



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
INFORMATIKOS FAKULTETAS  
PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Kęstutis Matonis

**Požymių diagramų tekstinio specifikavimo kalbų  
analizė ir tyrimas**

Magistro darbas

Recenzentas  
Doc. dr. Sigitas Drąsutis

2012-05-21

Vadovas  
Doc.dr.Robertas Damaševičius

2012-05-21

Atliko  
IFM 0/2 gr. stud. Kęstutis Matonis

2012-05-21

Kaunas, 2012

## SANTRAUKA

Požymių modeliai naudojami programų šeimynų („produktų linijų“) variantiškumui aprašyti. Paprastai požymių modeliai specifikuojami naudojant grafines Požymių diagramas. Šiame dokumente nagrinėjamos tekstinės požymių modelių aprašymo kalbos: specialiai skirtos požymių modeliams – SFXM (*Simple XML Feature Model*), FDL (*Feature Description Language*), TVL (*Text-based Variability Language*), ir pritaikytos – XMI (*XML Metadata Interchange*), OWL (*Web Ontology Language*), BNF (*Backus-Naur Form*) ir Prolog. Sukurta programa atliekanti požymių modelių konvertavimą į skirtingo formato tekstines specifikacijas. Atliktas požymių modelių bibliotekos konvertavimas į nagrinėtus formatus. Pateikiamas kalbų palyginimas pagal kokybinius ir kiekybinius kriterijus. Išvadose pateikiamos rekomendacijos produktų linijų projektuotojams dėl reikiamos požymių modelių tekstinės specifikavimo kalbos pasirinkimo.



# TURINYS

<b>SANTRAUKA</b> .....	<b>2</b>
<b>TURINYS</b> .....	<b>4</b>
TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS .....	6
LENTELIŲ SARAŠAS .....	7
PAVEIKSLĖLIŲ SARAŠAS .....	8
<b>1. ĮVADAS</b> .....	<b>18</b>
1.1. TIKSLAI.....	19
<b>2. LITERATŪROS APŽVALGA IR TECHNOLOGINIŲ SPRENDIMŲ ANALIZĖ</b> .....	<b>20</b>
2.1. POŽYMIŲ DIAGRAMŲ SINTAKSĖ .....	20
2.2. POŽYMIŲ MODELIŲ TEKSTINIŲ SPECIFIKAVIMO KALBŲ APŽVALGA .....	21
2.2.1. <i>BNF</i> .....	21
2.2.2. <i>SXFM</i> .....	22
2.2.3. <i>FDL</i> .....	23
2.2.4. <i>TVL</i> .....	24
2.2.5. <i>XMI (XML Metadata Interchange)</i> .....	24
2.2.6. <i>OWL</i> .....	24
2.2.7. <i>Prolog</i> .....	27
2.2.8. <i>Kalbų analizės įvertinimas</i> .....	28
2.3. POŽYMIŲ MODELIAVIMO ĮRANKIŲ PALYGINIMAS .....	28
2.3.1. <i>Bendra įrankių informacija</i> .....	28
<b>3. KALBŲ ANALIZĖ, TYRIMAS IR PALYGINIMAS</b> .....	<b>31</b>
3.1. POŽYMIŲ MODELIŲ SUDĖTINGUMO CHARAKTERISTIKŲ ĮVERTINIMAS .....	31
3.2. KALBOS KOKYBINIO ĮVERTINIMO KRITERIJAI .....	31
3.3. REKOMENDACIJOS POŽYMIŲ MODELIŲ SPECIFIKAVIMO KALBOS PASIRINKIMUI.....	36
<b>4. POŽYMIŲ MODELIŲ KONVERTAVIMO ĮRANKIS</b> .....	<b>37</b>
4.1. ARCHITEKTŪROS TIKSLAI IR APRIBOJIMAI .....	37
4.2. PANAUDOJIMO ATVEJŲ APRAŠYMAI.....	38
4.3. ECLIPSES PLATFORMOS ĮSKIEPIŲ APŽVALGA .....	39
4.4. ĮVERTINIMAS .....	40
<b>5. POŽYMIŲ MODELIŲ TRANSFORMATORIAUS EKSPERIMENTINĖ DALIS</b> .....	<b>41</b>
5.1. EKSPERIMENTO TIKSLAI, OBJKTAS IR SĄLYGOS.....	41
5.2. POŽYMIŲ MODELIŲ TRANSFORMAVIMO ĮRANKIO TECHNINIŲ CHARAKTERISTIKŲ TYRIMAS .....	42
5.2.1. <i>Tyrimo rezultatai SFXM į FDL transformacijai</i> .....	42

5.2.2.	<i>Tyrimo rezultatai FDL į XMI transformacijai</i> .....	45
5.2.1.	<i>Tyrimo rezultatai XMI į FDL transformacijai</i> .....	48
5.2.2.	<i>Tyrimo rezultatai XMI į OWL transformacijai</i> .....	51
5.3.	KIEKYBINIS POŽYMIŲ MODELIŲ SPECIFIKAVIMO KALBŲ SUDĖTINGUMO ĮVERTINIMAS .....	54
5.4.	EKSPERIMENTŲ IŠVADOS .....	55
<b>6.</b>	<b>IŠVADOS</b> .....	<b>57</b>
<b>7.</b>	<b>LITERATŪRA</b> .....	<b>58</b>
<b>8.</b>	<b>PRIEDAI</b> .....	<b>60</b>
8.1.	CELLPHONE-FM SFXM TEKSTINĖ SPECIFIKACIJA .....	60
8.2.	CELLPHONE-FM FDL TEKSTINĖ SPECIFIKACIJA.....	60
8.3.	CELLPHONE-FM XMI TEKSTINĖ SPECIFIKACIJA.....	60
8.4.	CELLPHONE-FM OWL TEKSTINĖ SPECIFIKACIJA .....	61
8.5.	VIRTUAL-OFFICE-OF-FUTURE-FM SFXM TEKSTINĖ SPECIFIKACIJA .....	63
8.6.	VIRTUAL-OFFICE-OF-FUTURE-FM FDL TEKSTINĖ SPECIFIKACIJA.....	64
8.7.	VIRTUAL-OFFICE-OF-FUTURE-FM XMI TEKSTINĖ SPECIFIKACIJA.....	64
8.8.	VIRTUAL-OFFICE-OF-FUTURE-FM OWL TEKSTINĖ SPECIFIKACIJA .....	65
8.9.	TELECOMMUNICATION-SYSTEM-FM SFXM TEKSTINĖ SPECIFIKACIJA .....	67
8.10.	TELECOMMUNICATION-SYSTEM-FM FDL TEKSTINĖ SPECIFIKACIJA.....	68
8.11.	TELECOMMUNICATION-SYSTEM-FM XMI TEKSTINĖ SPECIFIKACIJA .....	68
8.12.	TELECOMMUNICATION-SYSTEM-FM OWL TEKSTINĖ SPECIFIKACIJA .....	69

## Terminų ir santrumpų žodynas

1. PD (angl. FD Feature diagram) - požymių diagramos.
2. SFXM (Simple XML Feature Model) – paprastas XML požymių modelis.
3. FDL (Feature Description Language) – požymių aprašo kalba
4. SPLE (angl. product line engineering) – programų produktų linijų inžinerija.
5. PPL (angl. SPL software product line) - programų produktų linijos.
6. XML – (angl. eXtensible Markup Language) yra W3C kompanijos rekomenduojama bendros paskirties duomenų struktūrų bei jų turinio aprašomoji kalba.
7. XMI – (angl. XML Metadata Interchange) standartas metaduomenų keitimuisi tarp programų, panaudojant XML kalbą.
8. OWL – (angl. Web Ontology Language) – Internetinių duomenų failų aprašymo panaudojant ontologijas kalba.
9. Eclipse (platforma) – programa, priedų platforma, kurią galima papildyti individualiais priedais.
10. PD (angl. FD Feature Diagram) - požymių diagramos.
11. TVL (angl. Text-based Variability Language) – tekstinė variantiškumo kalba.
12. Prolog - loginio programavimo kalba.
13. XMI – eclipsės požymių diagramų įskiepio vidinis saugojimo formatas, pagrįstas XMI.
14. PM – požymių modelis.
15. RKC (angl. Relative Kolmogorov Complexity) – reliatyvus Kolmogorovo sudėtingumas

## Lentelių sąrašas

<b>1 lentelė.</b>	Pagrindiniai Požymių diagramos sintaksės elementai. [DST08].....	20
<b>2 lentelė.</b>	BNF kalbos sintaksė ir semantika.....	22
<b>3 lentelė.</b>	Požymių diagramos specifikavimas naudojant BNF.....	22
<b>4 lentelė.</b>	OWL kalbos sintaksė ir semantika .....	25
<b>5 lentelė.</b>	Požymių diagramos specifikavimas naudojant OWL .....	26
<b>6 lentelė.</b>	Transliavimas iš FDL kalbos į OWL:.....	27
<b>7 lentelė.</b>	Bendra informacija apie įrankius, palaikančius požymių modeliavimą.....	28
<b>8 lentelė.</b>	Įrankių įvedimo ir išvesties palyginimas.....	29
<b>9 lentelė.</b>	Kalbų kokybinio įvertinimo kriterijai.....	32
<b>10 lentelė.</b>	TVL kalbos kokybinis įvertinimas.....	32
<b>11 lentelė.</b>	Kalbų kokybinis įvertinimas pagal Holtz.....	33
<b>12 lentelė.</b>	Kalbų kokybinio įvertinimo rezultatai pagal [CBH10] .....	34
<b>13 lentelė.</b>	Kalbos vertinimo kriterijai pagal Green ir Petre [GRPE96] .....	34
<b>14 lentelė.</b>	Kalbų palyginimas pagal Green ir Petre [GRPE96].....	35
<b>15 lentelė.</b>	Panaudos atvejų diagramos aprašymas.....	38
<b>16 lentelė.</b>	Požymių modelių, su kuriais buvo atliekamas eksperimentas, aprašymas .....	41
<b>17 lentelė.</b>	Kolmogorovo kriterijaus skaičiavimo rezultatai XMI tekstiniam formatui .....	72
<b>18 lentelė.</b>	Kolmogorovo kriterijaus skaičiavimo rezultatai FDL tekstiniam formatui .....	73
<b>19 lentelė.</b>	Kolmogorovo kriterijaus skaičiavimo rezultatai OWL tekstiniam formatui.....	74
<b>20 lentelė.</b>	Kolmogorovo kriterijaus skaičiavimo rezultatai SFXM tekstiniam formatui....	74

## Paveikslėlių sąrašas

<b>1 pav.</b>	Eclipse · priedų platforma. [ <a href="http://www.ibm.com">http://www.ibm.com</a> , 20010-04] .....	37
<b>2 pav.</b>	Eclipse aplinkoje, daugelis komponentų yra priklausomi vienas nuo kito. [ <i>Eclipse plug-ins, Third Editon, 20010</i> ].....	39
<b>3 pav.</b>	Komponento aprašymas Eclipse programoje. [ <i>Eclipse plug-ins, Third Editon, 2009</i> ]	40
<b>4 pav.</b>	Atminties naudojimo priklausomybė nuo požymių skaičiaus, atliekant PM transformaciją iš SFXM į FDL formatą.....	43
<b>5 pav.</b>	Atminties naudojimo priklausomybė nuo specifikacijos dydžio, atliekant PM transformaciją iš SFXM į FDL formatą.....	43
<b>6 pav.</b>	Vykdyimo laiko priklausomybė nuo požymių skaičiaus, atliekant PM transformaciją iš SFXM į FDL formatą.....	44
<b>7 pav.</b>	Vykdyimo laiko priklausomybė nuo specifikacijos dydžio, atliekant PM transformaciją iš SFXM į FDL formatą.....	44
<b>8 pav.</b>	Atminties naudojimo priklausomybė nuo požymių skaičiaus (be ·E-shop “ PM), atliekant PM transformaciją iš FDL į XMI formatą .....	45
<b>9 pav.</b>	Atminties naudojimo priklausomybė nuo specifikacijos dydžio (be ·e-shop “ PM), atliekant PM transformaciją iš FDL į XMI formatą .....	46
<b>10 pav.</b>	Vykdyimo laiko priklausomybė nuo požymių skaičiaus, atliekant PM transformaciją iš FDL į XMI formatą.....	47
<b>11 pav.</b>	Vykdyimo laiko priklausomybė nuo specifikacijos dydžio, atliekant PM transformaciją iš FDL į XMI formatą.....	47
<b>12 pav.</b>	Atminties naudojimo priklausomybė nuo požymių skaičiaus (be ·e-shop “ PM), atliekant PM transformaciją iš XMI į FDL formatą .....	48
<b>13 pav.</b>	Atminties naudojimo priklausomybė nuo specifikacijos dydžio (be ·e-shop “ PM), atliekant PM transformaciją iš XMI į FDL formatą.....	49
<b>14 pav.</b>	Vykdyimo laiko priklausomybė nuo požymių skaičiaus, atliekant PM transformaciją iš XMI į FDL formatą.....	50
<b>15 pav.</b>	Vykdyimo laiko priklausomybė nuo specifikacijos dydžio, atliekant PM transformaciją iš XMI į FDL formatą.....	50



16 pav.	Atminties naudojimo priklausomybė nuo požymių skaičiaus, atliekant PM transformaciją iš XMI į OWL formatą .....	51
17 pav.	Atminties naudojimo priklausomybė nuo specifikacijos dydžio, atliekant PM transformaciją iš XMI į OWL formatą .....	52
18 pav.	Vykdyto laiko priklausomybė nuo požymių skaičiaus, atliekant PM transformaciją iš XMI į OWL formatą .....	53
19 pav.	Vykdyto laiko priklausomybė nuo specifikacijos dydžio, atliekant PM transformaciją iš XMI į OWL formatą .....	53
20 pav.	Kalbų įvertinimas pagal Kolmogorovo kriterijų.....	54
21 pav.	Kiekybinis kalbų palyginimas pagal specifikacijos dydį .....	55
22 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Cellphone-fm PM .....	75
23 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Digital-video-system-fm PM	75
24 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Documentation-generation-fm PM	76
25 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Eshop-fm PM.....	76
26 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Graph-manipulation PM .	76
27 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Graph-product-line-fm PM	77
28 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Home-integration-system-fm PM	77
29 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Insurance-product-fm PM	77
30 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas James-fm PM.....	78
31 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Jplug-fm PM .....	78
32 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Key-word-in-context-fm PM	78
33 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Model-transformation-fm PM	79
34 pav.	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM	79

<b>35 pav.</b>	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Telecommunication-system-fm PM	79
<b>36 pav.</b>	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Text-editor-fm PM	79
<b>37 pav.</b>	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Thread-domain-fm PM	80
<b>38 pav.</b>	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM	80
<b>39 pav.</b>	SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Web-portal-fm PM	80
<b>40 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Cellphone-fm PM	81
<b>41 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Digital-video-system-fm PM	81
<b>42 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Documentation-generation-fm PM	81
<b>43 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Eshop-fm PM	82
<b>44 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-manipulation PM	82
<b>45 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-product-line-fm PM	82
<b>46 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Home-integration-system-fm PM	83
<b>47 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Insurance-product-fm PM	83
<b>48 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas James-fm PM	83
<b>49 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Jplug-fm PM	84
<b>50 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Keyword-in-context-fm PM	84
<b>51 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Model-transformation-fm PM	84

<b>52 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM .....	85
<b>53 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Telecommunication-system-fm PM.....	85
<b>54 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Text-editor-fm PM	85
<b>55 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Thread-domain-fm PM	86
<b>56 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM .....	86
<b>57 pav.</b>	SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Web-portal-fm PM	86
<b>58 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Cellphone-fm PM .....	87
<b>59 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Digital-video-system-fm PM	87
<b>60 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Documentation-generation-fm PM	87
<b>61 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Eshop-fm PM .....	88
<b>62 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Graph-manipulation PM.....	88
<b>63 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Graph-product-line-fm PM	88
<b>64 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Home-integration-system-fm PM	89
<b>65 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Insurance-product-fm PM ..	89
<b>66 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas James-fm PM .....	89
<b>67 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Jplug-fm PM .....	89
<b>68 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Key-word-in-context-fm PM	90
<b>69 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Model-transformation-fm PM	90
<b>70 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM	90

<b>71 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Telecommunication-system-fm PM	91
<b>72 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Text-editor-fm PM.....	91
<b>73 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Thread-domain-fm PM.....	91
<b>74 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM	92
<b>75 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Web-portal-fm PM .....	92
<b>76 pav.</b>	FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas phone PM .....	92
<b>77 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Cellphone-fm PM	93
<b>78 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Digital-video-system-fm PM.....	93
<b>79 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Documentation-generation-fm PM .....	93
<b>80 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Eshop-fm PM	94
<b>81 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-manipulation PM	94
<b>82 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-product-line-fm PM.....	94
<b>83 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Home-integration-system-fm PM.....	95
<b>84 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Insurance-product-fm PM	95
<b>85 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas James-fm PM	95
<b>86 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Jplug-fm PM	96
<b>87 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Key-word-in-context-fm PM	96
<b>88 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Model-transformation-fm PM .....	96

<b>89 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM.....	97
<b>90 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Telecommunication-system-fm PM.....	97
<b>91 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Text-editor-fm PM	97
<b>92 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Thread-domain-fm PM	98
<b>93 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM.....	98
<b>94 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Web-portal-fm PM	98
<b>95 pav.</b>	FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas phone PM...	99
<b>96 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Cellphone-fm PM .....	99
<b>97 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Digital-video-system-fm PM	99
<b>98 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Documentation-generation-fm PM	100
<b>99 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Eshop-fm PM.....	100
<b>100 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Graph-manipulation PM	100
<b>101 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Graph-product-line-fm PM	100
<b>102 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Home-integration-system-fm PM	101
<b>103 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Insurance-product-fm PM	101
<b>104 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas James-fm PM .....	101
<b>105 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Jplug-fm PM .....	102
<b>106 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Key-word-in-context-fm PM	102

PM	<b>107 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Model-transformation-fm	102
PM	<b>108 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Monitor-engine-system-fm	103
system-fm PM	<b>109 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Telecommunication-	103
	<b>110 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Text-editor-fm PM .....	103
	<b>111 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Thread-domain-fm PM.	103
PM	<b>112 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Virtual-office-of-future-fm	104
	<b>113 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Web-portal-fm PM .....	104
	<b>114 pav.</b>	XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas phone PM.....	104
fm PM	<b>115 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Cellphone-	105
	<b>116 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Digital-	105
video-system-fm PM.....	<b>117 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas	105
Documentation-generation-fm PM .....	<b>118 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Eshop-fm	106
PM	<b>119 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-	106
manipulation PM	<b>120 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-	106
	<b>121 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Home-	107
integration-system-fm PM.....	<b>122 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Insurance-	107
product-fm PM	<b>123 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas James-fm	107
PM	<b>124 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Jplug-fm	108
PM			

<b>125 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Key-word-in-context-fm PM	108
<b>126 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Model-transformation-fm PM	108
<b>127 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM	109
<b>128 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Telecommunication-system-fm PM	109
<b>129 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Text-editor-fm PM	109
<b>130 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Thread-domain-fm PM	110
<b>131 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM	110
<b>132 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Web-portal-fm PM	110
<b>133 pav.</b>	XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas phone PM	111
<b>134 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo atminties panaudojimas Cellphone-fm PM	111
<b>135 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo atminties panaudojimas Digital-video-system-fm PM	111
<b>136 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo atminties panaudojimas Documentation-generation-fm PM	112
<b>137 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo atminties panaudojimas Eshop-fm PM	112
<b>138 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo atminties panaudojimas Graph-manipulation PM	112
<b>139 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo atminties panaudojimas Graph-product-line-fm PM	112
<b>140 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo atminties panaudojimas Home-integration-system-fm PM	113
<b>141 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo atminties panaudojimas Insurance-product-fm PM	113

	<b>142 pav.</b>	XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas James-fm PM .....	113
	<b>143 pav.</b>	XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Jplug-fm PM.....	114
PM	<b>144 pav.</b>	XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Key-word-in-context-fm	114
	<b>145 pav.</b>	XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Model-transformation-fm	114
PM	<b>146 pav.</b>	XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Monitor-engine-system-	115
fm PM	<b>147 pav.</b>	XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Telecommunication-	115
system-fm PM	<b>148 pav.</b>	XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Text-editor-fm PM.....	115
	<b>149 pav.</b>	XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Thread-domain-fm PM	116
	<b>150 pav.</b>	XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Virtual-office-of-future-	116
fm PM	<b>151 pav.</b>	XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Web-portal-fm PM.....	116
	<b>152 pav.</b>	XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas phone PM .....	117
	<b>153 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Cellphone-	117
fm PM	<b>154 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Digital-	117
video-system-fm PM.....	<b>155 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas	118
		Documentation-generation-fm PM .....	118
	<b>156 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Eshop-fm	118
PM	<b>157 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-	118
manipulation PM	<b>158 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-	119
		product-line-fm PM.....	119
	<b>159 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Home-	119
integration-system-fm PM.....			119



<b>160 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Insurance-product-fm PM	119
<b>161 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas James-fm PM	120
<b>162 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Jplug-fm PM	120
<b>163 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Key-word-in-context-fm PM	120
<b>164 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Model-transformation-fm PM .....	121
<b>165 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM .....	121
<b>166 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Telecommunication-system-fm PM .....	121
<b>167 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Text-editor-fm PM	121
<b>168 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Thread-domain-fm PM	122
<b>169 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM .....	122
<b>170 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Web-portal-fm PM	122
<b>171 pav.</b>	XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas phone PM	123

## 1. ĮVADAS

Programų inžinerijoje (PI) produktų linijų inžinerija, (product line engineering (SPLE) ) ir požymių modeliai (PM) yra įprastos priemonės atvaizduojant programų produktų linijas (PPL) (angl. software product line (SPL))[PBL05]. Beveik visos egzistuojančios PM kalbos yra grafiniai žymėjimai, paremti FODA požymių diagramomis (PD)[KCH90]. Jos buvo pristatytos Kang ir kt. .

