

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA

**RFID TECHNOLOGIJŲ PANAUDOJIMAS GAMYBOS
KOKYBĖS VALDYME**

Applying RFID technology for manufacture quality management

Magistro darbas

Vadovas: prof. dr. Eduardas Bareiša

**Autorius: Mantas Kumža
IFM-1/2 gr. stud.**

KAUNAS, 2007

Turinys

1	ĮVADAS	5
1.1	Tikslas ir uždaviniai.....	6
2	RFID SISTEMOS ARCHITEKTŪROS MODELIAI IR STANDARTAI	7
2.1	RFID technologija ir architektūra	7
2.1.1	RFID žymė.....	8
2.1.1.1	Žymių tipai	9
2.1.1.2	Aktyvios žymės	9
2.1.1.3	Pasyvios žymės.....	10
2.1.1.4	RFID žymių skaitytuvai.....	14
2.1.1.5	Skaitytuvų tipai	14
2.1.2	RFID pritaikymas gamybos pramonėje	15
2.2	Funkcinis RFID proceso modelis pagal ISO standartą	16
2.3	Informacijos saugojimas RFID žymėje	19
2.3.1	Elektroninis produkto kodas ir standartai	19
2.3.1.1	Serijinis pasaulinis prekybinio vieneto numeris	20
2.3.1.2	Pervežamo krovinio identifikacinis numeris.....	22
2.3.1.3	Serijinis globalus lokalizacijos numerius	23
2.3.2	RFID žymės vartotojo atmintis.....	24
2.3.2.1	Kaip identifikuoti vartotojo atmintį	24
2.3.2.2	Kaip organizuoti vartotojo atmintį	25
3	RFID SISTEMOS BAZINIO MODELIO APRAŠYMAS	28
3.1	Sistemos paskirtis ir kontekstas	28
3.1.1	Veiklos kontekstas	29
3.1.2	Sistemos panaudojimo galimybės ir kontekstas	30
3.1.3	Sistemos panaudojamas produkcijos testavimo linijoje	31
3.2	RFID sistemos panaudojimo atvejai	33
3.2.1	Panaudojimo atvejų diagrama.....	33
3.2.2	Panaudojimo atvejų sąrašas	34
3.3	Sistemos statinis vaizdas	37
3.3.1	Klasių suskirstymas paketais	37
3.3.2	Paketų detalizavimas klasėmis.....	38
3.3.2.1	RFID komponento klasių diagrama.....	38
3.3.2.2	SerialPort komponento klasių diagrama	39
3.3.2.3	EPC komponento klasių diagrama	40
3.4	Sistemos dinaminis vaizdas	41
3.4.1	Būsenų diagramos.....	41
3.4.1.1	Duomenų rašymo į RFID žymę būsenų diagrama	41
3.5	Veiklos diagramos	42
3.5.1	Duomenų paruošimo rašymui į RFID veiklos diagrama	42
3.6	Sekų diagramos	43
3.6.1	RFID žymių įvedimo, įrašymo konfigūracijos ir įrašymo sekos diagrama	43
3.7	Išdėstymo (deployment) vaizdas	44
3.8	RFID sistemos testavimas	45
3.8.1	Testavimo tikslai ir objektai	45
3.8.1.1	Tikslai.....	45
3.8.1.2	Testavimo objektai	45
3.8.2	Testavimo apimtis.....	45
3.8.2.1	Vienetų testavimas	45
3.8.2.2	Integracijos testavimas	45
3.8.2.3	Sistemos testavimas.....	45

3.8.3	Testavimo strategija.....	46
3.8.3.1	<i>Vienetų testavimas</i>	46
3.8.3.2	<i>Integravimo testavimas</i>	47
3.8.3.3	<i>Priėmimo testavimas</i>	47
4	RFID SISTEMOS TOBULINIMO GALIMYBĖS.....	48
4.1	RFID sistemos išplėtimas ir duomenų apdorojimo modelis	48
4.1.1	RFID sistemos išplėtimas ir funkcijų išskaidymas į komponentinį modelį.....	48
4.1.2	Komponentinio modelio pritaikymas QMS ir RFID programinėje įrangoje.....	50
4.1.3	RFID Agentų modelis pagal Joseph E. Hoag ir Craig W. Thompson	52
4.1.3.1	<i>Ubiquity pagrindė Agento klasės architektūra</i>	52
4.1.4	Agento žinučių formavimo klasė.....	53
4.1.5	Joseph E. Hoag ir Craig W. Thompson modelio pritaikymo galimybės	54
4.1.6	Komponentinio modelių savybių tyrimas ir įvertinimas	54
4.1.6.1	<i>Gamybos automatizavimo įvertinimas</i>	55
4.1.6.2	<i>Sukurtos RFID sistemos pakeitimai</i>	55
4.1.6.3	<i>Integracija su vartotojo programine įranga</i>	56
4.1.6.4	<i>Išvados</i>	56
5	DARBO APIBENDRINIMAS	57
6	LITERATŪRA.....	58
7	TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS.....	59

Santrauka:

Gamybos pramonės sektorius apima viena iš didžiausių ir pelningiausių rinkos sektorių pasaulyje. Norėdamos išlikti ir sėkmingai dirbti besikeičiančios konkurencinės rinkos sąlygomis, įmonės neišvengiamai susiduria su konkurencinio pranašumo didinimo poreikiu. Tuo tikslu yra kuriamos veiklos vystymo strategijos, taikoma naujų technologijų diegimas, verslo valdymo procesų tobulinimas, produktų kokybės didinimas, valdymas, kokybės reikalavimų ir standartų taikymas. Vienas iš gamybos kokybės proceso optimizavimo sprendimas gali būti RFID technologijos pritaikymas gamybos veiklose. RFID yra viena naujausių ir besivystančių technologijų, kuri pasaulyje yra pritaikoma ir naudojama įvairiose srityse.

Igyvendintas projektas ir jo pasakoje sukurta RFID sistemos modulis, bei priemonės gali būti naudojamos, ne tik su užsakovo UAB „RTech“ plėtojama „QMS“ (Quality Management Systems) programine įranga, bet ir kaip sąsaja tarp RFID įrangos ir vartotojo veiklos taikomosios programos. Panaudojus RFID technologas ir sąsajas su RFID technologijomis galima:

- dalinai automatizuoti gamybos kokybės valdymo procesą,
- padidinti efektyvumą gaminio atsekamume,
- sumažinti broko kontrolę tiekiant gaminius užsakovui.

Šio darbo vienas iš tikslų yra įvertinti sukurta sistemą ir ką būtų galima patobulinti, kad būtų galima padaryti lankstesne pritaikant darbui su kitomis programinės įrangos sistemomis. Darbo metu yra tiriami ir analizuojami ISO standartų RFID sistemų modeliai, bei jų pritaikymo galimybės suskurtai sistemai. Pagal pasirinktus kriterijus yra įvertinama sukurta RFID modulis ir praplėtimo galimybės taikant ISO standartuose rekomenduojamus modelius.

Summary:

Manufacture industry is the most profitable sector of world's market. Companies confronts with competitive market advantages to keep working successfully in continually changing market conditions. Therefore activities development strategies are created, new technologies are used in installation process, perfection of business control process, increasing quality of products, use of standards and quality requirements.

The solution of these problems can be use of RFID (Radio Frequency Identification) technologies in manufacture management process. RFID is an automatic identification technology that relies on cheap tags (transponders) that can be attached to objects and storage information on it.

The results of this project are RFID systems components witch can be used with other users applications such as „QMS“ (Quality Management Systems) of “RTech” company or other users applications.

The successful integration of RFID technologies in manufacture quality management process can give effect in:

- Automate and computerize manufacture quality management process;
- Increase efficiency of product traceability system process;
- Reduce rejects on product supply for consumer's process.

One of the master's work goals is to evaluate the system, which was created in this work. The system can be improved by ISO standard models and made more flexible to use it for other works.

1 ĮVADAS

Gamybos pramonės sektorius apima viena iš didžiausių ir pelningiausių rinkos sektorių pasaulyje. Norėdamos išlikti ir sėkmingai dirbti besikeičiančios konkurencinės rinkos sąlygomis, įmonės neišvengiamai susiduria su konkurencinio pranašumo didinimo poreikiu. Tuo tikslu yra kuriamos veiklos vystymo strategijos, taikoma naujų technologijų diegimas, verslo valdymo procesų tobulinimas, produktų kokybės didinimas, valdymas, kokybės reikalavimų ir standartų taikymas.

Gamybos kokybės valdymas ir kontrolė yra sudėtingas procesas reikalaujantis:

- aiškiai apibrėžtų specifikacijų, kurios apibūdina gaminamo gaminio kokybę, užbaigto gaminio išbandymas norint įsitikinti, kad jis atitinka specifikacijas,
- gaminio atsekamumas, kai gaminys pristatomas užsakovui,
- brokuotų gaminių atsekamumas ir pašalinimas iš tolimesnio gamybos proceso.

Vienas iš gamybos kokybės proceso optimizavimo sprendimas gali būti RFID technologijos pritaikymas gamybos veiklose. RFID yra viena naujausių ir besivystančių technologijų, kuri pasaulyje yra pritaikoma ir naudojama įvairiose srityse. RFID technologijos sėkmingas įsisavinimas gamybos sferoje ir jos pritaikymas gali sumažinti laiko ir išlaidų sąnaudas, pagerina klientų aptarnavimą, veiksmingiau valdyti gamybos procesus.

Šio projekto **pagrindinis tikslas** yra RFID technologijų pritaikymas ir panaudojimas gaminio kokybės testavimo ir atsekamumo gamybos proceso etapuose.

Įgyvendintas projektas ir jo pasakoje sukurtos priemonės gali būti naudojamos su užsakovo UAB „RTech“ plėtojama „QMS“ (Quality Management Systems) programine įranga, naudojama kaip sąsaja tarp RFID įrangos ir QMS atskirų modulių. Panaudojus RFID technologas ir sąsajas su RFID technologijomis galima:

- dalinai automatizuoti gamybos kokybės valdymo procesą,
- padidinti efektyvumą gaminio atsekamume,
- sumažinti broko kontrolę tiekiant gaminius užsakovui.

QMS programinė įranga yra sudaryta iš įvairių gamybos procesų valdymo modulių. Kuriamas projektas gali būti integruotas į QMS programinę įrangą ir kartu su RFID technologijomis gali būti pritaikytas ir naudojamas šiuose QMS programinės įrangos moduluose:

- Traceability Atsekamumo,
- Batch Control Siuntos kontrolės,

- Control Plan Plano kontrolės,
- Order Management Užsakymo valdymo,
- Production Control Produkcijos kontrolės,

1.1 Tikslas ir uždaviniai

Projekto tikslas - sukurti programines komunikacijos sąsajas laikantis ISO standartų reikalavimų tarp RFID įrangos ir programinės įrangos naudojamos vartotojo veiklos srityje ir atlikti RFID sistemos modelių tyrimą, bei analizę. Šiuo tikslu siekiama sukurti komponentus, kurie užtikrintų korektišką duomenų apsikeitimą tarp naudojamos programinės įrangos ir pasirinktos RFID techninės įrangos. Taip pat apžvelgti ISO standartuose pateiktus modelius, bei išanalizuoti jų galimybių pritaikymą gamybos kokybės valdymo procesuose.

Norint įgyvendinti projekto tikslus yra keliami šie uždaviniai:

- Susipažinti ir apžvelgti RFID technologijas, jos pritaikymo galimybėmis gamybos procese,
- Išanalizuoti ir pasirinkti tinkamą RFID techninę įrangą, kuri toliau bus taikoma projekte,
- Susipažinti su elektroninio produkto kodu (toliau EPC) ir ISO standartais ir jų taikymu gamybos srityje.
- Išanalizuoti ir ištirti standartų siūlomus proceso modelius ir juos pritaikyti kuriamoje programinėje įrangoje.
- Pasirinkti ir išanalizuoti gamybos srityje taikomą EPC standartą, pagal kurį suprojektuoti ir sukurti EPC kodo realizacijos komponentą.
- Suprojektuoti ir sukurti RFID sąsajos komponentus pasirinkta programavimo technologija.
- Sukurti duomenų nuskaitymo ir įrašymo algoritmus į RFID žymę.
- Apžvelgti ISO standartuose siūlomus RFID sistemos modulius.
- Atlikti RFID sistemos modelių analizę.
- Atlikti pasirinktos RFID sistemos modelio tyrimą ir jo pritaikymo galimybes, gamybos kokybės valdymo procesuose.

Sukurti komponentai ir su jais naudojama RFID technologija bus naudojama gaminamos produkcijos identifikacijai, ir informacijai apie gaminį saugoti RFID žymėje. RFID žymė tvirtinama ant gaminamos produkcijos, kurio pasekoje kiekvienas gaminys su savimi „neša“ informacija. Gaminio identifikacijai naudojami įvairūs serijiniai gaminio kodai.

2 RFID SISTEMOS ARCHITEKTŪROS MODELIAI IR STANDARTAI

Tiek gamybos kokybės valdymo procesas tiek RFID technologija ir jos panaudojimas turi aibę įvairiausių ISO, EPC, Auto-ID sertifikatų, kurie apibrėžia ne tik procesus, bet ir taisykles kurių turi būti laikomasi realizuojant sistemą. Kad gamintojas tenkintų užsakovą ir jo gaminamos produkcijos kokybę atitiktų keliamus reikalavimus, gamintojas savo veiklos procesuose turi įdiegti sistemas, kurios įrodytų teikiamos produkcijos kokybę. Šiandien vienas iš būdų tai padaryti yra įdiegti procesus pagal ISO standartus, kuriuos mes ir apžvelgsime šiame dokumente.

2.1 RFID technologija ir architektūra

Radijo bangų identifikacija (angl. RFID) yra bendras terminas, kuris naudojamas apibūdinti sistemą, kuri perduoda objekto identifikaciją naudojant radijo bangas. RFID- tai viena kategorija iš automatinio identifikavimo technologijų. [1]

Auto-identifikavimo technologijoms yra priskiriami brūkšniniai kodai, optinių ženklų skaitytuvų sistemos ir kai kurios biometrinės technologijos, tokios kaip tinklainės skanavimas. Auto-identifikavimo technologijos buvo pradėtos naudoti stengiantis sumažinti laiko sąnaudas, žmogaus rankų darbą ir pagerinti duomenų surinkimo tikslumą. [1]

Kai kurios auto-identifikavimo technologijos, tokios kaip brūkšninių kodų sistema, dažnai reikalauja žmogaus rankų pagalba nuskenuoti etiketę ar žymę norint gauti informaciją apie objektą. RFID skaitytuvas suprojektuotas taip, kad būtų galimybė nuskaityti duomenis nuo žymės ir juos retransliuoti į kompiuterinę sistemą be žmogaus įsikišimo. [1]

Paprasčiausią RFID sistemą sudaro šie komponentai (žiūrėti 1 pav.) [2]:

- RFID įrenginys (RFID žymė), kuriame saugoma informacija.
- Skaitytuvas, priimantis informaciją iš RFID žymės ir perduodantis ją tolesniam apdorojimui.
- Siųstuvas, generuojantis radijo signalus.
- Antena radijo signalams tarp skaitytuvo ir RFID žymės perduoti

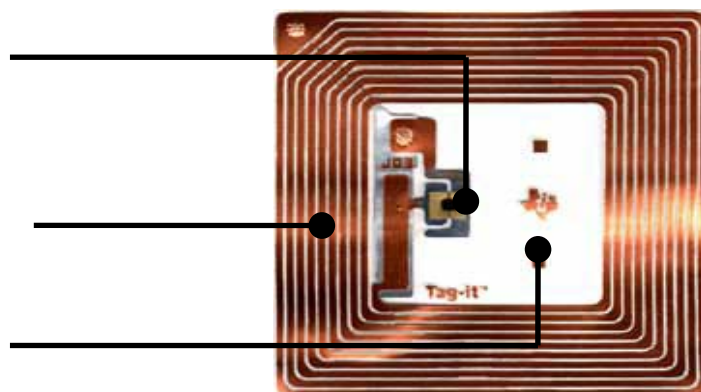


1 pav RFID sistemos komponentai

2.1.1 RFID žymė

RFID technologijos pagrindinis komponentas yra žymė (tag), kuri dažniausiai yra sudaryta iš lusto (mikroschemos) ir antenos įmontuotos į pagrindą arba į apvalkalą (2 pav.). Lustas sudarytas iš procesoriaus, atminties, ir radijo siūstuvo. Žymė atmintis gali būti skirtinga, priklausomai nuo tipo ir paskirties. Žymės atmintyje gali būti saugoma iki 2 kilobaitų duomenų.[1] RF-ID žymėse saugoma informacija skirta identifikuojanti daiktą (produktą), ant kurio ši žymė tvirtinama. Taip pat gali būti saugoma informacija apie produktą arba produkto gamybos duomenis, kelionės paskyrimo vietą, pardavimo duomenis [3]

- **Lustas:** atmintyje saugoma informacija apie fizinį objektą prie kurio žymė tvirtinama.
- **Antena:** skaitytuvui perduoda lusto atmintyje saugomą informaciją
- **Kietas pagrindas** padengiama visa žymė, įvirtinama antena ir lustas, leidžia pritvirtinti prie objekto



2 pav. RFID žymės struktūra

2.1.1.1 Žymių tipai

Žymės pagal informacijos įrašymą ir nuskaitymą yra skirstomos į tris tipus. Žymės gali būti tik nuskaitytos (Read Only R/O). Tokių žymių tipo informacija yra įrašoma su specialiu aparatu ją gaminant. Taip pat žymės gali būti skaitomos/rašomos (Read Write R/W). Tokių žymių informacija gali būti perrašoma ir nuskaityta dinamiškai ne vieną kartą. Kitas žymių tipas yra įrašomas vieną kartą ir nuskaitytos daug kartų (Write Once Read Many times WORM). Visi įrašomi duomenys į žymę yra saugomi atmintyje tik vieną kartą gamybos arba eksploatacijos metu ir antrą kartą negali būti pakeisti. Tačiau tokių žymių informaciją galima nuskaityti daug kartų. [2]

Pagal veikimo principą yra išskiriami du žymių tipai [2]:

- Aktyvios
- Pasyvios.

2.1.1.2 Aktyvios žymės

Aktyvios žymės turi savo vidinį maitinimo šaltinį ir siųstuvą. Aktyvios žymės yra daug brangesnės nei pasyvios. Maitinimo šaltinio turėjimas leidžia žymei ją nuskaityti didesniu atstumu. Taip pat pasižymi didesne atminties talpa. Aktyvios žymės nuolatos transliuoja į aplinką informaciją, kuri yra saugoma žymės mikroschemoje. [2]

Aktyvios žymės yra naudojamos dideliems objektams identifikuoti, tokiems kaip kroviniams konteineriams. Žymė dirba 455 MHz, 2,45 GHz arba 5,8 GHz dažniu. Žymės nuskaitymo atstumas yra nuo 10 m iki 100 metrų. [1]

Yra du aktyvių žymių tipai: atsakančios ir nuolatos spinduliuojančios. Atsakančios žymės pradeda siūsti signalą tik tada, kai gauna signalą iš skaitytuvų. [1]

Nuolatos spinduliuojančios žymės yra naudojamos realaus laiko padėties fiksavimo sistemose (RTLS). Tokios žymės signalus spinduliuoja nustatytu intervalu. Tai gali būti vieną kartą per sekundę arba viena kartą per dieną, atsižvelgiant kaip svarbu nustatyti objekto padėtį tam tikru laiko momentu. Norint nustatyti tikslią objekto padėtį, žymės signalas turi būti gaunamas mažiausia iš trijų skaitytuvų, kurios būtų išdėstytos aplinkui objektą. [1]

Aktyvios žymės gali perduoti informaciją iki 100 metrų nutolusiam skaitytuvui. Tokia žymė kainuoja nuo 30 lt. iki 50 lt. priklausomai nuo žymės atminties, baterijos gyvavimo trukmės, ar žymė yra pritvirtinta ant korpuso ar ne, ar turi temperatūros indikatorių ir kitus indikatorius. Žymės kainą didina jos įmontavimas į plastikinį apvalkalą. [1]

2.1.1.3 Pasyvios žymės

Pasyvios žymės neturi siųstuvo ir nuosavo maitinimo šaltinio, todėl žymės funkcionavimui palaikyti reikalingas išorinis energijos šaltinis. Tokia žymė yra maitinama iš ateinančių iš siųstuvo elektromagnetinių signalų. [2]

Tiek pasyvios tiek aktyvios žymės gali būti [2]:

- Nuskaitymos per atstumą ir iš bet kokios padėties. Tokiu būdu žymės nereikalauja tiesioginės linijos su skaitytuvu.
- Žymės informacija gali būti nuskaityta ir įrašoma. Ši savybė leidžia informaciją perrašyti dinamiškai bet kuriuo laiko momentu.
- Vienu metu galima nuskaityti daug žymių ir nuskaitymas vyksta greitai.
- Žymės gali būti įmontuotos į bent kokius ne metalinius gaminius. Ši savybė žymei leidžia būti atspariai temperatūrai, drėgmei.

Pagal bangų dažnio diapazoną pasyvios žymės yra skirstomos [2]:

- Žemo dažnio,
- Aukšto dažnio,
- Labai aukšto dažnio.

