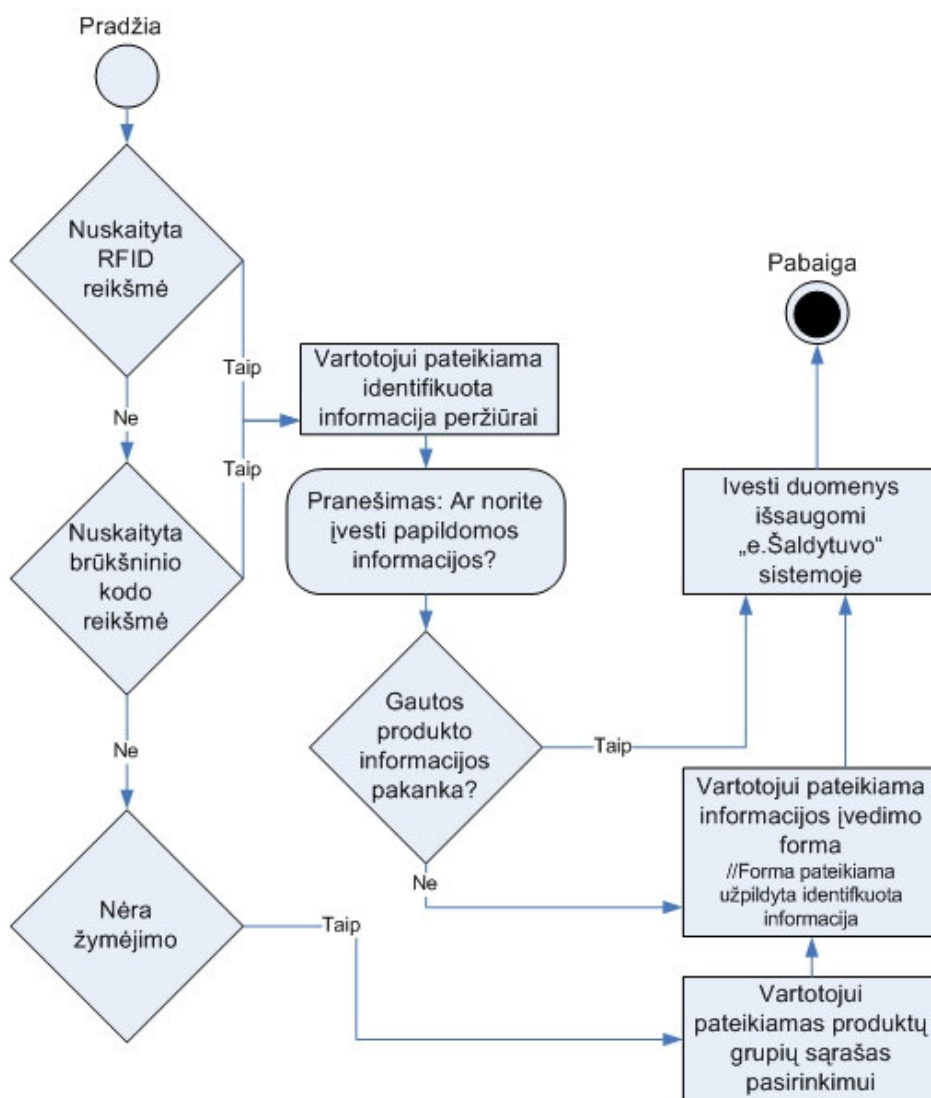
Panašiu funkcionalumu pasižymi ir RFID duomenų nuskaitymą atliekanti posistemė:

- Posistemė geba nuskaityti RFID daviklio koduotą reikšmę (kadangi skirtingi RFID daviklių gamintojai leidžia skirtingus duomenų ilgius, nuskaitymo posistemė gali nuskaityti skirtingo ilgio duomenis);
- Išskirti kode pateiktą informaciją ir ją iškoduoti;
- Nepavykus išskirti reikiamos informacijos (kilmės šalies, gamintojo kodo ir kt.) arba neradus atitiktoms sistemoje, vartotojui suteikiama galimybė informaciją įvesti rankiniu būdu;

Produktų pažymėtų RFID davikliais atpažinimo ir identifikavimo procesas yra praktiškai analogiškas 8 paveiksle pateiktajam. Skirtumas nuo aukščiau aprašytojo brūkšniniam kodui pritaikyto funkcionalumo – nuskaitymo kodo ilgis. Be to, šiame kode gali būti užkoduota daugiau informacijos, kurios nebereikia ieškoti kituose duomenų šaltiniuose arba įvedinėti rankiniu būdu (galiojimo terminas, kiekis pilnoje pakuotėje ir k.t.). RFID etiketėse gali tilpti skirtingas kiekis informacijos (atsižvelgiant į gamintoją), tačiau dažniausiai jose saugomas 56 bitų (7 baitų) identifikacijos kodas, 96 baitai laisvai keičiamos informacijos ir įvairūs sisteminiai duomenys.

Trečioji produktų grupė pagal produktų žymėjimą ir identifikavimą – nepažymėti produktai. Šiuo atveju vartotojas visą produkto informaciją įveda rankiniu būdu. Taip pat rankiniu būdu suvedami produkto duomenys, jei produktas buvo pažymėtas, tačiau produktą identifikuojančios žymėjimo reikšmės nepavyko nuskaityti arba pavyko tik dalinai. Rankinis produktų informacijos įvedimo procesas pavaizduotas 8 paveiksle.

Bendruoju atveju reikalingos įvesti ir automatiškai įvedamos informacijos santykis priklauso nuo nuskaitytų ir identifikuotų duomenų kiekio. Visa informacija gauta iš nuskaitytosios žymėjimo reikšmės automatiškai yra įvedama į produkto informacijos įvedimo formą ir jos vartotojui pildyti nebereikia. Automatiškai priskirtos reikšmės vartotojo gali būti redaguojamos. Daugiau apie papildomos produktų informacijos priskyrimą 3.1.3. skyriuje, „Papildomos produktų informacijos priskyrimo posistemė“.



8 pav. Produktų informacijos įvedimo rankiniu būdu proceso schema.

Pagal 8 paveiksle pateiktą proceso schemą, pirmiausia bandoma nuskaityti produkto žymėjimo (brūkšninio kodo, RFID) reikšmę. Sistemai identifikavimui pateikus pažymėtą produktą nuskaityta žymėjimo reikšmė ir ji dekoduojama. Priklausomai nuo to, ar buvo pateiktas produktas pažymėtas brūkšniniu kodu, ar RFID davikliu galimi skirtingi dekodotos informacijos kiekiai. Be to, jei produktas jau anksčiau buvo įvestas į „e.Šaldytuvą“ sistemą (daugiau apie šį atvejį 3.1.3. skyriuje), pateikiama visa, anksčiau apie atitinkamą produktą įvesta, informacija. Tiek dalinės informacijos, tiek anksčiau įvestos informacijos pateikimo atveju, vartotojas gali produkto informaciją pildyti, redaguoti. Vartotojui patvirtinus produkto informaciją, ji išsaugoma „e.Šaldytuvo“ sistemoje. Tuo atveju, kai produktas nėra pažymėtas, vartotojui iškart pasiūloma įvesti produkto duomenis rankiniu būdu. Taip pat, tokiu atveju, šiek tiek skiriasi informacijos įvedimo į „e.Šaldytuvo“ sistemą. Kad informaciją būtų lengviau įvesti, vartotojui pirmiausia pasiūloma pasirinkti produktų grupę. Vėliau, remiantis vartotojo pasirinkimu, pateikiamos skirtingos struktūros duomenų įvedimo formos bei susiaurinamas vartotojui pateikiamų informacijos įvesties alternatyvų sąrašas. Plačiau šie procesai aprašyti 3.1.3. skyriuje.

### **3.1.2. „e.Šaldytuvo“ turinio kontrolės posistemė**

Šio darbo skyrelyje „Informacijos įvesties posistemė“ aprašytoji posistemė atlieka produktų žymėjimo informacijos nuskaitymą, jos dekodavimą ir duomenų įvedimą į sistemą rankiniu būdu. Kita svarbi „e.Šaldytuvo“ sistemos modelio dalis, posistemė atsakinga už šaldytuvo turinio kontrolę.

Turinio kontrolės posistemė apima šias „e.Šaldytuvo“ funkcijas:

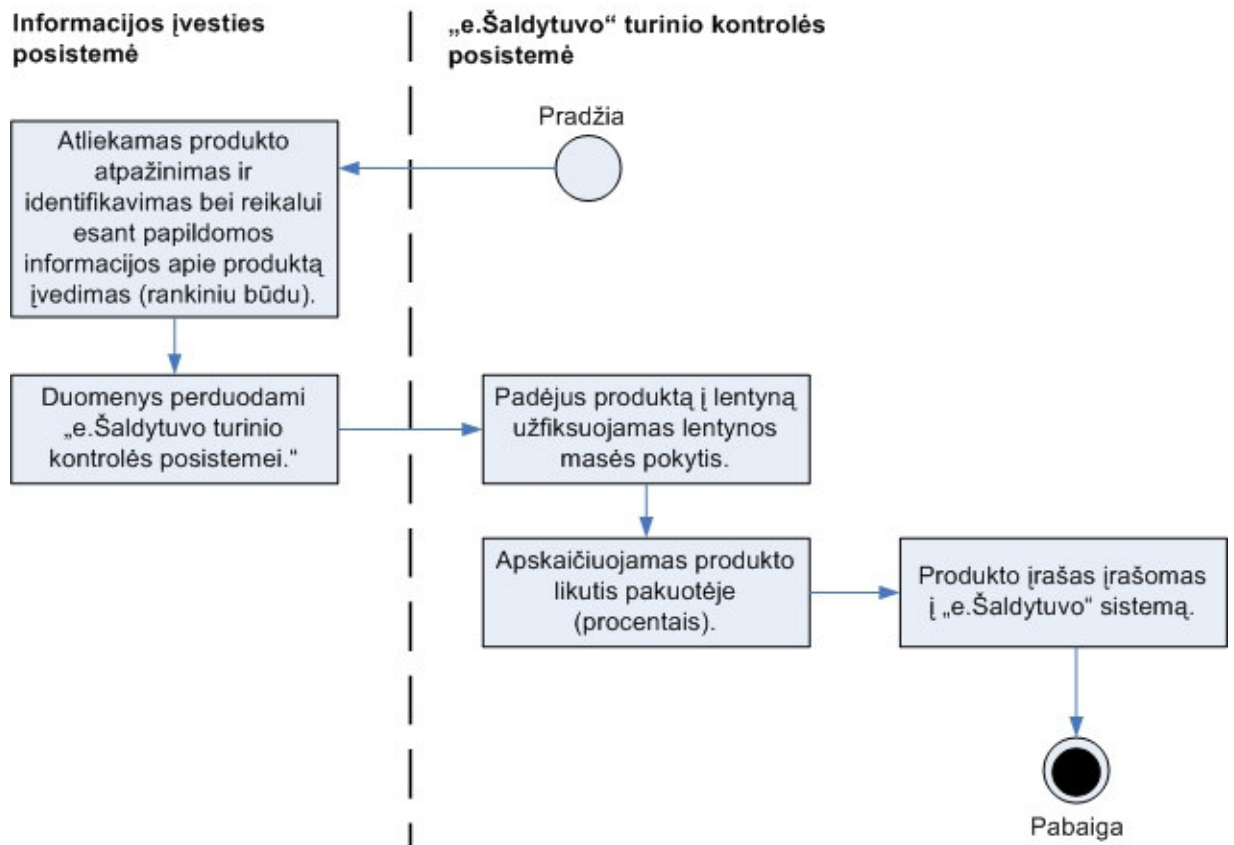
- Produkto įdėjimas į šaldytuvą (šaldytuvo turinio įrašo kūrimas);
- Šaldytuve esančių produktų kiekio, likučio bei šių parametrų kitimo fiksavimas;
- Produktų galiojimo datos kontrolė;
- „e.Šaldytuvo“ turinio pateikimas, atvaizdavimas vartotojui;
- Anksčiau buvusių šaldytuve produktų informacijos saugojimas, administravimas.