Požymis – tai savitas, charakteringas sistemos atributas. FODA (Feature Oriented Domain Analysis) [KCH90] požymius apibūdina kaip žinomas, savitas bei vartotojui matomas sistemos charakteristikas, tuo tarpu funkcijos, objektai ir aspektai yra naudojami apibūdinti vidines sistemos detales. Požymių modeliavimas susitelkia ties labai matomų išorinių produkto charakteristikų apibūdinimu, kalbant apie produkto bendrumą bei variantiškumą, o ne apie detalų sistemos apibūdinimą. Požymių modeliavimo rezultatas yra požymių diagramos. Tai yra grafinė kalba naudojama atvaizduoti bei modeliuoti sistemos arba komponento variantiškumus aukštesniame abstrakcijos lygyje, dažniausiai pradinuose projektavimo lygiuose, tokiuose kaip reikalavimų specifikavime kuriant programinę įrangą.

Grafinių požymių modelių aprašymo kalbų trūkumus ir tekstinių kalbų pranašumus suformulavo [BCFH10]. Nors grafinis atvaizdavimas tariamai yra labiau priimtinas ne techniniams vartotojams, dirbant su didelėmis industrinėmis PD gali tapti sudėtingu uždaviniu dėl kelių priežasčių. Visų pirma, norint sukurti didelę PD, grafinė sintaksė yra našta, kurios negalima įvaldyti be tam specialiai sukurtų įrankių (nors dauguma PD įrankių patys naudoja medžio katalogo atvaizdavimą). Visų antra, kadangi PD yra hierarchinis medis dvimatėje erdvėje, neišvengiamai atsiras dideli fiziniai atstumai tarp požymių. Tai labai apsunkina orientuotis, ieškoti ar interpretuoti PD. Galiausiai, dauguma žymėjimų neturi grafinių priemonių atvaizduoti konstrukcijom[vaizdiniam](angl. constructs), tokiom kaip atributai ir apribojimai. Šios konstrukcijos yra būtinos industriniams PMs.

Beveik visos PM kalbos yra grįstos FODA žymėjimu [KCH90], kuris naudoja grafus su viršūnėmis ir briaunomis. Tačiau požymių atributai iš esmės yra tekstiniai savo pobūdžiu ir nelabai pritampa prie šio vaizdavimo. Apribojimai (angl. constraints) PM dažnai išreiškiami kaip tekstinės anotacijos naudojant Būlio operacijas. Jei jie būtų atvaizduoti grafiškai, atributai ir apribojimai tikrai bereikalingai apsunkintų (angl. clutter) PM. Dirbant su inžinieriais, buvo pastebėta, kad grafinė sintaksė yra psichologinis barjeras (piešti modelius inžinieriams yra varginantis ir apsunkinantis darbas) ir yra problemų su įrankiais. Egzistuojantys PM grafiniai įrankiai dažniausiai yra moksliniai

tiriamieji prototipai ir blogesnės kokybės palyginus su įrankiais palaikančiais tekstinius formatus (teksto redaktoriai, versijų kontrolės sistemos ir t.t.).

Hierarchinė PD prigimtis gali būti pateikta paprasta tekstine PD kalba. Tekstinis formatas turi daugybę privalumų. Pats svarbiausias yra pripažintų įrankių, skirtų tekstui, gausa (iš esmės programų išėities tekstui).

Šiuo metu yra daug neatitikimų tarp įvairių modeliavimo programų naudojamų saugojimo formatų. Sistemos negali apsieisti duomenimis, nėra būdo, kaip perkelti meta modelius iš vienos sistemos į kitą. Tekstinis diagramų saugojimo formatas yra vienintelis būdas, leidžiantis perduoti meta duomenis iš vienos sistemos į kitą. Todėl kuriama požymių modeliavimo programinė įranga būtinai turi specifikuoti požymių diagramas tekstiniu formatu.

Pastaruoju metu programų produktų linijos inžinerija skatina sisteminių pakartotinių panaudojimą visame programos kūrimo procese. Programų produktų linijos pakartotinis panaudojimas stipriai priklauso nuo variantiškumo. Variantiškumui atvaizduoti yra naudojamos kelios technikos, viena iš jų yra požymiai

Požymių diagramų modeliavimas yra labai svarbus pakartotinio panaudojimo procesuose. Pakartotinis panaudojimas yra sistemų kūrimas naudojant jau turimus programų komponentus (modulius, kodo fragmentus) [CWK92]. Programų produktų linijos pakartotinis panaudojimas stipriai priklauso nuo požymių variantiškumo [JC08]. Modeliuojant sistemą aukštame abstrakcijos lygmenyje (požymių lygmenyje) galima lengvai apibrėžti kurios dalys iš jos gali būti pašalintos arba į ją įtrauktos, to pasekoje atliekant pakartotinį panaudojimą jau yra aiškus sistemos variantiškumas ir galima paprastai išgauti naują produkto konfigūraciją.

## **1.1. Tikslai**

Darbo tikslai yra:

- 1) Išanalizuoti požymių diagramų saugojimo formatus, sukurti programinę sistemą, leidžiančią atlikti įvairiais formatais užrašytų požymių modelių tekstines specifikacijų konvertavimą (transformaciją) į kitą formatą, tinkamą tolesnei požymių modelių analizei ir naudojimui.
- 2) Ištirti realizuotų požymių modelių transformacijų į SFXM, XMI, FDL, OWL kalbas technines charakteristikas.
- 3) Patikrinti realizuotų transformacijų sintaksinį teisingumą.

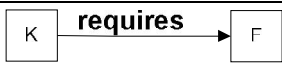
## 2. LITERATŪROS APŽVALGA IR TECHNOLOGINIŲ SPRENDIMŲ ANALIZĖ

### 2.1. Požymių diagramų sintaksė

Požymių diagrama yra medžio tipo arba tiesinis, aciklinis grafas, kurį sudaro rinkinys viršūnių, tiesinių briaunų ir briaunų kombinacijų. Šakninis elementas apibūdina aukščiausią požymio lygį (pvz. sistema, sritis). Vidutinės viršūnės apibūdina sudėtinius požymius, paskutinės – atominius požymius, kurie nėra skaidomi į mažesnius požymius duotoje srityje. Briaunos naudojamos palaipsniui suskaidyti sudėtinius požymius į labiau detalizuotus požymius. Grafo briaunos nurodo ryšius arba priklausomybes tarp požymių. [SDBL08]

1 lentelė. Pagrindiniai Požymių diagramos sintaksės elementai. [DST08]

Elementas	Apibrėžimas	Grafinis pavyzdys
Būtinasis	Požymis B (C,D) yra įtrauktas, jeigu jo tėvas A yra įtrauktas <b>Jeigu A tuomet B;</b> <b>Jeigu A tuomet B ir C</b>	
Nebūtinasis	Požymis B(C,D) gali būti įtrauktas jeigu jo tėvas A yra įtrauktas <b>Jeigu A tuomet B arba niekas;</b> <b>Jeigu A tuomet C arba D arba niekas</b>	
Pasirenkamas (case - pasirinkimas)	Tik vienas požymis B arba C arba D turi būti pasirinktas jeigu jo tėvas A yra pasirinktas <b>Jeigu A tuomet case iš(B,C,D)</b>	
Pasirenkamas (OR - pasirinkimas)	Mažiausiai vienas požymis (B,C arba D arba B ir C; arba B ir D; arba C ir D; arba B ir C ir D) turi būti pasirinkti jeigu jo tėvas A yra pasirenkamas <b>Jeigu A tuomet bet kuris iš(B,C,D)</b>	
Ryšys (XOR)	Ryšys tarp dviejų atominių požymių. K XOR F. <b>Jeigu F tuomet ne K ir jei ne F tuomet K</b>	

Reikalavimas ( <i>requires</i> )	Požymis K reikalauja požymio F. K <b>reikalauja</b> F	
----------------------------------	--	---

Šie elementai yra dalis EFD metodo pasiūlyto Riebisch [RBSN02], su papildomu išplėtimu bei apjungiant kelis kitus variantus, kad atvaizduoti galimą požymių diagramos sintaksę. Vaizdavimas papildytas grafiniais elementais. Šis bei kiti vaizdavimo metodai bus aptarti vėliau prie požymių diagramų sintaksės variantų palyginimo.

## 2.2. Požymių modelių tekstinių specifikavimo kalbų apžvalga

Apžvelgiamos šios literatūroje rastos tekstinės požymių modelių aprašymo kalbos: SFXM (*Simple XML Feature Model*), FDL (*Feature Description Language*), TVL (*Text-based Variability Language*), OWL (*Web Ontology Language*) ir Prolog. SFXM, FDL ir TVL kalbos yra sukurtos specialiai požymių modeliams aprašyti. OWL kalba skirta ontologijoms aprašyti, tačiau gali būti pritaikyta ir požymių modelių aprašymui. Prolog yra loginio programavimo kalba, kuri taip pat gali būti pritaikyta požymių modeliams specifikuoti.

### 2.2.1. BNF

Paprasčiausias požymių modelių aprašymo tekstinis formatas, grįstas BNF (Backus-Naur Form) formatu, aprašytas [CZE00]. Jo gramatinė specifikacija yra pateikta žemiau.

```

feature-model ::= concept-name details { feature }
feature       ::= feature-name [details]
details      ::= "(" feature-list ")" // required features
              | "[" feature-list "]" // optional features
feature-list ::= element { "|" element } // one only
              | element { "+" element } // one or more
              | element { "," element } // all
              // [a+b] equivalent to [a,b]

element      ::= feature
              | details
concept-name ::= name
feature-name ::= name

```

Šios kalbos trūkumas yra tas, jog nepilnai aprašomi požymių modeliai (nėra apribojimų).

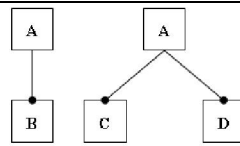
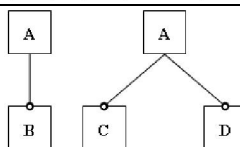
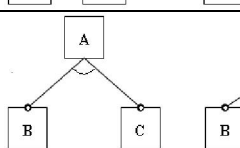
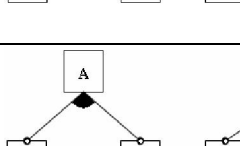
Naur Form (BNF) yra šeima meta sintaksės žymėjimų, naudojamų išreikšti nuo konteksto nepriklausomai gramatikai. Tai formalus būdas išreikšti kompiuterių programavimo kalbas ar kitas formalias kalbas.

**2 lentelė.** BNF kalbos sintaksė ir semantika

BNF	Reikšmė
::= concept-name details { feature }	Požymių modelis
::= feature-name [details]	Požymis
::= "(" feature-list ")" // required features   "[" feature-list "]" // optional features	Detalės
::= element { " " element } // one only   element { "+" element } // one or more   element { "," element } // all	Požymių sąrašas
::= feature   details	Elementas

Galimybė aprašyti požymių diagramos elementus pateikta (žr. 3 lentelė).

**3 lentelė.** Požymių diagramos specifikavimas naudojant BNF

Elementas	Apibrėžimas	Grafinis pavyzdys	BNF aprašymas
Požymis			::= feature-name
Būtinasis	Požymis B (C,D) yra įtrauktas, jeigu jo tėvas A yra įtrauktas Jei A tuomet B; Jei A tuomet B ir C		A ( B,C )
Nebūtinasis	Požymis B(C,D) gali būti įtrauktas jeigu jo tėvas A yra įtrauktas Jei A tuomet B arba niekas; Jei A tuomet C arba D arba niekas		A [ C +D ]
Pasirenkamas (case - pasirinkimas)	Tik vienas požymis B arba C arba D turi būti pasirinktas jeigu jo tėvas A yra parinktas Jeigu A tuomet case iš(B,C,D)		A ( B C D )
Pasirenkamas (or - pasirinkimas)	Mažiausiai vienas požymis (B,C arba D arba B ir C; arba B ir D; arba C ir D; arba B ir C ir D) turi būti pasirinkti jeigu jo tėvas A yra pasirenkamas Jei A tuomet bet kuris iš(B,C,D)		A ( B + C +D )

### 2.2.2. SXFM

SXFM yra XML grįstas požemių atvaizdavimo formatas [MBC09]. SXFM formatą šiuo metu naudoja keli požymių modeliavimo įrankiai, kaip SPLOT ir 4WhatReason. Šios kalbos trūkumas yra tai, kad kalbos autoriai nepateikė formalaus sintaksės aprašymo, o tik tos kalbos failų sintaksinį analizatorių. XML formatu specifikuojami tik požymių modelio meta-duomenys. Pats požymių

modelis neužrašomas XML formatu, o koduojamas naudojant specialią sintaksę, kurios elementų pavyzdžiai pateikti žemiau.

```
:r root (root_id) <-- šakninis požymis pavadintas 'root' su unikaliu id root_id
:o opt1 (id_opt1) <-- nebūtinai požymis pavadintas opt1 su unikaliu id id_opt1
:m man1 <-- privalomas požymis pavadintas man1 su unikaliu id id_man1
:a (id_a) <-- sugrupuotas požymis a su ID id_a
c1: ~id_a or id_opt2 <-- papildomas apribojimas pavadinimu c1: id_a reiškia id_opt2
c2: ~id_c or ~id_e <-- papildomas apribojimas pavadinimu c2: id_c pašalina id_e
```

### 2.2.3. FDL

FDL [DEKL02] kalba yra turbūt dažniausiai moksliniuose straipsniuose sutinkama tekstinė kalba, naudojama požymių modeliams specifiškai.

FDL apibrėžimas susideda iš sekančių požymių apibrėžimų: požymio pavadinimas, tada „:“ ir požymio išraiška. Požymis gali būti sudarytas iš:

- nedalomo (atominio) požymio,
- sudėtinio požymio: požymis kurio apibrėžimas yra kitur,
- pasirinktinio požymio: požymio išraiška su „?“ gale ,
- privalomo požymio: požymių išraiškų sąrašas apsuptas all( ),
- pasirinktinis požymis: požymių išraiškų sąrašas apsuptas one-of( ),
- ne išskiriantis (angl. non-exclusive) požymio parinkimas: požymių išraiškų sąrašas apsuptas more-of( ),
- standartinė požymio reikšmė: default = sektinas nedalomo požymio,
- likę požymiai ... pavidalo, nurodantys kad duotas rinkinys nepilnai apibrėžtas.

FDL gramatikos aprašas:

```
FeatureDefinition* Constraint* -> FeatureDiagram
FeatureName ":" FeatureExpression -> FeatureDefinition
{ FeatureExpression "," }+>FeatureList
all(FeatureList) -> FeatureExpression
one-of(FeatureList) -> FeatureExpression
more-of(FeatureList) -> FeatureExpression
FeatureName -> FeatureExpression
AtomicFeature -> FeatureExpression
FeatureExpression "?" -> FeatureExpression
"default" "=" AtomicFeature -> FeatureExpression
"..." -> AtomicFeature
DiagramConstraint -> Constraint
UserConstraint -> Constraint
AtomicFeature "requires" AtomicFeature -> DiagramConstraint
AtomicFeature "excludes" AtomicFeature -> DiagramConstraint
"include" AtomicFeature -> UserConstraint
"exclude" AtomicFeature -> UserConstraint
```

#### 2.2.4. TVL

TVL kalbą pasiūlė Boucher ir kt. [BCFH10]. TVL kalbos sintaksė yra panaši į C. Ši kalba yra žymiai sudėtingesnė už kitas nagrinėtas kalbas, turi daug papildomų, tikroms programavimo kalboms būdingų požymių, pvz., aritmetinių išraiškų skaičiavimą. Kai kurie sintaksės elementai pasiskolinti iš FDL kalbos.

Kalbos gramatikos fragmentas yra pateiktas žemiau:

```
FEATURE_GROUP = " group " CARDINALITY "{" HIERARCHICAL_FEATURE (" ,"
HIERARCHICAL_FEATURE )* "}" ;
HIERARCHICAL_FEATURE = ( "opt " )? FEATURE
| ( " shared " | " opt " )? LONG_ID ;
CARDINALITY = " oneof "
| " someof "
| " allof "
| "[" (ID | NATURAL | "*" ) ".."
(ID | NATURAL | "*" ) "]" ;
```

Pagrindinis šios kalbos trūkumas yra jos sudėtingumas. Tai yra beveik programavimo kalba, turinti daugelį programavimo kalboms būdingų bruožų.

#### 2.2.5. XMI (XML Metadata Interchange)

XML Metadata Interchange (XMI) yra Object Management Group (OMG) standartas duomenų apsikeitimui panaudojant XML kalbą.

Ji gali būti naudojama išreikšti bet kuriu meta duomenis, kurių meta modelis gali būti išreikštas Meta-Object Facility (MOF).

- XMI integruoja keturis industrijos standartus :
- XML - eXtensible Markup Language, W3C standartas.
- UML - Unified Modeling Language, OMG modeliavimo standartas.
- MOF - Meta Object Facility, OMG language for specifying metamodels.
- MOF Mapping to XMI

Eclipses įskiepis naudoja vidinį FD2 standartą, kuris yra XMI

#### 2.2.6. OWL

OWL (Web Ontology Language) yra vieningas žinių apie tai, kas egzistuoja realiame pasaulyje, pateikimo internete formatas. OWL plačiai naudojama žinių inžinerijoje, kuriant Semantinį tinklą. OWL yra XML grįsta kalba, kuri remiasi RDF (Resource Description Framework) metaduomenų atvaizdavimo formatu.



Požymių modelių panašumą į OWL kalba aprašomas ontologijas pirmieji pastebėjo Czarnecki ir kt. [CZKK06], o Wang ir kt. [WSZH07] pasiūlė konvertuoti požymių modelius į OWL, kad būtų galima atlikti jų semantikos verifikavimą naudojant standartinius ontologijų analizės įrankius.

Specifikuojant požymių modelius OWL kalba, kiekvienas požymis specifikuojamas kaip OWL klasė. Privalomi požymiai yra MandatoryFeature klasės išvestinės klasės, o pasirenkami požymiai yra OptionalFeature klasės išvestinės klasės. Bazinė MandatoryFeature ir OptionalFeature klasių klasė yra Feature. Požymių grupavimas žymimas naudojant <owl:unionOf > konstrukcija. Apribojimas <exclude> specifikuojamas naudojant <owl:complementOf> konstrukcija, o <requires> – naudojant <owl:equivalentClass> konstrukcija. Apribojimais nesusietiems požymiams žymėti naudojama <owl:disjointWith> konstrukcija.

Požymių modelių saugojimo OWL formatu pranašumai yra galimybė atlikti požymių modeliavimą naudojant daugybę žinių modeliavimui sukurtų įrankių (pvz., Protege, NeOn Toolkit), o taip pat SPARQL užklausų programavimo galimybė naudojant, pvz., Jena paketą.

Trumpas kalbos ir jos sintaksės bei semantikos aprašymas (žr. 4 lentelė).

**4 lentelė.** OWL kalbos sintaksė ir semantika

OWL	Shared informal semantics
rdf:Property owl:DatatypeProperty owl:ObjectProperty	Named relation between nodes or nodes and values
rdfs:subPropertyOf	Relation can appear in place of a more general one
rdfs:range	The relation range kind
owl:Class	Relations and contextual restrictions package
owl:Restriction	Contextualised restriction of a relation
rdfs:subClassOf	Package concretises the base package
owl:maxCardinality owl:minCardinality	Restrict the number of occurrences of a relation
owl:intersectionOf owl:unionOf	Combination of relations in a context

OWL naudoja šiuos standartus:

- XML - eXtensible Markup Language, W3C standartas.
- RDF - Resource Description Framework

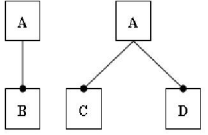
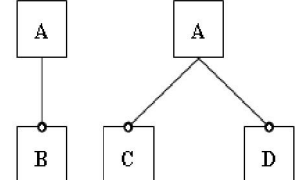
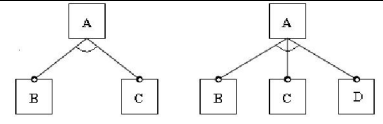
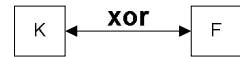

Galimybė aprašyti požymių diagramos elementus pateikta (žr. 5 lentelė).

