



# **INTEGRACINĖS VERSLO PROCESŲ VALDYMO PLATFORMOS ATVIRO KODO SPRENDIMŲ LYGINAMASIS TYRIMAS**

## Turinys

1	Tyrimo aprašymas .....	3
1.1	Tyrimo tikslas.....	3
1.2	Veiklos užduotys .....	3
1.3	Integravimo poreikio nustatymas.....	3
1.4	Mokslinės veiklos pagrindimas .....	3
1.5	Tyrimo praktinė vertė .....	3
1.6	Tyrimo metodika .....	4
1.7	Tyrimo eiga .....	4
1.8	Pasiekti rezultatai.....	4
2	Naudotojo sąsajos sprendimų analizė .....	5
2.1	Naudotojo sąsajos sprendimai .....	5
2.2	Naudotojo sąsajos sprendimų palyginimo kriterijai .....	5
2.3	Panašus darbai.....	6
2.4	Naudotojo sąsają įgyvendinančių sprendimų pasirinkimas .....	6
2.4.1	Liferay .....	6
2.4.2	Gateln .....	8
2.4.3	JetSpeed 2.....	8
2.4.4	Išvados.....	9
2.5	.NET portalų palyginimas .....	10
2.5.1	Naudotojo sąsają įgyvendinančių sprendimų pasirinkimas .....	10
2.5.2	Išvados.....	12
3	ESB sprendimų analizė.....	14
3.1	ESB sprendimas .....	14
3.2	ESB sprendimų palyginimo kriterijai .....	14
3.3	Panašus darbai.....	15
3.4	Java ESB sprendimų palyginimas .....	15
3.4.1	Java ESB sprendimų pasirinkimas .....	15
3.4.2	Išvados.....	20
3.5	.NET ESB sprendimų palyginimas .....	21
3.5.1	ESB sprendimų skirtų .NET platformai pasirinkimas .....	21
3.5.2	Išvados.....	24
4	Verslo procesų valdymo sprendimų analizė .....	26
4.1	Verslo procesų valdymo sprendimai.....	26
4.2	Verslo procesų valdymo sprendimų pasirinkimo kriterijai.....	26
4.3	Panašus darbai.....	27
4.4	Java Verslo valdymo sistemų palyginimas .....	27
4.4.1	Verslo procesų valdymo sprendimų pasirinkimas .....	27
4.4.2	Išvados.....	32
4.5	.NET Verslo valdymo sistemų palyginimas .....	33
4.5.1	Verslo procesų valdymo sprendimų pasirinkimas .....	33
4.5.2	Išvados.....	36
5	Naudota literatūra .....	37

# 1 TYRIMO APRAŠYMAS

## 1.1 Tyrimo tikslas

Šio palyginamojo tyrimo tikslas yra esamų atviro kodo technologijų (portalų, verslo valdymo sistemų ir pranešimų perdavimo magistralių) savybių ir tinkamumo integraciniams sprendimams realizuoti įvertinimas. Tyrimo objektai - atviro kodo portalai, verslo valdymo sistemos ir pranešimų perdavimo magistralių sprendimai.

## 1.2 Veiklos užduotys

Iškeltam tikslui pasiekti reikalinga įvykdyti šias užduotis:

1. Nustatyti atviro kodo portalų, verslo procesų valdymo sistemų ir pranešimų perdavimo magistralių integracinės platformos realizavimui aktualias technologines savybes.
2. Pasirinkti atviro kodo portalų, verslo procesų valdymo sistemų ir pranešimų perdavimo magistralių sprendimus tyrimui.
3. Palyginti atviro kodo portalų, verslo procesų valdymo sistemų ir pranešimų perdavimo magistralių sprendimus pagal jų technologines savybes.

## 1.3 Integravimo poreikio nustatymas

Siekiant nustatyti dažniausiai naudojamą integravimo sektorių ir pageidaujamą technologiją buvo atlikta respondentų apklausa. Apklausoje metu respondentai turėjo atsakyti į 9 anketoje pateiktus klausimus apie dažniausiai naudojamą informacines savitarnos sistemas ir pageidaujamą technologiją integravimo uždaviniams spręsti. Apklausoje dalyvavo 41 respondentas, kurių amžius 21 - 39 metai. Visi respondentai asmenys, turintys aukštąjį išsilavinimą informacinių technologijų srityje. Apklausoje anketa ir rezultatai pateikti priede.

## 1.4 Mokslinės veiklos pagrindimas

Šiuo metų elektroninėje erdvėje yra daugybė atviro kodo sprendimų tinkančių vartotojo sąsajai, verslo procesų valdymui ir sistemų integravimui realizuoti. Atliktos apklausos rezultatai parodė, kad daugiau kaip 75 procentų apklaustųjų integravimo uždaviniams spręsti pasirinktų atviro kodo sprendimus. Atviro kodo sprendimai programinės įrangos kūrėjams ir naudotojams yra patrauklus dėl mažų licencijų įsigijimo kaštų, tačiau atviro kodo sprendimai gali būti neišbaigti, tarpusavio nesuderinami, be palaikymo galimybės arba netinkami integraciniams sprendimams kurti dėl savo vidinių trūkumų. Tokiu būdu integravimo uždaviniams spręsti tinkančių atviro kodo sprendimų pasirinkimui reikalinga atlikti esamų atviro kodo sprendimų lyginamąją analizę.

## 1.5 Tyrimo praktinė vertė

Tyrimo yra palyginamos atviro kodo sprendimų bendrosios savybės, todėl tyrimo rezultatai gali būti naudojami renkantis tiek vartotojo sąsajos sprendimą, tiek verslo procesų valdymo, tiek pranešimų perdavimo magistralių sprendimą atskirai kitiems (ne sistemų integravimo) uždaviniams spręsti.

## 1.6 Tyrimo metodika

Tyrimo metu buvo naudojama konstruktyviojo tyrimo metodika. Tyrimas apima tokias veiklas, kaip esamų atviro kodo portalų, verslo procesų valdymo sistemų ir pranešimų perdavimo magistralių sprendimų konceptualią analizę, pasirinktų atviro kodo sprendimų funkcinių ir nefunkcinių savybių tyrimą.

## 1.7 Tyrimo eiga

Tyrimo metų buvo analizuojami esami moksliniai darbai siekiant nustatyti brandžiausius ir šiuo metu populiariausius portalų, verslo procesų valdymo ir pranešimų magistralių atviro kodo sprendimus ir jų pagrindines funkcines savybes. Pasirinktiems atviro kodo sprendimams buvo atlikta funkcinių ir nefunkcinių savybių analizė, kurios metu buvo analizuojama sprendimų dokumentacija, sprendimo bendruomenės pranešimai ir visuomenės atsiliepimai apie analizuojamus sprendimus.

## 1.8 Pasiiekti rezultatai

Atliktas tyrimas padėjo nustatyti populiariausias ir brandžiausias Java ir .NET technologijomis realizuotas portalų, verslo valdymų sistemų ir pranešimų magistralių sistemas. Tyrimo metu buvo nustatytos nagrinėjamų atviro kodo sprendimų funkcinės ir nefunkcinės savybės, kurios yra aktualios, sprendžiant integravimo uždavinius. Tyrimo sprendimų palyginamoji analizė padėjo nustatyti atviro kodo portalų, verslo procesų valdymo sistemų ir pranešimų perdavimo magistralių sprendimus labiausiai tinkančius sistemų integravimo uždaviniams spręsti ir integravimo platformos prototipui realizuoti.

# 2 NAUDOTOJO SĄSAJOS SPRENDIMŲ ANALIZĖ

## 2.1 Naudotojo sąsajos sprendimai

Tinklalapių grafinė naudotojo sąsaja dažniausiai yra realizuojama portalų arba turinio valdymo sistemų pagalba. Šiame dokumente apžvelgiami ir palyginami rinkoje esantys atviro kodo Java ir .NET sprendimai, kurių pagalba galima sklandžiai realizuoti informacinės sistemos grafinę naudotojo sąsają.

Portalas - tai interneto platforma (internetu puslapis, interneto aplikacija), kuriame vieningai pateikiama informacija ir funkcionalumas iš skirtingų šaltinių. Portalą paprastai sudaro sekcijos (blokadai) vadinami portletais, kurie yra nepriklausomi nuo kitų blokų, ir geba savarankiškai pateikti turinį (pvz.: naujienas, registraciją naujienlaiškiams, apklausas ir pan.). Įprastai portalai palaiko kelių lygių naudotojų autentifikaciją, daugiakalbiškumą, navigaciją portalo puslapiuose ir t.t (Vikipedija 2012a).

Turinio valdymo sistema tai įvairūs programiniai įrankiai, supaprastinantys informacinių sistemų turinio (tekstinio ir grafinio) valdymą taip, kad sukuriant ir keičiant turinį ar jo struktūrą nereikėtų jokių specialiųjų (programavimo) žinių (Vikipedija 2012b).

## 2.2 Naudotojo sąsajos sprendimų palyginimo kriterijai

Šiuo metu rinkoje egzistuoja daugybė įvairių naudotojo sąsają įgyvendinančių sprendimų. Šie sprendimai skiriasi savo funkcionalumu, realizavimo architektūra ir panaudojimo galimybėmis, todėl ne visi sprendimai yra tinkami naudoti kuriamos integracinės verslo procesų valdymo platformos kontekste. Naudotojo sąsają įgyvendinančių sprendimų tinkamumui įvertinti ir palyginti tarpusavyje buvo suformuoti tokie šių sprendimų savybių kriterijai:

- **Integracija su ESB sprendimais.** Šis kriterijus nusako ar grafinę naudotojo sąsają realizuojantis sprendimas turi galimybę integruotis su ESB sprendimais tiesioginiam pranešimų siuntimui ir gavimui ESB magistrale.
- **Bendravimo technologijų palaikymas.** Tai standartiniai protokolai ir technologijos, kurių pagalba galima bendrauti su kitomis integracinės platformos dalimis - ESB ir verslo valdymo sprendimais.
- **Verslo procesų valdymo sprendimas.** Kriterijus nusakantis ar yra galimybė grafinės naudotojo sąsajos sprendimą panaudoti integracijų valdymo verslo procesuose.
- **Plečiamumas.** Tai galimybė plėsti arba keisti esamo sprendimo veikimą arba atvaizdavimą esant specifiniams integracijų poreikiams.
- **Saugumas.** Kriterijus nusakantis kokios technologijos yra naudojamos duomenų apsaugai užtikrinti jų perdavimo metu, kokios yra naudotojų autentifikacijos ir autorizacijos galimybės, ar yra naudotojų rolių valdymo galimybė.
- **Dokumentacija ir palaikymas.** Vertinama ar sprendimo kūrėjai pateikia techninę ir vartotojų dokumentaciją. Taip pat vertinama ar yra palaikymo galimybė, ar sprendimo bendruomenė yra aktyvi.

## 2.3 Panašus darbai

Naudotojo sąsajos sprendimai yra lyginami daugelyje mokslinių darbų. Savo darbuose Fuller (Fuller 2006) atliko Java platformai, o Maican (Maican 2006) .NET platformai skirtų portalų palyginimą pagal jų funkcijas, diegimo paprastumą ir dokumentacijos lygį. Goh'as ir jo kolegos (Goh et. al. 2008) pristatė tyrimą, kuriame jie analizavo ir palygino keturis atviro kodo portalų sprendimus. Komercinių ir atviro kodo portalų palyginimą atliko Murphy (Murphy et. al 2011). Jis lygino portalus pagal jų verslo vizijas, kainas ir rinkos padengimą. Turinio valdymo sistemų analizę ir palyginimą atliko Kowatsch ir Maass (Kowatsch et. al. 2012). Jie nagrinėjo turinio valdymo sistemų funkcijas, technologines platformas, sistemų dokumentacijos lygį. Trčka (Trčka 2012) analizavo naujo portalų standarto JSR-286 palaikymą naudotojo sąsajos sprendimuose.

Literatūros analizė parodė, kad egzistuoja pakankamai daug naudotojo sąsajos realizavimo sprendimų palyginimų, tačiau šiame darbe aprašomas atviro kodo portalų palyginimas yra taip pat aktualus. Daugelis egzistuojančių portalų palyginimų yra atlikti prieš keturis ir daugiau metų, kai atviro kodo portalų sprendimai buvo savo kūrimo stadijos pradžioje ir negalėjo varžytis su komerciniais portalų sprendimais. Murphy (Murphy et. al 2011) atliktas atviro ir komercinių portalų sprendimų palyginimas parodė, kad atviro kodo portalų sprendimai tampa rimtais konkurentais jų komerciniams analogams. Kitas svarbus šio palyginamojo tyrimo aspektas - naudotojo sąsajos sprendimo integravimo galimybės su egzistuojančiais ESB ir verslo procesų valdymo sprendimais. Iki šiol atlikti portalų palyginamieji tyrimai neanalizuoja portalų integravimo su ESB ir verslo procesų valdymo sprendimais.

## 2.4 Naudotojo sąsają įgyvendinančių sprendimų pasirinkimas

Palyginamajai analizei buvo atrinkti trys vieni populiariausių (Fuller 2006, Murphy 2011) Java platformai skirtų atviro kodo portalų sprendimai:

- Liferay;
- Gateln;
- JetSpeed 2.

### 2.4.1 Liferay

Liferay portalas yra vienas brandžiausių iš šiuo metu egzistuojančių atviro kodo portalo sprendimų. Šis portalas yra vystomas nuo 2000 metų ir yra naudojamas didelių organizacijų ir įmonių verslo sprendimams kurti. Liferay portalas sukurtas naudojant įvairius standartinius sprendimus ir nereikalauja specifinės diegimo aplinkos, todėl jis gali būti diegiamas standartiniuose J2EE aplikacijų serveriuose, SQL reliacinėse duomenų bazėse ir Java palaikančiose operacinėse sistemose (Yuan 2012). Liferay tai ne tik portalas platforma, bet ir paruoštų naudoti, daugiau kaip 60 portletų rinkinys. Tyrimo metu buvo analizuojama Liferay 6.1 portalo sprendimo versija.

- **Integracija su ESB sprendimais.** Liferay portalo sprendimas gali būti integruojamas su Mule ESB arba ServiceMix ESB sprendimais. Šių ESB sprendimų pagalba, portalas gali būti integruojamas su SharePoint, BI Xforms reporting, JCR repository ir kitomis dokumentų saugyklomis.

- **Bendravimo technologijų palaikymas.** Liferay portalo sprendimai gali bendrauti su kitomis sistemomis naudojant REST, JSON, Hessian, Burlap, RMI ir WSRP žiniatinklio paslaugų sąsajas. Portalas siūlo portletus, kurie gali dirbti su dokumentų ir planavimo valdymo sistemomis naudojant WebDAV ir CalDAV protokolus. Taip pat yra paruoštų portletų kurių pagalba galima integruotis su populiariaisiais socialiniais tinklais, paieškos ir prekybos sistemomis.
- **Verslo procesų valdymo sprendimas.** Liferay portalas turi integruota Kaleo verslo procesų valdymo įrankį, tačiau naudojant ESB sprendimus, portalas gali būti integruojamas su kitais plačiai paplitusiais verslo procesų valdymo sprendimais (jBPM, Activiti BPM, Intalio BPMS) ir verslo taisyklių interpretatoriais (Drools). Verslo procesais galima apibrėžti Liferay portale vykstančias veiklų sekas priskirti joms portalo vartotojų roles ir jas kontroliuoti. Liferay portalas turi grafinį procesų modeliavimo įrankį Workflow Designer. Šį įrankį galima naudoti naršyklėje ir jo pagalba kurti jBPM ir Kaleo veiklos procesus.
- **Plečiamumas.** Liferay portalas gali būti plečiamas kuriant portletus, portalo temas, elementų išdėstymo šablonus, web aplikacijas ir papildomus įskiepius. Portalas turi įskiepių kūrimo karkasą ir programinę API sąsają, kurių pagalba galima keisti esamą portalo funkcionalumą, jo išvaizdą, inicijuoti programinius veiksmus portale ir gauti portalo duomenis. Liferay portalo praplėtimai gali būti kuriami Eclipse programavimo aplinkoje naudojant Liferay IDE įskiepi.
- **Saugumas.** Liferay portalas naudoja plačiai paplitusius saugumo industrijos standartus, vyriausybinio lygio duomenų kodavimo technologijas ir algoritmus tokius kaip SSL, DES, MD5 ir RSA. Portalo architektūra realizuotas naudojantis saugumo principais aprašytais OWASP saugumo rekomendacijose. Kompanija Logiscan Security Systems atliko Liferay portalo saugumo įvertinimus ir pripažino jį viena saugiausia portalo platforma (Yuan 2012). Liferay portalo naudotojai gali būti autentifikuojami taikant vieno prisijungimo technologiją (Single Sign-On). Naudotojo autentifikavimo duomenys gali būti ieškomi trečiųjų šalių duomenų registruose tokiose kaip Yale CAS, JAAS, Active Directory, LDAP, NTLM, Netegrity, Microsoft Exchange, Facebook, OpenID, OpenAuth, Siteminder, ir OpenAM. Liferay portalo sprendimas turi lanksčią naudotojų rolių ir jų teisių apibrėžimo sistemą. Portalo naudotojams galima priskirti roles su specifinėmis portalo naudotojo teisėmis, kurios leistų arba ribotų kurti, modifikuoti ar peržiūrėti portalo turinį. Roles ir naudojimo teises galima apjungti į rolių grupes, o jas į bendruomenes arba komandas. Naudotojo teisės gali būti apibrėžtos specifiniam portletui, portalo puslapiui arba gali būti taikomos viso portalo kontekste.
- **Dokumentacija ir palaikymas.** Portalo tinklalapyje yra viešai prieinama išsami dokumentacija skirta portalo naudotojams, programuotojams ir administratoriams. Ten pat galima rasti vaizdo įrašų, pristatančių portalo galimybes ir straipsnių aprašančių portalo konfigūravimo ir naudojimosi geriausias praktikas. Šiuo metu yra išleista daugiau nei dešimt knygų aprašančių Liferay portalą, jo plėtinių kūrimą, naudojimosi ir administravimo principus. Portalo tinklalapyje veikia labai plati (20379 narių) ir aktyvi (vidutiniškai 50 naujų pasisakymų diskusijose per dieną) bendruomenė.
- **Licencijos apribojimai.** Portalas vystomas dviem leidimais - bendruomenės (Community) ir verslo įmonių (Enterprise). Community leidimas yra ribojamas LGPL licencija, kuri leidžia nemokamai naudoti portalą projektuose. Enterprise leidimas tai ištestuota ir pataisyta Community leidimo versiją (su techninio palaikymo galimybe), kuri platinama už sutartą mokesį (kaina nenurodyta).

