

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
INFORMATIKOS FAKULTETAS  
INFORMACIJOS SISTEMŲ KATEDRA**

**Paulius Stulpinas**

**ADAPTYVIŲJŲ TIEKIMO GRANDINIŲ  
VALDYMO SISTEMA ELEKTRONINIŲ  
PASLAUGŲ ARCHITEKTŪROJE**

Magistro darbas

**Vadovė  
doc. dr. L. Nemuraitė**

**KAUNAS, 2005**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
INFORMATIKOS FAKULTETAS  
INFORMACIJOS SISTEMŲ KATEDRA**

**TVIRTINU  
Katedros vedėjas  
doc. R. Butleris  
2005-05-23**

**ADAPTYVIŲJŲ TIEKIMO GRANDINIŲ  
VALDYMO SISTEMA ELEKTRONINIŲ  
PASLAUGŲ ARCHITEKTŪROJE**

Informatikos magistro baigiamasis darbas

**Kalbos konsultantė  
Lietuvių kalbos katedros lekt.  
dr. J. Mikelionienė  
2005-05-19**

**Recenzentas  
doc. dr. E. Karčiauskas  
2005-05-23**

**Vadovė  
doc. dr. L. Nemuraitė  
2005-05-23**

**Atliko  
IFM 9/2 gr. stud.  
P. Stulpinas  
2005-05-19**

**KAUNAS, 2005**

## KVALIFIKACINĖ KOMISIJA

**Pirmininkas:** Raimundas Stulpinas, UAB „Strauja“ generalinis direktorius

**Sekretorius:** Kęstutis Motiejūnas, docentas

**Nariai:** Eduardas Bareiša, docentas  
Rimantas Butleris, docentas  
Egidijus Kazanavičius, profesorius  
Dalius Rubliauskas, docentas  
Rimantas Šeinauskas, profesorius  
Vytautas Štuikys, profesorius

## ABSTRACT

Present situation in globalizing economy when margins are falling is forcing businesses to change traditional supply chains to adaptive supply chain networks. Adaptive supply chain network - a network of user oriented enterprises, sharing resources and knowledge, in order to be able to react smoothly to constantly changing and competitive environment.

Currently market leading supply chain management systems aren't providing profitable opportunities to organize adaptive supply chain networks. In order to elevate the competitiveness of small and medium enterprises by increasing the effectiveness of their business processes, a supply chain management system, which could make use of e-business concepts, has to be developed. In order to do so, an integrated supply chain network model was created, which serves as a conceptual foundation and provides guidelines for creation of adaptive supply chain network management systems.

Because members of adaptive supply chain network are separate enterprises, they must share data by the means of internet. It is purposeful to use web services to implement this requirement, because they enable communication of software systems, which were developed on different platforms or using different programming languages.

During a project such a system was developed and it provides an opportunity to integrate an enterprise into an adaptive supply chain network. The solution, which is operating as a set of web services and is implemented in Java, can make use of ubiquitous standards and reliable infrastructure. Developed supply chain management system consists of three functional modules: order management system, logistics module and finance module. Because of its flexibility and ability to be integrated with other business management systems, open standards and technologies used in development cycle, relatively low price of the solution and it's installation, this supply chain management system can be broadly used in Lithuanian market as an alternative to market leading supply chain management systems.

## TURINYS

1.	ĮVADAS .....	6
2.	TIEKIMO GRANDINIŲ VALDYMO PROCESŲ PATOBULINIMO GALIMYBIŲ ANALIZĖ.....	9
2.1.	Elektroninio verslo koncepcija.....	9
2.2.	Tiekimo grandinių valdymas.....	10
2.2.1.	Tradicinių tiekimo grandinių problemos.....	10
2.2.2.	Adaptyvusis tiekimo grandinių tinklas.....	11
2.2.3.	Logistikos procesai adaptyviajame tiekimo grandinių tinkle.....	12
2.2.4.	Egzistuojančios tiekimo grandinės valdymo sistemos .....	13
2.3.	Verslo procesų integravimo metodikos.....	15
2.3.1.	Informacinių sistemų unifikavimas.....	15
2.3.2.	Informacinių sistemų integravimas elektroninių paslaugų architektūroje .....	15
2.3.3.	Verslo taisyklių apibrėžimas elektroninių paslaugų architektūroje .....	17
2.3.4.	Informacinių sistemų integravimas pagal ebXML standartą .....	18
2.4.	Pasirinktų sprendimų pagrindimas.....	19
2.5.	Analizės išvados.....	20
3.	INTEGRUOTŲJŲ TIEKIMO GRANDINIŲ TINKLO MODELIS.....	21
3.1.	Konceptualusis probleminės srities modelis .....	22
3.1.1.	Logistikos procesai tiekimo grandinėje.....	22
3.1.2.	Tiekimo grandinių tinklo veiklos modelis .....	24
3.1.3.	Konceptualiojo modelio aprašymas .....	25
3.1.4.	Konceptualaus modeliavimo išvados.....	26
3.2.	Tiekimo grandinių tinklo valdymo sistemų architektūros modelis.....	27
3.3.	Duomenų modelis .....	29
3.4.	Vartotojo sąsajos modelis.....	29
4.	ADAPTYVIŲJŲ TIEKIMO GRANDINIŲ VALDYMO SISTEMOS SUKŪRIMO PROJEKTAS...30	
4.1.	Sistemos sukūrimo tikslai.....	30
4.2.	Reikalavimai adaptyviųjų tiekimo grandinių valdymo sistemai.....	30
4.3.	Panaudojimo atvejų modelis .....	31
4.3.1.	Sistemos aktoriai .....	31
4.3.2.	Panaudojimo atvejų modelis .....	32
4.4.	Adaptyviųjų tiekimo grandinių valdymo sistema elektroninių paslaugų architektūroje.....	33
4.5.	Sistemos architektūra .....	34
4.5.1.	Posistemų struktūra .....	34
4.5.2.	Atvaizdavimo posistemė .....	34

	3
4.5.3. Verslo logikos posistemė .....	35
4.5.4. Duomenų modelių posistemė .....	36
4.5.5. Pagalbinė posistemė .....	37
4.5.6. Sistemos procesų vaizdas .....	38
4.5.7. Apibendrinta programų sistemos architektūra .....	40
4.6. Programų sistemos duomenys .....	41
4.7. Programų sistemos sąsaja .....	42
4.8. Sistemos komponentų išdėstymas .....	44
4.9. Sistemos naudojimas įmonių veiklos procesuose .....	44
5. SUKURTOS SISTEMOS KOKYBĖS ĮVERTINIMAS .....	45
5.1. Produkto kokybės užtikrinimas .....	45
5.2. Egzistuojančių sistemų ir sukurtos sistemos kokybės įvertinimas bei palyginimas .....	45
5.2.1. Logistikos automatizavimas .....	46
5.2.2. Realus laiko informacija, gaunama iš kitų įmonių .....	46
5.2.3. Paklausos ir pirkimų prognozavimas .....	47
5.2.4. Integralumas su kitomis sistemomis .....	47
5.2.5. Funkcionalumo išplečiamumas .....	48
5.2.6. Lanksti internacionalizacija .....	48
5.2.7. Įdiegimo ir administravimo paprastumas .....	49
5.2.8. Daugiaplatformiškumas .....	49
5.2.9. Panaudojamumas .....	49
5.2.10. Kokybės įvertinimo apibendrinimas .....	50
6. REZULTATŲ APTARIMAS .....	51
6.1. Ekonominis problemos sprendimo efektyvumas .....	51
6.2. Integruotųjų tiekimo grandinių sistemos modelio pranašumai .....	51
6.3. Technologijų pasirinkimo motyvai .....	52
6.4. Sukurtos sistemos realizavimo privalumai .....	53
IŠVADOS .....	55
LITERATŪRA .....	57
TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS .....	59
1 PRIEDAS. I STRAIPSNIS .....	62
2 PRIEDAS. II STRAIPSNIS .....	66
3 PRIEDAS. III STRAIPSNIS .....	71

## Lentelių sąrašas

2.1 lentelė. Elektroninio verslo šablonai .....	10
2.2 lentelė. Tradicinės tiekimo grandinės ir adaptvyviojo tinklo palyginimas .....	12
3.1 lentelė. Pardavėjo funkcijos tiekimo grandinėje .....	23
3.2 lentelė. Pirkėjo funkcijos tiekimo grandinėje.....	23
5.1 lentelė. Logistikos automatizavimo kokybė.....	46
5.2 lentelė. Realaus laiko informacijos gavimo iš kitų įmonių kokybė .....	46
5.3 lentelė. Paklausos ir pirkimų prognozavimo kokybė .....	47
5.4 lentelė. Integralumo su kitomis sistemomis kokybė .....	47
5.5 lentelė. Sistemų funkcionalumo išplečiamumo kokybė.....	48
5.6 lentelė. Lanksčios internacionalizacijos kokybė.....	48
5.7 lentelė. Įdiegimo ir administravimo paprastumo kokybė.....	49
5.8 lentelė. Daugiaplatformiškumo kokybė .....	49
5.9 lentelė. Panaudojamumo kokybė.....	49
5.10 lentelė. Microsoft Navision/Axapta, mySAP SCM, iScala SCM ir sukurtos sistemos kokybės palyginimas .....	50

## Paveikslėlių sąrašas

3.1 pav. Logistikos procesai tiekimo grandinėje.....	22
3.2 pav. Užsakymų apdorojimas virtualioje rinkoje .....	24
3.3 pav. Automatizuotas tiekimo užsakymas tiekimo grandinių tinkle .....	24
3.4 pav. Elementarioji tiekimo grandinė .....	25
3.5 pav. Virtuali užsakymų rinka .....	25
3.6 pav. Momentinis tiekimo grandinių tinklas.....	26
3.7 pav. MVC šablono sekos diagrama.....	27
3.8 pav. Sistemos architektūros modelis .....	28
4.9 pav. Vartotojo sąsajos langų šablonas.....	29
4.1 pav. Panaudojimo atvejų modelio diagrama. ....	32
4.2 pav. Užsakymo įvykdymo procesas. ....	33
4.3 pav. Elektroninių paslaugų architektūra.....	33
4.4 pav. Sistemos architektūros modelis .....	34
4.5 pav. Atvaizdavimo posistemės klasių diagrama .....	35
4.6 pav. Verslo logikos posistemės klasių diagrama.....	36
4.7 pav. Duomenų modeliavimo posistemės klasių diagrama .....	37
4.8 pav. Pagalbinės posistemės klasių diagrama.....	38
4.9 pav. Pirkėjo sąskaitos apmokėjimo sekos diagrama .....	38
4.10 pav. Užsakymo būsenų diagrama.....	39
4.11 pav. Programų sistemos architektūros fragmentas.....	40
4.12 pav. Duomenų bazės schema .....	41
4.13 pav. Prekių kainininko peržiūra .....	42
4.14 pav. Pirkėjo krepšelio formavimas.....	43
4.15 pav. Užsakymo patvirtinimas.....	43
4.16 pav. Programų sistemos komponentų išdėstymas ir sąveika su vartotojais.....	44



## 1. Įvadas

Tiekimo grandinė apibrėžiama kaip sistema, susidedanti iš tiekėjų, gamintojų, prekybininkų, aptarnavimo atstovų ir pirkėjų, kurioje prekės, žaliavos ir sudėtinės dalys juda grandine link *žemyn*, pinigai *aukštyn*, o informacija abiem grandinės kryptimis [3]. Tiekimo grandinę sudaro atskiros įmonės, turinčios savo tikslus ir todėl dažnai veikiančios individualiai. Kiekvienos įmonės, įeinančios į tiekimo grandinę, verslo procesai yra priklausomi nuo kitų tos pačios grandinės įmonių. Todėl įmonės veiklos efektyvumą įtakoja iš įmonės aplinkos gaunamos informacijos pilnumas ir kokybė. Nesuderinti verslo sprendimai lemia visos tiekimo grandinės neefektyvumą.

Tradicinėse tiekimo grandinėse vykstantis informacijos surinkimo ir apdorojimo procesai ilgai trunka bei yra brangūs. Dėl to tarp atskirų tiekimo grandinių įmonių vyksta nepankamai kokybiški informacijos mainai. Šios įmonės veikia savarankiškai, nepakankamai dalijasi informacija apie padėtį rinkoje. Dėl informacijos mainų neefektyvumo jos negali tiksliai įvertinti situacijos rinkoje ir priimti racionalių sprendimų. Tradicinėse tiekimo grandinėse dėl nepakankamos informacijos apie paklausą, gamybos, transportavimo ir tiekimo sutrikimus patiriami dideli nuostoliai. Blogai vykdant užsakymus ir nepatenkinant klientų poreikių kartu su klientais yra prarandamos ateities pajamos. Netiksliai įvertinus mažėjančią paklausą yra gaminama per daug prekių, kurias reikia sandėliuoti ir prižiūrėti. Didėjančios konkurencijos sąlygomis visa tai lemia mažėjančią tradicinių tiekimo grandinių pelningumą.

Norint, kad tiekimo grandinė veiktų efektyviai, reikia mechanizmo, valdančio jos verslo procesus. Tiekimo grandinės valdymas – strategija, integruojanti informacinius, materialiuosius ir finansinius srautus, einančius nuo gamintojo iki galutinio vartotojo. Tiekimo grandinės valdymo procesas apima tiekimo, gamybos planavimo, užsakymų valdymo ir įvykdymo, prekių apskaitos, transportavimo, distribucijos ir aptarnavimo darbus [18]. Tiekimo grandinės valdymo programų sistemos skirtos šių procesų informacijos integravimui ir valdymui.

Dauguma tiekimo grandinės valdymo sistemų skirtos tik vienai įmonei, jos turi ribotas galimybes gauti informaciją iš įmonės aplinkos. Todėl, nors atskiros įmonės verslo procesai programų sistemų pagalba gali būti racionalizuoti, visa tiekimo grandinė netaps efektyvesne. Šiuo metu, kai ekonomika globalizuojasi ir didėja konkurencija, tradicinių tiekimo grandinių problemų sprendimas tampa labai aktualus. Kadangi tokios tiekimo grandinės ir jų valdymo sistemos tampa neefektyvios, artimiausioje ateityje įmonės, norinčios išlikti, turės rasti šių problemų sprendimus.

Tokie sprendimai, kaip visuotinės kokybės vadybos principų įgyvendinimas pagerina įmonės veiklos efektyvumą, jos gaminamų prekių ar teikiamų paslaugų kokybę, tačiau neeliminuoja pagrindinės tradicinėse tiekimo grandinėse kylančių problemų priežasties – neefektyvaus informacijos valdymo ir nepakankamų jos mainų tarp įmonių. Sprendimas, įmonei sudarantis sąlygas efektyviai

valdyti ir keistis informacija su partneriais – palaipsninis įmonės perėjimas prie elektroninio verslo procesų.

Elektroninio verslo koncepcija yra optimizuoti tradicinius verslo procesus, šių procesų informacija keistis internetu su kitais verslo subjektais [11]. Taip galima sumažinti įmonės veiklos sąnaudas ir lengviau pasiekti jos pirkėjus bei verslo partnerius. Verslo informaciniai procesai, vykstantys internete, leidžia padidinti verslo funkcionavimo efektyvumą ir investicijų grąžą.

Igyvendinus elektroninio verslo koncepciją, tradicinę tiekimo grandinę galima pakeisti adaptyvioju tiekimo grandinių tinklu, prisitaikančiu prie besikeičiančios aplinkos [12]. Tai yra konceptualus sprendimas, skirtas spręsti tradicinėse tiekimo grandinėse kylančias problemas. Adaptyvusis tiekimo grandinių tinklas – į vartotojus orientuotas susijusių įmonių tinklas, kuris dalijasi resursais ir žiniomis, kad lanksčiai reaguotų į nuolat besikeičiančią ir konkurencingą aplinką. Tokiame tinkle procesai, kuriuos tradicinėje tiekimo grandinėje valdo viena įmonė, išsiplečia ir apima visas tiekimo/pardavimo ryšiais susijusias įmones. Adaptiviajame tiekimo grandinių tinkle vykdomos integruotos daugelį partnerių siejančios tiekimo, planavimo, gamybos ir distribucijos operacijos atvaizduojamos atskirų įmonių informacinėse sistemose, kurios suteikia galimybę realiu laiku gauti duomenis apie tinklo būseną, operatyviai priimti sprendimus bei laiku juos įvykdyti.

Norint įgyvendinti konceptualų adaptyvųjį tinklą, reikia rasti būdus ir priemones skirtingų įmonių verslo procesams integruoti. Kiekvienos įmonės verslo procesuose cirkuliuoja informacija, kurią analizuojant galima daryti valdymo sprendimus. Kadangi šiems procesams valdyti skirtingose įmonėse gali būti naudojamos įvairi programinė įranga, kyla jos suderinamumo problema. Vienas iš šio uždavinio sprendimų yra individualių sąsajų tarp bendradarbiaujančių sistemų sukūrimas. Taip pat galima visose tiekimo grandinės įmonėse įdiegtas verslo valdymo sistemas pakeisti vieno gamintojo sistemomis, kuriose realizuota galimybė įmonėms keistis informacija internetu. Kita verslo procesų integravimo metodikos alternatyva remiasi elektroninių paslaugų technologija.

Elektroninių paslaugų (angl. *web services*) architektūra leidžia skirtingoms programoms bendrauti internetu nepriklausomai nuo jų sukūrimui naudotų programavimo kalbų ir technologijų. Elektroninė paslauga apibrėžiama kaip savarankiškas programinės įrangos modulis, identifikuojamas universaliu resursų identifikatoriumi URI (angl. *Universal Resource Identifier*), kurio sąsajos ir sąryšiai apibrėžiami XML dokumentais; ji tiesiogiai bendrauja su kitomis programomis per interneto protokolus keisdamosi XML žinutėmis [7]. Elektroninių paslaugų architektūra leidžia koncentruotis ne į technologinę sąsajos tarp skirtingų programų sistemų realizaciją, o į verslo procesų integravimą.

Šio darbo tikslas yra sukurti elektroninio verslo principais grindžiamus sprendimus, kurie leistų padidinti tradicinių tiekimo grandinių funkcionavimo efektyvumą, jas integruojant į bendradarbiaujantį tiekimo grandinių tinklą. Šiam tikslui pasiekti reikia išspręsti šiuos uždavinius:

- išanalizuoti tradicinėse tiekimo grandinėse kylančias problemas ir siūlomus šių problemų konceptualius sprendimus;
- išanalizuoti rinkoje esančių tiekimo grandinės valdymo sistemų galimybes ir trūkumus;
- sukurti probleminės srities konceptualųjį modelį ir suformuluoti reikalavimus kuriamai tiekimo grandinės valdymo sistemai;
- išanalizuoti galimas sistemos kūrimo technologijas ir parinkti geriausia iš jų;
- sukurti tiekimo grandinės valdymo sistemos architektūros, duomenų ir vartotojo sąsajos modelius ir jų pagrindu realizuoti tiekimo grandinės valdymo sistemą;
- įvertinti sukurtosios programų sistemos kokybę, bei atlikti jos ir su rinkoje esančių tiekimo grandinės valdymo sistemų kokybės palyginimą.

Atlikta tiekimo grandinių valdymo procesų patobulinimo galimybių analizė aprašoma 2 skyriuje. Atliekant tradicinėse tiekimo grandinėse kylančių problemų analizę buvo orientuojamasi į šių problemų priežastis, bei jų sukeliamas ekonomines pasekmes. Tai leido geriau suprasti tiekimo grandinių probleminę sritį, identifikuoti veiksnius, sąlygojančius naujų sprendimų poreikį. Siūlomų konceptualių sprendimų analizės metu buvo pasinaudota kitų tyrėjų apibendrintomis žiniomis, sukauptomis ieškant galimų šios probleminės srities sprendimų būdų.

Tiekimo grandinės valdymo sistemų tyrimas naudingas dėl to, kad buvo galima identifikuoti jų silpnąsias vietas, nerealizuotą funkcionalumą. Šios žinios panaudotos formuluojant reikalavimus kuriamai alternatyviai tiekimo grandinės valdymo sistemai.

Šiuo metu informacinių technologijų rinkoje yra daug alternatyvų, kurių pagalba galima realizuoti įvairias programų sistemas. Šių technologijų analizė leido pasirinkti efektyviausią iš jų konkrečiam atvejui – tiekimo grandinės valdymo sistemos kūrimui.

Integruotųjų tiekimo grandinių tinklo modelis aprašomas 3 skyriuje. Konceptualusis probleminės srities modelis skirtas verslo poreikių supratimui, kurių pagrindu galima suformuluoti vartotojo reikalavimus. Remiantis sistemos architektūros modeliu, galima projektuoti programų sistemas, sprendžiančias tradicinėse tiekimo grandinėse kylančias problemas. Duomenų modelis nusako principus pagal kuriuos turi būti organizuojami kuriamų tiekimo grandinės valdymo sistemų duomenys. Vartotojo sąsajos modelyje pateikiamos rekomendacijos kaip turi būti organizuojama kuriamų probleminės srities sistemų vartotojo sąsaja.

Integruotųjų tiekimo grandinių tinklo modeliu pagrindu sukurtos sistemos projektas aprašomas 4 skyriuje.

Projekto metu sukurtos programų sistemos kokybės įvertinimas bei jos palyginimas su rinkoje esančiomis tiekimo grandinės valdymo sistemomis pateiktas 5 skyriuje.

Šio darbo rezultatai pateikti 6 skyriuje.

I-III prieduose pateikiami šia tematika konferencijose skaityti straipsniai.

## 2. Tiekimo grandinių valdymo procesų patobulinimo galimybių analizė

### 2.1. Elektroninio verslo koncepcija

Dabartinė situacija pasaulyje, kai ekonomika globalizuojasi, pelno maržos mažėja, laikas nuo inovacijos idėjos iki jos įdiegimo trumpėja, sąlygoja ypač didelę verslo įmonių konkurenciją. Įvairių verslo sektorių įmonės, norėdamos išlikti konkurencinėje kovoje, priverstos pereiti prie elektroninio verslo procesų. Elektroninio verslo procesai leidžia skirtingiems verslo subjektams keistis informacija internetu. Tokie rutininiai darbai kaip skambinimas tiekėjui telefonu dėl naujos prekės kainos, ar elektroninio laiško, patvirtinančio atliktą užsakymą, siuntimas klientui gali būti atliekami efektyviau, jei jie būtų automatizuoti ir perduodami elektroninėje formoje. Taip būtų sumažinamos informacijos perdavimo ir apdorojimo sąnaudos, efektyviau vyktų bendradarbiavimas su įmonės aplinka.

Įmonės, savo verslo procesuose įgyvendinusios elektroninio verslo koncepciją, gali panaudoti interneto technologijas šiems uždaviniams spręsti:

- įmonės rinkų išplėtimui ir naujų klientų pritraukimui minimaliomis sąnaudomis;
- verslo pradėjimui naujose veiklos srityse bendradarbiaujant su kitomis įmonėmis ar išplečiant teikiamas paslaugas dėl galimybės sąveikauti internetu;
- darbuotojų produktyvumo pagerinimui, sudarant sąlygas lengvesniam priėjimui prie įmonės informacijos ir paslaugų;
- kaštų sumažinimui dėl informacinių sistemų integracijos su kitomis informacinėmis sistemomis;
- veiklos efektyvumo padidinimui automatizuojant verslo procesus ir sumažinant žmonių skaičių, atliekančių rutininius darbus;
- reakcijos į kliento norus laiko sumažinimui;
- įmonės pasiekiamumo padidinimui;
- naujų verslo galimybių, kurios tradiciškai nebūdavo pelningos, realizavimui [11].

Elektroninę verslą galima taikyti daugelyje sričių, įskaitant ir tradicinės tiekimo grandinės keitimą adaptyvioju tiekimo grandinių tinklu. Tradicinių tiekimo grandinių įmonių verslo procesuose yra daug rutininių darbų, kurie gali būti automatizuoti, o jų veiklos rezultatai perduoti per internetą. Taip būtų padidinamas šių įmonių veiklos efektyvumas, sumažėtų kaštai, atsirastų daugiau galimybių investicijoms ir plėtrai.

Elektroninio verslo procesai gali būti klasifikuojami pagal šiuose procesuose bendradarbiaujančių dalyvių tipą. 2.1 lentelėje pateikti šie elektroninio verslo šablonai [8].

2.1 lentelė

## Elektroninio verslo šablonai

Šablonas	Taikymo srities pavyzdžiai
<b>U2B</b> (vartotojas – verslas, angl. <i>User-To-Business</i> )	CRM (santykių su vartotojais valdymas, angl. <i>Customer Relationship Management</i> ), specifinės informacijos paieška, banko sąskaitų tvarkymas)
<b>U2OB</b> (vartotojas – internetinis pirkimas, angl. <i>User-To-Online Buying</i> )	Elektroninė komercija
<b>B2Bi</b> (verslas – verslas integracija, angl. <i>Business-To-Business integration</i> )	SCM (tiekimu grandinės valdymas, angl. <i>Supply Chain Management</i> )
<b>eMP</b> (verslas – elektroninė rinka, angl. <i>Business-To-Business e-Marketplace</i> )	Virtuali rinka
<b>U2D</b> (vartotojas – duomenys, angl. <i>User-To-Data</i> )	Verslo žinių valdymas
<b>U2U</b> (vartotojas – vartotojas, angl. <i>User-To-User</i> )	Vartotojų bendradarbiavimas, vartotojų aptarnavimas
Programų sistemų integracija	Skirtingų verslo valdymo sistemų integracija

## 2.2. Tiekimo grandinių valdymas

Tiekimo grandinės įmonėse vyksta įvairūs verslo procesai. Norint, kad jie nebūtų chaotiški reikia mechanizmo, integruojančio ir valdančio šiuos verslo procesus. Toks mechanizmas yra tiekimo grandinės valdymo procesas.

### 2.2.1. Tradicinių tiekimo grandinių problemos

Tradicinės tiekimo grandinės įmonėse rinkodara, pardavimas, planavimas, gamyba ir tiekimas atliekami nepriklausomai nuo kitų į ją įeinančių imonių. Dauguma tiekimo grandinių valdymo sistemų skirtos vienai įmonei, jų galimybės gauti informaciją iš išorės ribotos, informacijos efektyviausiam trūkstamos žaliavos gavimo keliui nustatyti surinkimas ilgas ir brangus. Kadangi tarp tiekimo grandinės įmonių vyksta neefektyvūs informacijos mainai, jos negali tiksliai įvertinti situacijos rinkoje

ir priimti racionalių sprendimų. Dėl to sandėliavimo ir transportavimo kaštai yra didesni nei būtina, prarandami klientai ir pan.

Kitas tradicinių tiekimo grandinių trūkumas yra nepakankamai geras ir greitas klientų (tiek galutinio produkto pirkėjų, tiek kitų tiekimo grandinės įmonių, perkančių prekes, žaliavas ar paslaugas) aptarnavimas. Užsakymų įvykdymo ciklas trunka ilgiau, nei būtina, nes laikas prarandamas ieškant informacijos apie pirkėjo kreditavimo galimybes, prekių kiekį sandėlyje. Dažnai įmonė negali tiksliai nusakyti užsakymo įvykdymo laiko, jei užsakytų prekių nėra jos sandėlyje. Norint tiksliai jį nustatyti, kiekviena tiekimo grandinės įmonė, dalyvaujanti užsakymo įvykdyme, turi įvertinti gamybos planą, prekių ir žaliavų kiekį sandėlyje. Jei įmonė savo jėgomis negali įvykdyti užsakymo, ji turi susisiekti su savo tiekėjais ir gauti tiekimo užsakymo kainą bei galimą jo įvykdymo laiką. Šis procesas ilgas ir reikalauja didelių informacijos apdorojimo sąnaudų, o klientas laukia greito ir konkretaus atsakymo į savo užklausą. Iš to kyla problema, kaip subalansuoti kliento norą užsakymą įvykdyti kuo greičiau ir pardavėjo norą nuolat gauti pelno. Bandant ją išspręsti būtų galima naudoti standartinius, praeityje susiformavusius užsakymo įvykdymo laikus, bet jeigu tas laikas bus per didelis, pirkėjas pasirinktų konkurentą. Jeigu bus nurodytas per trumpas pristatymo laikas ir užsakymas nebus įvykdytas laiku, pirkėjas daugiau nesinaudos įmonės paslaugomis. O jeigu bus stengiamasi maksimaliai patenkinti pirkėją ir jam pristatyti prekes kuo greičiau, papildomi viršvalandžių, transportavimo viršsvorio ar sandėliavimo kaštai sumažins gaunamą pelną. Kita vertus, jeigu pardavėjas nuolat įvykdys savo įsipareigojimus ir išstengs įvertinti savo galimybes įvykdyti skubius pirkėjo užsakymus, jo klientai taps lojalūs ir duos daugiau pelno.

Kadangi tradicinės tiekimo grandinės versle tampa nekonkurencingos dėl didelių informacijos apdorojimo kaštų ir ilgo reakcijos į kliento veiksmus laiko, atsiranda poreikis organizuoti adaptyviuosius tiekimo grandinių tinklus.

### **2.2.2. Adaptyvusis tiekimo grandinių tinklas**

Kadangi verslas tampa dinamiškesnis, tradiciniai metodai kaip paklausos prognozavimas ilgu laikotarpiu, kaupiamasis tiekimo užsakymų atlikimas, “stūmimo žemyn” prekių paskirstymo strategija ilgainiui nebeduos reikalingų rezultatų. Šiuolaikinėje ekonomikoje konkurencija tarp individualių įmonių keičiasi į konkurenciją tarp tiekimo tinklų, todėl priėjimas prie vidinės ir išorinės įmonės informacijos yra būtinas, norint operatyviai reaguoti į aplinkos pokyčius. Tam, kad tiekimo grandinės įmonės galėtų reaguoti į aplinką ir efektyviai keisti savo veiklos operacijas, partneriai turi keisti informacija apie užsakymus, prekes sandėliuose, pelno maržas, trumpalaikius ir ilgalaikius planus žymiai didesnėmis apimtimis nei įprastai.

Adaptyvusis tiekimo grandinių tinklas – į vartotojus orientuotas įmonių tinklas, kuris dalijasi resursais ir žiniomis, kad lanksčiai reaguotų į nuolat besikeičiančią ir konkurencingą aplinką. Šis

sprendimas remiasi elektroninio verslo principais. Adaptyviajame tiekimo grandinių tinkle procesai, kuriuos tradicinėje tiekimo grandinėje valdo viena įmonė, išsiplečia ir apima visas tiekimo/pardavimo ryšiais susijusias įmones. Tokiame tinkle vykdomos integruotos daugelį partnerių siejančios tiekimo, planavimo, gamybos ir distribucijos operacijos atvaizduojamos atskirų įmonių informacinėse sistemose. Tai suteikia galimybę realiu laiku gauti duomenis apie tinklo būseną, operatyviai priimti sprendimus bei laiku juos įvykdyti. Siekiant padidinti tinklo efektyvumą, naudojama informacija turi būti kokybiška, savalaikiška ir pilna. Informacijos apie užsakymus, planus, tiekimo galimybes, prekes esančias sandėlyje, pasiekiamumas yra būtina sąlyga, norint analizuoti situaciją ir koordinuoti įvykius tinkle. Distributoriai, logistikos paslaugų teikėjai, taip pat pats pirkėjas gali prieiti prie informacijos apie užsakymo būklę.

Disponuojant kokybiška bei savalaiki informacija, kuri cirkuliuoja tinkle, galima daryti optimalius valdymo sprendimus. Tokiu atveju galima padidinti sistemos efektyvumą reaguojant į aplinkos pokyčius. Efektyviausi tinklai bus tie, kurie sugebės išnaudoti informacines technologijas efektyviam informacijos surinkimui, planavimui ir operacijų, priklausančių nuo besikeičiančios aplinkos, įvykdymui. Be to, adaptyvieji tinklai visa tai turi daryti be jokių funkcionalumo ar finansinių nuostolių. 2.2 lentelėje, kurią pateikia SAP, palyginamos tradicinės tiekimo grandinės ir adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo charakteristikos [12].