Tiek žemo dažnio tiek aukšto dažnio pasyvių žymių veikimo principas nesiskiria. RFID skaitytuvas siunčia signalą į anteną, kuri spinduliuoja radijo bangas. (3 pav.) Bangos pereidamos per RFID žymės anteną induktyvuoja elektros srovę antenoje. Srovės energija pereina į RFID žymės mikroschemą. Mikroschema gavusi energijos pradeda veikti. Yra suformuojamas signalas ir juo perduodami RFID atmintyje saugomi duomenys į RFID skaitytuvą, tuo pačiu principu, kaip ir buvo atsiųstas signalas iš skaitytuvo. [3] Gautos energijos kiekis iš atėjusios į RFID žymę bangos yra tiesiogiai proporcingas RFID žymės antenos dydžiui bei signalo stiprumui. [2]

Žemo dažnio pasyvios žymės (low frequency (LF) passive RFID)

Žemo dažnio žymės buvo pradėtos naudoti prieš daugelį metų. Labiausiai paplitęs ir naudojamas dažnis yra 125 kHz ir 134,2 kHz. Vienas iš žemo dažnio pasyvių žymių privalumas yra tas, kad signalo nuskaitymui įtakos neturi žymę supantis metalas. Šis privalumas leidžia žymę įmontuoti į metalinius daiktus, tokius kaip transporto priemonė, metalinius įrankius, ar metalinius konteinerius. Tačiau žymė neturi turėti sąlyčio su metaliniu paviršiumi. Nuskaitymo atstumas gali varijuoti nuo kelių centimetrų iki 2 metrų, priklausomai nuo žymės ir skaitytuvo antenos dydžio.

Privalumai ir trukumai:

- Signalas pereina per dauguma metalų įskaitant ir vandenį.
- RFID žymė gali būti įmontuota į bent kokias ne metalines plokšteles.
- Gali būti paveiktas elektrinio triukšmo, kuri skleidžia varikliai.
- Santykinai mažas duomenų perdavimo greitis (70ms nuskaityti komanda), Kuo mažesnis signalo dažnis tuo komunikacija lėtesnė.
- Žemo dažnio pasyvių žymių kaina yra daug didesnė nei kitų žymių (nuo 5 iki 25 lt.)
- Vienu laiko momentu galima nuskaityti tik viena žymę. Žemo dažnio RFID sistemos nepalaiko sinchroninio nuskaitymo.
- Nuskaitymo atstumas yra nuo 2 cm iki 2 m.

Šiuo metu žemo dažnio pasyvios RFID sistemos yra taikomos įėjimo kontrolės sistemose, kuriose naudojamos tik nuskaitymo (read only) tipo žymės. Dažniausia sritis kurioje yra naudojamos šio tipo žymės yra automobilių pramonė. Pvz: į automobilių užvedimo sistemą yra įmontuojama žymė, taip bandoma padidinti transporto priemonės apsaugą. Taip pat žymės taikomos muitinėse, identifikuojant kokie automobiliai pravažiuoja.

RFID sistemos technologijos šiuo metu labai intensyviai pradėtos naudoti gamybos valdymo srityje, nes:

- Padidinti gaminamos produkcijos broko kontrolę.
- Sumažina inventORIZACIJOS netikslumus.
- Sumažina produkto surinkimo klaidas.
- Padidina tikslesnį ir greitesnį duomenų surinkimą ir saugojimą.
- Suteikia galimybę atlikti gamybos operacijų stebėjimą realiu laiku.

Aukšto dažnio pasyvios žymės (high frequency (HF) passive RFID)

Pasyvios aukšto dažnio žymės naudoja 13,56 MHz dažnį. Šio dažnio RFID sistemos yra standartizuotos ir naudojamos visame pasaulyje, tai reiškia, kad bent kokia RFID sistema gali nuskaityti žymės informaciją. Tačiau yra keli skirtumai naudojant šias žymes skirtinguose pasaulio regionuose. Šie skirtumai pirmiausiai yra susiję su energija. Šiaurės Amerikoje ir Kanadoje RFID žymės skaitytuvo antenoje energija gali siekti tik iki 3 vatų, o Europoje leidžiama, kad ši energija siektų iki 5 vatų.

Nuo antenos ilgio priklauso bangos signalo ilgis, tokiu būdu yra sutrumpinamas aukšto dažnio bangos ilgis. To pasekoje, atsiranda lankstumas, kad aukšto dažnio žymės antena gali būti sumažinta iki pakankamo dydžio ir žymė gali būti įmontuota į pakankamai mažus daiktus.

Aukšto dažnio žymės įprastai yra gaminamos mažesnio nei 1 mm storumo su įvairių formų antenomis. Kuo didesnis antenos dydis tuo didesnis gaunamos energijos kiekis ir komunikavimo atstumas tarp žymės ir skaitytuvo. Mažo dydžio žymės naudojamos ir atspausdinamos ant produkto etiketės, tačiau kaip minėjom, žymės antenos mažumas apriboja ir komunikavimo atstumą. Taip mažų žymių atminties informaciją yra sudėtingiau pakeisti. Optimaliam komunikacijos išgavimui skaitytuvo ir žymės antenos dydis turi būti toks pats. Taip pat komunikacijai įtakos turi skaitytuvo antenos padėtis žymės antenos padėties atžvilgiu. Šiandien aukšto dažnio žymės kaina yra nuo 2 iki 2,5 lt. Aukštas dažnis, didelis duomenų pralaidumas ir greitesnė komunikacija tarp žymės ir skaitytuvo leidžia skaitytuvui vienu laiko momentu nuskaityti žymių grupę. Skaitytuvas per sekundę gali nuskaityti iki 50 žymių.

Privalumai ir trūkumai:

- Signalas pereina per daugelį medžiagų, įskaitant vandenį.
- Signalas nėra taip įtakojamas metalo ir vandens kaip žemo dažnio žymių.
- Žymės gali būti pakankamai mažos ir lengvai įmontuotos į mažus objektus.
- Aukšto dažnio žymių signalas nėra veikiamas elektrinio triukšmo kurį sukelia varikliai pramonės srityje.
- Didesnis duomenų perdavimo greitis.
- Mažesnė žymės kaina nei žemo dažnio žymių.
- Vienu momentu galima nuskaityti iki 50 žymių.
- Nuskaitymo atstumas yra mažesnis nei 1 metras.
- Didesnė žymės atminties talpa.
- Aukšto dažnio RFID sistema turi standartus

Labai aukšto dažnio pasyvios žymės (ultra high frequency (UHF) passive rfid)

Labai aukšto dažnio RFID yra naujausia technologija, kuri naudoja nuo 300 MHz iki 3 GHz dažnių diapazoną. Naudojant labai aukštą dažnį komunikacijos atstumas nemažėja mažinant žymės antenos dydį. Skaitytuvo ir žymė komunikacijai palaikyti yra naudota backscatter technologija. Žymė komunicuoja su skaitytuvu moduluojant gautą signalą ir išspinduliuojant jį atgal į skaitytuvą. Naudojant šį metodą yra išvengiama signalo kolizijų ir leidžia vienu metu nuskaityti apie 200 žymių.

Privalumai ir trūkumai

- Nuskaitymo atstumas yra nuo 3 iki 6 m.
- Gali būti lengvai įmontuotas į kietus ne metalinius kūnus.
- Aukštas duomenų pralaidumas ir greita antikolizijų sistema leidžia vienu laiko momentu nuskaityti iki 800. 800 yra tik teorinis nuskaitymo skaičius, praktiškai yra nuskaityta iki 200 žymių vienu laiko momentu.
- Labai aukšto dažnio žymės kaina yra palyginti žemesnė nei aukšto dažnio žymių.
- Žymės atminties talpa yra taip pat didesnė nei aukšto dažnio žymių
- Labai aukšto dažnio žymės gamyba yra paprastesnė, dėl to ir pigesnė.
- Žymės neturi pasaulyje patvirtintų standartų.

1 lentelė. Žymių tipų palyginimas

Savybė \ Žymės tipas	Aktyvi	Pasyvios		
		Žemo dažnio	Aukšto dažnio	Labai aukšto dažnio
Dažnis	455 MHz, 2.45 5.8 GHz	125, 134.2 kHz	13,56 MHz	300 - 3 GHz
Nuskaitymo atstumas	10-100 m.	0,02-1 m	0,1-0,7 m	Iki 3 m
Atminties talpa	512 Kbytes	64 bytes	8 Kbytes ISO14443 256 bytes ISO15693	64 bytes
Vienu metu nuskaitytomų žymių skaičius	1000	1	~50	~200
Maitinimo šaltinis	Yra	Nėra	Nėra	Nėra
Duomenų perdavimo greitis	Labai didelis nuskaitymo greitis.	Santykinai mažas (70ms nuskaityti komanda)	Didesnis duomenų perdavimo greitis nei žemo dažnio žymių (20ms nuskaityti komanda)	Didesnis duomenų perdavimo greitis nei aukšto žemo dažnio žymių
Pasaulyje pripažinti standartai		ISO 11784 , 11785	ISO 14443, 15693, 18000-3	Nėra
Signalų poveikis elektrinio triukšmo		Veikiamas	Nėra veikiamas	Daug mažiau veikiamas
Metalo poveikis		Veikiamas	Mažiau veikiamas	Daug mažiau veikiamas
Kaina	30-50 lt	5 - 25 lt	0,2 - 2,5 lt.	--

2.1.1.4 RFID žymių skaitytuvai

Nuskaityti RFID žymėje saugomus duomenis reikalingas skaitytuvas. Tipinis skaitytuvas yra įrenginys, kuris turi vieną ar daugiau antenų kurios spinduliuoja bangas ir priima signalus iš RFID žymės. Po to skaitytuvas nuskaitytus RFID duomenis perkoduoja į skaitmeninę formą ir perduoda kompiuterinei sistemai. [1]

2.1.1.5 Skaitytuvų tipai

Stacionarūs skaitytuvai [7]

- Tvirtinami prie kieto pagrindo (pvz: sienos),
- Neturi integruotos antenos. Antenos prie skaitytuvo prijungiamos per sąsają. Dažniausiai naudojamos 2-8 antenos,
- Naudojami nuskaityti produkciją keliaujančią konvejeriu,
- Procesorius, nuo 16 bitų iki 32 bitų (~266 MHz) plus DSP arba FPGA signalo apdorojimo sistema
- Operacinė sistema: palaikoma nuo WinCE ir naujesnėms arba Linux,
- Komunikacija su PC: Naudojamas TCP/IP protokolas



3 pav. Stacionarius skaitytuvas

Komplektinis skaitytuvas/antena [7]

- Integruota viena antena sujungta su skaitytuvu.
- Labai ribotas nuskaitymo atstumas.
- Procesorius: 16 bitų.
- Operacinė sistema: integruota, savita.
- Komunikacija su PC: įprastai naudojama RS-232, USB



4 pav. Komplektinis skaitytuvas

Rankiniai skaitytuvai [7]

- Rankose laikomi skaitytuvai su integruota antena,
- Jungiami prie personalinio kompiuterio,
- Procesorius: 16 bitų arba 32 bitų plus DSP arba FPGA signalo apdorojimo sistema.
- Operacinė sistema: palaikomas nuo winCE versijos.
- Komunikacija su PC: TCP/IP protokolas.



5 pav. Rankinis skaitytuvas

2.1.2 RFID pritaikymas gamybos pramonėje

Kaip jau minėjome technologijos aprašymo dalyje, RFID sistema susideda iš dviejų pagrindinių komponentų: RFID žymė kuri yra tvirtinama prie objekto ir stacionaraus arba rankinio RFID žymių skaitytuvo. Šie komponentai naudoja radijo bangas. Iš RFID žymės skaitytuvas gauna duomenis, tokius kaip produkto kodą, gamintoją, pristatymo vietą ir k.t. Toliau duomenys perduodami įprastu tinklu iki kompanijos duomenų bazės arba gali būti naudojami informuoti programuojamąjį loginį kontrolerį atlikti tam tikrus veiksmus, pvz: atidaryti vartus, nukreipti gaminį kita konvejerio linija ir kt.t [10]

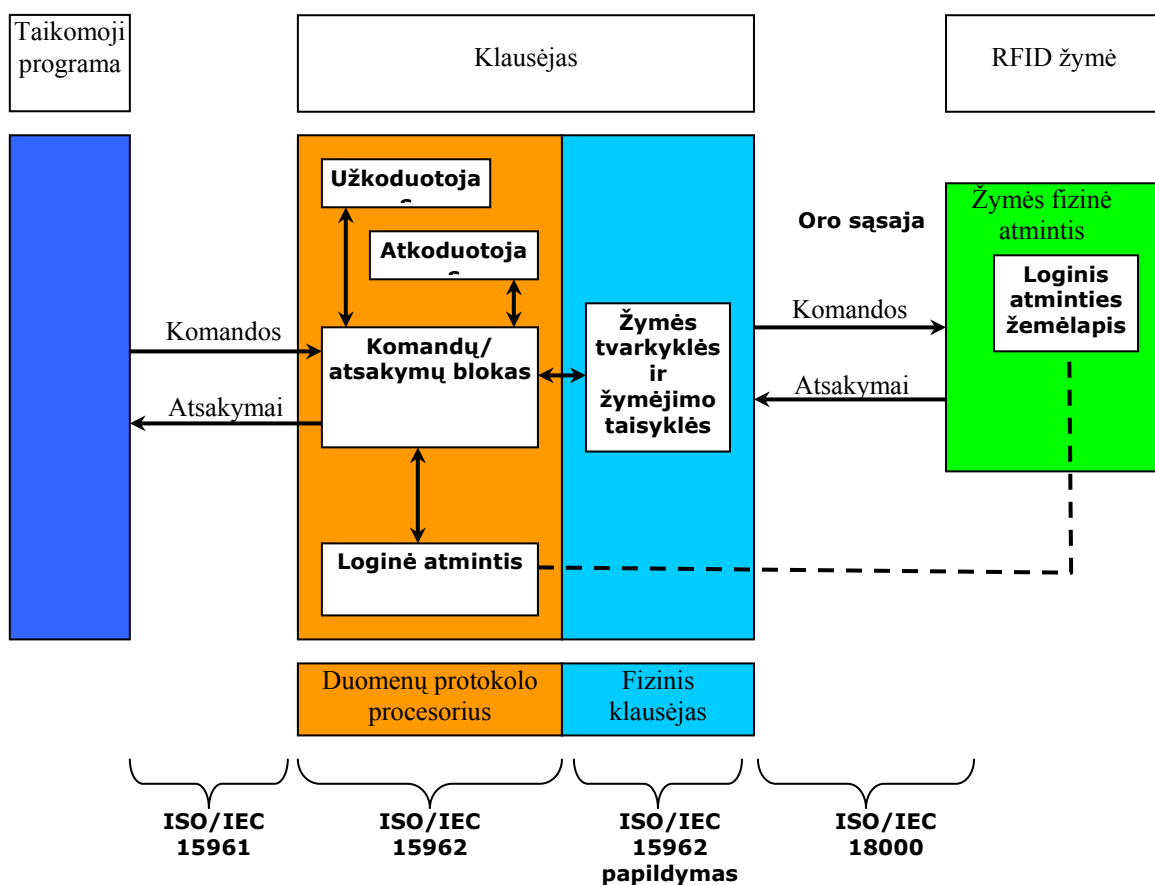
RFID technologija gamyboje gali būti pritaikyta [10 ir 11] :

- Padidina gaminamos produkcijos broko kontrolę.
- Inventorizacijos netikslumų sumažinimas.
- Produkto surinkimo klaidų sumažinimas.
- Tikslus ir greitesnis duomenų surinkimas ir saugojimas.
- Operacijų stebėjimas realiu laiku.
- Produkcijos inventorizacijos kontrolės kokybės gerinimas.
- Produkcijos paskirstymo užsakovams kontrolė (procesas yra atliekamas daug greičiau ir kokybiškiau, išvengiama klaidų).
- Nuskaitant produktą galima sužinoti iš kokių jis komponentų susideda.

2.2 Funkcinis RFID proceso modelis pagal ISO standartą

Yra įvairių ISO bei kituose standartuose siūlomų modelių, kurias yra apibrėžiamas funkcinis procesas. Funkciniu procesu yra apibrėžiamas bendras duomenų įrašymas ir nuskaitymas iš/į RFID žymę. Pav. pavaizduotas schematiškas įgyvendinimas, kur duomenų protokolo apdorojimas šia iliustracija (6 pav.) skirta suprasti bendrą duomenų perdavimo procesą ir tipinį įgyvendinimą. [4]

6 pav. Funkcinis RFID proceso modelis



Taikomoji programa (Application) – tai vartotojo veikloje naudojama programinė įranga ir duomenų bazių valdymo sistemos. Duomenų srautas tarp vartotojo taikomosios programos ir duomenų protokolo procesoriaus (Data Protocol Processor) yra apibrėžiamas pagal ISO/IEC 15961 standartą. Pasaulyje yra daug jau senai sukurtų ir vartotojo veikloje taikomų sistemų, kurių vienas iš uždavinių yra užtikrinti sąsajas tarp fizinio produkto identifikatoriaus (pvz: barkodas) ir sistemos. Todėl yra tikslinga įterpti RFID sąsajos modulius duomenų sraute, kurios perkonvertuotų duomenis į jau egzistuojančias vartotojo sistemas. [4]

Klausėjas (Interrogator) yra modulis, kuriame vyksta pagrindinis duomenų apdorojimas ir kuriame yra sąsaja tarp RFID žymės. [4]

Duomenų protokolo procesorius (Data Protocol Processor) tiekia/aprūpina visą duomenų apdorojimą, kuris yra specifikuotas Internacionaliniame Standarte (International Standard) ir reikalauja taikomosios programos duomenų apdorojimo. Jis susideda iš toliau minimų komponentų, kurie yra charakterizuojami toliau: komandų/užklausų blokas, loginė atmintis, užkoduotojas (kuris palaiko duomenų suspaudimą ir formatavimo funkcijas) ir atkoduotojas (kuris palaiko užkodavimo funkcijas). Duomenų protokolo procesorius gali būti fiziškai įgyvendintas bet kur tarp vartotojo programinės įrangos ir žymės tvarkyklės, bet turi turėti visas sudėtines dalis (komponentus). [4]

Komandų/atsakymų blokas (Command/Response Unit) atsakingas už siunčiamos taikomosios programos komandų apdorojimą, kurios yra specifikuotis ISO/IEC 15961 standarte. Taip pat šis blokas yra atsakingas už komandas kurios yra parkonvertuojamos į žemesnio lygio komandų kodus. [4]

Pavyzdžiui: Taikomosios programos komanda „įrašyti duomenis“ (kartu su duomenimis) yra su taikomąja programa susijusi komanda. Duomenų protokolas atpažįsta šią komandą ir suformuoja siųstus duomenis loginėje duomenų protokolo procesoriaus atmintyje. Informacija iš RFID žymės reikalauja nustatyti loginės atminties žemėlapiu parametrus. (baitų skaičių, ar bus naudojami katalogai) RFID žymėje. Žymės tvarkyklės perkonvertuoja siųstą taikomosios programos komandą į pagal žymę specifikuotą komandą.

Iš šio pavyzdžio galima išvelgti, kad yra skirtinga riba tarp duomenų protokolo procesoriaus ir RFID žymės tvarkyklės. [4]

Loginė atmintis (Logical Memory) tai gretutinių bitų atminties masyvas atvaizduotas loginės atminties žemėlapiu (Logical Memory Map) RFID žymės vartotojo atmintyje ir kuriame objektų identifikatoriai ir duomenų objektai yra susieti su baitais dar vadinami oktetais. Loginė atmintis taip pat naudoja kai kuriuos parametrus naudojamus realios RFID žymės. Tai pavyzdžiui gali būti bloko dydis, blokų skaičius, naudojamas talpinimo formatas ir t.t.. Loginė atmintis nepriklauso nuo žymės detalios architektūros. [4]

Loginės atminties taikymas reiškia, kad vartotojo taikomoji programa gali sąveikauti su RFID žymės programine įranga, tačiau individualiai gali turėti visiškai skirtingą atminties talpumą ir architektūrą. Tai leidžia įgyvendinti skirtingumą tarp naujų technologijų plėtojimo taikant ISO/IEC 18000 sistemos struktūrą, tokią kaip didesnę talpumą ar greitesnę priejimą prie RFID žymės nekeičiant taikomosios programos. [4]

Užkoduotojas (Encoder) kontroliuoja duomenų rašymo procesą per funkcinis procesus, tokius kaip duomenų tankintuvo ir formuotojo modulį. [4]

Duomenų tankintuvas (Data Compactor) aprūpintas standartiniu suglaudavimo taisyklių rinkiniu, kurio pagrindinė paskirtis sumažinti oktentų skaičių saugomų RFID žymėje, taip užtikrinti duomenų perdavimą per oro sąsają. Skaičiaus formato duomenys, kaip pavyzdys, oktentų pagrindu yra užkoduotas kai kuriais simboliais, bet gali būti užkoduoti ir kompaktiškoje formoje kuri saugoma RFID žymės atmintyje. [4]

Formuotojas (Formatter) atsako už procesą kuris objekto identifikatorių ir duomenis pateikia tinkamu ir efektyviu formatu, saugojimui loginėje atmintyje.

Dekoderis (decoder) atsako už iškodavimo valdymą yra duomenų įrašymo ir interpretavimo procesą ir įgyvendinamas per duomenų dešifratorių ir formavimo modulius. [4]

RFID žymės tvarkyklė (tag driver) atsako už dvi pagrindines funkcijas [4]:

- Susieja loginės atminties turinį su loginės atminties žemėlapių turiniu, kuris naudojamas RFID žymėje.
- Leidžia patogiau ir paprasčiau priimti komandas iš taikomosios programos ir perkonvertuoti jas į formatą kurias supranta RFID žymė.