## 2.4.2 Gateln

Gateln yra atvirojo kodo portalas sukurtas 2009 metais suliejus dviejų rinkoje egzistavusių portalinių sprendimų - jBoss Portal ir eXo Portal - geriausias savybes. Portalo JBoss sprendimai buvo panaudoti kuriant Gateln loginį veiklos sluoksnį, tuo tarpu eXo portalo sprendimai panaudoti Gateln vaizdiniam sluoksniui kurti.

Tyrimo metu buvo analizuojama Gateln 3.2.0 portalo sprendimo versija.

- **Integracija su ESB sprendimais.** Gateln portalo JBoss veiklos logikos realizacija leidžia integruoti šį portalo sprendimą su JBoss ESB sprendimu, tačiau detalesnės dokumentacijos apie galimas integracijas aptikti nepavyko.
- **Bendravimo technologijų palaikymas.** Gateln portalo portletai gali komunikuoti su žiniatinklio paslaugomis naudojant REST arba WSRP protokolus. Taip pat yra OpenSocial technologijos palaikymas, kurios pagalba galimas tiesioginis bendravimas su socialiniais tinklais.
- **Verslo procesų valdymo sprendimas.** Gateln portalas turi integruotą verslo procesų valdymo įrankį, leidžiantį modeliuoti portale numatytas vykdyti darbų sekas (angl. workflow). Darbų sekų modeliavimui naudojamas kitas atvirojo kodo sprendimas - Bonita Open Solution. Taip pat yra galimybė modeliuoti darbų sekas naudojant kompanijos JBoss kuriama jBPM verslo procesų valdymo sprendimą.
- **Plečiamumas.** Šis portalas gali būti plečiamas įterpianč trečiųjų šalių papildinius ir aplikacijas sukurtas populiariausiais karkasais. Papildiniai gali būti sukurti naudojant JSF, Spring, arba GWT technologijas.
- **Saugumas.** Gateln portale saugiams duomenų mainams tarp portletų ir žiniatinklio paslaugų galima naudoti WS-Security protokolą. Taip pat yra galimybė portale naudoti SSL apsaugos kanalus portalo tinklalapiams pasiekti (HTTPS), elektroniniam paštui siusti ir bendravimui su kitomis sistemomis. Šio portalo naudotojai gali jungtis vieningo prisijungimo būdu. Naudotojo autentifikavimui galimos integracijos su išoriniais naudotojų duomenų registras tokias kaip CAS, JOSSO, OpenSSO, OpenAM, SPNEGO, OpenDs, OpenLDAP, Red Hat Identity Server, Active Directory ir JBoss Negotiati. Palaikoma rolėmis grįsta autentifikacija, leidžianti organizuoti skirtingų lygių prieigą prie skirtingų portalo puslapių. Teisės gali būti suteiktos viso portalo, puslapio arba portleto kontekste. Naudotojų rolės gali būti grupuojamos į grupes.
- **Dokumentacija ir palaikymas.** Portalas turi išsamią dokumentaciją pasiekiamą internete. Yra atskiros portalo dokumentacijos programuotojams, naudotojams ir administratoriams. Portalo bendruomenę sudaro 542 nariai, kurie portalo diskusijų forume yra sukūrę 1007 diskusijų temas ir 63 wiki stiliaus straipsnius (vidutiniškai 4 naujos diskusijos per dieną). Gateln portalo kūrėjai ruošiasi išleisti pirmąją knygą apie Gateln portalą "Gateln Cookbook".
- **Licencijos apribojimai.** Portalui yra taikoma LGPL licencija, kuri leidžia nemokamai naudoti portalą kituose uždaro kodo ir komerciniuose projektuose. Taip pat yra galimybė įsigyti komercinį portalo palaikymą.

## 2.4.3 JetSpeed 2

Jetspeed tai Apache kuriama atvira portalų kūrimo platforma ir tuo pačiu informacinis verslo portalas sukurtas naudojant atvirojo kodo standartus, Java ir XML technologijas. Pirmoji portalo versija buvo pradėta kurti 2000 metais. Nuo 2005 metų yra vystoma antroji Jetspeed versija, kuri pilnai atitinka Portlet 2.0 (JSR-286) specifikaciją ir yra sertifikuota kaip Java Portlet standartą atitinkanti portalų kūrimo platforma. Šio portalo portletai gali būti kuriami naudojant Struts ir JSF karkasus, Portletų HTML realizacija gali būti įgyvendinta Java, Perl ir PHP kalbomis. Tyrimo metu buvo analizuojama JetSpeed 2.2.2 portalo sprendimo versija.



- **Integracija su ESB sprendimais.** Šis portalo sprendimas neturi specifinių integracijų su ESB sprendimais. Tačiau portalo naudojamos Java ir XML technologijos leidžia manyti, kad integracija su ESB sprendimais gali būti realizuota papildomomis priemonėmis.  
**Bendravimo technologijų palaikymas.** Išorinės sistemos gali bendrauti su Jetspeed portalu naudojant REST, AJAX ir WSRP užklausas. Taip pat yra galimybė bendrauti su portalų tiesiogiai naudojant portalo Java programinę API sąsają. Portalas gali bendrauti su duomenų bazėmis naudojant Apache OJB arba Spring ORM technologijas.
- **Verslo procesų valdymo sprendimas.** Šis portalas neturi verslo procesų valdymo sprendimo.
- **Plečiamumas.** Šio portalo komponentai realizuoti naudojant Spring karkasą, todėl nauji gali būti kuriami naudojant standartines Spring plėtimo priemones. Portalas taip pat gali būti plečiamas naudojant jo Java programinę API sąsają.
- **Saugumas.** Portalas siūlo paruoštą JAAS standartą atitinkantį naudotojų autentifikavimo ir autorizavimo sprendimą, kuris gali būti plečiamas esant specifiniam autorizacijos logikai. Šio autorizacijos sprendimo dėka galima nustatyti naudojimo teises portalo katalogams, puslapiams, nuorodoms, portletų langams ir portletų aprašymui. Taip pat yra galimybė grupuoti projektus arba komandas į bendras aplinkas su bendromis naudojimosi teisėmis. Jetspeed portalas turi vartotojų prisijungimo saugumą užtikrinantį komponentą, kuris gali autentifikuoti naudotojus pagal prisijungimo duomenis iš išorinių sistemų arba naudoti duomenis iš vidinės Jetspeed duomenų bazės. Dabartinė Jetspeed versija palaiko naudotojo duomenų mainus tarp sistemų pagal LDAP protokolą realizuota Apache DS, Open LDAP, Domino arba Sun DS sprendimais. Taip pat yra vieningo prisijungimo (Single Sign-on) funkcijos palaikymas, kuris gali būti realizuojamas naudojant CAS, NTLM arba OpenID sprendimais.
- **Dokumentacija ir palaikymas.** Portalo tinklapyje yra pateikiami naudotojo, programuotojo ir administratoriaus vadovai. Taip pat yra pateikiamas dažniausiai užduodamų klausimų sąrašas ir Wiki straipsniai apie portalo konfigūravimą ir plėtimą. Portalo bendruomenė bendrauja naudojant bendrą el. laiškų sąrašą, kuriuo persiunčiama vidutiniškai apie 10 žinučių per dieną.

## 2.4.4 Išvados

Visi trys analizuojami portalų sprendimai yra gerai dokumentuoti, palaiko standartinius bendravimo protokolus ir realizuoja naujausias portalų specifikacijas. Jetspeed portalas skirtingai nuo Liferay ir Gateln portalų neturi integracijų su ESB ir verslo procesų valdymo sprendimais. Taip pat šis portalas turi mažesnę bendruomenę ir sprendžiant iš paskutinės portalo versijos išleidimo datos (2011 spalio), šio portalo vystymas yra sulėtėjęs. Tuo tarpu, Liferay ir Gateln portalai vystomi aktyviai.

Liferay portalas palyginus su Gateln ir Jetspeed portalais turi gerokai daugiau jau paruoštų ir tinkamų naudoti komponentų. Jie labiau orientuoti į pridėtinės vertės paslaugas (socialinio bendravimo, žinių valdymo ir pan.), kurios praturtina portalą. Gateln portalas turi mažesnę palaikančių programuotojų ir naudotojų bendruomenę, todėl tikėtina, jog prireikus pagalbos greičiau ir efektyviau jos būtų sulaukta iš Liferay entuziastų nei Gateln. Apibendrinant analizuotų įrankių teigiamas ir neigiamas savybes, integracinės platformos kūrimui geriausiai tiktų Liferay portalo sprendimas.

## 2.5 .NET portalų palyginimas

### 2.5.1 Naudotojo sąsają įgyvendinančių sprendimų pasirinkimas

Palyginamajai analizei buvo atrinkti patys populiariausi ir Microsoft kompanijos žiniatinklio aplikacijų platformų galerijoje aukščiausius reitingus turintys .NET platformai skirti turinio valdymo sprendimai (Microsoft Web Gallery 2012). Atrinkti sprendimai yra :

- MojoPortal - 5 reitingo balai, 225017 parsisiuntimų;
- Umbraco - 4 reitingo balai, 473663 parsisiuntimų;
- DotNetNuke - 4 reitingo balai, 666958 parsisiuntimų.

#### 2.5.1.1 MojoPortal

MojoPortal tai atviro kodo, nuo platformos nepriklausoma turinio valdymo sistema realizuota naudojant ASP.NET technologiją ir C# programavimo kalbą. Ši turinio valdymo sistema turi jau realizuotus komponentus skirtus forumams, dienoraščiams, įvykių kalendoriams, nuotraukų galerijoms ir elektronei komercijos puslapiams kurti (Hagopian 2009). MojoPortal sistema dėl savo išskirtinių savybių buvo apdovanota kaip 2007 metų geriausia atviro kodo turinio valdymo sistema (Packtpub 2007). Tyrimo metu buvo analizuojama MojoPortal 2.3.9.3 sprendimo versija.

- **Integracija su ESB sprendimais.** Integraciją su specifiniais ESB sprendimais neaprašyta, bet sprendimo kūrėjai tvirtina, kad MojoPortal sprendimą galima integruoti su bet kokia .NET aplikacija.
- **Bendravimo technologijų palaikymas.** MojoPortal turi komponentus, kurie gali jungtis ir naudotis google paslaugomis, twitter ir facebook socialiniais tinklais.
- **Verslo procesų valdymo sprendimas.** MojoPortal sistema palaiko labai primityvų turinio patvirtinimo procesą, kuris nėra specializuojamas verslo procesų, o realizuotas kaip sistemos modulis. Tačiau šis modulis gali būti plečiamas (programavimo būdu) integravimui su verslo procesų valdymo sprendimais.
- **Plečiamumas.** MojoPortal sistemos architektūra yra modulinė ir gali būti lengvai plečiama naudojant standartinę ASP.NET ir UserControl technologijas.
- **Saugumas.** Sistemos duomenų saugumui bendravimo tarp serverio ir kliento metu galima naudoti SSL protokolą. Sistemos naudotojų autentifikacijai galima naudoti Active Directory ir Open LDAP, technologijas. Taip pat galima autentifikuoti naudotojus vieningo prisijungimo būdu naudojant Kerberos, NTLM, OpenID ir Windows Live authentication technologijas. Naudotojų autorizacijai galima kurti naudotojų roles ir jų pagalba valdyti naudotojų teises tinklalapio, puslapio ar specifinio modulio kontekste.
- **Dokumentacija ir palaikymas.** Tinklalapyje galima rasti išsamią dokumentaciją apie šios turinio valdymo sprendimo diegimą ir administravimą. Taip pat yra atskira dokumentacija sprendimo kūrėjams. Sprendimo bendruomenės nariai yra parašę keletą straipsnių sprendimo specifinių modulių kūrimo temomis. MojoPortal bendruomenė yra aktyvi - 44704 pranešimai nuo 2004 metų (~15 naujų pranešimų per dieną).

### 2.5.1.2 Umbraco

Umbraco tai nemokamas atviro kodo turinio valdymo sprendimas sukurtas naudojant Microsoft .NET karkasą. Šios turinio valdymo sistemos pagrindu yra sukurta daugiau kaip 57000 įvairaus pobūdžio ir industrijų tinklalapių (Tanasie 2010). Šią sistemą renka tiek stambiosios kompanijos (Microsoft, Toyota), tiek smulkieji verslai (Umbraco CMS 2012). Pasak Umbraco kūrėjų, šį sprendimą yra lengva naudoti ir plėsti nes jo realizacijoje naudojamos pažangiausios ir visiems žinomos technologijos tokios kaip HTML, CSS, jQuery, ir C#. Tyrimo metu buvo analizuojama Umbraco 4.9.1 sprendimo versija.

- **Integracija su ESB sprendimais.** Integracija su specifiniais ESB sprendimais neaprašyta, tačiau Umbraco dokumentacijoje yra teigiama, kad integravimo galimybė su kitomis sistemomis yra. Umbraco bendruomenė aprašė šio sprendimo integravimą su SharePoint saugykla, klaidų valdymo ELMAH ir log4net sprendimais.
- **Bendravimo technologijų palaikymas.** Išorinės sistemos gali bendrauti su Umbraco sistema žiniatinklio paslaugų pagalba. Umbraco turi žiniatinklio paslaugomis paremtą programavimo sąsają API, kuri leidžia gauti tinklalapio duomenis, manipuluoti sprendimo turiniu ir kitomis Umbraco funkcijomis.
- **Verslo procesų valdymo sprendimas.** Umbraco sprendimas turi savo nuosavą verslo procesų valdymo modulį, kurio grafinė notacija yra panaši į neformalią verslo proceso diagramą. Šio modulio aprašyme nurodyta, kad ji galima plėsti programiniu būdu, tačiau šis modulis nėra dalis nemokamo Umbraco sprendimo ir papildomai kainuoja 299 eurų.
- **Plečiamumas.** Umbraco sistema gali būti plečiama naujais moduliais realizuojant tam tikras programines sąsajas. Taip pat yra galimybė kurti specifinius grafinės vartotojo sąsajos komponentus. Specifinių grafinės sąsajos komponentų kūrimui yra naudojama Umbraco Backoffice UI programinė sąsaja, kurios pagalba galima kurti vartotojo sąsajos sekcijas, naujus medžių arba pasirinkimo meniu komponentus. Taip pat yra programinė sąsaja, kuri leidžia gauti pranešimus apie sistemoje įvykius, atlikti duomenų validavimą, kurti naujus puslapius ir dokumentus. Umbraco kuriamų tinklalapių vartotojo sąsają galima plėsti diegiant savo sukurtus ASP.NET grafinės sąsajos komponentus.
- **Saugumas.** Umbraco sprendimas gali naudoti SSL protokolą duomenų šifravimui jų perdavimo metu. Sistemos naudotojai gali būti identifikuojami naudojant vidinį Umbraco mechanizmą arba papildomus modulius, kurie leidžia naudoti LDAP protokolą naudotojo prisijungimo duomenims gauti iš išorinių sistemų. Umbraco turi lankstų ir praplečiamą naudotojų rolių ir jų teisių apibrėžimo mechanizmą. Naudotojų teisės gali būti specifikuojamos ne tik viso puslapio ar jo dokumento kontekste, bet ir specifiniams vartotojo sąsajos elementams, tokiems kaip mygtukai, menių juostos ir nuorodos.
- **Dokumentacija ir palaikymas.** Umbraco turinio valdymo sistema yra gerai dokumentuota. Sistemos tinklalapyje galima rasti wiki straipsnių, kurie aprašo sistemos diegimo, konfigūravimo ir naudojimo subtilybes. Naudotojai gali mokytis darbo su sistema žiūrėdami sistemos kūrėjų pateiktą vaizdo medžiagą. Sistemos bendruomenė yra aktyvi. Nuo sistemos gyvavimo pradžios (2005 metų) bendruomenės forume įrašyti 125532 pranešimai (vidutiniškai ~45 pranešimai per dieną). Taip pat Europos miestuose rengiami Umbraco sistemos programuotojų kursai. Umbraco sprendimo kūrėjai yra išleidę vartotojo vadovo knygą "Umbraco User's Guide".