2.2 lentelė

#### Tradicinės tiekimo grandinės ir adaptyviojo tinklo palyginimas

Charakteristika	Tradicinė tiekimo grandinė	Adaptyvusis tiekimo grandinių tinklas
Informacijos perdavimas	Nuoseklus ir lėtas	Lygiagretus ir dinamiškas
Planavimo trukmė	Dienos/savaitės	Valandos/minutės
Planavimo pobūdis	Kaupiamasis	Dinamiškas
Analizė	Istorinė	Realaus laiko
Atsakymo laikas	Dienos/valandos	Valandos/minutės
Valdymas	Centralizuotas	Padalintas

#### 2.2.3. Logistikos procesai adaptyviajame tiekimo grandinių tinkle

Kiekvienos tiekimo grandinės egzistavimo tikslas – patenkinti vartotojo poreikius ir uždirbti pelno. Pelnas uždirbamas, vartotojui parduodant sukurtą vertę. Todėl visuose tiekimo grandinės taškuose turi būti siekiama kurti pridėtinę vertę (greitesnis pristatymas, aukštesnė produkto kokybė, mažesnės sąnaudos ir pan.), patenkinančią vartotojo poreikius. Pelnas uždirbamas, kai vartotojas sumoka daugiau, nei kainuoja patenkinti jo poreikius. Dėl izoliacijos ir nepakankamo informacijos keitimosi tarp tradicinės tiekimo grandinės įmonių, labiausiai nukenčia logistikos procesų

efektyvumas. Todėl visoje tiekimo grandinėje nėra kuriama maksimali pridėtinė vertė. Adaptyviajame tiekimo grandinių tinkle logistikos procesai negali būti valdomi nepriklausomai nuo kitų tinklo įmonių.

Logistika – efektyvaus prekių/paslaugų ir susijusios informacijos perdavimo nuo jų pagaminimo taško iki jų suvartojimo taško planavimo, vykdymo ir kontrolės procesas, siekiantis patenkinti vartotojo reikalavimus [18].

Viena iš sričių, kurioje adaptyvusis tiekimo grandinių tinklas išnaudotų savo privalumus ir leistų padidinti logistikos procesų efektyvumą, yra ATP (užsakymo įvykdymo tikslaus laiko pateikimo, angl. *Available-To-Promise*) strategija [5]. ATP strategija – kliento užsakymo apdorojimo būdas, kai jam pranešama tiksli užsakytų prekių pristatymo data. Galima užsakymo įvykdymo data nustatoma analizuojant informaciją apie prekių kiekį savo įmonės bei tiekėjų sandėliuose ir gamybos procesuose. Teoriškai yra galima, kad užsakymas, priimtas mažmeninio prekybininko, būtų perduotas grandine aukštyrų iki gamintojo, visuose grandinės taškuose atliekant patikrinimą ar užsakytos prekės arba žaliavos tarpiniams produktams yra sandėlyje. Taip pat galima patikrinti ar užsakytos prekės netrukus bus pagamintos. Pavyzdžiui, įmonės užsakymų valdymo sistema gauna užsakymą iš kliento. Patikrinamas užsakytų prekių kiekis įmonės sandėliuose ir gamyboje. Jei įmonė savo jėgomis negali patenkinti kliento poreikių, logistikos sistema suformuoja trūkstamų prekių, tarpinių produktų ar žaliavų užsakymus tiekėjams. Kadangi kiekviena tiekimo grandinės tinklo įmonė nurodo tikslų tarpinio užsakymo įvykdymo laiką, klientui gali būti pateikiama tiksli užsakytų prekių pristatymo data. Klientui pakoregavus savo užsakymą, adaptyviojo tinklo įmonės pakartoja visą ciklą ir duoda naują užsakymo įvykdymo datos atsakymą. Jei ši data klientą tenkina, jo užsakymo patvirtinimas perduodamas tiekimo grandinių tinklu, formuojant gamybos, tiekimo, logistikos užduotis. Tokia greita ir automatizuota reakcija į kliento poreikius yra esminis adaptyviojo tinklo kintamumo požymis.

#### **2.2.4. Egzistuojančios tiekimo grandinės valdymo sistemos**

Rinkos lyderiai tiekimo grandinės valdymo programų segmente yra mySAP Business Suite, Microsoft Business Solutions ir iScala sistemos.

mySAP Business Suite – komplektas sprendimų, sudarančių platformą, kuri leidžia įmonėms valdyti daugumą veiklos procesų. mySAP SCM kartu su mySAP CRM produktu sukuria infrastruktūrą ir suteikia galimybes organizuoti adaptyviusius tiekimo grandinių tinklus. Įmonių, kuriose įdiegti mySAP produktai, vadybininkai gali gauti realaus laiko informaciją apie savo bei partnerių sandėliuose esančias prekes. Tai jiems leidžia tiksliai informuoti vartotoją apie galimą užsakymo įvykdymo laiką. SAP NetWeaver technologija palaiko elektroninių paslaugų architektūrą (angl. *web services*) ir leidžia integruoti SAP sprendimus su verslo valdymo sistemomis veikiančiomis J2EE ir .NET platformose.



Microsoft Business Solutions taip pat apima beveik visus įmonės veiklos procesus, iš jų gauna informaciją ir leidžia pagal ją daryti sprendimus. Tiekimo grandinės valdymą kompiuterizuoja Navision ir Axapta sistemos. Tačiau šių sistemų logistikos procesai vyksta pagal ilgalaikį paklausos prognozavimą ir nepasižymi dinamišku realaus laiko planavimu. Microsoft Business Solutions produktai gali bendradarbiauti su kitomis verslo sistemomis Microsoft BizTalk technologijos pagalba. Tai vyksta skirtingoms sistemoms keičiantis įvairių standartų (XML, EDIFACT, SAP IDOC) dokumentais arba paprastais failais. Microsoft Business Solutions sistemos gali būti plečiamos X++, C/AL programavimo kalbomis.

iScala SCM sistema leidžia prognozuoti paklausą ir pagal ją planuoti gamybos ar tiekimo procesus. iScala SCM sistema seka esamą paklausą, lygina ją su prognozuotąja ir pateikia šią informaciją vadybininkams, pranešantiems užsakymo įvykdymo laiką vadybininkams. Ši sistema gali būti plečiama iScala Developer įrankio pagalba: kuriama naujų verslo procesų logika, projektuojama vartotojo sąsaja. Ši sistema gali būti integruojama su kitomis iScala verslo valdymo sistemomis. iScala verslo valdymo sistemos gali keistis duomenimis su kitų gamintojų sistemomis naudodamos XML/EDI standartą, kuris leidžia aprašyti ne tik perduodamus duomenis, bet ir kokius veiksmus su jais turėtų atlikti dokumento gavėjas.

Nepaisant didelio šių sistemų funkcionalumo ir duomenų keitimosi su kitomis verslo valdymo sistemomis galimybės, šiuo metu adaptyviųjų tinklų organizavimas ir realizavimas yra daugiau teorinis. Nei viena iš nagrinėtų programų sistemų nesudaro galimybių automatizuoti logistikos procesus. Be to, norint sukurti efektyvų adaptyviųjų tiekimo grandinių tinklą, reikia, kad visos tinklo įmonės naudotų tokią pat programinę įrangą ir įmonės, ir tinklo lygmenyje. Pavyzdžiui, būtų sudėtinga integruoti įmonėje jau seniau naudojamą buhalterinės apskaitos sistemą su vieno iš šių gamintojų tiekimo grandinės valdymo sistema. Taip pat kiltų daug problemų į tiekimo grandinių tinklą jungiant įmones, naudojančias skirtingų gamintojų tiekimo grandinės valdymo sistemas. Integruoti nagrinėjamas programines sistemas su kitomis verslo valdymo sistemomis yra sudėtinga ir brangu. Efektyviai įdiegti tiekimo grandinių tinklo valdymo programinę įrangą pavyktų tik tada, jei visose tinklo įmonėse būtų naudojama vieno gamintojo programinė įranga verslo procesams kompiuterizuoti. Tačiau tai susiję su nuostoliais dėl anksčiau naudojamos programinės įrangos nurašymo ir perėjimo prie kitos verslo valdymo sistemos. Jei tiekimo grandinių tinklas nėra valdomas centralizuotai, pasiekti, kad visos tinklo įmonės verslo procesams kompiuterizuoti naudotų vieno gamintojo programinę įrangą, yra labai sunku. Be to, sudėtingos sistemos pritaikymas bet kokios įmonės versle reikalauja papildomų programavimo darbų, ilgo diegimo proceso ir didelių išlaidų.

### 2.3. Verslo procesų integravimo metodikos

Verslo įmonėje vyksta daugelis verslo procesų. Pavyzdžiui pardavimas, tiekimas, gamyba, planavimas, apskaita ir pan. Juos integruoti ir valdyti yra sudėtingas uždavinys. Dar sudėtingiau yra valdyti verslo procesus, apimančius kelias įmones. Iš šių įmonių reikia gauti įvairią verslo informaciją, kad ją analizuojant būtų galima daryti valdymo sprendimus. Tradiciškai informacija tarp įmonių būdavo perduodama telefonu, faksu, elektroniniu ar paprastu paštu. Tačiau toks būdas yra neefektyvus, nes informacijos perdavimas yra per lėtas, o jos apdorojimo kaštai per dideli. Šių problemų sprendimas yra atskirų įmonių verslo valdymo sistemų integravimas.

#### 2.3.1. Informacinių sistemų unifikavimas

Norint integruoti skirtingų įmonių verslo valdymo sistemas susiduriama su daugeliu problemų. Skirtingos įmonės savo verslo procesams valdyti gali turėti kuo įvairiausias sistemas, todėl jų suderinamumas reikalauja papildomų projektavimo ir programavimo darbų. Vienas iš šio uždavinio sprendimų būtų visose tiekimo grandinės įmonėse esamas verslo valdymo sistemas pakeisti vieno gamintojo sistemomis, kuriose realizuota galimybė įmonėms keisti informacija internetu.

Rinkoje pirmaujančių mySAP Business Suite, Microsoft Business Solutions ar iScala tiekimo grandinių valdymo programų paketai galingi, turi daug galimybių, tačiau smulkioms ir vidutinėms Lietuvos įmonėms jie yra per brangūs ir per daug sudėtingi. Be to, migruojant nuo vienos sistemos prie kitos, dėl verslo duomenų perkėlimo tarp skirtingų sistemų atsiranda papildomų išlaidų. Dėl šių priežasčių įmonės, investavusios į jose jau veikiančias verslo valdymo sistemas, nebus lengvai linkusios jas keisti kito gamintojo sistemomis.

Kitas skirtingų įmonių verslo procesų integravimo būdas – suderinti skirtingose įmonėse veikiančias skirtingų gamintojų verslo valdymo sistemas ir sudaryti sąlygas joms keisti informacija internetu.

#### 2.3.2. Informacinių sistemų integravimas elektroninių paslaugų architektūroje

Bendru atveju skirtingos įmonės fiziškai yra nutolusios, todėl reikia mechanizmo, kuris leistų atskirų įmonių informacinėms sistemoms bendrauti internetu. Kadangi skirtingos įmonės savo verslo procesams valdyti gali turėti kuo įvairiausias sistemas, kyla jų suderinamumo problema.

Šiuolaikinis ir tikriausiai vienintelis racionalus šio uždavinio sprendimas yra elektroninių paslaugų (angl. *web services*) architektūra, leidžianti skirtingoms programoms bendrauti internetu nepriklausomai nuo jų sukūrimui naudotų programavimo kalbų ir technologijų. Elektroninė paslauga apibrėžiama kaip savarankiškas programinės įrangos modulis, identifikuojamas universaliu resursų identifikatoriumi URI (angl. *Universal Resource Identifier*), kurio sąsajos ir sąryšiai apibrėžiami XML dokumentais; ji tiesiogiai bendrauja su kitomis programomis per interneto protokolus keisdamosi

XML žinutėmis. Elektroninių paslaugų technologija sukurta interneto TCP/IP, HTTP protokolų ir universalios duomenų aprašymo kalbos XML pagrindu. Ji naudoja tris atvirus standartus: SOAP, WSDL, UDDI [19], kurie yra visuotinai palaikomi ir nepriklausomi nuo vieno gamintojo:

SOAP (angl. *Single Object Access Protocol*) – bendras objekto pasiekimo protokolas, apibrėžiantis taisykles kaip turi struktūrizuota XML žinutė, naudojama bendravimui su elektronine paslauga.

WSDL (angl. *Web Service Definition Language*) – elektroninių paslaugų aprašymo kalba, naudojama standartiškam elektroninės paslaugos aprašymui.

UDDI (angl. *Universal Description Discovery Integration*) – universalus aprašymo, suradimo ir integravimo standartas, naudojamas sukurti elektroninių paslaugų registrus, kuriuose gali būti atliekama elektroninių paslaugų paieška.

Naudojant elektronines paslaugas kaip bendrą sąsają su vidinėmis ir su išorinėmis įmonės programomis, išvengiama būtinybės kurti atskiras sąsajas tarp skirtingų sistemų.

Brown [2] pateikia elektroninių paslaugų terminų apibrėžimus:

- elektroninė paslauga (angl. *web service*) – loginė esybė, realizuojanti vieną ar kelias publikuojamas sąsajas (interfeisus);
- elektroninės paslaugos teikėjas (angl. *web service provider*) – programinės įrangos modulis, realizuojantis paslaugos specifikaciją;
- elektroninės paslaugos klientas (angl. *web service requestor*) – programinės įrangos modulis, naudojantis elektroninės paslaugos teikėjo paslauga;
- elektroninių paslaugų radėjas (angl. *web service locator*) – ypatingas elektroninių paslaugų teikėjas, kuris veikia kaip registras, leidžiantis surasti elektroninių paslaugų teikėjų publikuojamas sąsajas ir jų vietą internete;
- elektroninių paslaugų brokeris (angl. *web service broker*) – ypatingas elektroninių paslaugų teikėjas, kuris gali užklausas perduoti kitiems elektroninių paslaugų teikėjams.

Brown [2] pateikia esminės charakteristikas, kuriomis turi pasižymėti efektyviai veikiančios elektroninės paslaugos:

- sustambinta (angl. *coarse-grained*) – reikia stengtis realizuoti elektronines paslaugas taip, kad jos apimtų kuo daugiau funkcionalumo ir naudotų platų duomenų lauką. Taip būtų išvengiama daugkartinių smulkių užklausų;
- sąsajomis pagrįsta architektūra (angl. *interface based design*) – paslaugos realizuoja atskirai apibibrėžtas sąsajas. Tai leidžia kelioms elektroninėms paslaugoms realizuoti tą pačią sąsają ir vienai elektronei paslaugai realizuoti keletą sąsajų;
- surandama (angl. *discoverable*) – elektroninės paslaugos turi būti surandamos ne tik pagal unikalų paslaugos identifikatorių, bet ir pagal sąsajos identifikatorių bei paslaugos tipą;

- vieno egzemplioriaus (angl. *single instance*) – kiekviena elektroninė paslauga, priešingai negu komponentinėje architektūroje, kai objektai kuriami pagal reikalą, yra vienas, visą laiką veikiantis egzempliorius, bendraujantis su keliais klientais;
- laisvas sujungiama (angl. *loosely coupled*) – elektroninės paslaugos bendrauja su kitomis paslaugomis bei klientais naudojant standartinius, nepriklausomumą užtikrinančius metodus, tokius kaip XML dokumentų pasikeitimas;
- asinchroniška (angl. *asynchronous*) – bendru atveju elektroninės paslaugos naudoja asinchroninį žinučių perdavimo būdą. Kartais taip pat gali būti naudojami sinchroninis bendravimo būdas.

Dvi labiausiai paplitusios elektroninių paslaugų architektūros realizacijos:

- Microsoft .NET;
- Sun Java 2 Enterprise Edition.

Microsoft .NET platforma sukurta tam, kad būtų supaprastintas taikomųjų programų internete kūrimas. Ją sudaro du komponentai: bendras kalbų interpretatorius CLR (angl. *Common Language Runtime*) ir .NET platformos klasių biblioteka. Microsoft .NET technologija pasižymi tuo, kad elektroninių paslaugų moduliai gali būti sukurti naudojant virš 20 programavimo kalbų (C#, C++, Basic, J++) ir naudodami bendrą kalbų interpretatorių CLR, veikti Microsoft Windows platformoje. Vawter ir Roman [17] .NET technologijos privalumais laiko jos glaudumą su operacine sistema ir kūrimo įrankių išvystymą.

J2EE elektroninių paslaugų moduliai kuriami Java platformos pagrindu, kuri leidžia jiems veikti beveik visose naudojamose operacinėse sistemose (UNIX, Linux, Windows). Tai pasiekama Java interpretatoriaus aplinkos JRE (angl. *Java Runtime Enviroment*) pagalba. JRE yra platforma, kurioje gali veikti Java kalba parašytos programos. Kadangi JRE galima įdiegti beveik kiekvienoje naudojamose operacinėje sistemoje, Java kalba parašytos programos be perkompiliavimo gali veikti įvairiose platformose. Be nepriklausomumo nuo platformos, Vawter ir Roman [17] prie J2EE technologijos privalumų priskiria ir aukštesnio konceptualumo nei .NET lygio programavimo modelį.

### 2.3.3. Verslo taisyklių apibrėžimas elektroninių paslaugų architektūroje

Verslo taisyklės gali būti realizuojamos atskirų įmonių informacinėse sistemose, elektronines paslaugas naudojant tik duomenų pasikeitimui. Tačiau šis būdas turi trūkumų, nes atsiradus naujiems reikalavimams keisti verslo taisyklių realizaciją būtų gana problematiška. Tokiu atveju sunku išvengti įmonėse naudojamų informacinių sistemų perprojektavimo, kurios gali būti realizuotos skirtingomis programavimo kalbomis. Daug geresnis sprendimas verslo taisyklės apibrėžti elektroninių paslaugų lygyje, t.y. nustatant elektroninių paslaugų komplekto tarpusavio bendradarbiavimo tvarką ir kitus apibrėžimus.

Elektroninės paslaugos yra atskiri programiniai moduliai, leidžiantys sujungti skirtingus komponentus, kurie gali būti skirtingose įmonėse. Tačiau nei vienas iš elektroninių paslaugų architektūros standartų neleidžia apibrėžti verslo proceso semantikos. Taigi kiekvienas elektroninių paslaugų modulis yra izoliuotas ir iš išorės matomas kaip „juoda dėžė“. Norint realizuoti sudėtingą funkcionalumą, kuomet dažnai pasižymi verslo procesai, reikia specifikuoti tam naudojamą elektroninių paslaugų rinkinį. Verslo procesas gali susidėti iš eilės operacijų, kurias tam tikra tvarka atlieka skirtingi elektroninių paslaugų moduliai. Norint specifikuoti verslo procesą, reikia nustatyti apribojimus elektroninių paslaugų rinkinio operacijoms naudoti.

IBM kompanija yra sukūrusi standartą BPEL4WS (angl. *Business Process Execution Language For Web Services*, sutrumpintai BPEL), leidžiantį specifikuoti verslo procesus ir jų realizacijas elektroninėmis paslaugomis. BPEL atsirado sujungus IBM elektroninių paslaugų srautų aprašymo kalbą (angl. *Web Services Flow Language*) ir Microsoft XLANG specifikaciją [20]. BPEL kalba galima specifikuoti verslo procesą sudarančias atominės paslaugas, jų naudojimo tvarką ir paties proceso teikiamas sudėtingas (kompozicines) paslaugas. Kadangi verslo procesas apima kelias (dažnai asinchronines) elektroninių paslaugų operacijas, šio proceso transakcijos gali tęstis neapibrėžtai ilgą laiką. Todėl įprasti transakcijų apdorojimo mechanizmai užrakinant resursus šiuo atveju netinka. Transakcijų atšaukimo atveju naudojamos kompensacinės operacijos, kurios atstato verslo sistemą į ankstesnę būseną. Transakcijoms valdyti naudojamas WS-Transaction protokolas.

Programų, sukurtų naudojant BPEL4WS, struktūra susideda iš dviejų griežtai atskirtų sluoksnių. Viršutinis, verslo procesų, sluoksnis parašytas BPEL kalba ir apibrėžia sistemos operacijų eiliškumą. Apatinis, elektroninių paslaugų, sluoksnis apibrėžia sistemos funkcijas. Tokia architektūra turi privalumą, kad šie sluoksniai gali būti kuriami ir testuojami atskirai. Sistemai tai suteikia didelį lankstumą ją plečiant ar modifikuojant.

Tam tikros paslaugų kompozicijos galimybės yra ir naujoje WSDL standarto versijoje 2.0, tačiau ji dar nėra praktiškai išbandyta.

#### **2.3.4. Informacinių sistemų integravimas pagal ebXML standartą**

ebXML – elektroninio verslo XML (angl. *electronic business XML*). ebXML yra specifikacijų rinkinys, standartizuojantis įmonių verslo procesų integravimą internete. Šis standartas apima beveik tą pačią sritį kaip elektroninių paslaugų architektūra ir BPEL kalba kartu paėmus.

ebXML skirtas globalioms verslo procesų integravimo taisyklėms aprašyti. ebXML leidžia įmonėms vykdyti verslo procesus remiantis vieningu standartu. Verslo įmonės bendradarbiauja keisdamosi XML dokumentais. Šių dokumentų struktūrą apibrėžia SOAP standartas. Įmonės ebXML, taip pat kaip ir elektroninių paslaugų architektūroje, naudoja viešus registrus teikiamoms paslaugoms skelbti. Verslo procesų ir verslo dokumentų aprašymui skirti standartiniai elementai saugomi

globaliuose registruose, kur juos galima surasti ir panaudoti. Verslo procesai gali būti modeliuojami UML kalba ir specialiais įrankiais transformuojami į XML schemas. ebXML standartizuoja teisinius verslo vykdymo internetu aspektus, kurie nėra realizuoti elektroninių paslaugų architektūroje. ebXML yra numatyti standartai, kaip turi būti sudaromi verslo kontraktai ir prisiimama atsakomybė už atliekamus veiksmus [10].

## 2.4. Pasirinktų sprendimų pagrindimas

Šiuo metu nėra tradicinėse tiekimo grandinėse kylančių problemų sprendimo būdų, kurie būtų efektyvūs ir funkcionaliai, ir ekonomiškai. Dėl to atsiranda poreikis sukurti tiekimo grandinės įmonių verslo procesų integravimo mechanizmą. Dėl šių priežasčių buvo sukurtas tiekimo grandinių integravimo modelis, kuris apibrėžia skirtingų tiekimo grandinės įmonių verslo procesų integravimo principus. Remiantis šiuo modeliu galima kurti adaptyvius tiekimo grandinių tinklus organizuoti leidžiančias programų sistemas.

Tiekimo grandinės dalyviai yra atskiros įmonės, todėl jos turi keistis informacija internetu. Skirtingos įmonės savo verslo procesams valdyti gali turėti kuo įvairiausias sistemas. Individualių sąsajų visoms bendradarbiaujančioms programų sistemoms kūrimas yra brangus ir neefektyvus. Priimtinesnis būdas yra sukurti programų sistemą, kuri realizuotų bendras kiekvienai įmonei funkcijas, kurių pagalba būtų galima sukurti adaptyvų tiekimo grandinių tinklą. Norint tai realizuoti pagal globalų ebXML standartą, reikėtų didelio antstato – ebXML variklio, pačios įmonės, jos verslo procesų ir dokumentų aprašymų pagal sudėtingus standartus. Efektyviausias šio uždavinio sprendimas yra elektroninių paslaugų architektūra, leidžianti skirtingoms programoms bendrauti internetu nepriklausomai nuo jų sukūrimui naudotų programavimo kalbų ir technologijų.

Elektroninių paslaugų technologija sudaro galimybes pasinaudoti įvairių organizacijų sukurtais standartais ir infrastruktūra. Kuriant programų sistemą, leidžiančią suformuoti adaptyvų tiekimo grandinių tinklą, racionaliausia naudoti J2EE (angl. *Java 2 Enterprise Edition*) platformą, palaikančią elektroninių paslaugų architektūrą. J2EE platforma standartizuoja trijų lygių verslo programų kūrimą, suteikia jų vykdymo infrastruktūrą (servletų ir EJB (angl. *Enterprise Java Beans*) konteinerius) [13] ir nepriklausomumą nuo naudojamos operacinės ar duomenų bazių valdymo sistemos. Kuriant programų sistemą, skirtą mažoms ir vidutinėms įmonėms, toks programų sistemos nepriklausomumas yra labai reikšmingas. Kadangi rinkoje gausu kokybiškų atvirojo kodo priemonių, įmonės, siekiančios minimaliais kaštais įdiegti Java platformoje sukurtą programinę įrangą, tai gali padaryti be papildomų išlaidų komerciniams paketams.

Naudojant BPEL tiekimo grandinių tinklo procesams kompiuterizuoti, programų sistema būtų lanksti, lengvai modifikuojama ir integruojama su kitomis verslo valdymo sistemomis. Tačiau realizacijai BPEL kalba reikalingas specialus variklis. Dėl nepakankamos paklausos atvirojo kodo

BPEL varikliai dar nėra patikimi, o mažai įmonei dėl kelių procesų pirkti komercinį BPEL produktą netikslinga. Ateityje, didėjant elektroninių paslaugų architektūroje veikiančių sistemų skaičiui, BPEL ar panaši kalba taps galingu įrankiu pavienėms elektroninėms paslaugoms surinkti ir komponuoti į sudėtingus verslo procesus. Šiuo metu efektyviausias smulkaus ir vidutinio verslo įmonių adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo realizavimas yra individualus sprendimas Java technologijomis.

## 2.5. Analizės išvados

- Pagrindinės tradicinės tiekimo grandinės įmonių problemos – didelės veiklos sąnaudos bei nepakankamai geras ir greitas klientų aptarnavimas.
- Tradicinės tiekimo grandinės yra neefektyvios dėl nepakankamai kokybiškų informacijos mainų tarp atskirų įmonių.
- Tradicinę tiekimo grandinę sudarančių skirtingų įmonių verslo procesai yra neintegruoti, kas lemia dideles informacijos surinkimo ir apdorojimo sąnaudas.
- Adaptyvusis tiekimo grandinių tinklas – elektroninio verslo principais grįstas konceptualus sprendimas, leidžiantis integruoti tradicinės tiekimo grandinės įmonių verslo procesus.
- Kadangi rinkoje esančios tiekimo grandinės valdymo sistemos nesudaro realių galimybių organizuoti adaptyvuosius tiekimo grandinių tinklus, automatizuojant logistikos procesus, kyla poreikis sukurti tokius sprendimus įgyvendinančią alternatyvią tiekimo grandinės valdymo sistemą.
- Racionaliausias skirtingų įmonių verslo procesų integravimo būdas – elektroninių paslaugų architektūros panaudojimas, kuris leidžia atskiroms programoms bendrauti internetu nepriklausomai nuo jų sukūrimui naudotų programavimo kalbų ir technologijų.
- Adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo realizavimas pagal globalų ebXML standartą yra brangus ir sudėtingas, nes tam reikia didelio antstato – ebXML variklio, standartinių pačios įmonės, jos verslo procesų ir dokumentų aprašymų, reikalaujančių daug laiko ir pastangų.
- Atlikta technologijų analizė leidžia teigti, kad BPEL ar kita panaši verslo procesų kompozicijos kalba ateityje gali tapti galingu pavienių elektroninių paslaugų surinkimo į sudėtingus verslo procesus įrankiu, tačiau šiuo metu nedidelėms įmonėms efektyvesnis yra individualus projektas J2EE technologijomis, kuris yra pigesnis, patikimesnis ir užtikrina tą patį funkcionalumą, stabilumą, nepriklausomumą nuo naudojamos OS bei DBVS.
- Norint suformuluoti kokybiškus reikalavimus kuriamai sistemai, reikia išanalizuoti probleminę sritį, sudaryti jos konceptualųjį modelį, identifikuoti joje vykstančius veiklos procesus.
- Tiekimo grandinės valdymo sistemų architektūros, duomenų ir vartotojo sąsajos modeliai, apibendrinantys specifines probleminės srities ir galimų realizacijos technologijų žinias, reikalingi tam, kad jų pagrindu būtų galima kurti adaptyvuosius tiekimo grandinių tinklus realizuojančias programų sistemas.

### **3. Integruotųjų tiekimo grandinių tinklo modelis**

Integruotųjų tiekimo grandinių tinklo modelis aprašo tiekimo/pardavimo ryšiais susijusių įmonių verslo procesų integravimo principus. Šios įmonės sudaro tinklą, kuriame kiekviena įmonė siekia savo bei viso tinklo veiklos efektyvumo, maksimaliai patenkinant klientų poreikius. Kiekviena tokio tinklo įmonė savo klientams pateikia visą jiems reikalingą informaciją. Tai pasiekama integruojant įmonių informacines sistemas ir automatizuojant užsakymų valdymo bei logistikos procesus. Šių uždavinių sprendimą aprašančio modelio pagrindu galima kurti tiekimo grandinės valdymo programų sistemas. Integruotųjų tiekimo grandinių tinklo modelį sudaro konceptualusis, sistemos architektūros, duomenų ir vartotojo sąsajos modeliai.

Konceptualusis modelis aprašo tiekimo grandinės probleminę sritį iš vartotojo bei verslo perspektyvos. Jis skirtas verslo poreikių supratimui bei vartotojo reikalavimų nustatymui.

Sistemos architektūros modelis skirtas abstraktaus sprendimo suformulavimui. Remiantis šiuo modeliu, galima projektuoti programų sistemas, sprendžiančias tradicinėse tiekimo grandinėse kylančias problemas.

Duomenų modelis nusako principus pagal kuriuos gali būti organizuojami kuriamų tiekimo grandinės valdymo sistemų duomenys.

Vartotojo sąsajos modelyje pateikiamos rekomendacijos kaip gali būti organizuojama kuriamų probleminės srities sistemų vartotojo sąsaja.

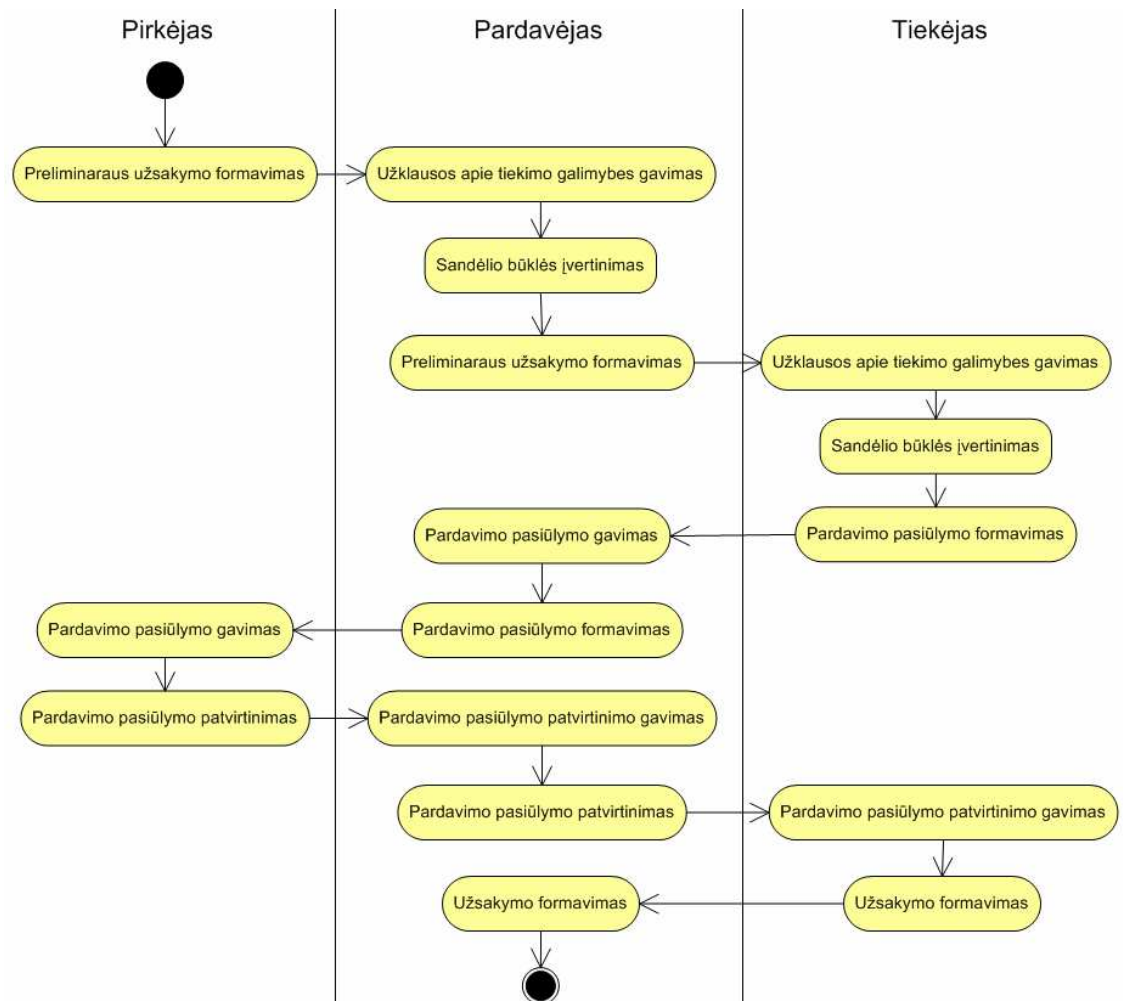


### 3.1. Konceptualusis probleminės srities modelis

Konceptualusis modelis sudaromas nagrinėjant tradicinės tiekimo grandinės logistikos procesus. Jis aprašo integruotųjų tiekimo grandinių tinklą, siūlo jo veiklos pagerinimo būdus.