Loginis atminties žemėlapis (Logical Memory Map) atsako už visų saugomų duomenų protokolo procesoriaus loginėje atmintyje susiejimą su struktūriniu vietos nustatymu ir žymėjimo taisyklėmis tarp žymės tvarkyklių ir RFID žymės architektūros. [4]

2.3 Informacijos saugojimas RFID žymėje

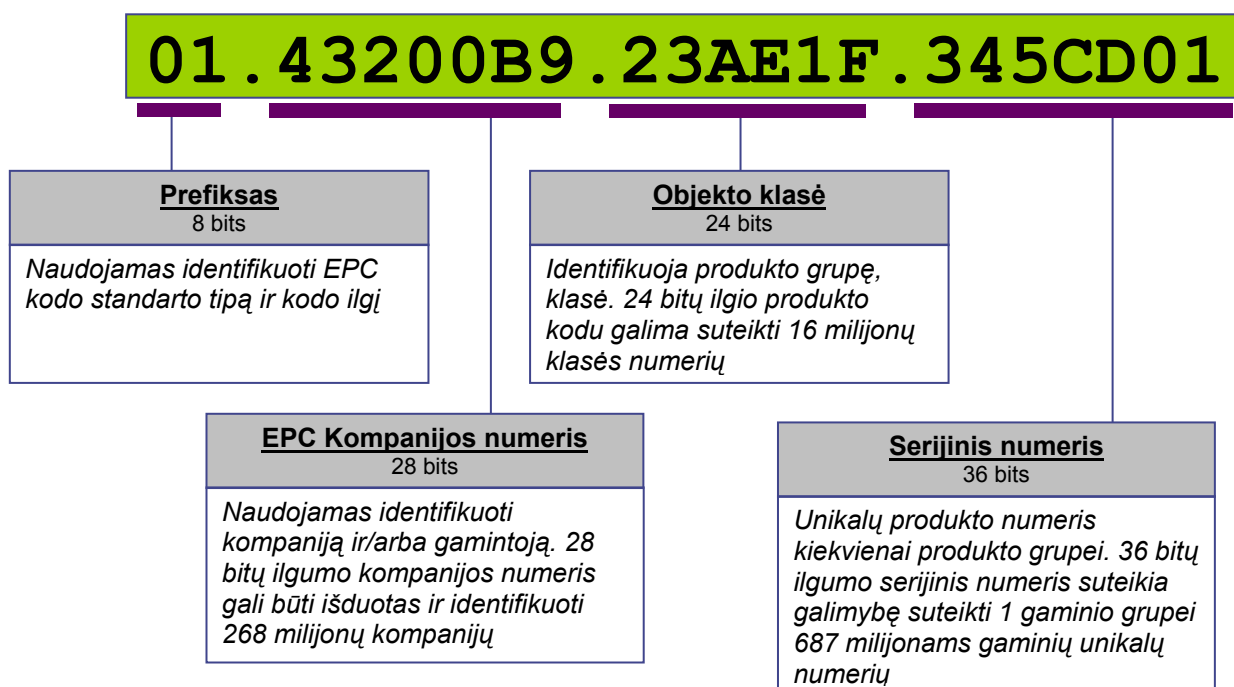
2.3.1 Elektroninis produkto kodas ir standartai

Pasaulyje ir Lietuvoje jau įprastą prekių bei įvairių kitų produktų žymėjimą brūkšniniais kodais keis arba papildys daug efektyvesnė ir modernesnė radijo dažninio identifikavimo sistema "EPC Global".

Elektroninis produkto kodas (EPC angl.) yra identifikacijos sistema skirta identifikuoti fizinius objektus ir identifikacijos numerį įrašant į elektronines formas. Standartizuotas EPC kodavimas sudarytas iš unikalaus kodo, kuris leidžia identifikuoti individualius objektus. [3]

Pagal naują sistemą, elektroninio produkto kodą (numerį) sudaro 64 arba 96 bitų ilgio informacija, kurioje yra gamintojo kodas, produkto rūšies kodas, numerio rūšies požymis, produkto eilės numeris ir kiti duomenys. Toks numeris leidžia kiekvienai įmonei identifikuoti iki kelių milijardų prekių bei kitų objektų, o brūkšniniu kodu paprastai ženklinama iki 100 tūkst. prekių. 4 paveikslėlyje pateikta bendra elektroninio kodo struktūra.[3]

7 pav. Elektroninio produkto kodo struktūra



Viso tokiais kodais galima identifikuoti $1,15 \cdot 10^{18}$ objektų. Akivaizdu, kad tokie numeriai, kurie bus ne tik identifikuojantys, bet ir tam tikros informacijos apie objektus

šaltiniai, turės būti įrašomi ir saugojami elektroninėje formoje. Kaip elektroninę identifikacinio numerio formą galima panaudoti ir RFID technologiją. Kad sistema efektingai funkcionuotų, turės būti panaudoti milijonai prietaisų visose objektų (prekių) buvimo vietose, ir aišku turės būti atitinkama prieinamo informacijų nešėjų savikaina. [3]

Elektroninio produkto kodo 1.3 versijos standartas apima 5 skirtingus elektroninio kodo tipų standartus, kuris kiekvienas turi savo elektroninio kodo struktūros sudarymo taisykles, atkodavimo ir užkodavimo algoritmus. [3]

Kiekvienas elektroninis kodas yra užkoduojamas ir saugomas elektroninėje formoje 16 skaičiavimo sistema. Kiekvienas elektroninio kodo tipas yra atpažįstamas pagal kodo pradžioje saugomą 8 bitų kodą vadinamą prefiksu (angl. Prefix arba Header). Prefiksas nurodo ne tik kodo tipą bet ir kodo ilgį bitais (64 arba 96 bitais). [3]

2 lentelėje pateikti EPC standarto tipai ir jų atpažinimo prefikso reikšmė dvejetainė skaičiavimo sistema (bitais).

2 lentelė. EPC standarto tipų atpažinimo prefikso baitai

Prefikso bitai	Standartas ir kodo ilgis
00110000	SGTIN-96
00000010	SGTIN-64
00110001	SSCC-96
00001000	SSCC-64
00110010	SGLN-96
00001001	SGLN-64
00110011	GRAI-96
00001010	GRAI-64
00110100	GIAI-96
00001011	GIAI-64

2.3.1.1 Serijinis pasaulinis prekybinio vieneto numeris

(angl. SGTIN -Serialized Global Trade Item Number)

Skirtas identifikuoti įvairias prekes, prekių siuntas, gaminamus gaminius, žaliavas. Visi SGTIN kodai palaiko pilną 14 skaitmenų GTIN numerio formatą. Bendrą SGTIN kodą struktūra sudaro šios dalys [3]:

- **Prefiksas** – serijinio kodo pradžioje saugomas 8 bitų informacija, kuri nusako kokio tipo ir kokio ilgumo yra EPC kodas. Žiūrėti 2 lentelę „EPC standarto tipų atpažinimo prefikso baitai“. [3]

- **Filtro reikšmė**- kuri nusako kokioje srityje taikomas SGTIN kodas. 2 lentelėje pateiktos filtro taikomos sritys ir sričių naudojamas bitinės reikšmės.
- **Kompanijos arba/ir gamintojo numeris**, kuris yra išduodamas „EPC global“ organizacijos. Kompanijos numeris sudarytas iš skaitmenų. [3]
- **Objekto klasės/grupės unikalus numeris**, kuris nustatomas kiekvienai objekto klasei atskirai kompanijos viduje ir perduodamas ir saugomas „EPC global“ duomenų bazę. Objekto klasės numeris yra sudarytas iš skaitmenų. [3]
- **Objekto serijinis unikalus numeris**, kuris priskiriamas kiekvienam identifikuojam objektui. Kiekvienam objektui turi būti išduodamas unikalus numeris, kuris negali būti priskirtas kitiems objektams. [3]

3 lentelė 64 bitų SGTIN kodo struktūra

Dalies pavadinimas	Prefiksas	Filtro reikšmė	Kompanijos numeris	Objekto grupės numeris	Serijinis objekto numeris
Duomenų ilgis	2 bitai	3 bitai	14 bitų	20 bitų	25 bitai
Duomenų formatas arba reikšmė	2	1-6	Skaičiai	Skaičiai	Skaičiai
Identifikatorių skaičius		6 sritys	16384 kompanijų	1048576 objekto grupių	3,35 milijono skirtingų objektų

Skirtingai nuo 64 bitų ilgio kodo 96 bitų ilgio SGTIN kodas turi papildomai viena kodo dalį – padalijimo reikšmė. Dėl šios dalies 96 bitų kodas, skirtingai nei 64 bitų, turi kintamo ilgio kompanijos numerį ir objekto klasės numerį. Padalijimo reikšmė nurodo kokio ilgio turi būti kompanijos ir objekto grupės numeris. Lentelėje pateiktos galimos padalijimo reikšmės, kompanijos ir objekto grupės kodo ilgiai. [3]

4 lentelė. SGTIN kodo padalijimo reikšmės

Padalijimo reikšmė	Kompanijos kodo ilgis		Objekto grupės kodo ilgis	
	Ilgis bitais	Ilgis skaitmenimis	Ilgis bitais	Ilgis skaitmenimis
0	40	12	4	1
1	37	11	7	2
2	34	10	10	3
3	30	9	14	4
4	27	8	17	5
5	24	7	20	6
6	20	6	24	7

5 lentelė. 96 bitų SGTIN kodo struktūra

Dalies pavadinimas	Prefiksas	Filtro reikšmė	Padalijimo reikšmė	Kompanijos numeris	Objekto grupės numeris	Serijinis objekto numeris
Duomenų ilgis	2 bitai	3 bitai	3 bitai	20-40 bitų	4-24 bitų	38 bitai
Duomenų formatas arba reikšmė	2	1-6	0-6	Skaičiai	Skaičiai	Skaičiai
Identifikatorių skaičius		8 sritys	8 galimi padalijimo variantai	Nuo $1 * 10^6$ iki $1 * 10^{12}$ - kompanijų	Nuo 16 iki 16 milijonų objekto grupių	Iki 274 milijardų skirtingų objektų

2.3.1.2 *Pervežamo krovinio identifikacinis numeris*

(angl. SSCC-Serial Shipping Container Code)

Tai logistikos identifikacijos kodas naudojamas prekių pristatymo, transportavimo procese. Kiekvienam SSCC kodui yra nustatomas transportuojamos prekės gyvavimo laikas. SSCC kodo struktūra [3]:

Lentelė 6 SSCC kodo struktūra

Paskirties identifikatorius AI	Papildantis skaičius – logistinis požymis	Šalies kodas	Siuntėjo gamintojo numeris	Krovinio numeris	Kontrolinis skaičius
00	L	ŠŠŠ	GGGG	PPPPPP(PP)	K

- L – papildantis skaičius, kurį pasirenka krovinių formuojantį įmonė, norėdama praplėsti numerio talpą, suteikdama numeriui pakuotės logistinius ar kitokius požymius (pav. nurodydama pakuotės tipą).
- GGGG(GG) – siuntėjo gamintojo numeris sistemoje (tas pats numeris įeina ir į vienetinių prekių numerį SGTIN).
- PPPPPPP(PP) – krovinio numeris, pagal krovinio siuntėjo vedamą numeraciją. Siuntėjas turi užtikrinti, kad jis metų bėgyje nepasikartos.
- Pastabos: 1. Jeigu gamintojo numeris yra 4 (6) skaičių, tai krovinio numeris turi būti 9 (7) skaičių. 2. Skaičiuojant kontrolinį skaičių paskirties identifikatorius AI neįtraukiamas į SSCC sudėtį.

2.3.1.3 Serijinis globalus lokalizacijos numerius

(angl. SGLN -Serialized Global Location Number)

Lokalizacijos numeris skirtas nurodyti ir identifikuoti produkto vietą esant jai gamykloje ant konvejerio, ją sandėliuojant, transportuojant ar atsiskaitant už ją. SGLN numeriai suteikiami kiekviename kompiuterizuotame versle dalyvaujančiam subjektui. Kiekvienam lokalizacijos numeriui duomenų bazėse yra surašomi atitinkami jo savininko rekvizitai, kurie yra būtini vykdant komercines operacijas (pilnas pavadinimas, registro kodas, atsakingi asmenys, pašto, ryšių ir bankiniai duomenys, veiklos kodai ir pan.) [3]

Vadovaujantis GS1 normatyviniais dokumentais lokalizacijos numeriai turi tokią struktūrą (priklausomai nuo įmonės gamintojo numerio dydžio). [3]

Lokalizacijos numeris visada, nepriklausomai nuo to ar yra elektroninėje ar brūkšninio kodo formoje, vartojamas kartu su atitinkamu paskirties identifikatoriumi (angliškai AI - Application Identifier), nusakančiu po jo einančios skaičių sekos paskirtį (panaudojimą). GS1 standartai (specifikacijos) numato šiuos identifikatorius.

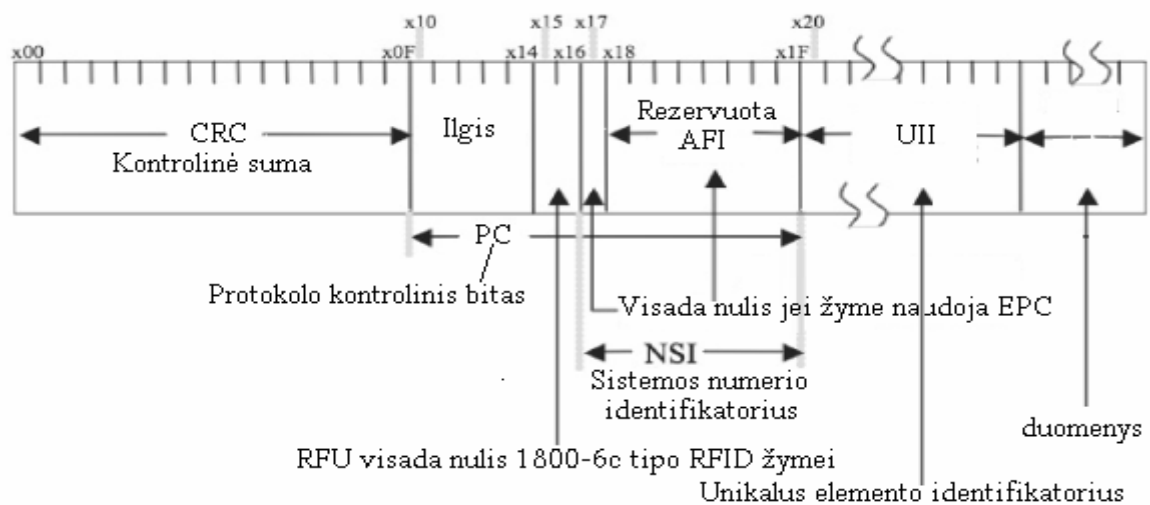
2.3.2 RFID žymės vartotojo atmintis

2.3.2.1 Kaip identifikuoti vartotojo atmintį

Vartotojo atminties identifikaciją (būvimą) turi nustatyti RFID skaitytuvas inicijuodamas pradinę komandą. Kai skaitytuvas inicijuoja pradinę komandą EPC gen2 arba ISO 6c standarto RFID žymei, yra specifiškai gražinama [5]:

- kontrolinė suma (CRC) saugoma nuo 00_{HEX} iki 0F_{HEX} bito adreso,
- protokolo kontrolinis bitas (PC) saugomas nuo 10_{HEX} iki 1F_{HEX} bito adreso,
- unikalus elemento identifikatorius (UII) saugomas nuo 20_{HEX} iki žodžio ribos.

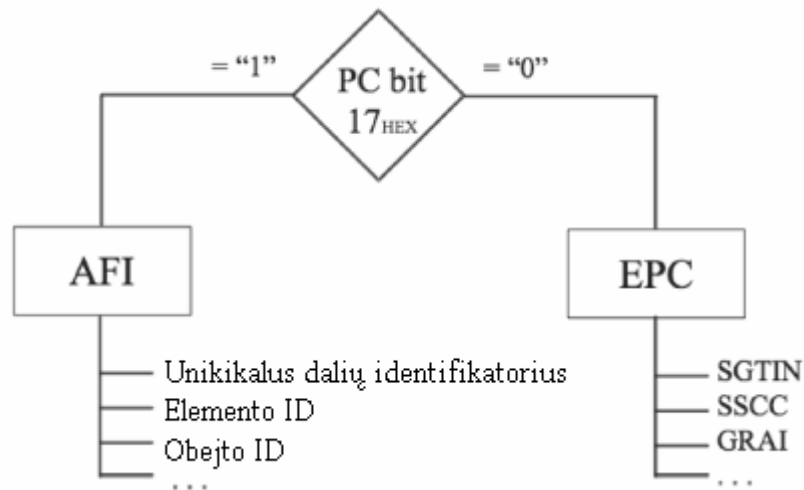
8 pav. Vartotojo atminties struktūra



RFID žymėje gali būti saugomas elektroninis produkto kodas (EPC) kuris gali būti unikalus elemento identifikatorius išduotas ISO standartų organizacijos vartotojui. Automobilių pramonė ir telekomunikacijos pramonė gali naudoti registruotą tiekėjo kodą, kuris išduotas elektroninės pramonės kaip unikalus tiekėjo serijinis numeris. [5]

Vartotojai, kurie nenaudoja elektroninio produkto kodo (EPC) turi užkoduoti specifinį Application Family Identifier (AFI) kodą nuo 18_{HEX} iki 1F_{HEX} adreso. Jei RFID žymė naudoja EPC kodą žymė bitai nuo 18_{HEX} iki 1F_{HEX} yra atkoduojami kaip sistemos numerio identifikatorius (Number System Identifier -NSI) kodas (9 paveikslėlis). [5]

9 pav. Vartotojo atminties tipo identifikacija



2.3.2.2 Kaip organizuoti vartotojo atmintį

Atmintis gali būti organizuojama daugybės variantų. Vienas iš galimų variantų yra kai tam tikra žinomos informacijos dalis (blokas) yra saugomas konkrečioje atminties vietoje. Toks variantas gali būti įgyvendintas jei visos pramonės šakos naudos to pačio tipo informaciją ir kuri būtų konkretaus dydžio bei standarto. Nors šis variantas būtų pakankamai tinkamas, tačiau pasaulyje yra įvairiausių pramonės šakų ir kiekvienai atskirai pramonės šakai nebūtų įmanoma apibrėžti vienareikšmiškos informacijos ir jos kiekio. Šis sprendimas būtų įmanomas jei kiekviena pramonės šaka išvystytų savitą atminties žemėlapi, kuriuo būtų apibrėžiama, kokioje atminties vietoje ir kokio ilgio yra saugoma konkreti informacija. Toks specifiukuotas pagal rinkos šaka atminties žemėlapis išgaliotų ir būtų naudojamas tik su centriniu rinkos registracijos įgaliojimu ir patvirtinimu, kad toks atminties žemėlapis yra tinkamas ir reikalingas tos rinkos šakai. Taikant šitokį scenarijų, atmintis bitas būtų pradedamas nusakančiu bitu, kuriuo būtų identifikuojamas koks atminties žemėlapis yra naudojamas. Tai būtų įgyvendinama jei žymė su konkrečiu atminties žemėlapiu būtų naudojama tik vienoje pramonės šakoje. Tai yra neįgyvendinama, nes vienos pramonės šakos prekės keliauja ir yra nenaudojamos kitoje pramonės šakoje. [7]

Atminties organizavimo problemą kaip pavyzdį galime panagrinėti senas technologijas. Vienas iš pavydžių gali būti lankstusis diskelis (angl. floppy disk). Kai diskelis buvo pristatytas pasaulio rinkai buvo sprendžiama panaši problema. Pagrindinė sprendžiama problema buvo, kaip sudaryti vartotojui sąlygas keisti vartotojo atmintyje saugomus duomenis. Duomenys buvo talpinami ir prie jų prieinama specialiomis dalimis, nereikalaujant nuskaityti visos atminties. Duomenys atskiriomis dalimis buvo suskirstomi naudojant File

Allocation Table (FAT). Paprasčiausia FAT sistema sudaryta iš trijų pagrindinių dalių, esančių griežtai apibrėžtose disko vietose [7]:

- Failų blokų lentelės, kuriose yra visų klasterių sąrašas
- Šakninio katalogo, kuriame laikomas failų sąrašas
- Laisvos vietos, padalintos į apibrėžto ilgio (pvz., 512 baitų) klasterius

Pagal ISO/IEC 15961 ir ISO/IEC 15962 standartų reikalavimus jei RFID žymėje yra naudojama vartotojo atmintis, tada vartotojo atminties nuo 00h iki 07h adreso vieta turi būti naudojama kaip duomenų saugojimo formato identifikacinis numeris (angl. Data Format Storage ID - DFSID) kuris yra aprašyta ISO/IEC 15961 standarte. To pasakoje vartotojo atminties už 07h adreso atkodavimas yra apibrėžtas ISO/IEC 15961. Duomenų saugojimo formato identifikacinis numeris (DSFID) yra apibrėžiamas pagal taikymo sritį. DSFID struktūra yra [7]:

- 8 ir 7 bitas nusako priėjimo prie duomenų metodą (žiūrėti 7.1.2.4 ISO/IEC 15961 standartą)
- 6 bitas yra rezervuotas
- 5 bitas iki 1 nusako duomenų formatą (žiūrėti 7.1.2.5 ISO/IEC 15961 standartą).