Šios posistemės veikimą galima suskirstyti į tokius tris veiklos procesus:

- Produkto įdėjimo į šaldytuvą procesas (naujo produkto);
- Produkto išėmimas, panaudojimas ir gražinimas atgal į „e.Šaldytuvą“;

- Taip pat, šaldytuvo turinio pateikimas.

Du pirmieji procesai veikia netik, „e.Šaldytuvo“ turinio kontrolės, bet ir informacijos įvesties posistemėje. Tiek naujo produkto įrašo kūrimo „e.Šaldytuvo“ sistemoje, tiek produktų panaudojimo atveju, įdedant ir/ar išimant produktą iš šaldytuvo, kiekvieną kartą produktas turi būti identifikuojamas.

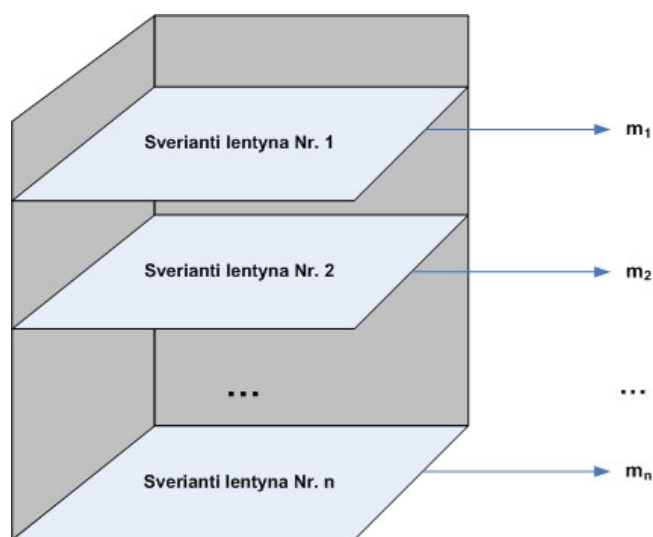


9 pav. Naujo produkto įvedimo į „e.Šaldytuvo“ sistemą veiklos proceso schema.

Naujo produkto įvedimo į „e.Šaldytuvo“ sistemą atveju, pirmiausia identifikuojamas produktas. Produkto identifikavimo ir papildomos informacijos priskyrimo procesai yra išsamiai aprašyti šio darbo 3.1.1. skyrelyje. Laikoma, kad naujas produktas įvedamas į sistemą, jei šis produktas niekada anksčiau nebuvo „e.Šaldytuve“. Priešingu atveju, tai produktų išėmimo ir panaudojimo proceso dalis. Šis procesas bus aptartas toliau šiame skyriuje.

Naujo produkto atveju turinio kontrolės posistemė gavusi produkto informaciją, pirmiausia patikrina ar gautojoje informacijoje yra duomenų apie atitinkamo produkto pilnos pakuotės masę. Šie duomenys reikalingi, kad būtų galima tiksliai sekti atitinkamo produkto kiekį šaldytuve. Produkto likutis fiksuojamas šaldytuvo „sveriančių“ lentynų pagalba. Padėjus produktą į bet kurią

šaldytuvo lentynėle, svarstyklės fiksuoja masės pasikeitimą ir duomenis perduoda „e.Šaldytuvo“ sistemai.



10 pav. „e.Šaldytuvo“ sveriančių lentynėlių modulio schema.

„e.Šaldytuve“ esančių lentynų masių reikšmės saugomos sistemoje, duomenų masyve. Kiekvienos lentynos masę sudaro ant lentynos padėtų produktų masių suma. Įdedant naują produktą į šaldytuvą netik nustatoma įdedamo produkto masė, bet ir fiksuojama, ant kurios lentynos atitinkamas produktas padedamas. Sistema žinodama kokie produktai yra ant atitinkamos lentynos bei kokios yra tų produktų masės, gali patikslinti produkto identifikavimą ir tokiu būdu padidinti produktų atpažinimo ir identifikavimo posistemės veikimo tikslumą. Tai ypač aktualu „e.Šaldytuve“ esančio produkto panaudojimo ar jo išėmimo iš šaldytuvo atveju.

Produktų panaudojimas, tai procesas, kai šaldytuve buvęs produktas yra išimamas. Priklausomai nuo to, ar produktas vėliau gražinamas į šaldytuvą skiriami du atvejai: produktas panaudojamas (produktas gražinamas), produktas išimamas (produktas negražinamas).

Ir vienu, ir kitu atveju išimant produktą iš šaldytuvo, pirmiausia jis turi būti identifikuojamas. Produkto identifikavimui naudojami tie patys procesai, kaip ir įdedant produktą į šaldytuvą (3.1.1. skyrius). Tačiau, visi šaldytuve esantys produktai yra identifikuoti ir žinomi, produkto identifikavimas išimant jį iš šaldytuvo yra paprastesnis ir tikslesnis. Tikslesnis jis dėl to, kad yra galimybė atlikti identifikacijos patikrą. Identifikacijos teisingumo patikrinimo principai yra šie:

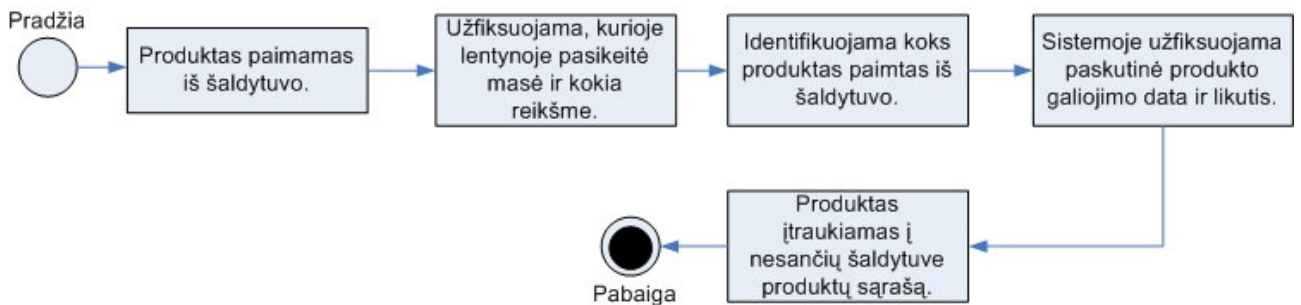
- Produktą reikia identifikuoti iš sąlyginai nedidelio ir žinomo produktų sąrašo;

- Galimų išimtų produktų sąrašas dar labiau susiaurinamas nustatčius, iš kurios lentynos produktas paimtas;
- Kadangi žinoma kiekvieno produkto masė, galimas identifikacijos patikrinimas ir pagal ją (patikrinama ar pasikeitusi lentynos masė sutampa su išimtojo ir identifikuotojo produkto mase).

Išėmus produktą iš šaldytuvo ir jį identifikavus produkto įrašas iš šaldytuve esamų produktų sąrašo perkeliamas į buvusiųjų. Perkeliant įrašą į buvusiųjų sąrašą užfiksuojama ir išsaugoma tokia informacija apie produktą:

- Produktą identifikuojanti informacija;
- Produktą aprašanti informacija;
- Išėmimo metu buvęs nustatytas produkto galiojimo terminas;
- Produkto likutis (masė, kg.);

Viso produkto išėmimo iš sistemos schema pateikiama 11 paveiksle.



11 pav. „e.Šaldytuve“ esančio produkto panaudojimo veiklos proceso schema.

Produkto panaudojimas, šios sistemos modelio kūrimo kontekste, tai procesas, kai produktas išimamas iš „e.Šaldytuvo“, naudojamas (pasikeičia jo likutis) ir po kurio laiko vėl gražinamas į šaldytuvą. Kadangi nėra galimybės nustatyti ar į šaldytuvą gražintas tas pats produktas ar tas pats produktas tik nauja jo pakuotė (tie patys produktai žymimi tomis pačiomis kodo reikšmėmis), produkto gražinimas traktuojamas analogiškai naujo produkto įvedimui. Vienas iš šiam sistemos modeliui keliamų uždavinių, vartotojo rankinio darbo sumažinimas, todėl šiuo tikslu siūlomi tokie funkciniai sprendimai padėsiantys sumažinti vartotojo rankinį darbą produktų panaudojimo ir jo fiksavimo „e.Šaldytuve“ procese:

- Jei identifikuotas produktas jau buvo šaldytuve anksčiau, vartotojui nebereikia įvedinėti jo papildomos informacijos. Ji paimama iš „e.Šaldytuve“ saugomos informacijos;
- Jei kada buvo nurodyta prekės pakuotės masė (gauta identifikuojant produktą arba užfiksavus produkto su pakuote masę ir vartotojui nurodžius, kad tai nenaudota prekė) jos daugiau vartotojui nurodyti nebereikia, o prekės likutis suskaičiuojamas automatiškai;
- Gražinant produktą atgal į šaldytuvą, vartotojui visada rodoma paskutinį kartą įvesto atitinkamo produkto galiojimo datą. Vartotojas gali ją tiesiog patvirtinti (jos nekeisti) arba pakeisti į naują datą. Vartotojui pasiūlomą pakeisti produkto galiojimo datą jei:
  - produktas gražinamas tada, kai anksčiau buvusio produkto galiojimo laikas jau yra pasibaigęs;
  - Jei žinomas produkto galiojimo terminas, tačiau nustatytasis yra per didelis;

Iki šiol šiame skyriuje nagrinėti du atvejai, išsiskyrė tuo, kad produktus buvo galima identifikuoti pagal brūkšninio kodo arba RFID reikšmę. Tačiau, yra ir trečioji produktų grupė – nepažymėti produktai.

Šios, nepažymėtų produktų grupės atveju išimamų iš šaldytuvo produktų identifikavimui, kaip ir įdedant juos, turi būti naudojamas rankinis metodas. Kad vartotojui nereikėtų ieškoti pageidaujamo produkto ilgame šaldytuve esančių produktų sąraše, jam pateikiamas atskiras, šaldytuve esančių ir nepažymėtų produktų sąrašas. Tokiu būdu vartotojas išėmęs produktą iš šaldytuvo, tiesiog pasirenką paimtojo produkto įrašą. Daugiau informacijos apie šios grupės produktų identifikavimą produktų panaudojimo veiklos procese pateikta šio darbo skyriuje „Vartotojo sąsajos modelio sudarymas“.