#### 3.1.1. Logistikos procesai tiekimo grandinėje

3.1 paveiksle pavaizduota kaip vyksta logistikos procesai tiekimo grandinėje. Ši grandinė sudaryta iš trijų nuosekliai tiekimo/pardavimo ryšiais susijusių įmonių. Bendru atveju tiekimo grandinėje tinkle gali būti neribotas nuosekliai susijusių įmonių skaičius.



3.1 pav. Logistikos procesai tiekimo grandinėje

Gavusi preliminarų užsakymą, kiekviena tiekimo grandinės įmonė turi įvertinti savo tiekimo galimybes ir suformuluoti tikslų užsakymo pasiūlymą. Norint automatizuoti šiuos procesus reikia, kad kiekviena įmonė savo klientams pateiktų visą jiems reikalingą informaciją. Tai galima pasiekti integruojant tiekimo grandinės įmonių informacines sistemas. Kiekvienos įmonės informacinėje sistemoje turi būti realizuotos tiekimo grandinės pardavėjo ir pirkėjo funkcijos, kurios prieinamos iš išorės ir gali būti iškviečiamos kitų tiekimo grandinės įmonių informacinių sistemų (3.1 – 3.2 lentelės).

## 3.1 lentelė

## Pardavėjo funkcijos tiekimo grandinėje

Funkcija	Aprašymas
Preliminaraus užsakymo gavimas	Užklauso iš pirkėjo apie prekių/paslaugų tiekimo galimybes gavimas.
Automatiškas preliminarus užsakymo formavimas	Užklauso apie trūkstamas prekes/paslaugas formavimas. Jei pirkėjo užsakomų prekių sandėlyje nėra, pardavėjas pateikia atitinkamas užklauso ir tampa pirkėju savo tiekėjams.
Pardavimo pasiūlymo suformavimas	Pardavimo pasiūlyme nurodoma tiksli užsakytų prekių/paslaugų kaina ir galimas užsakymo įvykdymo laikas, priklausantis nuo užsakytų prekių kiekio, jų kiekio sandėlyje, prekių gamybos ir tiekimo galimybių. Jei nuo galimo užsakymo įvykdymo laiko priklauso užsakymo kaina, pardavėjas gali suformuoti keletą pardavimo pasiūlymų. Sistema taip pat turi įvertinti klientui suteiktą kredito limitą, jo sąskaitų apmokėjimus, kiekvienam pirkėjui individualiai pritaikyti lojalumo/nuolaidų sistemą.
Pardavimo pasiūlymo patvirtinimo arba atmetimo iš pirkėjo gavimas	Pirkėjui patvirtinus pardavimo pasiūlymą, pardavėjas turi patvirtinti arba atmesti su šiuo užsakymu susijusius iš savo tiekėjų gautus pardavimo pasiūlymus. Tokiu būdu visoje grandinėje suformuojami galutiniai užsakymai, reikalingi pirminio užsakymo įvykdymui.
Užsakymo suformavimas	Sėkmingai patvirtinus iš savo tiekėjų gautus pardavimo pasiūlymus, pardavėjas formuoja galutinį pirkėjo užsakymą.

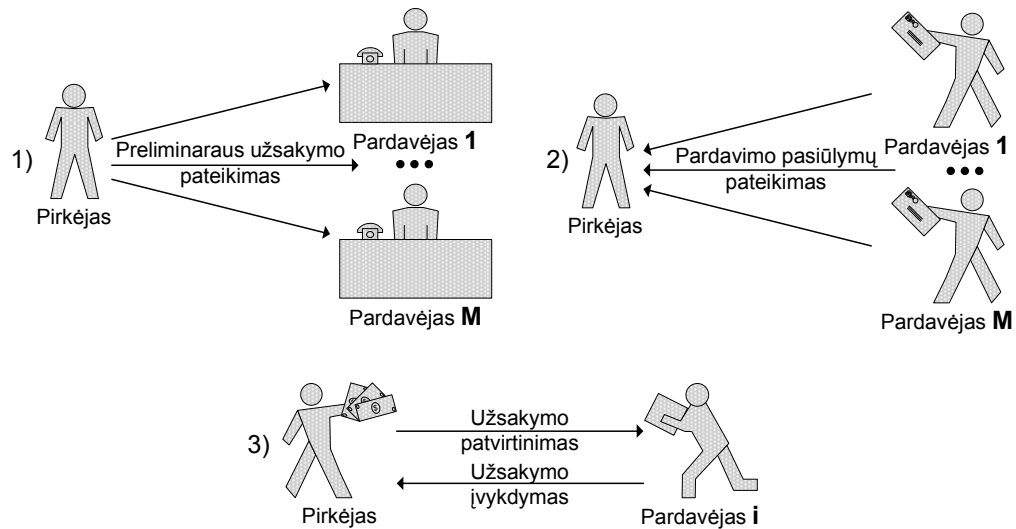
## 3.2 lentelė

## Pirkėjo funkcijos tiekimo grandinėje

Funkcija	Aprašymas
Preliminaraus užsakymo formavimas	Užklauso pardavėjui apie prekių/paslaugų tiekimo galimybes.
Pardavimo pasiūlymo gavimas iš pardavėjo	Pardavimo pasiūlyme nurodoma tiksli užsakytų prekių/paslaugų kaina ir galimas užsakymo įvykdymo laikas.
Pardavimo pasiūlymo patvirtinimas arba atmetimas	Patvirtinus pardavimo pasiūlymą, pardavėjas gali suformuoti galutinį užsakymą.

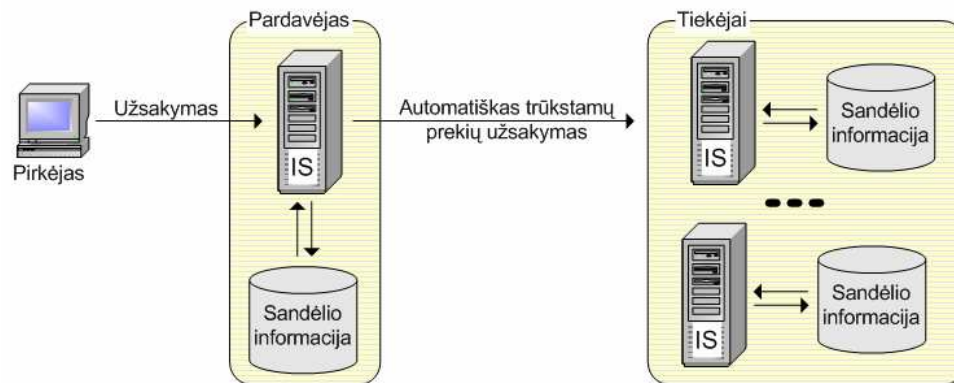
### 3.1.2. Tiekimo grandinių tinklo veiklos modelis

Tiekimo grandinių tinkle gali būti ne tik nuosekliai susijusios įmonės, t.y. įmonė gali turėti keletą tos pačios prekės pirkėjų ir tiekėjų. Kiekviena tinklo įmonė, gavusi pirkėjo užsakymą, turi įvertinti savo sandėlio likučių informaciją, gamybos procesus, užsakymo įvykdymui reikalingų prekių ar žaliavų tiekimo galimybes. Tada įmonė gali tiksliai informuoti klientą apie užsakymo įvykdymo laiką ir kainą. Jei pirkėjas turi keletą reikalingos prekės tiekėjų, jiems visiems išsiunčiamos užklauskos dėl tos prekės tiekimo galimybių. Tokiu būdu prieš kiekvieną prekės ar paslaugos pirkimą iš visų galimų pardavėjų sudaroma virtuali rinka. Pirkėjas gali padaryti objektyviai geriausią sprendimą, nes kiekviena virtualios rinkos įmonė pateikia tikslų pardavimo pasiūlymą (3.2 pav.).



3.2 pav. Užsakymų apdorojimas virtualioje rinkoje

Jei įmonė savo jėgomis užsakymo įvykdyti negali, jos informacinė sistema turi automatiškai atlikti trūkstančių prekių tiekimo užsakymus (3.3 pav.). Šis procesas turi vykti rekursyviai, t.y. pardavėjas, atliekantis trūkstančių prekių tiekimo užsakymą tampa pirkėju, jo tiekėjas įgauna pardavėjo rolę, o tiekimo užsakymas apdorojamas analogiškai kaip pardavimo užsakymas gautas iš galutinio vartotojo.

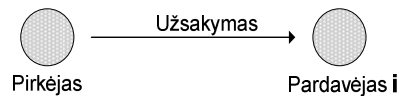


3.3 pav. Automatizuotas tiekimo užsakymas tiekimo grandinių tinkle

### 3.1.3. Konceptualiojo modelio aprašymas

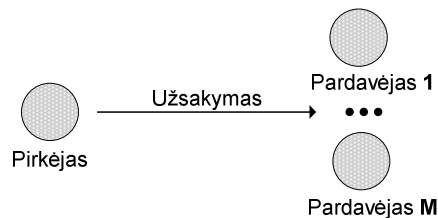
Konceptualusis tiekimo grandinių tinklo modelis aprašo tiekimo/pardavimo ryšiais susijusių įmonių sistemą, kurios siekia savo įmonės bei viso tinklo veiklos efektyvumo, maksimaliai patenkindamos klientų poreikius [16]. Šis modelis aprašomas naudojant orientuotus grafus. Įmonės vaizduojamos kaip grafo viršūnės, o užsakymai vaizduojami kaip grafo briaunos, kurios išeina iš užsakovo.

**Elementarioji tiekimo grandinė** – prekių/paslaugų pirkėjas ir jų pardavėjas (3.4 pav.).



3.4 pav. Elementarioji tiekimo grandinė

**Virtuali užsakymo rinka** – prekių/paslaugų pirkėjas ir visi galimi jų pardavėjai (3.5 pav.).



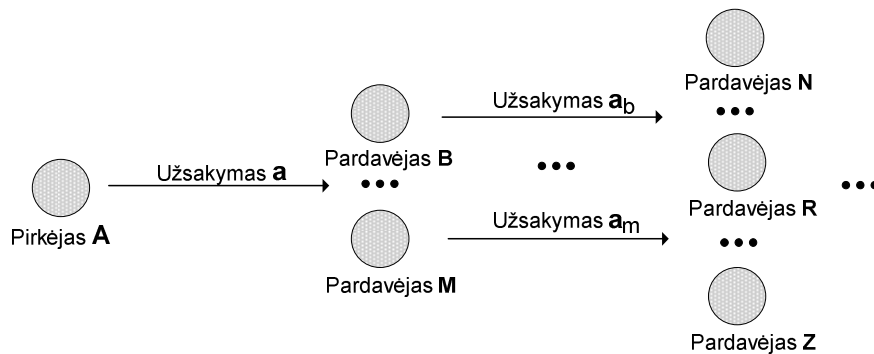
3.5 pav. Virtuali užsakymų rinka

**Pradinis užsakymas** – galutinio vartotojo prekių/paslaugų užsakymas tiekimo grandinių tinklo įmonėms (3.6 pav., Užsakymas a).

**Dalinis užsakymas** – tiekimo grandinių tinklo įmonės tiekimo užsakymas, kuris yra reikalingas tos įmonės gauto užsakymo įvykdymui (3.6 pav., Užsakymas  $a_m$ ).

**Momentinis tiekimo grandinių tinklas** (3.6 pav.) suformuojamas rekursyviai integruojant virtualias rinkas, t.y. kiekvienas pardavėjas, gavęs užsakymą iš pirkėjo ir savo jėgomis negalintis jo įvykdyti, formuoja užklausas (preliminarius užsakymus) savo tiekėjams, taip iš jų sudarant virtualią rinką. Bet kuris momentinio tiekimo grandinių tinklo kelias (einantis nuo grafo pradžios ir pasibaigiantis viršūnėje, iš kurios neišeina nei viena briauna) rodo tiekimo grandinę, kuri gali įvykdyti galutinio vartotojo užsakymą. Tokio tinklo būseną nėra pastovi ir priklauso nuo laiko, nes kol galutinis vartotojas nėra patvirtinęs pradinio užsakymo, užsakomų prekių kainos ir kiekiai tinklo įmonių sandėliuose gali kisti.

Galutinis vartotojas patvirtindamas vieną iš pradinių užsakymo variantų, pasirenka to užsakymo vykdymo tiekimo grandinę. Kiekviena šios tiekimo grandinės įmonė patvirtina atitinkamus tiekimo užsakymus, reikalingus galutinio užsakymo vykdymui. Visi kiti pardavimo pasiūlymai momentiniame tiekimo grandinių tinkle yra nepatvirtinami ir atmetami.



3.6 pav. Momentinis tiekimo grandinių tinklas

### 3.1.4. Konceptualaus modeliavimo išvados

Konceptualaus modeliavimo rezultatas – į vartotojus orientuotas įmonių tinklas, kuris dalijasi resursais ir žiniomis, kad lanksčiai reaguotų į nuolat besikeičiančią ir konkurencingą aplinką. Tokiame tinkle vykdomos integruotos daugelį partnerių siejančios tiekimo, planavimo, gamybos ir distribucijos operacijos atvaizduojamos atskirų įmonių informacinėse sistemose, kurios suteikia galimybę realiu laiku gauti duomenis apie tinklo būseną, operatyviai priimti sprendimus bei laiku juos įvykdyti.

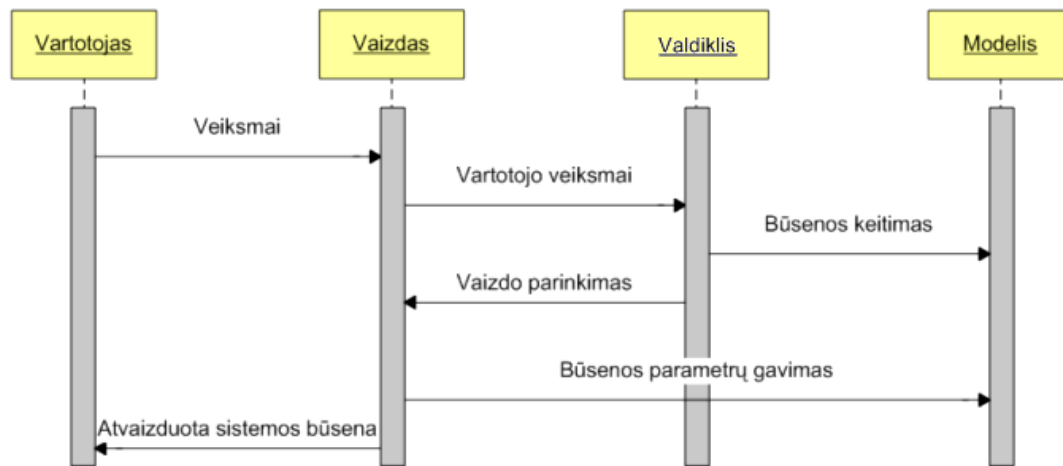
Igyvendinant tiekimo grandinių tinklo elektroninio verslo koncepciją gali būti panaudoti beveik visi elektroninio verslo šablonai. Pavyzdžiui, galutiniam vartotojui renkantis prekes iš internetinio katalogo būtų realizuotas U2OB šablonas, jam sekant atlikto užsakymo būklę – U2B šablonas. Automatizuoti logistikos procesai realizuoja B2Bi šabloną. Kiekviena kartą, prieš perkant prekę ar paslaugą, iš visų galimų tiekėjų sudaroma virtuali rinka, kurioje pirkėjas gali padaryti objektyviai geriausią sprendimą, nes kiekviena virtualios rinkos įmonė pateikia tikslų pardavimo pasiūlymą (eMP šablonas). Sumažinus informacijos surinkimo, apdorojimo kaštus atsiranda galimybė pilnai disponuoti verslo procesų informacija (U2D šablonas) ir daryti optimalius sprendimus, kurie įmonei atneša didžiausią pelną.

Apčiuopiamiausias elektroninio verslo koncepcijos įgyvendinimo rezultatas – logistikos procesų automatizavimas. Įmonėms turint priėjimą prie realaus laiko verslo procesų informacijos, nebelieka poreikio atlikti užsakomų prekių rezervavimą sandėlyje iki to užsakymo patvirtinimo. Pirkėjas, atlikęs preliminarų užsakymą, bet kuriuo laiko momentu gali sužinoti realų galimą šio užsakymo įvykdymo laiką. Jam patvirtinus šį užsakymą, prekės sandėlyje yra paruošiamos siuntimui. Tradiciškai, klientui atliekant preliminarų užsakymą ir laukiant atsakymo apie galimą to užsakymo įvykdymo laiką, užsakytos prekės yra rezervuojamos sandėlyje. Tai reikalinga dėl to, kad šios prekės nebūtų parduotos kitam klientui. Tačiau, užrezervavus prekes ir nepatvirtinus šio užsakymo, prarandama galimybė tuo metu parduoti šias prekes. Todėl tokiu atveju, pirkėjas negalėjęs įsigyti tuo metu užrezervuotų prekių, pasirinks kitą tiekėją.

Tiekimo grandinių tinkle, sudarytame iš momentinių virtualių rinkų, dėl įmonių konkurencijos padidėtų viso tinklo efektyvumas. Sumažinus informacijos surinkimo, apdorojimo kaštus atsiranda galimybė pilnai disponuoti verslo procesų informacija ir daryti optimalius sprendimus, kurie įmonei atneša didžiausią pelną.

### 3.2. Tiekimo grandinių tinklo valdymo sistemų architektūros modelis

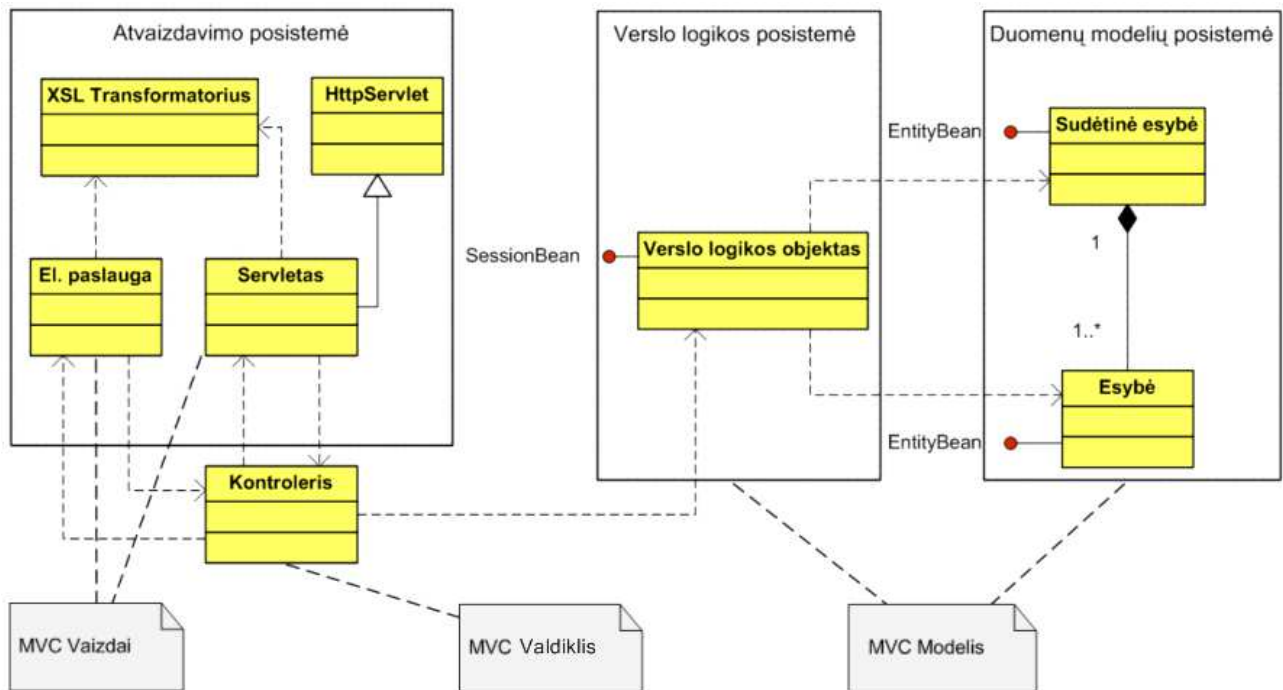
Sistemos architektūra projektuojama naudojant J2EE (angl. *Java 2 Enterprise Edition*) trijų lygių verslo programų kūrimo standartą ir MVC (Modelis/Vaizdas/Valdiklis, angl. *Model/View/ Controller*) šabloną, kuriuo atskiriamos duomenų modeliavimo, atvaizdavimo ir verslo logikos posistemės [1]. Joms susieti ir valdyti naudojama atskira klasė – valdiklis. Valdiklis iš atvaizdavimo posistemės objektų gauna parametrus apie vartotojo veiksmus ir iškviečia atitinkamus verslo logikos komponentų metodus. Pasikeitus sistemos būsenai, valdiklis pateikia vartotojui reikiamą modelio (t.y., sistemos būsenos) vaizdą (3.7 pav.).



3.7 pav. MVC šablono sekos diagrama

Duomenų modeliavimo posistemės klasės modeliuoja programų sistemoje naudojamus duomenis, kurie saugomi duomenų bazėje. Tiekimo grandinių tinklo verslo taisyklės suprogramuojamos sistemos verslo logikos komponentuose. Verslo logikos posistemės klasės atsakingos už operacijų su sistemos duomenimis vykdymą. Duomenų modeliai realizuojami kaip J2EE esybės (*Entity Bean* komponentai), verslo logikos elementai – kaip J2EE esybių valdymo objektai (*Session Bean* komponentai). Tokia EJB komponentų architektūra atitinka sesijos fasado (angl. *Session Facade*) projektavimo šabloną, kai veiksmai atliekami ne tiesiogiai su esybėmis, bet iškviečiant komponentus, realizuojančius funkcijas su esybėmis [9]. Tokiu būdu išvengiama komplikuo to transakcijų valdymo per kelis funkcijų iškvietimus, kai vienai funkcijai neįvykus, reikia atšaukti jau įvykdytas funkcijas ir atstatyti pradinę būseną. Pagal sesijos fasado šabloną transakcija atliekama vienos funkcijos ribose. Be to, verslo logika sukonzentruojama viename komponentų sluoksnyje, taip išsprendžiant sistemos išplečiamumo problemą.

Atvaizdavimo posistemės klasių paskirtis – modeliuoti vartotojo bei kitų informacinių sistemų sąsajas su tiekimo grandinės valdymo programų sistema. MVC šablonas ypač naudingas tada, kai sistemos būseną (kurią aprašo duomenų modeliai) skirtingomis sąsajomis pateikiama keliems klientams. Vartotojai su sistema bendrauja per interneto naršyklę, o sąsaja su kitomis informacinėmis sistemomis realizuojama elektroninėmis paslaugomis. Todėl sistemos būseną turi būti atvaizduojama HTML ir XML dokumentais. XML dokumentų formatą nusako elektroninės paslaugos aprašymas WSDL kalba. Sistemoje modelio būseną po įvykdytos transakcijos aprašoma XML dokumentu, kuris XSLT duomenų transformavimo kalba ir *Apache Velocity* šablonų biblioteka transformuojamas į reikalingą formatą. Jei prireikia išplėsti sistemos būsenos atvaizdavimą nauju formatu, tokia atvaizdavimo posistemės architektūra leidžia tai padaryti neperprojektuojant sistemos. Kadangi sistemos architektūra turi būti pritaikyta J2EE platformai, naudinga MVC šabloną optimizuoti taip, kad atvaizdavimo posistemės objektai tiesiogiai nesikreiptų į *Enterprise Java Beans* komponentus, bet gautų sistemos būseną aprašantį objektą iš valdiklio [16]. Tokia architektūra pavaizduota 3.8 paveiksle.



**3.8 pav. Sistemos architektūros modelis**

Objektas, aprašantis sistemos būsenos informaciją, realizuojamas kaip raktų – objektų porų rinkinys (*HashMap* objektas). Šis sprendimas leidžia atvaizdavimo posistemę padaryti maksimaliai nepriklausomą nuo modelio. Vienintelis dalykas siejantis abi posistemas – raktų reikšmių sąrašas, pagal kurias galima gauti sistemos būsenos parametrus. Minimalus posistemių tarpusavio priklausomumas leidžia padidinti sistemos plėtimo bei integravimo su kitomis sistemomis galimybes.

Funkcijos, skirtos informacijai perduoti tarp skirtingų įmonių pagal tiekimo grandinių tinklo konceptualųjį modelį, realizuojamos kaip elektroninės paslaugos, veikiančios J2EE servletų

konteineryje kartu su servertais, skirtais sąsajai su vartotoju per interneto naršyklę. Elektroninės paslaugos užregistruojamos UDDI kataloge, kur kitos tiekimo grandinių tinklo įmonės jas gali dinamiškai surasti ir iškviesti. UDDI katalogai turi technologiniu požiūriu neribotas galimybes plėtoti bendradarbiaujančių įmonių tinklus. Praktikoje jų funkcionavimas priklauso nuo atitinkamų organizacinių ir teisinių sprendimų bei įmonių tarpusavio susitarimų.

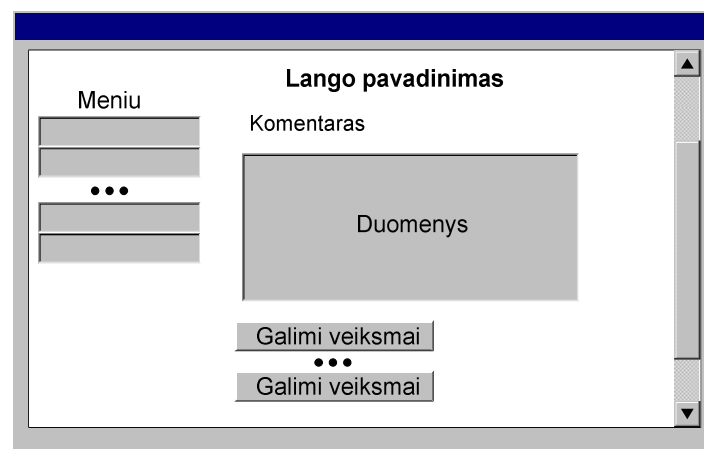
### 3.3. Duomenų modelis

Loginiai sistemos duomenys yra realizuojami kaip J2EE *Entity Bean* komponentai, modeliuojantys sistemoje naudojamas esybes, kurios saugomos fiziniėje duomenų bazėje. *Entity Bean* komponentus efektyviausia susieti su reliacine duomenų baze. Tokiu būdu J2EE *Enterprise Java Beans* konteineris fizinius duomenis (reliacinės duomenų bazės lentelių įrašus) sinchronizuoja su loginiais duomenimis (*Entity Bean* komponentais), naudojamais programų sistemoje.

### 3.4. Vartotojo sąsajos modelis

Tiekimo grandinių tinkle veikia kelios įmonės, kurių informacinės sistemos bendradarbiauja tarpusavyje. Be to, įmonės informacinė sistema naudotis turi ir vartotojas. Dėl šių priežasčių reikalinga sukurti sistemos elektroninių paslaugų sąsają ir interneto naršyklės sąsają. Sistemos architektūra yra tam pritaikyta, nes naudojamas MVC šablonas. Elektroninių paslaugų sąsaja realizuojama formuojant XML dokumentus, kurių formatą nusako elektroninės paslaugos aprašymas WSDL kalba. Dėl lengvo sistemos panaudojamumo reikalavimų vartotojo sąsaja per interneto naršyklę turi būti realizuojama pagal vieningą šabloną. Kiekvienas vartotojo sąsajos langas turi būti vieningos struktūros, kad vartotojas sistema galėtų naudotis intuityviai ir jam nereikėtų ilgo apmokymo.

Pagal kiekvieno vartotojo rolę, jam turi būti suformuojamas atitinkamas meniu ir atitinkami galimų veiksmų su duomenimis mygtukai (4.9 pav.).



4.9 pav. Vartotojo sąsajos langų šablonas



## 4. Adaptyviųjų tiekimo grandinių valdymo sistemos sukūrimo projektas

Šiame skyriuje aprašomas integruotųjų tiekimo grandinių tinklo modelio, aprašyto 3 skyriuje, pagrindu sukurta programų sistema, leidžianti įmones jungti į adaptyvųjį tiekimo grandinių tinklą.

### 4.1. Sistemos sukūrimo tikslai

Kadangi Lietuvos smulkių ir vidutinių įmonių išteklių yra riboti, joms sunku įsigyti didžiųjų gamintojų (pvz. Microsoft, SAP arba iScala) kompleksinius verslo valdymo sprendimus. Atlikta analizė leidžia teigti, kad tai galingi, daug galimybių turintys paketai, tačiau smulkioms ir vidutinėms Lietuvos įmonėms jie yra per brangūs ir per daug sudėtingi, nes tokių įmonių veikloje gali būti panaudotos tik kai kurios šių paketų funkcijos. Dauguma smulkių ir vidutinių Lietuvos įmonių naudoja įvairių gamintojų verslo valdymo sistemas, kurios apima tik tam tikrus verslo procesus ir jos gali būti nelinkusios šių sistemų atsisakyti. Todėl, norint padidinti smulkių ir vidutinių gamybos ar paslaugų teikimo įmonių konkurencingumą bei padidinti jų verslo procesų efektyvumą, reikia sukurti atitinkamą adaptyviųjų tiekimo grandinių valdymo sistemą. Tokia sistema turi teikti galimybes integruoti įmonę į adaptyvųjį tiekimo grandinių tinklą, todėl turi būti lanksti, lengvai integruojama su kitomis verslo valdymo sistemomis, pagrįsta standartais ir atviromis technologijomis.

Dėl lankstumo ir integravimo su kitomis verslo valdymo sistemomis galimybių, naudojamų atvirų standartų ir technologijų, santykinai neaukštos paties programinio produkto ir jo diegimo kainos, sukurta sistema būtų alternatyva brangioms ir sudėtingoms didžiųjų gamintojų tiekimo grandinės valdymo sistemoms. Dėl šių priežasčių sukurta adaptyviųjų tiekimo grandinių valdymo sistema turėtų būti priimtina smulkių ir vidutinių Lietuvos įmonių sektoriui [15].

Atliktos analizės pagrindu suformuluota sistemos kūrimo užduotis: turi būti sukurta adaptyviųjų tiekimo grandinių valdymo sistema, kuri leistų automatizuoti pardavimo, logistikos, apskaitos procesus. Ši sistema turi suteikti galimybę įmonei aptarnauti klientus per interneto portalą. Programa gali veikti autonomiškai arba būti sujungta į tiekimo grandinės programų sistemą, kurioje atskiros programos bendrauja XML pranešimais elektroninių paslaugų pagalba, taip automatizuojant logistikos procesus.