5 lentelė. Požymių diagramos specifikuojamas naudojant OWL

Elementas	Apibrėžimas	Grafinis vaizdavimas	OWL aprašymas
Požymis			<code>&lt;owl:Class rdf:ID="A"/&gt;</code>
Būtinasis	Požymis B (C,D) yra įtrauktas, jeigu jo tėvas A yra įtrauktas Jei A tuomet B; Jei A tuomet B ir C		<code>&lt;owl:Class rdf:ID="A"/&gt;</code> <code>&lt;owl:intersectionOf</code> <code>  rdf:parseType="Collection"&gt;</code> <code>    &lt;owl:Class rdf:ID="C"/&gt;</code> <code>    &lt;owl:Class rdf:ID="D"/&gt;</code> <code>&lt;/owl:intersectionOf&gt;</code> <code>&lt;/owl:Class&gt;</code>
Nebūtinasis	Požymis B(C,D) gali būti įtrauktas jeigu jo tėvas A yra įtrauktas Jei A tuomet B arba niekas; Jei A tuomet C arba D arba niekas		<code>&lt;owl:Class rdf:ID="A"/&gt;</code> <code>&lt;owl:unionOf</code> <code>  rdf:parseType="Collection"&gt;</code> <code>    &lt;owl:Class rdf:ID="C"/&gt;</code> <code>    &lt;owl:Class rdf:ID="D"/&gt;</code> <code>    &lt;owl:Nothing/&gt;</code> <code>&lt;/owl:unionOf&gt;</code> <code>&lt;/owl:Class&gt;</code>
Pasirenkamas (case - pasirinkimas)	Tik vienas požymis B arba C arba D turi būti pasirinktas jeigu jo tėvas A yra parinktas Jeigu A tuomet case iš(B,C,D)		<code>&lt;owl:Class rdf:ID="A"&gt;</code> <code>&lt;owl:unionOf</code> <code>  rdf:parseType="Collection"&gt;</code> <code>    &lt;owl:Class rdf:ID="B"/&gt;</code> <code>    &lt;owl:Class rdf:ID="C"/&gt;</code> <code>&lt;/owl:unionOf&gt;</code> <code>&lt;/owl:Class&gt;</code>
Ryšys (xor)	Ryšys tar dviejų atominių požymių. K xor F. Jei F tuomet ne K ir jei ne F tuomet K		<code>&lt;owl:Class rdf:ID="F"/&gt;</code> <code>&lt;owl:complementOf</code> <code>  &lt;owl:Class rdf:ID="K"/&gt;</code> <code>&lt;/owl:complementOf&gt;</code> <code>&lt;/owl:Class&gt;</code>
Reikalavimas (requires)	Požymis K reikalauja požymio F. K reikalauja F		<code>&lt;owl:Class rdf:ID="K"/&gt;</code> <code>&lt;owl:equivalentClass</code> <code>  &lt;owl:Class rdf:ID="F"/&gt;</code> <code>&lt;/owl:equivalentClass&gt;</code> <code>&lt;/owl:Class&gt;</code>
Reikšmės			<code>rdfs:Literal</code> , <code>rdfs:Number</code>

Žemiau pateikiama kaip transformuoti iš FDL į OWL kalbą (žr. 6 lentelė).

**6 lentelė.** Transliavimas iš FDL kalbos į OWL:

Elementas	Grafinis vaizdavimas	FDL sintaksė	OWL sintaksė
Požymis		FeatureName, AtomicFeature	<owl:Class rdf:ID="A"/>
Būtinasis		A : all( B ) A : all( C, D )	<owl:Class rdf:ID="A"/> <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection"> <owl:Class rdf:ID="C"/> <owl:Class rdf:ID="D"/> </owl:intersectionOf> </owl:Class>
Nebūtinasis		A : more-of( B ) A : more-of( C, D )	<owl:Class rdf:ID="A"/> <owl:unionOf rdf:parseType="Collection"> <owl:Class rdf:ID="C"/> <owl:Class rdf:ID="D"/> <owl:Nothing/> </owl:unionOf> </owl:Class>
Pasirenkamas (case - pasirinkimas)		A : one-of( B, C ) A : one-of( B, C, D )	<owl:Class rdf:ID="A"/> <owl:unionOf rdf:parseType="Collection"> <owl:Class rdf:ID="C"/> <owl:Class rdf:ID="D"/> </owl:unionOf> </owl:Class>
Ryšys xor (excludes)		K exclude F	<owl:Class rdf:ID="F"/> <owl:complementOf> <owl:Class rdf:ID="K"/> </owl:complementOf> </owl:Class>
Reikalavimas (requires)		K include F	<owl:Class rdf:ID="K"/> <owl:equivalentClass> <owl:Class rdf:ID="F"/> </owl:equivalentClass> </owl:Class>
Reikšmės		...	rdfs:Literal, rdfs:Number

### 2.2.7. Prolog

Prolog loginio programavimo kalba gali būti pritaikyta požymių modeliams aprašyti [EPAH09].

```
<feature_model> ::= { <feature_definition> }
<feature_definition> ::= <rule> | <fact>
<fact> ::= <feature>.
```

```

<rule> ::= <feature> :- <rule_body>.
<rule_body> ::= <selector> {, <constraint>}
<selector> ::= <and_selector> | <or_selector> | <oneof_selector>
<and_selector> ::= all ( <alt_feature> { , <alt_feature> } ).
<or_selector> ::= more_of ( <feature> { ; <feature> } ).
<oneof_selector> ::= one_of ( <feature> { , <feature> } ).
<constraint> ::= <requires> | <excludes>
<requires> ::= requires ( <feature> , <feature> ).
<excludes> ::= excludes ( <feature> , <feature> ).
<alt_feature> ::= alt ( <feature> ) | <feature>
<feature> ::= <lower_case> {<char>}

```

Prolog formato pranašumai: požymių modelis yra ir vykdomoji specifikacija, kurią galima įvykdyti, patikrinti jo teisingumą, formuluoti užklaudas, atlikti formalią loginę analizę.

### 2.2.8. Kalbų analizės įvertinimas

Labiau paplitusių požymių modelių pavyzdžiai (SFXM, FDL, XMI, OWL kalbų tekstinės specifikacijos) pateiktos priede.

Tolesniam transformacijų realizavimui pasirinktos kalbos SFXM ir FDL, nes jos palyginti plačiai naudojamos požymių modeliavimo srityje, XMI kalba, nes tai yra standartinė diagramų apskaitimo kalba, ir OWL kalba, leidžianti susieti požymių modelius su ontologijomis ir pasinaudoti galingais ontologijų loginio suderinamumo patikrinimo įrankiais. Analizės metu prieita išvados, kad realizuoti transformacijas į TVL ir BNF kalbas netikslinga, nes šios kalbos nėra gerai pritaikytos požymių modelių atvaizdavimui, jų sintaksė sudėtinga, jos yra retai naudojamos tyrėjų šioje srityje. Transformacija į Prolog kalbą nebuvo realizuojama užsakovui pageidaujant.

## 2.3. Požymių modeliavimo įrankių palyginimas

### 2.3.1. Bendra įrankių informacija

Kadangi daugelis požymių modeliavimo įrankių yra tyrimų objektas, tai jų įgyvendinimui pasirinktos nemokamos priemonės. 7-oje lentelėje matome, kad daugelis įrankių įgyvendinti atviro kodo programavimo kalba JAVA ir integruoti į atviro kodo programavimo aplinką Eclipse kaip praplėtimai.

**7 lentelė.** Bendra informacija apie įrankius, palaikančius požymių modeliavimą.

Pavadinimas	Kūrėjas	Licenzija	Programos tipas	Programos veikimo platforma
Feature IDE	Magdeburgo universitetas (Vokietija)	Atviras kodas	Eclipse priedas	JAVA
XFeature	P&P Software GmbH and ETH-Zürich	Atviras kodas	Eclipse priedas	JAVA

Feature modeling plugin	Generative software development lab, University of Waterloo, Canada	Atviras kodas	Eclipse priedas	JAVA
Ecore Feature modeling plugin	Generative software development lab, University of Waterloo, Canada	Atviras kodas	Eclipse priedas	JAVA
RequiLine	Research Group Software Construction, RWTH Aachen	Atviras kodas	Atskira programa	C#, .NET Windows
FAMA	University of Seville, Spain	Atviras kodas	Atskira programa arba Eclipse priedas	JAVA
Gears	Biglever software	Komercinė	Atskira programa arba Eclipse priedas	JAVA
KumbangTools	Helsinki University of Technology, Finland	General Public License	Eclipse priedas	JAVA
pure::variants	pure-systems GmbH	Komercinė	Eclipse priedas	C++ Windows

Daugelis programų sukurtas diagramas saugo kaip XML failus (8 lentelė). Šis pasirinkimas suprantamas, nes šiuo formatu lengva dirbti ir jį gali skaityti žmogus. Taip pat visi įrankiai turi diagramos klaidų aptikimo galimybę. Diagramos klaidų tikrinimas apsaugo vartotoją, nuo galimų tolimesnių klaidų, ši galimybė labai svarbi ir modeliavimo įrankis ją turi turėti..

**8 lentelė.** Įrankių įvedimo ir išvesties palyginimas.

Pavadinimas	Ar yra galimybė išsaugoti bei skaityti XML / XMI failus	Požymių diagramos klaidų tikrinimas	Programinio kodo kūrimas	Įsilieja į programavimo programą
Feature IDE	Yra	Yra	Yra	-
XFeature	Yra	Yra	Yra	Eclipse
Feature modeling plugin	Yra	Yra	Nėra	Eclipse
Ecore Feature modeling plugin	Yra	Yra	Yra	Eclipse
RequiLine	Yra	Yra	Yra	-
FAMA	Yra	Yra	Yra	Eclipse
Gears	Nėra	Yra	Yra	Eclipse
KumbangTools	Yra	Yra	Yra	Eclipse
pure::variants	Yra	Yra	Yra	Eclipse

Iš 8 lentelės matome kad požymių modeliavimo sistemos dažniausiai kuriamos kaip Eclipsės programos praplėtimai.

Apžvelgus esamas požymių modelių sistemas, buvo įsitikinta, jog geriausia platforma yra Eclipse. Ir naudingiausia kurti konvertavimo programą kaip Eclipse praplėtinį.

### 3. KALBŲ ANALIZĖ, TYRIMAS IR PALYGINIMAS

#### 3.1. Požymių modelių sudėtingumo charakteristikų įvertinimas

Sistemos nuolat auga ir tampa vis sudėtingesnės, nes tobulėja technologijos, auga vartotojų reikalavimai, didėja vartojamumas. Sudėtingumo valdymas gali padėti padidinti programinės įrangos kokybę ir produktų suprantamumą taip pat sumažina projektavimo klaidų skaičių [TrZw81] ir trumpina jų kūrimo laiką. Valdyti sudėtingumą, reiškia visų pirma žinoti kaip jį išmatuoti. Sudėtingumo matavimas leidžia spręsti apie sistemos struktūrą, suprasti sistemos elgseną, lyginti bei vertinti sistemas arba išvelgti jų evoliuciją.

Yra du požiūriai į sudėtingumą [LaGr06]: sudėtingumas kaip „sunku ištestuoti“ (pvz. skaičius testavimo atvejų reikalingų pilnam sistemos ištestavimui), ir sudėtingumas kaip „sunku suprasti modelį“. Dar vadinamas modelio pažinimo sudėtingumu.

Pažinimo sudėtingumas koncentruojasi analize kiek problema yra sudėtinga žiūrint iš perspektyvos asmens, kuris stengiasi išspręsti problemą. Pažinimo sudėtingumas susijęs su trumpalaikės atminties ribomis, kurios yra skirtingos kiekvienam žmogui ir priklauso nuo informacijos tipo [KINS98].

Modelyje aukšto lygio pažinimo sudėtingumas veda prie didesnės rizikos padaryti klaidas, kas veda prie žemesnės programinės įrangos kokybės. Požymių diagramų modelis vaizduojamas kaip požymių medis ir jis turi pažinimo sudėtingumą.

Remiantis Miller ankstesniais darbais [MILL56] apibrėžiant, kad žmogus gali vienu metu įsisavinti 7 (+/- 2) porcijas informacijos savo trumpalaikėje atmintyje. Taip pat naudojant Keating taisyklę, kuri yra paremta Miller projektavimo sričiai: „Modulių kiekis kiekviename hierarchijos lygyje turi būti 7 +/- 2“ [KEAT00]. Buvo išvestos šios taisyklės, kurios apibrėžia požymių diagramų tekstinio saugojimo sudėtingumą

#### 3.2. Kalbos kokybinio įvertinimo kriterijai

Kalbos tikslas yra būti lanksčiai (angl. *scalable*) būnant glaustai. Pasiūlyti būdus modularizacijai (angl. *modularity*) ir būti išsamiai, kad padengti daugumą literatūroje siūlomų požymių modelių dialektų. Vertinant kalbas pasiremta Holtz ir kt. [HORA88], Green ir kt. [GRPE96] suformuluotais kriterijais, papildytais šio straipsnio autorių pasiūlytais kriterijais (žr. 9 lentelė).

**9 lentelė.** Kalbų kokybinio įvertinimo kriterijai ex

C1: notacijos aiškumas	Konstrukcijos reikšmė turi būti nedviprasmiška ir lengvai skaitoma ne ekspertų
C2: notacijos paprastumas	Skirtingų koncepcijų skaičius turi būti minimalus. Taisyklės jų apjungimui turi būti kaip galima paprastesnės ir reguliarios
C3: notacijos trumpumas	Konstrukcija neturi būti nereikalingai daugiažodė
C4: moduliarizacija	Kalbą turi būti galima dekomponuoti į kelis modulius
C5: išraiškingumas	Kalbos padengiamos koncepsijos turi būti pakankamos išreikšti sprendžiamas problemas. Sintaksė turi būti atitinkamai plati, kad išvengtų dirbtinių (angl. <i>convulted</i> ) išraiškų
C6: Paprastumas ir modelio portatyvumo kaina	Kalba turi būti nepriklausoma nuo platformos
C7: paprastumas ir modelio kūrimo kaina	Sprendimo detalizavimas neturi būti per daug imlus darbas žmogui
C8: paprastumas ir modelio konvertavimo kaina	Kalbą turi būti paprasta konvertuoti į kitas kalbas
C9: mokymosi patirtis	Kalbos mokymosi trukmė turi būti priimtiniuose rėmuose

Keturios skirtingų sričių firmos įvertino TVL kalbą pagal duotus kriterijus (žr. 10 lentelė)

**10 lentelė.** TVL kalbos kokybinis įvertinimas

Kriterijus	PloneMeeting	PRISMAprepare	CPU calculation	OSGeneric
C1: notacijos aiškumas	+	+	0	++
C2: notacijos paprastumas	+	++	+	++
C3: notacijos trumpumas.	++	++	++	++
C4: moduliarizacija.	0	+	+	+



C5: išraiškingumas.	-	0	++	++
C6: Paprastumas ir modelio portatyvumo kaina.	+	++	++	++
C7: paprastumas ir modelio kūrimo kaina.	+	+	++	0
C8: paprastumas ir modelio konvertavimo kaina.	++	++	+	0
C9: mokymosi patirtis.	+	++	++	+

TVL kalbos įvertinimų reikšmės: „+++“ - labai patenkinti, „+“ - patenkinti, „0“ - neutralus, „-“ - nepatenkinti, „--“ visiškai nepatenkinti.

Visų analizuotų kalbų įvertinimas pagal Holtz ir kt. [HORA88] kriterijus pateiktas (žr. 11 lentelė).

**11 lentelė.** Kalbų kokybinis įvertinimas pagal Holtz

Kriterijus	FDL	SXFM	TVL	BNF	OWL	Prolog	XMI
C1: notacijos aiškumas	+	+		+		+	
C2: notacijos paprastumas	+	+	+	+		+	
C3: notacijos trumpumas.	+	+	+	+		+	
C4: modularizacija.			+		+	+	+
C5: išraiškingumas.					+		+
C6: Paprastumas ir modelio portatyvumo kaina.	+	+	+	+			
C7: paprastumas ir modelio kūrimo kaina.	+	+	+				
C8: paprastumas ir modelio konvertavimo kaina.	+		+				
C9: mokymosi patirtis.	+		+				

Kiti autoriai [CBH10] pasiūlė tokius kalbų palyginimo kriterijus:

1. Suprantama žmogaus – ar kalba buvo skirta skaityti ir rašyti žmogui
2. Atributų palaikymas – palaiko požymių atributus
3. Dekomponuoja (grupuoja) kardinalumus – palaiko požymių kardinalumus
4. Standartiniai apribojimai – Būlio logikos apribojimai su su atributų reikšmėm

5. Struktūrizavimas - Mechanizmas struktūrizuoti ir organizuoti informaciją esančią Požymių modeliuose (kitas nei PM hierarchija)
6. Formali semantika – yra įrankiai, kurių pagalba galima patikrinti (verifikuoti) modelio semantiką (loginį pilnumą, neprieštarumą ir kt.)
7. Įrankių palaikymas – yra kitų įrankių, padedančių dirbti su kalbos specifikacijomis (pvz., kalbos redaktoriai ir pan.)

Kalbų palyginimo rezultatai pagal [CBH10] suformuluotus kriterijus pateikiami (žr. 12 lentelė).

**12 lentelė.** Kalbų kokybinio įvertinimo rezultatai pagal [CBH10]

Kalba	Suprantama žmogaus	Atributai	Kardinalumai	Standartinės konstr.	Sudėtingos konstr.	Struktūrizavimas	Formali semantika	Įrankių palaikymas
FDL [DEKL02b]	+			+			+	+
SXFM [MBC09,MEND09]	+			+				+
BNF	+			+			+	+
OWL		+		+	+		+	+
Prolog	+	+		+			+	+
XMI		+		+	+		+	+

Green ir Petre [GRPE96] pasiūlė tokią kalbų vertinimo schemą (žr. 13 lentelė):

**13 lentelė.** Kalbos vertinimo kriterijai pagal Green ir Petre [GRPE96]

Artumas žymėjimui	kalba turi būti konkreti užduočiai (angl. <i>task-specific</i> )
Tašumas	peržiūros turi būti nesudėtingos
Paslėptos priklausomybės	pokyčių pasekmės turi būti aiškios
Sudėtingos protinės operacijos	mįslingos konstrukcijos turi būti uždraustos
Primestas (angl. <i>imposed</i> ) tolesnis spėjimas	vartotojas neturi būti priverstas skubotam išsipareigojimui
Antrinė notacija	kalba turi leisti apimti papildomą

	informaciją
Matomumas	paieškos kelias turi būti trumpas
Konsistencija	vartotojo lūkesčiai neturi būti sulaužyti
Daugiažodiškumas	kalba neturi būti daugiažodė
Atsparumas klaidom	notacija turi savaime (angl. <i>inherently</i> ) paryškinti neatitikimus, kad išvengti klaidų
Vaidmens išraiškingumas	sąryšiai tarp komponentų turi būti aiškiai matomi
Abstrakcijos gradientas	kalba turi leisti skirtingų lygių abstrakcijas

Ne visi šie kriterijai tinka požymių modelių specifikuojimo kalbų palyginimui. Palyginimo, atlikto remiantis dalimi šių kriterijų, rezultatai pateikti (žr. 14 lentelė)

**14 lentelė.** Kalbų palyginimas pagal Green ir Petre [GRPE96]

<b>Kalba</b>	<b>Pranašumai</b>	<b>Trūkumai</b>
XMI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• naudoja pripažintą XML užrašymo standartą, kuris labai palengvina duomenų apsikeitimą</li> <li>• galima pilnai aprašyti požymių diagramas</li> <li>• lanksti</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sudėtinga</li> <li>• perteklinė</li> <li>• ilgas aprašymas</li> </ul>
OWL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• naudoja pripažintą XML užrašymo standartą, kuris labai palengvina duomenų apsikeitimą</li> <li>• galima pilnai aprašyti požymių diagramas</li> <li>• lanksti</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sudėtinga</li> <li>• perteklinė</li> <li>• ilgas aprašymas</li> </ul>
BNF (EBNF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lengvai aprašoma</li> <li>• Galima pilnai aprašyti požymių diagramas</li> <li>• lengvai suprantama</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• negalima naudoti duomenų apsikeitimui tarp kitų programų</li> <li>• nelanksti</li> </ul>

- |  |   |  |
|--|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• trumpas aprašas</li></ul> |  |
|--|---|--|

### **3.3. Rekomendacijos požymių modelių specifikavimo kalbos pasirinkimui**

Kiekviena kalba turi savo paskirtį:

FDL – yra paprasčiausia, lengviausiai suprantama žmogui, todėl rekomenduoju ją, o ne SFXM.

XMI ir OWL abi yra mašininės specifikacijos. XMI yra defakto sistemų apsigkeitimų formatas, todėl geriausiai tinka šiam tikslui. OWL kalba tinka modelių semantinei analizei atlikti.