### 2.5.1.3 DotNetNuke

DotNetNuke yra gerai žinoma ir plačiai naudojama turinio valdymo sistema paremta moduline architektūra. Šis sprendimas yra tipinis turinio valdymo sistemos pavyzdys, turintis visas šiai sprendimų grupei būdingas savybes. Sprendimas rinkoje veikia nuo 2006 metų, turi didelę naudotojų bendruomenę, todėl galima teigti, jog yra pakankamai patikimas, nuolat atnaujinamas ir palaikomas. Pagal „Open Source CMS Report“ tyrimo atlikto 2009 metais duomenis, DotNetNuke buvo plačiausiai naudojama atviro kodo turinio valdymo sistema, kurios pagrindu buvo sukurta daugiau kaip 800000 puslapių. Šio tyrimo metu buvo analizuojama DotNetNuke 6.2 sprendimo versija.

- **Integracija su ESB sprendimais.** Integracija su konkrečiais ESB sprendimais nėra nurodyta, tačiau yra integracija su Amazon Cloud ir Windows Azure "debesų" paslaugomis. Kadangi integracija su "debesų" paslaugomis panaši į integraciją su ESB sprendimais, galima teigti, kad integracija su ESB sprendimais taip pat galima.
- **Bendravimo technologijų palaikymas.** DotNetNuke gali bendrauti su kitomis .NET sistemomis naudojant standartines .NET bendravimo technologijas, tokias kaip Windows Communication Foundation. Taip pat įmanomas DotNetNuke bendravimas su kitomis sistemomis per žiniatinklio paslaugų REST JSON ir SOAP tipų sąsajas.
- **Verslo procesų valdymo sprendimas.** DotNetNuke Professional versija turi vidinį turinio keitimo proceso valdymo modulį, kurio realizacijoje verslo proceso sąvokos nenaudojamos. DotNetNuke gali integruotis su BizFlow ir Monarch BPM verslo procesų valdymo sprendimais papildomų modulių dėka.
- **Plečiamumas.** DotNetNuke sprendimas gali būti plečiamas kuriant modulius. Moduliai gali būti kuriami bet kuria .NET platformos programavimo kalba. Papildomi moduliai gali naudoti DotNetNuke atvirą programavimo sąsają API realizuotą Visual Basic ir C# kalbomis.
- **Saugumas.** Duomenų saugumas perdavimo metu gali būti užtikrinamas naudojant SSL protokolą visam tinklalapiui arba atskiriems jo puslapiams. Sistemoje galima specifikuoti naudotojų roles, jas priskirti grupėms ir valdyti jų naudojimosi tinklalapių galimybes. Naudotojų teisės gali galioti visam tinklalapiui, pavieniams puslapiams arba individualiems moduliams. Naudotojų autentifikacijai galima naudoti Cardspace, Live ID, OpenID ir Active Directory technologijas. Taip pat yra trečiųjų šalių papildomų modulių, kurių pagalba galima autentifikuoti naudotojus naudojant Facebook, Twitter, LinkedIn, AuthXP, NovellSSL naudotojų bazes.
- **Dokumentacija ir palaikymas.** Sprendimo tinklalapyje pateikiama išsami dokumentacija (tiek sprendimo vartotojams, tiek programuotojams). Taip pat yra vaizdo įrašų mokančių naudotis, konfigūruoti ir plėsti DotNetNuke sprendimą. DotNetNuke turi labai didelę bendruomenę (daugiau kaip milijonas narių), kuri yra labai aktyvi (390344 pranešimų, ~110 pranešimų per dieną). Apie DotNetNuke sprendimą yra parašytos šešios knygos.

## 2.5.2 Išvados

Visi tris analizuojami sprendimai yra gerai dokumentuoti, turi platų bendruomenės ratą, ir yra tinkami integracijos platformos vartotojo sąsajos tinklalapiams kurti. Nei vienas analizuotas sprendimas neturi specifinės integracijos su ESB sprendimais, tačiau visų sprendimų kūrėjai tvirtina jog integracija galima su bet kuria .NET technologijų pagrindu sukurta aplikacija. DotNetNuke sprendimas išsiskiria iš analizuojamų portalų sprendimų, savo galimybe integruotis su dviem specifiniais verslo procesų valdymo sprendimais. Tačiau,

bendru atvejų, integracijoms tiek su ESB, tiek su verslo procesų valdymo sprendimais reikės atlikti papildomus programavimo darbus.

MojoPortal ir Umbraco sprendimų funkcionalumas nėra ribojamas licenzijų, tuo tarpu DotNetNuke portalo funkcionalumas, kuris yra reikalingas sudėtingiems portalams kurti, prieinamas tik mokamojoje (2998\$) professional versijoje. MojoPortal sprendimas nusileidžia Umbraco sprendimui savo bendruomenės aktyvumo lygiu. Umbraco sprendimą būtų paprasčiau integruoti su ESB sprendimais nes jo dokumentacijoje jau yra aprašytos integracijos su SharePoint ir kitomis sistemomis. Apibendrinus, galima teigti, kad Umbraco yra tinkamiausias .NET portalų sprendimas integracinei platformai kurti.

## 3 ESB SPRENDIMŲ ANALIZĖ

### 3.1 ESB sprendimas

ESB (angl. Enterprise Service Bus) tai SOA principais paremta infrastruktūra, kuri naudojama kaip tarpininkas, kurio pagalba yra pasiekiami paskirstytų paslaugų taškai. ESB yra pranešimų perdavimo magistralės abstrakcija. (Leusse et. al. 2007), kuri yra naudojama projektuojant ir kuriant komunikaciją ir sąsajas tarp skirtingų sistemų. Šis architektūros modelis yra specializuotas kliento serverio architektūros variantas, kuris skatina griežtai asinchroninę pranešimais paremtą komunikaciją ir sąsają tarp sistemų. ESB sprendimai yra naudojami projektuojant ir kuriant integracijas tarp labai skirtingų paskirstytų sistemų.

ESB architektūros pagrindinis principas yra magistralė per kurią viena su kita komunikuoja skirtingos sistemos. ESB architektūros modelis apibrėžia standartus, struktūras ir būdus, kurių pagalba tarpusavyje sąveikauja įvairios sistemos. Atskira sistema yra traktuojama kaip vienas komponentas, kuris neturi tiesioginio ryšio su kitomis sistemos. Kiekvienas komponentas yra laikomas kaip pilnai savarankiška dalis su savo nuo kitų sistemų nepriklausomais veikimo ciklais ir aparatiniais resursais. Pagrindinis ESB sistemos tikslas yra užtikrinti pranešimų perdavimą magistrale nuo vienos sistemos kitai.

Paprastai ESB sprendimai remiasi autonomiškumu ir industrijoje paplitusiais atvirais standartais. Tokiu būdu standartizuojama integruojamų sistemų aibė, atsiribojama nuo specifinių protokolų, o naujų sistemų prijungimas prie magistralės žymiai supaprastėja.

### 3.2 ESB sprendimų palyginimo kriterijai

Šiuo metu rinkoje egzistuoja daugybė įvairių ESB sprendimų, kurių funkcionalumas ir paskirtis skiriasi. ESB sprendimų palyginimui buvo pasirinkti bendriniai kriterijai, kurie aprašyti Falko Menge (Menge 2007) ir Steponavičiaus (Steponavičius 2007) kaip tipinės ESB funkcijos. Pasirinkti kriterijai nepriklauso nuo ESB sprendimo realizacijos ir yra būdingi visiems ESB sprendimams. Papildomai, ESB sprendimų palyginimui buvo parinkti nefunkciniai kriterijai, kurie taip pat yra svarbus naudojant ESB sprendimus realiose projektuose su tolesne jų palaikymo perspektyva. ESB sprendimų palyginimui bus naudojami tokie kriterijai:

- **Palaikomos integravimo technologijos.** Pasak Menge (Menge 2007) vienas svarbiausių ESB sprendimo kriterijų yra palaikomų integravimo technologijų įvairovė ir gausa. Kuo daugiau įvairių integravimo technologijų palaiko ESB sistema tuo ji yra universalesne ir gali būti naudojama platesniame sistemų kūrimo kontekste.  
**Tiesioginis prisijungimas prie duomenų šaltinių.** Tai ESB savybė prisijungti prie kitų sistemų tiesiogiai naudojant jų specifines nestandartines sąsajas. Duomenų apsikeitimas tiesioginio prisijungimo metu naudojant sistemų specifines sąsajas dažniausiai yra spartesnis nei bendravimas naudojant standartines sąsajas.
- **Saugumas.** Tai ESB sprendimo savybė koduoti perduodamus duomenis ir apsaugoti paslaugas nuo nesankcionuoto panaudojimo. Dažnai integruojant skirtingas sistemas tenka naudoti keletą kodavimo algoritmų. Palaikomų kodavimo algoritmų kiekis ir įvairovė taip pat tiesiogiai įtakoja ESB sprendimo universalumą ir taikymo galimybes.
- **Valdymas ir konfigūravimas.** ESB sprendimas apjungiantis keletą sistemų turi būti lengvai valdomas, pateikti priemonės magistralės būsenos ir perduodamos informacijos stebėjimui.



- **Proceso orkestravimas.** Tai galimybė koordinuoti pranešimų siuntimo ir integruojamų sistemų bendravimą verslo procesų pagalba.
- **Plečiamumas.** Tai ESB savybė leidžianti pridėti nestandartinį funkcionalumą. Ši savybė yra svarbi sprendimo universalumui nes esamo ESB sprendimo funkcionalumo gali nepakakti ir bus reikalinga pridėti papildomą funkcionalumą arba pakeisti esamą.
- **Greitaveika.** ESB sprendimo greitaveika ir reikalavimai aparatiniais resursams.
- **Dokumentacija ir palaikymas.** Tai kriterijus nusakantis ar ESB sprendimas yra dokumentuotas, ar egzistuoja sprendimą aprašanti literatūra, ar yra galimybė gauti informacijos apie sprendimą iš sprendimo kūrėjų ar jo naudotojų bendruomenės.
- **Kaina.** Tai ESB sprendimo įsigijimo kaina be darbuotojų apmokymo ir papildomo funkcionalumo kūrimo kaštų.

### 3.3 Panašus darbai

Šiuo metu galima rasti įvairių ESB sprendimų palyginimo darbų. Pavyzdžiui, Vollmeris (Volmer et. al. 2011), atliko išsamią ESB sprendimų analizę, kuri padėjo nustatyti pačias populiariausias ESB sprendimų funkcijas ir ESB sprendimų rinkos lyderius. Duttonas (Dutton 2007) analizavo kompanijos IBM ESB sprendimų funkcijas specifiniai Z sistamai. Tačiau, šios dvi palyginamosios analizės neapima atviro kodo ESB sprendimų, o nagrinėja tik komercinius ESB sprendimus.

Savo darbuose Kruessmann (Kruessmann et. al. 2009), S. Ahuja ir A. Patel (Ahuja et. al. 2011) analizuoja atviro kodo ir komercinių ESB sprendimų greitaveiką ir pasiekiamumą. Šie kriterijai yra svarbus, bet taip pat reikalinga analizuoti atviro kodo ESB sprendimų palaikomas integravimo technologijas, dokumentavimo lygį ir kitas ESB sprendimo funkcijas.

Išsami atviro kodo ir komercinių ESB sprendimų palyginamoji analizė atlikta Woolley moksliniame darbe (Woolley 2006). Woolley savo darbe palygina komercinius ir atviro kodo ESB sprendimus nagrinėdamas jų technines charakteristikas, tokias kaip palaikomu integravimo technologijų įvairovę, galimybių tiesioginio prisijungimo prie duomenų šaltinio. Tačiau Woolley tyrimas buvo atliktas 2006 metais, kai atviro kodo ESB sprendimai buvo tik pradėti kurti. Tuo metu atviro kodo ESB sprendimai nebuvo išbaigti ir netiko komerciniam naudojimui, todėl jie gavo mažus įvertinimus lyginant juos su komerciniais ESB sprendimais. Per pastaruosius šešis metus atviro kodo ESB sprendimai sparčiai tobulėjo, todėl ESB atviro kodo palyginamoji analizė turėtų būti atlikta iš naujo.

Šis darbas skiriasi nuo jau atliktų palyginamosios analizės darbu tuo, kad palygina šiuolaikinius Java ir .Net platformoms skirtus atviro kodo ESB sprendimus tarpusavyje pagal kriterijus, kurie yra svarbus naudojant atviro kodo sprendimus realiuose komerciniuose projektuose.

### 3.4 Java ESB sprendimų palyginimas

#### 3.4.1 Java ESB sprendimų pasirinkimas

ESB sprendimų palyginimui buvo atrinktos vienos populiariausių (Bruno 2007, Rademakers et. al. 2009, Pronschinske 2009) atviro kodo ESB sprendimų realizuotų Java kalba.

- JBoss ESB (DiMaggio et. el. 2012)
- Open-ESB (Open-ESB 2012)
- Apache ServiceMix (Apache 2012)

- Mule ESB (MuleSoft 2012)

### 3.4.1.1 JBoss ESB

JBoss ESB sprendimas tai dalis JBoss SOA platformos sprendimo, kuri gamina Red Hat kompanijos padalinys JBoss. Pasak, sprendimo kūrėjų, šis atviro kodo ESB sprendimas yra išbaigtas, neturi gamintojo specifinių charakteristikų ir yra paruoštas naudojimui komerciniuose projektuose. JBoss ESB sprendimas yra diegiamas kartu su JBossAS aplikacijų serveriu, kuriame gali būti diegiami sistemą realizuojantys komponentai. Šio sprendimo branduolio pagrindą sudaro komercinis Rosetta ESB sprendimas, kuris jau daugiau nei 3 metus yra sėkmingai naudojamas realiose komerciniuose projektuose (JBoss Development Team 2012). Tyrimo metu buvo analizuojama JBoss ESB 4.11 sprendimo versija.