### 4.2. Reikalavimai adaptyviųjų tiekimo grandinių valdymo sistemai

Atlikus tradicinių grandinių problemų ir esamų tiekimo grandinės valdymo sistemų analizę, buvo padaryta išvada, kad tikslinga sukurti alternatyvią programų sistemą. Sudarius probleminės srities konceptualųjį modelį ir įvertinus kylančias problemas iš verslo ir vartotojo perspektyvos, buvo suformuluoti reikalavimai kuriamai programų sistemai:

- kiekvienoje tinklo įmonėje turi būti smarkiai sumažintas pardavimo proceso metu vykstančio klientų aptarnavimo laikas (įskaitant laiką, sugaištą teikiant klientui informaciją apie užsakomų prekių

bei paslaugų kainą, galimą užsakymo įvykdymo laiką ir pan.). Tai turi būti pasiekta automatizuojant tiekimo grandinių tinklo logistikos procesus:

- klientui pateikiant informaciją apie galimą užsakymo įvykdymo laiką, turi būti naudojama ir pačios įmonės, ir jos tiekėjų informacija apie turimas prekių atsargas;
- pardavimo procesas įmonėje turi automatiškai inicijuoti tos pačios įmonės logistikos (tiekimo) procesą;
- prekybinės įmonės logistikos (tiekimo) procesas turi automatiškai inicijuoti pardavimo procesą tiekėjo įmonėje;
- programų sistema turi sudaryti galimybes organizuoti individualius katalogus pirkėjams, su įvairiomis lojalumo/nuolaidų sistemomis.
- užsakymų valdymo sistemoje turi būti naudojama finansinė informacija (pirkėjų sąskaitos, jų apmokėjimai, kredito limitai)

Funkciniai reikalavimai detaliau pateikti 4.3 skyriuje „Panaudojimo atvejų modelis“. Pagrindiniai nefunkciniai reikalavimai kuriamai programų sistemai:

- autorizuotas prisijungimas prie sistemos, kad būtų užtikrintas programoje naudojamų duomenų saugumas;
- lengvas panaudojamumas (vieninga vartotojo sąsaja, galimų veiksmų paaiškinimas, trumpas vartotojo apmokymo laikas);
- lanksti internacionalizacija (turi būti sudaroma galimybė vartotojui su sistema bendrauti gimtąja kalba neperkompilavus programos kodo);
- daugiaplatformiškumas (sistemos perkėlimas į kitą operacinę sistemą ar duomenų bazių valdymo sistemos pakeitimas turi vykti be programos kodo perkompilavimo);
- integralumas su kitomis tiekimo grandinės valdymo sistemomis ir buhalterinės bei materialių vertybių apskaitos sistemomis.

### **4.3. Panaudojimo atvejų modelis**

#### **4.3.1. Sistemos aktoriai**

*Pirkėjas:* autorizuotas asmuo, turintis jam suteiktą prisijungimo vardą, slaptažodį ir pirkėjo teises sistemoje. Gali peržiūrėti jam skirtą kainininką su individualia lojalumo / nuolaidų sistema, atlikti užsakymą įsigyti prekių, koreguoti ir patvirtinti užsakymą.

*Vadybininkas:* autorizuotas asmuo, turintis jam suteiktą prisijungimo vardą, slaptažodį ir vadybininko teises sistemoje. Gali peržiūrėti užsakymų, pirkėjų ir jų apmokėjimų informaciją, norodyti galimą užsakymo prekių pristatymo laiką.

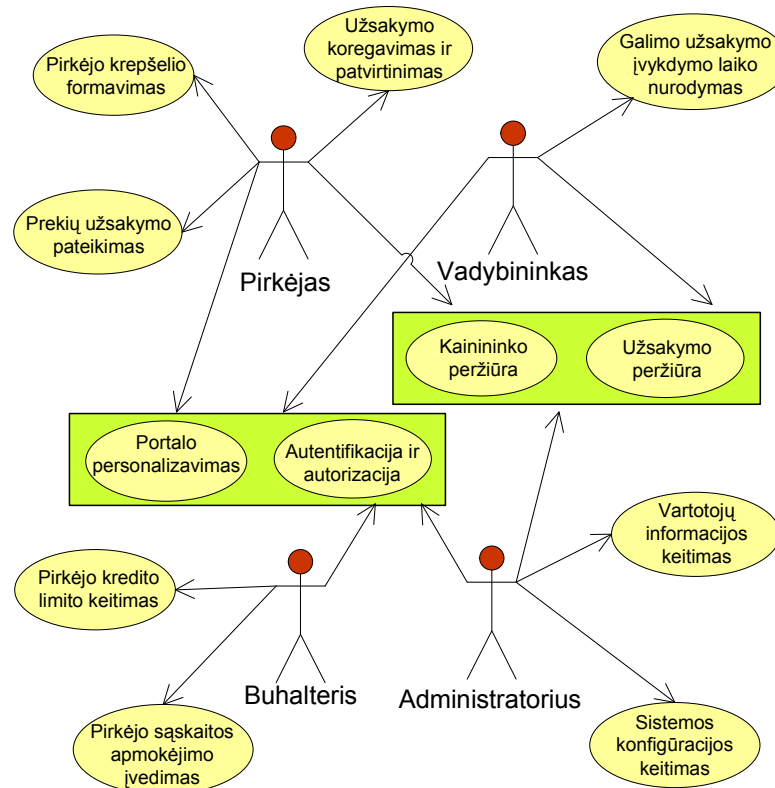
*Buhalteris*: autorizuotas asmuo, turintis jam suteiktą prisijungimo vardą, slaptažodį ir buhalterio teises sistemoje. Turi galimybę įvesti pirkėjų sąskaitų apmokėjimus, keisti pirkėjų kredito limitų informaciją.

*Administratorius*: autorizuotas asmuo, turintis jam suteiktą prisijungimo vardą, slaptažodį ir administratoriaus teises sistemoje. gali keisti vartotojų informaciją, sistemos konfigūraciją.

Kiekvienas sistemos vartotojas gali personalizuoti portalo konfigūraciją (keisti kalbą, spalvų paletę, įrašų skaičių ataskaitose).

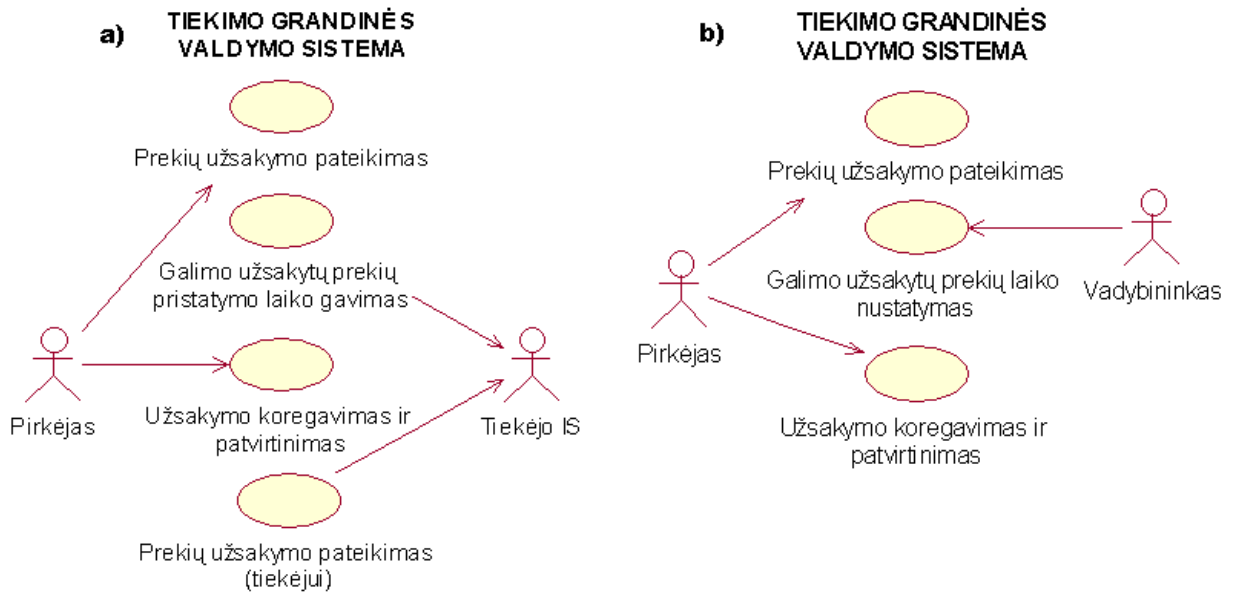
**Pastaba**: Šios sistemos vartotojas gali būti ir žmogus bendraujantis su sistema interneto naršyklės pagalba, ir kita sistema siunčianti ir gaunanti XML pranešimus elektroninių paslaugų architektūroje.

#### 4.3.2. Panaudojimo atvejų modelis



4.1 pav. Panaudojimo atvejų modelio diagrama.

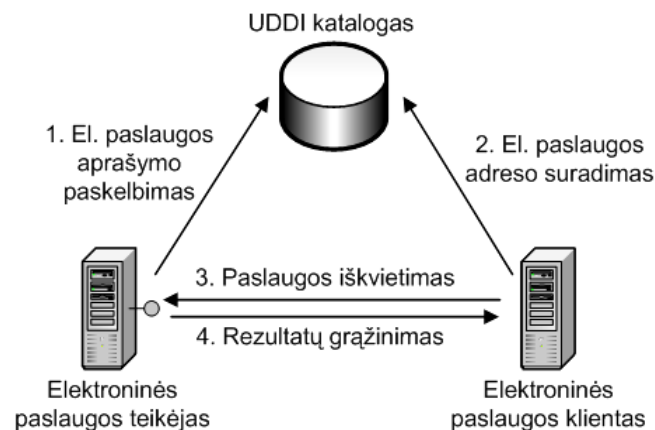
4.2 paveiksle pavaizduotas užsakymo įvykdymo procesas, kai įmonė integruota į tiekimo grandinę (a) ir kai įmonės programų sistema veikia autonomiškai (b).



4.2 pav. Užsakymo įvykdymo procesas.

#### 4.4. Adaptyviųjų tiekimo grandinių valdymo sistema elektroninių paslaugų architektūroje

Atlikus galimų technologijų analizę, buvo padaryta išvada, kad racionaliausia tiekimo grandinių tinklo įmonių programų sistemas realizuoti elektroninių paslaugų architektūroje. Šios sistemos bendrauja per elektronines paslaugas (atlieka užklausas apie prekių/paslaugų kainas, galimą užsakymo įvykdymo laiką, pateikia tiekimo užsakymus), siųsdamos viena kitai XML pranešimus. Elektroninės paslaugos adresą, jos naudojamų XML pranešimų formatą nusako WSDL dokumentai, kurie gali būti patalpinti elektroninių paslaugų aprašymus saugančiame UDDI kataloge (4.3 pav.). UDDI katalogas skirtas elektroninių paslaugų aprašymams skelbti viešai, kad jas būtų galima surasti ir iškviesti per tinklą.



4.3 pav. Elektroninių paslaugų architektūra

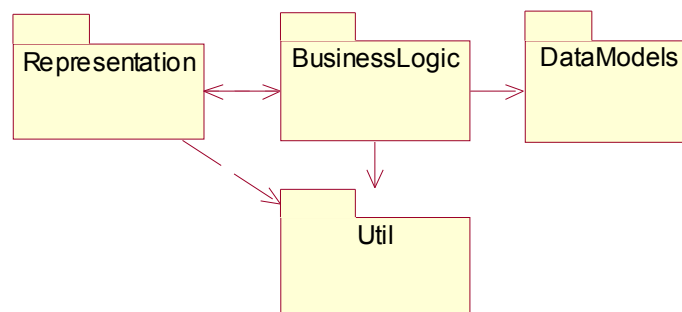
UDDI katalogą galima naudoti dinaminiam tiekimo grandinės tinklo įmonių (prekių ar paslaugų teikėjų) radimui bei naujoms įmonėms įjungti į adaptyvųjį tinklą. Atsiradus naujam prekių tiekėjui, aptarnavimo ar ekspedijavimo paslaugų teikėjui, užtektų UDDI katalogą papildyti nauju įrašu, nekeičiant visos tinklo įmonių sistemos [14].

## 4.5. Sistemos architektūra

### 4.5.1. Posistemių struktūra

Sistemos architektūra suprojektuota pagal 3.2 skyriuje aprašytą architektūros modelį. Jame naudojamas J2EE (angl. *Java 2 Enterprise Edition*) trijų lygių verslo programų kūrimo standartas ir MVC (Modelis/Vaizdas/Valdiklis, angl. *Model/View/ Controller*) šablonas, pagal kurį atskiriamos duomenų modeliavimo, atvaizdavimo ir verslo logikos posistemės [1]. Joms susieti ir valdyti naudojama atskira klasė – valdiklis.

Duomenų modeliavimo posistemės (*DataModels*) klasės modeliuoja programų sistemoje naudojamus duomenis, kurie saugomi reliacinėje duomenų bazėje. Atvaizdavimo posistemės (*Representation*) klasių funkcija – modeliuoti vartotojo sąsają su programų sistema. Verslo logikos posistemės (*BusinessLogic*) klasės atsakingos už funkcijų su programų sistemos duomenimis įvykdymą. Klasės, neįeinančios į nei vieną iš šių posistemių, įtraukiamos į pagalbinę posistemę (*Util*). Šios posistemės klasės apima sistemos saugumo ir duomenų transformavimo į įvairius formatus funkcijas. Posistemių (paketų) diagrama pateikiama 4.4 pav.



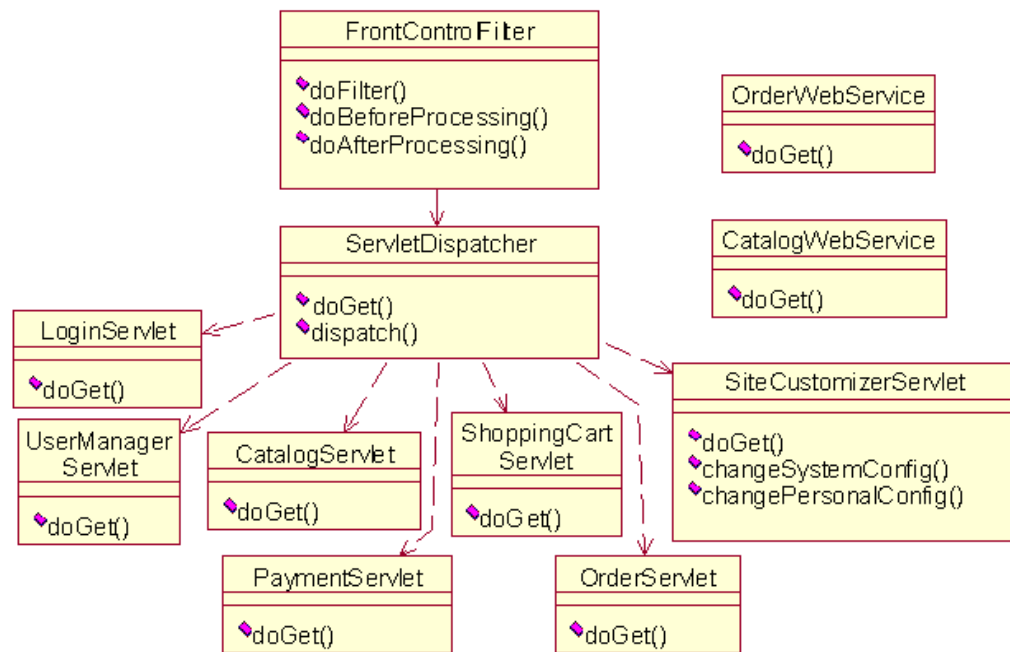
4.4 pav. Sistemos architektūros modelis

### 4.5.2. Atvaizdavimo posistemė

Atvaizdavimo posistemės klasių paskirtis – modeliuoti vartotojo bei kitų informacinių sistemų sąsajas su tiekimo grandinės valdymo programų sistema. Vartotojo sąsaja modeliuojama atvaizduojant programų sistemos duomenis vartotojui priimtina forma, bei gaunant nurodymus iš vartotojo kokias funkcijas su tais duomenimis atlikti. Vartotojai su sistema bendrauja per interneto naršyklę, o sąsaja su kitomis informacinėmis sistemomis realizuojama elektroninėmis paslaugomis. Todėl sistemos būseną yra atvaizduojama HTML ir XML dokumentais. XML dokumentų formatą nusako elektroninės

paslaugos aprašymas WSDL kalba. Sistemos modelio būseną po įvykdytos transakcijos aprašoma XML dokumentu, kuris XSLT duomenų transformavimo kalba ir *Apache Velocity* šablonų biblioteka transformuojamas į reikalingą formatą (tai atlieka Pagalbinės posistemės klasės).

4.5 pav. pateikta atvaizdavimo posistemės klasių diagrama. *FrontControlFilter* klasė atsakinga už pirminį užklausos apdorojimą, servisų, atliekančių saugumo funkcijas, iškvietimą. *ServletDispatcher* yra užklausų skirstymo klasė, kuri užklausą nukreipia į atitinkamą servletą, kuris per valdiklį iškviečia reikiamą verslo logikos klasę, apdorojančią užklausą. *CatalogWebService* ir *OrderWebService* yra elektronines paslaugas realizuojančios klasės. Jos gauna užklausas iš kitų informacinių sistemų ir perduoda valdymą valdikliui, kuris iškviečia reikalingą verslo logikos komponentą. Visi šie vartotojo sąsajos komponentai veikia Java servletų konteineryje, kuris realizuoja infrastruktūrines funkcijas (elektroninių paslaugų ir HTTPS protokolo palaikymą, transakcijų valdymą, komponentų iškvietimą).

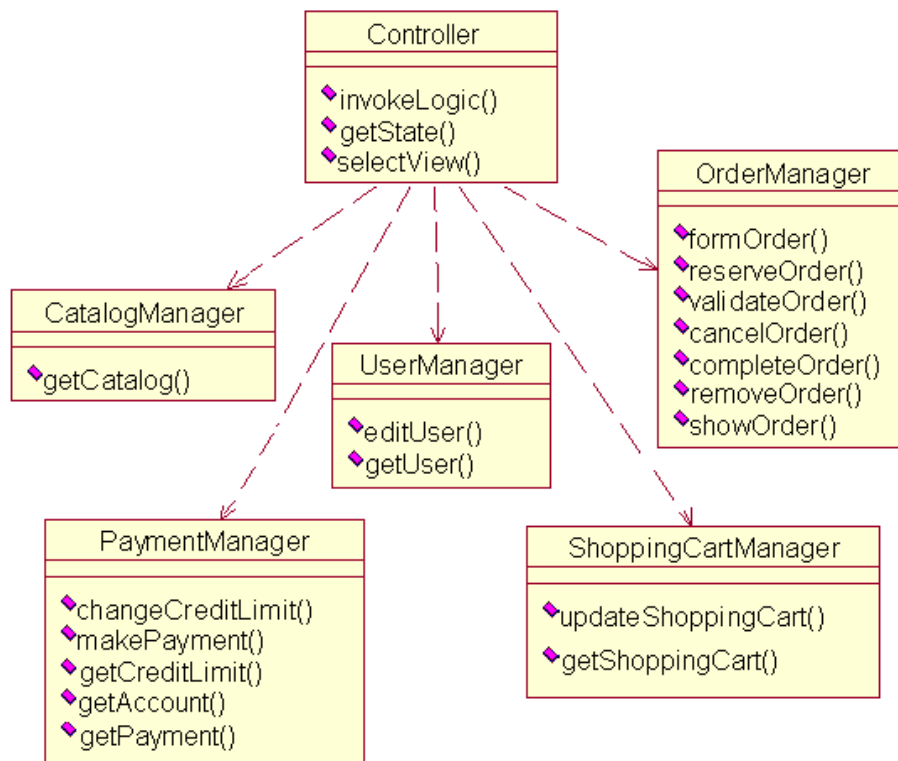


4.5 pav. Atvaizdavimo posistemės klasių diagrama

#### 4.5.3. Verslo logikos posistemė

Verslo logikos posistemės (*BusinessLogic*) klasės atsakingos už funkcijų su programų sistemos duomenimis įvykdymą. Šiose klasėse suprogramuotos tiekimo grandinių tinklo verslo taisyklės. 4.6 pav. pateikiama verslo logikos posistemės klasių diagrama. Šios posistemės klasės iškviečia valdiklis, kuris iš atvaizdavimo posistemės klasių gauna vartotojo veiksmų parametrus. Ryšių tarp verslo logiką realizuojančių klasių nėra, nes bet kurį panaudojimo atvejį realizuoja tik viena šios posistemės klasė. Verslo logiką realizuojantys elementai kuriami kaip J2EE *SessionBean* komponentai. Šie komponentai sudaro atskirą sluoksnį, per kurį vykdomi veiksmai su sistemos duomenimis, realizuotais J2EE

EntityBean komponentais. Tokia EJB komponentų architektūra atitinka sesijos fasado (angl. *Session Facade*) projektavimo šabloną [9]. Šis šablonas skirtas spręsti problemas, kylančias dėl stipraus ryšio tarp duomenų modelių ir juos naudojančių objektų. Verslo logikos komponentai savo klientams leidžia įvykdyti verslo transakciją vienos funkcijos ribose. Ši verslo logikos funkcija gali būti sudėtinga ir dirbti su keliais duomenų modelių objektais, tačiau jos klientas apsaugomas nuo sudėtingos verslo logikos realizacijos. Tokiu būdu išvengiama komplikuoto transakcijų valdymo per kelis funkcijų iškvietimus, kai vienai funkcijai neįvykus, reikia atšaukti jau įvykdytas funkcijas ir atstatyti pradinę būseną. Be to, verslo logika sukoncentruota viename komponentų sluoksnyje. Verslo logikos atskyrimas nuo duomenų modelių ir jų atvaizdavimo leidžia sistemos architektūrai būti universalesnei ir lengviau išplečiamai. Verslo logikos komponentai veikia *Enterprise JavaBeans* konteineryje, realizuojančiame infrastruktūrines funkcijas.

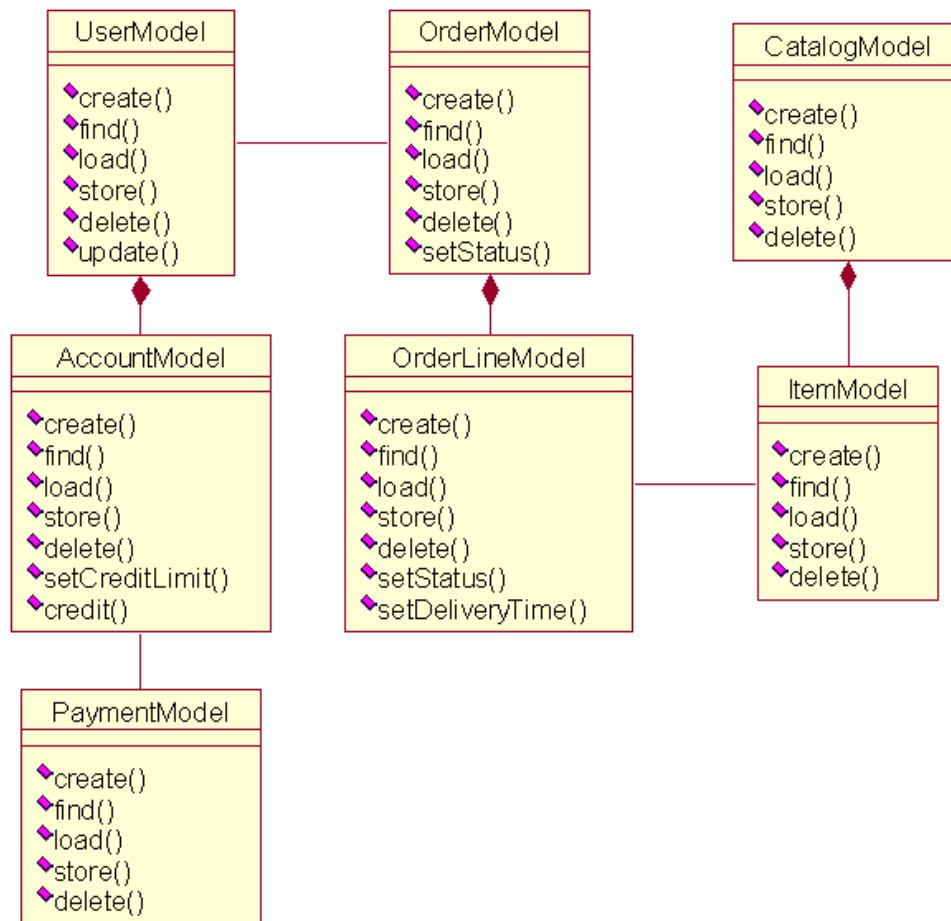


4.6 pav. Verslo logikos posistemės klasių diagrama

#### 4.5.4. Duomenų modelių posistemė

Duomenų modeliavimo posistemės klasės modeliuoja programų sistemoje naudojamus duomenis, kurie saugomi duomenų bazėje. 4.7 pav. pateikiama duomenų modeliavimo posistemės klasių diagrama. Vartotojo modelis (*UserModel*) turi keletą sąskaitų (*AccountModel*), kurios yra naudojamos atliekant apmokėjimus (*PaymentModel*). Vartotojas gali atlikti užsakymą (*OrderModel*), susidedantį iš keleto eilučių (*OrderLineModel*). Kiekviena užsakymo eilutė susijusi su preke (*ItemModel*) iš katalogo (*CatalogModel*). Duomenų modeliai programoje vaizduojami objektais, kurie

sinchronizuojami su atitinkamais reliacinės duomenų bazės įrašais. Objektinis – reliacinis sąryšis realizuojamas naudojant *Enterprise JavaBeans* technologiją. Duomenų modeliai realizuojami kaip J2EE esybės (*Entity Bean* komponentai). Jie veikia *Enterprise JavaBeans* konteineryje, realizuojančiame infrastruktūrinės funkcijas.

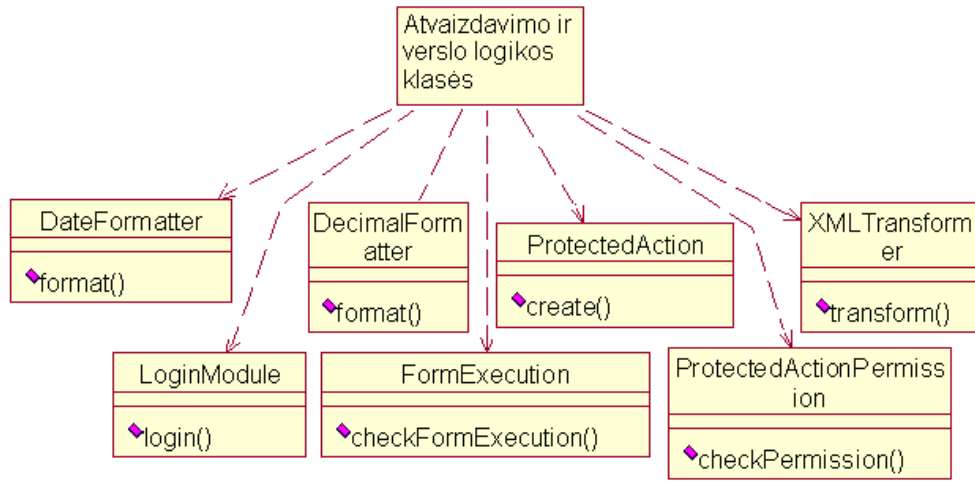


4.7 pav. Duomenų modeliavimo posistemės klasių diagrama

#### 4.5.5. Pagalbinė posistemė

Šios posistemės klasės apima sistemos saugumo ir duomenų transformavimo į įvairius formatus funkcijas. Posistemės klasių diagrama pateikiama 4.8 pav. *DateFormatter* ir *Decimalformatter* klasės priklausomai nuo vartotojo naudojamos kalbos formatuoja skaičius ir datą. *XMLTransformer* klasė transformuoja XML formato duomenis naudodama XSL kalba parašytus dokumentus. *FormExecution* užtikrina, kad ta pati HTML forma nebus įvykdyta antrą kartą. *LoginModule* klasė atlieka vartotojo autentifikaciją ir autorizaciją. *ProtectedAction* ir *ProtectedActionPermission* klasės neleidžia vartotojui įvykdyti funkcijų, kurioms jis neturi teisės.

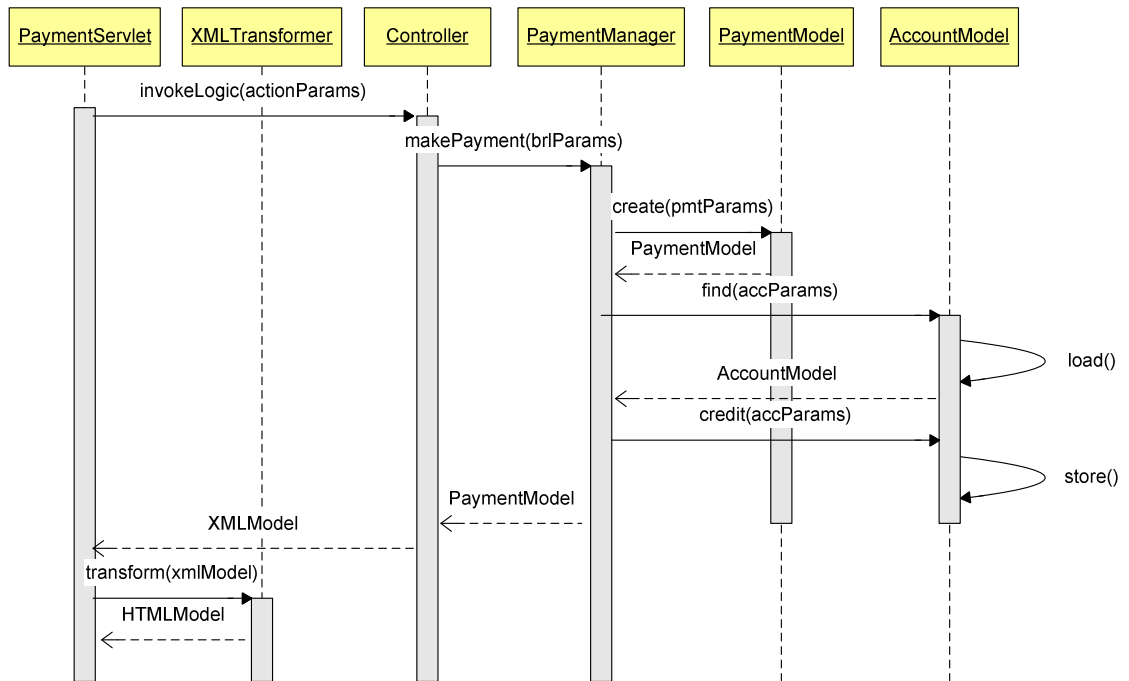




4.8 pav. Pagalbinės posistemės klasių diagrama

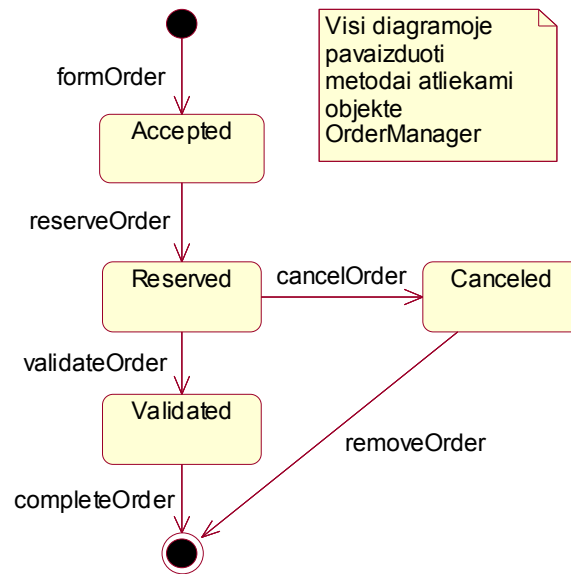
4.5.6. Sistemos procesų vaizdas

4.9 paveikle pateikiamas verslo logikos funkcijos įvykdymo programų sistemoje pavyzdys – pirkėjo sąskaitos apmokėjimo sekos diagrama.



4.9 pav. Pirkėjo sąskaitos apmokėjimo sekos diagrama

Adaptyviųjų tiekimo grandinių valdymo programų sistemoje užsakymų valdymas yra esminis uždavinys. Užsakymas savo gyvavimo ciklo metu įgyja keletą skirtingų būsenų. 4.10 pav. yra pateikiama *OrderModel* objekto būsenų diagrama.