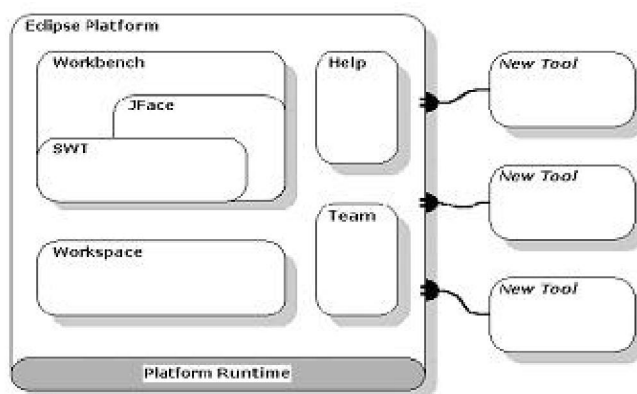
## 4. POŽYMIŲ MODELIŲ KONVERTAVIMO ĮRANKIS

### 4.1. Architektūros tikslai ir apribojimai

Šiuo metu nėra numatyta galimybė įdiegti kuriamą priedą į kitas programas, todėl apsiribojame, kad priedas veiks tik Eclipse platformoje.

Eclipse programa yra parašyta JAVA programavimo kalba. Ši programavimo kalba yra objektinė programavimo kalba ir tinkama akademinų projektų įgyvendinimui. Todėl siekiant išvengti suderinamumo su kitomis programavimo kalbomis klaidų, priedas bus įgyvendintas taip pat JAVA programavimo kalba.

Kuriamo priedo architektūra yra įtakojama programos, kuriai jis bus kuriamas. Šiuo atveju tai yra Eclipse. Eclipse tai programa, kuri pagaminta pagal specialią architektūrą, kuri leidžia, priedų pagalba, praplėsti jos veikimą. Viena Eclipse programa be priedų nebūtų taikomoji programa - visas jos veikimas pagrįstas jai parašytų priedų veikimu. Taigi priedo architektūra bus pritaikyta darbui su Eclipse aplinka.



1 pav. Eclipse – priedų platforma. [<http://www.ibm.com>, 20010-04]

Taip pat priedas bus gaminamas pasitelkiant EMF bei GMF įrankius, kurie sukurs jiems būdingą programos architektūrą. Tikslas sukurti tinkamas duomenų struktūras, kurios leistų išvengti atsitiktinių klaidų.

GMF (the Graphical Modeling Framework) tai įrankių rinkinys, skirtas kurti modeliavimo įrankius, tokius kaip UML redaktoriai, duomenų srautų diagramas, ir panašiai.

Suriamas Eclipse komponentas turi sietis su UML modeliavimo komponentu Eclipse sistemoje. Tam pasirenkamas UML2tools Eclipse komponentas. Šis komponentas dirba su naujausia UML 2.2 sintakse ir palaiko bazines diagramas.

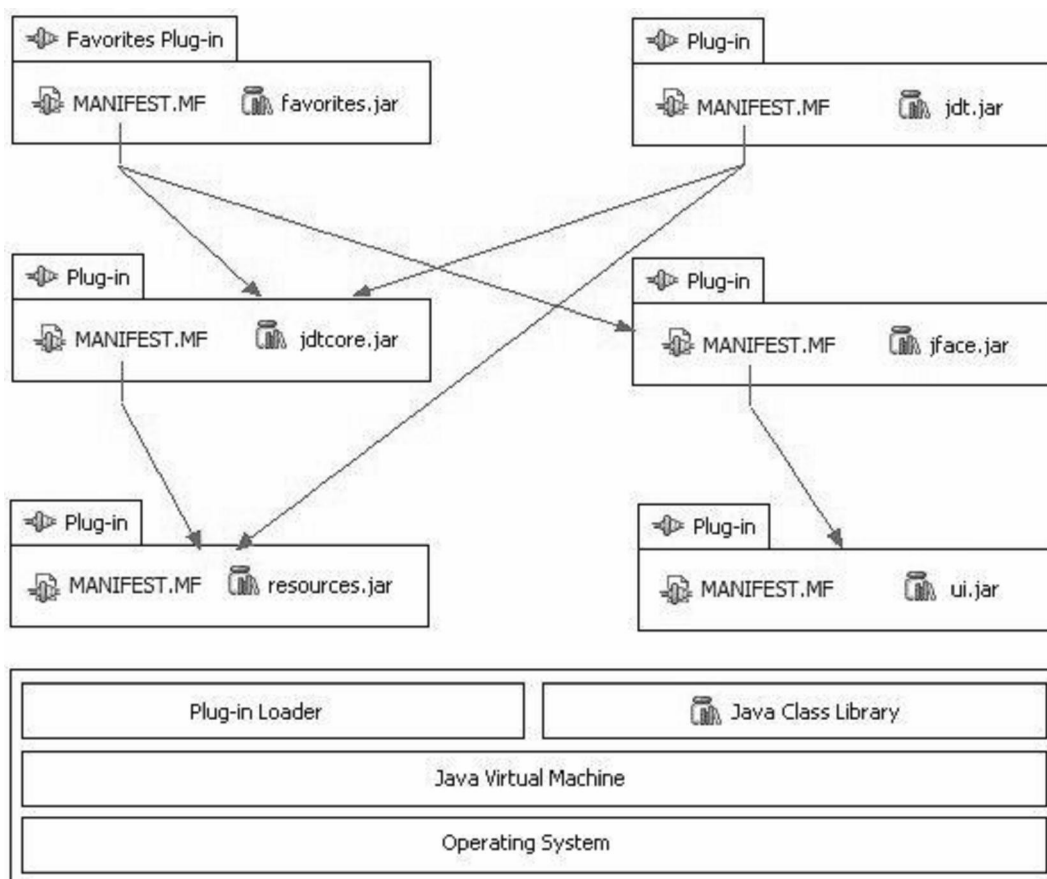
## 4.2. Panaudojimo atveju aprašymai

Sukurto įrankio panaudos atveju aprašymas pateikiamas 15 lentelėje.

**15 lentelė.** Panaudos atveju diagramos aprašymas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skaitymas iš failo</li> </ul>	<p><b>Tikslas:</b> Atidaromas diagramos failas.  <b>Aktoriai:</b> Užsakovas  <b>Ryšiai su kitais PA:</b> -  <b>Nefunkciniai reikalavimai:</b> -  <b>Prieš sąlygos:</b> -  <b>Sužadinimo sąlyga:</b> Spaudžiamas meniu mygtukas „atidaryti“.  <b>Po sąlyga:</b> Atidaroma diagrama.  <b>Pagrindinis scenarijus:</b> Spaudžiamas meniu mygtukas „atidaryti“, nurodomas diagramos failas.  <b>Alternatyvūs scenarijai:</b> -  <b>Architektūriniai ypatumai:</b> Skaitymui bus panaudotos standartines JAVA programavimo kalbos bibliotekos, galinčios apdoroti XML failus. Nuskaityti duomenys bus saugomi kompiuterio atmintyje, individualiose duomenų struktūrose.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saugojimas į failą</li> </ul>	<p><b>Tikslas:</b> Saugoma atidaryta diagrama į failą.  <b>Aktoriai:</b> Užsakovas  <b>Ryšiai su kitais PA:</b> -  <b>Nefunkciniai reikalavimai:</b> -  <b>Prieš sąlygos:</b> Atidaryta diagrama.  <b>Sužadinimo sąlyga:</b> Spaudžiamas meniu mygtukas „saugoti“.  <b>Po sąlyga:</b> Diagrama išsaugoma kietame diske.  <b>Pagrindinis scenarijus:</b> Spaudžiamas meniu mygtukas „saugoti“, nurodoma vieta ir failo pavadinimas.  <b>Alternatyvūs scenarijai:</b> Galima atšaukti procesą.  <b>Architektūriniai ypatumai:</b> Iš individualių duomenų struktūrų, duomenys transformuojami ir išsaugomi XML faile. XML failų rašymui bus panaudotos standartinės JAVA programavimo kalbos bibliotekos.</p>

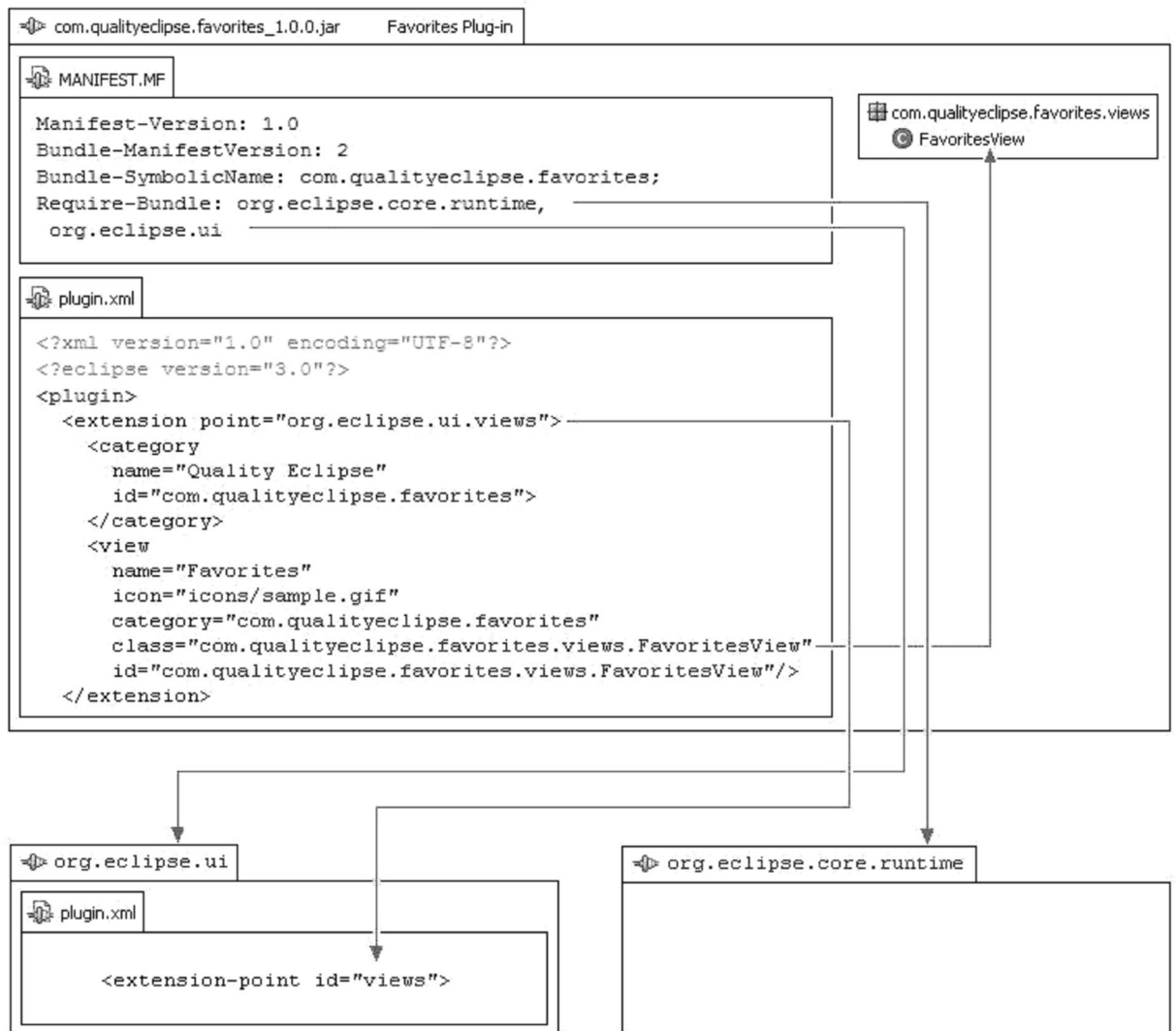
### 4.3. Eclipse platformos įskiepių apžvalga



**2 pav.** Eclipse aplinkoje, daugelis komponentų yra priklausomi vienas nuo kito. [*Eclipse plug-ins, Third Editon, 20010*]

Eclipse programavimo aplinka sudaryta iš daugybės vienas nuo kito priklausančių komponentų. Kiekvieno komponento veikimas yra įgyvendintas realizacijoje (programavimo kalbos kode), tačiau nuo ko priklausomas ir ką atlieka komponentas yra aprašoma „MANIFEST.MF“ ir „plugin.xml“ failuose. Šis išdėstymas naudojamas sėkmingai įgyvendinti uždelstą komponentų paleidimą (lazy-loading) programoje, tai reiškia, kad kai kurie komponentai nėra įjungti, nors programa ir paleista. Taip sutaupoma sistemos resursų ir pati programa veikia kur kas greičiau. Eclipse programos paleidimo metu yra nuskaitomi visi „MANIFEST.MF“ ir „plugin.xml“ failai, ir esant reikalui, užkraunamas reikiamas komponentas į atmintį.

Paveikslėlyje apačioje pateikiamas pavyzdys, kaip gali atrodyti komponentas įjungtas į Eclipse sistemą, kaip komponentas nurodo ryšius į kitus komponentus



3 pav. Komponento aprašymas Eclipse programoje. [Eclipse plug-ins, Third Edition, 2009]

#### 4.4. Įvertinimas.

Naudojant Eclipse platformą ir įskiepio architektūrą sukurtas programinis komponentas, leidžiantis atlikti požymių modelių specifikacijų transformacijas į SFXM, FDL, OWL ir XMI formatus.

Pasirinkto sprendimo pranašumai: naudojant atviro kodo platformą buvo galima naudotis trečiųjų šalių komponentais; įskiepio architektūra leido lengvai integruoti sukurtą komponentą į požymių modeliavimo sistemą FD2.

Trūkumai: Eclipse platformos versijos greitai keičiasi, todėl sukurtą įrankį reikės dažnai atnaujinti, kad jis galėtų veikti su naujausiomis platformos versijomis. Nėra suderinamumo su senomis platformos versijomis.



## 5. POŽYMIŲ MODELIŲ TRANSFORMATORIAUS EKSPERIMENTINĖ DALIS

### 5.1. Eksperimento tikslai, objektas ir sąlygos

Eksperimento tikslai:

1) Atlikti sukurto įrankio (požymių modelių transformatoriaus) techninių charakteristikų (vykdymo greičio, atminties naudojimo) tyrimą, kad nustatyti praktines įrankio panaudojimo ribas ir numatyti įrankio darbo su dideliais realių sistemų požymių modeliais.

2) Atlikti sugeneruotų požymių modelių specifikacijų sudėtingumo tyrimą.

Eksperimento objektas: požymių modelių bibliotekoje ([http://gsd.uwaterloo.ca:8088/SPLIT/feature\\_model\\_repository\\_depot.html](http://gsd.uwaterloo.ca:8088/SPLIT/feature_model_repository_depot.html)) saugomi požymių modeliai (žr. 16 lentelė). Šiuos požymių modelius dažnai naudoja požymių modeliavimo srityje dirbantys tyrėjai (pvz., [MBC09]), todėl juos galima vadinti tipiniais srities modeliais (angl. *benchmark*).

**16 lentelė.** Požymių modelių, su kuriais buvo atliekamas eksperimentas, aprašymas

Pavadinimas	Požymių skaičius	FDL tekstinės specifikacijos dydis, baitais	Aprašymas
Cellphone-fm	11	204	Mobilus telefonas
Digital-video-system-fm	24	422	Skaitmeninė video sistema
Documentation-generation-fm	44	1040	Dokumentacijos generatorius
Eshop-fm	285	7830	Internetinė parduotuvė
Graph-manipulation	30	984	Grafo manipuliavimas
Graph-product-line-fm	20	635	Grafo produktų linija
Home-integration-system-fm	55	1425	Namų išmanioji sistema
Insurance-product-fm	25	515	Draudimo produktas
James-fm	14	225	Vartotojo modelis
Jplug-fm	14	269	Programavimo komponentas
Key-word-in-context-fm	26	560	Konteksto raktinis žodis
Model-transformation-fm	87	1969	Modelio transformacija
Monitor-engine-system-fm	17	323	Variklio stebėjimo sistema
Telecommunication-system-fm	12	277	Telekomunikacijų sistema
Text-editor-fm	18	397	Tekstinis editorius
Thread-domain-fm	46	1011	Gijos stebėjimas (programavime)
Virtual-office-of-future-fm	12	284	Futuristinis virtualus biuras

Web-portal-fm	43	737	Internetinis portalas
Phone-fm	12	204	Mobilus telefonas

FDL tekstinė specifikacija aprašymui buvo pasirinkta nes jos dydis yra pats mažiausias. Kitų kalbų specifikacijų įvertinimai bus pateikti vėliau.

Iš viso buvo transformuota 19 požymių modelių (toliau PM) tekstinių specifikacijų:

- iš SFXM į FDL
- iš FDL į XMI
- iš XMI į FDL
- iš XMI į OWL

## **5.2. Požymių modelių transformavimo įrankio techninių charakteristikų tyrimas**

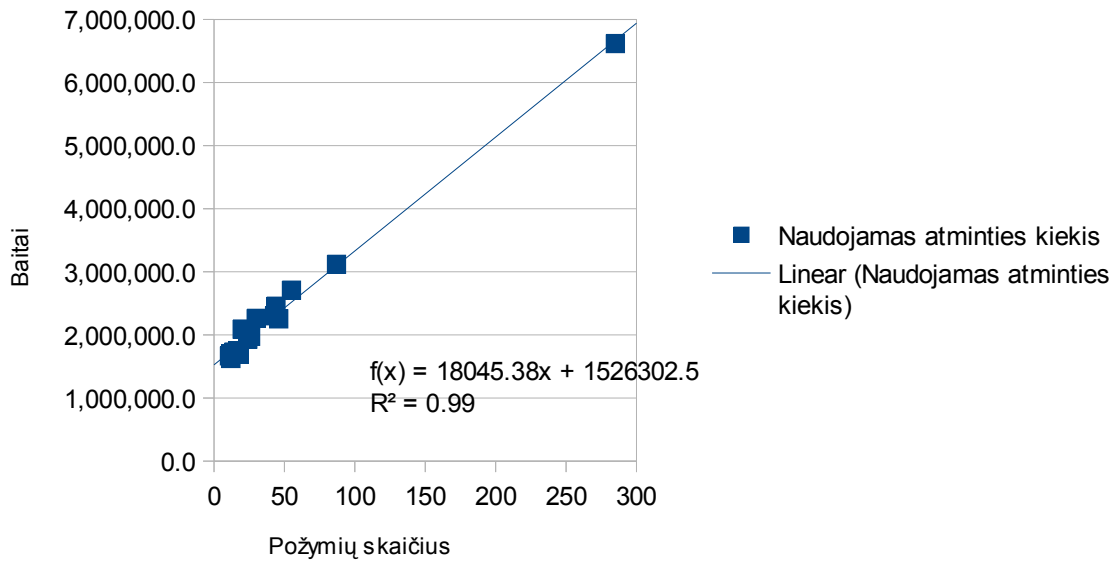
Siekiant gauti tikslesnius duomenis, kiekvienas modelis buvo transformuojamas 10 kartų į kiekvieną kalbą. Skaičiavimams buvo panaudoti rezultatų vidurkiai.

Kiekvienos kalbos transformacijai buvo nustatyta kompiuterio atminties ir procesoriaus darbo laiko priklausomybė nuo PM tekstinio specifikavimo sudėtingumo.

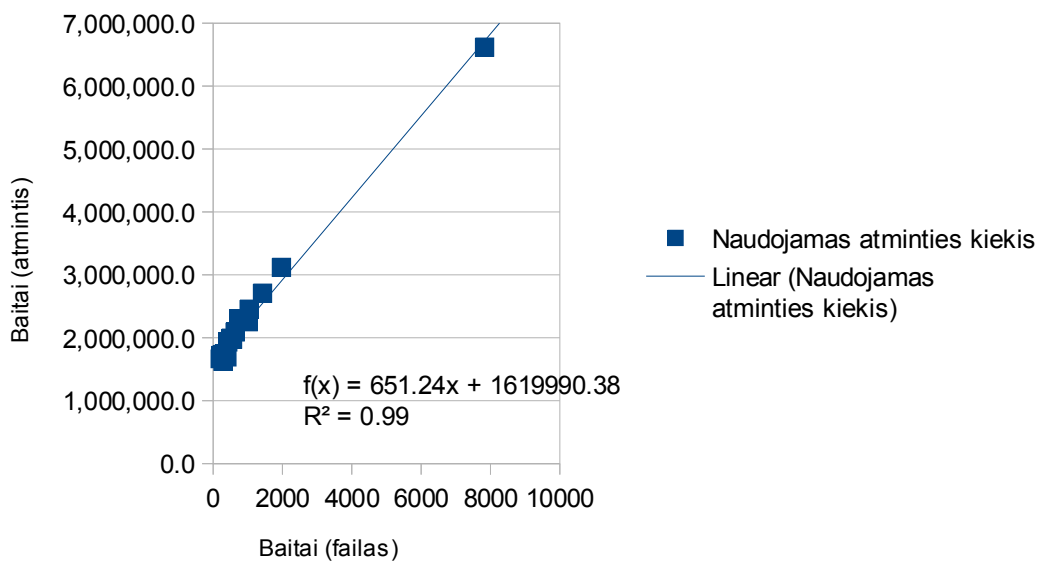
Kiekvienam eksperimentui/grafikui buvo atlikta regresinė analizė – nustatyta priklausomybės funkcinė išraiška ir koreliacija.