- **Palaikomos integravimo technologijos.** Šis ESB sprendimas realizuotas žiniatinklio paslaugų pagalba, todėl jis palaiko bendravimą naudojant SOAP 1.1 and SOAP 1.2 protokolus. Web paslaugų aprašymui naudojamas WSDL 1.2 kalba, o paslaugų paieškai UDDI katalogavimo paslauga. Standartinės J2EE komponentų bendravimo galimybės JMS, JTA, EJB3 yra prieinamos kartu diegiamo JBossAS aplikacijų serverio dėka. Taip pat yra palaikomas bendravimas naudojant HTTP ir FTP protokolus.
- **Tiesioginis prisijungimas prie duomenų šaltinių.** JBoss ESB turi priemones tiesioginiam prisijungimui prie duomenų bazių naudojant SQL arba HQL (Hibernate) kalbas. Taip pat yra komponentų tiesioginiam darbui su elektroninio pašto paslaugomis (POP3 protokolu), failų serveriais (ftp, ftps protokolais), kitais J2EE aplikacijų serveriais (JMS).
- **Saugumas.** JBoss ESB tiekiamų paslaugų pasiekiamumas ir naudojimas gali būti ribojimas JBossAS aplikacijų serverio JAAS saugumo priemonėmis. Paslaugos gali būti prieinamos specifinėms vartotojo rolėms, pateikus prisijungimo duomenis.
- **Valdymas ir konfigūravimas.** JBoss ESB sprendimo paslaugos ir pranešimų eilė konfigūruojami naudojant skirtingus XML failus. Šie failai gali būti keičiami tiesiogiai arba naudojant JBoss ESB tiekiamą grafinę naudotojo sąsają JBoss Tools. JBoss Tools tai įskiepis skirtas Eclipse kūrimo platformai. Šio įskiepio pagalba galima kurti ir valdyti JBoss sprendimų konfigūracijas Eclipse aplinkoje. JBoss ESB sprendimo stebėjimas ir valdymas gali būti atliekamas grafinės tinklalapio pagrindu sukurtos konsolės pagalba. Ši konsolė leidžia stebėti informaciją apie paslaugų greitaveiką, naudojamos atminties kiekį, apdorotų žinučių kiekį ir trukmę.
- **Proceso orkestravimas.** JBoss ESB sprendimo web paslaugos gali būti orkestruojamos naudojant ActiveBPEL komponentą ir BPEL 1.1 kalbą. JBoss ESB sprendimas gali būti integruojamas su kompanijos JBoss gaminamu jBPM sprendimu. Tokia integracija leidžia orkestruoti JBoss ESB paslaugas naudojant naujausią BPMN 2.0 notacijos versiją.
- **Plečiamumas.** JBoss ESB sprendimo palaikomų technologijų aibę galima plėsti realizuojant tam tikras programines sąsajas. Šis sprendimas leidžia plėsti perduodamo pranešimo formatą, sukurti papildomų paslaugų tipus ir jų realizacijas.
- **Greitaveika.** JBoss ESB kaip ir kiti JBoss sprendimai pasižymi didelių naudojamos atminties ir reikalingų aparatinių resursų kiekiu. Tačiau, naudojant JBoss ESB kartu su septintos versijos JBossAS aplikacijų serveriu atsirado galimybė išjungti nereikalingą funkcionalumą taip sumažinant reikalingų resursų kiekį.



- **Dokumentacija ir palaikymas.** JBoss ESB sprendimais kaip ir kiti JBoss kompanijos sprendimai yra gerai dokumentuoti. JBoss tinklalapyje yra pateikiami elektroniniai vadovai skirti šio sprendimo naudotojams, programuotojams ir administratoriams. Yra pateikiama daug sprendimo konfigūravimo ir integravimo pavyzdžių. Taip pat yra išleista knyga skirta JBoss ESB sprendimo pradedantiesiems naudotojams. Iškilus problemoms, pagalbos galima kreiptis į JBoss sprendimų bendruomenę, kuri yra labai aktyvi ir dalyvauja JBoss sprendimų kūrimo procese.

### 3.4.1.2 Open-ESB

Open-ESB tai atviro kodo sprendimas kuris buvo pradėtas kurti Sun Microsystems kompanijoje (dabar Oracle). Šis sprendimas naudoja tos pačios kompanijos sukurtą Glassfish aplikacijų serverį, bet yra paruoštas naudoti ir kitus žiniatinklio aplikacijų serverius (JBoss, Websphere). Glassfish serveris ir Open-ESB sprendimas buvo kurti naudojant JBI (Java Business Integration) standartą, kurio tikslas standartizuoti integravimo komponentų architektūrą ir jų diegimą visoje integravimo industrijoje. JBI standarto apibrėžtus komponentus galima būtų naudoti kituose projektuose ir naudoti bendrą integracijos mechanizmą. Sun Microsoft propaguojamas JBI standartas nesulaukė palaikymo iš didžiųjų integracijų kūrimo kompanijų (IBM, Oracle), ko pasekoje standarto vystymas buvo pristabdytas ir liko pilnai realizuotas tik Apache ServiceMix ir Open-ESB sprendimuose. Oracle kompanijai nupirkus Sun Microsystems kompaniją, Open-ESB sprendimo architektūroje pradėti naudoti kompanijos Oracle integraciniai sprendimai. Šio tyrimo metu buvo analizuojama Open-ESB 2.3 sprendimo versija.

- **Palaikomos integravimo technologijos.** Open-ESB integruojamos paslaugos yra specifikuojamos WSDL kalba, todėl integravimui tinka tik WSDL aprašomos web paslaugos. Šį sprendimą naudojant kartu su GlassFish aplikacijų serverių atsiranda galimybė integravimui naudoti JMS standartą.
- **Tiesioginis prisijungimas prie duomenų šaltinių.** Open-ESB sprendimas turi paruoštus komponentus prisijungimui prie sistemų naudojant HTTP, FTP, LDAP protokolus. Galima dirbti su failų sistema ir reliacinėmis duomenų bazėmis naudojant JDBC protokolą.
- **Saugumas.** Open-ESB sistema leidžia kiekvienai paslaugai specifikuoti pasiekiamumo ir naudojimo kriterijus naudojant GlassFish aplikacijų serverio Realm saugumo sistemą. Tokiu būdu, kviečiant Open-ESB tiekiamas paslaugas, identifikavimo ir autorizavimo procedūros perleidžiamos GlassFish serveriui.
- **Valdymas ir konfigūravimas.** Konfigūravimas ir naujų paslaugų specifikuojimas gali būti atliktas NetBeans kūrimo aplinkoje. Paslaugų stebėjimui realiuoju laiku galima naudoti Open-ESB tiekiamą komandinę konsolę arba grafinę Open-ESB Monitor aplikaciją, kuri yra kuriama kaip atskiras projektas.
- **Proceso orkestravimas.** Proceso orkestravimui naudojamas vidinis verslo procesų interpretatorius palaikantis tik BPEL 1.1 kalbą. Galimybės paslaugų proceso orkestravimui naudoti kitus įrankius kol kas nėra.
- **Plečiamumas.** Open-ESB sprendimas sukurtas JBI standarto pagrindu, kuris yra plečiamas naujų susietumo komponentų (Binding Components) pagalba. Susietumo komponentai gali realizuoti prisijungimą ir duomenų perdavimą specifinių sistemų integravimo metu.
- **Greitaveika.** Open-ESB sprendimas pasižymi gera greitaveika dėl savo minimalios Java architektūros ir mažų aparatinių resursų poreikio. Tomas Bayer'is teigia (Bayer 2009), kad Open-ESB gali apdoroti iki 25000 pranešimų per minutę. Šio sprendimo kūrėjai teigia, kad Open-ESB galima naudoti be

aplikacijų serverio, turint tik Java interpretatorių (JVM), kas leidžia naudoti Open-ESB sprendimą ribotų resursų įrenginiuose, pavyzdžiui mobiliuose telefonuose.

- **Dokumentacija ir palaikymas.** Open-ESB sprendimas yra gerai dokumentuotas. Sprendimo tinklalapyje yra pateikiami sprendimo diegimo ir naudojimo vadovai. Open-ESB bendruomenė aktyviai dalyvauja sprendimo kūrimo procese ir palaikyme. Oracle kompanijai perėmus šio sprendimo kūrimą, tolesnis jo vystymas ir palaikymas yra pristabdytas. Sprendimo vystymas vyksta tik atviro kodo bendruomenės dėka.

### 3.4.1.3 Apache ServiceMix

Apache ServiceMix yra atviro kodo integracinis serveris, kuris apjungia įvairius integracinius projektus į vientisą sistemą. Ši platforma leidžia kurti lanksčius ir sudėtingus integracinius projektus, remiantis atvirais standartais. ServiceMix yra gana išbaigtas sprendimas, reikalaujantis nedidelių pakeitimų norint įsidiesti ir naudoti jo bazinę versiją. Gausus paketas papildomų bibliotekų leidžia pritaikyti ServiceMix įvairaus pobūdžio ir įvairaus sudėtingumo projektuose. Sudėtyje esantys papildomi sprendimai gali būti lengvai išimami arba pakeičiami kitais, taip gaunant beveik bet kokią sprendimo konfigūraciją. JBI standarto naudojimas suteikia galimybę naudoti įvairių gamintojų komponentus reikalingus integraciniam sluoksniui. Esant poreikiui galima įsigyti komercinę platformos versiją FuseESB su komerciniu sprendimo kūrėjų palaikymu visoms projekto gyvavimo stadijoms. ServiceMix sprendimas kuriamas ir tobulinamas jau daugiau nei šešis metus. Nemokama ServiceMix versija kuriama ir tobulinama rinkoje gerai žinomos ir patikimos organizacijos Apache Software Foundation. ServiceMix yra įdiegtas ir sėkmingai naudojamas daugelyje didelių kompanijų, tokiose kaip Raytheon, British Telecom, CVS/Pharmacy, Cisco Systems, ir Sabre Holdings (Rademakers et. al. 2009). Šio tyrimo metu buvo analizuojama Apache ServiceMix 4.4.2 sprendimo versija.

- **Palaikomos integravimo technologijos.** ServiceMix pranešimams siusti naudoja JMS realizacija ActiveMQ. Jis taip pat palaiko visą aibę duomenų perdavimo protokolų ir platformų (C, C++, C#, Java, Perl, Python, PHP ir kitus). Šio sprendimo Apache CXF komponentas gali integruoti web ir REST paslaugas, naudojant HTTP, SOAP, COBRA, JMS arba JBI protokolus.
- **Tiesioginis prisijungimas prie duomenų šaltinių.** ServiceMix Apache Camel komponento standartinėje konfigūracijoje pateikiama 15 paruoštų komponentų integracijoms realizuoti. Dar 80 komponentų yra prieinami kaip papildiniai, kuriuos galima parsisiųsti ir įsidiesti į vykdomą projektą. Šių komponentų pagalba galima tiesiogiai pasiekti duomenis esančius reliaciniuose duomenų bazėse (SQL, JDBS, Hibernate), naudoti paieškos sistemas (Google, ElasticSearch), bendrauti su elektroninėmis parduotuvėmis (Amazon), failų saugyklomis (FTP, FTPS, HDFS), naudotis elektroninio pašto paslaugomis (Ibsen et. al. 2010).
- **Saugumas.** Sankcionuotam priėjimui prie paslaugų ir jų naudojimui, Service Mix sprendime yra naudojama Java saugumo biblioteka JAAS. Taip pat yra galimybė autorizacijos procedūrų valdymui naudoti kitus išorinius komponentus. Saugiam duomenų perdavimui galima naudoti SSL arba WS-Security protokolus.
- **Valdymas ir konfigūravimas.** Šios sprendimo konfigūravimams ir naujų paslaugų aprašymas atliekamas keičiant konfigūracinius failus. Deja, bet konfigūravimui nenumatyta grafinė naudotojo sąsaja. Galima rinktis iš kelių neoficialių grafinės naudotojo sąsajos priemonių arba Eclipse IDE papildinių, tačiau sprendimo gamintojas jų nepalaiko ir jų tinkamumas yra abejotinas.

- **Proceso orkestravimas.** Proceso orkestravimui naudojamas vidinis WS-BPEL procesų variklis realizuotas Apache ODE komponente. Šis komponentas gali interpretuoti verslo procesus aprašytus tiek BPEL 1.1 tiek BPEL 2.0 kalbomis. Taip pat yra galimybė prijungti kitus verslo procesų interpretatorius ir juos naudoti paslaugų proceso orkestravimui.
- **Plečiamumas.** ServiceMix sprendimas realizuoja JBI architektūros specifikaciją, todėl gali būti plečiamas kaip ir Open-ESB, t.y. kuriant papildomus susietumo komponentus. Taip pat yra galimybė kurti naujus komponentus realizuojant ServiceMix praplėtimo sąsajas.
- **Greitaveika.** Konkretūs skaičiai aparatiniams reikalavimams nėra pateikiami ir priklauso nuo sistemos sudėtingumo. Tačiau Bayer straipsnyje (Bayer 2009) rašoma, jog ServiceMix yra pajėgus apdoroti apie 10.000 žinučių per minutę.
- **Dokumentacija ir palaikymas.** ServiceMix sprendimas yra gerai dokumentuotas. Sprendimo tinklalapyje yra pateikiami sprendimo diegimo ir naudojimo vadovai. Yra išleistos trys knygos aprašančios sprendimo architektūrą ir jo naudojimą realiems uždaviniams spręsti. Apache ServiceMix bendruomenė aktyviai dalyvauja sprendimo kūrimo procese ir jo palaikyme.

#### 3.4.1.4 Mule ESB

Mule ESB tai Java pagrindu realizuotas ESB sprendimas ir integracijos platforma, kuri leidžia programinės įrangos kūrėjams sujungti kelias aplikacijas kartu bendram duomenų apsikeitimui. Šio sprendimo kūrėjai teigia, kad Mule ESB nepriklauso nuo kūrėjų sprendimų ir gali būti naudojamas kaip atskiras sprendimas arba kartu su kitų kūrėjų sprendimais (MuleSoft 2012). Mule ESB yra vystomas Community ir Enterprise leidimais. Enterprise leidimas turi papildomus komponentus prisijungimui prie komercinių sistemų, gamintojų palaikymą ir aukštesnius reikalavimus stabilumui, pasiekiamumui ir greitaveikai. Mule ESB sprendimo gamintojai labai akcentuoja paprastą jo naudojimą ir greitą įsisavinimą. Šios savybės labai praverstų mažesnės apimties projektuose, arba projektuose, kuriuose įgyvendinimo tvarkaraštis yra labai intensyvus. Šis sprendimas yra naudojamas daugelyje pasaulio kompanijose, tokiose kaip WalMart, Hewlett-Packard, Sony, Deutsche Bank, ir CitiBank (Rademakers et. al. 2009). Šio tyrimo metu buvo analizuojama Mule ESB 3.3 sprendimo versija.

- **Palaikomos integravimo technologijos.** Mule ESB gali integruoti sistemas tarpusavyje bendravimui naudojant HTTP/S, TCP, UDP, REST, JMS, RMI, FTP/S, IMAP/S, POP3 ir SOAP protokolus.
- **Tiesioginis prisijungimas prie duomenų šaltinių.** Mule ESB sprendimas gali tiesiogiai jungtis prie didžiausių elektroninių parduotuvių (Amazon, Apple Store), mokėjimo sistemų (PayPal), socialinių tinklų (Facebook, Twitter), duomenų bazių (Oracle, MySQL, MS SQL Server, Derby, DB2).
- **Saugumas.** Sankcionuotam paslaugų naudojimui Mule ESB tiekia Fine-grained Authorization paslaugą. Enterprise leidimas papildomai turi Role-based access control technologiją paslaugų autorizacijos valdymui. Siunčiami pranešimai gali būti perduodami saugiais SSL, WS-Security ir PGP protokolais.
- **Valdymas ir konfigūravimas.** Gamintojai pateikia sprendimo grafinę naudotojo sąsają - Mule Studio. Mule Studio yra realizuota kaip Eclipse programavimo aplinkos įskiepis. Šio įskiepio pagalba galima grafiškai konfigūruoti paslaugų procesus, duomenų transformavimą ir naujų Mule aplikacijų diegimą Mule ESB sprendime.

- **Proceso orkestravimas.** Paslaugų proceso orkestravimui Mule ESB naudoja specifines veiklos diagramas - Mule Flow. Papildomai, verslo procesus galima orkestruoti naudojant Mule BPM komponentą arba prijungti išorinius verslo proceso interpretatorius.
- **Plečiamumas.** Mule ESB sprendimas turi sąsajas, kurias realizavus, galima kurti savo integravimo komponentus. Taip pat yra sąsajos skirtos specifinių maršrutizavimo ir pranešimų apdorojimo komponentams kurti.
- **Greitaveika.** Šio sprendimo gamintojai teigia, kad Mule ESB gali būti diegiama paskirstytoje aplinkoje ir veikti dideliuose klasteriuose. Priklausomai nuo aparatinės įrangos ir išorinių sistemų ribojimų Mule ESB pasiekia labai gerų greitaveikos rezultatų. Gamintojai pateikia pavyzdžių, jog tam tikromis sąlygomis Mule ESB aptarnauja 10000 transakcijų per sekundę (MuleSoft 2012).
- **Dokumentacija ir palaikymas.** Šis sprendimas yra gerai dokumentuotas. Sprendimo tinklalapyje pateikiami įvairaus pobūdžio naudotojo vadovai skirti Mule ESB sprendimo pradedantiems ir patyrusiems naudotojams, sprendimo programuotojams ir administratoriams. Aktyviai veikia Mule ESB bendruomenės tinklalapis, kuriame galima susirasti papildomos informacijos apie sprendimą arba užduoti klausimą bendruomenės nariams.