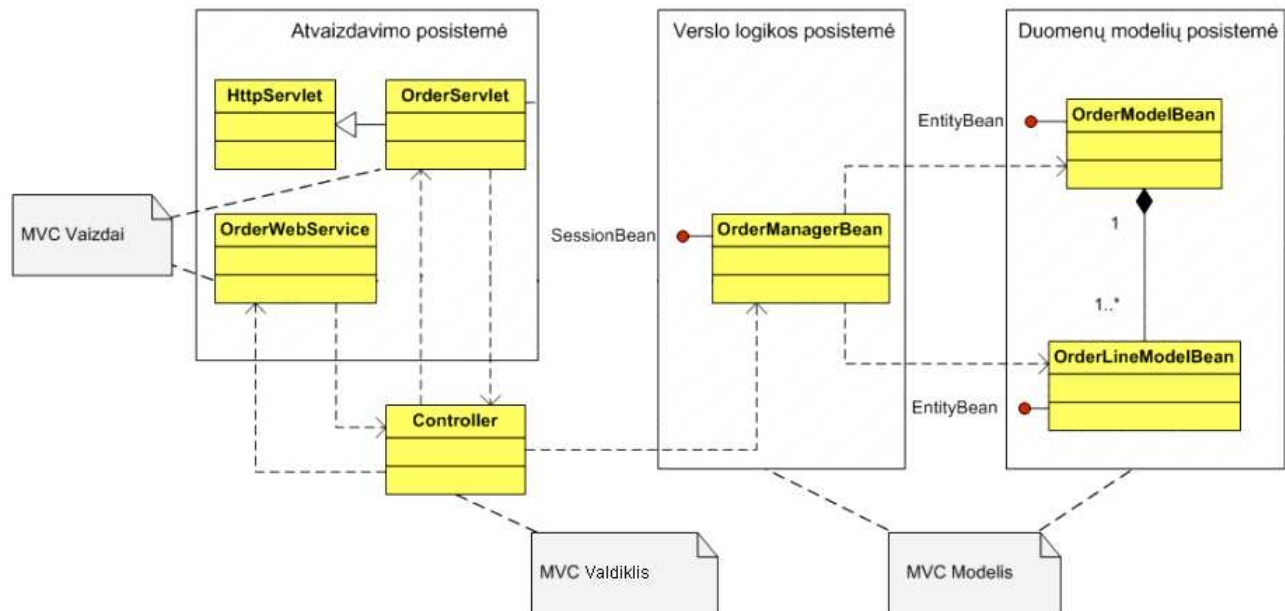


**4.10 pav. Užsakymo būsenų diagrama**

#### 4.5.7. Apibendrinta programų sistemos architektūra

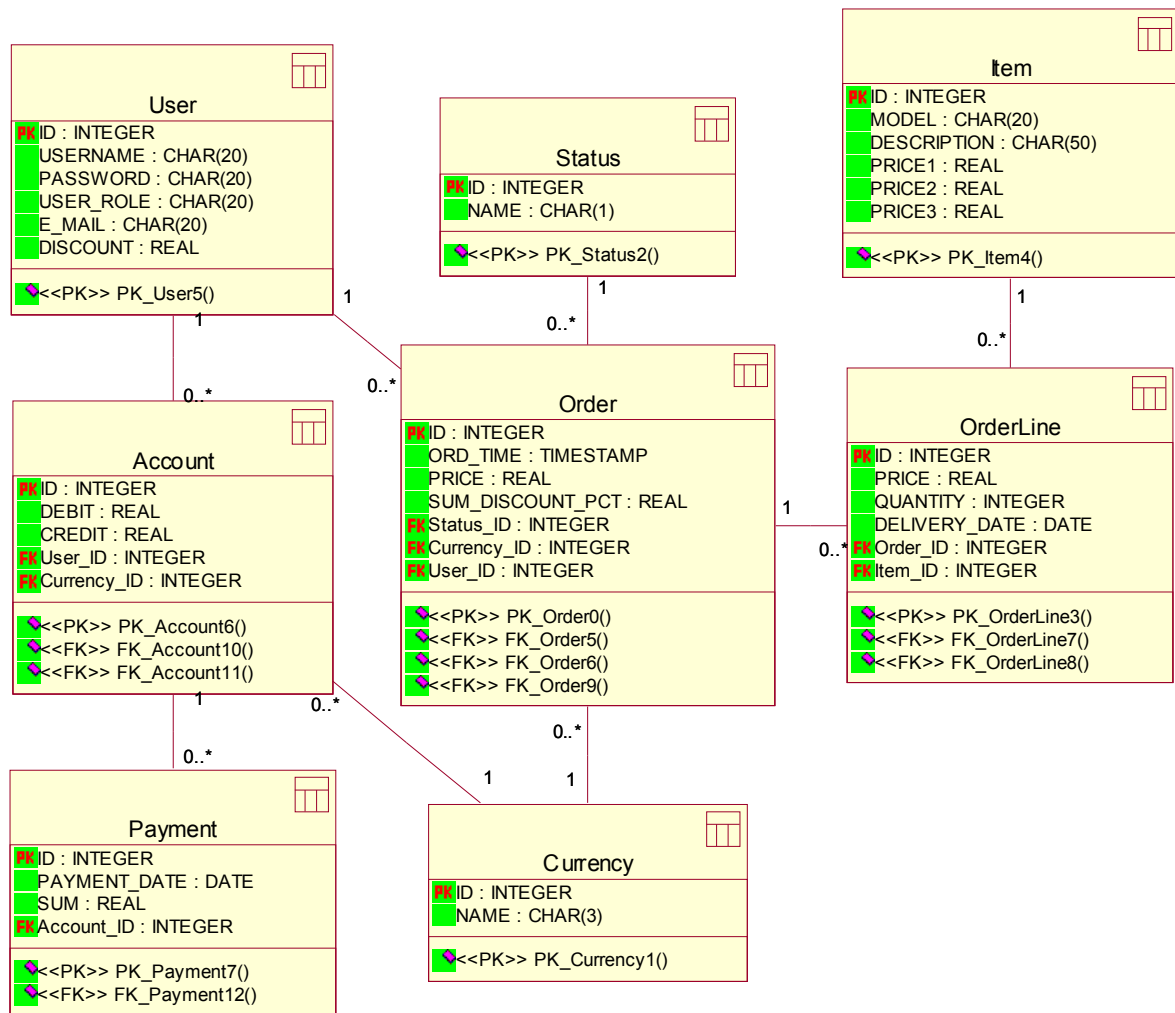
4.11 paveiksle pateiktas programų sistemos architektūros fragmentas – klasės skirtos užsakymų apdorojimui. Kadangi sistemos architektūra turėjo būti pritaikyta J2EE platformai, kuri standartizuoja trijų lygių verslo programų kūrimą, MVC šablonas buvo optimizuotas taip, kad atvaizdavimo posistemės objektai tiesiogiai nesikreiptų į *Enterprise Java Beans* komponentus, bet gautų sistemos būseną aprašantį objektą iš valdiklio. Taip galima sumažinti kreipinių skaičių tarp skirtingų posistemų. Be to, toks sprendimas leidžia verslo logikos komponentus realizuoti taip, kad jie nesaugotų jokios būsenos informacijos. Tai supaprastina programos kodą ir padidina veikimo efektyvumą.

Objektas, aprašantis sistemos būsenos informaciją, realizuotas kaip raktų – objektų porų rinkinys (*HashMap* objektas). Šis sprendimas leidžia atvaizdavimo posistemę padaryti maksimaliai nepriklausomą nuo modelio. Vienintelis dalykas siejantis abi posistemas – raktų reikšmių sąrašas, pagal kurias galima gauti sistemos būsenos parametrus. Minimalus posistemų tarpusavio priklausomumas leidžia padidinti sistemos plėtimo bei integravimo su kitomis sistemomis galimybes.



4.11 pav. Programų sistemos architektūros fragmentas

## 4.6. Programų sistemos duomenys



4.12 pav. Duomenų bazės schema

Pagal 3.3 skyriuje aprašytą duomenų modelį, loginiai sistemos duomenys yra sinchronizuojami su reliacine duomenų baze. Reliacinį – objektinį transformavimą atlieka J2EE *Enterprise Java Beans* konteineris, sinchronizuojantis *Entity JavaBean* komponentus su atitinkamais duomenų bazės lentelių įrašais. Dėl šio transformavimo programų sistemoje galima dirbti su su objektiniais duomenimis. Objektiškai orientuotame programavime tai yra natūraliau nei tiesioginis darbas su duomenų bazės įrašais. 4.12 paveiksle pateikta reliacinės duomenų bazės schema, kuri atitinka 4.5.4 skyriuje pateiktos duomenų modelių posistemės klases.

#### 4.7. Programų sistemos sąsaja

Pagal 3.4 skyriuje aprašytą vartotojo sąsajos modelį, elektroninių paslaugų sąsaja realizuojama formuojant XML dokumentus, kurių formatą nusako elektroninės paslaugos aprašymas WSDL kalba. Dėl lengvo sistemos panaudojamumo reikalavimų vartotojo sąsaja per interneto naršyklę buvo realizuota pagal vieningą šabloną. Kiekvienas vartotojo sąsajos langas yra tokios pačios struktūros, todėl vartotojas gali intuityviai naudotis sistema ir jam nereikia ilgo apmokymo.

Kiekvienas sistemos vartotojas turi jam sistemoje priskirtą rolę. Kiekvienai varotojo rolei yra suformuojamas atitinkamas meniu ir atitinkami galimų veiksmų su duomenimis mygtukai. 4.13 – 4.15 paveiksluose pateikti vartotojo sąsajos langų pavyzdžiai.

**Technopolijos eDistribucija**

Pirkėjas

**A4, asmeniniai, mažo biuro**

Katalogas : [Kyocera lt](#) : [Lazeriniai spausdintuvai](#) : A4, asmeniniai, mažo biuro

Visos kainos yra LTL be PVM

Modelis	1-2	>=3	>=5	Rekom. kaina	Kiekis
FS-1010	1049,00	1000,00	950,00	1211,00	<input type="text" value="0"/>
FS-1010N	1577,00	1545,00	1530,00	1865,00	<input type="text" value="0"/>
FS-1010TN	1901,00	1863,00	1844,00	2236,00	<input type="text" value="0"/>
FS-1050	1542,00	1511,00	1496,00	1814,00	<input type="text" value="0"/>
FS-1050N	2097,00	2055,00	2034,00	2467,00	<input type="text" value="0"/>
FS-1050TN	2417,00	2369,00	2344,00	2844,00	<input type="text" value="0"/>

4.13 pav. Prekių kainininko peržiūra

**Technopolija** Technopolijos eDistribucija

Dileris

**Krepšelis**

#	Pavadinimas	Kaina	Kiekis	Suma
1	FS-1010N	454,00 EUR	5	2270,00 EUR
2	FS-1010	300,00 EUR	3	900,00 EUR

**Užsakymo suma**  
3170,00 EUR

**Asmeninės nuolaidos procentas**  
1,00 %

**Nuolaidos nuo sumos procentas**  
2,00 %

**Nuolaida**  
-95,10 EUR

**Galutinė suma be PVM**  
3074,90 EUR

**Galutinė suma su PVM**  
3074,90 EUR

Atnaujinti kiekius

Formuoti užsakymą

4.14 pav. Pirkėjo krepšelio formavimas

**Technopolija** Technopolijos eDistribucija

Pirkėjas

**Užsakymas #211**

Jeif jūsu netenkina kurių nors prekių pristatymo data, galite jų atsisakyti.

Pavadinimas	Kaina	Nuolaida	Kaina su nuolaida	Kiekis	Suma	Būklė	Pristatymo data	Ištrinti
FS-1010N	1577,00	0,00	1577,00	1	1577,00	REZERVUOTAS	2004.3.8	<input type="checkbox"/>
FS-1010	1049,00	0,00	1049,00	1	1049,00	REZERVUOTAS	2004.3.7	<input type="checkbox"/>

**Iš viso be PVM**  
2626,00 LTL

**Iš viso su PVM**  
3098,68 LTL

Patvirtinti užsakymą

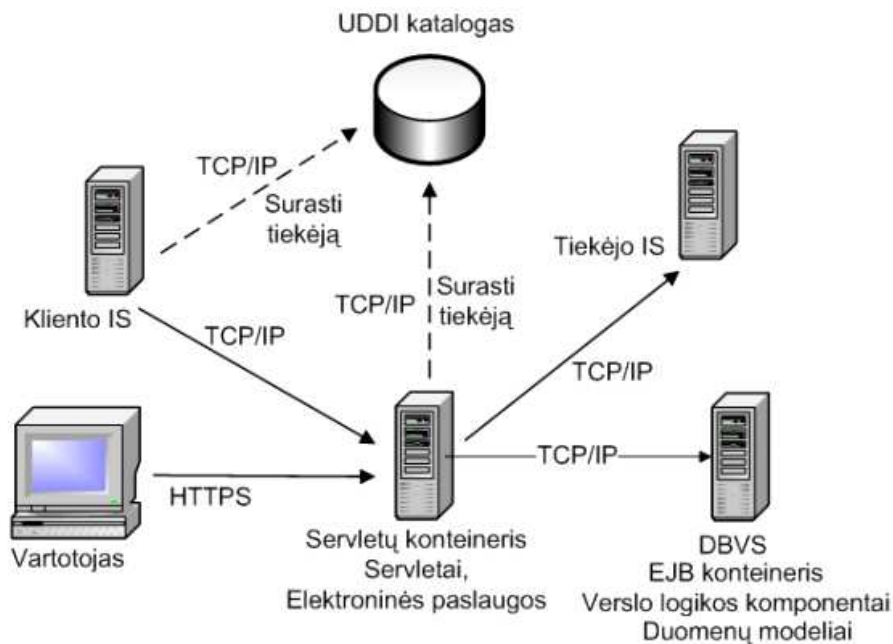
Atšaukti užsakymą

4.15 pav. Užsakymo patvirtinimas

#### 4.8. Sistemos komponentų išdėstymas

*Java Enterprise Edition* platforma leidžia kiekvieną sistemos posistemę išdėstyti atskirame serveryje, tuo padidinant sistemos stabilumą ir išplečiamumą. Kadangi verslo logikos ir duomenų modelių posistemės glaudžiai susijusios, jos išdėstomos viename serveryje kartu su duomenų bazių valdymo sistema. Kitame serveryje veikia atvaizdavimo posistemės komponentai – servletai ir elektroninės paslaugos (4.16 pav.).

Elektroninės paslaugos adresą, jos naudojamų XML pranešimų formatą nusako WSDL dokumentai, kurie gali patalpinami elektroninių paslaugų aprašymus saugančiame UDDI kataloge. UDDI katalogas skirtas elektroninių paslaugų aprašymams skelbti viešai, kad jas būtų galima surasti ir iškviešti per tinklą.



4.16 pav. Programų sistemos komponentų išdėstymas ir sąveika su vartotojais.

#### 4.9. Sistemos naudojimas įmonių veiklos procesuose

Sukurta adaptyviųjų tiekimo grandinių valdymo sistema gali veikti autonomiškai arba įsijungti į tiekimo grandinės programų sistemą, kurioje atskiros programos bendrauja XML pranešimais per elektronines paslaugas. Taip sukuriamas adaptyvus tiekimo grandinių tinklas su automatizuotais logistikos procesais. Programą sudaro šie funkciniai moduliai:

- užsakymų sistema – interneto užsakymų portalas, individualių kainininkų, lojalumo bei nuolaidų sistemų valdymas;
- logistikos modulis – logistikos procesuose naudojama savo bei kitų tinklo įmonių sandėlių informacija;
- finansų modulis – pirkėjų sąskaitos, sąskaitų apmokėjimai, kredito limitai.

## 5. Sukurtos sistemos kokybės įvertinimas

### 5.1. Produkto kokybės užtikrinimas

Eksperimentinė dalis skirta sukurto produkto kokybės įvertinimui. Kokybė apibrėžiama kaip atitikimas vartotojo, užsakovo ir kūrėjo reikalavimams [6]. Šiuolaikinių kokybės užtikrinimo metodų autoriai teigia, kad kokybiškas programinės įrangos produktas neatsiranda atsitiktinai – kokybė turi būti planuojama ir valdoma viso projekto metu, o ne tikrinama ar pagamintas produktas yra kokybiškas [4]. Tik kiekvienoje projekto stadijoje atliekant kokybės užtikrinimo veiksmus galutinis produktas pasižymės reikiamomis kokybės savybėmis.

Dėl panašių projektų patirties trūkumo nebuvo galima naudoti kiekybinio kokybės užtikrinimo būdo. Naudojant šį būdą, nustatomas kokybės tikslas – prognozuojamas defektų skaičius. Projektas valdomas ir, jeigu reikia, keičiamas taip, kad būtų aptinkamas ir ištaisomas kuo didesnis defektų kiekis.

Šio projekto metu buvo pasirinktas procedūrinis kokybės užtikrinimo būdas [4]. Projekto pradžioje buvo nustatytos ir suplanuotos kokybės užtikrinimo procedūros. Vykstant projektui, defektai buvo aptinkami atliekant reikalavimų, suprojektuotos architektūros, programinio kodo peržiūras, vienetų, integravimo ir priėmimo testavimus.

Sistemos atitikimą reikalavimų specifikacijai ir reikalavimų specifikacijos atitikimą realiems vartotojo reikalavimams užtikrino užsakovo dalyvavimas projekte bei jo atliktas priėmimo testavimas. Užsakovo dalyvavimas projekte leido pastebėti visus neatitikimus ankstyvojoje stadijoje, šitaip iki minimumo sumažinti jų žalą ir koregavimo kaštus.

Mažas programų sistemos klaidingumas buvo užtikrintas architektūros peržiūromis ir programinio kodo testavimu. Testavimas buvo ypač efektyvus dėl to, kad sistemos programavimu buvo naudojamas XP (ekstremalaus programavimo, angl. *extreme programming*) metodas, kai vienetų testai ir jų testiniai atvejai sukuriami prieš komponentą. Tai leido kokybiškai kurti sistemą, nes buvo užtikrinama, kad dauguma programinės įrangos klaidos bus aptiktos ankstyvojoje stadijoje. Todėl buvo neaptiktas tik minimalus kiekis klaidų, kurias reikėjo lokalizuoti testuojant sistemą jos integravimo metu ir kurios dar bus aptiktos sistemos priežiūros metu. Ištaisius visas testavimo metu aptiktas klaidas, galima daryti prielaidą, kad yra didelė tikimybė, jog sukurta programinės įranga yra kokybiška.

### 5.2. Egzistuojančių sistemų ir sukurtos sistemos kokybės įvertinimas bei palyginimas

Projekto metu sukurto produkto kokybė gali būti įvertinta pagal tam tikrus kriterijus ir palyginta su kitų probleminės srities programų sistemų kokybe. Tačiau tai gali būti tik sąlyginis kokybės palyginimas, nes kuriant skirtingus produktus, jiems buvo keliami kitokie kokybės reikalavimai.



Rinkoje esančios programų sistemos bus įvertinamos pagal šio projekto metu sukurtam produktui vartotojų ir kūrėjų keltus kokybės reikalavimus. 5.2.1 – 5.2.7 poskyriuose pateikiamas nagrinėjamų sistemų kokybės faktorių įvertinimas ir palyginimas. Kadangi tiriamų komercinių sistemų nebuvo galimybės įdiegti, jų kokybės vertinimas buvo atliekamas naudojant oficialius šių produktų aprašymus. Eksperimentinį kokybės faktorių įvertinimą atliko UAB „Technopolija“ darbuotojai ir klientai. Kiekvieną kokybės faktorių buvo vertinamas 5 balų skalėje (5 - labai gerai, 1 – labai blogai). Visus nagrinėjamų sistemų kokybės faktorius, išskyrus panaudojamumą, kurį vertino vartotojai, tyrė trys IT ekspertai.

### 5.2.1. Logistikos automatizavimas

5.1 lentelė

Logistikos automatizavimo kokybė

Vertintojas	Microsoft Navision/Axapta	mySAP SCM	iScala SCM	Sukurta sistema
Ekspertas 1	2	3	3	5
Ekspertas 2	2	4	2	5
Ekspertas 3	2	4	2	5
Vidurkis	2	3,67	2,33	5

Pilnai automatizuotais logistikos procesais pasižymi tik šio projekto metu sukurta sistema. mySAP ir iScala sistemose numatytos sąsajos, kurių pagalba galima automatizuoti logistikos procesus. Norint šiuos procesus automatizuoti Microsoft sistemoje, reikia programuoti papildomas funkcijas, kurios formuotų XML dokumentus, kuriais būtų galima keisti Microsoft BizTalk technologijos pagalba.

### 5.2.2. Realus laiko informacija, gaunama iš kitų įmonių

5.2 lentelė

Realaus laiko informacijos gavimo iš kitų įmonių kokybė

Vertintojas	Microsoft Navision/Axapta	mySAP SCM	iScala SCM	Sukurta sistema
Ekspertas 1	2	5	3	4
Ekspertas 2	2	5	2	4
Ekspertas 3	2	5	3	4
Vidurkis	2	5	2,67	4

mySAP ir šio projekto metu sukurta sistema sudaro sąlygas įmonei gauti tikslią informaciją apie galimą užsakymo įvykdymo laiką iš kitų įmonių.

iScala sistemoje tokia galimybė nėra realizuota, tačiau yra specifikuota sąsaja, kurios pagalba iScala sistema gali gauti reikalingą informaciją iš kitų sistemų. Standartinėje iScala sistemoje

nustatomi istoriniai įmonės tiekėjų užsakymo įvykdymo laikai, pagal kuriuos galima apskaičiuoti pačios įmonės užsakymo įvykdymo laiką.

Microsoft sistemos realaus laiko informacijos gavimo iš kitų įmonių galimybe nepasižymi, todėl ją realizuoti turi diegėjas.

### 5.2.3. Paklausos ir pirkimų prognozavimas

5.3 lentelė

Paklausos ir pirkimų prognozavimo kokybė

Vertintojas	Microsoft Navision/Axapta	mySAP SCM	iScala SCM	Sukurta sistema
Ekspertas 1	4	5	5	1
Ekspertas 2	5	5	5	1
Ekspertas 3	4	5	4	1
Vidurkis	4,33	5	4,67	1

mySAP ir Microsoft sistemose yra galimybės prognozuoti paklausą ir pirkimus. mySAP sistemoje galima modeliuoti įvairius tiekimo grandinės variantus ir rasti silpnąsias vietas.

iScala sistema leidžia prognozuoti paklausą ir pagal ją planuoti gamybos ar tiekimo procesus. iScala sistema seka esamą paklausą, lygina ją su prognozuotąja ir pateikia šią informaciją vadybininkams, pranešantiems užsakymo įvykdymo laiką vadybininkams.

Projekto metu sukurtoje sistemoje paklausos ir pirkimų prognozavimo funkcijų nėra.

### 5.2.4. Integralumas su kitomis sistemomis

5.4 lentelė

Integralumo su kitomis sistemomis kokybė

Vertintojas	Microsoft Navision/Axapta	mySAP SCM	iScala SCM	Sukurta sistema
Ekspertas 1	3	5	2	5
Ekspertas 2	4	5	2	5
Ekspertas 3	4	5	3	5
Vidurkis	3,67	5	2,33	5

SAP NetWeaver technologija palaiko elektroninių paslaugų architektūrą ir leidžia integruoti SAP sprendimus su verslo valdymo sistemomis veikiančiomis J2EE ir .NET platformose. SAP NetWeaver technologinė platforma leidžia labai lanksčiai integruoti palikuonines sistemas.

Microsoft Business Solutions produktai gali bendradarbiauti su kitomis verslo sistemomis Microsoft BizTalk technologijos pagalba. Tai vyksta skirtingoms sistemoms keičiantis įvairių standartų (XML, EDIFACT, SAP IDOC) dokumentais arba paprastais failais. Tačiau tam reikia derinti dokumentų, kuriais keisis bendradarbiaujančios sistemos, struktūrą.

iScala verslo valdymo sistemos gali keistis duomenimis su kitų gamintojų sistemomis naudojamos XML/EDI standartą, kuris leidžia aprašyti ne tik perduodamus duomenis, bet ir kokius veiksmus su jais turėtų atlikti dokumento gavėjas. Tai, kad iScala sistema palaiko tik tokį perduodamų duomenų standartą yra didelis jos lankstumo trūkumas.

Šio projekto metu sukurta sistema su kitomis verslo valdymo sistemomis bendradarbiauja elektroninių paslaugų technologijos, kuri užtikrina didelį lankstumą, pagalba.

### 5.2.5. Funkcionalumo išplečiamumas

5.5 lentelė

Sistemų funkcionalumo išplečiamumo kokybė

Vertintojas	Microsoft Navision/Axapta	mySAP SCM	iScala SCM	Sukurta sistema
Ekspertas 1	3	5	2	5
Ekspertas 2	3	5	3	5
Ekspertas 3	3	5	2	5
Vidurkis	3	5	2,33	5

SAP NetWeaver technologija leidžia kurti naujus verslo procesus, realizuojamus elektroninėmis paslaugomis, nepriklausančiomis nuo programavimo kalbos.

Microsoft Business Solutions sistemos gali būti plečiamos X++, C/AL programavimo kalbų pagalba.

iScala sistema gali būti plečiama iScala Developer įrankio pagalba: kuriama naujų verslo procesų logika, projektuojama vartotojo sąsaja.

Sukurtoji sistema lengviausiai plečiama Java programavimo kalbos pagalba, tačiau elektroninių paslaugų architektūra leidžia papildomas funkcijas kurti ir kitomis priemonėmis.

### 5.2.6. Lanksti internacionalizacija

5.6 lentelė

Lanksčios internacionalizacijos kokybė

Vertintojas	Microsoft Navision/Axapta	mySAP SCM	iScala SCM	Sukurta sistema
Ekspertas 1	1	1	1	5
Ekspertas 2	1	1	1	5
Ekspertas 3	1	1	1	5
Vidurkis	1	1	1	5

Įvertinus galimybę sudaryti sąlygas vartotojui su sistema bendrauti gimtąja kalba, neperkompilavus programos kodo, buvo nustatyta, kad tuo pasižymi tik šio projekto metu sukurta programų sistema. Tai pasiekama programos kode neužprogramuojant jokių vartotojui matomų

pranešimų. Pranešimai kiekviena kalba saugomi tekstiniuose konfigūracijos failuose, kurie gali būti pakeisti neperkompiluoiant programinio sistemos kodo.

### 5.2.7. Įdiegimo ir administravimo paprastumas

5.7 lentelė

Įdiegimo ir administravimo paprastumo kokybė

<b>Vertintojas</b>	<b>Microsoft Navision/Axapta</b>	<b>mySAP SCM</b>	<b>iScala SCM</b>	<b>Sukurta sistema</b>
Ekspertas 1	3	1	3	4
Ekspertas 2	4	1	3	5
Ekspertas 3	3	1	2	4
Vidurkis	3,33	1	2,67	4,33

### 5.2.8. Daugiaplatformiškumas

5.8 lentelė

Daugiaplatformiškumo kokybė

<b>Vertintojas</b>	<b>Microsoft Navision/Axapta</b>	<b>mySAP SCM</b>	<b>iScala SCM</b>	<b>Sukurta sistema</b>
Ekspertas 1	1	4	1	5
Ekspertas 2	1	4	1	5
Ekspertas 3	1	4	1	5
Vidurkis	1	4	1	5

Microsoft ir iScala sistemos skirtos tik Microsoft Windows platformai.

mySAP sistemos veikia SAP NetWeaver technologijos pagrindu, kuri leidžia joms būti nepriklausomoms nuo operacinės sistemos. SAP programų sistemos yra priklausomos tik nuo SAP taikomųjų programų serverio ir duomenų bazės valdymo sistemos.

Šio projekto metu sukurta sistema pasižymi visišku nepriklausomumu nuo naudojamos operacinės ir duomenų bazių valdymo sistemos.

### 5.2.9. Panaudojamumas

5.9 lentelė

Panaudojamumo kokybė

<b>Vertintojas</b>	<b>Microsoft Navision/Axapta</b>	<b>mySAP SCM</b>	<b>iScala SCM</b>	<b>Sukurta sistema</b>
Vartotojas 1	4	2	3	5
Vartotojas 2	4	1	3	5
Vartotojas 3	3	2	2	5
Vidurkis	3,67	1,67	2,67	5

### 5.2.10. Kokybės įvertinimo apibendrinimas

5.10 lentelėje pateikiamas projekto metu sukurtos sistemos ir kitų trijų sistemų įvertinimas pagal aukščiau išvardintus kriterijus.

5.10 lentelė

#### Microsoft Navision/Axapta, mySAP SCM, iScala SCM ir sukurtos sistemos kokybės palyginimas

Faktorius	Microsoft Navision/Axapta	mySAP SCM	iScala SCM	Sukurta sistema
Logistikos automatizavimas	2	3,67	2,33	5
Realaus laiko informacija, gaunama iš kitų įmonių	2	5	2,67	4
Paklausos ir pirkimų prognozavimas	4,33	5	4,67	1
Integralumas su kitomis sistemomis	3,67	5	2,33	5
Funkcionalumo išplečiamumas	3	5	2,33	5
Lanksti internacionalizacija	1	1	1	5
Įdiegimo ir administravimo paprastumas	3,33	1	2,67	4,33
Daugiaplatformiškumas	1	4	1	5
Panaudojamumas	3,67	1,67	2,67	5

Ekspertinis sukurtos sistemos kokybės tyrimas parodė, kad sukurtoji sistema pagal kai kuriuos kriterijus buvo įvertinta geriau, nei rinkoje pirmaujančios tiekimo grandinės valdymo sistemos. Projekto pradžioje suformuluoti reikalavimai akcentavo kaip tik šiuos kokybės faktorius. Kadangi kokybės tikslai buvo pasiekti, galima daryti išvadą, kad produkto kokybės užtikrinimas projekto metu buvo vykdomas teisingai.

## **6. Rezultatų aptarimas**

### **6.1. Ekonominis problemos sprendimo efektyvumas**

Atlikus tradicinių tiekimo grandinių probleminės srities analizę, buvo nustatyta, kad pagrindinė problemų priežastis – neefektyvūs informacijos mainai tarp atskirų įmonių. Į tradicinę tiekimo grandinę įeinančios įmonės veikia savarankiškai, nepakankamai dalijasi informacija apie padėtį rinkoje. To priežastis – neintegruoti įmonių grupės verslo procesai. Šių problemų sprendimas – elektroninio verslo principais grindžiamas adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo sudarymas. Tokiame tinkle vykdomos integruotos daugelį partnerių siejančios tiekimo, planavimo, gamybos ir distribucijos operacijos atvaizduojamos atskirų įmonių informacinėse sistemose, kurios suteikia galimybę realiu laiku gauti duomenis apie tinklo būseną, operatyviai priimti sprendimus bei laiku juos įvykdyti.

Šiuo metu nėra tradicinėse tiekimo grandinėse kylančių problemų sprendimo būdų, kurie būtų efektyvūs ir funkcionaliai, ir ekonomiškai. Rinkoje pirmaujančios tiekimo grandinių valdymo sistemos apima daug funkcijų, tačiau smulkioms ir vidutinėms Lietuvos įmonėms jos yra per brangios ir per daug sudėtingos. Taip pat jos nesudaro galimybių automatizuoti logistikos procesus, daug sunkumų kyla, norint integruoti skirtingų gamintojų verslo valdymo sistemas.

Dėl efektyvių šios probleminės srities problemų sprendimų trūkumo atsiranda poreikis sukurti tiekimo grandinės įmonių verslo procesų integravimo mechanizmą. Šio darbo metu buvo sukurtas integruotųjų tiekimo grandinių modelis, kuris apibrėžia skirtingų tiekimo grandinės įmonių verslo procesų integravimo principus. Integruotųjų tiekimo grandinių tinklo modelį sudaro konceptualusis, sistemos architektūros, duomenų ir vartotojo sąsajos modeliai. Konceptualiojo probleminės srities modeliavimo metu buvo atlikta išsami probleminės srities analizė, identifikuotos verslo problemos, sukurtas galimas tiekimo grandinių tinklo veiklos modelis. Sistemos architektūros modelis skirtas abstraktaus sprendimo suformulavimui. Jis buvo sudarytas suformulavus bendrus programų sistemos reikalavimus ir atlikus galimų realizacijos technologijų analizę. Remiantis architektūriniu modeliu, galima projektuoti programų sistemas, sprendžiančias tradicinėse tiekimo grandinėse kylančias problemas. Duomenų modelis nusako principus pagal kuriuos siūloma organizuoti kuriamų tiekimo grandinės valdymo sistemų duomenys. Vartotojo sąsajos modelyje pateikiamos rekomendacijos kaip gali būti organizuojama kuriamų probleminės srities sistemų vartotojo sąsaja.