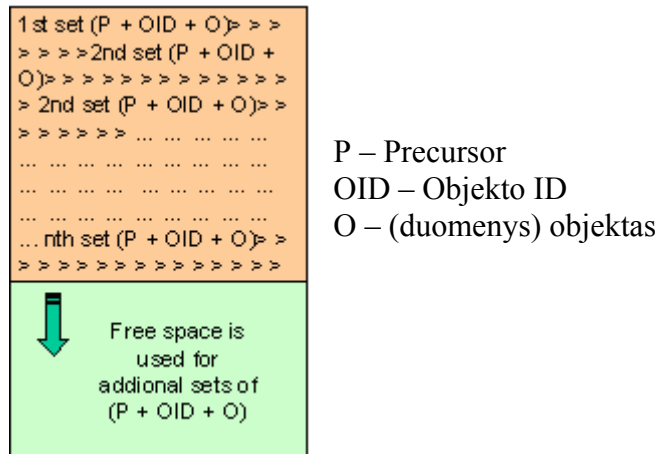
Jei DFSID bitas yra lygus 0 tai reiškia kad RDIF žymė nepalaiko DFSID. Tada duomenų priėjimo moduliai gali būti [7]:

- **noDirectory**: tai struktūra kuri palaiko vientisą duomenų sąryšinę objektų identifikaciją.
- **Directory**: duomenys yra užkoduojami taip pat kaip noDirectory metode tačiau RFID žymė palaiko papildomus/sudėtinius katalogus kur leidžia greitesnį priėjimą prie konkretaus adreso aibės.
- **selfMappingTag**: šis metodas naudojamas jei RFID žymė turi vidini procesorių, kuris organizuoja duomenų žemėlapius

NoDirectory struktūros vartotojo atmintis

NoDirectory struktūra yra sudaryta iš pasikartojančio ciklo, objekto ID formos ir kompaktiško duomenų objekto. Pavyzdžiui: nepanaudota atminties vieta yra RFID vartotojo atminties pabaigoje. NoDirectory struktūra yra labiau tinkama mažesnės talpos RFID žymėms, todėl kad pats katalogas pats antraštė kuri turi būti nuskaityta. Taip pat ši struktūra yra labiau tinkama, kai RFID atmintyje yra saugoma nedaug objektų ir jų ID kurie nuskaitymo komanda yra greitai randami ir atkoduoti [5].

10 pav. NoDirectory struktūros vartotojo atmintis



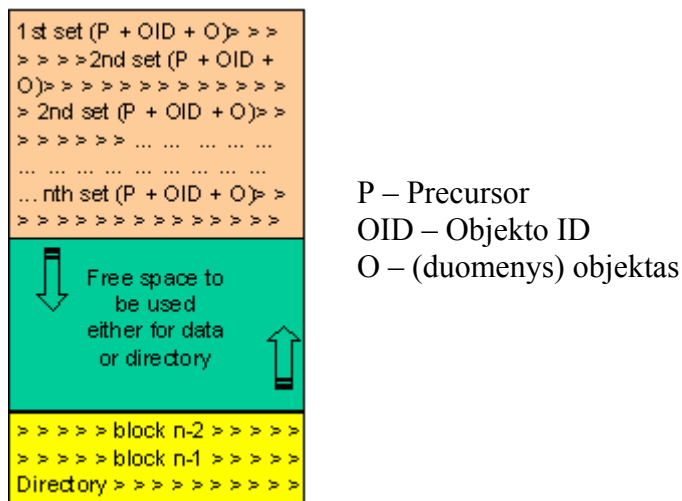
Directory struktūros vartotojo atmintis [7]

Kai RFID atmintis yra sudaryta iš kataloginės struktūros turi būti įvertinta, kad šitokia loginė atmintis turi dviejų dalių struktūras:

- Žemiausi atminties blokai yra NoDirectory struktūros
- Aukščiausieji atminties blokai talpina katalogus

Katalogų įrašai yra talpinami pradedant nuo žemiausio adreso iki aukštesniojo bito adreso blokų sekos tvarka, tačiau priešingi blokai yra saugomi pradedant nuo paskutinio bloko sekos tvarka einat žemyn. Pav

11 pav. Directory struktūros vartotojo atmintis



3 RFID SISTEMOS BAZINIO MODELIO APRAŠYMAS

3.1 Sistemos paskirtis ir kontekstas

Programinės įrangos pagrindinė paskirtis yra duomenų įrašymas/nuskaitymas iš RFID žymės, naudojant RFID įrangą. Programinė įranga tai sąsaja tarp RFID įrangos ir vartotojo programos, kuri užtikrina telegramų ir duomenų perdavimą į RFID skaitytuvą/įrašytuvą naudojant kompiuterines RS232 sąsajas, prie kurių yra prijungta įranga. Programinė įranga priklausomai nuo vartotojų pasirinkimų ir RFID žymės gali nuskaityti ir įrašyti įvairaus dydžio duomenis. Taip pat vartotojas gali pasirinkti duomenų adresaciją RFID žymėje. Programinės įrangos veikimas yra konfigūruojamas. Galima nustatyti ir išsaugoti RS232 sąsajos parametrus, bet ir duomenų nuskaitymo ir įrašymo parametrus. Programinė įranga gali veikti rankiniu (manual) režimu, kai vartotojas pats pasirenka kada rašyti/nuskaityti duomenis. Taip pat vartotojas programos nustatymus gali sukonfigūruoti, taip kad programa automatiškai nuskaitytines ir įrašines duomenis į RFID žymę, kai tik žymė bus pasiekama skaitytuvo/įrašytuvo. Programos automatinis režimas yra patogus tuo, kad programa gali įrašinėti ir nuskaitynėti, bei kaupti duomenis nedalyvaujant proceso metu vartotojui.

Programinė įranga taip pat palaiko elektroninio produkto kodo (EPC) užkodavimo ir atkodavimo funkcijas. EPC vartotojo sąsajoje vartotojas suvedęs savo kompanijos numerį, produkto grupės/klasės numerį ir produkto serijinį numerį, programa užkoduoja šiuos duomenis šešioliktaine ir dvejetainine skaičiavimo formomis pagal EPC standarto taisykles. Tai pat yra atkodavimo funkcija. Užkoduotas ir EPC gali būti įrašytas ir nuskaitytas į/iš RFID žymės. Programinė įranga užtikrina EPC kodo unikalumą, to pasekoje į RFID žymes nebus įrašytas toks pats serijinis produkto kodas.

Programinė įranga tai komponentų rinkinys, kurių kiekvienas atskirai gali būti pritaikytas ir panaudotas įvairiuose projektuose. Komponentų rinkinį sudaro:

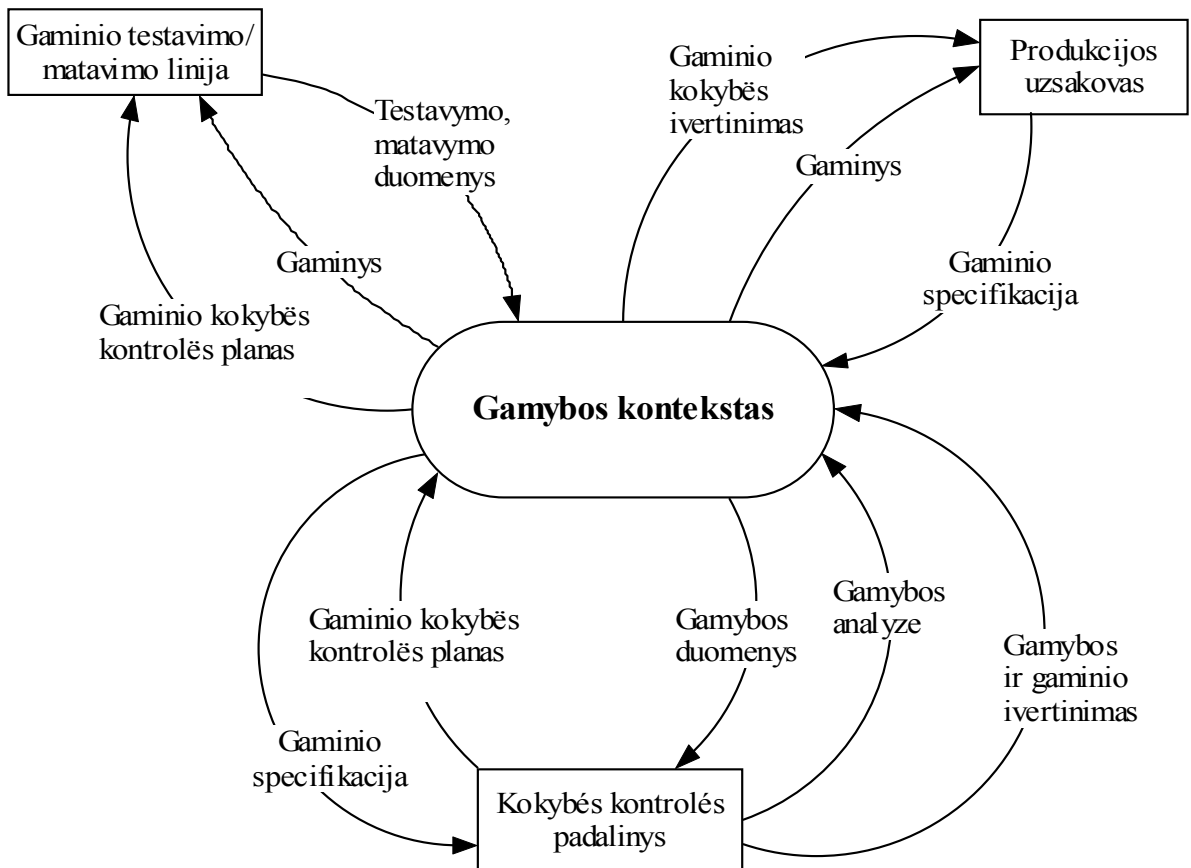
- RFID komponentas- atsakingas už telegramų ir duomenų formavimą skirtą RFID įrangai.
- SerialPort komponentas – tai programinė sąsaja su RS232 kompiuterine sąsaja, kuri užtikrina korektišką duomenų perdavimą ir gavimą.
- EPC komponentas- elektroninio kodo užkodavimo ir atkodavimo pagal EPC standartą komponentas.

Šio projekto tikslas yra sukurti QMS programinės įrangos modulį, kurio pagrindinė paskirtis -gamybos duomenų surinkimas ir kaupimas, panaudojus RFID technologijas.

Kuriamas modulis sudedamoji QMS programinės įrangos dalis. Kuriamas modulis - tai tarpinė grandis tarp QMS programinės įrangos ir RFID technologijos. Modulio paskirtis yra - užtikrinti duomenų perdavimą iš QMS duomenų sistemos į RFID sistemą ir iš RFID sistemos į QMS duomenų sistemą.

3.1.1 Veiklos kontekstas

12 pav. Veiklos kontekstas



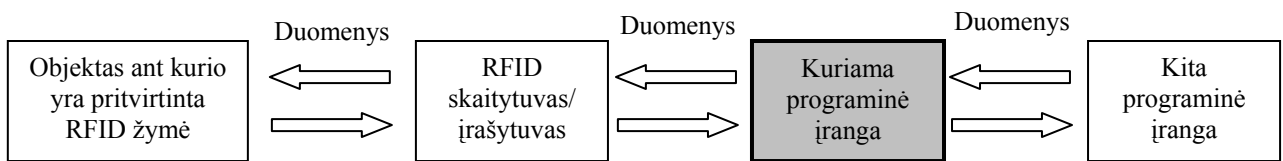
Lentelė 7 Veiklos padalinimas

Eil. Nr.	Įvykio pavadinimas	Įeinantis/ išeinantis informacijos srautai
1.	Užsakovas sudaro užsakomo gaminio specifikaciją ir ją perduoda gamintojui	Užsakovo duomenys (in)
2.	Gamybos kokybės padalinys pagal užsakovo pateiktą gaminio specifikaciją identifikuoja ir sudaro gaminio charakteristikas	Gamybos kokybės padalinys (in)
3.	Gamybos kokybės padalinys pagal paruoštas gaminio charakteristikas ir gaminio specifikaciją sudaro gamybos kontrolės planą	Gamybos kokybės padalinys (in)
4.	Gamintojas pagal pateiktą specifikaciją atlieka užsakyto gaminio gamybą	Gamintojas (out)
5.	Testavimo linijoje dirbantis darbuotojas pagal sudarytą kontrolės planą ir jame esančias charakteristikas atlieka pagaminto gaminio testavimą	Testavimo linijoje dirbantis darbuotojas (out)
6.	Testavimo linijoje dirbantis darbuotojas atlikęs gaminio testavimą (gaminio charakteristikų matavimus), gautus duomenis išsaugo.	Testavimo linijoje dirbantis darbuotojas (in)
7.	Pagal gautus testavimo rezultatus gamybos kokybės padalinys atlieka gamybos analizę	Gamybos kokybės padalinys (out)
8.	Gamybos kokybės padalinys pateikia gamybos kokybės analizę	Gamybos kokybės padalinys (in)
9.	Gamintojas peržiūri gamybos kokybės analizę	Gamintojas (out)
11.	Atlikus analizę, jei gaminio kokybė neatitinka kokybės reikalavimų imamasi tam tikrų priemonių	Gamintojas (out)
12.	Gamintojas užsakovui pateikia pagamintus gaminius, gamybos kokybės padalinio atliktą gamybos kokybės analizę	Gamintojas (out)

3.1.2 Sistemos panaudojimo galimybės ir kontekstas

Naudojant kuriamą sistemą be RFID technologijos, naudos vartotojui bus mažai. Nebus išnaudojamos sistemos pagrindinės savybės ir funkcijos. Sistema didžiausią naudą duotų jei sistema būtų pritaikyta ir naudojama kartu su kita programine įranga, kaip pagalbiniis įrankis/sąsaja duomenų surinkimui apie fizinius objektus ant kurių yra tvirtinama RFID žymė, kurioje yra saugomi duomenys apie šį objektą.

13 pav Sistemos kontekstas



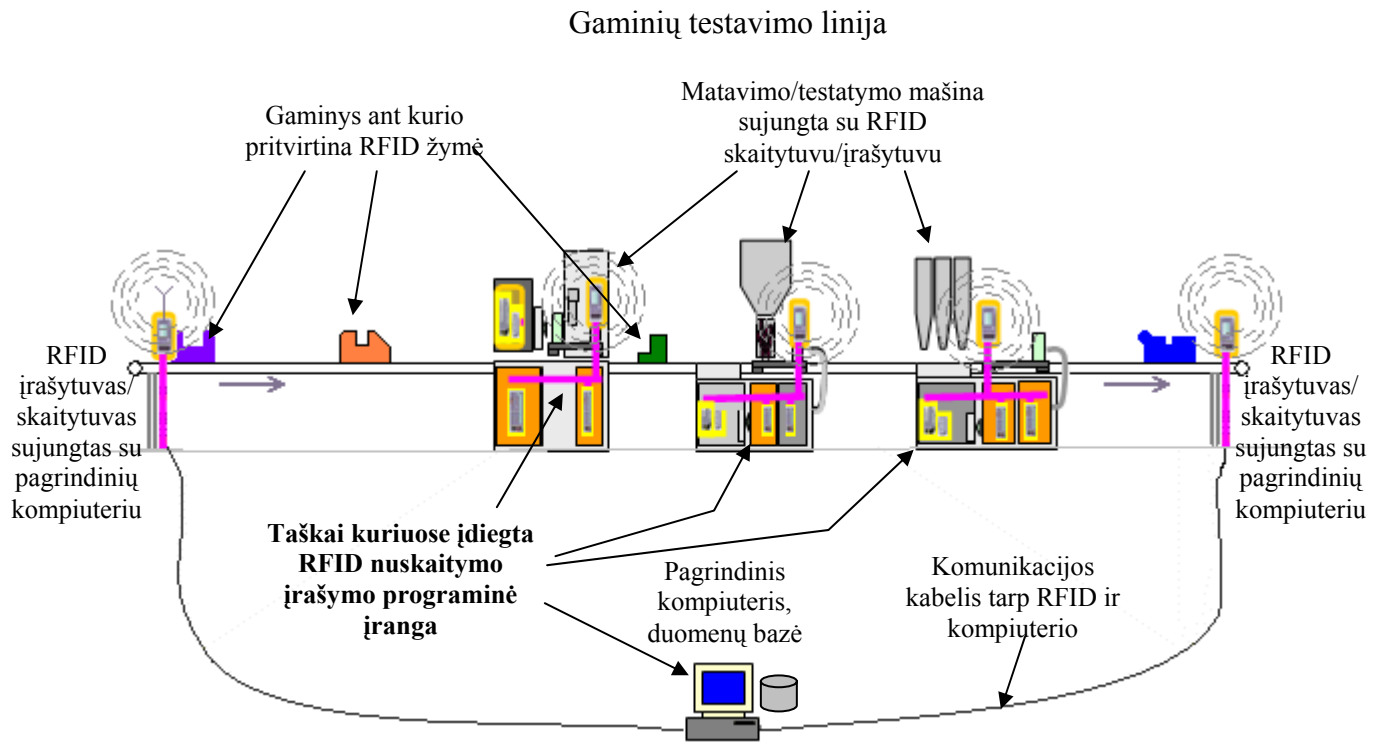
Gamybos srityje kuriamą programinę įrangą ir RFID technologijas galima pritaikyti ir naudoti beveik visose gamybos proceso etapuose. Toliau aptarsime tik kelias gamybos sritis kuriose būtų galima panaudoti kuriamą programinę įrangą ir kokią naudą atneštų vartotojui.

3.1.3 Sistemos panaudojamas produkcijos testavimo linijoje

Įdiegus programinę įrangą ir RFID technologijas produkcijos testavimo linijoje būtų galima automatizuoti duomenų surinkimą, stebėti gaminių testavimo rezultatus realiu laiku. Programinė įranga turėtų būti įdiegta testavimo mašinos, kurios dažniausiai būna arba programuojamos arba jose būna įdiegta Windows SE, Windows NT operacinės sistemos. Tokius testavimo įrenginius, kuriuose būtų įdiegta kuriama programinė įranga, būtų galima sujungti su RFID skaitytuvu.

Gamybos testavimo linijos dažniausiai būna išdėstytos įvairiuose nutolusiuose taškuose, atskirose patalpose, laboratorijose. Pagaminus gaminį ir prieš pradėdant testuoti, testavimo linijos pradžioje prie gaminio būtų pritvirtinama RFID žymė ir į ją įrašoma informacija kas per gaminys, informacija apie būtinus jam atlikti testus, kokia mašina kokius matavimus turi atlikti. Toliau gaminys keliauja linija kol pasiekia tam tikrą testavimo mašiną. RFID skaitytuvas nuskaitytu RFID žymėje saugomus duomenis ir perduotų juos programinei įrangai, programinei įrangai mašinai. Iš duomenų mašinos programinė įranga nuspręstu ar jei reikia atlikti matavimus ir kokius. Atlikus matavimus mašina išduotų rezultatus kuriuos tai pat būtų galima įrašyti į RFID įrangą. Taip keliaujant testavimo linija gaminys su savimi neštų visą testavimo informaciją. Linijos gale stovėtų RFID skaitytuvas ir programinė įranga kurie sujungti su pagrindiniu kompiuteriu. Programinei įrangai nuskaitytu visą RFID žymėje saugomą informaciją ir ją perduotų pagrindiniam kompiuteriui. Informacija apie kiekvieną atliktą gaminio testavimą būtų saugoma ne tik RFID žymėje bet ir duomenų bazėje esanti pagrindiniame kompiuteryje. Naudojant kitą programinę įrangą gamybos testavimo procesą būtų galima stebėti realiu laiku. Paveikslėlyje pateikta šio aprašymo objektų išdėstymo ir veikimo schema.