### 3.4.2 Išvados

Visi keturi palyginamojoje analizėje nagrinėti sprendimai yra gerai dokumentuoti, palaiko pagrindines bendravimo technologijas, gali būti orkestruojami verslo procesų pagalba ir plečiami esant specifinių integracijų poreikiams. JBoss ESB sprendimas išsiskiria iš kitų sprendimų savo didesnių aparatiniams resursams poreikių, todėl negali būti diegiamas ribotų resursų įrenginiuose ar jų virtualizacijose. Atsižvelgiant į tai, kad Open ESB sprendimo vystymas sustabdytas, šio sprendimo nerekomenduojama naudoti testiniuose arba kritinių sistemų projektuose, kuriuose gali atsirasti ESB sprendimo versijos atnaujinimo poreikis. ServiceMix ir Mule ESB sprendimai yra labai panašūs savo funkcionalumu ir pritaikymo galimybėmis. Esminis Mule ESB pranašumas prieš ServiceMix sprendimą yra jo grafinė naudotojo sąsaja sprendimo konfigūravimui ir valdymui, kurios ServiceMix sprendimas neturi. Grafinė konfigūravimo ir valdymo naudotojo sąsaja yra labai svarbi esant dideliame integruojamų sistemų kiekiui arba esant sudėtingiems sistemų integracijų konfigūravimo atvejams. Tuo tarpu ServiceMix pranašumas prieš Mule ESB yra jo architektūra. ServiceMix architektūra yra realizuota naudojant visuotinį integravimo JBI standartą. Šis standartas ne tik leidžia tiesiogiai integruoti, kitas palaikančias JBI standartą sistemas, bet ir kurti standartizuotus ServiceMix sprendimo praplėtumus.

## 3.5 .NET ESB sprendimų palyginimas

### 3.5.1 ESB sprendimų skirtų .NET platformai pasirinkimas

Palyginamajai analizei buvo atrinkti šie Microsoft .NET platformai skirti ESB sprendimai:

- NServiceBus
- Windows Communication Foundation (WCF)
- Microsoft BiztalkServer + ESB toolkit
- Neuron ESB

#### 3.5.1.1 NServiceBus

NServiceBus yra paprastas .NET platformai skirtas ESB sprendimas paremtas pranešimų eilėmis. Kiekvienas į NServiceBus integruojamas komponentas yra susiejamas dviem eilėmis – įeinančių ir išeinančių pranešimų. Šis ESB sprendimas užtikrina pranešimų perdavimą tarp sistemų, bet neturi duomenų transformacijų ar galimybės tiesiogiai prisijungti prie išorinių duomenų šaltinių. Tyrimo metu buvo analizuojama NServiceBus 3.3.1 sprendimo versija.

- **Palaikomos integravimo technologijos.** NServiceBus ESB sprendimas naudoja Microsoft Message Queueing (MSMQ) pranešimų siuntimo technologiją. Išorinių sistemų prijungimas vykdomas realizuojant NServiceBus tiekiamas programavimo sąsajas.  
**Tiesioginis prisijungimas prie duomenų šaltinių.** NServiceBus ESB sprendimas neturi galimybių tiesiogiai prisijungti prie duomenų šaltinių, bet gali būti integruojamas su BizTalkServer sprendimu, tiesioginiam prisijungimui prie duomenų šaltinių.
- **Saugumas.** NServiceBus sprendimu siunčiami pranešimai gali būti koduojami naudojant privačius ir viešuosius raktus. Taip pat yra galimybė naudoti savo pranešimų kodavimo technologiją, tačiau galimybės riboti integruojamų paslaugų pasiekiamumo autorizacijos priemonėmis nėra.
- **Valdymas ir konfigūravimas.** NServiceBus konfigūravimas gali būti atliekamas tiek programavimo būdų tiek grafinės vartotojo sąsajos pagalba. NServiceBus valdymo grafinė vartotojo sąsaja yra realizuota kaip Visual Studio įrankio įskiepis.
- **Proceso orkestravimas.** Paslaugų bendravimo proceso orkestravimui NServiceBus naudoja savo specifinį supaprastintą veiklos diagramų variantą. Nei BPEL nei BPMN standartai nėra naudojami procesų orkestravimui.
- **Plečiamumas.** NServiceBus ESB sprendimas gali būti plečiamas realizuojant sprendimo tiekiamas sąsajas. Taip pat yra galimybė įterpti specifinį kodą į sprendimo inicializavimo, pranešimų siuntimo ir apdorojimo modulius.
- **Greitaveika.** NServiceBus kūrėjai tvirtina, kad ši magistralė yra pajėgi perduoti 600000 pranešimų per minutę, tačiau šio sprendimo greitaveika priklauso nuo siunčiamo pranešimo formato, nes pranešimo perdavimo laiką įtakoja pranešimo serializavimo ir deserializavimo procedūros.
- **Dokumentacija ir palaikymas.** Šis ESB sprendimas yra gerai dokumentuotas. Sprendimo tinklalapyje pateikiamas išsamus konfigūravimo ir naudojimo vadovas. Taip pat yra aktyvi šį sprendimą naudojančių bendruomenė.
- **Kaina.** Nemokamos NServiceBus versijos yra apribotos ir gali būti naudojamos tik viename serveryje su nedaugiau kaip keturiais branduoliais. Taip pat yra apribota pranešimų apdorojimo greitaveika (iki

30 pranešimų per minutę). NServiceBus neribota licenzija vienam branduoliui kainuoja 500 JAV dolerių.

### 3.5.1.2 Windows Communication Foundation (WCF)

Windows Communication Foundation, toliau WCF yra Microsoft .NET karkaso dalis, kurios pagalba galima projektuoti ir kurti paskirstytas sistemas. WCF nėra tikras ESB sprendimas, o labiau platforma, kurios pagalba galima suprogramuoti labiausiai konkrečiai situacijai tinkamą ESB sprendimą. Tyrimo metu buvo analizuojama WCF 4.5 sprendimo versija.

- **Palaikomos integravimo technologijos.** WCF pagrindu galima kurti ESB sprendimus, kurie gali integruoti sistemas SOAP, XML ir JSON pranešimų standartų pagalba. Integruojamų sistemų bendravimo realizavimui WCF platforma leidžia naudoti WS-\*, RESTful ir kompanijos Microsoft sukurtas MSMQ ir Enterprise Services technologijas (Sharp 2010).  
**Tiesioginis prisijungimas prie duomenų šaltinių.** WCF platforma neturi priemonių tiesioginiam prisijungimui prie duomenų šaltinio realizuoti. Tačiau WCF platforma yra .NET karkaso dalis, kurio komponentai gali būti naudojami tiesioginiam prisijungimui prie duomenų šaltinių.
- **Saugumas.** WCF platformos pagrindu realizuoti ESB sprendimai gali naudoti standartines .NET platformos siūlomas naudotojų ir paslaugų autorizavimo priemones (Sharp 2010). Šios autorizavimo priemonės naudoja Windows aplinkos standartinį Active Directory sprendimą. Pranešimų perdavimo kanalo saugumui užtikrinti galima naudoti SSL arba WS-SecureConversation protokolą.
- **Valdymas ir konfigūravimas.** WCF platformos konfigūravimas gali būti atliktas XML failuose arba grafinės naudotojo sąsajos pagalba. WCF perduodamų pranešimų stebėjimui galima naudoti Performance Counters įrankį. Šis įrankis leidžia matyti perduotų ir apdorotų pranešimų statistiką, pranešimų perdavimo trukmę, siuntėjų ir gavėjų generuojamus klaidos pranešimus.
- **Proceso orkestravimas.** WCF platforma neturi paslaugų proceso orkestravimo galimybių bet gali būti integruojama su Microsoft Workflow Foundation verslo valdymo sprendimų kūrimo platforma.
- **Plečiamumas.** Platformos plečiamumui WCF siūlo komponentus, kurių pagalba galima keisti pranešimų siuntėjų/gavėjų elgseną, realizuoti prisijungimus prie specifinių sistemų, keisti pranešimų serializacijos algoritmus.
- **Greitaveika.** WCF platformos pagrindų sukurtų ESB sprendimų greitaveika priklauso nuo paties sprendimo realizacijos. Tuo tarpu, WCF platformos kūrėjai (Gubta 2007) nustatė, kad WCF platformos greitaveika yra 25-50 proc. geresnė negu kitų .NET karkaso paskirstytų sistemų kūrimo sprendimų (ASMX, WSE, .NET ES, ir .NET Remoting).
- **Dokumentacija ir palaikymas.** WCF platforma yra gerai dokumentuota. Microsoft puslapyje galima rasti WCF platformos ESB sprendimų kūrėjo vadovą, daugybę pavyzdžių. WCF platforma yra išsamiai aprašoma dviejose knygose (Sharp 2010, McMurtry 2009).
- **Kaina.** WCF platformą yra nemokama įsigyjant .NET karkasą.

### 3.5.1.3 Microsoft Biztalk Server + ESB toolkit

Microsoft Biztalk Server nėra tikras ESB sprendimas, bet kartu su papildomų įrankių rinkiniu ESB toolkit gali būti naudojamas kaip ESB sprendimas. BizTalk ESB tai įrankių ir pagalbinių bibliotekų rinkinys, kuris praplečia standartines BizTalk Server galimybes ir suteikia ESB architektūros palaikymą. Šiame rinkinyje esančios priemonės realizuoja ESB magistralės funkcijas reikalingas susieti paslaugų tiekėjus ir jų naudotojus. Microsoft Biztalk Server ESB toolkit pagalba paverčiamas į gana galingą ESB sprendimą, suteikiantį daug galimybių ir



standartinių priemonių ESB sistemos konfigūravimui, priežiūrai ir vystymui. Tačiau reikėtų atkreipti dėmesį į didelius pradinįs kaštus, kuriuos sudaro tiek sprendimo kaina, tiek reikalaujamos aparatūros ir papildomos programinės įrangos kaina. Tyrimo metu buvo analizuojama Microsoft Biztalk Server 2010 sprendimo versija.

- **Palaikomos integravimo technologijos.** Šis sprendimas gali priimti ir siusti XML, JSON tipo pranešimus, binarinius failus naudodamas SOAP, WCF, HTTP, JMS, WMQ, COM, MSMQ, SMTP ir FTP protokolus.  
**Tiesioginis prisijungimas prie duomenų šaltinių.** Biztalk Server gali tiesiogiai jungtis prie Microsoft kompanijos gaminamų sprendimų (SharePoint, MS-SQL database, WCF), taip pat galimas prisijungimas prie Oracle kompanijos sprendimų (Oracle Database, Oracle eBusiness Suite), IBM DB2, Webspere MQ, PeopleSoft ir JD Edwards Enterprise verslo sistemų.
- **Saugumas.** BizTalk Server gali autentifikuoti pranešimo siuntėją naudodamas sertifikatus arba Windows Integrated Security mechanizmą. Taip pat galimas siuntėjo autorizavimas, nustatant jo naudojimosi teises ir tolesnį pranešimo vykdymo procesą.
- **Valdymas ir konfigūravimas.** Konfigūravimas ir sistemos stebėjimas atliekamas naudojant ESB Management Portal įrankį. Šis įrankis turi grafinę naudotojo sąsają, kuri gali būti pasiekama naršyklės pagalba. ESB Management Portal įrankio pagalba galima vizualiai pavaizduoti sistemą ir duomenų srautus bei konfigūruoti integracijas tarp sistemų.
- **Proceso orkestravimas.** Paslaugų proceso orkestravimui naudojama į veiklos diagramą panaši grafinė notacija. Paslaugų proceso orkestravimas gali būti grafiškai apibrėžtas Visual Studio įrankio aplinkoje ir aprašytas XML pagrindu sukurta XLANG kalba. Taip pat yra galimybė importuoti proceso orkestravimą aprašytą BPEL kalba.
- **Plečiamumas.** Biztalk Serverio funkcionalumas gali būti plečiamas naudojant .NET platformos programavimo priemones. Šių priemonių pagalba galima realizuoti specifinius prisijungimus prie integruojamų sistemų, sukurti specifinius pranešimų kodavimo, serializavimo ir transportavimo algoritmus.  
**Greitaveika.** Biztalk Server kūrėjai pateikia minimalių reikalingų aparatinių resursų sąrašą, kuris kaip jie teigia leidžia pasiekti 40800 pranešimų per minutę greitaveika.
- **Dokumentacija ir palaikymas.** Šis sprendimas yra gerai dokumentuotas. Kūrėjo tinklalapyje yra pateikiami sprendimo diegimo, konfigūravimo ir naudojimo vadovai. Taip pat pateikiama daug naudingos informacijos apie sprendimo praplėtimų kūrimą ir integravimo architektūros organizavimą.
- **Kaina.** Yra keletas BizTalk Server versijų leidimų, kurių kaina svyruoja nuo 2500 iki 44000 JAV dolerių priklausomai nuo pageidaujamų sprendimo funkcijų.

### 3.5.1.4 Neuron ESB

Neuron ESB yra komercinis ESB sprendimas realizuotas WCF pagrindu ir paremtas publikavimo-prenumeravimo pranešimų apsikeitimo modeliu. Pagrindinis Neuron ESB privalumas yra galimybė prisijungti prie išorinių duomenų šaltinių be papildomo programavimo. Neuron ESB turi gana galingą administravimo įrankį, kurio pagalba galima keisti visos sistemos konfigūraciją. Tyrimo metu buvo analizuojama Neuron ESB 2.6 sprendimo versija.

- **Palaikomos integravimo technologijos.** Neuron ESB gali integruoti paslaugas tarpusavyje bendravimui naudojant REST, SOAP, ActiveMQ, MSMQ, FTP, SMTP ir ODBC protokolus.  
**Tiesioginis prisijungimas prie duomenų šaltinių.** Neuron ESB gali tiesiogiai prisijungti prie IBM

MQSeries, SharePoint, Dynamics CRM, Dynamics Great Plains, MS SQL ir BizTalk serverių. Taip pat Neuron ESB gali prisijungti prie WCF prisijungimus palaikančių verslo sistemų, tokiu kaip Oracle EBS, Oracle Database, Mr, Siebel ir SAP.

- **Saugumas.** Neuron ESB saugumo sprendimai yra realizuoti WCF pagrindu. Naudotojų autentifikacijai ir autorizacijai galima naudoti Active Directory sprendimą. Perduodamų pranešimų saugumui užtikrinti gali būti naudojami SSL arba WS-Secure Conversation protokolai.
- **Valdymas ir konfigūravimas.** Neuron ESB turi modeliavimo ir administravimo įrankį Endpoint Health Monitor, kurio pagalba galima valdyti integracijas tarp sistemų, vizualizuoti pačią sistemą ir duomenų srautus. Šio įrankio pagalba galima stebėti sistemos greitaveiką, matyti pranešimų siuntimo trukmę ir sisteminius pranešimus.
- **Proceso orkestravimas.** Paslaugų procesai gali būti grafiškai atvaizduoti ir valdomi naudojant Neuron ESB Process Designer įrankį. Šis įrankis atvaizduoja procesus specifine notacija panašia į verslo procesų diagramą, tačiau nei BPMN nei BPEL notacijos nėra naudojamos.  
**Plečiamumas.** Neuron ESB plečiamumo savybės yra realizuotos WCF platformos priemonėmis. Yra galimybė kurti papildomus adapterius specifinėms sistemoms integruoti.
- **Greitaveika.** Informacijos apie Neuron ESB greitaveiką gamintojai nepateikia.
- **Dokumentacija ir palaikymas.** Gamintojo tinklalapyje yra daug pavyzdžių ir straipsnių apie sprendimo praplėtimą naudojant Neuron ESB technologiją. Sprendimo bendruomenė aktyviai diskutuoja sprendimo forume.
- **Kaina.** Sprendimo kaina viešai neskelbiama.

### 3.5.2 Išvados

Visi nagrinėti .NET platformai skirti ESB sprendimai yra gerai dokumentuoti, turi panašias saugumo priemones, plėtimo galimybes ir gali būti valdomi grafinės naudotojo sąsajos pagalba. Visi šie sprendimai tinka naudoti paskirstytų sistemų architektūrai realizuoti, tačiau priklausomai nuo architektūros ir sistemos reikalavimų, sprendimo įgyvendinimo kaštai būtų skirtingi.