Atlikta probleminės srities analizė leido suformuluoti esmines tradicinių grandinių problemas ir sukurti modelį, kurio pagrindu jas būtų galima spręsti.

### **6.2. Integruotųjų tiekimo grandinių sistemos modelio pranašumai**

Atlikus probleminės srities analizę, buvo nustatyta, kad integruotųjų tiekimo grandinių modelio pagrindu tikslinga sukurti programų sistemą, leidžiančią organizuoti adaptyviuosius tiekimo grandinių

tinklus. Norint užtikrinti sukurtos programų sistemos tęstinumą ir panaudojimą komerciniais tikslais, buvo atsižvelgiama į galimų jos vartotojų poreikius. Tiekimo grandinės valdymo sistema buvo kuriama kaip alternatyva rinkoje pirmaujančioms sistemoms ir yra skirta smulkioms ir vidutinėms Lietuvos įmonėms.

Adaptyviųjų tiekimo grandinių valdymo sistemos funkcionalumas sukonzentruotas į galimybę įmones jungti į adaptyviuosius tiekimo grandinių tinklus ir automatizuoti šių įmonių logistikos procesus. Tai vienintelis sukurtos sistemos funkcionalumo pranašumas prieš didžiųjų gamintojų sistemas, nes jos nesudaro galimybių logistikos procesų automatizavimui. Dėl resursų trūkumo konkuruoti funkcionalumo galimybėmis su rinkoje pirmaujančiais tiekimo grandinės valdymo paketais buvo nerealu, todėl buvo orientuojamasi į produktą, skirtą mažoms ir vidutinėms įmonėms. Tokioms įmonėms yra ypač svarbu programų sistemos sukūrimo ir diegimo kaina, galima integracija su įmonėse jau įdiegtomis verslo valdymo sistemomis. Dėl šių priežasčių kuriamai sistemai buvo keliami lankstumo, lengvo plečiamumo ir integruojamumo su kitomis verslo valdymo sistemomis reikalavimai.

Projekto metu suformuluoti reikalavimai kuriamą produktą orientavo į logistikos procesų automatizavimą, kuo nepasižymi kitos tiekimo grandinės valdymo sistemos. Ši savybė, bei produkto lankstumas, lengvas plečiamumas ir daugiaplatformiškumas leidžia sukurtai sistemai būti priimtina smulkių ir vidutinių įmonių sektoriui.

### **6.3. Technologijų pasirinkimo motyvai**

Norint atlikti integruotųjų tiekimo grandinių modelio realizaciją, buvo ieškoma geriausiai tam tinkamos technologijos. Kadangi tiekimo grandinės dalyviai yra atskiros įmonės, todėl jos turi keistis informacija internetu. Individualių sąsajų tarp skirtingų programų sistemų kūrimas yra brangus ir neefektyvus. Priimtinesnis būdas yra sukurti programų sistemą, kuri realizuotų bendras kiekvienai įmonei funkcijas, identifikuotas konceptualiojo modeliavimo metu.

Atsižvelgiant į kuriamos programų sistemos komercinio panaudojamumo reikalavimus, buvo nuspręsta, kad efektyviausias nagrinėjamo uždavinio sprendimas yra elektroninių paslaugų architektūra, leidžianti skirtingoms programoms bendrauti internetu nepriklausomai nuo jų sukūrimui naudotų programavimo kalbų ir technologijų. Norint programų sistemą realizuoti pagal globalų ebXML standartą, reikėtų didelio antstato – ebXML variklio, pačios įmonės, jos verslo procesų ir dokumentų aprašymų pagal sudėtingus standartus. Tai būtų sąlygoję didesnes sistemos kūrimo ir diegimo įmonėse išlaidas.

Elektroninių paslaugų technologija sudaro galimybes pasinaudoti įvairių organizacijų sukurtais standartais ir infrastruktūra. Dėl tų pačių reikalavimų minimaliai galutinio produkto kainai ir lankstumui, efektyviausias sprendimas – naudoti J2EE platformą, palaikančią elektroninių paslaugų

architektūrą ir suteikiančią nepriklausomumą nuo naudojamos operacinės ar duomenų bazių valdymo sistemos. Kadangi rinkoje gausu kokybiškų atvirojo kodo priemonių, įmonės, siekiančios minimaliais kaštais įdiegti Java platformoje sukurtą programinę įrangą, tai gali padaryti be papildomų išlaidų komerciniams paketams.

Integruotųjų tiekimo grandinių valdymo sistema elektroninių paslaugų architektūroje – sprendimas leidžiantis pasinaudoti nauja technologija, tačiau jau išvystytais standartais bei infrastruktūra. Tai sąlygoja sistemos šiuolaikiškumą, lankstumą ir tolesnio plėtimo galimybes.

#### **6.4. Sukurtos sistemos realizavimo privalumai**

Sistemos architektūra buvo suprojektuota naudojant J2EE trijų lygių verslo programų kūrimo standartą ir MVC šabloną. Su sistemomos duomenimis dirbant per verslo logikos sluoksnį, verslo transakciją galima įvykdyti vienos verslo komponento funkcijos ribose. Tokia sistemos architektūra leidžia išvengti komplikų transakcijų valdymo per kelis funkcijų iškvietimus, kai vienai funkcijai neįvykus, reikia atšaukti jau įvykdytas funkcijas ir atstatyti pradinę sistemos duomenų būseną. Be to, verslo logika sukoncentruojama viename komponentų sluoksnyje, taip sumažinant sistemos išplečiamumo problemą.

Kadangi sukurta sistema bendrauja ir vartotojai, ir kitos informacinės sistemos, sistemos būsena turi būti atvaizduojama įvairiais būdais ir standartais. Jei prireikia išplėsti sistemos būsenos atvaizdavimą nauju formatu, MVC šablono pagrindu suprojektuota architektūra leidžia tai padaryti neperprojektuojant sistemos.

MVC šablonas buvo optimizuotas taip, kad būtų galima sumažinti kreipinių skaičių tarp skirtingų posistemų. Toks sprendimas leidžia verslo logikos komponentams nesaugoti jokios būsenos informacijos. Tai supaprastina programos kodą ir padidina veikimo efektyvumą.

Programų sistemas įdiegus įmonių tinkle, UDDI katalogas naudojamas dinaminiam tiekimo grandinės tinklo įmonių radimui bei naujų įmonių įjungimui į adaptyvų tinklą. Atsiradus naujam prekių tiekėjui, aptarnavimo ar ekspedijavimo paslaugų teikėjui, užtenka UDDI katalogą papildyti nauju įrašu, nekeičiant visos tinklo įmonių sistemos.

Programų sistemos duomenys ir vartotojo sąsaja buvo realizuoti pagal integruotųjų tiekimo grandinių tinklo modelį – programoje naudojami duomenys sinchronizuojami su reliacine duomenų baze, o vartotojo sąsajos langai realizuoti pagal vieningą šabloną.

Sukurtos programų sistemos architektūra leidžia padidinti sistemos plėtimo bei integravimo su kitomis sistemomis galimybes. Naudojimas J2EE technologija leido koncentruoti dėmesį į verslo logiką, infrastruktūrinių uždavinių sprendimą paliekant J2EE serveriams ir konteineriams. Sistemos architektūros projektavimas remiantis standartiniais šablonais leido daryti jau išanalizuotus ir



patikrintus analogiškų problemų sprendimus. Per ilgą laiką viso pasaulio programų inžinierių sukauptų žinių perėmimas sąlygojo efektyvų projektavimą ir tolesnį programų sistemos kūrimą.

Eksperimentinis sukurtos sistemos kokybės tyrimas parodė, kad sukurta sistema tenkina jai keltus kokybės reikalavimus. Be to, sukurtoji sistema pagal kai kuriuos kriterijus buvo įvertinta geriau, nei rinkoje pirmaujančios tiekimo grandinės valdymo sistemos. Todėl galima teigti, kad šio darbo tikslai buvo pasiekti su pakankamu kokybės įvertinimu.

## IŠVADOS

1. Tradicinės tiekimo grandinės tampa nekonkurencingomis dėl neefektyvaus informacijos keitimosi tarp atskirų tiekimo grandinės įmonių, didelių informacijos surinkimo ir apdorojimo sąnaudų. Dėl to atsiranda poreikis organizuoti adaptyviuosius tiekimo grandinių tinklus.

2. Šiame darbe sukurto integruotųjų tiekimo grandinių tinklo modelio pagrindu galima kurti programų sistemas, kurios realizuoja elektroninio verslo koncepciją ir leidžia organizuoti adaptyvų tiekimo grandinių tinklą. Įgyvendinus sukurtą modelį, dėl atskirų įmonių verslo procesų integracijos ir šių įmonių tarpusavio konkurencijos padidėtų viso tinklo efektyvumas, leidžiantis geriau patenkinti klientų poreikius.

3. Siekiant realizuoti integruotųjų tiekimo grandinių tinklo modelį, buvo ieškoma geriausios technologijos. Racionaliausias atskirų įmonių verslo procesų integravimo būdas yra elektroninių paslaugų architektūros panaudojimas, leidžiantis atskiroms programoms bendrauti internetu nepriklausomai nuo jų sukūrimui naudotų programavimo kalbų ir technologijų. Tai suteikia didelį lankstumą diegiant sistemą įvairiose aplinkose.

4. Atlikta technologijų analizė leidžia teigti, kad BPEL ar kita panaši verslo procesų kompozicijos kalba ateityje gali tapti galingu pavienių elektroninių paslaugų surinkimo ir sudėtingus verslo procesus įrankiu, tačiau šiuo metu nedidelėms įmonėms efektyvesnis yra individualus projektas J2EE technologijomis, kuris yra pigesnis, patikimesnis ir užtikrina tą patį funkcionalumą, stabilumą, nepriklausomumą nuo naudojamos OS bei DBVS.

5. Sistema suprojektuota pagal patobulintą MVC šabloną, kuris užtikrina minimalų posistemių tarpusavio priklausomumą, todėl sistemos plėtojimas ar keitimas reikalauja mažesnių pastangų.

6. Sukurta integruotųjų tiekimo grandinių valdymo sistema, realizuojanti adaptyvų tiekimo grandinių tinklą ir sudaranti galimybes sąveikauti atskiroms įmonėms, automatizuojant jų vykdomus pardavimo, logistikos, apskaitos procesus. Ši sistema įmonei leidžia sumažinti klientų aptarnavimo laiką, verslo procesų informacijos surinkimo ir apdorojimo kaštus.

7. Eksperimentinis sukurtos sistemos kokybės tyrimas leidžia teigti, kad galutinis produktas tenkina projekto pradžioje jam iškeltus vartotojo ir kūrėjo reikalavimus.

8. Pasaulio rinkose pirmaujančių tiekimo grandinių valdymo programų paketai nesudaro ekonominiu požiūriu pasiteisinančių galimybių organizuoti adaptyviuosius tiekimo grandinių tinklus, be to daugumai smulkiųjų ir vidutinių Lietuvos įmonių šie paketai yra per brangūs ir per daug sudėtingi.

9. Dėl aukščiau pateiktų priežasčių sukurtoji tiekimo grandinės valdymo sistema yra tinkama spręsti tradicinėse tiekimo grandinėse kylančias problemas ir iš Lietuvos rinkoje veikiančių įmonių formuoti adaptyviuosius tiekimo grandinių tinklus, automatizuojant šių įmonių logistikos procesus.

10. Šio projekto rezultatai panaudoti sukuriant programinį produktą eDistribucija, skirtą kompiuterinės įrangos distribucijos tinklo aptarnavimui ir valdymui.

11. Darbo rezultatai paskelbti:

- a) Kolpingo kolegijos tarptautinėje mokslinėje – praktinėje konferencijoje „Smulkaus ir vidutinio verslo plėtros perspektyvos integracijos į Europos Sąjungą kontekste” [15];
- b) Tarpuniversitetinėje magistrantų ir doktorantų konferencijoje „Informacinės technologijos‘05“ [14];
- c) Tarptautinėje konferencijoje „Informacinės technologijos verslui 2005“ [16].

## LITERATŪRA

1. Balani, N. *Web services architecture using MVC style* [interaktyvus]. White Plains, New York: IBM Corporation, 2002 [žiūrėta 2004-08-16]. Prieiga per internetą: <<http://www-128.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-mvc> >.
2. Brown, A., Johnston, S., Kelly, K. *Using Service-Oriented Architecture and Component-Based Development to Build Web Service Applications* [interaktyvus]. White Plains, New York: IBM Corporation, 2001 [žiūrėta 2003-11-13]. Prieiga per internetą: <<http://www.rational.com/media/whitepapers/TP032.pdf>>.
3. Dong, M. *Process Modeling, Performance Analysis and Configuration. Simulation in Integrated Supply Chain Network Design*: Doctor of Philosophy dissertation [interaktyvus]. [Blacksburg, Virginia]: Virginia Polytechnic Institute, 2001 [žiūrėta 2004-12-15]. Prieiga per internetą: <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-08242001-102340>>.
4. Jalote, P. *Software Project Management in Practice*. Boston, Massachusetts: Addison Wesley, 2002. Chapter 1.
5. J.D.Edwards World Solutions Company. *Order Promising* [interaktyvus]. [Denver, Colorado]: J.D.Edwards World Solutions Company, 2002 [žiūrėta 2004-09-08]. Prieiga per internetą: <[http://www.manufacturing.net/scm/contents/pdf/jdedwards\\_wp.pdf](http://www.manufacturing.net/scm/contents/pdf/jdedwards_wp.pdf)>.
6. Kan, H. *Metrics and Models in Software Quality Engineering, Second Edition*. Boston, Massachusetts: Addison Wesley, 2002. Chapter 5.
7. Leymann, F., Roller, D. *Business processes in a Web services world* [interaktyvus]. White Plains, New York: IBM Corporation, 2002 [žiūrėta 2005-02-18]. Prieiga per internetą: <<http://www-106.ibm.com/developerworks/webservices/library/bpel-wp> >.
8. Lord, J. *Patterns for e-business* [interaktyvus]. White Plains, New York: IBM Corporation, 2000 [žiūrėta 2005-02-18]. Prieiga per internetą: <<http://www-128.ibm.com/developerworks/web/library/wa-lessons>>.
9. Marinescu, F. *EJB Design Patterns: Advanced Patterns, Processes and Idioms*. New York, New York: John Wiley & Sons, 2002. p. 5-11.
10. Mertz, D. *Understanding ebXML* [interaktyvus]. White Plains, New York: IBM Corporation, 2001 [žiūrėta 2005-02-13]. Prieiga per internetą: <<http://www-128.ibm.com/developerworks/xml/library/x-ebx>>.

11. Rose, W., Baldev., S. *Application Framework for e-business: Globalization* [interaktyvus]. White Plains, New York: IBM Corporation, 2001 [žiūrėta 2005-02-18]. Prieiga per internetą: <<http://www-128.ibm.com/developerworks/java/library/j-u-global>>.
12. SAP AG. *Adaptive Supply Chain Networks* [interaktyvus]. [Walldorf, Germany]: SAP AG, 2002 [žiūrėta 2004-12-15]. Prieiga per internetą: <<http://www.sap.com/solutions/business-suite/scm/pdf/50056466.pdf>>.
13. Singh, I., Brydon, S., Murray, G., Ramachandran, V., Violleau, T., Stearns, B. *Designing Web Services with the J2EE™ 1.4 Platform JAX-RPC, SOAP, and XML Technologies*. Boston, Massachusetts: Addison Wesley, 2004. Chapter 1.
14. Stulpinas, P., Nemuraitė, L. *Elektroninių paslaugų projektavimas tiekimo grandinių tinklams*. Informacinės technologijos '05“. Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: Technologija, 2005, p. 129-133.
15. Stulpinas, P., Stulpinas, R., Nemuraitė, L. *Elektroninių paslaugų sistema tiekimo grandinių tinklo valdymui*. Smulkaus ir vidutinio verslo plėtros perspektyvos integracijos į Europos Sąjungą kontekste. Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: Kolpingo kolegija, 2005, p. 108-111.
16. Stulpinas, P., Stulpinas, R., Nemuraitė, L. *Adaptinio tiekimo grandinių tinklo modelis ir jį realizuojanti elektroninių paslaugų sistema*. Informacinės technologijos verslui 2005. Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas: 2005, (atiduota spaudai 6 psl).
17. Vawter, C., Roman, E. *J2EE versus Microsoft .NET: A Comparison of Building XML-Based Web Services* [interaktyvus]. The Middleware Company, 2001 [žiūrėta 2004-11-19]. Prieiga per internetą: <<http://www.theserverside.com/resources/article.jsp?l=J2EE-vs-DOTNET>>.
18. Vitasek, K. D. *Supply Chain and Logistics Terms and Glossary* [interaktyvus]. Bellevue, Washington: Council of Supply Chain Management Professionals, 2005 [žiūrėta 2005-02-18]. Prieiga per internetą: <<http://www.cscmp.org/Downloads/Resources/glossary03.pdf>>.
19. W3C. *Web Services Architecture Requirements* [interaktyvus]. [Cambridge, Massachusetts]: W3C, 2004 [žiūrėta 2004-12-15]. Prieiga per internetą: <<http://www.w3.org/TR/wsa-reqs>>.
20. Weerawarana, S., Curbera, F. *Concepts in business processes* [interaktyvus]. White Plains, New York: IBM Corporation, 2002 [žiūrėta 2005-02-18]. Prieiga per internetą: <<http://www-106.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-bpelcoll1>>.

## TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

**Adaptyvusis tiekimo grandinių tinklas** – į vartotojus orientuotas susijusių įmonių tinklas, kuriame įmonės dalijasi resursais ir žiniomis, kad lanksčiai reaguotų į nuolat besikeičiančią ir konkurencingą aplinką.

**ATP** (angl. *Available-To-Promise*) – kliento užsakymo apdorojimo būdas, kai jam pranešama tiksli užsakytų prekių pristatymo data.

**B2Bi** (angl. *Business-To-Business integration*) – verslas-verslas elektroninio verslo šablonas.

**BizTalk** – Microsoft inicijuotas skirtingų programų komunikavimo XML dokumentais standartas.

**BPEL4WS** (angl. *Business Process Execution Language For Web Services*, sutrumpintai BPEL) – IBM standartas, leidžiantis specifiuoti verslo procesus ir jų realizacijas elektroninėmis paslaugomis.

**CLR** (angl. *Common Language Runtime*) – Microsoft bendras kalbų interpretatorius, leidžiantis veikti programoms, parašytoms įvairiomis kalbomis.

**CRM** (angl. *Customer Relationship Management*) – santykių su vartotojais valdymas.

**ebXML** (angl. *electronic business XML*) – specifikacijų rinkinys, standartizuojantis įmonių verslo procesų integravimą internete.

**EDIFACT** (angl. *Electronic Data Interchange for Administration, Commerce, and Transport*) – duomenų pasikeitimo elektroniniu būdu standartas.

**EJB** (angl. *Enterprise Java Beans*) – J2EE standarto dalis, skirta verslo logikos arba verslo esybių komponentams kurti.

**Elektroninė paslauga** (angl. *web service*) – savarankiškas programinės įrangos modulis, identifikuojamas universaliu resursų identifikatoriumi URI (angl. *Universal Resource Identifier*), kurio sąsajos ir sąryšiai apibrėžiami XML dokumentais; ji tiesiogiai bendrauja su kitomis programomis per interneto protokolus keisdama XML žinutėmis.

**Elektroninis verslas** – nuolatinis komunikacijos tarp atskirų įmonių gerinimas, tam naudojant internetines technologijas.

**eMP** (angl. *Business-To-Business e-Marketplace*) – verslas-elektroninė rinka elektroninio verslo šablonas.

**J2EE** (angl. *Java 2 Enterprise Edition*) – Sun trijų lygių verslo programų kūrimo Java programavimo kalba standartas.

**JRE** (angl. *Java Runtime Environment*) – Java interpretatoriaus aplinka, kurioje gali veikti Java kalba parašytos programos.

**Logistika** – efektyvaus prekių/paslaugų ir susijusios informacijos perdavimo nuo jų pagaminimo taško iki jų suvartojimo taško planavimo, vykdymo ir kontrolės procesas, siekiantis patenkinti vartotojo reikalavimus.

**MVC** (angl. *Model/View/ Controller*) – Modelis/Vaizdas/Valdiklis šablonas, kuriuo atskiriamos duomenų modeliavimo, atvaizdavimo ir verslo logikos posistemės. Joms susieti ir valdyti naudojama atskira klasė – valdiklis.

**.NET** – Microsoft strategija programinę įrangą pateikti kaip elektroninę paslaugą.

**NetWeaver** – SAP technologija, kuri palaiko elektroninių paslaugų architektūrą ir leidžia integruoti SAP sprendimus su verslo valdymo sistemomis veikiančiomis J2EE ir .NET platformose.

**SAP IDOC** – standartas skirtas SAP programų sistemoms keistis duomenimis su kitomis verslo valdymo sistemomis.

**SCM** (angl. *Supply Chain Management*) – tiekimo grandinės valdymas.

**Servletas** – J2EE standarto dalis, specifikuojanti serverio komponentų kūrimą.

**SOAP** (angl. *Single Object Access Protocol*) – bendras objekto pasiekimo protokolas, apibrėžiantis taisykles kaip turi struktūrizuota XML žinutė, naudojama bendravimui su elektronine paslauga.

**Tiekimo grandinė** – sistema, susidedanti iš tiekėjų, gamintojų, prekybininkų, aptarnavimo atstovų ir pirkėjų, kurioje prekės, žaliavos ir sudėtinės dalys juda grandine link *žemyn*, pinigai *aukštyn*, o informacija abiem grandinės kryptimis.

**Tiekimo grandinės valdymas** – strategija, integruojanti informacinius, materialiuosius ir finansinius srautus, einančius nuo gamintojo iki galutinio vartotojo.

**U2B** (angl. *User-To-Business*) – vartotojas-verslas elektroninio verslo šablonas.

**U2D** (angl. *User-To-Data*) – vartotojas-duomenys elektroninio verslo šablonas.

**U2OB** (angl. *User-To-Online Buying*) – vartotojas-internetinis pirkimas elektroninio verslo šablonas.

**U2U** (angl. *User-To-User*) – vartotojas-vartotojas elektroninio verslo šablonas.

**UDDI** (angl. *Universal Description Discovery Integration*) – universalus aprašymo, suradimo ir integravimo standartas, naudojamas sukurti elektroninių paslaugų registrus, kuriuose gali būti atliekama elektroninių paslaugų paieška.

**URI** (angl. *Universal Resource Identifier*) – universalus resursų identifikatorius, nusakantis objekto vietą pasauliniame tinkle.

**XLANG** - Microsoft specifikacija, aprašanti XML dokumentų keitimąsi tarp elektroninių paslaugų.

**XML/EDI** – standartas, skirtas skirtingoms programų sistemoms keistis XML dokumentais.

**XSLT** (angl. *Extensible Style Language Transformation*) – kalba skirta XML dokumentų transformavimui.

**WSDL** (angl. *Web Service Definition Language*) – elektroninių paslaugų aprašymo kalba, naudojama standartiškam elektroninės paslaugos aprašymui.

**WS-Transaction** – specifikacija, aprašanti transakcijų tarp skirtingų elektroninių paslaugų vykdymą.



## 1 PRIEDAS. I Straipsnis

### Elektroninių paslaugų sistema tiekimo grandinių tinklo valdymui

*L.Nemuraitė, P.Stulpinas, R.Stulpinas*

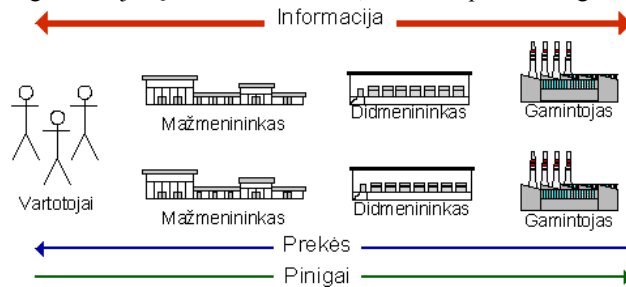
*Kauno technologijos universitetas*

Straipsnyje aprašoma sukurta elektroninių paslaugų sistema adaptyvių tiekimo grandinių tinklui valdyti. Tai smulkioms ir vidutinėms įmonėms skirtas sprendimas, kuris turėtų būti efektyvus šiuo metu, kai tradicinės tiekimo grandinių valdymo sistemos tampa per lėtos, be to, jos brangios ir sudėtingos. Sistema sukurta, naudojant atvirus standartus ir pažangiausias elektroninių paslaugų technologijas. Ji teikia užsakymų, kainininkų, lojalumo bei nuolaidų valdymo paslaugas, automatizuoja tiekėjų logistikos procesus, integruojama su finansų ir materialia apskaita.

#### Ivadas

Prognozuojama, kad artimiausioje ateityje įmonės, norinčios išlikti konkurencinėje kovoje, palaipsniui turės pereiti prie elektroninio verslo procesų. Elektroninis verslas mažina įmonės veiklos kaštus, leidžia lengviau pasiekti pirkėjus bei verslo partnerius, bendrauti su įmonės aplinka. Visame pasaulyje dabar situacija tokia, kad vyksta ekonomikos globalizavimas, pelno maržos mažėja, laikas nuo inovacijos idėjos iki jos įdiegimo trumpėja, ir tai verčia verslo įmones keisti tradicines tiekimo grandines į adaptyvius tiekimo grandinių tinklus, prisitaikančius prie besikeičiančios aplinkos [1].

Tiekimo grandinė apibrėžiama kaip sistema, susidedanti iš tiekėjų, gamintojų, prekybininkų, aptarnavimo atstovų ir pirkėjų, kur prekės, žaliavos ir sudėtinės dalys juda grandine žemyn, pinigai aukštyn, o informacija abejomis grandinės kryptimis [2]. Kadangi tradicinės tiekimo grandinės versle tampa nekonkurencingos dėl didelių informacijos apdorojimo kaštų ir ilgo reakcijos į kliento norus laiko, atsiranda poreikis organizuoti adaptyvius tiekimo grandinių tinklus.



1 pav. Tiekimo grandinė

Adaptyvus tiekimo grandinių tinklas – vartotojams orientuotas įmonių tinklas, kuris dalijasi resursais ir žiniomis, kad lanksčiai reaguotų į nuolat besikeičiančią ir konkurencingą aplinką. Tokiame tinkle vykdomos integruotos daugelį partnerių siejančios tiekimo, planavimo, gamybos ir distribucijos operacijos atvaizduojamos atskirų įmonių informacinėse sistemose, kurios suteikia galimybę realiu laiku gauti duomenis apie tinklo būseną, operatyviai priimti sprendimus bei laiku juos įvykdyti.

Rinkoje pirmaujančių mySAP Business Suite ir Microsoft Business Solutions tiekimo grandinių valdymo programų paketai galingi, turi daug galimybių, tačiau smulkioms ir vidutinėms Lietuvos įmonėms jie yra per brangūs ir per daug sudėtingi. Be to, šios tiekimo grandinės valdymo sistemos nesuteikia verslo požiūriu pasiteisinančių galimybių organizuoti adaptyvius tinklus, kadangi būtų per brangu bei problematiška į tiekimo grandinių tinklą jungti įmones, naudojančias skirtingų gamintojų verslo valdymo sistemas.

#### Adaptivaus tiekimo grandinių tinklo valdymo sistemos tikslai

Norint padidinti smulkių ir vidutinių gamybos ar paslaugų teikimo įmonių konkurencingumą bei padidinti jų verslo procesų efektyvumą, reikia sukurti atitinkamą adaptivaus tiekimo grandinių tinklo valdymo sistemą. Ji turi teikti galimybes integruoti įmonę į adaptyvų tiekimo grandinių tinklą, todėl turi būti lanksti, lengvai integruojama su kitomis verslo valdymo sistemomis, pagrįsta standartais ir atviromis technologijomis.

Tiekimo grandinės dalyviai yra atskiros įmonės, todėl jos turi keistis informacija internetu. Kadangi skirtingos įmonės savo verslo procesams valdyti gali turėti kuo įvairiausias sistemas, kyla jų suderinamumo problema. Šiuolaikinis ir tikriausiai vienintelis racionalus šio uždavinio sprendimas yra elektroninių paslaugų architektūra [3], leidžianti atskiroms programoms bendrauti internetu nepriklausomai nuo jų sukūrimui naudotų programavimo kalbų ir technologijų.

Elektroninių paslaugų technologija sukurta interneto TCP/IP, HTTP protokolų ir universalios duomenų aprašymo kalbos XML pagrindu. Ji naudoja tris atvirus standartus: SOAP, WSDL, UDDI [4], kurie yra visuotinai palaikomi ir nepriklausomi nuo vieno gamintojo.

Pagrindiniai reikalavimai adaptivaus tiekimo grandinių tinklo valdymo sistemai:

– kiekvienoje tinklo įmonėje turi būti ženkliai sumažintas pardavimo proceso metu vykstančio klientų aptarnavimo laikas (įskaitant laiką, sugaištą teikiant klientui informaciją apie užsakomų prekių bei paslaugų kainą, galimą užsakymo įvykdymo laiką ir pan.);

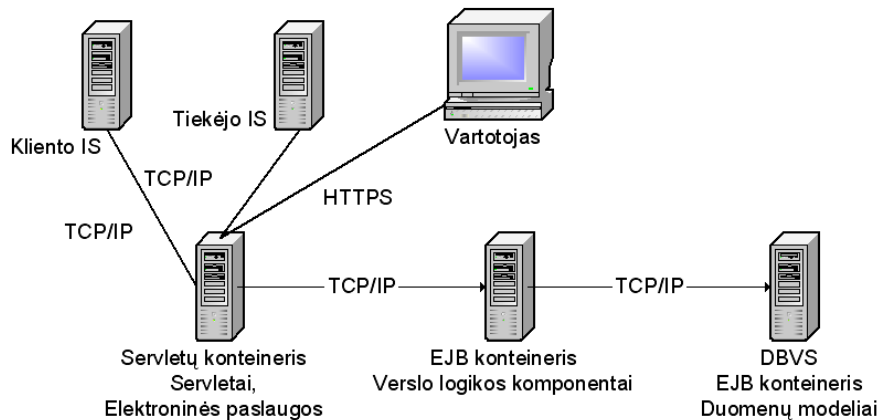
- klientui pateikiant informaciją apie galimą užsakymo įvykdymo laiką, turi būti naudojama ir pačios įmonės, ir jos tiekėjų informacija apie turimas paskirstytas prekių atsargas;
- pardavimo procesas turi automatiškai inicijuoti logistikos (tiekim) procesą;
- prekybinės įmonės logistikos procesas turi automatiškai inicijuoti pardavimo procesą tiekėjo įmonėje;
- tiekimo grandinės valdymo sistema turi turėti galimybes integruotis su buhalterinės ir materialių vertybių apskaitos sistemomis.

Dėl lankstumo ir integravimo su kitomis verslo valdymo sistemomis galimybių, naudojamų atvirų standartų ir technologijų, santykinai neaukštos paties programinio produkto ir jo diegimo kainos, sukurta sistema turėtų būti priimtina smulkių ir vidutinių Lietuvos įmonių sektoriui ir galėtų būti plačiai pritaikoma kaip alternatyva brangioms ir sudėtingoms didžiųjų gamintojų tiekimo grandinės valdymo sistemoms.