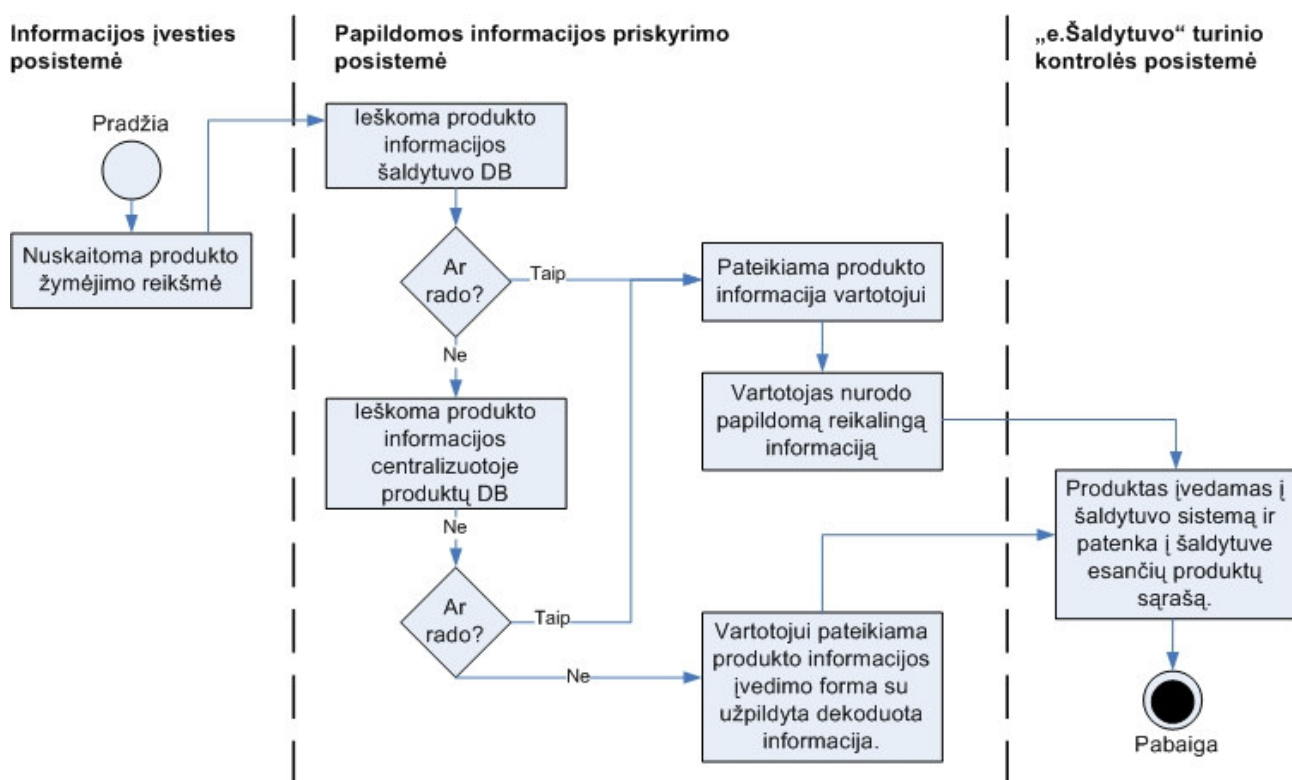
### ***3.1.3. Papildomos produktų informacijos priskyrimo posistemė***

Šio darbo 3.1.1. skyriuje aprašytajai posistemėi nuskaičius žymėjimo reikšmę gaunama tik dalis produkto informacijos. Iš žymėjimo gautos informacijos kiekis priklauso nuo technologijos. Pavyzdžiui, naudojant brūkšninį kodą, galima gauti informacijos tik apie produkto kilmės šalį,

produkto gamintoją ir produkto kodą. Tuo tarpu naudojant RFID technologiją, nuskaitytoji reikšmė gali turėti kur kas daugiau informacijos, kurios kiekis priklauso nuo RFID daviklio gamintojo. Bet kuriuo atveju, siekiant „e.Šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos universalumo, būtini ir kiti, papildomos informacijos priskyrimo produktui būdai. Paprasčiausiu atveju, šią informaciją kiekvieną kartą identifikuojant produktą galėtų priskirti vartotojas, tačiau tai labai nepatogu. Todėl, šiame skyriuje pristatomi šio darbo metu sudaromame sistemos modelyje naudojami papildomos informacijos apie produktą įvedimo metodai.

Papildomos informacijos priskyrimą galima išskaidyti į du atvejus: priskiriama visa produktą aprašanti informacija ir dalinis informacijos priskyrimas, sufleravimas.

Pirmasis atvejis pasireiškia tuomet, kai produktas yra pažymėtas (brūkšniniu kodu arba RFID), žymėjimo reikšmė nuskaityta sėkmingai ir produkto atitikmenys randami anksčiau šaldytuve buvusių produktų duomenų bazėje arba centralizuotoje produktų duomenų bazėje. Šiuo atveju atliekamo papildomos informacijos priskyrimo proceso schema pateikiama paveiksle žemiau.



12 pav. Papildomos informacijos apie produktą priskyrimo proceso schema.

Kaip matyti 12 paveiksle pateiktoje schemoje, pirmiausia tikrinama ar identifikuojamas produktas nebuvo anksčiau „e.Šaldytuve“. Jei atitinkamas produktas šaldytuve jau nebe pirmą kartą (pvz. Produkto panaudojimo atvejis) vartotojui pateikiama šaldytuve seniau įvesta informacija. Jei



produkto atitikmens rasti šaldytuvo sistemoje nepavyko, jo ieškoma centralizuotoje produktų duomenų bazėje. Sėkmingos paieškos atveju, rastoji informacija pateikiama vartotojui. Šią informaciją vartotojas patvirtina arba reikalui esant papildo ją reikiama informacija (pav.: Galiojimo laikas, pilnos pakuotės masė, produkto likutis ar pan.). Šaldytuvo ir centralizuota duomenų bazės išsamiau aprašytos 3.3. skyriuje.

Tuo atveju, kai produkto papildoma informacija nerandama nei vienoje iš minėtų duomenų bazių, sistema pasiūlo įvesti informaciją rankiniu būdu. Šis procesas aprašytas 3.1.1. skyriuje. Vienas iš pagrindinių šio darbo uždavinių, sudaryti sistemos modelį, kuris reikalautų kiek galima mažiau vartotojo rankinio darbo. Todėl rankinio produktų informacijos įvedimo atveju labai svarbu, kad sistema būtų „protinga“ ir sugebėtų vartotojui padėti įvedinėjant informaciją.

Tai atliekama tokiomis priemonėmis:

- Produkto informacijos formos pateikimas priklausomai nuo produkto grupės;
- Automatinis dekodotos informacijos pateikimas formoje;
- Įvedamų reikšmių pasirenkamų alternatyvų pateikimas vartotojui.

Alternatyvos, tai galimų įvesti reikšmių pateikimas vartotojo pasirinkimui. Kad pateiktos alternatyvos būtų naudingos, jos turi būti pateiktos kiek galima tikslesnės ir kiek galima labiau atitinkančios vartotojo pageidaujama įvesti informaciją.

Galimas alternatyvas sudaro visi šaldytuve buvę ir centralizuotoje duomenų bazėje esantys produktai. Papildomos produktų informacijos priskyrimo posistemės tikslas, susiaurinti šį sąrašą iki tokio, kad vartotojui esant reikalui būtų lengva pasirinkti tinkamą. Galimi tokie alternatyvų sąrašo siaurinimo parametrai:

- Produkto kilmės šalis;
- Produkto gamintojas;
- Produkto grupė;
- Ar produktas buvęs šaldytuve?;

Sistemai žinant kelis iš išvardintų parametru, alternatyvų sąrašas siaurinamas atsižvelgiant į visus žinomus parametrus. Be to, pirmenybė alternatyvų sąrašė teikiama jau anksčiau šaldytuve buvusių produktų reikšmėms.

Priskyrus papildomą informaciją bet kuriuo iš aprašytų būdu, produkto įrašas įrašomas į šaldytuve esančių produktų sąrašą.

### 3.2. Produktus aprašančios informacijos duomenų modelis

Visus rinkoje esančius maisto produktus galima suskirstyti į keletą produktų grupių:

- Vaisiai, daržovės
- Pieno produktai
- Mėsos gaminiai, žuvis
- Gėrimai (alkoholiniai, nealkoholiniai)
- Duona, pyragai, konditerija
- Kiti

Šios grupės skiriasi netik savo fizinėmis, maistinėmis ar kitomis maisto produktams būdingomis savybėmis, bet ir tų grupių produktams aprašyti reikalingų duomenų rinkiniu.

2 Lentelė. Produktus pagal produktų grupes aprašančių duomenų rinkinių struktūra.

<b>Produktų grupė</b>	<b>Grupės produktus aprašantys duomenys</b>
Vaisiai, daržovės	Produkto kodas, kilmės šalis, tiekėjas, vaisių/daržovių rūšis, produkto pavadinimas, laikymo sąlygos, kiekis pakuotėje, papildoma aprašančioji informacija.
Pieno produktai	Produkto kodas, kilmės šalis, gamintojas/tiekėjas, pieno produkto rūšis, produkto pavadinimas, laikymo sąlygos, galiojimo terminas, kiekis pakuotėje, maistinė ir energetinė vertė, sudėtis, papildoma aprašančioji informacija.
Mėsos gaminiai, žuvis	Produkto kodas, kilmės šalis, gamintojas/tiekėjas, produkto pavadinimas, laikymo sąlygos, galiojimo terminas, kiekis pakuotėje, maistinė ir energetinė vertė, sudėtis, papildoma aprašančioji informacija.
Gėrimai (alkoholiniai, nealkoholiniai)	Produkto kodas, kilmės šalis, gamintojas/tiekėjas, gėrimo rūšis, produkto pavadinimas, laikymo sąlygos, galiojimo terminas, kiekis pakuotėje, maistinė ir energetinė vertė, sudėtis, papildoma aprašančioji informacija.
Duona, pyragai, konditerija	Produkto kodas, kilmės šalis, gamintojas/tiekėjas, rūšis, produkto pavadinimas, laikymo sąlygos, galiojimo terminas, kiekis pakuotėje, maistinė ir energetinė vertė, sudėtis, papildoma aprašančioji informacija.

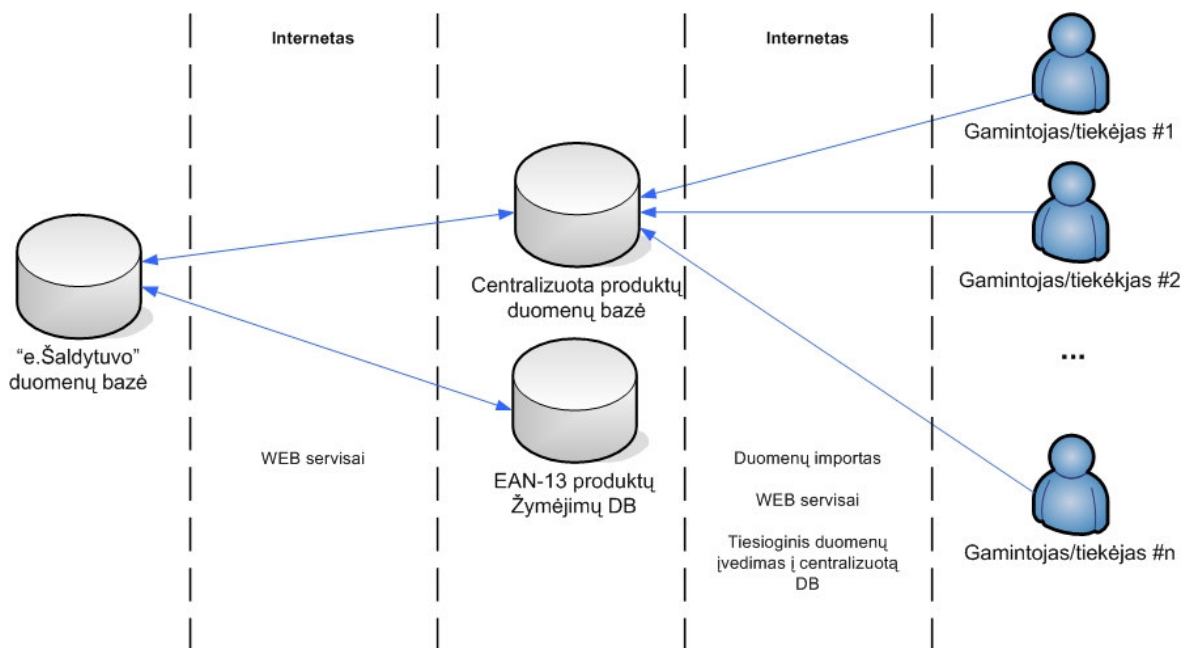
Kiti	Produkto kodas, kilmės šalis, gamintojas/tiekėjas, produkto rūšis, produkto pavadinimas, laikymo sąlygos, galiojimo terminas, kiekis pakuotėje, maistinė ir energetinė vertė, sudėtis, papildoma aprašančioji informacija.
------	--