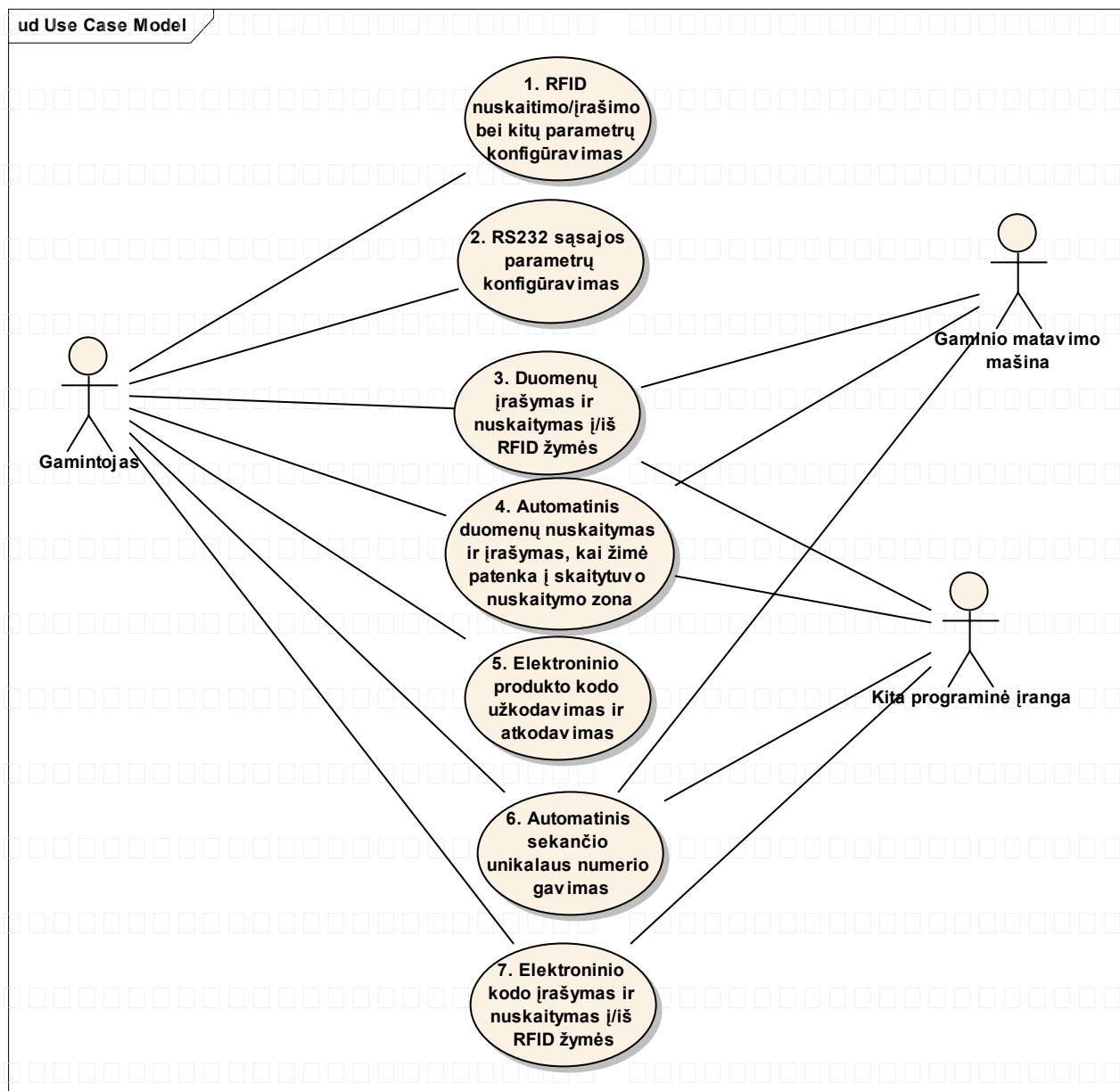
14 pav. Sistemos panaudojamas produkcijos testavimo linijoje



3.2 RFID sistemos panaudojimo atvejai

3.2.1 Panaudojimo atvejų diagrama

15 pav. Panaudojimo atvejų diagrama



3.2.2 Panaudojimo atvejų sąrašas

Gamintojas 1. Panaudojimo atvejis: RFID nuskaitymo/įrašymo bei kitų parametru konfigūravimas	
Vartotojas/Aktorius:	Gamintojas
Aprašymas:	Programinės įrangos veikimo parametru nustatymas. Pagal vartotojo nustatytus programos parametrus atitinkamai elgiasi programa. Vartotojas gali keisti programos veikimo parametrus ir juos išsaugoti tolimesniam naudojimui. Pagal programos nustatymus programa gali nuskaityti ir įrašinti duomenis rankiniu būdu kai vartotojas kiekviena kartą nurodo nuskaitymo/įrašymo duomenis arba automatiškai kai programai yra nustatomi nuskaitymo/įrašymo duomenys ir programa pradeda automatiškai nuskaityti įrašinti duomenis į/iš RFID žymės kai tik žymė patenka į RFID skaitytuvo/įrašytuvo zoną. Taip vartotojui taip pat yra suteikta galimybė nustatyti ir keisti duomenų nuskaitymo bloko dydį, duomenų įrašymą per vieną ar kitą RFID skaitytuvo/įrašytuvo adapterį.
Ryšys su kitais PA	Nuo konfigūracijos priklauso 3 ir 4 panaudojimo atvejais
Prieš sąlygą:	Programa nėra paruošta darbui, nėra nustatytas įrašymo nuskaitymo režimas ir kiti RFID parametrai.
Sužadinimo sąlyga:	Vartotojas pirmą kartą ruošiasi naudoti programą duomenų nuskaitymui/ įrašymui iš RFID žymės arba nori pakeiti programos veikimo parametrus.
Po sąlygos:	Programa paruošta duomenų nuskaitymo/įrašymo operacijoms atlikti
Pagrindinis scenarijus	Vartotojas pasileidžia programą. Nustato programos parametrus Nustatymus išsaugo

2. Panaudojimo atvejis: RS232 sąsajos parametru konfigūravimas	
Vartotojas/Aktorius:	Gamintojas
Aprašymas:	RS232 kompiuterinės sąsajos būna įvairios, taip pat RFID įrangos sąsają gali būti skirtinga. RS232 sąsajos konfigūravimas vartotojui suteikia galimybę keisti duomenų perdavimo greitį, jei RFID įranga dirba lėtesniu greičiu nei kompiuterinė sąsaja. Šios sąsajos konfigūravimas padeda vartotojui suderinti darbui kompiuterio sąsaja su RFID įrangos sąsaja.
Ryšys su kitais PA	Nėra
Prieš sąlygą:	RS232 sąsajos konfigūracija iš pradžių yra naudojama pagal su suprogramuotus ir nustatytus parametrus. Tačiau šie parametrai gali neatitikti vartotojo ar RFID įrangos veikimo principu. Vartotojui yra poreikis pakeisti šiuos parametrus.
Sužadinimo sąlyga:	Vartotojui atsiranda poreikius pakeisti sąsajos veikimo parametrus, arba RFID sąsajos parametrai nesutampa su nustatytais parametrais
Po sąlygos:	Sąsajos parametrai nustatyti, kompiuterio sąsaja suderinta su RFID sąsaja.

Pagrindinis scenarijus	Atidaromas parametru nustatymo langas Nustatomi parametrai Išsaugomi parametrai
------------------------	---

3. Panaudojimo atvejis: Duomenų įrašymas ir nuskaitymas į/iš RFID žymės	
Vartotojas/Aktorius:	Gamintojas, gaminio matavimo mašina, kita programinė įranga
Aprašymas:	Rankinis duomenų nuskaitymas ir įrašymas kai kiekvienu atskiru įrašymu ar nuskaitymo metu turi būti nurodyti įrašomi duomenys jų adresus RFID žymėje arba nuskaitymų duomenų ilgis.
Ryšys su kitais PA	Priklauso nuo 1 panaudojimo atvejo, t.y nuo programos konfigūracijas turi būti įjungtas šis režimas
Prieš sąlygą:	Duomenys nėra įrašyti ar nuskaityti į/iš RFID žymės
Sužadinimo sąlyga:	Vartotojas nori nuskaityti ar įrašyti duomenis iš/į RFID žymę.
Po sąlygos:	Duomenys įrašyti į RFID žymę
Pagrindinis scenarijus	Aktyvuojama RS232 sąsaja Nustatomi įrašymo parametrai Aktyvuojama įrašymo/nuskaitymo operacija

4. Panaudojimo atvejis: Automatinis duomenų įrašymas ir nuskaitymas į/iš RFID žymės	
Vartotojas/Aktorius:	Gamintojas, gaminio matavimo mašina, kita programinė įranga
Aprašymas:	Automatinis programos veikimo režimas. Programa nuskaityti ar įrašyti duomenis automatiškai be vartotojo tolimesnio įsikišimo kai tik RFID skaitytuvas/ įrašytuvas aptinka šalia esančią žymę. Operacija vykdoma ir kartojama nuolat kai tik gauna signalą iš skaitytuvo/ įrašytuvo
Ryšys su kitais PA	Priklauso nuo 1 panaudojimo atvejo, t.y nuo programos konfigūracijas turi būti įjungtas šis režimas
Prieš sąlygą:	Programa automatiškai nesurinkinėja ar neįrašinėja duomenų į RFID žymę
Sužadinimo sąlyga:	Vartotojas nori, kad programa veiktų savarankiškai ir automatiškai nuskaitytų/įrašytų duomenis
Po sąlygos:	Programa automatiškai nuskaitytinėja nesurinkinėja ar neįrašinėja duomenų į RFID žymę
Pagrindinis scenarijus	Aktyvuojama RS232 sąsaja Nustatomi įrašymo parametrai Aktyvuojama įrašymo/nuskaitymo operacija

5. Panaudojimo atvejis: Elektroninio produkto kodo užkodavimas ir atkodavimas	
Vartotojas/Aktorius:	Gamintojas, gaminio matavimo mašina, kita programinė įranga
Aprašymas:	Elektroninio produkto kodo užkodavimas ir atkodavimas naudojant standarte aprašytus kodo sudarymo, užkodavimo ir atkodavimo algoritmus. Vartotojas gali įvesti savo kompanijos numerį, produkto grupės numerį ir konkretaus produkto serijinį numerį. Jį užkoduoti elektroniško produkto kodo formatu. Arba atlikti elektroninio kodo atkodavimą ir gauti kompanijos, produkto grupės ir konkretaus gaminio numerį jam patogiai ir įprasta forma.
Ryšys su kitais PA	Nėra
Prieš sąlygą:	Produkto kodas yra įprastoje arba elektroninio produkto kodo formoje
Sužadinimo sąlyga:	Vartotojas nori užkoduoti arba atkoduoti produkto kodą.
Po sąlygos:	Produkto kodas užkoduotas EPC forma, arba iškoduotas ir pateiktas įprasta vartotojui forma
Pagrindinis scenarijus	Užkodavimas: Vartotojas įveda savo kompanijos numerį Vartotojas įveda produkto grupės numerį Vartotojas įveda gaminio serijinį numerį Vartotojas aktyvuoja užkodavimo operaciją Vartotoju pateikiamas produkto kodas EPC formatu Atkodavimas: Vartotojas įveda elektronišką produkto kodą Aktyvuoja atkodavimo operaciją

6. Panaudojimo atvejis: Automatinis sekančio unikalios numerio gavimas	
Vartotojas/Aktorius:	Gamintojas, gaminio matavimo mašina, kita programinė įranga
Aprašymas:	Automatinis režimas, kai programinė įranga užtikrina unikalios kodo gavimą. Programa užtikrina, kad antrą kartą toks pats kodas nebus panaudotas t.y užkoduotas. Unikalus užtikrinamas pagal kompanijos ir produkto grupės numerį pagal juos yra saugomi panaudoti elektroniniai kodai
Ryšys su kitais PA	Sekančio kodo gavimas gali priklausyti nuo 6 panaudojimo atvejo, jei kodas buvo panaudotas, programa tokio pat nebegeneruos
Prieš sąlygą:	Neįjungtas režimas
Sužadinimo sąlyga:	Vartotojas nori užtikrinti produkto kodo unikalumą
Po sąlygos:	Įjungtas režimas
Pagrindinis scenarijus	Vartotojas įjungia šį režimą. Įveda arba išrenka kompanijos numerį Įveda arba išrenka produkto grupės numerį Aktyvuoja unikalios sekančio numerio gavimo operaciją

7. Panaudojimo atvejis: Elektroninio kodo įrašymas ir nuskaitymas iš RFID žymės	
Vartotojas/Aktorius:	Gamintojas, gaminio matavimo mašina, kita programinė įranga

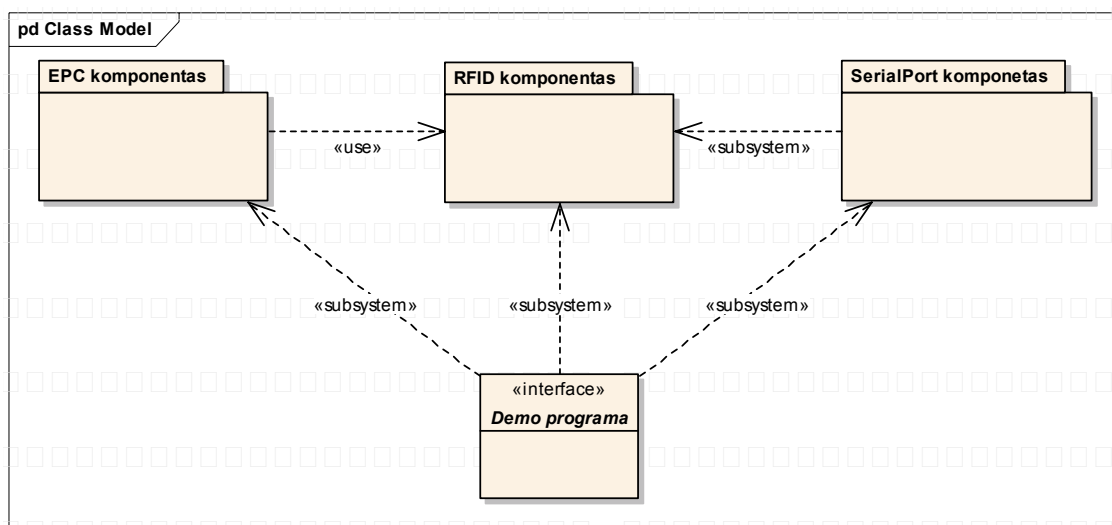
Aprašymas:	Užkoduotas elektronini produkto kodas įrašomas į RFID žymę arba iš jos nuskaitymas, kodas žymėje saugomas šešioliktainės sistemos formatu
Ryšys su kitais PA	Naudojamas 5 arba 6 panaudojimo atvejus elektroniniui produkto kodui užkoduoti arba atkoduoti. Taip pat naudojamas 3 arba 4 panaudojimo atvejais duomenų įrašymui/nuskaitymui iš/į RFID žymę
Prieš sąlygą:	Elektrinis produkto kodas neirašytas arba nenuskaitytas iš RFID žymės
Sužadinimo sąlyga:	Vartotojas nori įrašyti/nuskaityti elektrinį produkto kodą į RFID žymę.
Po sąlygos:	Elektroninis produkto kodas įrašytas/nuskaitytas iš RFID žymės
Pagrindinis scenarijus	Naudojami 6 arba 5 panaudojimo atvejo scenarijai Naudojami 3 arba 4 panaudojimo atvejo scenarijai

3.3 Sistemos statinis vaizdas

Šiame skyriuje aprašoma kuriamo modulio loginiai architektūriniai sprendimai. Pateikiamas sistemos išskaidymas į paketus ir jas sudarančias klases.

3.3.1 Klasių suskirstymas paketais

16 pav. Paketų diagrama

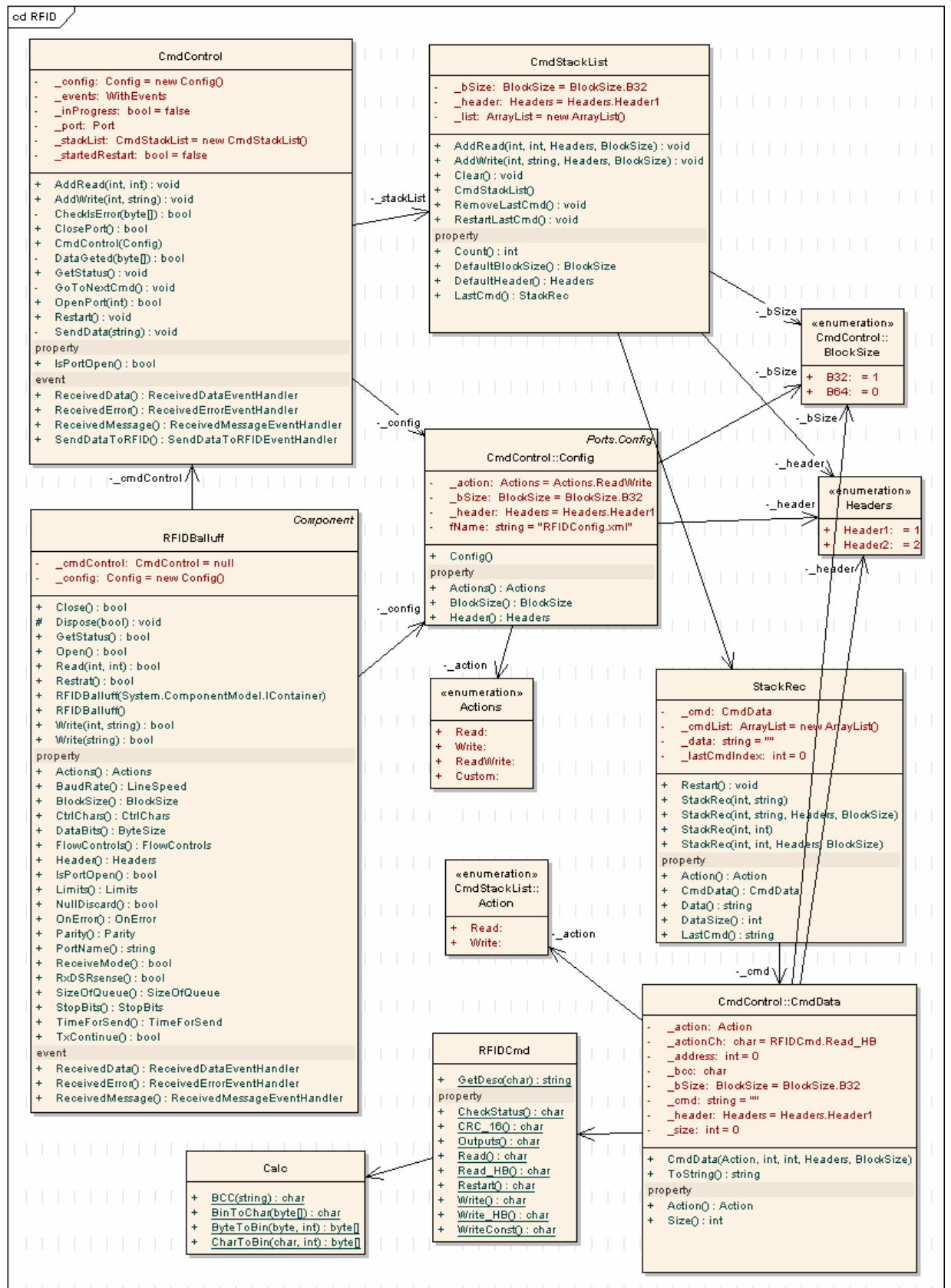


EPC komponentas yra naudojamas demonstracinės programos. EPC komponentas naudoja RFID komponentą elektrinio kodo įrašymui į RFID žymę, RFID komponentas turi sudedamąsias dalis SerialPort komponento, todėl galime teigti, kad SerialPort komponentas yra sub sistema RFID komposto. Taip yra suprojektuota todėl, kad RFID komponentas neatliks pilnai savo funkcijų jei jis neturės sąsajos su RFID įranga, kurią šiuo atveju realizuoja SerialPort komponentas.