### Tiekimo grandinių valdymo sistemos architektūra

Sistemos architektūra suprojektuota naudojant MVC (angl. *Model View Controller*) šabloną, kuriuo sekant atskiriamos duomenų modeliavimo, atvaizdavimo ir verslo logikos posistemės [5]. Duomenų modeliavimo posistemės klasės modeliuoja programų sistemoje naudojamus duomenis, kurie saugomi reliacinėje duomenų bazėje ir XML failuose. Atvaizdavimo posistemės klasių (servletų) paskirtis – modeliuoti vartotojo bei kitų informacinių sistemų sąsajas su tiekimo grandinės valdymo programų sistema. Verslo logikos posistemės klasės atsakingos už operacijų su sistemos duomenimis vykdymą. Minimalus vienos posistemės priklausomumas nuo kitų leidžia padidinti sistemos veikimo efektyvumą ir stabilumą, jos plėtimo bei integravimo su kitomis sistemomis galimybes.

Siekiant mažinti kaštus ir didinti sistemos lankstumą, ji turi veikti nepriklausomai nuo naudojamos operacinės sistemos ar duomenų bazių valdymo sistemos. Efektyviausiai tą pasiekti galima naudojant Java Enterprise Edition 1.4 platformą, kuri standartizuoja 3 lygių verslo programų kūrimą pagal MVC šabloną ir suteikia jų vykdymo infrastruktūrą (servletų ir EJB (angl. *Enterprise Java Beans*) konteinerius) [6]. Java Enterprise Edition platforma leidžia kiekvieną sistemos posistemę išdėstyti atskirame serveryje, tuo padidinant sistemos stabilumą ir išplečiamumą.



2 pav. Tiekimo grandinės valdymo sistemos architektūra ir išdėstymas

Sistemos naudojimas įmonių veiklos procesuose

Sukurta tiekimo grandinės valdymo programų sistema suteikia galimybę įmonei aptarnauti klientus interneto portalo pagalba ir leidžia automatizuoti pardavimo, logistikos, apskaitos procesus. Ji gali veikti autonomiškai arba įsijungti į tiekimo grandinės programų sistemą, kurioje atskiros programos bendrauja XML pranešimais elektroninių paslaugų pagalba. Taip sukuriama adaptyvus tiekimo grandinių tinklas su automatizuotais logistikos procesais. Programą sudaro šie funkciniai moduliai:

- užsakymų sistema – interneto užsakymų portalas, individualių kainininkų, lojalumo bei nuolaidų sistemų valdymas;
- logistikos modulis – logistikos procesuose naudojama savo bei kitų tinklo įmonių sandėlių informacija;
- finansų modulis – pirkėjų sąskaitos, sąskaitų apmokėjimai, kredito limitai.

Sistema naudojasi keturių tipų vartotojai, kurie gali atlikti skirtingas funkcijas:

- pirkėjas gali peržiūrėti jam skirtą kainininką, užsakyti prekes, koreguoti ir patvirtinti užsakymą;
- vadybininkas gali peržiūrėti užsakymų, pirkėjų ir apmokėjimų informaciją, nurodyti galimą užsakymo prekių pristatymo laiką (jei sistema veikia autonomiškai);
- buhalteris turi galimybę įvesti pirkėjų sąskaitų apmokėjimus, keisti pirkėjų kredito limitus;
- administratorius gali keisti vartotojų teises, sistemos konfigūraciją;
- kiekvienas sistemos vartotojas gali prisitaikyti portalo konfigūraciją savo asmeniniams poreikiams.

Straujos eDistribucija						
Pirkėjas						
A4, asmeniniai, mažo biuro						
Katalogas: kvocera.lt / Laseriniai spausdintuvai / A4, asmeniniai, mažo biuro						
Visos kainos yra LTL be PVM						
Modelis	1-2	>=3	>=5	Rekom. kaina	Kiekis	
FS-1010	1049,00	1000,00	950,00	1211,00	0	
F						

**3 pav.** Tiekimo grandinės valdymo sistemos procesai pirkėjo sąsajoje

### Išvados

- Tradicinės tiekimo grandinės tampa nekonkurencingos, todėl atsiranda poreikis organizuoti adaptyvius tiekimo grandinių tinklus.
  - Šiuolaikinis ir tikriausiai vienintelis racionalus adaptyvaus tiekimo grandinių tinklo uždavinio sprendimas yra elektroninių paslaugų architektūra, leidžianti atskiroms programoms bendrauti internetu nepriklausomai nuo jų sukūrimui naudotų programavimo kalbų ir technologijų.
  - Sukurta tiekimo grandinės valdymo sistema, galinti veikti tiek atskiroje įmonėje, tiek pardavimo bei tiekimo ryšiais susijusių įmonių tinkle.
    - Pagrindinės sistemos funkcijos yra pardavimo, logistikos, apskaitos procesų automatizavimas, leidžiantis sumažinti klientų aptarnavimo laiką, informacijos apdorojimo sąnaudas.
    - Tiekimo grandinės valdymo programų sistema veikia kaip elektroninių paslaugų komplektas – sprendimas, leidžiantis išnaudoti standartinę infrastruktūrą bei supaprastinti sistemos architektūrą.
    - Sistema suprojektuota pagal MVC šabloną, realizacijai pasirinkta Java technologija, užtikrinanti sistemos efektyvumą, stabilumą ir nepriklausomumą nuo naudojamos OS bei DBVS.

### Literatūra

1. Adaptive Supply Chain Networks [Interaktyvus] SAP, 2003 [Žiūrėta 2004-12-15] Prieiga per internetą [http://www.manufacturing.net/scm/contents/pdf/sap\\_wp\\_01272003.pdf](http://www.manufacturing.net/scm/contents/pdf/sap_wp_01272003.pdf).
2. Dong, M. Process Modeling, Performance Analysis and Configuration. Simulation in Integrated Supply Chain Network Design. [Interaktyvus] [Žiūrėta 2004-12-15] Prieiga per <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-08242001-102340>.
3. Kaye, D. Loosely Coupled: The Missing Pieces of Web Services. RDS Press, 2003.
4. Web Services Architecture Requirements [Interaktyvus] W3C [žiūrėta 2003-11-13] Prieiga: <http://www.w3.org/TR/wsa-reqs>.
5. Balani N. Design service-oriented architecture frameworks with J2EE technology. [Interaktyvus] International Business Machines, 01/12/2004. [Žiūrėta 2005.02.15] Prieiga: <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/ws-soad1/>
6. Singh, I., Brydon, S., Murray, G., Ramachandran, V., Violleau, T., Stearns, B. Designing Web Services with the J2EE™ 1.4 Platform JAX-RPC, SOAP, and XML Technologies. Addison Wesley, Boston, 2004.

## **Web services system for supply chain network management**

*L.Nemuraitė, P.Stulpinas, R.Stulpinas*

*Kaunas University of Technology*

### **Annotation**

In the paper, Web services system is presented for adaptive supply chain network management. This solution is devoted for small and middle enterprises, and should be high-powered today, when traditional supply chain management systems are becoming too slow, in addition to large costs and complexity. The system is based on open standards and advanced Web services technologies. It renders ordering, price-lists, loyalty and discounting services, automates logistic processes of suppliers and may be integrated with finance and material accounting.

## 2 PRIEDAS. II Straipsnis

### Elektroninių paslaugų projektavimas tiekimo grandinių tinklams Paulius Stulpinas, vadovė doc. Lina Nemuraitė

*Kauno technologijos universitetas, Informacijos sistemų katedra*

Straipsnyje aprašomas elektroninių paslaugų sprendimas, kuris skirtas spręsti tradicinėse tiekimo grandinėse kylančias problemas. Šis sprendimas buvo projektuojamas, naudojant atvirus standartus ir pažangiausias elektroninių paslaugų technologijas. Sukurta sistema teikia užsakymų, kainininkų, lojalumo bei nuolaidų valdymo paslaugas, automatizuoja tiekėjų logistikos procesus, integruojama su finansų ir materialia apskaita.

#### Įvadas

Tiekimo grandinė apibrėžiama kaip sistema, susidedanti iš tiekėjų, gamintojų, prekybininkų, aptarnavimo atstovų ir pirkėjų, kur prekės, žaliavos ir sudėtinės dalys juda grandine žemyn, pinigai aukštyn, o informacija abejomis grandinės kryptimis [1]. Į tradicinę tiekimo grandinę įeinančios įmonės veikia savarankiškai, nepakankamai dalijasi informacija apie padėtį rinkoje. Didėjant konkurencijai, tokios tiekimo grandinės ir jų valdymo sistemos tampa neefektyvios, todėl artimiausioje ateityje įmonės, norinčios išlikti, palapsniui turės pereiti prie elektroninio verslo procesų, leidžiančių mažinti veiklos kaštus, lengviau pasiekti pirkėjus bei verslo partnerius. Įgyvendinus elektroninio verslo koncepciją, tradicinę tiekimo grandinę galima pakeisti adaptyviu tiekimo grandinių tinklu, prisitaikančiu prie besikeičiančios aplinkos [3].

#### Tradicinių tiekimo grandinių trūkumai

Tradiciskai marketingas, distribucija, planavimas, gamyba ir tiekimas įmonėje atliekama atskirai ir nepriklausomai nuo kitų įmonių, įeinančių į tiekimo grandinę. Kiekvienas šių įmonių padalinys turi savo tikslus ir dažnai jie yra prieštaraujantys vienas kitam. Marketingo uždaviniai pasiekti geriausią kokybę ir maksimalias pardavimų pajamas konfliktuoja su gamybos ir distribucijos tikslais. Daugelis gamybos operacijų yra skirtos maksimaliai padidinti gamybos apimtį ir mažinti savikainą, nekreipiant dėmesio į sandėlyje esančios produkcijos kiekį ir distribucijos galimybes. Žaliavų, medžiagų ar prekių tiekimas dažnai vykdomas pagal prognozuojamus pardavimo užsakymus. Tai lemia, kad įmonė neturi vieno integruoto plano, nes jam sukurti reikalingos didelės informacijos surinkimo ir apdorojimo sąnaudos. Dėl šių priežasčių ir dėl to, kad atskiros tiekimo grandinės įmonės neefektyviai keičiasi informacija, dažnai priimami ne patys racionaliausi sprendimai.

Kitas tradicinių tiekimo grandinių trūkumas yra nepakankamai geras ir greitas klientų (tiek galutinio produkto pirkėjų, tiek kitų tiekimo grandinės įmonių, perkančių prekes, žaliavas ar paslaugas) aptarnavimas. Pavyzdžiui, dažnai įmonė negali tiksliai atsakyti apie užsakymo įvykdymo laiką, jei užsakytų prekių nėra jos sandėlyje. Galimas užsakytų prekių pristatymo laikas priklauso nuo to ar įmonė pati jas gamina ar gauna iš tiekėjų, ar gamybai naudojamos medžiagos yra įmonės sandėlyje, ar gamybai trūkstamos medžiagos ir paslaugos bus gautos reikalingu laiku ir t.t. Norint tiksliai jį nustatyti, kiekviena tiekimo grandinės įmonė, dalyvaujanti užsakymo įvykdyme, turi įvertinti gamybos planą, prekių ir žaliavų kiekį sandėlyje, susisiekti su savo tiekėjais ir gauti tiekimo užsakymo kainą ir galimą jo įvykdymo laiką. Tradicinėje tiekimo grandinėje toks procesas ilgai trunka bei reikalauja didelių informacijos apdorojimo sąnaudų. Tačiau šiuolaikiniame versle tikslus užsakymų ir logistikos valdymas užima labai svarbią vietą. Kai pirkėjas šneka su pardavėju telefonu ar naudojami elektroninės komercijos programa, jis laukia greito ir konkretaus atsakymo apie prekių ar paslaugų kainas ir galimą užsakymo įvykdymo laiką. Iš to kyla problema subalansuoti kliento norą užsakymą įvykdyti kuo greičiau ir pardavėjo norą nuolat gauti pelno. Bandant ją išspręsti, būtų galima naudoti standartinius, praityje susiformavusius užsakymo įvykdymo laikus, bet jeigu tas laikas bus per didelis, pirkėjas pasirinktų konkurentą. Jeigu pristatymo laikas bus pateiktas per trumpas ir iki to laiko užsakymas nebus įvykdytas, pirkėjas daugiau nebesinaudos įmonės paslaugomis. O jeigu bus stengiamasi maksimaliai patenkinti pirkėją ir jam pristatyti prekes kuo greičiau, papildomi viršvalandžių, transportavimo viršsvorio ar sandėliavimo kaštai sumažins gaunamą pelną. Kita vertus, jeigu pardavėjas nuolat įvykdys savo įsipareigojimus ir įstengs įvertinti savo galimybes įvykdyti skubius pirkėjo užsakymus, jo klientai taps lojalūs ir duos daugiau pelno. Be to, disponuojant pilna informacija apie visus užsakymo įvykdymo veiksmų kaštus, galima užtikrintai pasakyti, kad užsakymų įvykdymas yra pelningas.

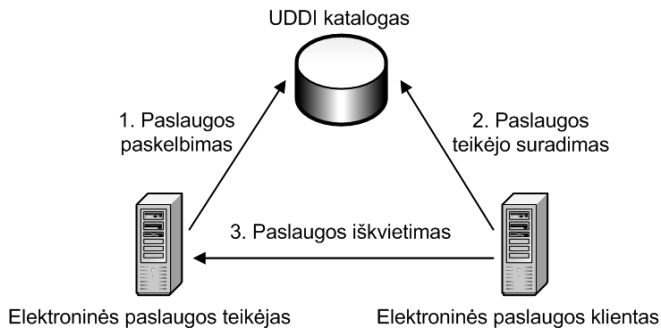
Kadangi tradicinės tiekimo grandinės versle tampa nekonkurencingos dėl didelių informacijos apdorojimo kaštų ir ilgo reakcijos į kliento norus laiko, atsiranda poreikis organizuoti adaptyvius tiekimo grandinių tinklus. Adaptyvus tiekimo grandinių tinklas – vartotojams orientuotas įmonių tinklas, kuris dalijasi resursais ir žiniomis, kad lanksčiai reaguotų į nuolat besikeičiančią ir konkurencingą aplinką. Tokiame tinkle vykdomos integruotos daugelį partnerių siejančios tiekimo, planavimo, gamybos ir distribucijos operacijos atvaizduojamos atskirų įmonių informacinėse sistemose, kurios suteikia galimybę realiu laiku gauti duomenis apie tinklo būseną, operatyviai priimti sprendimus bei laiku juos įvykdyti. Tai leidžia sumažinti informacijos apdorojimo sąnaudas bei geriau patenkinti klientų poreikius.

## Adaptyvaus tiekimo grandinių tinklo sukūrimo inžinerinės problemos ir jų sprendimas

Tiekimo grandinės dalyviai yra atskiros įmonės, todėl jos turi keistis informacija internetu. Kadangi skirtingos įmonės savo verslo procesams valdyti gali turėti kuo įvairiausias sistemas, kyla jų suderinamumo problema. Vienas iš šio uždavinio sprendimų būtų visose tiekimo grandinės įmonėse pašalinti esamas verslo valdymo sistemas ir jas pakeisti vieno gamintojo sistemomis. Rinkoje pirmaujančių mySAP Business Suite ar Microsoft Business Solutions tiekimo grandinių valdymo programų paketai galingi, turi daug galimybių, tačiau smulkioms ir vidutinėms Lietuvos įmonėms jie yra per brangūs ir per daug sudėtingi. Be to, šios tiekimo grandinės valdymo sistemos nesuteikia verslo požiūriu pasiteisinančių galimybių organizuoti adaptyvius tinklus, kadangi būtų per brangu bei problematiška į tiekimo grandinių tinklą jungti įmones, naudojančias skirtingų gamintojų verslo valdymo sistemas.

Šiuolaikinis ir tikriausiai vienintelis racionalus šio uždavinio sprendimas yra elektroninių paslaugų architektūra, leidžianti atskiroms programoms bendrauti internetu nepriklausomai nuo jų sukūrimui naudotų programavimo kalbų ir technologijų. Elektroninių paslaugų technologija sukurta interneto TCP/IP, HTTP protokolų ir universalios duomenų aprašymo kalbos XML pagrindu. Ji naudoja tris atvirus standartus: SOAP, WSDL, UDDI [5], kurie yra visuotinai palaikomi ir nepriklausomi nuo vieno gamintojo.

Adaptyvaus tiekimo grandinių tinklo modelio, realizuoto elektroninių paslaugų architektūroje, atskiros įmonės bendrauja elektroninių paslaugų pagalba (atlieka užklausas apie prekių/paslaugų kainas, galimą užsakymo įvykdymo laiką, pateikia tiekimo užsakymus) keisdamosi XML pranešimais. Elektroninę paslaugą aprašo bei jos naudojamų XML pranešimų formatą nusako WSDL dokumentai, kurie gali būti patalpinti elektroninių paslaugų aprašymus saugančiame UDDI kataloge, taip sudarant sąlygas elektroninės paslaugos suradimui ir iškvietimui per tinklą. UDDI katalogą galima panaudoti dinaminiam tiekimo grandinės tinklo įmonių (prekių ar paslaugų teikėjams) suradimui bei naujų įmonių įjungimui į adaptyvų tinklą. Tokiu būdu, tiekimo grandinių tinkle atsiradus naujam tiekėjui, vežėjui ar aptarnavimo paslaugų teikėjui, užtektų UDDI katalogą papildyti nauju įrašu, išvengiant visų tinklo įmonių sistemų perkonfigūravimo.



1 pav. Elektroninių paslaugų architektūra.

## Reikalavimai adaptyvaus tiekimo grandinių tinklo valdymo sistemai

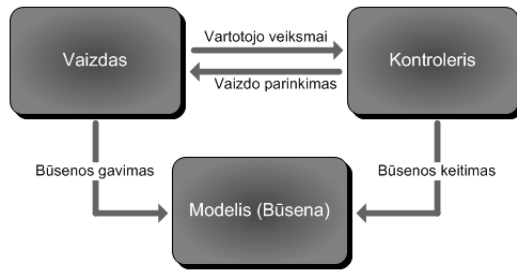
Pagrindiniai reikalavimai adaptyvaus tiekimo grandinių tinklo valdymo sistemai:

- kiekvienoje tinklo įmonėje turi būti ženkliai sumažintas pardavimo proceso metu vykstančio klientų aptarnavimo laikas (įskaitant laiką, sugaištą teikiant klientui informaciją apie užsakomų prekių bei paslaugų kainą, galimą užsakymo įvykdymo laiką ir pan.);
- klientui pateikiant informaciją apie galimą užsakymo įvykdymo laiką, turi būti naudojama ir pačios įmonės, ir jos tiekėjų informacija apie turimas paskirstytas prekių atsargas;
- pardavimo procesas turi automatiškai inicijuoti logistikos (tiekimo) procesą;
- prekybinės įmonės logistikos procesas turi automatiškai inicijuoti pardavimo procesą tiekėjo įmonėje;
- tiekimo grandinės valdymo sistema turi turėti galimybes integruotis su buhalterinės ir materialių vertybių apskaitos sistemomis.

## Tiekimo grandinių tinklo valdymo sistemos architektūra

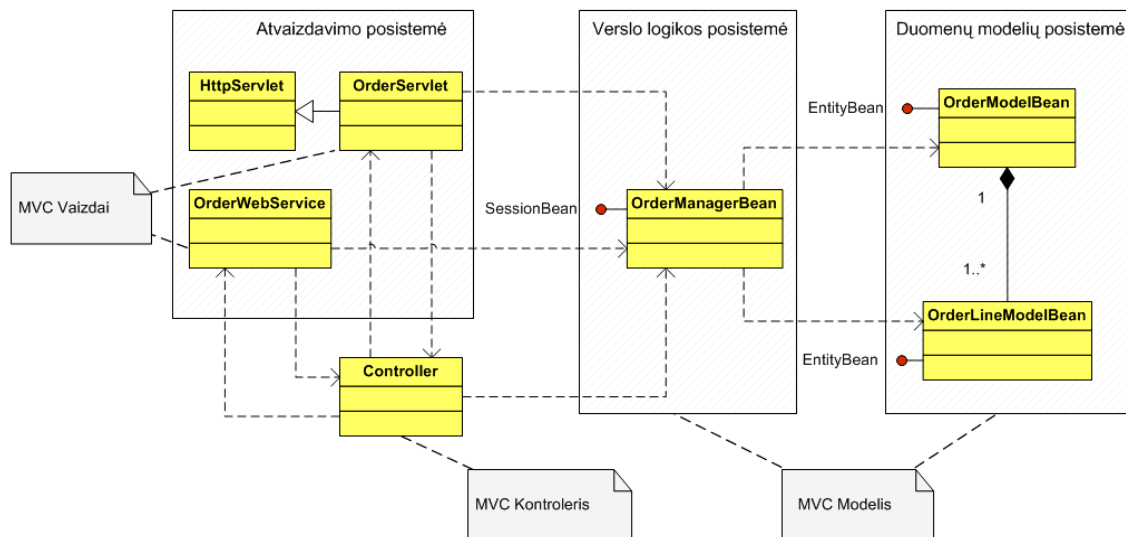
Sistemos architektūra projektuojama naudojant MVC (Modelis Vaizdas Kontroleris, angl. Model View Controller) šabloną, kuriuo sekant atskiriamos duomenų modeliavimo, atvaizdavimo ir verslo logikos posistemės, kurioms susieti ir valdyti naudojama atskira klasė – kontroleris (2 pav.). Duomenų modeliavimo posistemės klasės modeliuoja programų sistemoje naudojamus duomenis, kurie saugomi reliacinėje duomenų bazėje ir XML failuose. Atvaizdavimo posistemės klasių paskirtis – modeliuoti vartotojo bei kitų informacinių sistemų sąsajas su tiekimo grandinės valdymo programų sistema. Verslo logikos posistemės klasės atsakingos už operacijų su sistemos duomenimis vykdymą. MVC šablonas naudingas tada, kai sistemos būseną (duomenų modeliai) gali būti atvaizduojama keliems klientams skirtingų sąsajų pagalba. Vartotojai su kuriama sistema bendrauja interneto naršyklės pagalba, o sąsaja su kitomis informacinėmis sistemomis (IS) realizuojama elektroninių paslaugų pagalba. Kontroleris iš atvaizdavimo posistemės objektų gauna

parametrus apie vartotojo veiksmus ir iškviečia atitinkamus verslo logikos komponentų metodus. Pasikeitus sistemos būsenai, kontrolieris, priklausomai nuo vartotojo, parenka reikalingą modelio vaizdą (sistemos būsenos atvaizdavimą). Minimalus vienos posistemės priklausomumas nuo kitų leidžia padidinti sistemos plėtimo bei integravimo su kitomis sistemomis galimybes.



## 2 pav. MVC šablonas.

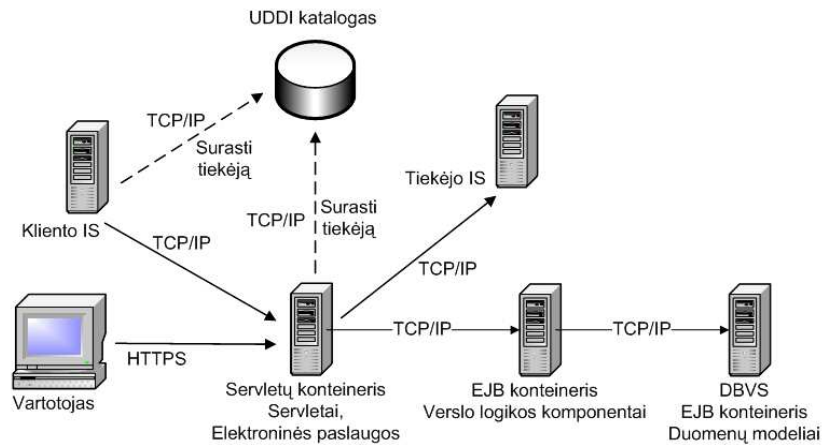
Siekiant mažinti kaštus ir didinti sistemos lankstumą, ji turi veikti nepriklausomai nuo naudojamos operacinės sistemos ar duomenų bazių valdymo sistemos. Efektyviausiai tą pasiekti galima naudojant Java Enterprise Edition 1.4 platformą, kuri standartizuoja 3 lygių verslo programų kūrimą ir suteikia jų vykdymo infrastruktūrą (servletų ir EJB (angl. Enterprise Java Beans) konteinerius) [4]. Duomenų modeliai realizuojami kaip J2EE esybės (Entity Bean komponentai), verslo logikos elementai – kaip J2EE esybių valdymo objektai (Session Bean komponentai). Tokia EJB komponentų architektūra atitinka standartiniam Fasado (angl. Facade) projektavimo šablonui, kai veiksmai atliekami ne tiesiogiai su esybėmis, bet iškviečiant komponentus, realizuojančius funkcijas su esybėmis [2]. 3 paveiksle pavaizduota sistemos dalies, atsakingos už užsakymų valdymą, architektūra, suprojektuota pagal MVC šabloną ir J2EE 1.4 platformos 3 lygių standartą.



## 3 pav. Užsakymų valdymo sistemos architektūra.

Išorinės sistemos funkcijos (užklausų apie prekių/paslaugų kainas bei galimą užsakymo įvykdymo laiką ataskaitos, tiekimo užsakymų formavimas) realizuojamos kaip elektroninės paslaugos, kurios veikia J2EE servletų konteineryje kartu su servletais, skirtais sąsajai su vartotoju per jo interneto naršyklę. Java Enterprise Edition platforma leidžia kiekvieną sistemos posistemę išdėstyti atskirame serveryje, tuo padidinant sistemos stabilumą ir išplečiamumą (4 pav.).

Elektroninės paslaugos užregistruojamos UDDI kataloge, kur kitos tiekimo grandinių tinklo įmonės jas gali dinamiškai surasti ir iškviešti. UDDI katalogai technologiniu požiūriu turi neribotas galimybes plėtoti bendradarbiaujančių įmonių tinklus. Praktikoje jų funkcionavimas priklauso nuo atitinkamų organizacinių ir teisinių sprendimų bei įmonių tarpusavio susitarimų. Tai gali būti ir vienos prekybinės įmonės, turinčios daug tiekėjų (distributoriaus), katalogas. Toks praktinis pritaikymas ir įgyvendintas šiame darbe.



4 pav. Tiekimo grandinės valdymo sistemos komponentų išdėstymas ir sąveika su vartotojais.

### Sistemos naudojimas įmonių veiklos procesuose

Sukurta tiekimo grandinės valdymo programų sistema suteikia galimybę įmonei aptarnauti klientus interneto portalo pagalba ir leidžia automatizuoti pardavimo, logistikos, apskaitos procesus. Ji gali veikti autonomiškai arba įsijungti į tiekimo grandinės programų sistemą, kurioje atskiros programos bendrauja XML pranešimais elektroninių paslaugų pagalba. Taip sukuriama adaptyvus tiekimo grandinių tinklas su automatizuotais logistikos procesais. Programą sudaro šie funkciniai moduliai:

- užsakymų sistema – interneto užsakymų portalas, individualių kainininkų, lojalumo bei nuolaidų sistemų valdymas;
- logistikos modulis – logistikos procesuose naudojama savo bei kitų tinklo įmonių sandėlių informacija;
- finansų modulis – pirkėjų sąskaitos, sąskaitų apmokėjimai, kredito limitai.

Sukurtoji programinė įranga šiuo metu yra diegiama prekybinėje įmonėje „Technopolija“, kurios tiekimo grandinėje dalyvauja Lietuvos ir užsienio partneriai.

### Išvados

- Tradicinės tiekimo grandinės tampa nekonkurencingos, todėl atsiranda poreikis organizuoti adaptyvius tiekimo grandinių tinklus.
- Šiuolaikinis ir tikriausiai vienintelis racionalus adaptyvaus tiekimo grandinių tinklo uždavinio sprendimas yra elektroninių paslaugų architektūra, leidžianti atskiroms programoms bendrauti internetu nepriklausomai nuo jų sukūrimui naudotų programavimo kalbų ir technologijų.
- Tiekimo grandinės valdymo programų sistema veikia kaip elektroninių paslaugų komplektas – sprendimas, leidžiantis išnaudoti standartinę infrastruktūrą bei supaprastinti sistemos architektūrą.
- Sistema suprojektuota pagal MVC šabloną, realizacijai pasirinkta Java technologija, užtikrinanti sistemos efektyvumą, stabilumą ir nepriklausomumą nuo naudojamos OS bei DBVS.
- Sukurta tiekimo grandinės valdymo sistema, kurios pagrindinės funkcijos yra pardavimo, logistikos, apskaitos procesų automatizavimas, leidžiantis sumažinti klientų aptarnavimo laiką, informacijos apdorojimo sąnaudas.

### Literatūros sąrašas

- [1] **Dong, M.** Process Modeling, Performance Analysis and Configuration. Simulation in Integrated Supply Chain Network Design. [Interaktyvus] [Žiūrėta 2004-12-15] Prieiga: <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-08242001-102340>.
- [2] **Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J.** Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison-Wesley, Reading, Mass, 1995, 185-193.
- [3] **SAP.** Adaptive Supply Chain Networks. [Interaktyvus] [Žiūrėta 2004-12-15] Prieiga: [http://www.manufacturing.net/scm/contents/pdf/sap\\_wp\\_01272003.pdf](http://www.manufacturing.net/scm/contents/pdf/sap_wp_01272003.pdf).
- [4] **Singh, I., Brydon, S., Murray, G., Ramachandran, V., Violleau, T., Stearns, B.** Designing Web Services with the J2EE™ 1.4 Platform JAX-RPC, SOAP, and XML Technologies. Addison Wesley, Boston, 2004.
- [5] **W3C.** Web Services Architecture Requirements [Interaktyvus] [Žiūrėta 2004-12-15] Prieiga: <http://www.w3.org/TR/wsa-reqs>.



### Designing web services for supply chain networks

In the paper, Web services solution is presented for traditional supply chains problem solving. This solution was designed using open standards and advanced Web services technologies. The developed system renders ordering, price-lists, loyalty and discounting services, automates logistic processes of suppliers and may be integrated with finance and material accounting.

### 3 PRIEDAS. III Straipsnis

#### Adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo modelis ir jį realizuojanti elektroninių paslaugų sistema<sup>1</sup> Paulius Stulpinas, Raimundas Stulpinas, Lina Nemuraitė

*Kauno technologijos universitetas, Informacijos sistemų katedra*

Straipsnyje aprašomas adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo modelis, kuris skirtas spręsti tradicinėse tiekimo grandinėse kylančias problemas. Šis modelis buvo realizuotas sukuriant elektroninių paslaugų sistemą. Sprendimas buvo projektuojamas naudojant atvirus standartus ir pažangiausias technologijas. Sukurta sistema teikia užsakymų, kainininkų, lojalumo bei nuolaidų valdymo paslaugas, automatizuoja tiekėjų logistikos procesus, integruojama su finansų ir materialia apskaita.

#### Įvadas

Tiekimo grandinė apibrėžiama kaip sistema, susidedanti iš tiekėjų, gamintojų, prekybininkų, aptarnavimo atstovų ir pirkėjų, kurioje prekės, žaliavos ir sudėtinės dalys juda grandine žemyn, pinigai aukštyn, o informacija abiem grandinėms kryptimis [1]. Į tradicinę tiekimo grandinę įeinančios įmonės veikia savarankiškai, nepakankamai dalijasi informacija apie padėtį rinkoje. Didėjant konkurencijai, tokios tiekimo grandinės ir jų valdymo sistemos tampa neefektyvios, todėl artimiausioje ateityje įmonės, norinčios išlikti, palapsniui turės pereiti prie elektroninio verslo procesų, leidžiančių mažinti veiklos sąnaudas, lengviau pasiekti pirkėjus bei verslo partnerius. Įgyvendinus elektroninio verslo koncepciją, tradicinę tiekimo grandinę galima pakeisti adaptyviuoju tiekimo grandinių tinklu, prisitaikančiu prie besikeičiančios aplinkos [3].

#### Tradicinių tiekimo grandinių problemos

Tradicinės tiekimo grandinės įmonėse rinkodara, pardavimas, planavimas, gamyba ir tiekimas atliekami nepriklausomai nuo kitų į ją įeinančių įmonių. Dauguma tiekimo grandinių valdymo sistemų skirtos vienai įmonei, jų galimybės gauti informaciją iš išorės ribotos, informacijos efektyviausiam trūkstamos žaliavos gavimo keliui nustatyti surinkimas ilgas ir brangus. Kadangi tarp tiekimo grandinės įmonių vyksta neefektyvūs informacijos mainai, jos negali tiksliai įvertinti situacijos rinkoje ir priimti racionalių sprendimų. Dėl to sandėliavimo ir transportavimo kaštai yra didesni nei būtina, prarandami klientai ir pan.