Bendruoju atveju visų grupių produktus aprašančią informaciją galima suskirstyti į tokias tris rūšis:

- **Produktus identifikuojanti informacija.** Tai duomenys naudojami produktų identifikavimui. Pagal juos nustatoma, koks produktas buvo įdėtas į šaldytuvą arba iš jo išimtas. Šiai grupei priskiriami tokia informacija kaip:
  - Visa žymėjimo kodo reikšmė;
  - produkto kodas atskirai;
- **„e.Šaldytuvo“ funkcionalumą užtikrinanti.** Šiai duomenų apie produktą grupei priskiriami duomenys, kurie naudojami įvairiuose „e.Šaldytuvo“ veiklos procesuose ir užtikrina tam tikrą funkcionalumą:
  - Produkto kodas;
  - Gamintojas ir/arba tiekėjas;
  - Kilmės šalis;
  - Produkto galiojimo laikas;
  - Pilnos pakuotės masė, produkto likutis;
  - Produkto pavadinimas;
- **Papildoma aprašančioji informacija.** Tai papildoma informacija apie produktą. Ši informacija nėra tiesiogiai naudojama realizuojant vienokį ar kitokį sudaromos sistemos modelio funkcionalumą. Šios informacijos nebuvimas neturi įtakos sistemos funkcionalumui:
  - Laikymo sąlygos;
  - Maistinė ir energetinė vertė;
  - Produkto sudėtis;
  - Papildoma aprašančioji informacija.

### 3.3.,,e.Šaldytuvo“ duomenų modelis

Kaip ir buvo minėta anksčiau šiame darbe, produktų esančių ir buvusių šaldytuve duomenys saugomi ,,e.Šaldytuvo“ duomenų bazėje. Identifikuojant produktą ir priskiriant papildomas jo duomenis, informacija imama iš ,,e.Šaldytuvo“ duomenų bazės, jei produktas jau buvo šaldytuve anksčiau, arba duomenų ieškoma išorinėse duomenų bazėse (13 pav.).

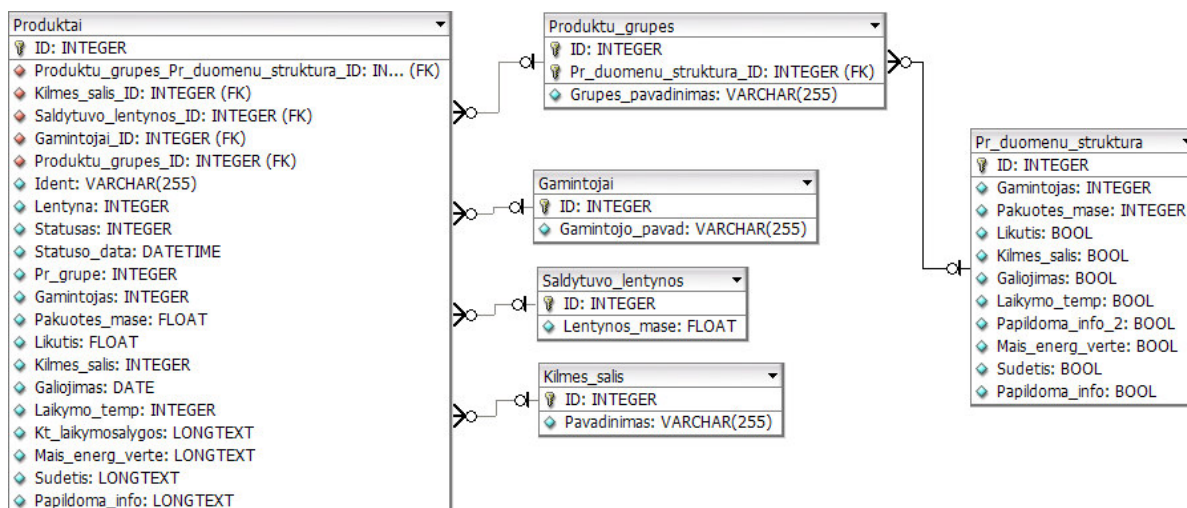


13 pav. Bendroji sistemos duomenų modelio schema.

„e.Šaldytuvo“ sistema identifikuodama produktą gali atlikti papildomų duomenų paiešką išorinėse duomenų bazėse. Logine prasme gali būti išskirti tokie papildomos produktų informacijos šaltiniai: centralizuota produktų duomenų bazė ir EAN-13 produktų žymėjimų duomenų bazė. Šiuose, nutolusiose duomenų bazėse esantys duomenys gali būti pasiekti Internetu, naudojant WEB servisus.

EAN-13 duomenų bazėje esanti informacija leidžia pagal gamintojo bei produkto kodus tiksliai identifikuoti gamintoją ir produktą (pavadinimas, aprašančioji informacija ir kt.). Tačiau šioje duomenų bazėje saugoma informacija tik apie į EAN-13 asociaciją įstojusius gamintojus bei jų produkciją. Tuo atveju, jei gamintojas nėra EAN-13 narys bei naudoja vidinę produktų žymėjimo sistemą, jo produktų duomenys gali būti skelbiami centralizuotoje duomenų bazėje.

Šioje duomenų bazėje duomenis skelbia produktų gamintojai ir tiekėjai. Informacija gali būti skelbiama keliais būdais: importuojant duomenis, naudojant WEB servisus ir tiesiogiai registruojant produktus į duomenų bazę.



14 pav. „e.Šaldytuvo“ duomenų modelio schema.

Identifikavus produktą, priskyrus jam papildomus duomenis iš centralizuotos duomenų bazės ar įvedus juos ranka, produkto įrašas išsaugomas „e.Šaldytuvo“ duomenų bazėje. 14 paveiksle pateikiama „e.Šaldytuvo“ duomenų modelio schema. Detaliau duomenų modelis išanalizuotas žemiau.

**Produktai (3 lentelė).** Šioje lentelėje saugoma visų buvusių ir šiuo metu šaldytuve esančių produktų informacija. Ar produktas yra šaldytuve parodo „Statusas“ laukas. Ši lentelė pagrindinė „e.Šaldytuvo“ modelyje.

3 lentelė. „e.Šaldytuvo“ duomenų modelio lentelės „Produktai“ laukai.

Lauko pavadinimas	Formatas	Aprašymas
ID	Integer	Produkto įrašą identifikuojantis numeris.
Ident	Varchar(255)	Produkto identifikacijos numeris. Tai gali būti produkto kodas arba visa brūkšninio kodo ar RFID reikšmė.
Lentyna	Integer	Lentyną, į kurią padėtas produktas identifikuojantis numeris.
Statusas	Integer	Produkto statusas: 0 – produkto nėra šaldytuve (buvęs); 1 – produktas yra šaldytuve (esamas).
Statuso_data	DateTime	Paskutinio statuso pasikeitimo data.
Gamintojas	Integer	Produkto gamintoją identifikuojantis numeris.
Pakuotes_mase	Real	Saugoma pilnos pakuotės (pakuotė+produktas) masė.
Produkto_mase	Real	Produkto likučio svoris. Jis naudojamas procentiniai produkto likučio reikšmei apskaičiuoti.
Kilmes_salis	Integer	Produkto kilmės šalį identifikuojantis numeris.
Galiojimas	DateTime	Produkto galiojimo laikas nurodomas kaip data.
Laikymo_temp	Integer	Rekomenduojama produkto laikymo temperatūra.
Kt_laikymo_salygos	LongText	Laukas skirtas tekstinei informacijai apie produkto laikymo sąlygas saugoti.
Maist_energ_verte	LongText	Laukas skirtas tekstinei informacijai apie produkto maistinę ir energetinę vertę saugoti.
Sudetis	LongText	Laukas skirtas tekstinei informacijai apie produkto sudėtį saugoti.
Papildoma_info	LongText	Laukas skirtas papildomai aprašančiai tekstinei informacijai apie produktą saugoti.

Prod_pavadinimas	VarChar(255)	Produkto pavadinimas.
------------------	--------------	-----------------------

**Produktų grupės (4 lentelė).** Ši lentelė skirta produktų grupių informacijai saugoti. Sistemos modelio sudaryme nagrinėjamas atvejis, kai naudojamos 6 grupės: Vaisiai/daržovės, Pieno produktai ir t.t. Reikalui esant produktų grupių sąrašas gali būti papildytas.

4 lentelė. „e.Šaldytuvo“ duomenų modelio lentelės „Produktų grupės“ laukai.

Lauko pavadinimas	Formatas	Aprašymas
ID	Integer	Grupę identifikuojantis numeris.
Grupes_pavadinimas	VarChar(255)	Grupės pavadinimas.

**PR\_duomenų\_struktura (5 lentelė).** Kaip buvo minėta anksčiau šiame darbe, vartotojui įvedant produkto informaciją rankiniu būdu, pasirinkus produkto grupę pateikiama skirtingos struktūros informacijos įvedimo forma. „PR\_duomenų\_struktura“ lentelėje saugoma su produkto grupe susijusios produktų informacijos įvedimo formos struktūra.

5 lentelė. „e.Šaldytuvo“ duomenų modelio lentelės „PR\_duomenų\_struktura“ laukai.

Lauko pavadinimas	Formatas	Aprašymas
ID	Integer	Nustatymų rinkinį identifikuojantis numeris.
Gamintojas	Boolean	Ar įtraukti lauką į informacijos įvedimo formą?: True – įtraukti; False – neįtraukti.
Pakuotes_mase	Boolean	
Likutis	Boolean	
Kilmes_salis	Boolean	
Galiojimas	Boolean	
Laikymo_temp	Boolean	
Kt_laikymo_salygos	Boolean	
Maist_energ_verte	Boolean	
Sudėtis	Boolean	
Papildoma_info	Boolean	

**Gamintojai (6 lentelė).** Saugoma produktų gamintojų arba tiekėjų informacija.

6 lentelė. „e.Šaldytuvo“ duomenų modelio lentelės „Gamintojai“ laukai.

Lauko pavadinimas	Formatas	Aprašymas
ID	Integer	Produkto gamintoją ar tiekėją identifikuojantis numeris.
Gamintojo_pavad	VarChar(255)	Gamintojo arba tiekėjo pavadinimas.

**Kilmes\_salis (7 lentelė).** Šioje lentelėje saugomos viso galimos produkto kilmės šalių reikšmės. Pavadinimai ir šalis identifikujantys kodai gaunami iš EAN-13 asociacijos naudojamos „Kilmės šalių kodų lentelės“ [17].

7 lentelė. „e.Šaldytuvo“ duomenų modelio lentelės „Kilmes\_salis“ laukai.

Lauko pavadinimas	Formatas	Aprašymas
ID	Integer	Produkto kilmės šalį identifikujantis kodas (iš EAN-13 kodų lentelės) pvz.: Amerika – 00, Lietuva – 470 ir t.t.
Pavadinimas	VarChar(255)	Produkto kilmės šalies pavadinimas.

**Šaldytuvo\_lentynos (8 lentelė).** Šioje lentelėje saugoma informacija apie šaldytuvo lentynas. Kiekviena lentyna identifikuojama pagal ID reikšmę. Taip pat, šioje lentelėje saugoma produktų esančių atitinkamoje lentynoje masių suma.

8 lentelė. „e.Šaldytuvo“ duomenų modelio lentelės „Šaldytuvo\_lentynos“ laukai.