### **5.2.1. Tyrimo rezultatai SFXM į FDL transformacijai**

SFXM į FDL transformacijai nustatyta naudotos atminties tiesinė priklausomybė ( $R^2 = 0,99$ ) nuo požymių skaičiaus (žr. 4 pav) ir specifikacijos dydžio (žr. 5 pav). Tai reiškia, kad transformavimo įrankis dirba efektyviai ir stabiliai su požymių modeliais, kurių sudėtingumas (vertinant pagal požymių skaičių) ir dydis (skaičiuojant baitais) neviršija eksperimente naudotų požymių modelių sudėtingumo ir dydžio.



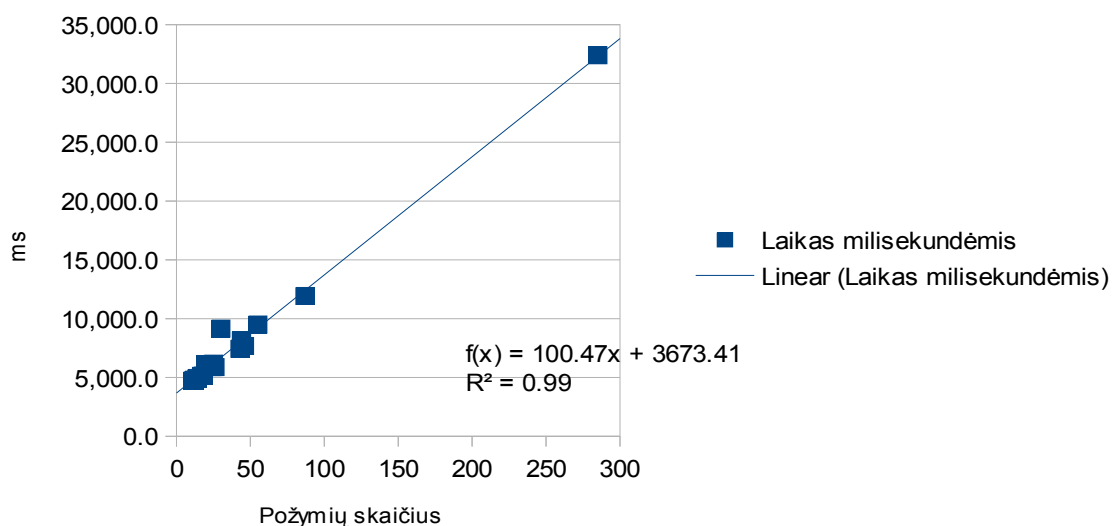
**4 pav.** Atminties naudojimo priklausomybė nuo požymių skaičiaus, atliekant PM transformaciją iš SFXM į FDL formatą



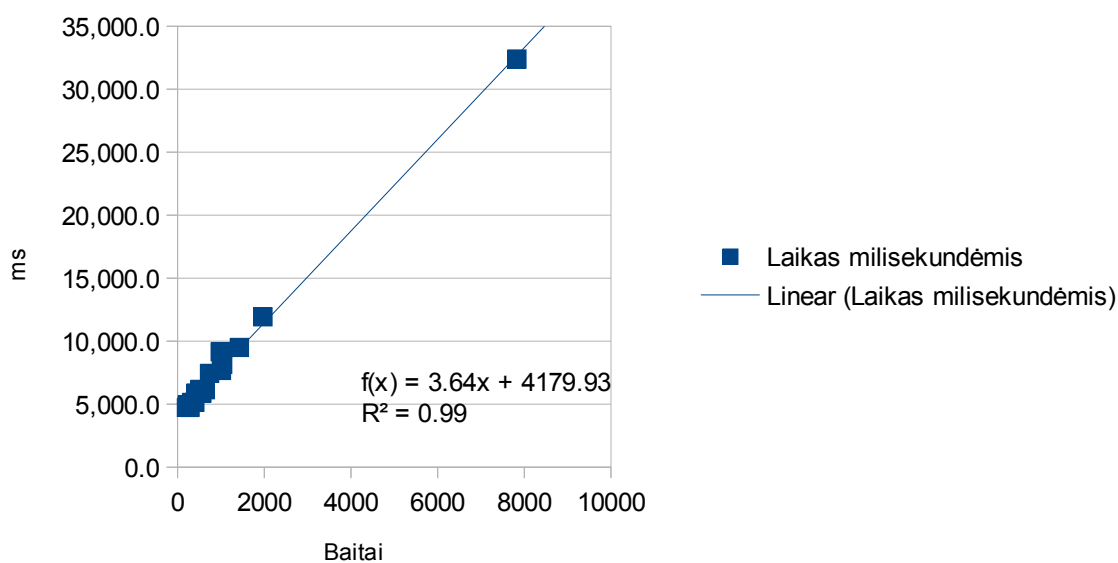
**5 pav.** Atminties naudojimo priklausomybė nuo specifikacijos dydžio, atliekant PM transformaciją iš SFXM į FDL formatą

SFXM į FDL transformacijai nustatyta transformacijos vykdymo laiko tiesinė priklausomybė ( $R^2 = 0,99$ ) nuo požymių skaičiaus (žr. 6 pav) ir specifikacijos dydžio (žr. 7 pav). Tai reiškia, kad

transformavimo įrankis dirba greitai ir prognozuojamai su požymių modeliais, kurių sudėtingumas (vertinant pagal požymių skaičių) ir dydis (skaičiuojant baitais) neviršija eksperimente naudotų požymių modelių sudėtingumo ir dydžio.



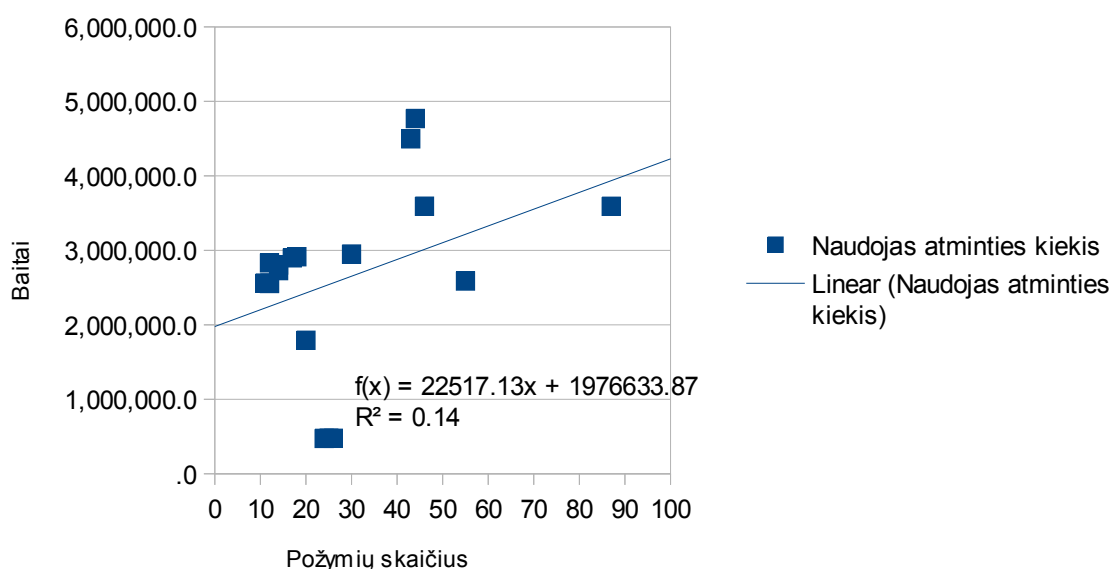
**6 pav.** Vykdomo laiko priklausomybė nuo požymių skaičiaus, atliekant PM transformaciją iš SFXM į FDL formatą



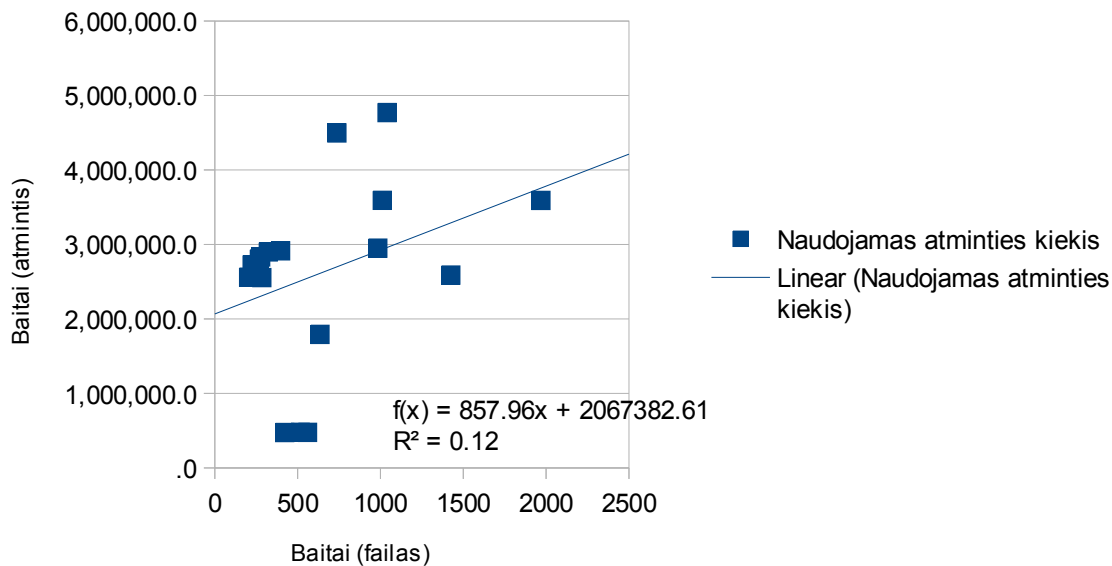
**7 pav.** Vykdomo laiko priklausomybė nuo specifikacijos dydžio, atliekant PM transformaciją iš SFXM į FDL formatą

### 5.2.2. Tyrimo rezultatai FDL į XMI transformacijai

FDL į XMI transformacijai nustatyta naudotos atminties tiesinė priklausomybė nuo požymių skaičiaus (žr. 8 pav) ir specifikacijos dydžio (žr. 9 pav) nenustatyta ( $R^2 = 0,12$ ). Tai reiškia, kad transformavimo įrankis, atlikdamas šią transformaciją dirba su atmintimi dirba neefektyviai. XMI specifikacijos struktūra gerokai skiriasi nuo FDL specifikacijos struktūros: XMI specifikacija yra medžio tipo struktūra, o FDL specifikacija turi tiesinę struktūrą. Tiesinės struktūros konvertavimas į medžio tipo struktūrą nėra trivialus dalykas, todėl transformacijos algoritmas turėtų būti tobulinamas.

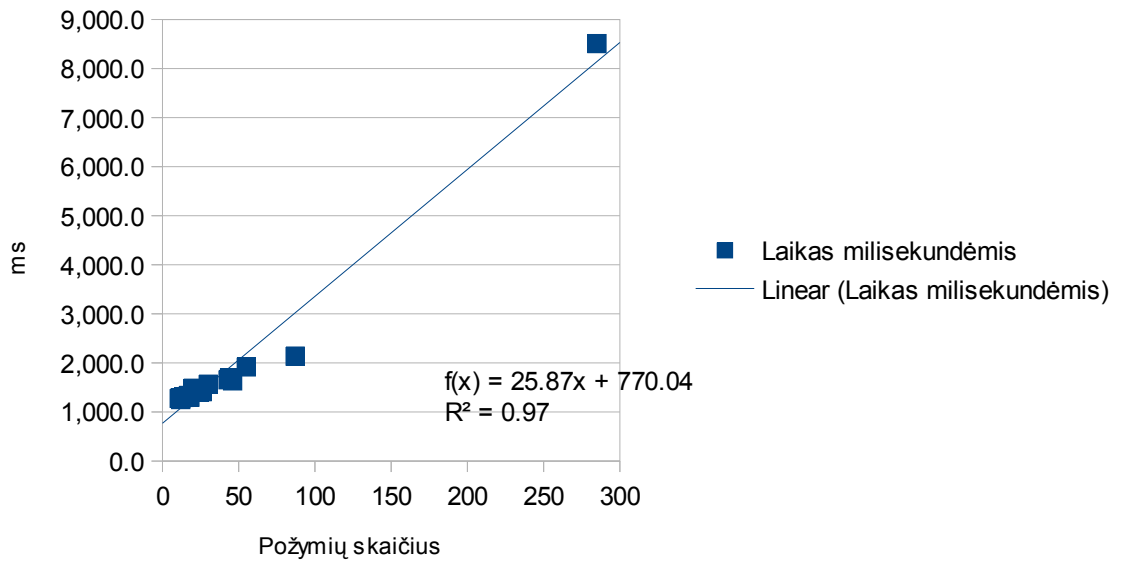


**8 pav.** Atminties naudojimo priklausomybė nuo požymių skaičiaus (be „E-shop“ PM), atliekant PM transformaciją iš FDL į XMI formatą

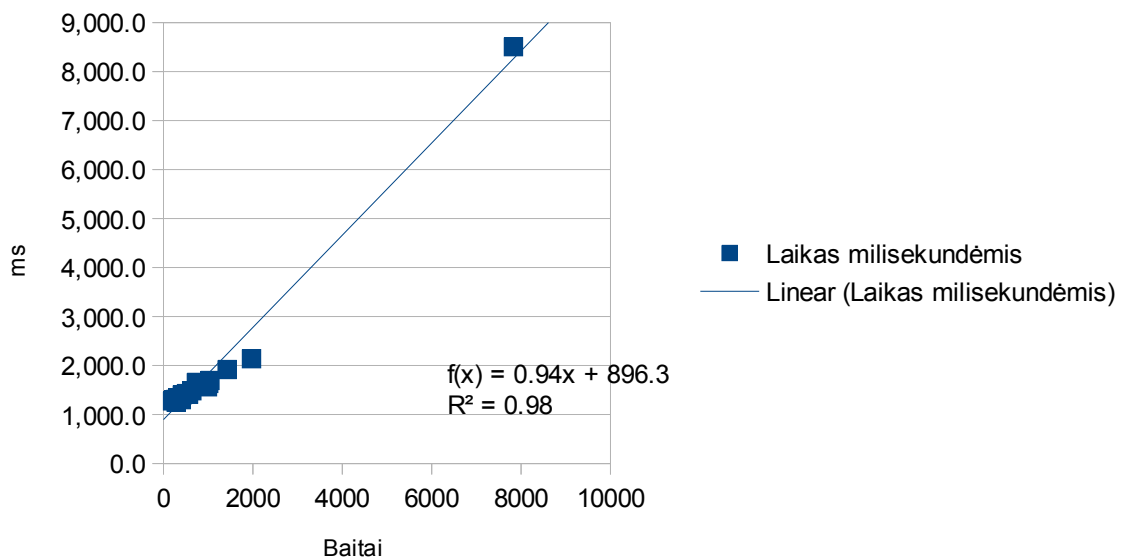


**9 pav.** Atminties naudojimo priklausomybė nuo specifikacijos dydžio (be „e-shop“ PM), atliekant PM transformaciją iš FDL į XMI formatą

FDL į XMI transformacijai nustatyta transformacijos vykdymo laiko tiesinė priklausomybė ( $R^2 = 0,97$ ) nuo požymių skaičiaus (žr. 10 pav ) ir specifikacijos dydžio (žr. 11 pav). Tai reiškia, kad transformavimo įrankis dirba pakankamai greitai su požymių modeliais, kurių sudėtingumas (vertinant pagal požymių skaičių) ir dydis (skaičiuojant baitais) neviršija eksperimente naudotų požymių modelių sudėtingumo ir dydžio.



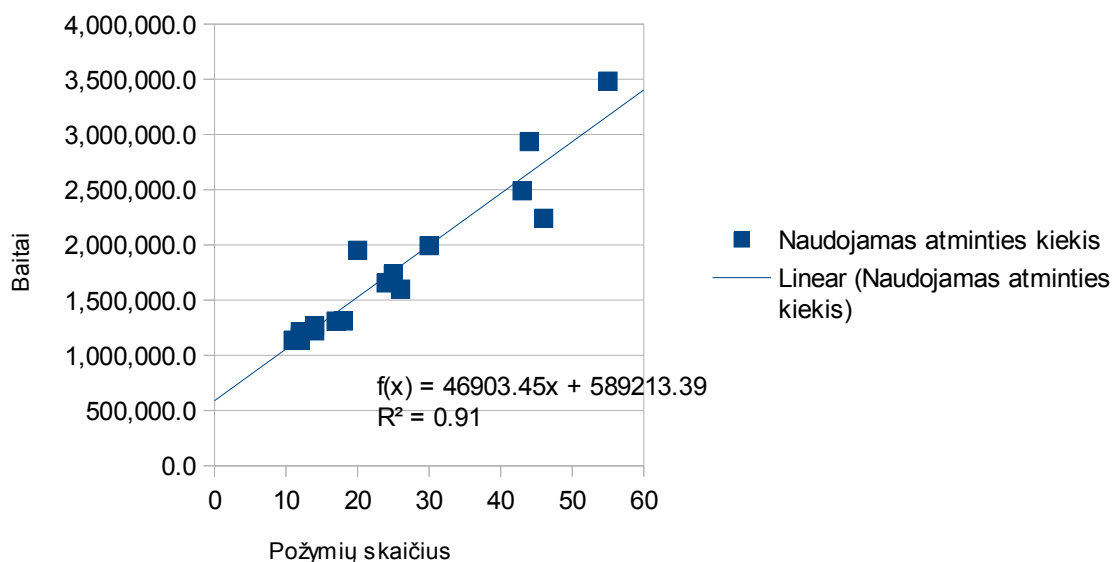
**10 pav.** Vykdomo laiko priklausomybė nuo požymių skaičiaus, atliekant PM transformaciją iš FDL į XMI formatą



**11 pav.** Vykdomo laiko priklausomybė nuo specifikacijos dydžio, atliekant PM transformaciją iš FDL į XMI formatą

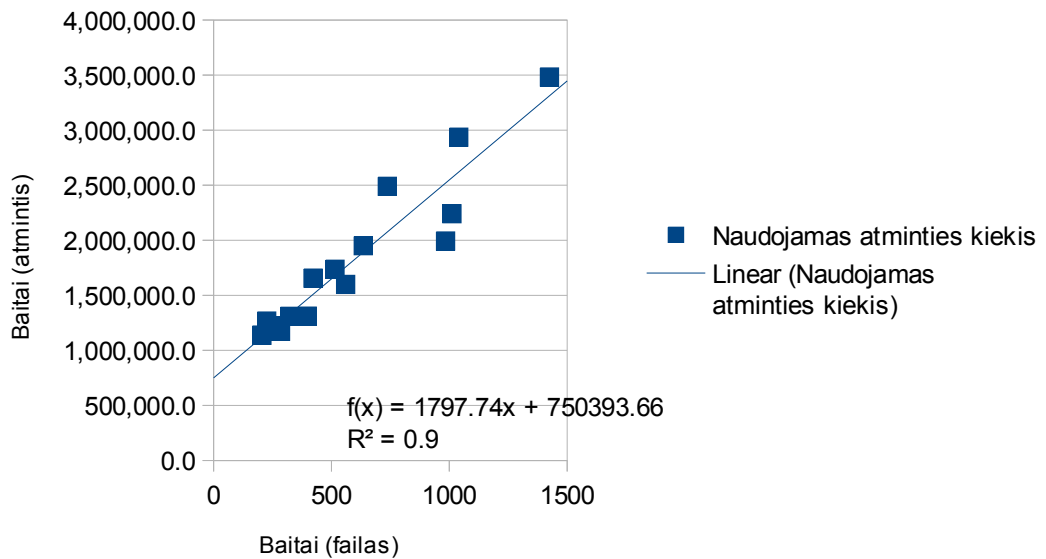
### 5.2.1. Tyrimo rezultatai XMI į FDL transformacijai

XMI į FDL transformacijai nustatyta naudotos atminties tiesinė priklausomybė ( $R^2 = 0,91$ ) nuo požymių skaičiaus (žr. 12 pav.) ir specifikacijos dydžio (žr. 13 pav). Tai reiškia, kad transformavimo įrankis dirba efektyviai ir stabiliai su požymių modeliais, kurių sudėtingumas (vertinant pagal požymių skaičių) ir dydis (skaičiuojant baitais) neviršija eksperimente naudotų požymių modelių sudėtingumo ir dydžio.