NServiceBus yra paprastas ESB sprendimas su gera greitaveika tinkantis naudoti įvairių dydžių projektuose. Šis ESB sprendimas gali būti diegiamas į ribotų resursų įrenginius. Vienas didžiausių NServiceBus trukumų yra mažas palaikomų integravimo technologijų skaičius, todėl sistemų integracija vykdoma nekonfigūruojant esamus prisijungimų komponentus, bet juos programuojant, kas gali įtakoti integracijos kūrimo laiką, greitaveiką ir galutinio sprendimo stabilumą. Taip pat NServiceBus nepalaiko WCF bendravimo technologijos, kuri gali būti reikalinga integruojant šią bendravimo technologiją naudojančias verslo sistemas.

WCF platforma taip pat kaip ir NServiceBus neturi paruoštų integravimo komponentų, bet WCF platformos dėka galima realizuoti integracijas su WCF bendravimo technologiją palaikančiomis sistemomis, ko negalima atlikti NServiceBus pagalba. Kita vertus, NServiceBus integracijos principas paremtas asinchroninių pranešimų siuntimo eilėmis, o integracija WCF platformoje remiasi sinchroniniu nuotolinių procedūrų kvietimo (RPC) mechanizmu. Asinchroninis pranešimų apdorojimas yra pranašesnis už sinchroninį bendravimą, nes yra patikimesnis, lengviau valdomas ir leidžia geriau išnaudoti aparatinius resursus pranešimų apdorojimo metu (nėra atsakymo laukimo būsenos).

Biztalk Server ESB sprendimas turi aibe paruoštų prisijungimo komponentų, kas leistų greičiau ir patikimiau integruoti sistemas tarpusavyje. Tačiau Biztalk Server sprendimo kainą ir jo poreikis aparatiniams resursams leidžia jį naudoti tik didelės apimties projektuose. Taip pat Biztalk Server nusileidžia greitaveika tiek



NServiceBus tiek WCF platformos sprendimams, kas gali riboti šio sprendimo naudojimą didelės pranešimų siuntimo greیتaveikos reikalaujančiuose projektuose.

Projektuose kuriuose reikalinga gera greیتaveika ir reikia integruoti didelį kiekį skirtingų sistemų labiau tiktų Neuron ESB sprendimas, kuris nėra tokia galinga pranešimų magistralė, bet pasižymi gera greیتaveika, turi standartinius prisijungimus prie išorinių šaltinių ir gerą konfigūravimo ir administravimo įrankį.

# 4 VERSLO PROCESŲ VALDYMO SPRENDIMŲ ANALIZĖ

## 4.1 Verslo procesų valdymo sprendimai

Šiame dokumente apžvelgiami rinkoje esantys Java ir .NET sprendimai, kurių pagalba galima organizuoti įmonėje ar organizacijose veikiančius verslo procesus elektroninėje erdvėje. Verslo procesų valdymo sistemos suteikia galimybę lengvai aprašyti įmonės procesus pasinaudojant grafiniais naudotojo sąsajos elementais (paprastai vieno ar kito standarto diagramomis). Verslo procesų valdymo sistema ypač pasiteisina esant ilgai trunkantiems procesams ir procesams, kuriuose reikalingi žmonių darbai (žmogaus įsikišimas). Rinkoje egzistuoja bent keletas atvirojo kodo įrankių, kurie leidžia lengvai aprašyti, vykdyti ir stebėti verslo procesus.

## 4.2 Verslo procesų valdymo sprendimų pasirinkimo kriterijai

Verslo procesų valdymo sprendimų palyginimui bus naudojami kriterijai, kurie yra svarbūs ne tik sėkmingam verslo procesų specifikavimui ir naudojimui, bet ir kriterijai, kurie reikalingi sėkmingam sprendimo integravimui į bendrą integracinę platformą:

- **Proceso modeliavimo palaikomi standartai.** Tai verslo procesų valdymo sprendimo naudojami verslo proceso specifikavimo standartai. Standartinių verslo procesų notacijų palaikymas yra svarbus aspektas nes leidžia lengviau išmokti naudotis sprendimu ir suteikia galimybę taikyti kitus verslo proceso modeliavimo sprendimus procesų specifikavimui.
- **Proceso duomenų importas/eksportas.** Veiklos proceso duomenų importavimas į sistemą ir eksportavimas iš jos standartiniais formatais leidžia naudoti kitas sistemas verslo proceso modeliavimui ir valdymui.
- **Procesų grafinis modeliavimas.** Šis kriterijus nusako galimybę verslo procesus specifikuoti grafinėmis priemonėmis (diagramomis). Šis sprendimas labai svarbus norint specifikuoti ir analizuoti sudėtingus verslo procesus.
- **Procesų paleidimas ir stebėjimas.** Tai galimybė sukurtus verslo proceso aprašus paleisti vykdymui ir stebėti jų būseną. Procesų aprašų vykdymas padeda nustatyti proceso specifikacijos trūkumus ir imituoti tikrąją proceso veiklą.
- **Verslo taisyklių specifikavimo palaikymas.** Šis kriterijus nusako ar yra galimybė specifikuoti verslo taisykles. Verslo taisyklės gali būti specifikuojamos formaliąja arba laisva forma. Verslo taisyklių specifikavimas formaliąja forma leidžia taisykles interpretuoti ir taikyti verslo proceso vykdymo metu. Tuo tarpu laisva forma aprašytas taisykles galima naudoti papildomiems verslo proceso reikalavimams specifikuoti.
- **Plečiamumas.** Tai kriterijus nusakantis ar yra galimybė plėsti verslo procesų valdymo sprendimą savais specifiniais elementais arba specifine logika reikalinga specifiniam funkcionalumui realizuoti.
- **Integravimo su kitomis sistemomis galimybės.** Šis kriterijus nusako ar yra galimybė integruotis su kitomis išorinėmis sistemomis tokiomis kaip ESB ir portalų sprendimai, kurie reikalingi bendram integracinės platformos sprendimui realizuoti.

- **Dokumentacija.** Vertinama ar sprendimo kūrėjai pateikia techninę ir vartotojų dokumentaciją. Taip pat vertinama ar pateikta dokumentacija yra išsami, lengvai prieinama, patogi naudotis.
- **Kaina.** Vertinama sprendimo įsigijimo kaina. Prie kainos nepridedami darbuotojų apmokymo ir papildomo funkcionalumo kūrimo kaštai.

## 4.3 Panašus darbai

Petrušenko savo diplominiame darbe (Petruschenko 2007) analizuoja atviro kodo verslo procesų valdymo sistemas (Intalio BPMS, jBPM, NetBeans IDE) ir jų tinkamumą specifiniam R4eGov projektui. Jis analizuoja atviro kodo verslo procesų valdymo sprendimų palaikomus standartus, procesų grafinio modeliavimo ir procesų duomenų importavimo galimybes, tačiau jis neanalizuoja sprendimų dokumentavimo lygio, plečiamumo ir integravimo su kitomis sistemomis galimybių. Wohed ir kolegos (Wohed et. al. 2009) analizuoja tris atviro kodo verslo procesų valdymo sprendimus ir jų galimybes specifiuoti šablonines situacijas, tokias kaip: proceso veiklos eigos specifikavimas, duomenų mainų ir resursų naudojimo specifikavimas. Wohed tyrimo rezultatai parodė, kad atviro kodo verslo procesų valdymo sprendimai nepalaiko daugelį standartinių verslo procesų modelių šablonų, tokių kaip lygiagretus proceso veiklos vykdymas, duomenų mainai tarp procesų, keletu resursų priskyrimas atskiroms proceso užduotims. Petrušenko ir Wohed atliktų tyrimo duomenis galima laikyti pasenusiais, nes nuo 2007 metų atsirado nauji verslo proceso valdymo sprendimai, o mokslininkų nagrinėjamuose atviro kodo sprendimuose atsirado naujos galimybės ir funkcijos.

Richardson ir jo kolegos (Richardson et. al 2010) analizuoja vienuolika komercinių verslo procesų valdymo sprendimų pagal kriterijus sudarytus atsižvelgiant į stambių verslo procesų valdymo programų reikalavimus ir poreikius. Richardsono atliktas tyrimas parodė, kad 2010 metais geriausi yra Pegasystems ir Appian kompanijų sukurti komerciniai verslo proceso valdymo sprendimai.

Sinur ir kiti analitikai savo 2010 metų darbe (Sinur et.all 2010), nagrinėja dvidešimt penkių gamintojų komercinius sprendimus ir jų galimybes realizuoti keturis specifinius procesų valdymo scenarijus. Savo naujausiame 2012 metų darbe (Sinur et.all 2012), Sinur su kolegomis analizuoja tryliką komercinių kompanijų gaminamus verslo procesų valdymo sprendimus ir jų tinkamumą realizuoti intelektualias verslo procesų valdymo operacijas. Tiek 2010 metų tyrime, tiek 2012 metų darbe Sinur ir jo kolegoms įvardija Pegasystems, Appian, IBM ir Oracle kompanijas kaip komercinių verslo procesų valdymo sprendimų gamintojų lyderius. Šis darbas skiriasi nuo jau atliktu palyginamosios analizės darbų tuo, kad analizuojami ne komerciniai, bet atviro kodo verslo proceso valdymo sprendimai. Šio darbo analizė apima ne tik pagrindines verslo procesų valdymo sprendimų funkcijas, bet ir jų dokumentavimo lygį, plečiamumo ir integravimo su kitomis sistemomis galimybes.

## 4.4 Java Verslo valdymo sistemų palyginimas

### 4.4.1 Verslo procesų valdymo sprendimų pasirinkimas

Atsižvelgiant į kitose darbuose (Petruschenko 2007, Wohed et. al. 2009) analizuojamas atviro kodo verslo procesų valdymo sistemas, pradinės analizės metu buvo atrinkti tokie sprendimai:

- jBPM;
- Intalio;
- Bonita;
- Activiti;

#### 4.4.1.1 jBPM

jBPM tai kompanijos JBoss nuo 2004 metų kuriamas lankstus ir brandus verslo procesų valdymo sprendimas. Šis sprendimas sujungia verslo proceso analizės ir programavimo scenarijų kūrimo veiklas. Tradiciniai VPVS sprendimai yra skirti techninių žinių neturintiems verslo analizę atliekantiems žmonėms. Tuo tarpu, jBPM sprendimas yra vystomas dviem kryptimis siūlydamas procesų valdymo funkcijas verslo analitikams ir programuotojams patogiu būdu. Šio sprendimo branduolys realizuotas tik standartinės Java kalbos bibliotekomis, todėl jis gali būti naudojamas bet kurioje Java aplinkoje, integruotas į Java aplikaciją arba veikti kaip atskiras servisas (jBPM team 2012). Šio tyrimo metu buvo analizuojama jBPM 5.3.0 sprendimo versija.

- **Proceso modeliavimo palaikomi standartai.** Paskutinė jBPM5 sprendimo versija naudoja BPMN 2.0 notaciją verslo procesams specifikuoti. Ankstesnės jBPM versijos naudojo gamintojo sukurtą verslo procesų specifikuojamą jPDL kalbą.
- **Proceso duomenų importas/eksportas.** Suintegravus jBPM su Drools Guvnor procesų ir taisyklių saugyklą, galimas procesų importavimas į saugyklą ir eksportavimas iš jos BPMN XML formatu. BPMN XML formatą palaiko kiti verslo procesų modeliavimo įrankiai.
- **Procesų grafinis modeliavimas.** Verslo procesus galima modeliuoti grafiškai naudojant specialų Eclipse programavimo aplinkos BPMN 2.0 įskiepi. Suintegravus jBPM sprendimą su Drools Guvnor procesų ir taisyklių saugyklą, grafiniam procesų modeliavimui galima naudoti Guvnor grafinę sąsają, kuri yra prieinama interneto naršyklės pagalba.
- **Procesų paleidimas ir stebėjimas.** jBPM procesų paleidimui ir stebėjimui galima naudoti tinklalapio pavidalu realizuotą jBPM konsolę. Šios konsolės pagalba galima paleisti saugykloje esančius verslo procesus vykdymui, matyti jų vykdymo būseną, peržiūrėti procesų užduočių sąrašus ir ataskaitas apie procesų vykdymo statistiką.
- **Verslo taisyklių specifikuojamą palaikymas.** Pats jBPM sprendimas nepalaiko verslo taisyklių specifikuojamą, bet jis gali būti integruojamas su Drools taisyklių valdymo sprendimu. Drools sprendimo pagalba galima specifikuoti verslo taisykles patogioje grafinėje vartotojo sąsajoje, o Drools Expert komponentą naudoti verslo taisyklių interpretavimui ir vykdymui.
- **Plečiamumas.** jBPM naudojami verslo proceso specifikuojamą elementai gali būti plečiami naudojant BPMN notacijos plėtimo mechanizmą aprašytą BPMN kalbos specifikacijoje (OMG 2009). jBPM sprendimo veikimas gali būti valdomas naudojant programinę sąsają API, kuri leidžia valdyti verslo procesus, gauti pranešimus apie jų vykdymą, stebėti procesų būseną ir naudojamus duomenis.
- **Integravimo su kitomis sistemomis galimybės.** jBPM sprendimas gali integruotis su daugybę skirtingų duomenų bazių duomenims apie verslo procesus saugoti. Taip pat šis sprendimas gali būti integruojamas su Drools sprendimų verslo procesų ir verslo taisyklių vykdymui. jBPM sprendimas yra suderinamas su daugeliu J2EE aplikacijų serverių ir gali būti integruojamas su Spring karkasu proceso vykdymui naudotojo sesijų metu. jBPM sprendimas gali būti integruojamas su Apache Camel pranešimų perdavimo magistralės sprendimu, kurio pagalba jBPM gali bendrauti pranešimais su kitomis nutolusiomis sistemomis ir taip integruoti jas į verslo proceso valdymo veiklas.
- **Dokumentacija.** Šio sprendimo gamintojo tinklalapyje yra pateikiama tiek techninė tiek naudotojo instrukcijų dokumentacija. Yra išleistos dvi knygos aprašančios jBPM sprendimo naudojimą iš verslo procesų analitiko ir programuotojo perspektyvų. jBPM sprendimo bendruomenė aktyviai bendrauja naudojant IRC komunikavimo kambarius, forumus ir el. laiškų siuntimo grupes. Sprendimo gamintojai,

kompanija Red Hat organizuoja mokamus mokymus ir konferencijas jBPM sprendimą taikantiems programuotojams.

- **Kaina.** jBPM sprendimas yra nemokamas, tačiau taikomos įvairios licencijos skirtingiems sprendimo komponentams:
  - Apache Software License (ASL), versija 2.0 licencija jBPM varikliui nuo versijos 5.0
  - Eclipse Public License (EPL) licencija jBPM Eclipse Designer įrankiui.
  - MIT licencija jBPM Modeller įrankiui.

#### 4.4.1.2 Intalio|BPMS

Intalio|BPMS - verslo procesų valdymo įrankis sukurtas atvirų standartų, taikant atvirojo kodo projektus "Eclipse BPMN Modeler", "Apache ODE BPEL" ir "Tempo WS-Human Task service". Šio sprendimo kūrėjai tvirtina (Intalio BPM 2012), kad Intalio|BPMS yra plačiausiai pasaulyje paplitusi verslo procesų valdymo sistema, kuri gali palaikyti tiek smulkius tiek stambius verslo procesus. Intalio|BPMS sprendimas tiekia visus komponentus reikalingus efektyviam procesų kūrimui, diegimui ir priežiūrai. Šio tyrimo metu buvo analizuojama Intalio|BPMS 6.1.12 sprendimo versija.