Lauko pavadinimas	Formatas	Aprašymas
ID	Integer	Šaldytuvo lentyną identifikuojantis numeris.
Lentynos_mase	Real	Lentynoje esančių produktų masių sumos reikšmė.

### 3.4.Vartotojo sąsajos modelis

Produktų atpažinimą ir identifikavimą realizuojančios sistemos kol kas negali pasižymėti šimtaprocentiniu veikimo tikslumu. Dėl produktams identifikuoti naudojamų priemonių įvairovės, lieka produktų, kurių tokios sistemos negali identifikuoti. Taip pat, dažnai galimi atvejai, kai produktas identifikuojamas, tačiau dėl naudojamos technologijos apribojimų arba kitų priežasčių nėra galimybės pateikti visos reikalingos informacijos apie jį.

Neidentifikuojamų produktų arba trūkstama informacija turi būti įvedama rankiniu būdu. Šiuo metu dauguma realizuotų produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemų paremtos rankiniu produktų informacijos įvedimu. Tokios sistemos nėra priimtinos vartotojui. Taigi, siekiant sukurti vartotojui patrauklų tokios sistemos modelį, būtina sumažinti rankinio darbo būtinybę, o likusius vartotojo rankiniu būdu atliekamus procesus realizuoti taip, kad jie būtų patogūs, paprasti ir lengvai naudojami.

Daugumoje šiuo metu realizuotų „e.Šaldytuvo“ sistemų (žr. 2.2. Skyrių) turi liečiamuosius ekranus ir yra valdomos per juos. Nors šaldytuvų produktų atpažinimo ir identifikavimo, turinio bei jo valdymo sistemos gali būti atskirtos nuo paties šaldytuvo, įdiegtos nutolusiame kompiuteryje, jų tiesioginis integravimas į buitinių prietaisų turi tam tikrų privalumų. Pirmiausia, taupoma virtuvės vieta. Toks šaldytuvas su integruota informacine sistema neužima daugiau vietos nei įprastas. Taip pat, produktų atpažinimo ir identifikavimo įrenginiai (brūkšninio kodo skaitytuvai, RFID skaitytuvai bei rankinio produktų informacijos įvedimo sąsajos) yra ten, kur ir yra naudojami. „e.Šaldytuvo“ valdymui naudojamam liečiamajam ekranui svarbus atsparumas išoriniam poveikiui, įbrėžimams, drėgmei ir kt.

Rankinis produktų informacijos įvedimas „e.Šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemoje gali būti atliekamas esant šioms situacijoms:

- Įvedama visa produktą apibūdinanti informacija (produktas neidentifikuotas visiškai);
- Įvedama trūkstama produktą apibūdinanti informacija (dalinis produkto identifikavimas);

Šiame darbe svarbus įvedamos informacijos galimų alternatyvų pasirinkimo funkcionalumas. Tokį informacijos įvedimo principą šiuo metu naudoja paieškos sistema *Google.com* bei daug kitų. Realizavus šį funkcionalumą:

- Vartotojui gali nereikėti įvesti visos informacijos. Įvedus keletą simbolių pateikiamas galimų pasirinktinių alternatyvų sąrašas;
- Sumažėja įvedamos informacijos klaidų tikimybė. Tai leidžia tiksliau susieti įvestą informaciją su duomenų bazėse esančia ir tokiu būdu pateikti tikslią produktą aprašančią informaciją;
- Galima padėti vartotojui įvedant bet kokią produktą aprašančią informaciją (pavadinimą, gamintoją, kilmės šalį ir kt.).

Įvedamo produkto grupė. Visus rinkoje esančius maisto produktus galima suskirstyti į keletą produktų grupių (3.2. skyrius).

Šių grupių naudojimas vartotojo sąsajos modelyje naudingas dėl keleto priežasčių:

- Vartotojo atliktas grupės pasirinkimas suteikia informacijos apie įvedamą produktą;
- Priklausomai nuo pasirinktos produktų grupės vartotojui pateikiama skirtinga, atitinkanti informacijos poreikius, įvedimo forma;
- Susiaurinama atitikmenų paieška centralizuotoje produktų informacijos duomenų bazėje arba tarp buvusių šaldytuve produktų (paieška vidinėje „e.Šaldytuvo“ sistemoje);





15 pav. Vartotojo sąsajos modelis. Produkto grupės pasirinkimas.

Vartotojui pasirinkus pageidaujamo įvesti produkto grupę, pateikiamas tekstinis laukas, kuriame turi būti nurodomas produkto pavadinimas. Vedant pavadinimą, vartotojui pateikiamos įvedamos informacijos alternatyvos. Vartotojas gali įvesti pilną pavadinimą ir sukurti naują produkto įrašą (jei naujasis pavadinimas nesutampa su anksčiau įvesto produkto pavadinimu). Vartotojui pasirinkus vieną iš siūlomų alternatyvų iškart pateikiama produktų informacijos įvedimo forma su užpildyta žinoma informacija (anksčiau buvusio produkto informacija iš šaldytuvo atminties). Dalinai užpildyta produkto informacijos įvedimo forma pateikiama ir tuo atveju, kai produkto atpažinimo ir identifikavimo metu identifikuojama tik dalis informacijos.

#### Produktų informacijos įvedimo formos.

Kaip ir minėta anksčiau, dauguma „e.Šaldytuvų“ sistemų, valdomos liečiamaisiais ekranais. Taigi, ir produktų informacijos įvedimo formos laukai turi būti užpildomi pasitelkiant liečiamajame ekrane pateikiama klaviatūra.

16 pav. Informacijos apie produktą įvedimo formos modelis.

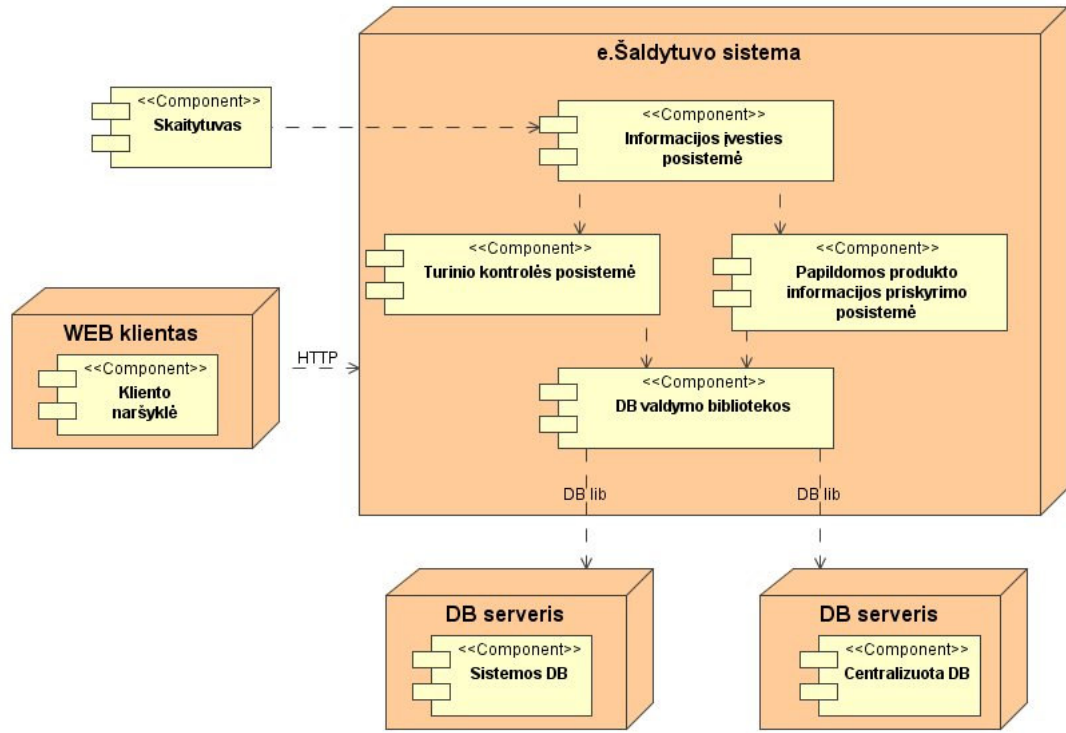
Pasirinkus informacijos įvedimui tekstinį lauką, vartotojui virš 16 paveiksle pavaizduotos formos atidaroma liečiamoji klaviatūra. Vedant informaciją, vartotojui tuo pat metu siūlomos įvedamos reikšmės alternatyvos, iš kurių vartotojas gali pasirinkti jam tinkamą. Toks pat, vartotojo sąsajos veikimo principas galioja visiems formos tekstiniams laukams. Kaip pavaizduota 16 paveiksle data gali būti nurodoma įvedant reikiamą reikšmę į tekstinį lauką arba pasirenkant norimą datą iš kalendoriaus.

„e.Šaldytuvo“ turinio vaizdavimas taip pat atliekamas liečiamajame ekrane. Šaldytuvo turinio pateikimo vartotojo sąsajoje pateikiamas toks funkcionalumas:

- Vaizduojamas šaldytuve esančių produktų sąrašas;
- Pateikiamas sąrašas produktų, kurių galiojimo laikas greitai baigsis;
- Šaldytuve esančių ir buvusių produktų informacijos administravimas;
- Produktų likučių pateikimas ir kt.

### 3.5.Sistemos architektūros modelis

„e.Šaldytuvo“ sistemos architektūros modelio schema pateikiama 17 paveiksle.



17 pav. „e.Šaldytuvo“ sistemos architektūros modelis.

Kaip matyti pateiktoje schemeje „e.Šaldytuvo“ sistemą sudaro trys posistemės:

- Informacijos įvesties posistemė. Posistemė atsakinga už produktų atpažinimą ir identifikavimą. Ji atlieka produktų žymėjimo reikšmių nuskaitymą, dekodavimą bei organizuoja rankinį informacijos įvedimą.
- Papildomos informacijos posistemė. Tai posistemė papildanti informacijos įvesties posistemės funkcionalumą. Jos paskirtis atlikti produkto žymėjimo reikšmės susiejimą su išsamia produkto informacija, vykdyti dalinės informacijos apie produktą papildymą gaunant duomenis iš išorinių duomenų bazių.
- Turinio kontrolės posistemė. Ši „e.Šaldytuvo“ sistemos dalis skirta šaldytuve esančių ar buvusių produktų informacijos administravimui, produktų kiekio šaldytuve kitimo sekimui bei šaldytuvo turinio pateikimui vartotojui.

Dar dvi „e.Šaldytuvo“ sistemos architektūros modelio komponentės – duomenų bazės. Viena jų lokali, esanti kartu su šaldytuvo sistemos komponentais, kita – nutolusi. „e.Šaldytuvo“

sistemos ryšį su abejomis duomenų bazėmis kontroliuoja duomenų bazių valdymo bibliotekų modulis.

### **3.6.Sistemos modelio išplėtimo galimybės**

Analizuojant „e.Šaldytuvų“ sistemas bei sudarinėjant produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos modelį atsirado galimybė įvardinti tolimesnes galimas sudarytojo modelio vystymo ar analizės kryptis. Įvardintos kryptys ar sistemos moduliai gali būti kitų darbų pagrindu. Siūlomos tolimesnės analizės, susijusios su „e.Šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos vystymu, kryptys:

- Įvairių daviklių panaudojimas užtikrinant „e.Šaldytuvo“ produktų kokybę ir jos kontrolę. Temperatūros, drėgmės, kvapo bei maisto produktų kokybės daviklių panaudojimas. Maisto kokybės daviklių analizės rezultatų perdavimas į „e.Šaldytuvo“ sistemą;
- Automatinis produktų sąrašo sudarymas, produktų užsakymo sistemos, šaldytuvo turinio informacijos panaudojimas „e.Šaldytuvo“ paslaugų kūrime;
- Vaizdo atpažinimo metodo, skirto „e.Šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemai sudarymas;
- RFID daviklių panaudojimo produktų atpažinimui ir identifikavimui „e.Šaldytuvo“ sistemose modelio sudarymas.