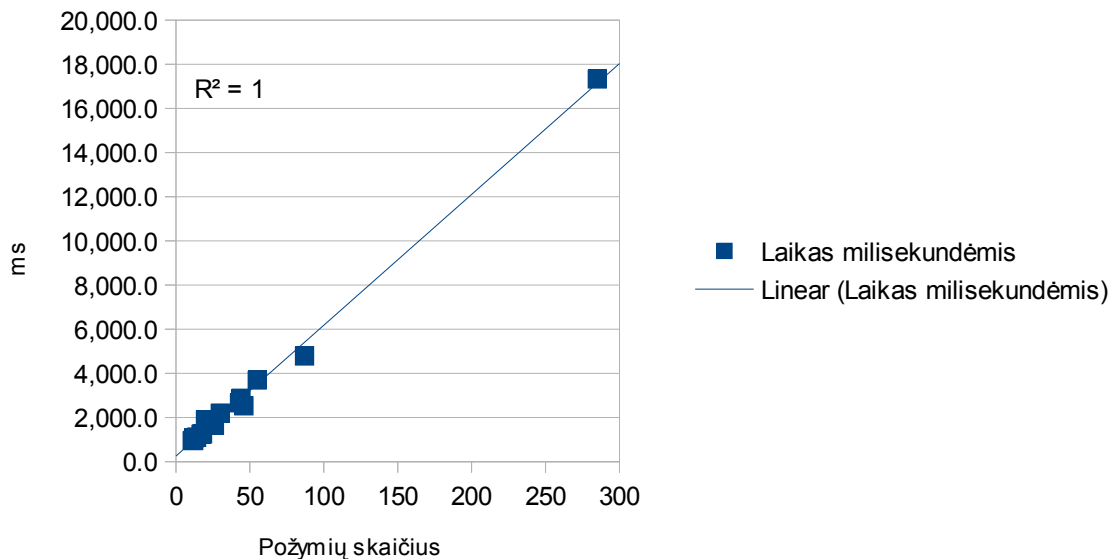
**12 pav.** Atminties naudojimo priklausomybė nuo požymių skaičiaus (be „e-shop“ PM), atliekant PM transformaciją iš XMI į FDL formatą



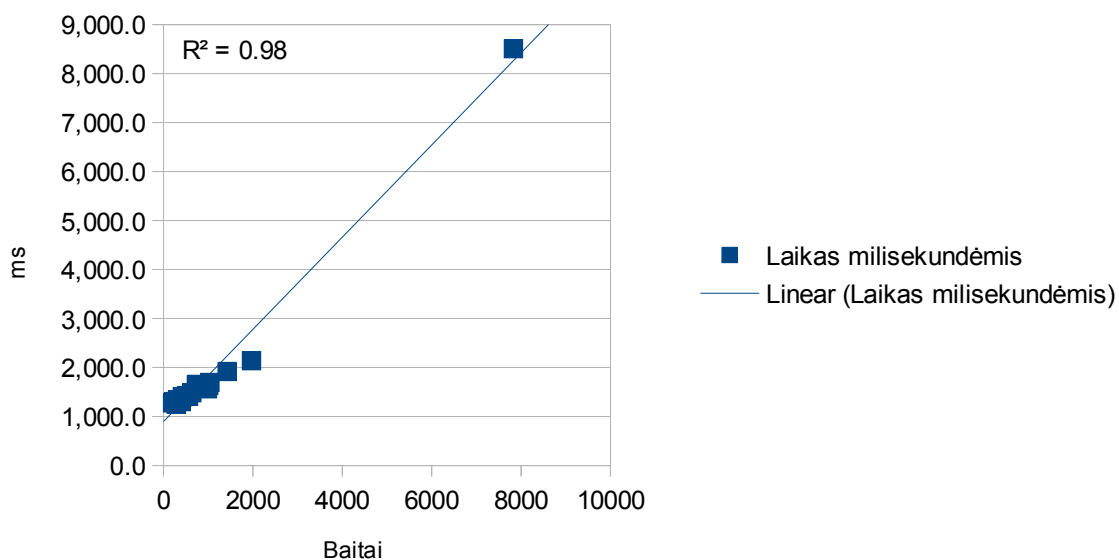


**13 pav.** Atminties naudojimo priklausomybė nuo specifikacijos dydžio (be „e-shop“ PM), atliekant PM transformaciją iš XMI į FDL formatą

XMI į FDL transformacijai nustatyta transformacijos vykdymo laiko tiesinė priklausomybė ( $R^2 = 0,98$ ) nuo požymių skaičiaus (žr. 14 pav) ir specifikacijos dydžio (žr. 15 pav). Tai reiškia, kad transformavimo įrankis dirba pakankamai greitai su požymių modeliais, kurių sudėtingumas (vertinant pagal požymių skaičių) ir dydis (skaičiuojant baitais) neviršija eksperimente naudotų požymių modelių sudėtingumo ir dydžio.



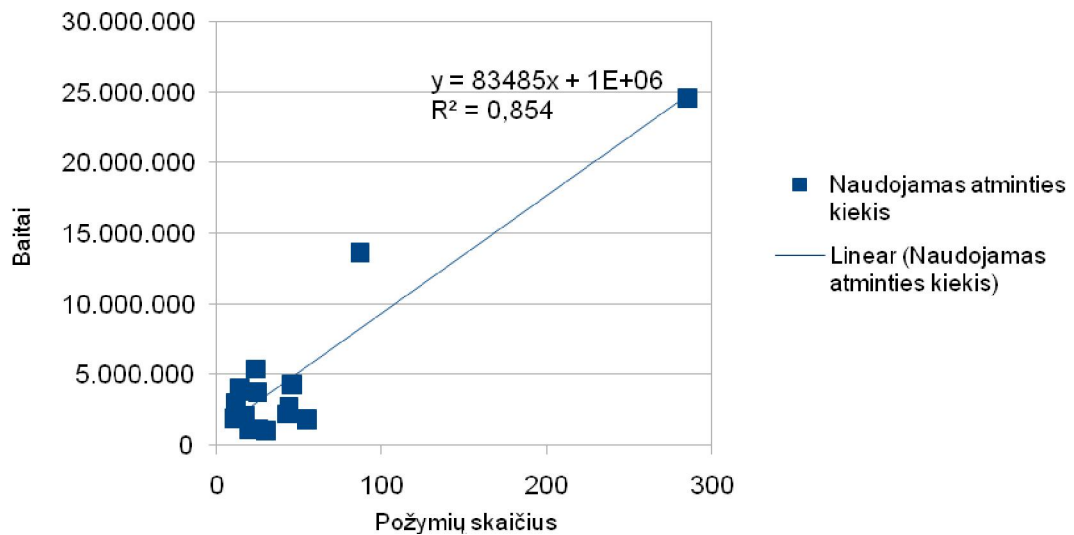
**14 pav.** Vykdomo laiko priklausomybė nuo požymių skaičiaus, atliekant PM transformaciją iš XMI į FDL formatą



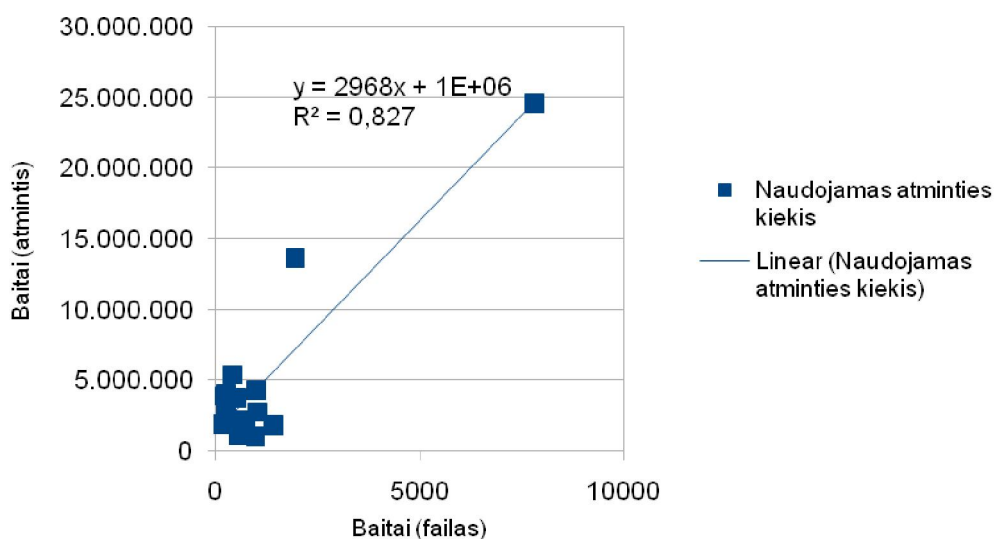
**15 pav.** Vykdomo laiko priklausomybė nuo specifikacijos dydžio, atliekant PM transformaciją iš XMI į FDL formatą

### 5.2.2. Tyrimo rezultatai XMI į OWL transformacijai

XMI į OWL transformacijai nustatyta naudotos atminties tiesinė priklausomybė ( $R^2 = 0,85$ ) nuo požymių skaičiaus (žr. 16 pav) ir specifikacijos dydžio (žr. 17 pav). Tai reiškia, kad transformavimo įrankis dirba efektyviai ir stabiliai su požymių modeliais, kurių sudėtingumas (vertinant pagal požymių skaičių) ir dydis (skaičiuojant baitais) neviršija eksperimente naudotų požymių modelių sudėtingumo ir dydžio.

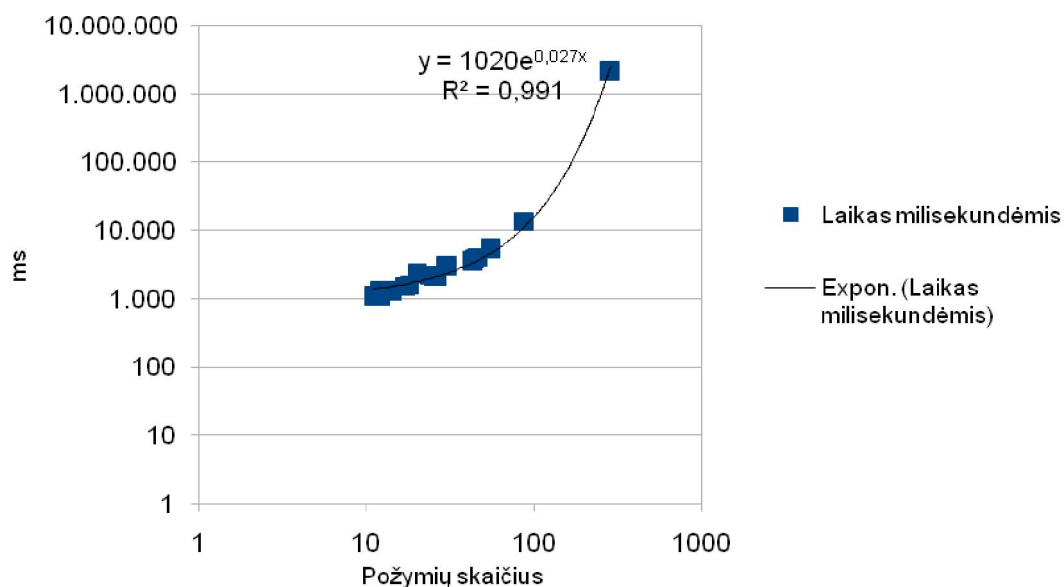


16 pav. Atminties naudojimo priklausomybė nuo požymių skaičiaus, atliekant PM transformaciją iš XMI į OWL formatą

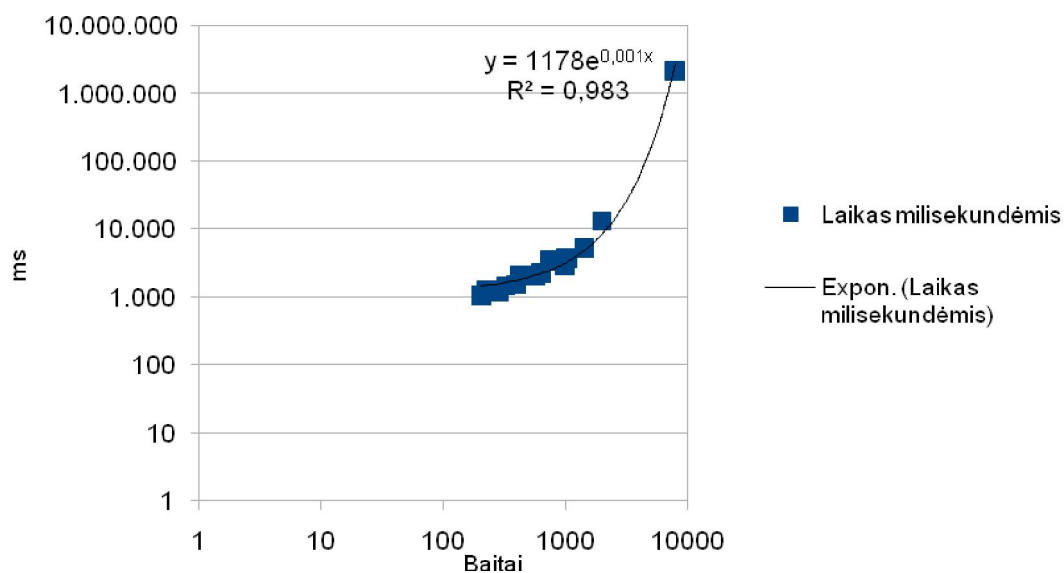


**17 pav.** Atminties naudojimo priklausomybė nuo specifikacijos dydžio, atliekant PM transformaciją iš XMI į OWL formatą

XMI į OWL transformacijai: nustatyta transformacijos vykdymo laiko eksponentinė priklausomybė ( $R^2 = 0,91$ ) nuo požymių skaičiaus (žr. 18 pav) ir specifikacijos dydžio (žr. 19 pav). Tai reiškia, kad transformavimo įrankio algoritmo sudėtingumas yra eksponentinis, o įrankio taikymas dirbant su didesniais požymių modeliais, turi ribas.



**18 pav.** Vykdomo laiko priklausomybė nuo požymių skaičiaus, atliekant PM transformaciją iš XMI į OWL formatą



**19 pav.** Vykdomo laiko priklausomybė nuo specifikacijos dydžio, atliekant PM transformaciją iš XMI į OWL formatą

### 5.3. Kiekybinis Požymių modelių specifikuojimo kalbų sudėtingumo įvertinimas

Kiekybiniu požiūriu buvo įvertintas SXFM, FDL, XMI ir OWL kalbų sudėtingumas.

Kiekybiškai kalbos buvo vertinamos pagal Kolmogorovo kriterijų ir specifikuojimo dydį.

Santykinis Kolmogorovo kriterijus yra skirtas programų sudėtingumo įvertinimui. Vertina informacijos dimensiją.

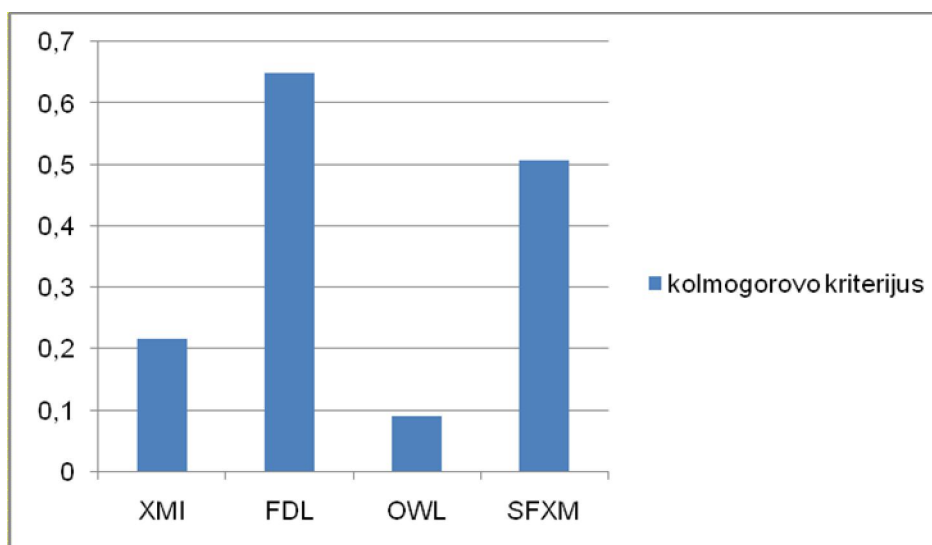
Tegul  $x$  yra tiriama programa (specifikacija),  $\text{size}(x)$  – programos dydis baitais, o  $\text{zip}(x)$  - standartinio archyvatatoriaus (su maksimaliu suspaudimu) gražinamas suarchyvuotas failas. Tada santykinis Kolmogorovo sudėtingumas  $K$  lygus:

$$K = \frac{\text{size}(\text{zip}(x))}{\text{size}(x)}$$

Jeigu  $K \rightarrow 1$ , programa (specifikacija) užrašoma lakoniškai, be pasikartojimų, programos sintaksė neperteklinė.

Jeigu  $K \rightarrow 0$ , programoje daug nereikalingų atsikartojimų, sintaksė perteklinė. [DAŠT10]

Specifikacijų sudėtingumo įvertinimo pagal Kolmogorovo santykinį Kolmogorovo kriterijų rezultatai pateikti paveikslėlyje apačioje. Tyrimas atliktas su požymių modelių bibliotekoje ([http://gsd.uwaterloo.ca:8088/SPLIT/feature\\_model\\_repository\\_depot.html](http://gsd.uwaterloo.ca:8088/SPLIT/feature_model_repository_depot.html)) saugomais 19 požymių modelių. Pateikti rezultatų vidurkiai

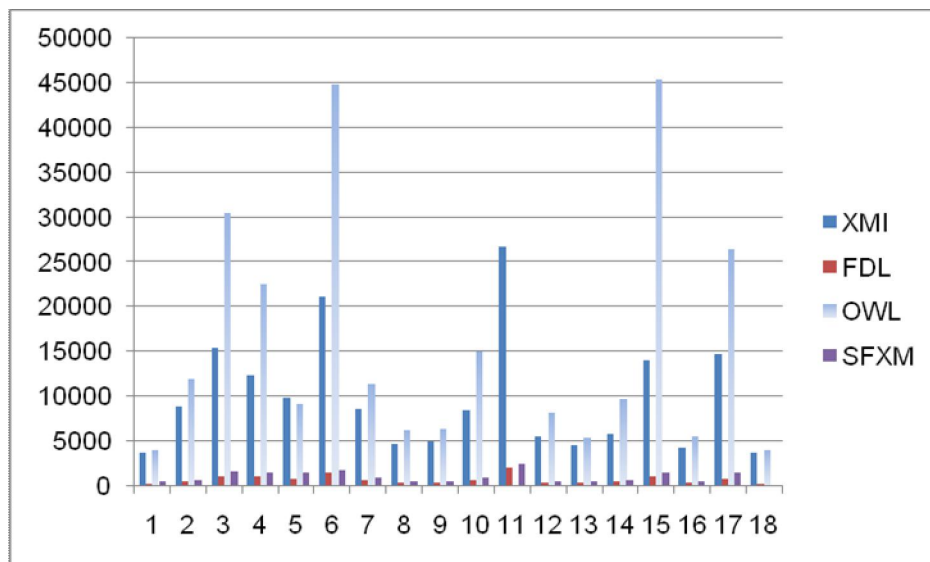


20 pav. Kalbų įvertinimas pagal Kolmogorovo kriterijų

Rezultatai gali būti vertinami taip: FDL ir SFXM yra kalba skirta žmonėms, tuo tarpu XMI ir OWL – mašininė kalba. OWL ir XMI yra perteklinės dėl savo specifinio taikymo.

SFXM turi XML žymes kurios prideda pertekliško, tuo tarpu FDL yra grynai žmonėms skirta kalba be jokių papildomų žymių

Kiekybinis specifikavimo kalbų notacijų palyginimas pagal specifikacijų dydį pateiktas (žr. 21 pav)



21 pav. Kiekybinis kalbų palyginimas pagal specifikacijos dydį

Matome kad mašininės tekstinės XMI ir OWL specifikacijos yra 20x ir daugiau didesnės už SFXM ir FDL specifikacijas skirtas žmonėms.

#### 5.4. Eksperimentų išvados

Atlikus transformacijų atminties naudojimo ir vykdymo greičio matavimo tyrimus nustatyta:

1) kai transformacija atliekama tarp specifikacijų, kurios turi tiesinę struktūrą (SFXM į FDL), arba iš medžio tipo struktūrą turinčios specifikacijos į tiesinę struktūrą turinčią specifikaciją (XMI į FDL), nustatyta tiesinė priklausomybė tarp naudojamos atminties/laiko ir požymio modelio dydžio/sudėtingumo. Tai reiškia, kad transformacijas realizuojant programa dirba efektyviai, prognozuojamai (atlikta tiesinė regresija ir nustatyta aukšta koreliacijos koeficiento reikšmė). Įrankis gali būti naudojamas didelių realių sistemų požymių modelių transformacijoms atlikti.

2) kai transformacija atliekama tarp specifikacijų, kurios turi netiesinę (medžio tipo) struktūrą (XMI -> OWL), arba iš tiesinę struktūrą turinčios specifikacijos į medžio tipo struktūrą

turinčią specifikaciją (FDL -> XMI), nustatyta tiesinės priklausomybės tarp naudojamos atminties/laiko ir požymio modelio dydžio/sudėtingumo nenustatyta arba nustatyta eksponentinė priklausomybė. Tai reiškia, kad transformacijas realizuojant programa dirba neefektyviai, (atlikta tiesinė regresija ir nustatyta aukšta koreliacijos koeficiento reikšmė). Įrankis negali būti naudojamas didelių realių sistemų požymių modelių transformacijoms atlikti. Tokio tipo transformacijas aprašantys algoritmai turėtų būti tobulinami. Įrankio taikomumo ribas nusako sudėtingiausio modelio „E-Shop“ užfiksuotos transformacijų techninės charakteristikos, pvz., konvertavimas iš XMI į OWL užtruko apie 15 minučių, tai daugiau nei priimtinas transformavimo laikas. „Eshop-fm“ aprašo sudėtingumas, priklausomai nuo kalbos, buvo nuo 3 iki 5 kartų sudėtingesnis už artimiausio sudėtingumo PM aprašą.