- **Proceso modeliavimo palaikomi standartai.** Intalio|BPMS sprendimas leidžia specifiškai verslo procesus naudojant BPMN 2.0 notaciją, tačiau tikrasis verslo procesų paleidimas vykdomas naudojant BPEL 2.0 procesų specifikavimo kalbą. Procesai automatiškai konvertuojami iš BPMN notacijos į BPEL kalbą prieš kiekvieną procesų vykdymą.
- **Proceso duomenų importas/eksportas.** Proceso projekto duomenis gali būti eksportuojami ir importuojami kaip Eclipse programavimo platformos projektas su BPMN ir BPEL failais. Verslo procesų diagramos gali būti eksportuojamos XMI 2.0 Eclipse GMF karkaso notacijos failais.
- **Procesų grafinis modeliavimas.** Grafiniam verslo procesų modeliavimui Intalio|BPMS sprendimas naudoja Eclipse programavimo platformos BPMN Designer įskiepi. Šis įskiepis leidžia modeliuoti procesus BPMN 2.0 notacija ir juos konvertuoti į paleidžiamuosius BPEL 2.0 procesus. Intalio|BPM taip pat turi grafines priemones skirtingiems duomenų tipams susieti (angl. mapping) ir vartotojo sąsajos formoms kurti.
- **Procesų paleidimas ir stebėjimas.** Verslo procesams paleisti ir stebėti galima naudoti Intalio|BPMS tinklalapio konsolę. Šios konsolės pagalba galima valdyti įdiegtų procesų specifikacijas ir stebėti paleistų vykdyti procesų būsenas.
- **Verslo taisyklių specifikavimo palaikymas.** Intalio|BPMS sprendimas palaiko verslo taisyklių specifikavimą ir jų naudojimą sprendimo lentelėse, verslo procesuose ir naudotojo sąsajos formose. Intalio|BPMS sprendimo verslo taisyklių vykdymo komponentas naudoja Drools sprendimo taisyklių interpretatorių.
- **Plečiamumas.** Intalio sprendimas neturi plėtimo galimybių, tačiau galima plėsti proceso grafinio modeliavimo Eclipse aplinką standartinėmis Eclipse plėtimo priemonėmis.
- **Integravimo su kitomis sistemomis galimybės.** Intalio|BPMS sprendimas gali būti integruojamas su įvairiomis reliacinėmis duomenų bazėmis naudojant šio sprendimo Database Connector komponentą. Verslo procesų užduočių integraciją su web paslaugomis gali būti realizuojama naudojant WSDL paslaugų specifikavimo kalbą.

- **Dokumentacija.** Šio sprendimo dokumentaciją ruošia šio sprendimo bendruomenė, todėl vieningos dokumentacijos struktūros nėra. Dokumentacijoje galima rasti įvairių pagalbinių vadovų aprašančių sprendimo konfigūravimą ir naudojimą. Yra pateikiama daug pavyzdinių procesų modelių ir kitų resursų. Sprendimo bendruomenė yra plati (47667 naudotojų). Šios bendruomenės nariai aktyviai bendrauja tarpusavyje. Nuo 2006 metų pradžios bendruomenės nariai yra parašę 26093 pranešimų (~10 pranešimų per dieną). Intalio kompanija organizuoja mokamas mokymų sesijas naujiems sprendimo naudotojams ir konferencijas esamiems bendruomenės nariams.
- **Kaina.** Intalio|BPM nemokama sprendimo versija yra leidžiama su tam tikrais apribojimais: tik 80% išeities teksto yra atviro kodo, taikomas tik bendruomenės palaikymas, galimi tik rankiniai sprendimo atnaujinimai. Mokama versija kainuoja nuo 9,500 Eurų per metus. Tačiau su ja gaunama 100% išeities teksto, komercinis palaikymas ir automatiniai sprendimo atnaujinimai.

#### 4.4.1.3 Bonita

Bonita tai atvirojo kodo sprendimas leidžiantis modeliuoti ir valdyti verslo procesus grafinėmis priemonėmis. Šis sprendimas yra kuriamas nuo 2001 metų. Jis apjungia tris sprendimus į vieną: novatorišką Studio aplikaciją grafiniam procesų modeliavimui, galingą verslo procesų vykdymo komponentą ir pažangią grafinę vartotojo sąsają. (BonitaSoft 2012). Bonita sprendimas naudojamas daugiau kaip tūkstantyje kompanijų visame pasaulyje. Šio tyrimo metu buvo analizuojama Bonita 5.8 sprendimo versija.

- **Proceso modeliavimo palaikomi standartai.** Bonita sprendimo verslo procesai yra modeliuojami ir vykdomi naudojant BPMN 2.0 versijos procesų aprašymo notaciją.
- **Proceso duomenų importas/eksportas.** Šis sprendimas gali importuoti verslo procesų aprašus sudarytus naudojant BPMN2, JBPM3 ir XPDL kalbomis. Taip pat yra galimybė kurti papildomus procesų aprašymo importavimo komponentus specifiniams verslo procesams importuoti. Verslo proceso aprašymai gali būti eksportuojami iš Bonita sprendimo į grafinius ir vektorinius formatus (pdf, jpeg, png, bmp, gif ir svg).
- **Procesų grafinis modeliavimas.** Sprendimas teikia grafinę naudotojo sąsają, kuri leidžia grafiškai modeliuoti verslo procesus ir kurti aplikacijų formas apibrėžtiems procesams. Formų valdymo įrankis leidžia nurodyti formos laukų tarpusavio priklausomybes, įvestų duomenų patikros taisykles, dinaminį formos laukų užpildymą.
- **Procesų paleidimas ir stebėjimas.** Bonita Business Activity Monitoring komponentas leidžia valdyti tiek proceso aprašo gyvavimo ciklą (diegti, šalinti, archyvuoti) tiek stebėti ir valdyti vykdomus procesus realiu laiku (paleisti ir stabdyti).
- **Verslo taisyklių specifیکavimo palaikymas.** Verslo taisyklių palaikymui Bonita sprendimas gali būti integruojamas su verslo taisyklių valdymo sprendimu Drools. Taip pat yra galimybė kurti savo verslo taisykles tiesiogiai Bonita sprendime programavimo būdu.
- **Plečiamumas.** Sprendimas pateikia turtingą programavimo sąsają API, kurios pagalba sprendimą galima plėsti ir pritaikyti konkrečiau projekto kontekste. Bonita sprendimo programavimo sąsaja galima naudotis tiesiogiai iš Java aplikacijų, EJB komponentų arba pasinaudojant REST paslaugomis.
- **Integravimo su kitomis sistemomis galimybės.** Sprendime jau paruošta naudojimui daugiau nei 100 įvairių komponentų integracijai su populiariomis išorinėmis sistemomis (Microsoft Exchange, SAP, Salesforce.com, Talend, Databases, Web Services). Naudotojų duomenys galimi būti imami iš



populiarių naudotojų duomenų bazių (LDAP, Active Directory).

- **Dokumentacija.** Šio sprendimo tinklalapyje yra pateikiama sprendimo dokumentacija skirta verslo analitikams, procesų inžinieriams, aplikacijų kūrėjams ir procesų administratoriams. Įmonė organizuoja kelių lygių mokymus kurių metu įvertinami projekto poreikiai, įrankio tinkamumas, pateikiamos įrankio taikymo rekomendacijos ir mokoma kaip naudotis įrankiu. Sprendimo bendruomenė yra plati (31647 naudotojų). Šios bendruomenės nariai aktyviai diskutuoja tarpusavyje (parašyti 38995 pranešimai forume, apie 33 nauji pranešimai per dieną).
- **Kaina.** Atvirojo kodo versiją galima naudoti nemokamai su gana ženkliais apribojimais. Nemokamoje versijoje nepateikiami naudotojams ypač patogūs įrankiai, tokie kaip naudotojų rolių ir atskirų rolių prieigos teisių valdymas, daugiakalbystė, procesų stebėsenos priemonės. Yra galimybė įsigyti komercinį palaikymą už tam tikrą viešai neskelbiamą mokestį.

#### 4.4.1.4 Activiti

Activiti tai verslo procesų valdymo platforma skirta verslo žmonėms, programinės įrangos kūrėjams ir sistemų administratoriams. Šio sprendimo branduolį sudaro greitas ir patikimas BPMN 2 verslo procesų interpretavimo ir vykdymo komponentas realizuotas panaudojant tik standartines Java bibliotekas. Tokia standartinė Java realizacija leidžia naudoti Activiti sprendimą bet kurioje Java palaikančioje platformoje (aplikacijų serveryje, taikomojoje programoje arba išmaniajame telefone). Šio tyrimo metu buvo analizuojama Activiti 5.10 sprendimo versija.

- **Proceso modeliavimo palaikomi standartai.** Šio sprendimo verslo procesai yra modeliuojami ir vykdomi naudojant BPMN 2.0 versijos procesų aprašymo notaciją.
- **Proceso duomenų importas/eksportas.** Activiti sprendimas leidžia importuoti verslo proceso duomenis BPMN 2.0 XML failų formatų. Importuojant verslo proceso aprašą, jo grafinės diagramos vaizdas gali būti suformuojamas automatiškai. Verslo proceso diagramos grafinis vaizdas taip pat gali būti importuojamas BPMN DI XML failo pavidalu.
- **Procesų grafinis modeliavimas.** Verslo procesų grafiniam modeliavimui gali būti naudojamas Activiti Modeler komponentas. Šis komponentas veikia tinklalapio principu ir gali būti valdomas naršyklės pagalba. Grafinis verslo proceso modeliavimas taip pat galimas naudojant Activiti BPMN 2.0 designer komponentą. Šis komponentas realizuotas Eclipse programavimo aplinkos įskiepio pagrindu ir gali būti naudojamas Eclipse aplinkoje.
- **Procesų paleidimas ir stebėjimas.** Procesų paleidimų ir stebėjimui Activiti sprendimas siūlo žiniatinklio konsolę Activiti Explorer. Šios konsolės pagalba galima ne tik paleisti procesus vykdyti ir stebėti jų būsenas, bet ir valdyti naudotojus, peržiūrėti naudotojams paskirtas proceso užduotis, valdyti įdiegtus Activity komponentus, integracijas su duomenų bazėmis ir stebėti laikmačių būsenas.
- **Verslo taisyklių specifیکavimo palaikymas.** Activiti neturi savo nuosavo verslo taisyklių interpretatoriaus, bet yra sėkmingai integruojama su Drools verslo taisyklių valdymo sprendimu.
- **Plečiamumas.** Activiti sprendimo branduolį galima valdyti naudojant Java ir REST paslaugomis grįstą programavimo sąsają. Šios sąsajos pagalba galima klausytis Activiti branduolio įvykių ir plėsti sprendimą papildomų specifinių funkcionalumu. Activiti sprendimas išsiskiria iš kitų panašių sprendimų savo galimybe plėsti grafinio verslo proceso modeliavimo Activiti BPMN 2.0 designer komponentą. Tokia plėtimo galimybė leidžia pritaikyti verslo procesų modeliavimo komponentą specifiniams verslo

procesams modeliuoti arba supaprastinti procesų modeliavimo aplinką, paliekant tik naudotojui aktualius verslo proceso modeliavimo elementus.

- **Integravimo su kitomis sistemomis galimybės.** Activiti sprendimas yra atviras integracijoms su kitais sprendimais. Analizuota šio sprendimo versija integruojasi su Spring karkasu proceso užduočių išraiškų aprašymui ir transakcijų valdymui. Activiti sprendimas yra sėkmingai integruotas į Liferay portalo sprendimą darbo užduočių procesams valdyti. Mule ESB sprendimas naudoja Activiti sprendimą integracijų procesų orkestravimui.
- **Dokumentacija.** Activiti tinklalapyje yra pateikiama išsami dokumentacija skirta sprendimo naudotojams. Taip pat yra programuotojams skirta sprendimo dokumentaciją aprašanti sprendimo plėtimą ir integravimą su kitais sprendimais. Šio sprendimo bendruomenė yra plati (3350 vartotojų). Bendruomenės nariai aktyviai dalyvauja sprendimo palaikyme (parašė 17634 pranešimų, apie 18 naujų pranešimų per dieną). Activity sprendimas ir jo naudojimosi praktikos išsamiai aprašytos 2012 metais išleistoje "Activiti in Action" knygoje.
- **Kaina.** Activiti sprendimas yra platinamas nemokamai be jokių funkcionalumo apribojimų. Šiam sprendimui taikoma Apache 2.0 licencija.

## 4.4.2 Išvados

Rinkos lyderis, geriausią vardą bei funkcionalumą turi jBPM sprendimas. Intalio sistemos nemokama versija turi ribotą funkcionalumą, todėl praktiniam panaudojimui reikalinga mokama versija. Esminis Intalio sprendimo trūkumas yra BPEL kalbos naudojimas verslo procesams vykdyti, tuo tarpu kiti analizuojami sprendimai naudoja BPMN 2.0 notaciją, kuri yra laikoma *de facto* standartu verslo procesams modeliuoti. Lyginant JBoss BPM sprendimą su Bonita ir Activiti sprendimais, didžiausiu JBoss BPM privalumu galima laikyti pilną integraciją su Drools įrankiais leidžiančiais modeliuoti ir realizuoti net ir labai sudėtingus įmonės verslo procesų scenarijus. JBoss BPM palaikoma ir plėtojama didelės atvirojo kodo bendruomenės, kas užtikrins sprendimo tęstinumą ir palaikomumą ateityje.

Vertinant sprendimo tiekiamą funkcionalumą, patogumą naudoti, sprendimo palaikančios bendruomenės ir gamintojo patikimumą, būtų rekomenduotina integracinės platformos kūrimui naudoti jBPM sprendimą.



## 4.5 .NET Verslo valdymo sistemų palyginimas

### 4.5.1 Verslo procesų valdymo sprendimų pasirinkimas

Pradinės analizės metu buvo atrinkti šie .NET platformai skirti verslo procesų valdymo sprendimai:

- Microsoft Workflow Foundation
- SENSE/NET;
- K2 Blackpearl

#### 4.5.1.1 Microsoft Workflow Foundation

Microsoft Workflow Foundation (MWF) yra Microsoft .NET karkaso dalis, kurios pagalba galima projektuoti ir kurti darbų sekų organizavimo ir verslo procesų valdymo sistemas. Windows Workflow Foundation platforma leidžia specifikuoti veiklų diagramomis verslo procesus, o būsenų diagramomis aprašyti procesų naudojamų artefaktų būsenas ir perėjimus tarp jų. Šio tyrimo metu buvo analizuojama MWF 4.5 platformos versija.

- **Proceso modeliavimo palaikomi standartai.** Ši platforma leidžia specifikuoti verslo procesus naudojant į UML veiklos ir būsenų diagramas panašias grafines notacijas. MWF nepalaiko standartinių verslo procesų specifikavimo kalbų. Visos MWF verslo procesų specifikavimo notacijos yra apibrėžtos naudojant Microsoft sukurtą XAML kalbą.
- **Proceso duomenų importas/eksportas.** MWF platforma turi papildomus įrankius galinčius importuoti verslo procesų specifikacijas parašytas BPEL kalba. Taip pat yra galimybė konvertuoti XAML kalba parašytus verslo procesų aprašus į BPEL kalbą.
- **Procesų grafinis modeliavimas.** Verslo procesų grafiniam modeliavimui naudojamas grafinio įrankio Visual Studio komponentas Workflow Designer. Šio įrankio pagalba galima patogiai kurti MWF platformos diagramas ir jas vykdyti derinimo režime.
- **Procesų paleidimas ir stebėjimas.** Verslo procesų specifikacijos gali būti vykdomos naudojant Workflow Designer įrankį. MWF platformoje nėra įrankio leidžiančio peržiūrėti vykdomų procesų būsenas realiu laiku, tačiau galima stebėti procesų vykdymo eigą paleidžiant procesus vykdyti derinimo režimu.
- **Verslo taisyklių specifikavimo palaikymas.** MWF platforma palaiko verslo taisyklių aprašymo galimybę. Verslo taisyklės gali būti aprašomos specifine Microsoft sukurta taisyklių kalba. Sukurtos taisyklės gali būti naudojamos proceso aprašymuose veiklos logikai nukreipti išsišakojimo taškuose arba išorinių procedūrų iškvietimui.
- **Plečiamumas.** MWF platformos grafinis procesų vaizdavimo modelis yra sukurtas naudojant Windows Presentation Foundation (WPF) vaizdavimo platformą. Šį vaizdavimo platformą leidžią programiniu būdu kurti naujus vaizdavimo elementus arba keisti esamus. Šios platformos dėka galima pritaikyti MWF platformos verslo procesų aprašus specifiniams procesams vaizduoti arba supaprastinti esamas procesų vaizdavimo priemones.
- **Integravimo su kitomis sistemomis galimybės.** MWF platforma yra .NET karkaso dalis, į kurio sudėtį taip pat įeina ir Windows Communication Foundation (WCF) integravimo platformą. Šios platformos dėka MWF pagrindu sukurti sprendimai gali būti integruojami su kitomis sistemomis naudojant WS-\*, RESTful ir kompanijos Microsoft sukurtas MSMQ ir Enterprise Services technologijas.

- **Dokumentacija.** Microsoft kompanija pateikia išsamią MWF platformos msdn dokumentaciją, kurioje aprašo platformos naudojimą ir jos plėtimo galimybes. Rinkoje taip pat egzistuoja keletas Microsoft kompanijos išleistų knygų apie MWF platformą. Platformą naudojanči bendruomenė yra gausi. Platformos palaikymo klausimais galima kreiptis tiek į bendruomenės narius tiek į oficialų Microsoft platformos palaikymo specialistus.
- **Kaina.** MWF platforma yra .NET karkaso dalis ir papildomai nieko nekainuoja.