3.3.2 Paketų detalizavimas klasėmis

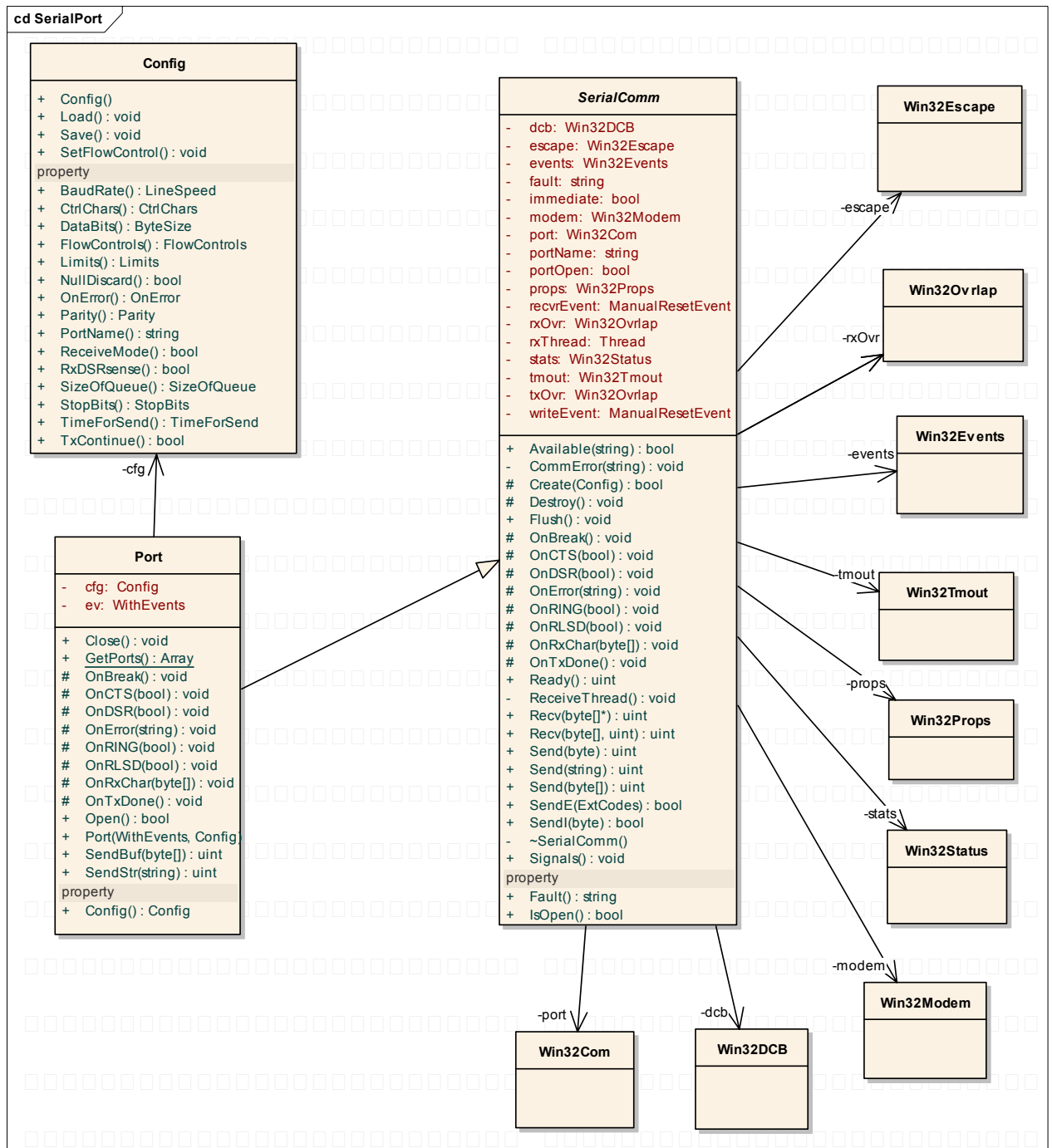
3.3.2.1 RFID komponento klasių diagrama

17 pav. RFID komponento klasių diagrama



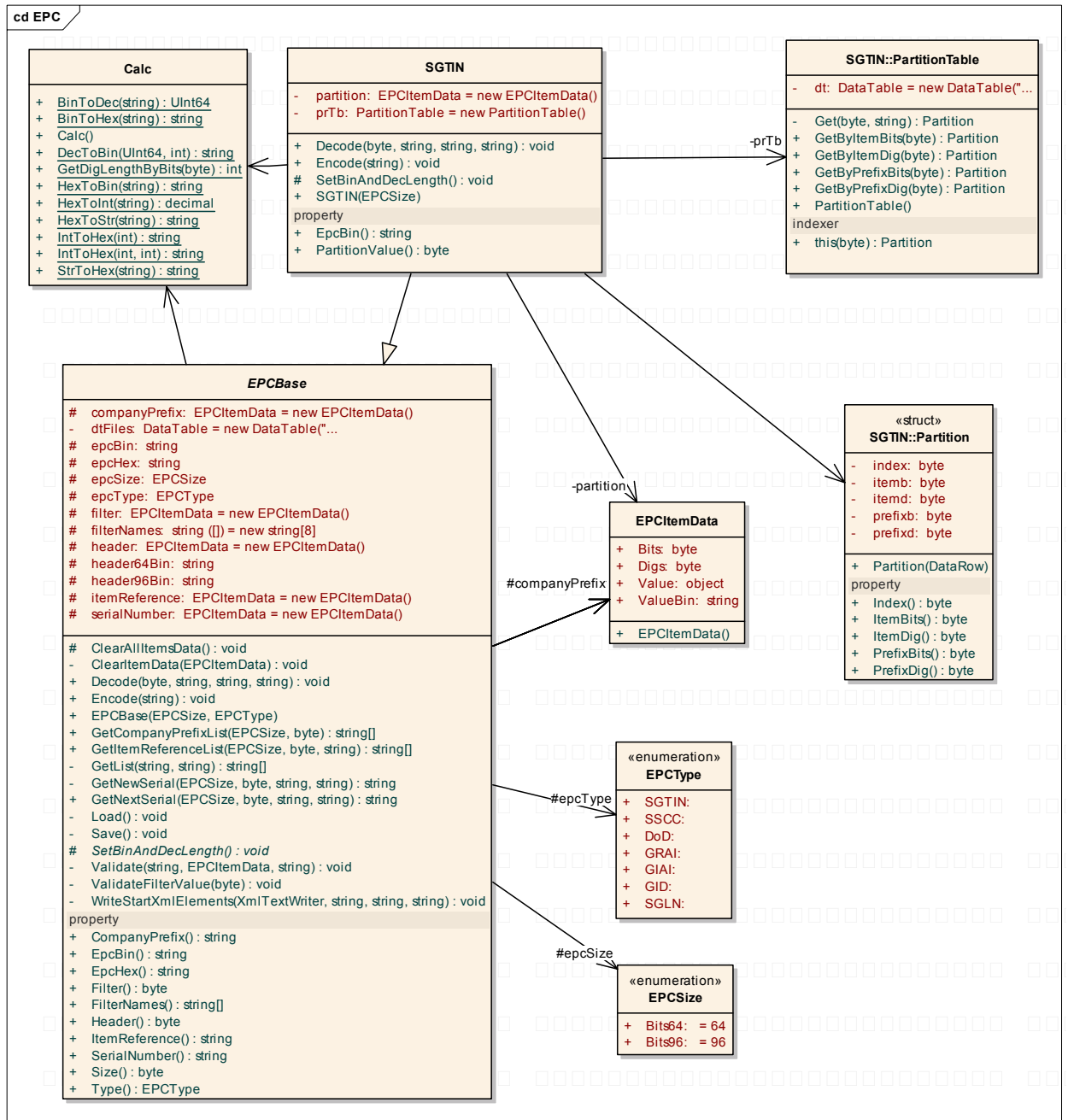
3.3.2.2 SerialPort komponento klasių diagrama

18 pav. SerialPort komponento klasių diagrama



3.3.2.3 EPC komponento klasių diagrama

19 pav. EPC komponento klasių diagrama

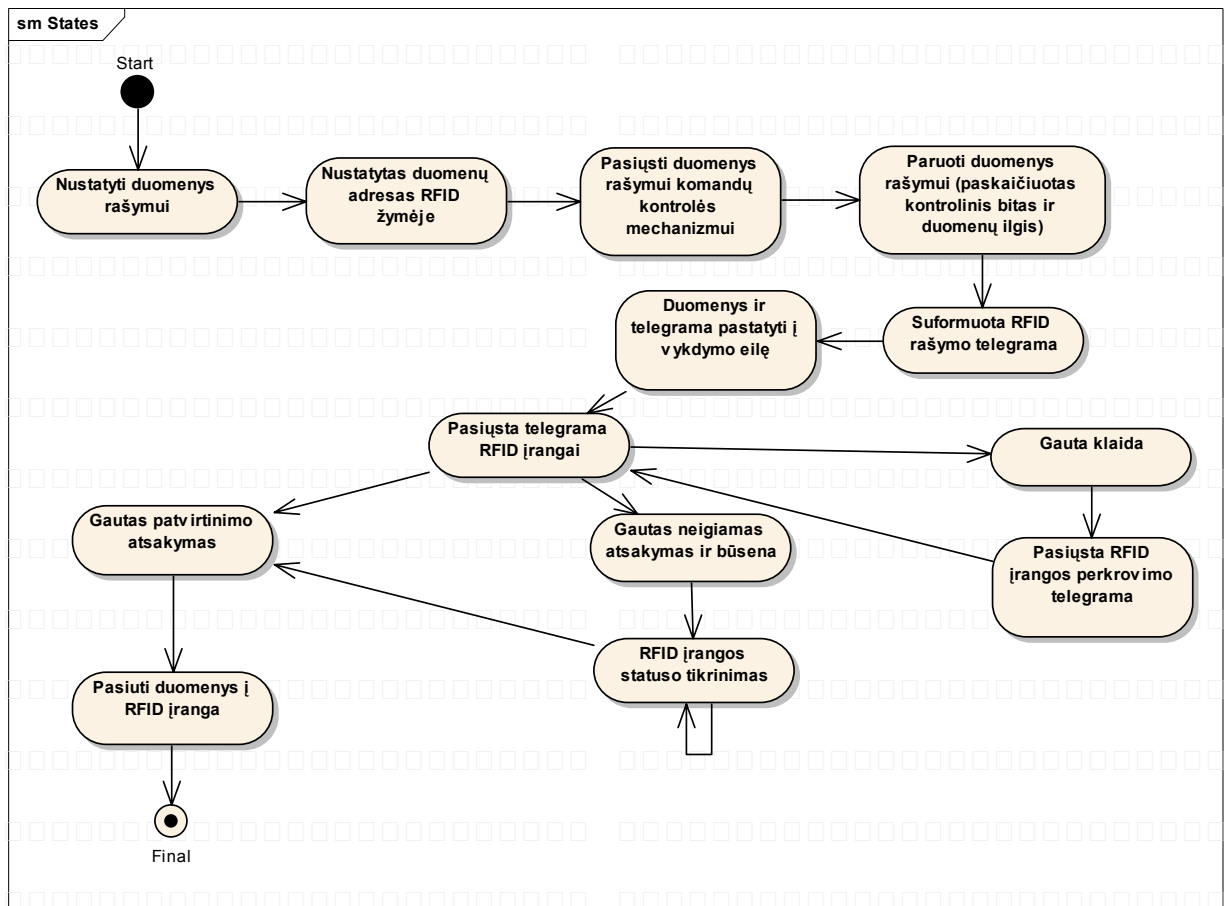


3.4 Sistemos dinaminis vaizdas

3.4.1 Būsenų diagramos

3.4.1.1 Duomenų rašymo į RFID žymę būsenų diagrama

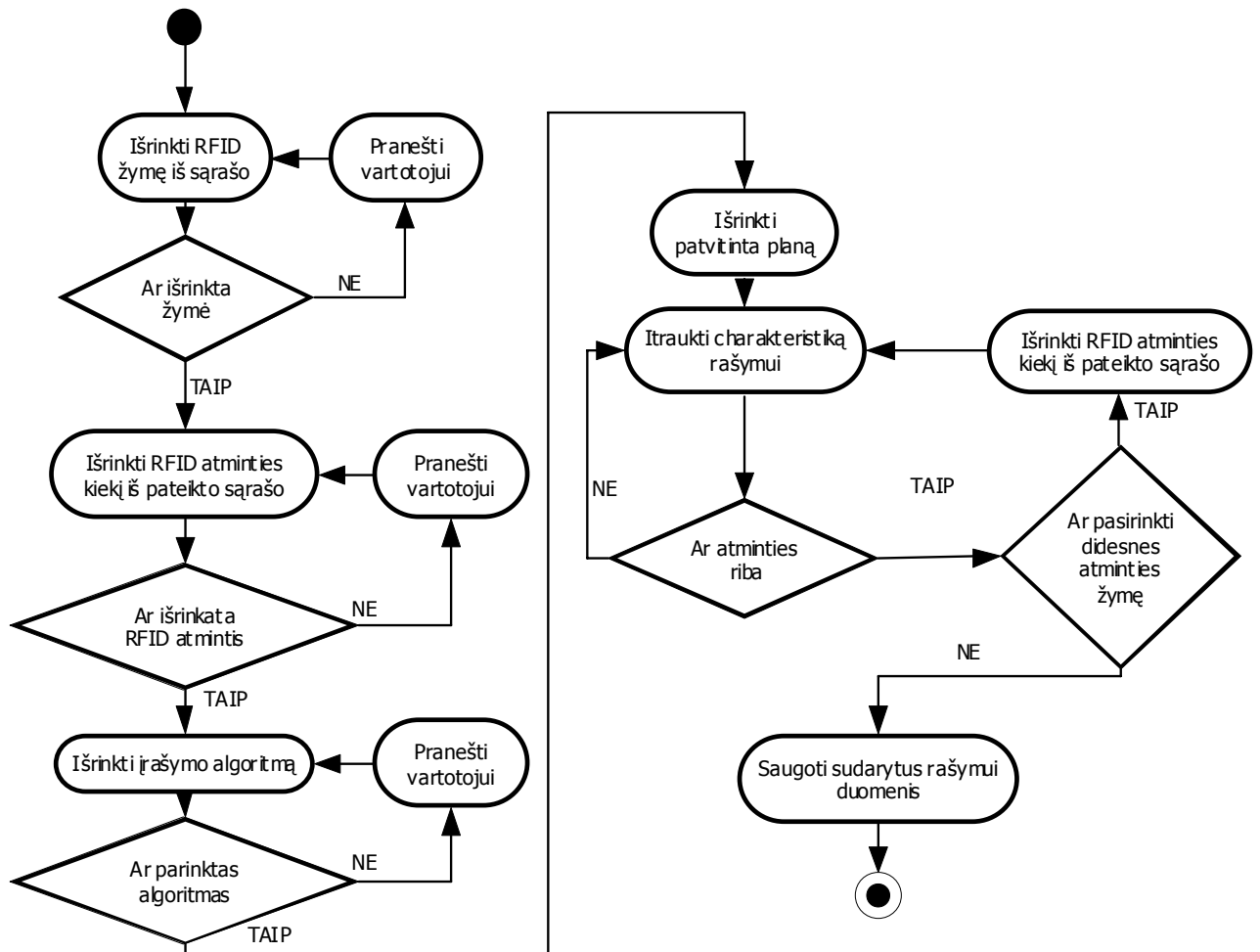
20 pav. Duomenų įrašymo diagrama



3.5 Veiklos diagramos

3.5.1 Duomenų paruošimo rašymui į RFID veiklos diagrama

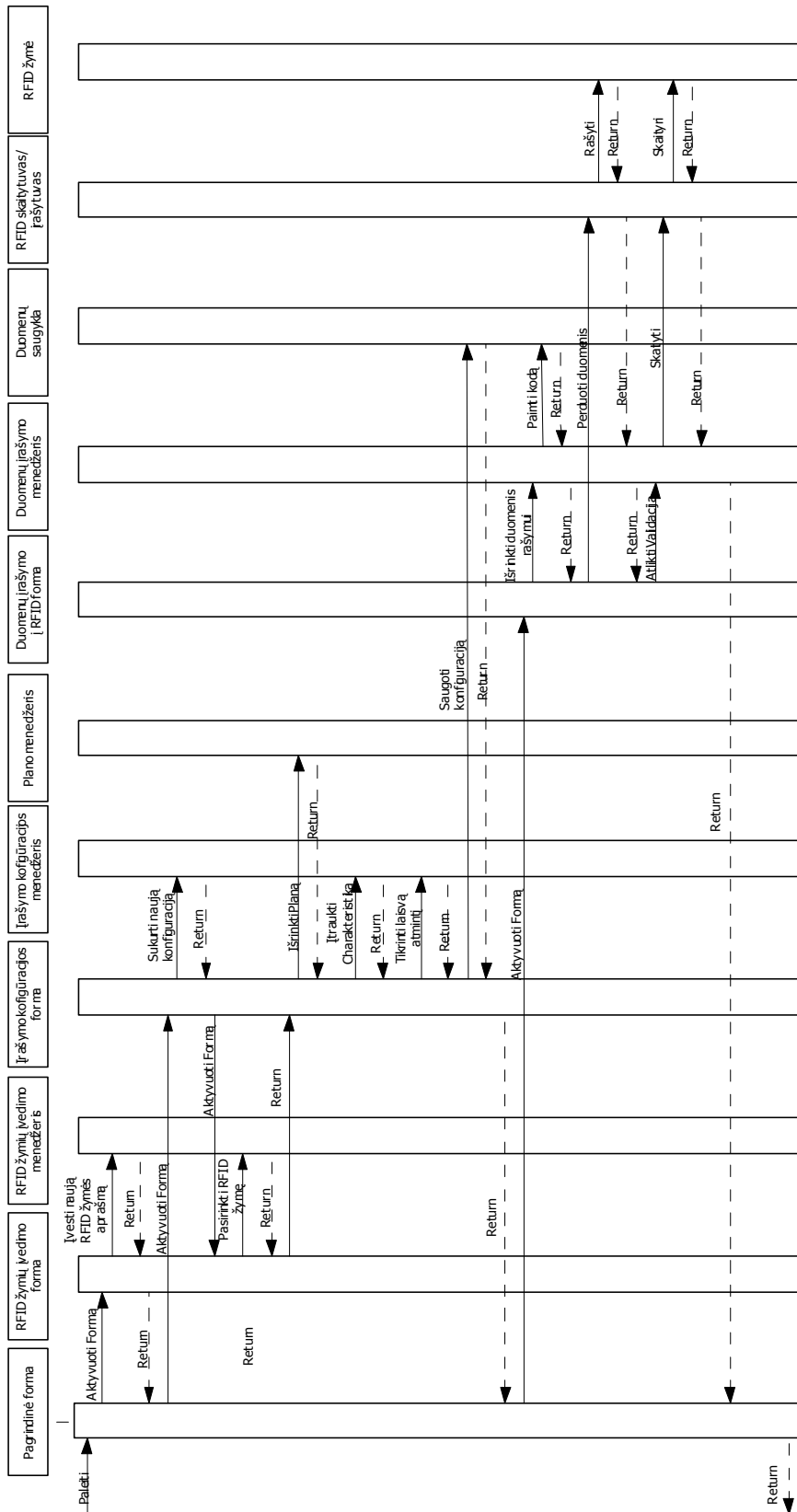
21 pav. Duomenų paruošimo rašymui į RFID veiklos diagrama



3.6 Sekų diagramos

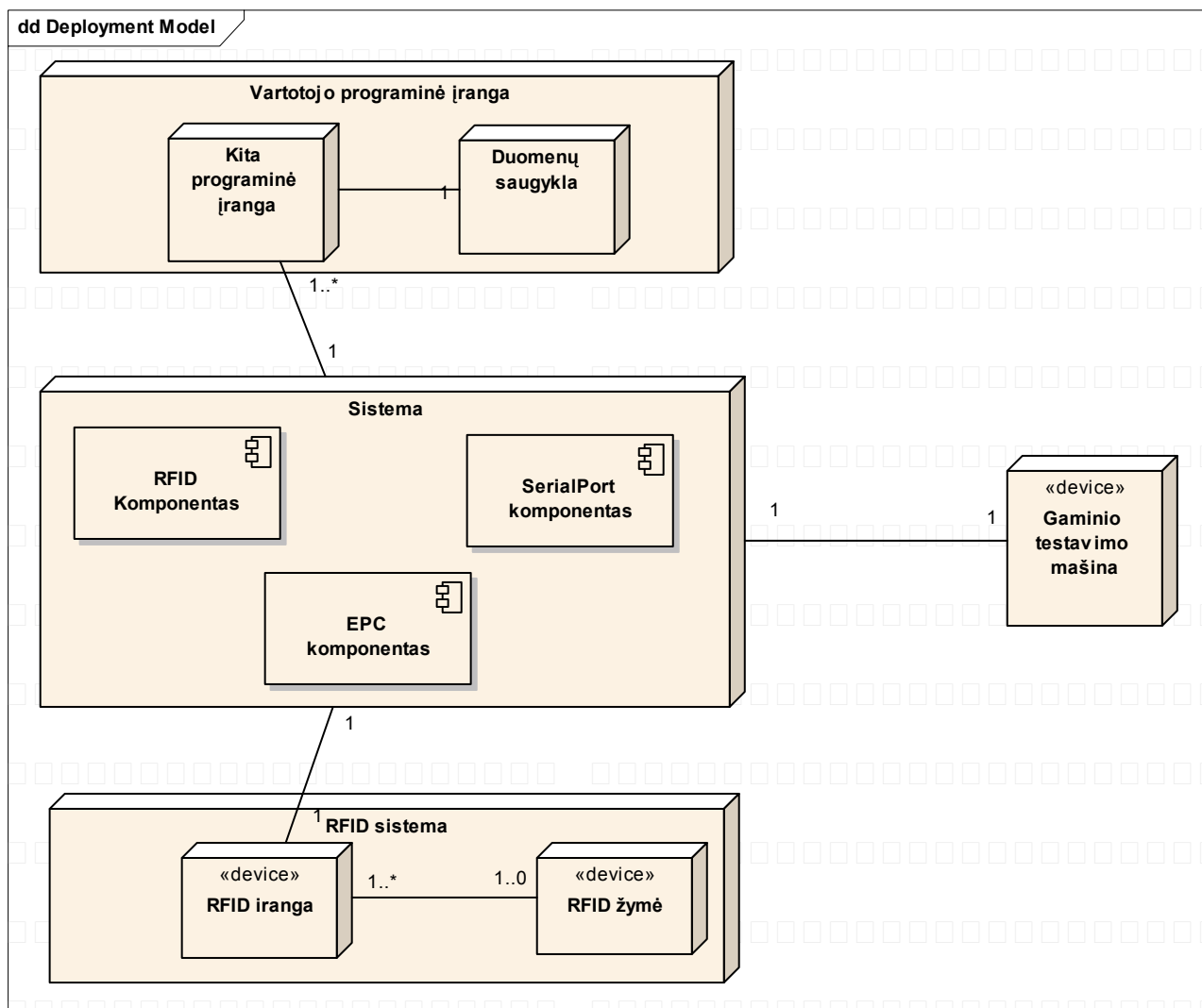
3.6.1 RFID žymių įvedimo, įrašymo konfigūracijos ir įrašymo sekos diagrama

22 pav. RFID žymių įvedimo, įrašymo konfigūracijos ir įrašymo sekos diagrama



3.7 Išdėstymo (deployment) vaizdas

23 pav. Išdėstymo vaizdas



Paveikslėlyje pateiktas išdėstymo objektų diagrama, kuria sudaro trys arba keturi komponentai:

- RFID žymių įrašytuvas/skaitytuvas, kuriame įdiegtas RFID duomenų atvaizdavimo skaitytuve paketas.
- Vartotojo kompiuteris, kuriame įdiegta QMS programinė įranga ir RFID modulis
- Duomenų bazių serveris, kuriame saugoma visa informacija.