3) FDL ir SFXM kalbų sudėtingumas pagal santykinį Kolmogorovo kriterijų yra didžiausias, tai reiškia, kad šių kalbų notacija yra glausta, sintaksė neperteklinė ir geriausiai tinka naudoti sistemų projektuotojams specifikuojant požymių modelius rankiniu būdu. OWL ir XMI kalbų sudėtingumas pagal santykinį Kolmogorovo kriterijų yra mažiausias, tai reiškia, kad šių kalbų sintaksė yra perteklinė, o specifikacijų dydis yra didelis. Jos yra pritaikytos naudoti kitoms programoms (įrankiams), o ne žmonėms.



## 6. IŠVADOS

1) Atlikta PM tekstinio specifikavimo kalbų analizė. Nustatyta, kad perspektyviausios tekstinės požymių modeliavimo yra SFXM ir FDL, nes jos palyginti plačiai naudojamos požymių modeliavimo srityje, XMI kalba, nes tai yra standartinė diagramų apskaitos kalba, ir OWL kalba, leidžianti susieti požymių modelius su ontologijomis ir pasinaudoti galingais ontologijų loginio suderinamumo patikrinimo įrankiais.

2) Atliktas kokybinis požymių specifikavimo kalbų sudėtingumo įvertinimas. Nustatyta, kad visos kalbos turi privalumų ir trūkumų priklausomai nuo savo paskirties. Todėl galima daryti išvadą, kad artimiausiu metu nebus vienos vyraujančios požymių modelių specifikavimo kalbos, o tyrėjai ir toliau naudos įvairias kalbas priklausomai nuo jų taikymo tikslo.

3) Atlikus požymių modeliavimo įrankių analizę nustatyta, kad geriausiai transformacijų įrankį realizuoti Eclipse platformoje naudojant įskiepio architektūrą, nes naudojant atviro kodo platformą galima naudotis trečiųjų šalių komponentais; įskiepio architektūra leido lengvai integruoti sukurta komponentą į požymių modeliavimo sistemą FD2.

4) Atlikus transformacijų atminties naudojimo ir vykdymo greičio matavimo tyrimus nustatyta, kad kai transformacija atliekama tarp specifikacijų, kurios turi tiesinę struktūrą (SFXM -> FDL), arba iš medžio tipo struktūrą turinčios specifikacijos į tiesinę struktūrą turinčią specifikaciją (XMI -> FDL), įrankis dirba efektyviai, prognozuojamai. Įrankis gali būti naudojamas didelių realių sistemų požymių modelių transformacijoms atlikti. Kai transformacija atliekama tarp specifikacijų, kurios turi netiesinę (medžio tipo) struktūrą (XMI -> OWL), arba iš tiesinę struktūrą turinčios specifikacijos į medžio tipo struktūrą turinčią specifikaciją (FDL -> XMI), įrankis dirba neefektyviai ir negali būti naudojamas didelių realių sistemų požymių modelių transformacijoms atlikti. Tokio tipo transformacijos aprašantys algoritmai turėtų būti tobulinami.

5) Atlikus požymių kalbų specifikacijų sudėtingumo tyrimą nustatyta, kad FDL ir SFXM kalbų notacija yra glausta, sintaksė neperteklinė ir geriausiai tinka naudoti sistemų projektuotojams specifikuojant požymių modelius rankiniu būdu. OWL ir XMI kalbų sintaksė yra perteklinė, o specifikacijų dydis yra didelis. Jos yra pritaikytos naudoti kitoms programoms (įrankiams), o ne žmonėms.

## 7. LITERATŪRA

- [BCFH10] Boucher, Q.; Classen, A.; Faber, P. and Heymans, P. Introducing TVL, a Text-based Feature Modelling Language. Proc. of the Fourth International Workshop on Variability Modelling of Software-intensive Systems (VaMoS'10), Linz, Austria, January 27-29, 2010, pp. 159-162.
- [CBH10] Andreas Classen, Quentin Boucher, Patrick Heymans. A text-based approach to feature modelling: Syntax and semantics of TVL, DOI, SCICO 2010.
- [CWK92] C.W. Krueger, *Software reuse*, *ACM Computing Surveys (CSUR)*, v.24 n.2, June 1992 p. 131-183.
- [CZE00] K. Czarnecki, U.W. Eisenecker. *Generative Programming*, Addison-Wesley, 2000.
- [CZKK06] K. Czarnecki, C.H.P. Kim, K.T. Kalleberg, Feature Models are Views on Ontologies. Proc. of 10th Int. Software Product Line Conference (SPLC'06), 2006, pp. 41-51.
- [DAŠT10] R.Damaševičius, V.Štuikys. Metrics for Evaluation of Metaprogram Complexity. *ComSIS*, Vol. 7, No. 4, 2010, p. 769-787
- [DEKL02] van Deursen A., Klint P. Domain-Specific Language Design Requires Feature Descriptions. *Journal of Computing and Information Technology*, 2002, 10(1), 1-17.
- [DEKL02b] A. van Deursen, P. Klint, Domain-specific language design requires feature descriptions, *J. Comput. Inf. Technol. CIT* 10 (2002) 1–18.
- [DST08] R. Damaševičius, V. Štuikys, E. Toldinas. Domain Ontology-Based Generative Component Design Using Feature Diagrams and Meta-Programming Techniques. Proc. of 2nd European Conference on Software Architecture ECSA 2008, September 29 - October 1, Paphos, Cyprus. In R. Morrison, D. Balasubramaniam, and K. Falkner (Eds.), Springer-Verlag, 2008, p. 338-341.
- [EPAH09] Elfaki A.O., Phon-Amnuaisuk S., Ho C.K. Modeling variability in software product line using first order logic. Proc. of 7th ACIS Int. Conf. on Software Engineering Research, Management and Applications (SERA2009), December 2-4, 2009.
- [GRPE96] Green, T., Petre, M.: Usability analysis of visual programming environments: a 'cognitive dimensions' framework. *Journal of Visual Languages and Computing* 7(2), 1996, 131–174
- [HORA88] Holtz, N., Rasdorf, W.: An evaluation of programming languages and language features for engineering software development. *Engineering with Computers* 3, 1988, 183–199.
- [JC08] Jean-Christophe, *Quality of Feature Diagram Languages: Formal Evaluation and Comparison*, 2008.

- [KCH90] Kang K.C., Cohen S.G., Hess J.A., Novak W.E., Peterson A.S. Feature-oriented domain analysis (FODA) feasibility study. Technical Report CMU/SEI-90-TR-021, SEI, Carnegie Mellon University, November 1990.
- [KEAT00] M. Keating. Measuring Design Quality by Measuring Design Complexity. Proc. of the 1st Int. Symp. On Quality of Electronic Design (ISQED 2000), San Jose, California, 2000, p103-108.
- [KINS98] W. Kintsch. Comprehension: a paradigm for cognition. Cambridge University Press, 1998.
- [LaGr06] R. Laue, V. Gruhn. Complexity metrics for business process models. In W. Abramowicz and H. C. Mayr (Eds.), Proc. of 9th Int. Conf. on Business Information Systems (BIS 2006), LNI 85, 2006, p. 1-12.
- [MBC09] M. Mendonca, M. Branco, D. Cowan, S.P.L.O.T. - software product lines online tools. Proc. of OOPSLA'09, 2009, 761–762.
- [MBC09] M. Mendonca, M. Branco, D. Cowan, S.p.l.o.t. - software product lines online tools, in: Proceedings of OOPSLA'09, pp. 761–762.
- [MEND09] M. Mendonca, Efficient reasoning techniques for large scale feature models, Ph.D. Thesis, University of Waterloo, 2009.
- [MILL56] G. Miller. The Magic Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. The Psychological Review, Vol. 63(2), 1956, p. 81-97.
- [PBL05] Pohl K., Bockle G., van der Linden F. *Software Product Line Engineering*. Springer 2005.
- [RBSN02] Riebisch, M., Böllert, K., Streitferdt, D., Philippow, I. Extending feature diagrams with UML multiplicities. In: 6th Conference on Integrated Design & Process Technology (IDPT 2002), Pasadena, California, USA 2002, p. 2-7.
- [SDBL08] V. Štuikys, R. Damaševičius, I. Brauklytė, V. Limanauskienė. Exploration of Learning Object Ontologies Using Feature Diagrams. Proc. of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, Vienna, Austria 2008, p. 2144-2154, ISBN 1880094657.
- [TrZw81] D.A. Troy, S.H. Zweben. Measuring the Quality of Structured Designs. Journal of Systems and Software, Vol. 2, 1981, p. 113-120.
- [WSZH07] H.H. Wang, Y.F. Li, J. Sun, H. Zhang, J. Pan. Verifying feature models using OWL. Web Semantics 5, 2 (June 2007), 117-129.

## 8. PRIEDAI

### 8.1. Cellphone-fm SFXM tekstinė specifikacija

```
<feature_model name="Cellphone">
<feature_tree>
:r cellphone
  :o wireless
    :g [1,*]
      : infrared
      : bluetooth (bluetooth)
  :m accu_cell
    :g [1,1]
      : li_ion (li_ion)
      : ni_mh
      : ni_ca (ni_ca)
  :m display
    :g [1,1]
      : color (color)
      : monochrome
</feature_tree>
<constraints>
c1: (~bluetooth) or li_ion
c2: (~color) or (~ni_ca)
</constraints>
</feature_model>
```

### 8.2. Cellphone-fm FDL tekstinė specifikacija

```
cellphone: all (?wireless, accucell, display)
wireless: more-of (infrared, bluetooth)
accucell: one-of (liion, nimh, nica)
display: one-of (color, monochrome)
bluetooth requires liion
color excludes nica
```

### 8.3. Cellphone-fm XMI tekstinė specifikacija

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<fd2:Diagram xmi:version="2.0" xmlns:xmi="http://www.omg.org/XMI"
xmlns:fd2="fd2" xmi:id="_985e341b-4d78-4c2f-8d93-adda8d46085b">
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_c669334f-03ed-4004-b84f-
ffdf6991f65" name="cellphone">
    <childRelations xmi:type="fd2:OptionalRelation" xmi:id="_77e5818d-986c-4e7f-
93ef-c4c6d4b14294" targetFeatureNode="_7c050136-9890-4cde-87ff-4cda5d2c69f5"/>
    <childRelations xmi:type="fd2:MandatoryRelation" xmi:id="_96aa99e5-572b-
40c9-8be6-e6425b20438a" targetFeatureNode="_84e42fc0-9c7f-42c3-8ee1-
3561e1dfea4c"/>
    <childRelations xmi:type="fd2:MandatoryRelation" xmi:id="_1ae07fa5-66a5-
4585-a69e-2d550f01ae34" targetFeatureNode="_686d9fd4-f673-45fa-8668-
30defacbb82f"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_7c050136-9890-4cde-87ff-
4cda5d2c69f5" name="wireless">
    <childRelations xmi:type="fd2:OptionalRelation" xmi:id="_a21abc7-0212-4a44-
a167-041d4709342b" targetFeatureNode="_ae4edb23-a8d4-42fb-b1e0-b991f2461eaa"/>
    <childRelations xmi:type="fd2:OptionalRelation" xmi:id="_52ec4ad7-fbe7-407b-
9440-e5439d05a2ae" targetFeatureNode="_b6ebbd55-7d71-49f2-8417-07c7b71235b4"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_84e42fc0-9c7f-42c3-8ee1-
3561e1dfea4c" name="accucell">
```

```

      <childRelations xmi:type="fd2:CaseOrRelation" xmi:id="_36752e58-236d-4160-8993-0361fdf30533" targetFeatureNodes="_50fa87f1-b34c-4d26-9964-c1ad7e7390b0_7756bbfb-6b2f-49a0-ad61-cda08cfb9b15_72250c46-6927-4975-80d8-5a96d825ae82" />
    </diagramElements>
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_686d9fd4-f673-45fa-8668-30defacbb82f" name="display">
      <childRelations xmi:type="fd2:CaseOrRelation" xmi:id="_7dbe6c40-0004-4415-a579-447d0918a180" targetFeatureNodes="_2f840439-71fb-436a-9341-dddd18b5ae48_503133a1-40f6-4ff2-94ae-468a1d5c121e" />
    </diagramElements>
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_b6ebbd55-7d71-49f2-8417-07c7b71235b4" name="bluetooth">
      <childRelations xmi:type="fd2:RequireRelation" xmi:id="_5138bdb9-7f7e-45e7-bcc0-fe8eaba8dcb2" targetFeatureNode="_50fa87f1-b34c-4d26-9964-c1ad7e7390b0" />
    </diagramElements>
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_2f840439-71fb-436a-9341-dddd18b5ae48" name="color">
      <childRelations xmi:type="fd2:ExclusiveCaseRelation" xmi:id="_34a63786-08c1-41b1-8021-47df5d9e36a4" targetFeatureNodes="_72250c46-6927-4975-80d8-5a96d825ae82" upperBound="1" />
    </diagramElements>
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_7c050136-9890-4cde-87ff-4cda5d2c69f5" name="wireless" />
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_84e42fc0-9c7f-42c3-8ee1-3561e1dfea4c" name="accucell" />
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_686d9fd4-f673-45fa-8668-30defacbb82f" name="display" />
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_ae4edb23-a8d4-42fb-b1e0-b991f2461eaa" name="infrared" />
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_b6ebbd55-7d71-49f2-8417-07c7b71235b4" name="bluetooth" />
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_50fa87f1-b34c-4d26-9964-c1ad7e7390b0" name="liron" />
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_7756bbfb-6b2f-49a0-ad61-cda08cfb9b15" name="nimh" />
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_72250c46-6927-4975-80d8-5a96d825ae82" name="nica" />
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_2f840439-71fb-436a-9341-dddd18b5ae48" name="color" />
    <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_503133a1-40f6-4ff2-94ae-468a1d5c121e" name="monochrome" />
  </fd2:Diagram>

```

#### 8.4. Cellphone-fm OWL tekstinė specifikacija

```
<?xml version="1.0"?>
```

```

<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns="http://soften.ktu.lt/~damarobe/Cellphone-fm.owl#"
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xml:base="http://soften.ktu.lt/~damarobe/Cellphone-fm.owl">
  <owl:Ontology rdf:about="">
    <owl:imports
rdf:resource="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege"/>
    <owl:versionInfo rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
      >version 1.2</owl:versionInfo>
    <rdfs:comment xml:lang="en">Feature model</rdfs:comment>
  </owl:Ontology>

```

```

<owl:Class rdf:ID="Feature"/>
<owl:Class rdf:ID="MandatoryFeature">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Feature"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="OptionalFeature">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Feature"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#cellphone">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:ID="#wireless"/>
        <owl:Class rdf:ID="#accucell"/>
        <owl:Class rdf:ID="#display"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#wireless">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:ID="#infrared"/>
        <owl:Class rdf:ID="#bluetooth"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#OptionalFeature"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#accucell">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:ID="#liion"/>
        <owl:Class rdf:ID="#nimh"/>
        <owl:Class rdf:ID="#nica"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#display">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:ID="#color"/>
        <owl:Class rdf:ID="#monochrome"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#liion">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class rdf:about="#bluetooth"/>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

```

```

<owl:Class rdf:about="#bluetooth">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class rdf:about="#liion"/>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#nica">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:complementOf rdf:resource="#color"/>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#color">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:complementOf rdf:resource="#nica"/>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#infrared">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#nimh">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#monochrome">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#nimh">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#infrared">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#monochrome">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#monochrome">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#infrared">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#nimh">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>
</rdf:RDF>

```

## 8.5. Virtual-office-of-future-fm SFXM tekstine specifikacija

```

<feature_model name="Virtual_office_of_the_Future">
<feature_tree>
:r vof
  :o undefined_on_paper
  :m follow_me
    :o undefined_on_paper
    :m user_localize
      :m user_pos_method
        :g [1,1]
          : access_point
          : rfid
    :m logon
      :o undefined_on_paper
  :o virtual_printer
  :m printer_register
  :m file_upload
  :o file_converter

```

```
</feature_tree>
<constraints>
</constraints>
</feature_model>
```

## 8.6. Virtual-office-of-future-fm FDL tekstinė specifikacija

vof: all (?undefinedonpaper, followme, ?virtualprinter)  
followme: all (?undefinedonpaper, userlocalize, logon)  
userlocalize: all (userposmethod)  
userposmethod: one-of (accesspoint, rfid)  
logon: all (?undefinedonpaper)  
virtualprinter: all (printerregister, fileupload, ?fileconverter)

## 8.7. Virtual-office-of-future-fm XMI tekstinė specifikacija

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<fd2:Diagram xmi:version="2.0" xmlns:xmi="http://www.omg.org/XMI"
xmlns:fd2="fd2" xmi:id="_cbe4f4b0-934f-4047-a355-19cb6546e915">
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_ceb2b4ca-1ea3-4dcb-9cd2-
20f94022c60c" name="vof">
    <childRelations xmi:type="fd2:OptionalRelation" xmi:id="_128ae129-3599-408f-
b06c-33fb0df831a6" targetFeatureNode="_c3d1b8be-78e3-4d7a-a285-266f10eb6525"/>
    <childRelations xmi:type="fd2:MandatoryRelation" xmi:id="_ecea66a1-8225-
433e-a479-5c2db625a226" targetFeatureNode="_5e533ada-9360-4e50-9e74-
d1e3e8da37b6"/>
    <childRelations xmi:type="fd2:OptionalRelation" xmi:id="_427f3701-d946-423d-
bf92-0f798b81c34a" targetFeatureNode="_c0d7b71f-74c7-4cd9-9051-c9eb14f1717a"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_5e533ada-9360-4e50-9e74-
d1e3e8da37b6" name="followme">
    <childRelations xmi:type="fd2:OptionalRelation" xmi:id="_a28e39bb-3472-42b5-
b2f1-41f18d144104" targetFeatureNode="_c3d1b8be-78e3-4d7a-a285-266f10eb6525"/>
    <childRelations xmi:type="fd2:MandatoryRelation" xmi:id="_8e9aa4dd-9003-
4890-832d-162df791774e" targetFeatureNode="_1b91e702-0074-4b31-be44-
615604ebc856"/>
    <childRelations xmi:type="fd2:MandatoryRelation" xmi:id="_5af08b9b-bfd4-
4088-ab40-51a9a5743c0a" targetFeatureNode="_21f82eb3-88ec-4123-9d82-
e704ff715984"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_1b91e702-0074-4b31-be44-
615604ebc856" name="userlocalize">
    <childRelations xmi:type="fd2:MandatoryRelation" xmi:id="_4839b11f-ec88-
4422-b573-ba3b67764c27" targetFeatureNode="_6ade5688-cde2-4ada-9662-
58ada38353cb"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_6ade5688-cde2-4ada-9662-
58ada38353cb" name="userposmethod">
    <childRelations xmi:type="fd2:CaseOrRelation" xmi:id="_2faac55e-3a0d-4979-
b56d-c1b7931e96ee" targetFeatureNodes="_453b68bb-f3cf-4105-aa9d-4f4015e114a8
_54465f08-25b9-4ac1-9b8d-41d816b48412 "/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_21f82eb3-88ec-4123-9d82-
e704ff715984" name="logon">
    <childRelations xmi:type="fd2:OptionalRelation" xmi:id="_f6011ea3-e749-4418-
b12c-8ea1a310beb9" targetFeatureNode="_c3d1b8be-78e3-4d7a-a285-266f10eb6525"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_c0d7b71f-74c7-4cd9-9051-
c9eb14f1717a" name="virtualprinter">
    <childRelations xmi:type="fd2:MandatoryRelation" xmi:id="_6ddca4a6-6680-
4222-88ec-6a740f949b8b" targetFeatureNode="_82361306-62fb-4e1d-b96b-
f2ba5ffff19c7"/>
  </diagramElements>
</fd2:Diagram>
```



```

    <childRelations xmi:type="fd2:MandatoryRelation" xmi:id="_646c219e-02c5-
435b-a024-b25d5e6124fd" targetFeatureNode="_c5506a12-7798-4e74-b066-
830e968361aa"/>
    <childRelations xmi:type="fd2:OptionalRelation" xmi:id="_515caf98-f8d3-47d9-
a8e5-c18ac8f9f1e5" targetFeatureNode="_a5259e19-e066-41dd-b654-1d284f19f66a"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_c3d1b8be-78e3-4d7a-a285-
266f10eb6525" name="undefinedonpaper"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_5e533ada-9360-4e50-9e74-
d1e3e8da37b6" name="followme"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_c0d7b71f-74c7-4cd9-9051-
c9eb14f1717a" name="virtualprinter"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_1b91e702-0074-4b31-be44-
615604ebc856" name="userlocalize"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_21f82eb3-88ec-4123-9d82-
e704ff715984" name="logon"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_6ade5688-cde2-4ada-9662-
58ada38353cb" name="userposmethod"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_453b68bb-f3cf-4105-aa9d-
4f4015e114a8" name="accesspoint"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_54465f08-25b9-4ac1-9b8d-
41d816b48412" name="rfid"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_82361306-62fb-4e1d-b96b-
f2ba5ffff19c7" name="printerregister"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_c5506a12-7798-4e74-b066-
830e968361aa" name="fileupload"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_a5259e19-e066-41dd-b654-
1d284f19f66a" name="fileconverter"/>
</fd2:Diagram>