Kitas tradicinių tiekimo grandinių trūkumas yra nepakankamai geras ir greitas klientų (tiek galutinio produkto pirkėjų, tiek kitų tiekimo grandinės įmonių, perkančių prekes, žaliavas ar paslaugas) aptarnavimas. Užsakymų įvykdymo ciklas trunka ilgiau nei būtina, nes laikas prarandamas ieškant informacijos apie pirkėjo kreditavimo galimybes, prekių kiekį sandėlyje. Dažnai įmonė negali tiksliai nusakyti užsakymo įvykdymo laiko, jei užsakytų prekių nėra jos sandėlyje. Norint tiksliai jį nustatyti, kiekviena tiekimo grandinės įmonė, dalyvaujanti užsakymo įvykdyme, turi įvertinti gamybos planą, prekių ir žaliavų kiekį sandėlyje. Jei įmonė savo jėgomis negali įvykdyti užsakymo, ji turi susisiekti su savo tiekėjais ir gauti tiekimo užsakymo kainą bei galimą jo įvykdymo laiką. Šis procesas ilgas ir reikalauja didelių informacijos apdorojimo sąnaudų, o klientas laukia greito ir konkretaus atsakymo į savo užklausą. Iš to kyla problema, kaip subalansuoti kliento norą užsakyti kuo greičiau ir pardavėjo norą nuolat gauti pelno. Bandant ją išspręsti būtų galima naudoti standartinius, praityje susiformavusius užsakymo įvykdymo laikus, bet jeigu tas laikas bus per didelis, pirkėjas pasirinktų konkurentą. Jeigu bus nurodytas per trumpas pristatymo laikas ir užsakymas nebus įvykdytas laiku, pirkėjas daugiau nesinaudos įmonės paslaugomis. O jeigu bus stengiamasi maksimaliai patenkinti pirkėją ir jam pristatyti prekes kuo greičiau, papildomi viršvalandžių, transportavimo viršsvorio ar sandėliavimo kaštai sumažins gaunamą pelną. Kita vertus, jeigu pardavėjas nuolat įvykdys savo išpareigojimus ir įstengs įvertinti savo galimybes įvykdyti skubius pirkėjo užsakymus, jo klientai taps lojalūs ir duos daugiau pelno.

Kadangi tradicinės tiekimo grandinės versle tampa nekonkurencingos dėl didelių informacijos apdorojimo kaštų ir ilgo reakcijos į kliento veiksmus laiko, atsiranda poreikis organizuoti adaptyviuosius tiekimo grandinių tinklus.

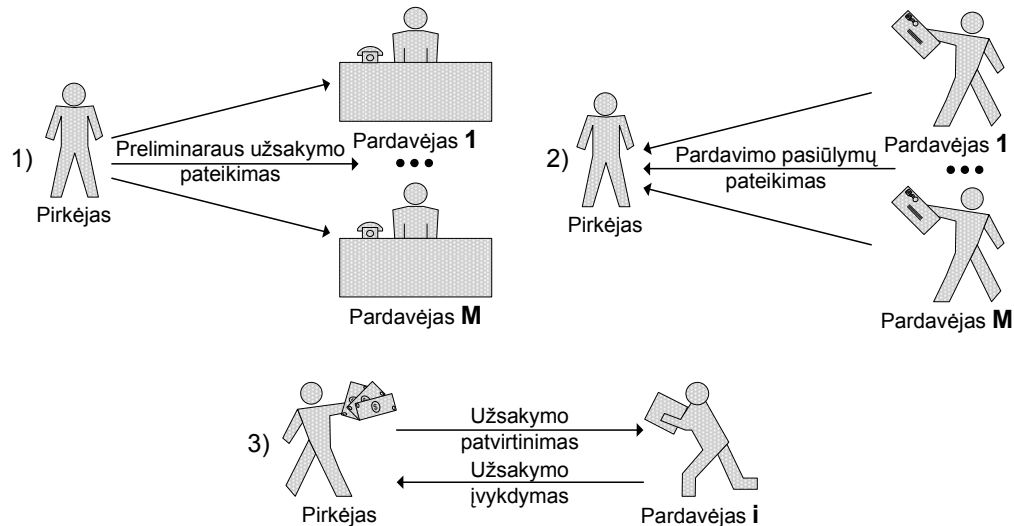
#### Adaptyvusis tiekimo grandinių tinklas

Adaptyvusis tiekimo grandinių tinklas – į vartotojus orientuotas įmonių tinklas, kuris dalijasi resursais ir žiniomis, kad lanksčiau reaguotų į nuolat besikeičiančią ir konkurencingą aplinką. Tokiame tinkle vykdomos integruotos daugelį partnerių siejančios tiekimo, planavimo, gamybos ir distribucijos operacijos atvaizduojamos atskirų įmonių informacinėse sistemose, kurios suteikia galimybę realiu laiku gauti duomenis apie tinklo būseną, operatyviai priimti sprendimus bei laiku juos įvykdyti.

Kiekviena adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo įmonė, gavusi pirkėjo užsakymą, turi įvertinti savo sandėlio informaciją, gamybos procesus, užsakymo įvykdymui reikalingų prekių ar žaliavų tiekimo galimybes. Tada įmonė gali tiksliai informuoti klientą apie užsakymo įvykdymo laiką ir kainą. Jei pirkėjas turi keletą reikalingos prekės tiekėjų, jiems

<sup>1</sup> Šį darbą iš dalies remia Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas pagal Eureka programos projektą „IT-Europe“ (Reg. Nr. 3473)

visiems išsiunčiamos užklauso (preliminarūs užsakymai) dėl tos prekės tiekimo galimybių. Tokiu būdu prieš kiekvieną prekę ar paslaugos pirkimą iš visų galimų pardavėjų sudaroma virtuali rinka. Pirkėjas gali padaryti objektyviai geriausią sprendimą, nes kiekviena virtualios rinkos įmonė pateikia tikslų pardavimo pasiūlymą (1 pav.).



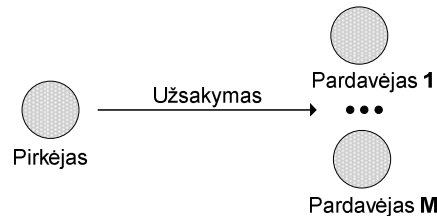
1 pav. Užsakymų apdorojimas virtualioje rinkoje

Jei įmonė savo jėgomis užsakymo įvykdyti negali, jos informacinė sistema turi automatiškai atlikti trūkstamų prekių tiekimo užsakymus. Šis procesas turi vykti rekursyviai, t.y. pardavėjas, atliekantis trūkstamų prekių tiekimo užsakymą tampa pirkėju, jo tiekėjas įgauna pardavėjo rolę, o tiekimo užsakymas apdorojamas analogiškai kaip pardavimo užsakymas gautas iš galutinio vartotojo

### Adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo modelis

Adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo modelis aprašo tiekimo/pardavimo ryšiais susijusių įmonių sistemą, kurios siekia savo įmonės bei viso tinklo veiklos efektyvumo, maksimaliai patenkindamos klientų poreikius. Adaptyvusis tiekimo grandinių tinklo modelis aprašomas naudojant orientuotus grafus. Įmonės vaizduojamos kaip grafo viršūnės, o užsakymai vaizduojami kaip grafo briaunos, kurios išeina iš užsakovo.

**Virtuali užsakymo rinka** – prekių/paslaugų pirkėjas ir visi galimi jų pardavėjai (2 pav.).

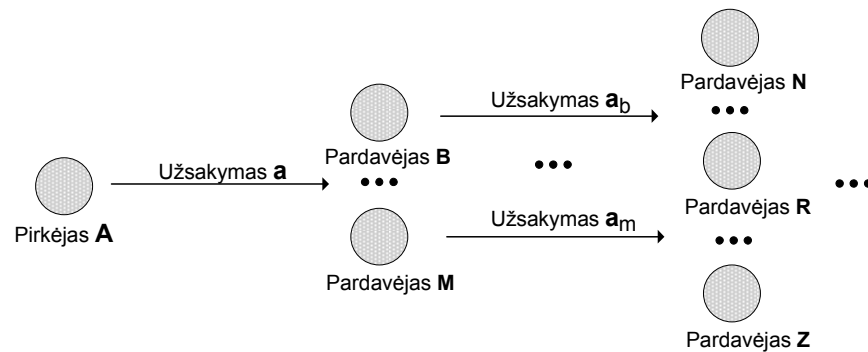


2 pav. Virtuali užsakymo rinka

**Pradinis užsakymas** – galutinio vartotojo prekių/paslaugų užsakymas adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo įmonėms (3 pav., Užsakymas a).

**Dalinis užsakymas** – adaptyviojo tinklo įmonės tiekimo užsakymas, kuris yra reikalingas tos įmonės gauto užsakymo įvykdymui (3 pav., Užsakymas  $a_m$ ).

**Momentinis tiekimo grandinių tinklas** (3 pav.) suformuojamas rekursyviai integruojant virtualias rinkas, t.y. kiekvienas pardavėjas, gavęs užsakymą iš pirkėjo ir savo jėgomis negalintis jo įvykdyti, formuoja užklauso (preliminarius užsakymus) savo tiekėjams, taip iš jų sudarant virtualią rinką. Bet kuris momentinio tiekimo grandinių tinklo kelias (einantis nuo grafo pradžios ir pasibaigiantis viršūnėje, iš kurios neišeina nei viena briauna) rodo tiekimo grandinę, kuri gali įvykdyti galutinio vartotojo užsakymą. Tokio tinklo būseną nėra pastovi ir priklauso nuo laiko, nes kol galutinis vartotojas nėra patvirtinęs pradinio užsakymo, užsakomų prekių kainos ir kiekiai tinklo įmonių sandėliuose gali kisti.



3 pav. Momentinis tiekimo grandinių tinklas

Galutinis vartotojas patvirtindamas vieną iš pradinių užsakymo variantų, pasirenka to užsakymo vykdymo tiekimo grandinę. Kiekviena šios tiekimo grandinės įmonė patvirtina atitinkamus tiekimo užsakymus, reikalingus galutinio užsakymo vykdymui. Visi kiti pardavimo pasiūlymai momentiniame tiekimo grandinių tinkle yra nepatvirtinami ir atmetami.

Igyvendinus adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo modelį, dėl tinklo įmonių konkurencijos padidėtų viso tinklo efektyvumas. Adaptyviajame tinkle ką nors perkant, iš visų galimų tiekėjų sudaroma virtuali rinka, leidžianti pirkeiui padaryti objektyviai geriausią sprendimą. Sumažinus informacijos surinkimo, apdorojimo sąnaudas, atsiranda galimybė pilnai disponuoti verslo procesų informacija ir daryti optimalius sprendimus, kurie įmonei atneša didžiausią pelną.

### Adaptyvusis tiekimo grandinių tinklas elektroninių paslaugų architektūroje

Tiekimo grandinės dalyviai yra atskiros įmonės, todėl jos turi keistis informacija internetu. Kadangi skirtingos įmonės savo verslo procesams valdyti gali turėti kuo įvairiausias sistemas, kyla jų suderinamumo problema. Vienas iš šio uždavinio sprendimų būtų visose tiekimo grandinės įmonėse esamas verslo valdymo sistemas pakeisti vieno gamintojo sistemomis. Rinkoje pirmaujančių mySAP Business Suite ar Microsoft Business Solutions tiekimo grandinių valdymo programų paketai galingi, turi daug galimybių, tačiau smulkioms ir vidutinėms Lietuvos įmonėms jie yra per brangūs ir per daug sudėtingi. Tiekimo grandinių valdymo programų paketai nesuteikia ekonomininiu požiūriu pasiteisinančių galimybių organizuoti adaptyvius tinklus, kadangi būtų per brangu bei problematiška į tiekimo grandinių tinklą jungti įmones, naudojančias skirtingų gamintojų verslo valdymo sistemas.

Racionaliausias šio uždavinio sprendimas yra elektroninių paslaugų (angl. *Web services*) architektūra, leidžianti skirtingoms programoms bendrauti internetu nepriklausomai nuo jų sukūrimui naudotų programavimo kalbų ir technologijų. Elektroninė paslauga apibrėžiama kaip savarankiškas programinės įrangos modulis, identifikuojamas universaliu resursų identifikatoriumi (angl. *Universal Resource Identifier*, URI), kurio sąsajos ir sąryšiai nustatomi, apibrėžiami ir randami XML dokumentais; ji tiesiogiai bendrauja su kitomis programomis per interneto protokolus ir XML žinutes. Elektroninių paslaugų technologija sukurta interneto TCP/IP, HTTP protokolų ir universalios duomenų aprašymo kalbos XML pagrindu. Ji naudoja tris atvirus standartus: SOAP, WSDL, UDDI [6], kurie yra visuotinai palaikomi ir nepriklausomi nuo vieno gamintojo.

Adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo, realizuoto elektroninių paslaugų architektūroje, įmonės bendrauja per elektronines paslaugas (atlieka užklausas apie prekių/paslaugų kainas, galimą užsakymo įvykdymo laiką, pateikia tiekimo užsakymus), siųsdamos viena kitai XML pranešimus. Elektroninės paslaugos adresą, jos naudojamų XML pranešimų formatą nusako WSDL dokumentai, kurie gali būti patalpinti elektroninių paslaugų aprašymus saugančiame UDDI kataloge. UDDI katalogas skirtas elektroninių paslaugų aprašymams skelbti viešai, kad jas būtų galima surasti ir iškviešti per tinklą. UDDI katalogą galima naudoti dinaminiam tiekimo grandinės tinklo įmonių (prekių ar paslaugų teikėjų) radimui bei naujų įmonių įjungimui į adaptyvų tinklą. Atsiradus naujam prekių tiekėjui, aptarnavimo ar ekspedijavimo paslaugų teikėjui, užtektų UDDI katalogą papildyti nauju įrašu, nekeičiant visos tinklo įmonių sistemos.

### Verslo taisyklių apibrėžimas elektroninių paslaugų architektūroje

Verslo taisyklės gali būti realizuojamos atskirų įmonių informacinėse sistemose, elektronines paslaugas naudojant tik duomenų pasikeitimui. Tačiau šis būdas turi trūkumų, nes atsiradus naujiems reikalavimams keisti verslo taisyklių realizaciją būtų gana problematiška. Tokiu atveju sunku išvengti įmonėse naudojamų informacinių sistemų perprojektavimo, kurios gali būti realizuotos skirtingomis programavimo kalbomis. Daug geresnis sprendimas verslo taisyklės apibrėžti elektroninių paslaugų lygyje, t.y. nustatant elektroninių paslaugų komplekto tarpusavio bendradarbiavimo tvarką ir kitus apribojimus.

Elektroninės paslaugos yra atskiri programiniai moduliai, leidžiantys sujungti skirtingus komponentus, kurie gali būti skirtingose įmonėse. Tačiau nei vienas iš elektroninių paslaugų architektūros standartų neleidžia apibrėžti verslo proceso semantikos. Taigi kiekvienas elektroninių paslaugų modulis yra izoliuotas ir iš išorės matomas kaip „juoda dėžė“. Norint realizuoti sudėtingą funkcionalumą, kuo dažnai pasižymi verslo procesai, reikia specifikuoti tam naudojamą

elektroninių paslaugų rinkinį. Verslo procesas gali susidėti iš eilės operacijų, kurias tam tikra tvarka atlieka skirtingi elektroninių paslaugų moduliai. Norint specifiškai verslo procesą, reikia nustatyti apribojimus elektroninių paslaugų rinkinio operacijoms naudoti.

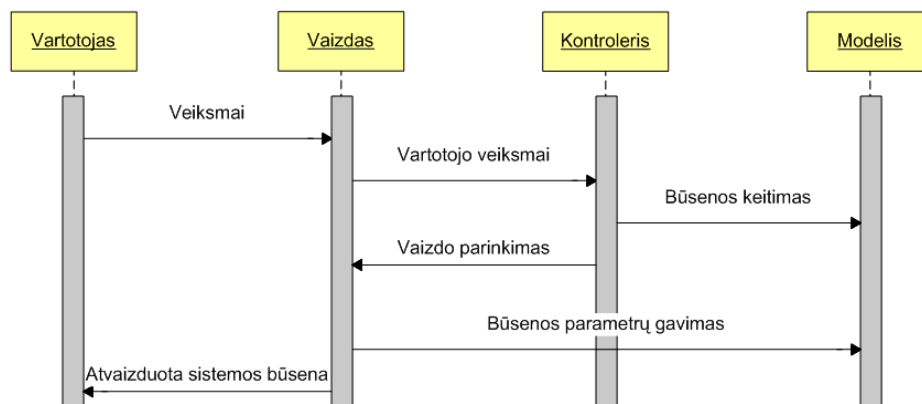
IBM kompanija yra sukūrusi standartą BPEL4WS (angl. *Business Process Execution Language For Web Services*, sutrumpintai BPEL), leidžiantį specifiškai verslo procesus ir jų realizacijas elektroninėmis paslaugomis. BPEL atsirado sujungus IBM elektroninių paslaugų srautų aprašymo kalbą (angl. *Web Services Flow Language*) ir Microsoft XLANG specifikaciją [7]. BPEL kalba galima specifiškai verslo procesą sudarančias atominės paslaugas, jų naudojimo tvarką ir paties proceso teikiamas sudėtingas (kompozicines) paslaugas. Kadangi verslo procesas apima kelias (dažnai asinchronines) elektroninių paslaugų operacijas, šio proceso transakcijos gali tęstis neapibrėžtai ilgą laiką. Todėl įprasti transakcijų apdorojimo mechanizmai užrakinant resursus šiuo atveju netinka. Transakcijų atšaukimo atveju naudojamos kompensacinės operacijos, kurios atstato verslo sistemą į ankstesnę būseną. Transakcijoms valdyti naudojamas WS-Transaction protokolas.

Naudojant BPEL tiekimo grandinių tinklo procesams kompiuterizuoti, programų sistema būtų lanksti, lengvai modifikuojama ir integruojama su kitomis verslo valdymo sistemomis. Tačiau realizacijai BPEL kalba reikalingas specialus variklis. Dėl nepakankamos paklausos atvirojo kodo BPEL varikliai dar nėra patikimi, o mažai įmonei dėl kelių procesų pirkti komercinį BPEL produktą netikslinga. Ateityje, didėjant elektroninių paslaugų architektūroje veikiančių sistemų skaičiui, BPEL ar panaši kalba taps galingu įrankiu pavienėms elektroninėms paslaugoms surinkti ir komponuoti į sudėtingus verslo procesus. Tam tikros paslaugų kompozicijos galimybės yra ir naujoje WSDL standarto versijoje 2.0, tačiau ji dar nėra praktiškai išbandyta. Esamuoju momentu smulkaus ir vidutinio verslui adaptyvaus tiekimo grandinių tinklui realizuoti efektyviausias yra individualus sprendimas Java technologijomis.

### Tiekimo grandinių tinklo valdymo sistemos architektūra

Adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo modelį realizuojančios sistemos įgyvendinimui pasirinkta Java Enterprise Edition 1.4 platforma, palaikanti elektroninių paslaugų architektūrą, standartizuojanti 3 lygių verslo programų kūrimą, suteikianti jų vykdymo infrastruktūrą (servletų ir EJB (angl. *Enterprise Java Beans*) konteinerius) [4] ir nepriklausomumą nuo naudojamos operacinės ar duomenų bazių valdymo sistemos.

Sistemos architektūra suprojektuota naudojant MVC (Modelis/Vaizdas/Kontrolieris, angl. Model/View/ Controller) šabloną, kuriuo atskiriamos duomenų modeliavimo, atvaizdavimo ir verslo logikos posistemės [5]. Joms susieti ir valdyti naudojama atskira klasė – kontrolieris. Kontrolieris iš atvaizdavimo posistemės objektų gauna parametrus apie vartotojo veiksmus ir iškviečia atitinkamus verslo logikos komponentų metodus. Pasikeitus sistemos būsenai, kontrolieris pateikia vartotojui reikiamą modelio (sistemos būsenos) vaizdą (4 pav.).



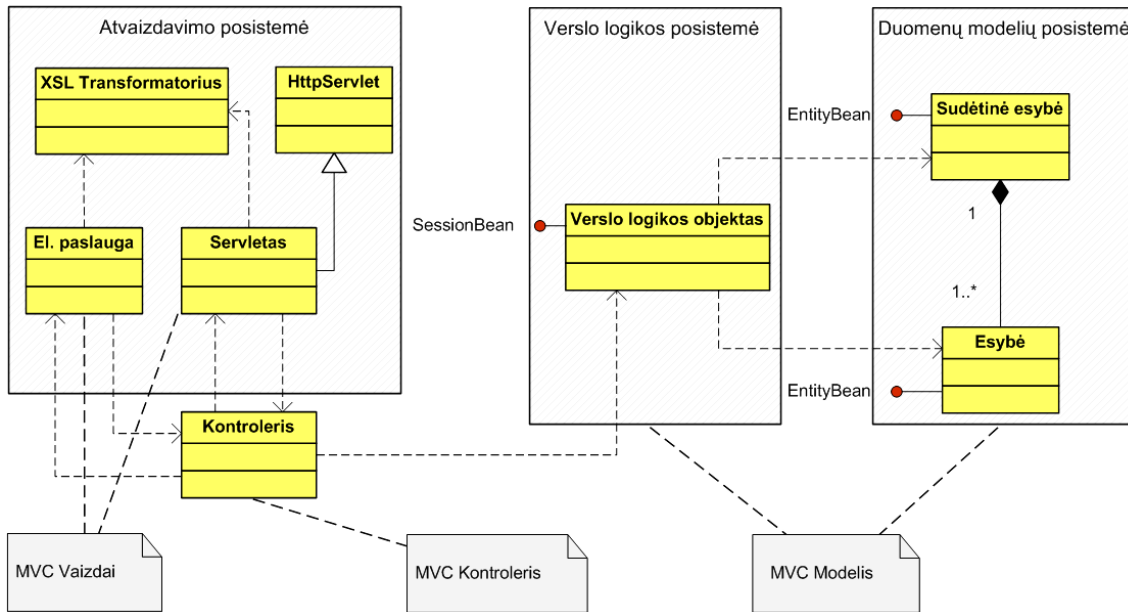
4 pav. MVC šablono sekos diagrama

Duomenų modeliavimo posistemės klasės modeliuoja programų sistemoje naudojamus duomenis, kurie saugomi duomenų bazėje. Adaptyviojo tinklo verslo taisyklės suprogramuojamos sistemos verslo logikos komponentuose. Verslo logikos posistemės klasės atsakingos už operacijų su sistemos duomenimis vykdymą. Duomenų modeliai realizuojami kaip J2EE esybės (*Entity Bean* komponentai), verslo logikos elementai – kaip J2EE esybių valdymo objektai (*Session Bean* komponentai). Tokia EJB komponentų architektūra atitinka sesijos fasado (angl. *Session Facade*) projektavimo šabloną, kai veiksmai atliekami ne tiesiogiai su esybėmis, bet iškviečiant komponentus, realizuojančius funkcijas su esybėmis [2]. Tokiu būdu išvengiama komplikuo to transakcijų valdymo per kelis funkcijų iškvietimus, kai vienai funkcijai neįvykus, reikia atšaukti jau įvykdytas funkcijas ir atstatyti pradinę būseną. Pagal sesijos fasado šabloną transakcija atliekama vienos funkcijos ribose. Be to, verslo logika sukonzentruojama viename komponentų sluoksnyje, taip išsprendžiant sistemos išplečiamumo problemą.

Atvaizdavimo posistemės klasių paskirtis – modeliuoti vartotojo bei kitų informacinių sistemų sąsajas su tiekimo grandinės valdymo programų sistema. MVC šablonas ypač naudingas tada, kai sistemos būseną (kurią aprašo duomenų modeliai) skirtingomis sąsajomis pateikiama keliems klientams. Vartotojai su sistema bendrauja per interneto naršyklę, o

šąsą su kitomis informacinėmis sistemomis realizuojama elektroninėmis paslaugomis. Todėl sistemos būseną turi būti atvaizduojama HTML ir SOAP formato dokumentais. Sistemoje modelio būseną po įvykdytos transakcijos aprašoma XML dokumentu, kuris XSLT duomenų transformavimo kalba ir Apache Velocity šablonų biblioteka transformuojamas į reikalingą formatą. Jei prireikia išplėsti sistemos būsenos atvaizdavimą nauju formatu, tokia atvaizdavimo posistemės architektūra leidžia tai padaryti neperprojektuojant sistemas. Be to, šiai sistemai MVC šablonas J2EE platformoje buvo optimizuotas taip, kad atvaizdavimo posistemės objektai tiesiogiai nesikreiptų į Enterprise Java Beans komponentus, bet gautų sistemos būseną aprašantį objektą iš kontrolierio.

Objektas, aprašantis sistemos būsenos informaciją, realizuotas kaip raktų – objektų porų rinkinys (Java HashMap objektas). Šis sprendimas leidžia atvaizdavimo posistemę padaryti maksimaliai nepriklausomą nuo modelio. Vienintelis dalykas siejantis abi posistemės – raktų reikšmių sąrašas, pagal kurias galima gauti sistemos būsenos parametrus. Minimalus posistemų tarpusavio priklausomumas leidžia padidinti sistemos plėtimo bei integravimo su kitomis sistemomis galimybes. Sistemos architektūros modelis pateiktas 5 paveiksle.



5 pav. Sistemos architektūros modelis

Funkcijos, skirtos informacijai perduoti tarp skirtingų adaptyviojo tiekimo grandinių tinklo įmonių, realizuojamos kaip elektroninės paslaugos, veikiančios J2EE servetų konteineryje kartu su servetais, skirtais sąsajai su vartotoju per interneto naršyklę. Elektroninės paslaugos užregistruojamos UDDI kataloge, kur kitos tiekimo grandinių tinklo įmonės jas gali dinamiškai surasti ir iškviešti. UDDI katalogai turi technologiniu požiūriu neribotas galimybes plėtoti bendradarbiaujančių įmonių tinklus. Praktikoje jų funkcionavimas priklauso nuo atitinkamų organizacinių ir teisinių sprendimų bei įmonių tarpusavio susitarimų.

### Sistemos naudojimas įmonių veiklos procesuose

Sukurta tiekimo grandinės valdymo programų sistema suteikia galimybę įmonei aptarnauti klientus interneto portalo pagalba ir leidžia automatizuoti pardavimo, logistikos, apskaitos procesus. Ji gali būti integruojama su finansinės ir materialios apskaitos sistemomis. Programų sistema gali veikti autonomiškai arba įsijungti į tiekimo grandinės programų sistemą, kurioje atskiros programos bendrauja XML pranešimais per elektronines paslaugas. Taip sukuriama adaptyvus tiekimo grandinių tinklas su automatizuotais logistikos procesais. Programą sudaro šie funkciniai moduliai:

- užsakymų sistema – interneto užsakymų portalas, individualių kainininkų, lojalumo bei nuolaidų sistemų valdymas;
- logistikos modulis – logistikos procesuose naudojama savo bei kitų tinklo įmonių sandėlių informacija;
- finansų modulis – pirkėjų sąskaitos, sąskaitų apmokėjimai, kredito limitai.

Sukurtoji programinė įranga šiuo metu yra diegiama prekybinėje įmonėje „Technopolija“, kurios tiekimo grandinėje dalyvauja Lietuvos ir užsienio partneriai.

### Išvados

- Tradicinės tiekimo grandinės tampa nekonkurencingomis dėl neefektyvaus informacijos keitimosi tarp atskirų tiekimo grandinės įmonių, didelių informacijos surinkimo ir apdorojimo sąnaudų. Dėl šių priežasčių atsiranda poreikis organizuoti adaptyviuosius tiekimo grandinių tinklus.

- Įgyvendinus originaliai sukurtą adaptatyviojo tiekimo grandinių tinklo modelį, dėl atskirų įmonių verslo procesų integracijos ir šių įmonių tarpusavio konkurencijos padidėtų viso tinklo efektyvumas, leidžiantis geriau patenkinti klientų poreikius.
- Siekiant realizuoti adaptatyviojo tiekimo grandinių tinklo modelį, buvo ieškoma geriausios technologijos. Racionaliausias adaptatyviojo tiekimo grandinių tinklo sudarymo uždavinio sprendimas yra elektroninių paslaugų architektūra, leidžianti atskiroms programoms bendrauti internetu nepriklausomai nuo jų sukūrimui naudotų programavimo kalbų ir technologijų.
- Atlikta technologijų analizė leidžia teigti, kad BPEL ar kita panaši verslo procesų kompozicijos kalba ateityje gali tapti galingu pavienių elektroninių paslaugų surinkimo į sudėtingus verslo procesus įrankiu, tačiau šiuo metu nedidelėms įmonėms efektyvesnis yra individualus projektas J2EE technologijomis, kuris yra pigesnis, patikimesnis ir užtikrina tą patį funkcionalumą, stabilumą, nepriklausomumą nuo naudojamos OS bei DBVS.
- Sistema suprojektuota pagal patobulintą MVC šabloną, kuris užtikrina minimalų posistemių tarpusavio priklausomumą, todėl sistemos plėtojimas ar keitimas reikalauja mažesnių pastangų
- Sukurta tiekimo grandinės valdymo sistema, realizuojanti adaptyvųjį tiekimo grandinių tinklą ir sudaranti galimybes sąveikauti atskiroms įmonėms, automatizuojant jų vykdomus pardavimo, logistikos, apskaitos procesus. Ši sistema įmonei leidžia sumažinti klientų aptarnavimo laiką, verslo procesų informacijos surinkimo ir apdorojimo kaštus.
- Pasaulio rinkose pirmaujančių mySAP Business Suite ar Microsoft Business Solutions tiekimo grandinių valdymo programų paketai galingi, turi daug galimybių, tačiau smulkios ir vidutinės Lietuvos įmonėms jie yra per brangūs ir per daug sudėtingi. Be to, šie paketai labiau orientuoti į planavimą, verslo informacijos pasiekiamumą, jos surinkimą ir analizę. Dėl šių priežasčių sukurtą tiekimo grandinės valdymo sistemą yra efektyvesnė adaptyvųjį tiekimo grandinių tinklą sudarant iš mažų ir vidutinių įmonių.

### Literatūros sąrašas

- [1] Dong, M. Process Modeling, Performance Analysis and Configuration. Simulation in Integrated Supply Chain Network Design. [Interaktyvus] [žiūrėta 2004-12-15]  
Prieiga: <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-08242001-102340>.
- [2] Marinescu, F. EJB Design Patterns: Advanced Patterns, Processes and Idioms. New York, John Wiley & Sons, 2002.
- [3] SAP. Adaptive Supply Chain Networks. [Interaktyvus] [žiūrėta 2004-12-15]  
Prieiga: [http://www.manufacturing.net/scm/contents/pdf/sap\\_wp\\_01272003.pdf](http://www.manufacturing.net/scm/contents/pdf/sap_wp_01272003.pdf).
- [4] Singh, I., Brydon, S., Murray, G., Ramachandran, V., Violleau, T., Stearns, B. Designing Web Services with the J2EE™ 1.4 Platform JAX-RPC, SOAP, and XML Technologies. Addison Wesley, Boston, 2004.
- [5] Singh, I., Stearns, B., Johnson, M., Enterprise Team. Designing Enterprise Applications with the J2EE Platform. Addison Wesley, Boston, 2002.
- [6] W3C. Web Services Architecture Requirements [Interaktyvus] [žiūrėta 2004-12-15]  
Prieiga: <http://www.w3.org/TR/wsa-reqs>.
- [7] Weerawarana, S., Curbera, F. Concepts in business processes [Interaktyvus] [žiūrėta 2005-02-18]  
Prieiga: <http://www-106.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-bpelcol1>.

### An adaptive supply chain network model and its implementation in web services system

In the paper, an adaptive supply chain network model is presented for traditional supply chains problem solving. This model was implemented by developing a web services system. The solution was designed using open standards and advanced technologies. The developed system renders ordering, price-lists, loyalty and discounting services, automates logistic processes of suppliers and may be integrated with finance and material accounting.