Kaip matome iš paveikslėlio RFID įrašytuvas/skaitytuvas komunikuoja su vartotojo kompiuteriu naudojant TCP/IP protokolą arba naudojant RS-232 sąsają. RFID įrašytuvų/skaitytuvų prie vartotojo kompiuterio gali būti prijungta ne vienas. Taip pat vartotojo kompiuterių gali jungtis prie DB serverio nevienas.

3.8 RFID sistemos testavimas

3.8.1 Testavimo tikslai ir objektai

3.8.1.1 Tikslai

Kuriant programinę įrangą vienas iš kūrimo tikslų yra pateikti programinę įrangą be jokių defektų. Todėl vienas iš pagrindinių testavimo tikslų yra surasti programinės įrangos defektus. Šiuo atveju, efektyvūs bus tie testai, kuriuos vykdant programinę įrangą suveikia klaidingai aptinkamas defektas, surandama klaida ir ji ištaisoma.

Kitas iš testavimo uždavinių yra patikrinti, kad programa įranga atitinka savo specifikaciją.

3.8.1.2 Testavimo objektai

Testavimo objektas yra kuriamas RFID komponentas ir jo moduliai, komponentų sudėtinės dalys (klasės), sąsajos su RFID įranga.

3.8.2 Testavimo apimtis

3.8.2.1 Vienetų testavimas

Testavimas atliekamas kuriant programinę įrangą. Testavimas yra atliekamas pačių kūrėjų realizavus atskirą vienetą (komponentą, klasę) ar jos mažesnius elementus (metodus, funkcijas, struktūras). Šiame etape taip pat turi būti atliekama statinė analizė, kuri apima programos kodo analizę bei sintaksės ir semantikos klaidų paiešką specialių priemonių pagalba (kompilatoriumi).

3.8.2.2 Integracijos testavimas

Testavimas atliekamas po vienetų testavimo, kai komponentai/klasės yra apjungiamos į viena sistemą. Komponentai turi būti apjungiami palaipsniui, taikomas stambinant (bottom-up) testavimo metodas. Po kiekvieno komponento apjungimo turi būti atliekamas testavimas, taip palengvinant klaidų paieškos procesą. Integracijos testavimo metu būtina atlikti vienetų tarpusavio sąveikos testavimą.

3.8.2.3 Sistemos testavimas

Šio testavimo metu siekiama aptikti sistemos funkcionavimo klaidoms (dauguma jų turėjo būti ištaisytos vienetų ir integracijos testavimo metu), o patikrinti visos sistemos elgesį ir veikimą. Šio testavimo metu testuojamos išorinės sąsajos su RFID įrenginiais. Taip pat

tikrinama, ar sistema atitinka nefunkcinius reikalavimus, tokius kaip saugumas, patikimumas, panaudojamumas ir kt.

3.8.3 Testavimo strategija

Pagrindis šio testavimo tikslas nustatyti sistemos kritines arba probleminės kuriamos programinės įrangos vietas. Yra svarbu įvertinti kurios programos kodo vietos t.y klasės ar metodai yra svarbiausi ir kurių defektinis veikimas gali labiausiai įtakoti programos funkcionalumo klaidas. Atlikus šį vertimą būtina sudaryti testavimo planą ir paruošti testavimo atvejus tokioms kritinėms sistemos vietoms ir atlikti testavimą.

3.8.3.1 Vientų testavimas

RFID komponentas.

RFID komponentas yra atsakingas už duomenų perdavimą ir gavimą iš RFID žymės. Duomenų įrašymui į RFID žymę yra naudojama „Baluff“ firmos RFID įranga, su kuria yra bendraujama formuojant įrašymo ir nuskaitymo komandas. Prie kiekvienos siunčiamos RFID komandos ar duomenų turi būti pridedamas kontrolinis baitas (BCC) kuris yra išskaičiuojamas iš siunčiamų duomenų ar komandos kontrolinę reikšmę. Jei komanda arba kontrolinis baitas yra neteisingas įrašymo arba nuskaitymo operacija yra atmetama RFID skaitytuvo/įrašytuvo, tokiu atveju duomenys nėra perduodami ar gaunami iš RFID žymės. Yra svarbu atlikti RFID komandų formavimo mechanizmo testavimą, nes šios dalies defektinis veikimas įtakoja visus kitus programinės įrangos funkcionalumus ir iššaukia jų defektinį veikimą.

EPC komponentas.

EPC komponento pagrindinis funkcionalumas yra vartotojo pateiktų elektroninio produkto kodo užkodavimas ir atkodavimas SGTIN standartu. SGTIN numeris yra naudojamas gaminamos produkcijos identifikavimui. SGTIN numeris gali būti atspausdinamas kaip barkodas ir užklijuojamas ant produkto. Mūsų atveju šis kodas yra įrašomas į RFID žymę ir žymė yra pritvirtinama prie produkto. Toliau produktas keliauja pas užsakovą. SGTIN užkodavimas ir atkodavimas turi būti atliktas pagal standarte nusakytas taisykles. Jei šis komponento veikimas bus defektinis ir SGTIN kodas bus sudaromas neteisingai, gali pridaryti žalos vartotojo gaminamai produkcijai, todėl būtina ištestuoti šio komponento funkcionalumą.

3.8.3.2 Integravimo testavimas

Integravimo etape kuriami komponentai yra apjungiami ir tikrinamas bendras jų tarpusavio funkcionalumas. Musų atvėju integravimo rezultatas yra demonstracinė programa. Integravimo testavimo atvėju turi būti patikrinamas bendras sistemos funkcionalumas. Kai tarpusavyje veikia komponentai ir ar jų visuma realizuoja bedefektinį specifikacijoje aprašytą funkcionalumą.

3.8.3.3 Priėmimo testavimas

Priėmimo testas- tai atestavimas kuris atliekamas kartu su vartotoju (užsakovu). Šiame etape yra patikrinama ar programinė įranga atitinka vartotojo poreikius ir keltus reikalavimus. Priėmimo testavimo metu dar kartą yra patikrinami programinės įrangos funkcionalumas ir įvertinamas vartotojo.

4 RFID SISTEMOS TOBULINIMO GALIMYBĖS

Šioje dalyje aptarsime, ką reikėtų ir būtų galima patobulinti toliau plėtojant RFID sistemos modulį. Kaip jau minėjome sukurta sistema yra kaip įterptinis modulis tarp RFID įrangos ir taikomosios programos. Vienoje iš tiriamo dalių panagrinėsime, kaip būtų galimi patobulinti mūsų sistemą ir kaip ją būtų galima padaryti lankstesne pritaikant darbui su kitomis programinės įrangos sistemomis.

Antrą kaip problemą pamėginsime panagrinėti ir rasti optimalų duomenų perdavimo ir RFID atminties saugojimo bei nuskaitymo algoritmus, kuriuos būtų galima pritaikyti toliau plėtojant šią įrangą.

4.1 RFID sistemos išplėtimas ir duomenų apdorojimo modelis

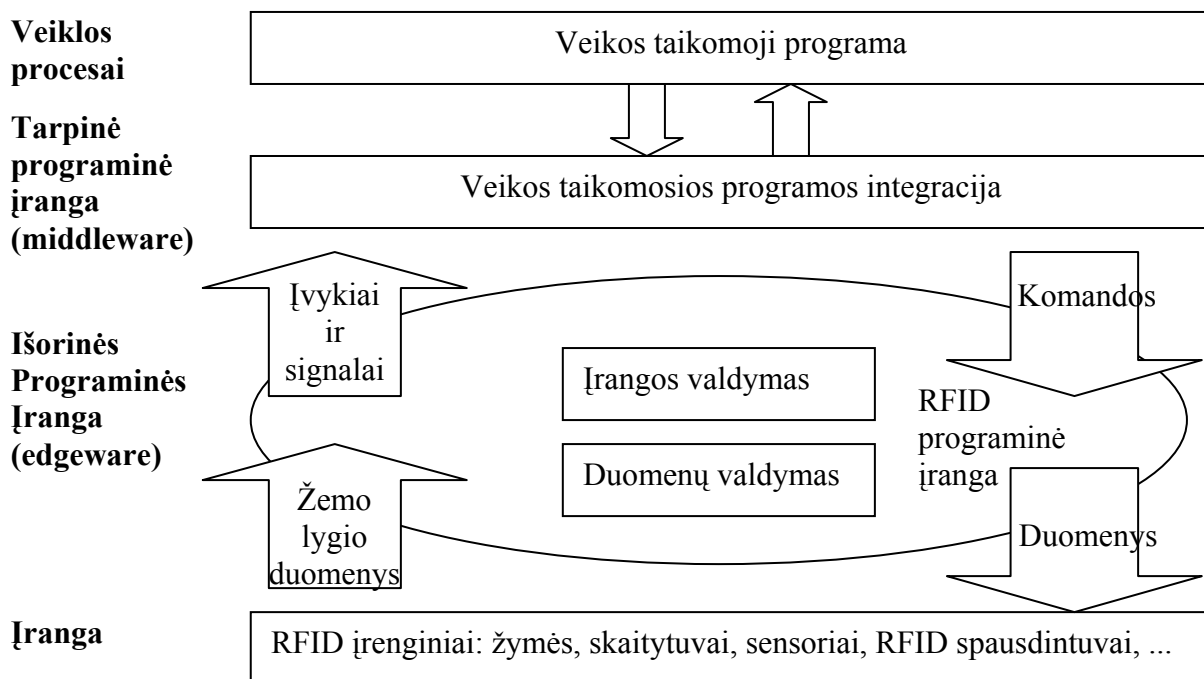
Sukurtos programinės įrangos pagrindinė paskirtis yra duomenų įrašymas/nuskaitymas iš RFID žymės, naudojant RFID įrangą. Kurnat šį projektą vienas iš reikalavimų buvo kad, ši programinė įranga būtų kaip sąsaja tarp RFID įrangos ir vartotojo programos, kuri užtikrinu telegramų ir duomenų perdavimą iš taikomosios programinės įrangos į RFID skaitytuvą/įrašytuvą naudojant kompiuterines RS232 sąsajas, prie kurių yra prijungta įranga. Taip pat buvo iškeltas reikalavimas, kad sukurtas modulis būtų lengvai pritaikomas ne tik „RTech“ firmos „QMS“ programinei įrangai bet kitoms vartotojo programoms.

4.1.1 RFID sistemos išplėtimas ir funkcijų išskaidymas į komponentinį modelį.

Šio tiriamojo darbo metu buvo apžvelgti keli ISO standartai ir susipažinta su funkcinio RFID sistemos proceso modeliu, kurio bendra koncepcija aptariama 2.2 „Funkcinis RFID proceso modelis pagal ISO standartą“ skyrelyje.

Pagal ISO standarto rekomendacijas RFID sistema turi būti išskaidyta į atskiras dalis (lygmenis), kurie, atskirai nepriklausomai viena nuo kitos, sprestų atskirus uždavinius. Pagal ISO standartą RFID sistema turėtų būti sudaryta iš 4 lygmenų [7].

24 pav. RFID sistemos suskirstymas lygmenimis



Išplėstasis RFID sistemos modeliu aprašomas stabili ir patikima RFID sistemos architektūra. Šiame modelyje RFID sistemos ir vartotojo programinės įrangos funkcijos yra organizuojamos skirtinguose lygiuose [7].

Žemiausiame lygmenį sudaro techninė RFID įrangą, kuri atsakinga už duomenų perdavimą ir gavimą iš RFID žymės. Iš šio lygmens duomenys yra perduodami į išorinės programinės įrangos (edgware) lygmenį kuris atsakingas už duomenų atfiltravimą. Šis lygmuo gali būti įgyvendinamas serveryje, kuris duomenų įvykius ir signalus perduoda į aukštesnį tarpinė programinės įrangos (middleware) lygmenį. Tarpinė programinės įrangos lygmuo tipiškai yra realizuojamas duomenų centre ir kurio pagrindinė paskirtis susieti RFID žymėje saugomus duomenis su veiklos proceso duomenimis [7].

RFID middleware tai tarpinė programinė įranga kurios pagrindinė paskirtis įvairius duomenų formatus pateikti vienu formatu. Gautus duomenis iš veiklos taikomosios programos perkonvertuotų ir pateiktų juos RFID sistemai suprantamu formatu. Taip pat ši programa atliktų atvirkštinį procesą, gautus duomenis iš RFID sistemos perkonvertuotų ir pateiktų veiklos taikomosios programos formatu [7].

4.1.2 Komponentinio modelio pritaikymas QMS ir RFID programinėje įrangoje

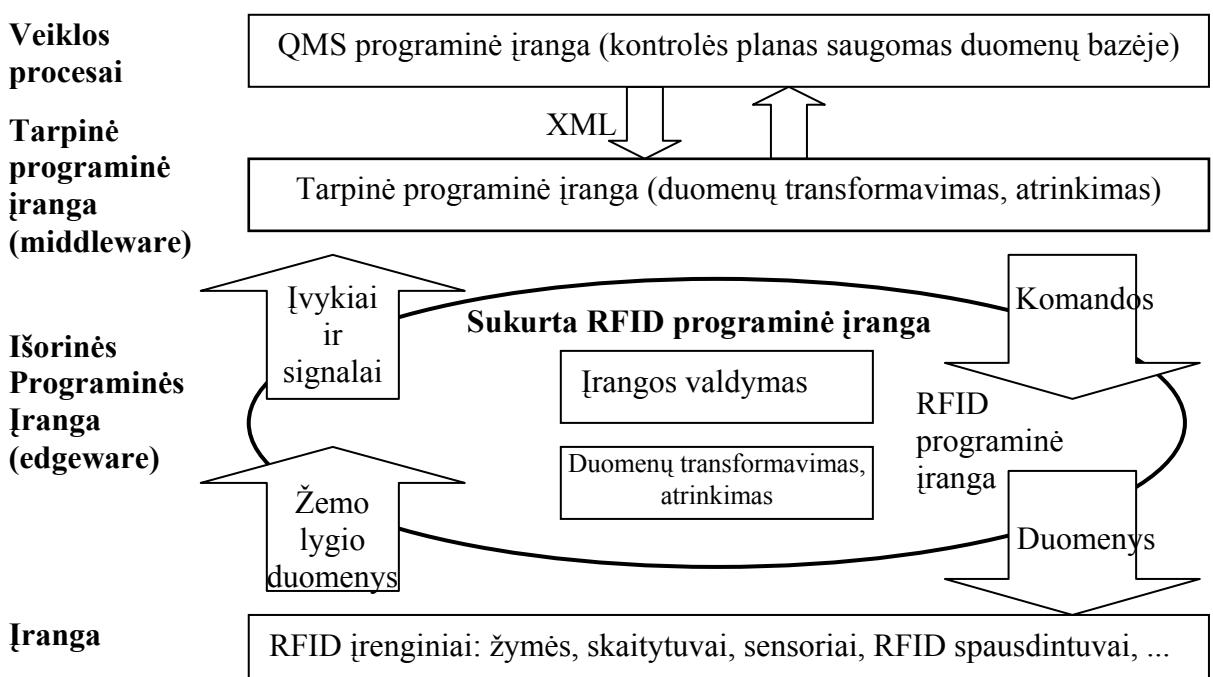
Kaip pavyzdį galime panagrinėti tarpinės programos pritaikymą „RTech“ kokybės valdymo sistemos moduliui „Gaminų įvertinimas“. Kai gaminys yra pagaminamas keliauja per tesakymo liniją ir pagal sudaryta kontrolės planą yra atliekami įvairūs gaminio badymai ir matavimai. Gaminys keliauja per tesakymo liniją, kurios metu turi būti žinomos matavimo charakteristikos, ir su kokias įrenginiais (kompiuterizuotomis mašinomis) matavimai turi būti atlikti. QMS programinė turi galimybę testavimo planą pateikti XML formatu. Šiame faile būna išsaugomos visos gaminio kontrolės plano charakteristikos, taip pat įrenginiai su kurias turi būti atlikti konkretus tos charakteristikos matavimai.

Mūsų tikslas būtų, įrašyti kontrolės planą į RFID žymę kuri būtų pritvirtinama prie gaminio kuriam turi būti atliktas testavimas. Tiesiogiai XML kontrolės plano failo mes negalime įrašyti į RFID žymę kaip tekstinės informacijos, nes:

- XML failas būna pakankamai didelis, suformuotas iš saugomos informacijos ir XML struktūrų.
- Yra saugoma, mūsų atveju, nereikalingos informacijos (plano istorija, sudarymo, patvirtinimo datos, aprašymai ir t.t.)
- Nepakatu RFID žymės atminties.

Šią problemą būtų galima išspręsti panaudojus tarpinę programą, kuri XML failą apdorotų ir pagal nustatytas taisykles atrinktu bei transformuotu mums aktualią informaciją, kuri toliau būtų tinkama įrašymui į RFID žymę.

25 pav. Komponentinio modelio pritaikymas QMS ir RFID programinėje įrangoje



Tarpinė programos funkcija būtų ne tik kontrolės plano įrašymas, bet ir duomenų paėmimas iš RFID žymės ir tų duomenų kontrolė. Tarpinė programą būtų galima įdiegti testavimo taškuose. Testavimo taškuose tarpinė programą skirtąsi nuo programos, kuri apdoroja testavimo planą ir patalpina RFID žymėje. Ši tarpinė programa matavimo linijoje atliktų kitas funkcijas. Ši tarpinė programa galėtų būti kaip testavimo įrenginių valdiklis.

Šias laikus dauguma gamyboje naudojamų įrenginių yra kompiuterizuoti, tokia pat situacija yra ir su matavimo įrenginiais. Toks matavimo įrenginys (mašina) dažniausiai turi kompiuterines sąsajas skirtas valdyti įrenginį ir iš jo gauti matavimo rezultatus. Tokiose įrenginiuose būna įdiegta programinė įranga, tai reiškia kad matavimo įrenginys turi operacinę sistemą. Esant tokiai situacijai būtų galima prie tokių įrenginių įrengti RFID sistemą (žymių skaitytuvą/įrašytuvą) ir prijungti prie matavimo įrangos. Keliaudamas testavimo linija gaminys, ant kurio yra pritvirtinta RFID žymė ir įrašytas kontrolės planas, pasiektų konkretų matavimo įrenginį su RFID sistema. RFID sistema automatiškai aptiktų, kad gaminys pasiekė šį įrenginį ir nuskaitytų žymėje saugoma informaciją. Kaip minėjome RFID žymėje saugotume informacija apie matavimo charakteristikas ir su kokias įrenginiais tuos matavimus turime atlikti. Tarpinė programa išanalizavusi duomenis, išduotų matavimo įrenginiui signalus ar reikia su šiuo gaminiu atlikti matavimus. Tarpinė programa galėtų perduoti matavimo įrenginiui kokius matavimus reikia atlikti. Tai būtų automatizuotas gaminio testavimo procesas. Atlikęs matavimus įrenginys tarpiniai programai išduotų rezultatus, kuriuos būtų galima išsaugoti RFID žymės atmintyje.

Kaip matome iš šios veiklos nuo kontrolės plano duomenų įrašymo iki matavimo rezultato saugojimo, sistemoje dirbtų dvi skirtingos tarpinės programos, kurios tuo pačiu algoritmu atliktų duomenų užkodavimą ir atkodavimą. Tarpinė programa įdiegta matavimo įrenginyje atliktų papildomas funkcijas. Tokių atvejų reikėtų dviejų tarpinių programų, kur viena iš jų būtų praplėsta su papildomomis funkcijomis. Matymo įrenginių gamybos testavimo linijoje būna įvairiausių, taip pat jie gali ir neturėti kompiuterinės sąsajos, tokiu atveju žmogus rankiniu būdu valdo matavimo procesą. Tačiau prieš atlikdamas gaminio matavimus jis turi žinoti kokie matavimai turi būti. Čia vėl galėtų pasitarnauti RFID sistema naudojama su tarpine programa. Tarpinė programa šioje situacijoje vartotojui nuskaičius žymės duomenis pateiktų informacija apie testavimo planą.

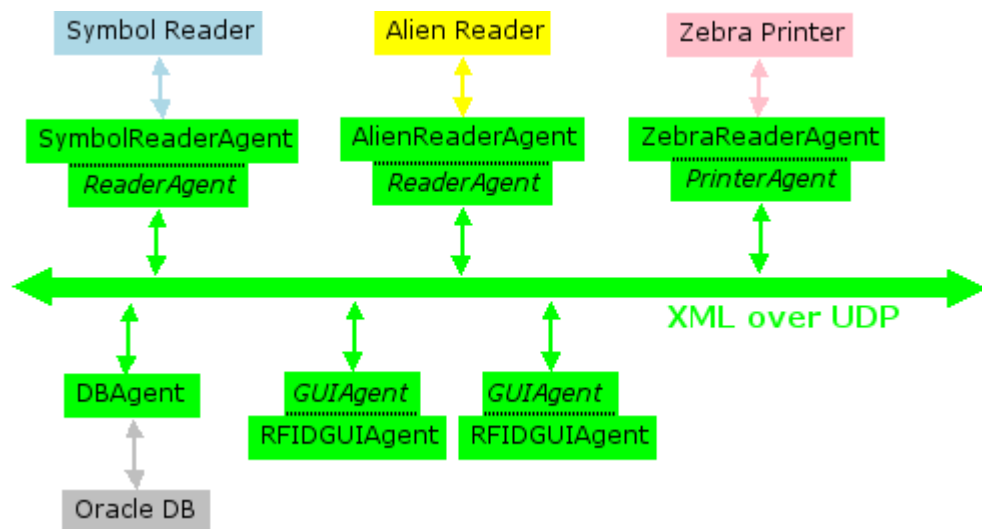
Vienu ar kitu atveju RFID žymė būtų informacijos nešikas per visą testavimo procesą. Atlikus visus gaminio matavus ir surašius rezultatus RFID žymėje, testavimo pabaigoje būtų įrengtas visų duomenų nuskaitymo taškas. Kur vėl būtų galima įdiegti

specifinę taikomąją programą kuris nuskaičiusi matavimo rezultatus juos perduotų į QMS programinei įrangai.