### **3.7.Išvados**

- Šioje darbo dalyje buvo atlikta „e.Šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos veiklos procesų analizė, remiantis kuria buvo apibrėžtas sudaromos sistemos modelio funkcionalumas.
- Remiantis šio darbo antroje dalyje pateiktais analizės duomenimis bei apibrėžtu sistemos modelio funkcionalumu buvo sudaryti produktų informacijos bei „e.Šaldytuvo“ sistemos duomenų modeliai.

- Siekiant įgyvendinti šio darbo vieną iš uždavinių, sumažinti sistemos vartotojo rankinį darbą, remiantis sistemos analizės bei apibrėžtu sistemos modelio funkcionalumu, sudarytas racionalus vartotojo sąsajos modelis.
- Sistemos modelio sudarymas apibendrintas „e.Šaldytuvo“ sistemos architektūros modelio sudarymu.
- Taip pat, šioje darbo dalyje įvardintos galimos tolimesnės „e.Šaldytuvo“ sistemos modelio vystymo kryptys, pateiktos rekomendacijos kitiems „e.Šaldytuvo“ sistemos modelio sudarymo darbams.

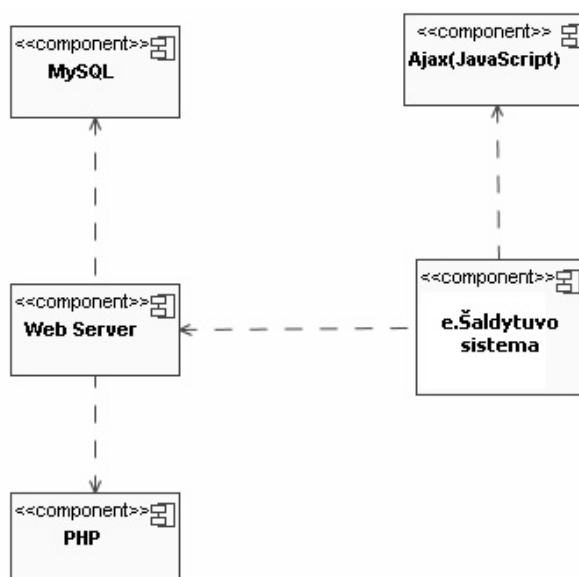
## 4. EKSPERIMENTAS

Šiame skyriuje aprašytais eksperimentais siekiama išbandyti 3 šio darbo skyriuje sudarytojo „e.Šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos modelio posistemų veikimą. Jo metu realizuotas „e.šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos veikimą imituojantis modelis. Modelį sudaro produktų atpažinimo ir identifikavimo funkcijų rinkinys bei funkcijos realizuojančios produktų panaudojimo bei jų kiekio kitimo šaldytuve sekimą. Sistemoje numatyti aparatūriniai sprendimai modeliuojami programinių priemonių pagalba.

Šio eksperimento tikslai yra šie:

- Realizuoti produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos modelį imituojančia sistema;
- Išbandyti sistemos veikimą imituojant įvairius galimus produktų atpažinimo ir identifikavimo atvejus, bandymams naudojant eksperimentinius duomenis;
- Išbandyti sistemos veikimą imituojant „e.Šaldytuvo“ turinio kitimo atvejus;
- Įvertinti produktų atpažinimo ir identifikavimo bei turinio kontrolės eksperimentinio modelio veikimą, pateikti išvadas.

Eksperimentinio sistemos modelio komponentų diagrama pateikiama 18 paveiksle.



18 pav. Eksperimentinio sistemos modelio komponentų diagrama.

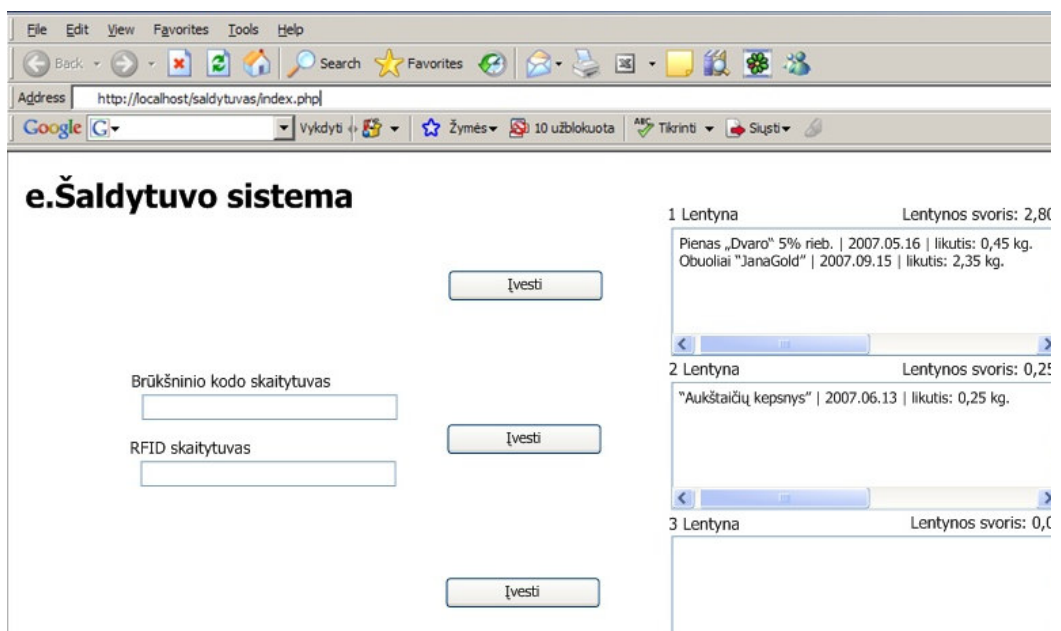
Šio eksperimento metu siekiama išbandyti keletą atskirų sudarytosios sistemos modelio dalių, todėl visas eksperimentas padalinamas į tris dalis:

- Informacijos įvesties įrenginių imitavimas, produktų atpažinimas ir identifikavimas iš gautos dalinės informacijos;
- AJAX technologijos panaudojimas rankiniam produktų informacijos įvedimui realizuoti;
- „e.Šaldytuvo“ turinio kontrolės posistemės imitavimas, produktų kiekio kitimo šaldytuve sekimas.

Kiekvienas iš šių eksperimentų atliekamas naudojant bendrą, imituojančią sistemą, tačiau dėl skirtingų kiekvieno iš išvardintų eksperimentų tikslų, jie nagrinėti atskirai. Kiekvienai eksperimento daliai sudarytas atskiras eksperimento planas, nagrinėti atitinkamo eksperimento rezultatai ir pateiktos išvados.

#### 4.1.1 Dalis. Informacijos įvesties įrenginių imitavimas

Eksperimentinio modelio įvesties imitavimo posistemės paskirtis programiškai realizuoti brūkšninio kodo ar RFID daviklio skaitytuvus, bei iš jų nuskaitytos informacijos apdorojimą. Kadangi produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos modelyje numatyta, kad sistema pati nustato koks produktų žymėjimas yra naudojamas (brūkšninis kodas ar RFID), eksperimentiniame modelyje imituojant šių reikšmių nuskaitymą, reikšmės įvedamos į skirtingus tekstinius laukus (19 pav.).



19 pav. Informacijos įvesties įrenginių veikimą imituojančio modulio vartotojo sąsaja.

Sistemos funkcionalumas brūkšninio kodo nuskaitymo atveju:

- Posistemė geba nuskaityti bet kokio ilgio brūkšninio kodo reikšmę;
- Nustatyto brūkšninio kodo kodavimo sistemą ir įvardina produkto kilmės šalį;
- Pagal kode pateiktą informaciją nustatyto produkto gamintoją (jei naudojama EAN-13 kodavimo sistema, o produkto gamintojas yra registruotas šioje sistemoje. Imituojančiame modelyje, sistema nustato ar gamintojas yra gamintojų duomenų bazėje);
- Vykdomas patikrinimas ar kodas buvo nuskaitytas teisingai (kontrolinės sumos reikšmės skaičiavimas). Vartotojas informuojamas apie kodo nuskaitymo statusą;
- Nepavykus išskirti reikiamos informacijos (kilmės šalies, gamintojo kodo) arba neradus atitiktens šaldytuvo vidinėje ar centralizuotoje produktų duomenų bazėje vartotojui suteikia galimybę informaciją įvesti rankiniu būdu;
- Suteikia vartotojui galimybę nurodyti produkto galiojimo datą rankiniu būdu;

Panašus funkcionalumas ir RFID kodo nuskaitymo atveju:

- Posistemė geba nuskaityti RFID daviklio koduotą reikšmę (kadangi skirtingi RFID daviklių gamintojai leidžia skirtingus duomenų ilgius, nuskaitymo posistemė gali nuskaityti skirtingo ilgio duomenis);
- Išskirti kode pateiktą informaciją ir ją iškoduoti;
- Nepavykus išskirti reikiamos informacijos (kilmės šalies, gamintojo kodo) arba neradus atitiktens sistemoje vartotojui suteikiama galimybė informaciją įvesti rankiniu būdu;

Šioje eksperimento dalyje taip pat siekiama patikrinti sistemos gebėjimo „apsimokyti“ naudą. Siekiama nustatyti kokią įtaką turi duomenų apie produktus kiekis duomenų bazėje tam, kad produktų atpažinimo ir identifikavimo procesas galėtų vykti pilnai automatiškai arba reikalautų kiek galima mažiau vartotojo rankinio darbo.



### ***4.1.1. Eksperimento planas***

„e.Šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos veikimas analizuojamas pateikiant sistemai eksperimentinius produktų duomenis. Sistemos testavimas atliekamas laikantis eksperimento plano. Planas sudarytas taip, kad būtų patikrinamos visos galimos produktų įvedimo ir kitos galimos sistemos veikimo situacijos:

- Produktas su brūkšninio kodu:
  - Blogai nuskaitytas brūkšninis kodas. Sistemai pateikiamas brūkšninis kodas su klaidinga ir su teisinga kontrolinės sumos reikšme (pvz.: 4770161091457 ir 4770161091455);
  - Naujas produktas, produkto nėra nei vienoje duomenų bazėje.
  - Produkto informacija saugoma vidinėje šaldytuvo duomenų bazėje (produktas jau buvo šaldytuve anksčiau). Vartotojui pateikiama visa anksčiau įvesta informacija apie produktą;
  - Produkto informacija rasta papildomos informacijos duomenų bazėje;
  - Produkto informacija pateikiama ir vidinėje ir išorinėje duomenų bazėje. Sistema pateikia vidinėje DB esančius duomenis.
  - Produkto nėra nei vienoje duomenų bazėje, tačiau iš nuskaityto kodo dekoduoja dalis informacijos (kilmės šalis, gamintojas). Vartotojui pateikiama rankinio produktų informacijos įvedimo forma su užpildyta dekoduoja informacija;
  - Naudojama vietinė (įmonės viduje) produktų žymėjimo sistema. Produkto nėra nei vienoje duomenų bazėje nepavyko išskirti ir papildomos informacijos. Vartotojui pateikiama rankinio produktų informacijos įvedimo forma;
- Produktas su RFID davikliu:
  - Naujas produktas, produkto nėra nei vienoje duomenų bazėje.
  - Produkto informacija saugoma vidinėje šaldytuvo duomenų bazėje (produktas jau buvo šaldytuve anksčiau). Vartotojui pateikiama visa anksčiau įvesta informacija apie produktą;

- Produkto informacija rasta papildomos informacijos duomenų bazėje;
- Produkto informacija pateikiama ir vidinėje ir išorinėje duomenų bazėje. Sistema pateikia vidinėje DB esančius duomenis, o juos papildyti pasiūlo iš dekodautos informacijos (galiojimo terminas ir kt.).
- Produkto nėra nei vienoje duomenų bazėje, tačiau iš nuskaityto kodo dekoduoja dalis informacijos. Vartotojui pateikiama rankinio produktų informacijos įvedimo forma su užpildyta dekodauta informacija;

#### ***4.1.2. Rezultatai ir išvados***

Laikantis 4.1.1. skyriuje pateiktu eksperimento planu buvo patikrintas realizuoto eksperimentinio modelio veikimas. Visais eksperimento plane išvardintais atvejais sistemos veikimas buvo toks, kaip numatyta. Kadangi, sistemos modelis sudarytas taip, kad sistema „apsimokytų“, eksperimentas buvo atliktas daug kartų. Didėjant produktų informacijos kiekiui tiek vidinėje, tiek išorinėje duomenų bazėje, produktų sėkmingo atpažinimo ir identifikavimo procentas atitinkamai didėjo, o vartotojo rankinio darbo poreikis atitinkamai mažėjo. Esant pakankamai dideliam produktų skaičiui įvestam šaldytuvo vidinėje duomenų bazėje, vartotojui rankiniu būdu nurodyti reikia tik produkto galiojimo laiką ir/arba produkto likutį pakuotėje.