#### 4.5.1.2 SENSE/NET

SENSE/NET tai atviro kodo organizacijos turinio valdymo sistema su verslo procesų valdymo galimybėmis. Šį sprendimą galima naudoti įvairių organizacijos dokumentų valdymui, kurių gyvenimo ciklas ir kūrimo scenarijus yra specifikuojami verslo procesų aprašais. SENSE/NET tai atviro kodo Microsoft SharePoint sprendimo alternatyva su mažesnėmis licencijavimo ir diegimo kaštais (SENSE/NET 2012). Šio tyrimo metu buvo analizuojama SENSE/NET 6.0 platformos versija.

- **Proceso modeliavimo palaikomi standartai.** SENSE/NET sprendime verslo procesu modeliavimui naudojama specifinė Microsoft Workflow Foundation veiklų modeliavimo realizacija. Šioje specifinėje realizacijoje naudojama į veiklos diagramą panaši notacija, kuri gali aprašyti specifinio turinio objekto procesą arba globalųjį sistemos funkcijos veikimo procesą.
- **Proceso duomenų importas/eksportas.** SENSE/NET sprendimo verslo procesų aprašai gali būti eksportuojami ir importuojami į sistemą Microsoft Workflow Foundation veiklų formatu XAML.
- **Procesų grafinis modeliavimas.** SENSE/NET sprendimas neturi priemonių procesų grafiniam modeliavimui. Šio sprendimo naudojamus procesų aprašus galima grafiškai modeliuoti naudojant Visual Studio paketo Workflow Designer programą. Taip pat SENSE/NET verslo procesų aprašus XAML formate galima taisyti naudojant bet kurią teksto arba XML failų redagavimo programą.
- **Procesų paleidimas ir stebėjimas.** SENSE/NET sprendimo naudotojai vykdomiems procesams valdyti ir jų būsenoms peržiūrėti gali naudoti bendrąją, tinklalapio pavidalu realizuotą sprendimo valdymo konsolę. Šios konsolės pagalba naudotojai gali peržiūrėti globaliai vykdomas veiklas arba turinio objektui priskirtas veiklas ir jas esant poreikiui pristabdyti arba nutraukti.
- **Verslo taisyklių specifیکavimo palaikymas.** Šis sprendimas naudoja Microsoft Workflow Foundation verslo taisyklių apibrėžimo karkasą. Verslo taisyklės gali būti taikomos veiklos krypties sąlygoms apibrėžti veiklos išsišakojimo taškuose.
- **Plečiamumas.** SENSE/NET sprendimo programinė sąsaja leidžia valdyti esamą turinio funkcionalumą ir plėsti sprendimą nauju funkcionalumu. Verslo procesų specifیکacijos taip pat gali būti plečiamos naudojant standartinį Microsoft Workflow Foundation plėtimo mechanizmą. Šio plėtimo mechanizmo dėka galima kurti specifinius veiklos proceso aprašus arba papildyti esamus aprašus specifiniais veiklos proceso užduočių tipais.
- **Integravimo su kitomis sistemomis galimybės.** Šis sprendimas integruojasi su kitais Microsoft sprendimais (Exchange, Office) ir Active Directory paslaugomis bendram naudotojų, jų rolių ir dokumentų valdymui. Integravimas su kitomis sistemomis galimas per REST programavimo sąsają arba standartinėmis .NET ir Windows Communication Foundation (WCF) integravimo platformos priemonėmis.

- **Dokumentacija.** SENSE/NET sprendimo dokumentacija yra ruošama bendruomenės narių ir nėra išbaigta. Sprendimo bendruomenę sudaro 654 nariai, kurių bendravimo aktyvumas bendruomenės forume yra mažas - ~1 pranešimas per dieną.
- **Kaina.** SENSE/NET sprendimas yra vystomas dviem Community ir Enterprise leidimais. Community leidimas yra nemokamas ir turi pilną sprendimo funkcionalumą. Enterprise leidimas papildomai suteikia sprendimo komercinį palaikymą, bet jo kaina viešai neskelbiama.

#### 4.5.1.3 K2 Blackpearl

K2 blackpearl tai komercinis verslo procesų valdymo sprendimas organizacijos verslo procesų specifikavimui ir informacijos sinchronizavimui. K2 blackpearl sprendimo pagalba galima automatizuoti paprastus verslo procesus (tokius kaip dokumentų patvirtinimas ar organizacijos inventoriaus valdymas) ir juos apjungti į sudėtingus pilną panaudojimo scenarijų apimančius procesus. Šio tyrimo metu buvo analizuojama K2 blackpearl 0807 platformos versija.

- **Proceso modeliavimo palaikomi standartai.** K2 blackpearl sprendime verslo procesu modeliavimui naudojama specifinė Microsoft Workflow Foundation veiklų modeliavimo realizacija. Šioje realizacijoje proceso veiklas galima modeliuoti aukštame (abstrakčiame) ir detalajame lygiuose. Taip pat yra realizuotos specifinės veiklos diagramos skirtos SharePoint sprendimo procesams aprašyti.
- **Proceso duomenų importas/eksportas.** Šio sprendimo verslo procesų aprašai gali būti eksportuojami ir importuojami į sistemą Microsoft Workflow Foundation veiklų formatu XAML.
- **Procesų grafinis modeliavimas.** Aukšto lygio grafiniam procesų modeliavimui K2 blackpearl sprendimas siūlo naudoti specifinį modeliavimo įrankį K2 Studio. Detalaus lygio grafiniam procesų modeliavimui K2 blackpearl sprendimas siūlo naudoti K2 Designer įrankį, kuris gali būti integruojamas į Visual Studio programavimo aplinką.
- **Procesų paleidimas ir stebėjimas.** Procesams paleisti ir stebėti galima naudoti procesų kūrimo įrankį K2 Designer arba pasinaudoti K2 blackpearl sprendimo tinklalapio konsole. Šios konsolės pagalba sprendimo naudotojai gali peržiūrėti vykdomus procesus, paleisti vykdyti, pristabdyti arba atšaukti procesus.
- **Verslo taisyklių specifikavimo palaikymas.** Šis sprendimas turi grafinį įrankį verslo taisyklių kūrimui ir peržiūrai. Verslo taisyklių logika yra realizuojama C# programavimo kalba.
- **Plečiamumas.** K2 blackpearl sprendimas gali būti valdomas ir plečiamas naudojant jo programinę sąsają API, kuri yra realizuota C# programavimo kalba. K2 blackpearl API leidžia ne tik stebėti sprendimo būseną (prisijungusius vartotojus, paleistus vykdyti procesus, sukurtus dokumentus), bet ir kurti specifinį funkcionalumą, kuris gali būti išskviečiamas apdorojant sprendimo įvykius.
- **Integravimo su kitomis sistemomis galimybės.** K2 blackpearl sprendimas gali būti integruojamas su Microsoft sprendimais tokias kaip Exchange, Outlook, Office, Dynamics CRM, SharePoint. Šio sprendimo naudotojų autentifikacijai galimos integracijos su LDAP ir Active Directory duomenų saugyklomis. Integracija su kitomis sistemomis galima naudojant RESTful paslaugas arba Windows Communication Foundation platformą.
- **Dokumentacija.** K2 blackpearl dokumentacija viešai neteikiama. K2 blackpearl sprendimas ir darbas su juo išsamiai aprašyti "Professional K2 blackpearl" knygoje. Sprendimo bendruomenė yra plati (10287 narių) ir aktyvi (~6 nauji pranešimai per dieną).
- **Kaina** K2 blackpearl yra komercinis sprendimas, bet jo kaina viešai neskelbiama.

## 4.5.2 Išvados

Microsoft WF nėra savarankiškas verslo procesų valdymo įrankis, o labiau karkasas, teikiantis bazinį funkcionalumą verslo procesų valdymui realizuoti.

SENSE/NET ir K2 Blackpearl sprendimai yra tinkami įvairaus sudėtingumo verslo procesų valdymui organizuoti. Abu sprendimai realizuoti naudojant tą pačią Microsoft WF technologiją ir turi panašias procesų modeliavimo, valdymo ir plėtimo galimybes. SENSE/NET sprendimo pagrindinis trūkumas yra neišbaigta dokumentacija ir mažas sprendimo bendruomenės aktyvumas. Tuo tarpu K2 Blackpearl sprendimo trūkumas yra jo kaina kuri yra viešai neskelbiama.

Atsižvelgus į atliktą analizę galima teigti, kad vieningo tinkančio visiems projektams .NET integracinės platformos verslo procesų valdymo sprendimo nėra. Projektuose, kur reikalingas nemokamas paruoštas naudoti verslo valdymo sprendimas sudėtingiems procesams valdyti labiau tinka SENSE/NET sprendimas. K2 Blackpearl sprendimą yra siūloma rinktis tais atvejais, kai projektas reikalauja galingo verslo procesų valdymo sprendimo ir projekto biudžeto galimybės leidžia įsigyti komercinį sprendimą. Microsoft WF sprendimą siūloma naudoti projektuose, kuriuose verslo procesų vykdymas nėra pagrindinis funkcionalumas, o labiau reikia tik atskirų verslo procesų valdymo elementų ir yra galimybė ruošti savo specifinę procesų valdymo realizaciją.

## 5 NAUDOTA LITERATŪRA

1. Ahuja S., and Patel A., Enterprise Service Bus: A Performance Evaluation, Communications and Network, Vol. 3 No. 3, pp. 133-140, 2011
2. Apache. ServiceMix, the agile open source ESB. The Apache software foundation. 2012. Available from World Wide Web: <<http://servicemix.apache.org/home.html>>
3. Bayer T. OpenESB and ServiceMix in Comparison. Predic8 GmbH. 2009. <http://www.predic8.com/openesb-servicemix-comparison.htm>
4. BonitaSoft. (2012). Bonita Open Solution - User & Reference Guide. Version 5.8 Rev 1.
5. Bruno J. E. Defining the ESB. Dr.Dobb's magazine. July, 2007. [www.drdobbs.com/jvm/defining-the-esb/201200303](http://www.drdobbs.com/jvm/defining-the-esb/201200303)
6. DiMaggio L., Conner K., Kumar B. M., and Cunningham T. JBoss ESB: Beginner's Guide. JBoss Publisher. 2012.
7. Dutton J., Comparing Enterprise Service Bus Options for System z, IBM. 2007. [http://www.ibm.com/developerworks/websphere/library/techarticles/0707\\_dutton/0707\\_dutton.html](http://www.ibm.com/developerworks/websphere/library/techarticles/0707_dutton/0707_dutton.html)
8. Fuller L. Open Source Portal Comparison. Unicon, Inc. 2006. <http://web.princeton.edu/sites/isapps/jasig/2006summervancouver/presentations/portalcomp.pdf>
9. Gmelch O. User-Centric Application Integration in Enterprise Portal Systems. EUL Verlag. 2012.
10. Goh D., Luyt B., Chua A., Yee S., Poh K., Ng H. (2008). Evaluating Open Source Portals, Journal of Librarianship and Information Science, 40(2) 81-92.
11. Gubta S. A Performance Comparison of Windows Communication Foundation (WCF) with Existing Distributed Communication Technologies. Microsoft MSDN Library. 2007. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb310550.aspx>
12. Hagopian P. (2009). MojoPortal A Solid CMS Option For .NET Shops. InformationWeek Software Magazine.
13. Ibsen C., and Anstey J. Camel in Action. 2010.
14. Intalio BPM. (2012) <http://bpms.intalio.com/product>
15. Yuan JX. (2012). Liferay Portal Systems Development. Second Edition. Packt Publishing.
16. JBoss Development Team. JBoss ESB Programmers Guide. 2012. [http://docs.jboss.org/jbossesb/docs/4.11/manuals/html/Programmers\\_Guide/](http://docs.jboss.org/jbossesb/docs/4.11/manuals/html/Programmers_Guide/)
17. jBPM team. (2012). jBPM User Guide. 5.3.0.Final. <http://docs.jboss.org/jbpm/v5.3/userguide/>
18. Kowatsch, T., ir Maass, W. (2012). Evaluation of Content Management Systems. In Semantic Technologies in Content Management Systems: Trends, Applications and Evaluations (pp. 111-124). Heidelberg, Germany: Springer
19. Kruessmann T., Koschel A., Murphy M., Trenaman A., and Astrova I. High availability: Evaluating open source enterprise service buses. Information Technology Interfaces, 2009. ITI '09. Proceedings of the ITI 2009 31st International Conference on. pp 615 - 620, 2009.
20. Leusse P., Periorellis P., and Watson P. Enterprise Service Bus: An overview. Newcastle upon Tyne: University of Newcastle upon Tyne: Computing Science, Technical Report Series, No. CS-TR-1037, 2007.

21. Maican C., Lixandroiu R. (2006). A Short Comparison on .NET Open-Source Portals. Economy Informatics, vol. 1, nr. 4.
22. McMurtry C., Mercuri M., Watling N., ir Matt Winkler. Windows Communication Foundation Unleashed. Sams. 2009.
23. Menge F. Enterprise Service Bus. Free and Open Source Software Conference 2007, pp.1-6, 2007.
24. Microsoft Web Gallery. (2012). <http://www.microsoft.com/web/gallery/>
25. MuleSoft. What is Mule ESB? 2012. Available from World Wide Web: <<http://www.mulesoft.org/what-mule-esb>>
26. Murphy J., Phifer G., Valdes R., Knipp E., Tay G. Magic Quadrant for Horizontal Portals. Gartner. 2011.
27. OMG (2009). Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0," ed: OMG Standard, Object Management Group/Business Process Management Initiative.
28. Packtpub. (2007). mojoPortal Wins Best Other Open Source Content Management System. <http://www.packtpub.com/article/mojoportal-wins-best-other-open-source-content-management-system>
29. Petruschenko D. (2007). Evaluation of Open Source Business Process Management Suites in the Context of R4eGov. Diploma thesis. Universitat Koblenz Landau.
30. Pronschinske M. Top Open Source ESB Projects. DZone. 2009. Available from World Wide Web: <http://architects.dzone.com/news/top-open-source-esbs>
31. Rademakers T., and Dirksen J., Open-Source ESBs in Action. Manning, 2009.
32. Richardson C., Moore C., Le Clair C., ir VittiThe R. (2010). Forrester Wave™: Business Process Management Suites, Q3. Forrester Research Inc.
33. SENSE/NET (2012). Key Selling Points. [http://www.sensenet.com/documents/SenseNet6\\_KSP.pdf](http://www.sensenet.com/documents/SenseNet6_KSP.pdf)
34. Sharp J. Microsoft® Windows® Communication Foundation Step by Step 4th Edition. Microsoft Press. 2010.
35. Sinur J., Schulte W. R., Hill B, J., Jones T. (2012). Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites. Gartner Research.
36. Sinur J., Hill J. B. (2010). Magic quadrant for business process management suites. Gartner Research.
37. Steponavičius D. Įmonių IT sistemų integracija: SOA ir ESB vaidmuo. IBM Software Day. Conference. 2007.
38. Tanasie C. A. (2010). Open Source Web Content Management Systems Umbraco CMS. Open Source Science Journal. 2(2) 120-130.
39. Trčka T. (2012). Comparison of JSR-286 support in current portal implementations. Bachelor Thesis. Masarykova Univerzita Faculty Of Informatics.
40. Umbraco CMS (2012). <http://umbraco.com/products/umbraco-cms.aspx>
41. Vikipedija. Turinio valdymo sistema. 2012b. [http://lt.wikipedia.org/wiki/Turinio\\_valdymo\\_sistema](http://lt.wikipedia.org/wiki/Turinio_valdymo_sistema)
42. Vikipedija. Web Portal. 2012a. [http://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_portal](http://en.wikipedia.org/wiki/Web_portal)
43. Vollmer K. The Forrester Wave: Enterprise Service Bus, Forrester Research, Q2, 2011.
44. Wohed P., Russell N., Ter Hofstede A. H., Andersson B., and Van Der Aalst W. M. (2009). Patterns-based evaluation of open source BPM systems: The cases of jBPM, OpenWFE, and Enhydra Shark.

Information and

Software Technology, 51(8), 1187-1216.

45. Woolley R., Enterprise Service Bus (ESB) Product Evaluation Comparisons. Department of Technology Services, Utah Department of Technology Services, Salt Lake City, 2006.