4.1.3 RFID Agentų modelis pagal Joseph E. Hoag ir Craig W. Thompson

Joseph E. Hoag ir Craig W. Thompson siūlo naudoti panašų sistemos modelį. Šiame modelyje tarpinė programa yra vadinama „Agentu“ [7].

26 pav. RFID agentų modelis



Joseph E. Hoag ir Craig W. Thompson savo darbe analizuoja sandėliavimo modelį. Šiame modelyje yra naudojami įvairūs agentai kur kiekvienas atlieka specifiskas funkcijas. Šiame modelyje galima išskirti kelių tipų agentus: DB-Agentas, nuskaitymo agentas, spausdinimo agentas, vartotojo gravines sąsajos agentas. Agentai tarpusavyje komunikuoja XML žinutėmis naudodami UDP/IP tinklinę sąsają. Konkretus agentas priima ir transliuoja žynutes į bendra tinklą taip pat bendrauja su konkrečiu įrenginiu: RFID skaitytuvu įrašytuvu spausdintuvu ir t.t. 22 paveikslėlyje iliustruojamas agentų sistemos modelis.

Šime modelyje buvo nuspręsta naudoti dviejų dalių tarpines programas:

- bendros šerdės architektūrą kur naudojamos kompiuterinės programos (Ubiquity),
- su RFID sistema susijusi architektūra (TagCentic),

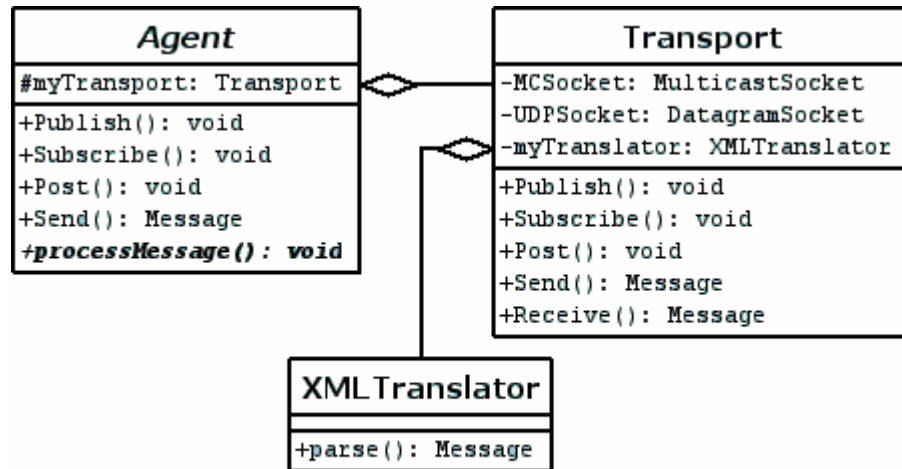
4.1.3.1 Ubiquity pagrindė Agento klasės architektūra

Ubiquity pagrindė Agento klasės architektūra apteikta paveikslėlyje. Agento klasės pagrindinė paskirtis užtikrinti komunikaciją:

- skelbti žinutes,
- skaityti žinutes,
- Siusti žinutes į paskyrimo vietą (iš kurio negaunamas atsakymas)
- klausytis ateinančių žinučių.

Agento transporto klasė klausosi ir apdoroja tinklu siustas žinutes iš kitų agentų.

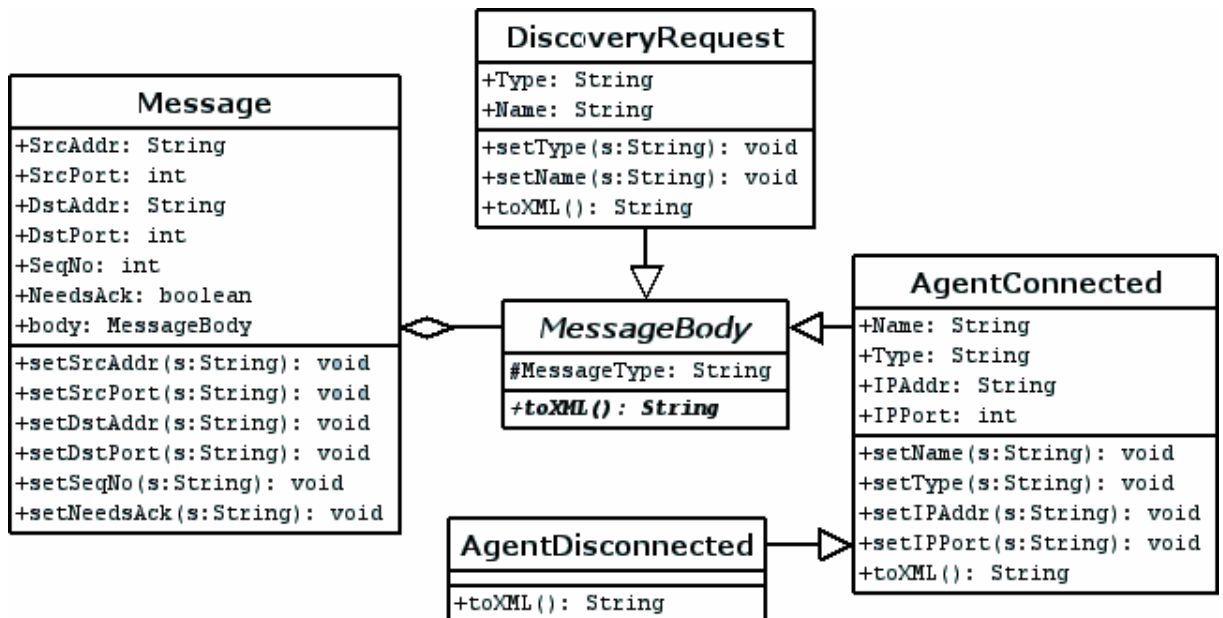
27 pav. Bazinė komunikacijos klasė



Transporto klasė pagrindinė paskirtis apdoroti ateinančius paketus ir juos talpina į eilę.

XML transliatoriaus klasės yra pagalbinė transporto klasė, kuri išverčia ateinančias XML žinutes į žemesnio lygio objektų žinutes.

4.1.4 Agento žinučių formavimo klasė



4.1.5 Joseph E. Hoag ir Craig W. Thompson modelio pritaikymo galimybės

Šio modelio idėją būtų galima pritaikyti ir mūsų projekte plėtojant RFID sistemos programinę įrangą. Duomenų apsikeitimas XML formatu naudojant UDP/IP sąsajas galėtų tarnauti kaip RFID sistemos valdymo įrankis. RFID sistemą būtų galima pritaikyti valdyti nutoliniu būdu.

Aptarkime tokią situaciją. Visi pagaminti gamyboje gaminiai yra sandėliuojami ir kažkokį lako tarpą saugomi pas gamintoją, o tik vėliau užsakymas yra pristatomas užsakovui. Jei sandelyje įrengtume RFID įrangą, kuri gebėtų nuskaityti per didesni atstumą RFID žymes, tai mes galėtume sukurti sistemą, kuri valdytu RFID įrenginių komandas, bei gautus duomenis iš žymių. RFID įranga gali būti įdiegta tokiose vietose kur būtų galima užfiksuoti visus į sandelį atkeliaujančius gaminius. RFID įranga nuskaitytų sandėliuojamų gaminių informaciją. Programinė įranga (tai gali būti tarpinė programa) gautus duomenis apdorotų ir suformuotu pranešimus skirtus centrinei duomenų saugyklai. Kas kart kai naujas gaminy ar jo partija atkeliauja į sandelį butu fiksuoja informacija ir siunčiama centrinei duomenų saugyklai. Esant tokiai sistemai būtų automatizuotas sandėliavimo procesas.

Šią sistemą būtų galima panaudoti kaip gaminių paieškos sistemą. Tarkime mes norime sužinti, kur šiuo metu yra konkreti gaminių partija. Iš centrinio kompiuterio galėtumėme pasiųsti RFID sistemai paieškos komandą, kuri to pasakoje nuskaitytų visus sandeliuose saugomus gaminius ir programinė įranga atrinktų, bei nustatytu kurioje vietoje yra ieškomas gaminy. Toliau tarpinė programa (įdiegta sandelyje) nusiustų gaminio vietos identifikacijos žinutę užklausėjui.

Taikant šią sistemą būtų net tik automatizuotas inventorizacijos procesas bet ir sumažinti kaštai.

4.1.6 Komponentinio modelių savybių tyrimas ir įvertinimas

Išnagrinėjus anksčiau aptartą komponentinį RFID sistemos modelį galime nustatyti kriterijus pagal kuriuos būtų galima vertinti sistemą.

1. Gamybos automatizavimas,
2. Sukurtos RFID sistemos pakeitimai,
3. Integracija su vartotojo (veiklos) programine įranga.

Gamybos automatizavimas kriterijus, kuris nusako kiek sistema automatizuotų gamybos kokybės valdymo procesą. Kokie būtų išspęsti uždaviniai automatizuojant procesą. Įvertinamos teigiamos ir neigiamos savybės. Įvertinama automatizavimo kaina.

Sukurtos RFID sistemos pakeitimai kriterijumi vertinamas projektu metu sukurtos programinės įrangos išplėtimo/patobulinimo galimybės, įvertinamos sąnaudos. Įvertinama ar sistema kiek sistema turi būti pakeista, kad būtų galima pritaikyti aptartą sistemos modelį.

Integracija su vartotojo programine įranga, vertinama „RTech“ firmos sukurtas produktas „Gamybos kokybės valdymo sistema“ ir esamos funkcijos. Ar sistema yra pritaikyta komponentiniui sistemos modeliui.

Vartotojo programinės įrangos pakeitimai vertinama „RTech“ firmos sukurtas produktas „Gamybos kokybės valdymo sistema“. Vertinamos sistemos esamos funkcijos. Ar programinė įranga reikalauja pakeitimų, kad būtų pritaikytas ir įdiegtas sistemos komponentinis modelis.

4.1.6.1 Gamybos automatizavimo įvertinimas

Įdiegtas komponentinio RFID sistemos modelis ir jo pritaikymas gamybos kokybės valdymo srityje pagerintų šiuos gamybos proceso parametrus:

Laikas

Įdiegus RFID sistemos komponentinį modelį pavyzdžiui gamybos testavimo linijoje testavimo procesas pagreitėtų, nes:

- Atliekamas automatizuotas testavimo duomenų perdavimas,
 - Testavimo įrenginys automatiškai (be žmogaus įsikišimo) įvertintu ar jam reikia atlikti gaminio matavimus.
 - Testavimo įrenginys automatiškai (be žmogaus įsikišimo) nustatytu kokius matavimus turi atlikti.
- Atliekamas automatizuotas testavimo rezultatų kaupimas ir saugojimas (RFID žymėje), bei perdavimas į duomenų centrą.

Tikslumas ir klaidos

- Matavimo įrenginių klaidų atsiradimas priklauso nuo programinės įrangos teisingo veikimo ir joje esančių klaidų. Klaidų būvimas programinėje įrangoje gali sutrikdyti ne tik įrenginių veikimą, bet ir pridaryti gamybos nuostolių.

4.1.6.2 Sukurtos RFID sistemos pakeitimai

Pritaikyti šio projekto sukurtą programinę įrangą komponentiniui modeliui reikalingi:

- Pakeitimai:

- Priklauso nuo naudojamos RFID įrangos, nes RFID sistema buvo kuriama ir iš testuota tik su vieno tipo RFID įranga.
- Reiktų realizuoti duomenų kompresijos algoritmus rašant ir skaitant duomenis.
- Praplėtimai:
 - Suprojektuoti papildoma maža programėlė kurioje būtų naudojama sukurtas projekto metu RFID modulis (komponentų rinkinys). Projekto metu sukurtas modulis yra bibliotekų rinkinys, kuris neintegruotas į vykdomąją programą negali veikti.

4.1.6.3 Integracija su vartotojo programine įranga

„RTech“ firmos „Gamybos kokybės valdymo sistema“ programinė įranga turi visas reikiamas funkcijas duomenų eksportavimui ir importavimui. Duomenų importavimas yra realizuotas naudojama papildoma programine įranga „Interface“. „Interface“ programinė įranga geba duomenis nuskaityti iš įvairių sąsajų ir duomenų formatų:

- Iš kitos duomenų bazės,
- Iš duomenų failo
- TPC/IP sąsaja
- OPC protokolu

Duomenų eksportavimo funkcija yra realizuota XML formatu.

4.1.6.4 Išvados

Įvertinus komponentinio RFID modelį, jo pritaikymo galimybes, integracija „Kokybės valdymo sistemos“ ir RFID modulių, galime daryti išvadas, kad:

- RFID komponentinio modelio architektūra yra tinkama pritaikyti gamybos kokybės valdyme, kuri atneštų akivaizdžią naudą gamybos procese.
- Programinės pritaikymas RFID komponentinio modeliui nereikalautų didelių sąnaudų, nes kaž kurios funkcijos jau yra realizuotos.
- Norint įdiegti RFID komponentinio modelio sistemą reiktų suprojektuoti tarpinių programų aibę konkrečios užduotims vykdyti.

5 DARBO APIBENDRINIMAS

Projekto metu buvo atlikta nemažai darbų, ir sukaupta, bei išanalizuota nemažai naujos informacijos. Projekto metu buvo susipažinta su RFID ir EPC technologija, apžvelgti ir išanalizuoti ISO standartų reikalavimai. Apžvelgti šių RFID technologijų privalumai ir trūkumai, pritaikymo ir naudojimo galimybės įvairiose srityse. Taip darbo metu buvo susipažinta su gamybos procesu, jo etapais ir uždaviniais bei vartotojo problemomis sprendžiamas kiekviename iš jų. Susipažinus su RFID technologija buvo ieškomi sprendimai ir jos pritaikymo galimybės gamybos procese. Išanalizuota, kokią naudą galėtų atnešti RFID taikymas įvairiuose gamybos proceso etapuose.

Susipažinus su RFID technologija ir pasirinkus tinkamą, projekto metu buvo įsigyta RFID įranga, kuri buvo kaip testavimo įrankis, kuriant šią programinę įrangą. Projekto metu buvo įgyvendinti visi keliami užsakovo reikalavimai ir sukurti EPC, RFID, SerialPort komponentai, bei jų demonstracinė programa.

Tyrimo metu buvo susipažinta su RFID komponentiniu modeliu ir atlikta pritaikymo galimybių analizė panaudojant „Kokybės valdymo sistemą“ ir RFID modulį. Įvertintos modulio savybės, reikalavimai ir nauda toliau plėtojant RFID programinę įrangą pagal šį modelį.

RFID yra nauja technologija vis labiau pritaikoma įvairiose srityse, kuriose atneša akivaizdžią naudą. Tai besiplėtojanti technologija ir pažintis su ja ateityje atneš naudos ir šio projekto vykdytojams.

6 LITERATŪRA

1. Straipsnis iš interneto „The Basics of RFID Technology“
Prieiga per internetą: <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1337/1/129/>
Žiūrėta: 2007.04.31
2. Straipsnis: „Applications in manufacturing line“
Prieiga per internetą
http://www.activewaveinc.com/applications_manufacturing_line.html
Žiūrėta: 2005.11.27
3. EPCglobal tarptautinė organizacija „EPCglobal Tag Data Translation TDT Standard
www.epcglobal.org
4. ISO/IEC standartų organizacija, „ISO/IEC FDIS 15962:2004(E)“
2004.05.10, 71-84 pus.
5. Joseph E. Hoag ir Craig W. Thompson „2006-07--PAPER--IEEE-Internet-Computing--Architecting-RFID-Middleware—DRAFT“
6. Craig K. Harmon „The necessity for a uniform organisation of User Memory in RFID“
Q.E.D. Systems, P.O. Box 2524, Cedar Rapids, IA 52406-2524, USA
Prieiga per internetą:
[http://inderscience.metapress.com/\(ckth2o55cekk5k45s4h5apyk\)/app/home/journal.asp?referrer=searchresults&id=110878&backto=searcharticlesresults.1,43;](http://inderscience.metapress.com/(ckth2o55cekk5k45s4h5apyk)/app/home/journal.asp?referrer=searchresults&id=110878&backto=searcharticlesresults.1,43;)
Žiūrėta: 2007.04.01
7. Auto-ID tarptautinė organizacija „Auto-ID Savant Specification 1.0“ 2004.01.30
http://develop.autoidcenter.org/archives/sag-savant/att-0034/WD-savant-1_0-20030724.doc
Žiūrėta: 2007.04.12
8. Dokumentas: „Active and Passive RFID: Two Distinct, But Complementary, Technologies for Real-Time Supply Chain Visibility“
Prieiga per internetą: http://www.autoid.org/2002_Documents/sc31_wg4/docs_501-520/520_18000-7_WhitePaper.pdf
Žiūrėta: 2005.11.27
9. Prezentacija: „RFID Solution Lifecycle Management“
Prieiga per internetą: www.eforceglobal.com/ppt/eF_RFID_Assesment_Overview.ppt
Žiūrėta: 2005.11.27
10. Straipsnis: „Applications in manufacturing line“
Prieiga per internetą
http://www.activewaveinc.com/applications_manufacturing_line.html
Žiūrėta: 2005.11.27

7 TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

Kokybė	yra produkto ar paslaugos savybių ir charakteristikų visuma, leidžianti patenkinti vartotojo poreikštas ar numatomas reikmes.
Kokybės reikalavimai:	nustatytų poreikių išraiška arba jų pavertimas kiekybinių ir kokybinių reikalavimų rinkiniu esant tam tikroms objekto charakteristikoms, norint suteikti galimybę jas realizuoti ir tikrinti.
Kontrolės planas	tai charakteristikų aibė ir kontrolės atlikimo tvarka.
Gaminio charakteristika	tai gaminio savybė įvertinta kiekybinių ar kokybinių parametru.
Tolydinės charakteristikos	yra tokios, kurios gali įgauti bet kokią reikšmę nustatytame reikšmių intervale. Pavyzdžiui, automobiliui 100 km/h važiuojant greitkeliu gali reikėti 6 litrų, mieste 8 litrų degalų.
Diskretinės charakteristikos	naudojamos pažymėti savybėms, kurioms būdingos kelios reikšmės. Pavyzdžiui, automobilio išvaizda gali būti: 1) puiki; 2) gera; 3) patenkinama; 4) nepatenkinama
Dvejetainės charakteristikos	naudojamos pažymėti savybėms, kurias objektas turi arba neturi. Kokybė yra produkto ar paslaugos savybių ir charakteristikų visuma, leidžianti patenkinti vartotojo poreikštas ar numatomas reikmes.
RFID	Radijo bangų identifikacija (angl. RFID Radio Frequency Identification) yra bendras terminas, kuris naudojamas apibūdinti sistemą, kuri perduoda objekto identifikaciją naudojant radijo bangas. RFID- tai viena kategorija iš automatinio identifikavimo technologijų.
RFID žymė	(angl. RFID tag) tai miniatiūrinė mikroschema, kuri dažniausiai yra sudaryta iš lusto (mikroschemos) ir antenos įmontuotos į pagrindą arba į apvalkalą . Lustas sudarytas iš procesoriaus, atminties, ir radijo siųstuvo.
Vartotojo atmintis	RFID žymės atmintis skirta papildomai informacijai saugoti.
QMS	(angl. Quality Management Systems) UAB „RTech“ firmos sukurta kokybės valdymo programinė įranga
EPC	(angl. Electronic Product Code) elektroninis produkto kodas, standartizuotas „EPCglobal“ tarptautinės organizacijos ir skirtas objekto identifikacijai.
ISO	(angl. International Organization for Standardization) Tarptautinė standartizacijos organizacija
SGTIN	(angl. Serialized Global Trade Item Number) Serijinis pasaulinis

prekybinio vieneto numeris, standartizuotas EPCglobal organizacijos. Skirtas objekto identifikacijai. Saugomas elektroninėje formoje.

SSCC	(angl. -Serial Shipping Container Code) Pervežamo krovinio identifikacinis numeris, standartizuotas EPCglobal organizacijos. Skirtas objekto identifikacijai. Saugomas elektroninėje formoje.
SGLN	(angl. Serialized Global Location Number) Serijinis globalus lokalizacijos numerius, standartizuotas EPCglobal organizacijos. Skirtas objekto identifikacijai. Saugomas elektroninėje formoje.
CRC	(angl. cyclic redundancy check) duomenų kontrolinė suma
UII	unikalus elemento identifikatorius
NSI	(angl. Number System Identifier) sistemos numerio identifikatorius
FAT	(angl. File Allocation Table) – grupė failų sistemų, naudojamų DOS ir Windows operacinėse sistemose.
DFSID	(angl. Data Format Storage ID) duomenų saugojimo formato identifikacinis numeris
Prefiksas	Serijinio kodo pradžioje saugomas 8 bitų informacija, kuri nusako kokio tipo ir kokio ilgumo yra EPC kodas.
XML	(angl. eXtensible Markup Language) yra W3C rekomenduojama bendros paskirties duomenų struktūrų bei jų turinio aprašomoji kalba.