RFID daviklių naudojimo atveju, vartotojo rankinio darbo sumažėjo dar labiau, o kai kuriais atvejais procesas buvo vykdomas pilnai automatiškai. Kadangi iš RFID dekoduoti duomenys naudojami kartu su šaldytuvo arba išorinėje duomenų bazėje esančiais duomenimis, duomenų kiekiui apie produktus didėjant, atpažinimo ir identifikavimo procesas dažniau buvo atliekamas pilnai automatiškai.

Eksperimento dalies išvados:

- Sudarytasis sistemos modelis leidžia identifikuoti bet kokio žymėjimo bei nepažymėtus produktus, tai užtikrina sistemos modelio universalumą;
- Sudarytasis produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos modelis realizuoja sistemos „apsimokymo“ idėją, kurios pagalba daugėjant produktų įrašų duomenų bazėje, mažėja rankinio vartotojų veiksmų skaičius. RFID atveju produktų atpažinimas ir identifikavimas gali būti ir visiškai automatinis;

## 4.2. 2 Dalis. Rankinio produktų informacijos įvedimo imitavimas

Šioje eksperimento dalyje siekiama išbandyti sistemos modelyje sudarytą vartotojo sąsajos modelį. Sudarant sistemos modelį buvo skirtas didelis dėmesys rankiniam produktų informacijos įvedimui ir jo palengvinimui. Kaip viena iš priemonių, galinčių padėti tai įgyvendinti – racionali vartotojo sąsaja.

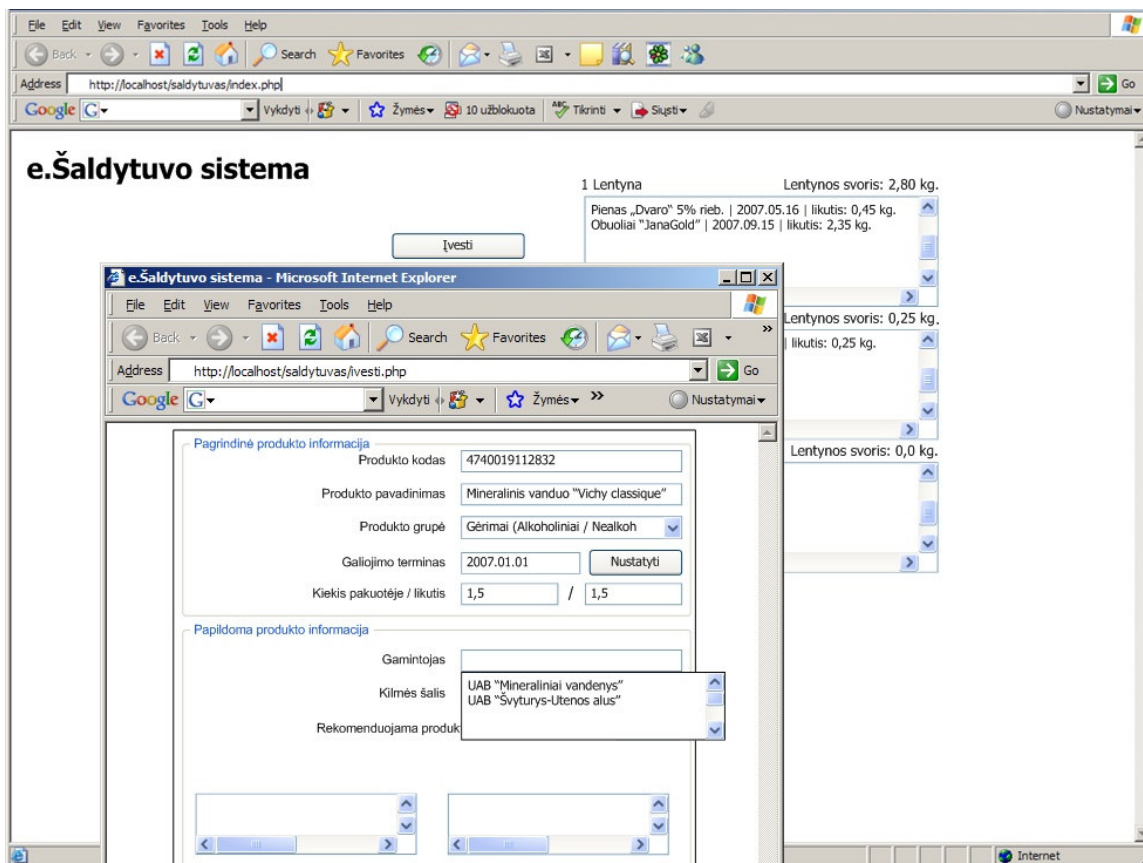
Kad būtų įgyvendinamas vienas iš šio darbo uždavinių, vartotojo rankinio darbo produktų atpažinimo ir identifikavimo procese mažinimas, vartotojo sąsaja turi būti „protinga“. Šiuo atveju, įvedinėjant produktų informaciją vartotojui turi būti pasiūlomos įvedamų reikšmių alternatyvos.

Alternatyvių įvedamos informacijos variantų pasirinkimas realizuojamas AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) technologijos pagalba. Ši technologija leidžia realizuoti lygiagrečiai veikiančius procesus. Analogiška alternatyvų pasirinkimo sprendimą jau naudoja tokios paieškos sistemos kaip Google.com, Yahoo.com ir daugelis kitų.

Naudojant alternatyvų pateikimo sprendimą (šiuo eksperimente realizuotą AJAX technologija):

- Vartotojui gali nereikti įvesti visos informacijos. Įvedus keletą simbolių pateikiamas galimų alternatyvų pasirenkamas sąrašas;
- Sumažėja įvedamos informacijos klaidų tikimybė. Tai leidžia tiksliau susieti įvestą informaciją su duomenų bazėse esančia ir tokiu būdu pateikti tikslią produktą aprašančią informaciją;
- Galima realizuoti pagalbą vartotojui įvedinėjant bet kokią produkto informaciją (pavadinimą, gamintoją, kilmės šalį ir kt.).

Šioje eksperimento dalyje realizuota produktų informacijos įvedimo forma, kuriuose įvedinėjant informaciją į kurį nors lauką pasiūlomos (jei tokių yra) reikšmių alternatyvos (20 pav.).



20 pav. Informacijos įvedimo formos su realizuota alternatyvų pasirinkimo funkcija pavyzdys.

#### 4.2.1. Eksperimento planas

Šioje eksperimento dalyje bus naudojami produktų duomenys naudoti pirmojoje eksperimento dalyje (4.1. skyrius). Vartotojo sąsajos racionalumo patikrinimui bei alternatyvų pateikimo realizavimui reikalingas alternatyvų šaltinis – produktų duomenys. Alternatyvų pateikimo funkcionalumas realizuotas AJAX technologijos pagrindu.

Eksperimento dalies planas:

- Tiesioginio alternatyvų pateikimo bandymas. Tai alternatyvų pateikimas, kai vartotojui pateikiamos visos, neapribotos kitais žinomais parametrais, alternatyvos (pvz.: kilmės šalis, gamintojas ir kt.);
- Alternatyvų sąrašo, apriboto kita nurodytą informacija, pateikimas. Šiuo bandymu siekiama įvertinti kokią įtaką toks alternatyvų pateikimo metodas turi vartotojo rankiniam darbui.

#### **4.2.2. Rezultatai ir išvados**

- Sudarytame sistemos modelyje aprašytas ir šioje eksperimento dalyje realizuotas alternatyvų pateikimo funkcionalumas padeda ženkliai sumažinti vartotojo rankinio darbo poreikį;
- Alternatyvų pateikimo funkcionalumas sumažina įvedamos informacijos klaidų tikimybę;
- AJAX technologija apima sistemos modelyje numatytą alternatyvų pateikimo funkcionalumą, tačiau esant dideliame produktų informacijos (alternatyvų reikšmių) kiekiui alternatyvų pateikimo trukmė labai priklauso nuo užklausos į DB apdorojimo greičio, o jei naudojama išorinė duomenų bazė – nuo duomenų kanalo spartos;

#### **4.3.3 Dalis. „e.Šaldytuvo“ turinio kontrolės posistemės imitavimas**

Šios posistemės tikslas programiškai realizuoti „e.Šaldytuvo“ turinio ir jo kitimo sekimą imituojantį funkcionalumą. Minėtąjį funkcionalumą galima suskirstyti į tris dalis: „e.Šaldytuvo“ turinio vaizdavimas, produktų kiekio kitimo ir galiojimo termino sekimas.

Imituojant „e.Šaldytuvo“ turinį, realizuotos 3 virtualios lentynos. Kiekviena jų turi savo svorio reikšmę, kuri susideda iš į lentyną „padėtų“ produktų masių sumos. Tiek išimant produktą iš lentynos, tiek produktą įdedant į lentyną yra fiksuojama jo masė ir tokiu būdu nustatomas produkto likutis. Produkto likutis skaičiuojamas kaip procentinė dalis nuo žinomos pilnos pakuotės masės.

Ši posistemė pasižymi tokiu funkcionalumu:

- Posistemė imituoja tris šaldytuvo lentynas ir vaizduoja jų turinį;
- Fiksuoja produktų kiekio (lentynos svorio) kitimą;
- Pateikia produktų kiekio likučius;



21 pav. Turinio kontrolės posistemę imituojančios sistemos vartotojo sąsaja.

#### 4.3.1. Eksperimento planas

Pagrindinis šios eksperimento dalies tikslas patikrinti sudarytojo sistemos modelio „e.Šaldytuvo“ turinio kontrolės posistemės funkcionalumą. Eksperimento metu imituojami produkto įdėjimo, išėmimo iš šaldytuvo veiksmai bei produktų panaudojimo procesai.

Bandyamas atliekamas realizuotoje vartotojo sąsajoje (21 pav.) nurodant lentyną, į kurią padedamas produktas bei produkto masę. Ši eksperimento dalis taip pat siejasi su pirmąja informacijos įvesties įrenginius imituojančia posisteme. Ji šioje eksperimento dalyje naudojama produktų atpažinimui ir identifikavimui.

Eksperimento dalies planas:

- Produkto įdėjimas į pasirinktą „e.Šaldytuvo“ lentyną. Šaldytuvo turinio pasikeitimas ir produkto likučio nustatymas;
- To paties produkto kelių vienėtų įdėjimas į „e.Šaldytuvą“ (į tą pačią arba kitą lentyną);
- Produkto išėmimo iš šaldytuvo imitavimas, šaldytuvo turinio pasikeitimo fiksavimas;
- Išimtojo produkto gražinimas į „e.Šaldytuvą“. Produkto kiekio pasikeitimo fiksavimas;

- Produktų kiekio „e.Šaldytuve“ pateikimas įvertinant produktų galiojimo laiką.

#### ***4.3.2. Rezultatai ir išvados***

- Eksperimento metu buvo nustatyta, kad realizuotoji „e.Šaldytuvo“ turinio kitimo sekimo posistemė yra universali, galinti sėkmingai fiksuoti įvairių produktų kiekio kitimą nepriklausomai nuo to ar jis pažymėtas (nesvarbu koks žymėjimas) ar nepažymėtas.
- Sudarytojo sistemos modelio pagrindu realizuotoji posistemė leidžia atlikti produktų išėmimą ir gražinimą atgal į šaldytuvą (panaudojimą) nustatant produkto kiekio pasikeitimą nereikalaujant produktų atpažinimo ir identifikavimo procese vartotojo rankiniu būdu atliekamų veiksmų.

## IŠVADOS

- Išanalizavus pasaulyje egzistuojančias „e.Šaldytuvų“ sistemas nustatyta, kad sistemų kūrėjai dažniausiai apsiriboja tik kompiuterinės sistemos, kaip visiškai atskiros sistemos integravimu į „e.Šaldytuvus“. Remiantis atliktos analizės rezultatais, galima teigti, kad viena iš pagrindinių priežasčių stabdančių „e.Šaldytuvo“ tiesioginių funkcijų plėtrą yra universalios, automatinės produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos nebuvimas. Esamos sistemos nepatrauklios vartotojui, nes produktų atpažinimo ir identifikavimo procesai mažai automatizuoti ir reikalauja daug naudotojo rankinio darbo.
- Išanalizavus esamus ir galimus produktų atpažinimo ir identifikavimo metodus, nuspręsta šiame darbe produktų atpažinimui ir identifikavimui naudoti produktų žymėjimą. Šis metodas pasirinktas, nes yra universalus, racionalus kainos atžvilgiu bei dėl to, kad produktų žymėjimas brūkšniniu kodu arba RFID yra plačiai paplitęs.
- Remiantis rinkoje esančių produktų savybių analizės rezultatais, sudaryta produktų klasifikacija orientuota į produktų atpažinimo ir identifikavimo uždavinio sprendimą. Eksperimento metu, praktiškai išbandžius sudarytą duomenų modelį buvo įsitikinta, kad jis yra universalus, tinkantis skirtingiems produktams aprašyti. Taip pat, eksperimento metu buvo įsitikinta, kad tokia duomenų struktūra leidžia tinkamai įgyvendinti produktų atpažinimo ir identifikavimo uždavinį.
- Šiame darbe buvo atlikta „e.Šaldytuvo“ produktų atpažinimo ir identifikavimo sistemos veiklos procesų analizė, kurios pagrindu buvo apibrėžtas sistemos funkcionalumas. Remiantis sistemos, veiklos procesų analizės rezultatais ir apibrėžtu funkcionalumu sudarytas racionalus sistemos vartotojo sąsajos modelis. Sudarytasis sistemos modelis orientuotas į vartotojo rankinio darbo produktų atpažinimo ir identifikavimo procese mažinimą.
- Siekiant išbandyti šio darbo metu sudaryto sistemos modelio veikimą buvo realizuota eksperimentinė sistema. Eksperimentas buvo suskirstytas į tris logine prasme skirtingas sistemos modelio dalis, kurių kiekviena buvo analizuojama atskirai. Realizuotajai sistemai pateikiant eksperimentiniu produktų duomenis buvo nustatyta, kad sudarytasis sistemos modelis yra universalus (nepriklausantis nuo produkto grupės, naudojamo žymėjimo ar kt.), gebantis atpažinti ir identifikuoti pateikiamus produktus. Taip pat, buvo išbandytas sistemos gebėjimas „apsimokyti“. Buvo nustatyta, kad didėjant produktų duomenų kiekiui duomenų bazėje, reikalaujama mažiau vartotojo veiksmų. To taip pat padeda pasiekti ir vartotojo sąsaja,



realizuota pagal sudarytą vartotojo sąsajos modelį. „e.Šaldytuvo“ turinio kontrolės posistemė pasižymi universalumu, gali tiksliai fiksuoti šaldytuve esančius produktus ir jų likučius.

- Taip pat, šio darbo metu įvardintos galimos tolimesnės „e.Šaldytuvo“ sistemos modelio vystymo kryptys, pateiktos kitiems, su šiuo darbu susijusiems, darbams.

## TERMINŲ IR SANTRAUKŲ ŽODYNAS

- AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) – technologija leidžianti realizuoti lygiagrečiai vykdomos procesus.
- RFID (radio frequency identification) – identifikacija radijo bangomis.
- EAN (EAN-13) – (Europien article numbering association) Europos prekių numeravimo asociacija.
- UPC-A – (Universal product code) Universalus produkto kodas.
- DB – duomenų bazė.
- XML – (extensible markup language) bendros paskirties duomenų struktūrų bei jų turinio aprašomoji kalba.

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. LAPTIK, R.; ir NAVAKAUSKAS, D. Dirbtinių neuronų tinklų taikymas automobilių registracijos numeriams atpažinti. *Elektronika ir Elektrotechnika*. 2005, 8(64). ISSN-1392-1215.
2. CRYSTOPHER, R. Cyr; ir BENJAMIN, B. Kimia. 3D Object Recognition Using Shape Similiarity-Based Aspect Graph. [žiūrėta 2006-06-20]. Prieiga per Internetą: <[http://www.lems.brown.edu/~cmc/3DRecog/iccv01\\_cyr\\_paper.pdf](http://www.lems.brown.edu/~cmc/3DRecog/iccv01_cyr_paper.pdf)>.
3. NELSON, Randal C. Object recognition, Department of Computer Science, University of Rochester. [Interaktyvus]. [žiūrėta 2006-06-29]. Prieiga per Internetą: <<http://www.cs.rochester.edu/u/nelson/research/recognition/recognition.html>>.
4. PONCE, Jeanl; LAZEBNIK, Svetlana; ROTHGANGER, Fredrick; ir SCHMID, Cordelia. Toward true 3D object recognition. [žiūrėta 2006-06-20]. Prieiga per Internetą: <[http://www.cvr.ai.uiuc.edu/ponce\\_grp/publication/paper/rfia04.pdf](http://www.cvr.ai.uiuc.edu/ponce_grp/publication/paper/rfia04.pdf)>.
5. WINTERS, Niall; ir SANTOS-VICTOR, Jose. Information sampling for appearance based 3D object recognition and pose estimation. 1999 [žiūrėta 2006-06-20]. Prieiga per Internetą: <<http://vislab.isr.ist.utl.pt/publications/01-imvip.pdf>>.
6. FISHER, Bob. Some previous object recognition systems. [Interaktyvus]. 2004, vasaris [žiūrėta 2006-06-20]. Prieiga per Internetą: <<http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/BOOKS/FSTO/node7.html>>.
7. HOLM, Finn. Food quality sensors. 2003, sausis [žiūrėta 2006-09-20]. Prieiga per Internetą: <<http://www.nutrition.org.uk/upload/FF4foodqualitysensors.pdf>>.
8. Advanced Sensor Systems for Food Quality Measurement and Process Control. [Interaktyvus]. [žiūrėta 2006-11-12]. Prieiga per Internetą: <<http://www.battelle.org/agrifood/sensors.stm>>.
9. FreshQ smart sensor label. [Interaktyvus]. [žiūrėta 2006-11-12]. Prieiga per Internetą: <<http://www.fqsinternational.com/products.htm>>.
10. ALAMIN, Ahmed. Portable nano and micro sensors developed for food safety. [Interaktyvus]. 2006, vasaris [žiūrėta 2006-11-25]. Prieiga per Internetą: <<http://www.foodproductiondaily.com/news/ng.asp?n=65976-nanotechnology-food-safety-sensor>>.

11. Brooks Automation GmbH - RFID Division. RFID basics. [Interaktyvus]. [žiūrėta 2006-11.25]. Prieiga per Internetą: <[http://www.brooks-rfid.com/rfid\\_index.php?menu=rfid\\_function&spr=e](http://www.brooks-rfid.com/rfid_index.php?menu=rfid_function&spr=e)>.
12. BONSOR, Kevin. How RFIDs work?. [Interaktyvus]. [žiūrėta 2007-03-16]. Prieiga per Internetą: <<http://electronics.howstuffworks.com/smart-label.htm>>.
13. Wikipedia. [Interaktyvus]. [žiūrėta 2007-03-16]. Prieiga per Internetą: <<http://en.wikipedia.org/>>.
14. ABROMAVIČIUS, Rimas. Identifikacija radijo bangomis. 2006, liepa [žiūrėta 2007-03-20]. Prieiga per Internetą: <<http://www.elektronika.lt/articles/communication/4726/>>.
15. GAO RFID Inc. [žiūrėta 2007-03-20]. Prieiga per Internetą: <<http://www.gaorfid.com/>>.
16. Linikodas UAB. Brūkšninis kodas. Nuo ko pradėti? . [Interaktyvus]. [žiūrėta 2007-03-20]. Prieiga per Internetą: <<http://www.linikodas.lt/index.php/lt/30503/>>.
17. BarCodeIsland.com Inc. EAN-13 symbology. [žiūrėta 2007-04-28]. Prieiga per Internetą: <<http://www.barcodeisland.com/ean13.phtml>>.
18. Buzzle.com. Fromo ne cup coffe makers to „Smart“ refrigerator. [žiūrėta 2007-04-12]. Prieiga per Internetą: <<http://www.buzzle.com/editorials/8-4-2005-74220.asp>>.
19. Castelarhost.com. Changing the way houses operate. [Interaktyvus]. 2005, [žiūrėta 2007-04-12]. Prieiga per Internetą: <[http://articles.castelarhost.com/smart\\_home\\_technology.htm](http://articles.castelarhost.com/smart_home_technology.htm)>.
20. Appliancist.com. New Electrolux screen fridge. [Interaktyvus]. 2006, liepa [žiūrėta 2007-04-25]. Prieiga per Internetą: <<http://www.appliancist.com/refrigerators/electrolux-screen-fridge.html>>.
21. Appliancist.com. LG TV refrigerator. [Interaktyvus]. 2006, kovas [žiūrėta 2007-04-25]. Prieiga per Internetą: <<http://www.appliancist.com/refrigerators/lg-tv-refrigerator-lsc27990tt.html>>.
22. Appliancist.com. Siemens coolmedia fridge freezer. 2006, kovas [žiūrėta 2007-04-25]. Prieiga per Internetą: <<http://www.appliancist.com/refrigerators/siemens-coolmedia-fridge-freezer.html>>.

## **PRIEDAI**

### **Priedas Nr. 1. Magistrinio darbo informacija ir programinė įranga**

Čia pateikiami šio darbo priedai, surinkta medžiaga, kuri buvo naudojama analizei, paveikslėliai bei realizuotos eksperimentinės sistemos failai, kurie reikalingi sukurtos sistemos paleidimui, testavimui, peržiūrai, tolesniam vystymui.

Kompaktinės plokštelės sudėtis:

- šio projekto failai(dokumentai, surinkta medžiaga ir );
- šio projekto, Internetu paleidžiama programa („saldytuvas“ katalogas);
- XAMPP for Windows – Apache 2 http serveris palaikantis ;
- phpMyAdmin – duomenų bazių prisijungimo ir valdymo programa (paleidžiama iš XAMPP katalogo);
- PSPad – nemokamas, galingas programos „Notepad“ pakaitalas - redaktorius;



Vieta kompaktinei plokštei