```

## 8.8. Virtual-office-of-future-fm OWL tekstinė specifikacija

```
<?xml version="1.0"?>
```

```

<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns="http://soften.ktu.lt/~damarobe/Cellphone-fm.owl#"
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xml:base="http://soften.ktu.lt/~damarobe/Cellphone-fm.owl">

  <owl:Ontology rdf:about="">
    <owl:imports
rdf:resource="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege"/>
    <owl:versionInfo rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
>version 1.2</owl:versionInfo>
    <rdfs:comment xml:lang="en">Feature model</rdfs:comment>
  </owl:Ontology>

  <owl:Class rdf:ID="Feature"/>

  <owl:Class rdf:ID="MandatoryFeature">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Feature"/>
  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:ID="OptionalFeature">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Feature"/>
  </owl:Class>

  <owl:Class rdf:about="#vof">
    <owl:equivalentClass>

```

```

<owl:Class>
  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Class rdf:ID="#undefinedonpaper"/>
    <owl:Class rdf:ID="#virtualprinter"/>
    <owl:Class rdf:ID="#followme"/>
  </owl:unionOf>
</owl:Class>
</owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#followme">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:ID="#undefinedonpaper"/>
        <owl:Class rdf:ID="#userlocalize"/>
        <owl:Class rdf:ID="#logon"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#userlocalize">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:ID="#userposmethod"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#userposmethod">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:ID="#accesspoint"/>
        <owl:Class rdf:ID="#rfid"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#logon">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:ID="#undefinedonpaper"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#OptionalFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#virtualprinter">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:ID="#fileconverter"/>
        <owl:Class rdf:ID="#printerregister"/>
        <owl:Class rdf:ID="#fileupload"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>

```

```

</owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#undefinedonpaper">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#accesspoint">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#rfid">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#printerregister">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#fileupload">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#fileconverter">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#accesspoint">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#undefinedonpaper">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#rfid">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#printerregister">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#fileupload">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#fileconverter">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#rfid">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#undefinedonpaper">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#accesspoint">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#printerregister">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#fileupload">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#fileconverter">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#printerregister">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#undefinedonpaper">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#accesspoint">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#rfid">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#fileupload">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#fileconverter">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#fileupload">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#undefinedonpaper">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#accesspoint">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#rfid">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#printerregister">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#fileconverter">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#fileconverter">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#undefinedonpaper">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#accesspoint">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#rfid">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#printerregister">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#fileupload">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>
</rdf:RDF>

```

## 8.9. Telecommunication-system-fm SFXM tekstiné specifikacija

```

<feature_model name="Telecommunication_System">
<feature_tree>
:r tecom
  :o ipvoice (ipvoice)
    :m software

```

```

                :g [1,1]
                    : swpack1 (swpack1)
                    : swpack2
:m rack
    :m sizes
        :g [1,1]
            : large
            : medium
            : small
:o messaging (messaging)
    :o upgrade_swpack (upgrade_swpack)
</feature_tree>
<constraints>
c1: (~swpack1) or (~upgrade_swpack)
c2: (~ipvoice) or (~messaging) or upgrade_swpack
</constraints>
</feature_model>

```

## 8.10. Telecommunication-system-fm FDL tekstiné specifikacija

```

tecom: all (?ipvoice, rack, ?messaging)
ipvoice: all (software)
software: one-of (swpack1, swpack2)
rack: all (sizes)
sizes: one-of (large, medium, small)
messaging: all (?upgradeswpack)
swpack1 excludes upgradeswpack
ipvoice excludes messaging
ipvoice requires upgradeswpack

```

## 8.11. Telecommunication-system-fm XMI tekstiné specifikacija

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<fd2:Diagram xmi:version="2.0" xmlns:xmi="http://www.omg.org/XMI"
xmlns:fd2="fd2" xmi:id="_b05d2fea-0df8-4cb8-a69d-a8f56342c0e3">
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_14f84927-ed23-41ac-bd24-
e2a2b91daa73" name="tecom">
    <childRelations xmi:type="fd2:OptionalRelation" xmi:id="_0421df31-54a8-4125-
9aca-ba77743746e9" targetFeatureNode="_2f2609a0-2210-484e-b86b-c8e24cfba6a6"/>
    <childRelations xmi:type="fd2:MandatoryRelation" xmi:id="_a486ffc4-5fb1-
42d5-8d00-595522bc25a1" targetFeatureNode="_9f8a4e4b-31a0-41a0-a2f2-
71b4fb22eeca"/>
    <childRelations xmi:type="fd2:OptionalRelation" xmi:id="_6f2b1393-33a7-4578-
a9ef-53f4cf57dfc1" targetFeatureNode="_67fe246d-60e0-4a07-9afc-0e541c34c5fa"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_2f2609a0-2210-484e-b86b-
c8e24cfba6a6" name="ipvoice">
    <childRelations xmi:type="fd2:MandatoryRelation" xmi:id="_ec088545-eaeb-
4fd2-b752-baa92a5363c7" targetFeatureNode="_93353e26-e0b7-4ff8-b7ff-
9fb5b4417936"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_93353e26-e0b7-4ff8-b7ff-
9fb5b4417936" name="software">
    <childRelations xmi:type="fd2:CaseOrRelation" xmi:id="_80f3a746-2104-435f-
8cef-3ad8c1bcf24c" targetFeatureNodes="_89e8b173-2ae2-49ae-ad6e-bf63d4f5a335-
_431d5eea-7458-47fc-b3ad-dd60578b0542 "/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_9f8a4e4b-31a0-41a0-a2f2-
71b4fb22eeca" name="rack">

```

```

    <childRelations xmi:type="fd2:MandatoryRelation" xmi:id="_1a93b314-033f-
46c4-866e-315762399bec" targetFeatureNode="_8102c674-9686-401a-9504-
f65411f3b1fb"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_8102c674-9686-401a-9504-
f65411f3b1fb" name="sizes">
    <childRelations xmi:type="fd2:CaseOrRelation" xmi:id="_216d1828-8a9b-46b8-
a893-ca1562d1512f" targetFeatureNodes="_8e5196c9-5ec0-40b8-8774-005f966fc215
_3bbb0d70-fbee-4680-8183-972697077ff5 _f7a36200-f251-43ee-8768-5c0a4b54e503 "/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_67fe246d-60e0-4a07-9afc-
0e541c34c5fa" name="messaging">
    <childRelations xmi:type="fd2:OptionalRelation" xmi:id="_5f5ade49-38db-4ccd-
9e89-df52c3b18d15" targetFeatureNode="_e05d71b9-1961-4381-aa41-4da431c75809"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_89e8b173-2ae2-49ae-ad6e-
bf63d4f5a335" name="swpack1">
    <childRelations xmi:type="fd2:ExclusiveCaseRelation" xmi:id="_bd8be6f4-01a6-
4c0f-bc3c-668942774ffb" targetFeatureNodes="_e05d71b9-1961-4381-aa41-
4da431c75809 " upperBound="1"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_2f2609a0-2210-484e-b86b-
c8e24cfba6a6" name="ipvoice">
    <childRelations xmi:type="fd2:ExclusiveCaseRelation" xmi:id="_d3e00768-f3a6-
4351-9cc7-1a8b84f31946" targetFeatureNodes="_67fe246d-60e0-4a07-9afc-
0e541c34c5fa " upperBound="1"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_2f2609a0-2210-484e-b86b-
c8e24cfba6a6" name="ipvoice">
    <childRelations xmi:type="fd2:RequireRelation" xmi:id="_83ef003b-359f-4030-
b219-237a52c90f8e" targetFeatureNode="_e05d71b9-1961-4381-aa41-4da431c75809"/>
  </diagramElements>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_2f2609a0-2210-484e-b86b-
c8e24cfba6a6" name="ipvoice"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_9f8a4e4b-31a0-41a0-a2f2-
71b4fb22eeca" name="rack"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_67fe246d-60e0-4a07-9afc-
0e541c34c5fa" name="messaging"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_93353e26-e0b7-4ff8-b7ff-
9fb5b4417936" name="software"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_89e8b173-2ae2-49ae-ad6e-
bf63d4f5a335" name="swpack1"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_431d5eea-7458-47fc-b3ad-
dd60578b0542" name="swpack2"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_8102c674-9686-401a-9504-
f65411f3b1fb" name="sizes"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_8e5196c9-5ec0-40b8-8774-
005f966fc215" name="large"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_3bbb0d70-fbee-4680-8183-
972697077ff5" name="medium"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_f7a36200-f251-43ee-8768-
5c0a4b54e503" name="small"/>
  <diagramElements xmi:type="fd2:FeatureNode" xmi:id="_e05d71b9-1961-4381-aa41-
4da431c75809" name="upgradeswpack"/>
</fd2:Diagram>

```

## 8.12. Telecommunication-system-fm OWL tekstinė specifikacija

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
<rdf:RDF
```

```

  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns="http://soften.ktu.lt/~damarobe/Cellphone-fm.owl#"
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"

```

```

xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xml:base="http://soften.ktu.lt/~damarobe/Cellphone-fm.owl">

```

```

<owl:Ontology rdf:about="">
  <owl:imports
rdf:resource="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege"/>
  <owl:versionInfo rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
  >version 1.2</owl:versionInfo>
  <rdfs:comment xml:lang="en">Feature model</rdfs:comment>
</owl:Ontology>

```

```

<owl:Class rdf:ID="Feature"/>

```

```

<owl:Class rdf:ID="MandatoryFeature">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Feature"/>
</owl:Class>

```

```

<owl:Class rdf:ID="OptionalFeature">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Feature"/>
</owl:Class>

```

```

<owl:Class rdf:about="#tecom">
  <owl:equivalentClass>
  <owl:Class>
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:ID="#ipvoice"/>
      <owl:Class rdf:ID="#messaging"/>
      <owl:Class rdf:ID="#rack"/>
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

```

```

<owl:Class rdf:about="#ipvoice">
  <owl:equivalentClass>
  <owl:Class>
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:ID="#software"/>
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

```

```

<owl:Class rdf:about="#software">
  <owl:equivalentClass>
  <owl:Class>
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:ID="#swpack1"/>
      <owl:Class rdf:ID="#swpack2"/>
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

```

```

<owl:Class rdf:about="#rack">
  <owl:equivalentClass>
  <owl:Class>
    <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:ID="#sizes"/>
    </owl:unionOf>
  </owl:Class>

```

```

</owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#sizes">
<owl:equivalentClass>
<owl:Class>
<owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:ID="#large"/>
<owl:Class rdf:ID="#medium"/>
<owl:Class rdf:ID="#small"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#messaging">
<owl:equivalentClass>
<owl:Class>
<owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:ID="#upgradeswpack"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#OptionalFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#upgradeswpack">
<owl:equivalentClass>
<owl:Class>
<owl:complementOf rdf:resource="#swpack1"/>
</owl:Class>
</owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#swpack1">
<owl:equivalentClass>
<owl:Class>
<owl:complementOf rdf:resource="#upgradeswpack"/>
</owl:Class>
</owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#messaging">
<owl:equivalentClass>
<owl:Class>
<owl:complementOf rdf:resource="#ipvoice"/>
</owl:Class>
</owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#ipvoice">
<owl:equivalentClass>
<owl:Class>
<owl:complementOf rdf:resource="#messaging"/>
</owl:Class>
</owl:equivalentClass>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

```

```

<owl:Class rdf:about="#upgradeswpack">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class rdf:about="#ipvoice"/>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#ipvoice">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class rdf:about="#upgradeswpack"/>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#swpack2">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#large">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#medium">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#small">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#large">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#swpack2">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#medium">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#small">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#medium">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#swpack2">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#large">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#small">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>

<owl:Class rdf:about="#small">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#swpack2">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#large">
  <owl:disjointWith rdf:resource="#medium">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MandatoryFeature"/>
</owl:Class>
</rdf:RDF>

```

**17 lentelė.** Kolmogorovo kriterijaus skaičiavimo rezultatai XMI tekstiniam formatui

XMI dydis baitais	XMI rar dydis baitais	Požymių modelis	Kolmogorovo kriterijus
3634	990	Cellphone-fm.fd2	0,272427078
8826	1805	Digital-video-system-fm.fd2	0,204509404
15298	2902	Documentation-generation-fm.fd2	0,189698
98867	15832	Eshop-fm-fix.fd2	0,160134322
12235	2255	Graph-manipulation.fd2	0,184307315
9781	1840	Graph-product-line-fm.fd2	0,188119824
21137	3599	Home-integration-system-fm.fd2	0,170270142
8486	1804	Insurance-product-fm.fd2	0,212585435
4667	1187	James-fm.fd2	0,254338976



4828	1187	Jplug-fm.fd2	0,245857498
8331	1770	Key-word-in-context-fm.fd2	0,212459489
26738	4773	Model-transformation-fm-fix.fd2	0,178509986
5511	1345	Monitor-engine-system-fm.fd2	0,24405734
4468	1100	Telecommunication-system-fm.fd2	0,246195166
5682	1343	Text-editor-fm.fd2	0,236360436
13982	2660	Thread-domain-fm.fd2	0,1902446
4183	1090	Virtual-office-of-future-fm.fd2	0,260578532
14682	2756	Web-portal-fm.fd2	0,187712846
3634	986	phone-fix.fd2	0,271326362

**18 lentelė.** Kolmogorovo kriterijaus skaičiavimo rezultatai FDL tekstiniam formatui

<b>FDL dydis baitais</b>	<b>FDL rar dydis baitais</b>	<b>Požymių modelis</b>	<b>Kolmogorovo kriterijus</b>
204	213	Cellphone-fm.fdl	1,044117647
422	286	Digital-video-system-fm.fdl	0,677725118
1040	478	Documentation-generation-fm.fdl	0,459615385
7830	2263	Eshop-fm-fix.fdl	0,289016603
984	367	Graph-manipulation.fdl	0,37296748
635	307	Graph-product-line-fm.fdl	0,483464567
1425	533	Home-integration-system-fm.fdl	0,374035088
515	327	Insurance-product-fm.fdl	0,634951456
225	213	James-fm.fdl	0,946666667
269	221	Jplug-fm.fdl	0,821561338
560	331	Key-word-in-context-fm.fdl	0,591071429
1969	766	Model-transformation-fm-fix.fdl	0,389029964
323	272	Monitor-engine-system-fm.fdl	0,842105263
277	236	Telecommunication-system-fm.fdl	0,85198556
397	278	Text-editor-fm.fdl	0,700251889
1011	431	Thread-domain-fm.fdl	0,426310584
284	238	Virtual-office-of-future-fm.fdl	0,838028169
737	407	Web-portal-fm.fdl	0,552238806
204	210	phone-fix.fdl	1,029411765

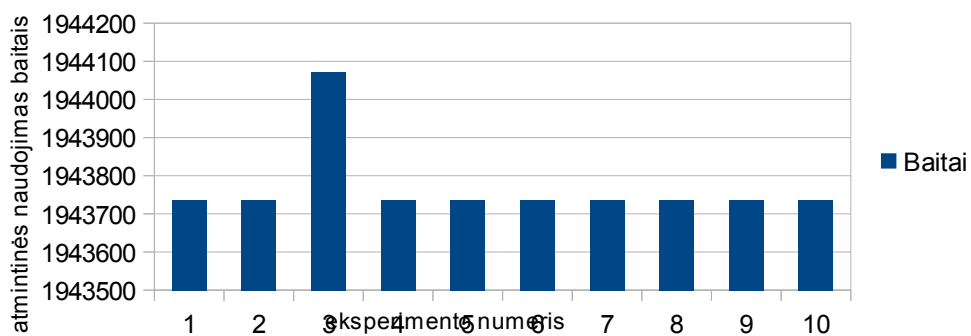
**19 lentelė.** Kolmogorovo kriterijaus skaičiavimo rezultatai OWL tekstiniam formatui

<b>OWL dydis baitais</b>	<b>OWL rar dydis baitais</b>	<b>Požymių modelis</b>	<b>Kolmogorovo kriterijus</b>
4006	723	Cellphone-fm.owl	0,180479281
11904	977	Digital-video-system-fm.owl	0,082073253
30407	1483	Documentation-generation-fm.owl	0,048771664
1685734	6729	Eshop-fm-fix.owl	0,003991733
22450	1225	Graph-manipulation.owl	0,054565702
9189	907	Graph-product-line-fm.owl	0,098704973
44832	1620	Home-integration-system-fm.owl	0,036134904
11309	1016	Insurance-product-fm.owl	0,08983995
6147	790	James-fm.owl	0,128517976
6379	793	Jplug-fm.owl	0,124314156
15042	1070	Key-word-in-context-fm.owl	0,071134158
169245	2408	Model-transformation-fm-fix.owl	0,014227894
8186	880	Monitor-engine-system-fm.owl	0,107500611
5422	796	Telecommunication-system-fm.owl	0,146809295
9657	919	Text-editor-fm.owl	0,09516413
45353	1576	Thread-domain-fm.owl	0,034749631
5434	792	Virtual-office-of-future-fm.owl	0,145748988
26382	1283	Web-portal-fm.owl	0,048631643
4006	723	phone-fix.owl	0,180479281

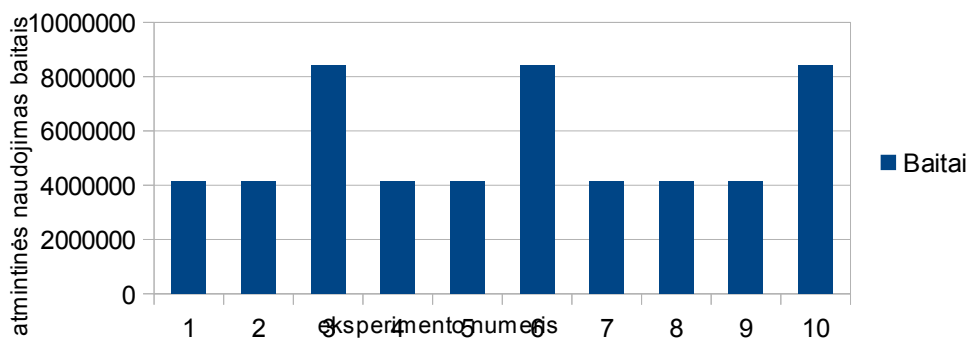
**20 lentelė.** Kolmogorovo kriterijaus skaičiavimo rezultatai SFXM tekstiniam formatui

<b>SFXM dydis baitais</b>	<b>SFXM dydis baitais</b>	<b>Požymių modelis</b>	<b>Kolmogorovo kriterijus</b>
396	272	Cellphone-fm.xml	0,686868687
616	358	Digital-video-system-fm.xml	0,581168831
1573	582	Documentation-generation-fm.xml	0,369993643
10198	2602	Eshop-fm.xml	0,255148068
1341	435	Graph-manipulation.xml	0,324384787
1345	592	Graph-product-line-fm.xml	0,440148699
1617	605	Home-integration-system-fm.xml	0,37414966
791	396	Insurance-product-fm.xml	0,500632111
428	272	James-fm.xml	0,635514019
453	283	Jplug-fm.xml	0,624724062
808	414	Key-word-in-context-	0,512376238

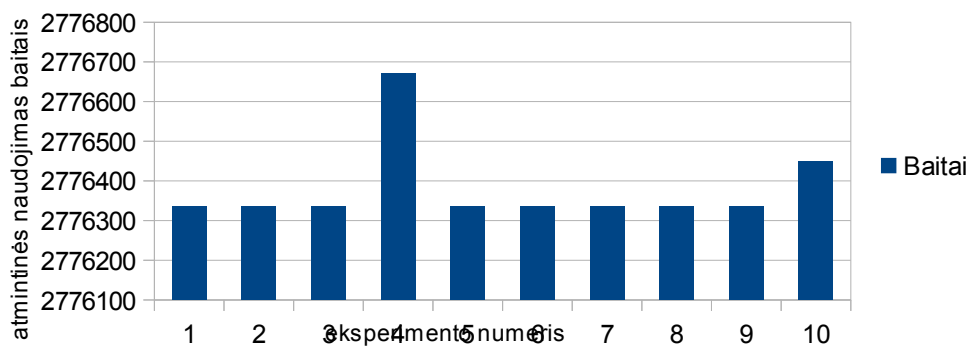
		fm.xml	
2444	804	Model-transformation-fm.xml	0,328968903
484	331	Monitor-engine-system-fm.xml	0,683884298
461	302	Telecommunication-system-fm.xml	0,655097614
494	322	Text-editor-fm.xml	0,651821862
1366	468	Thread-domain-fm.xml	0,342606149
421	292	Virtual-office-of-future-fm.xml	0,693586698
1384	647	Web-portal-fm.xml	0,467485549



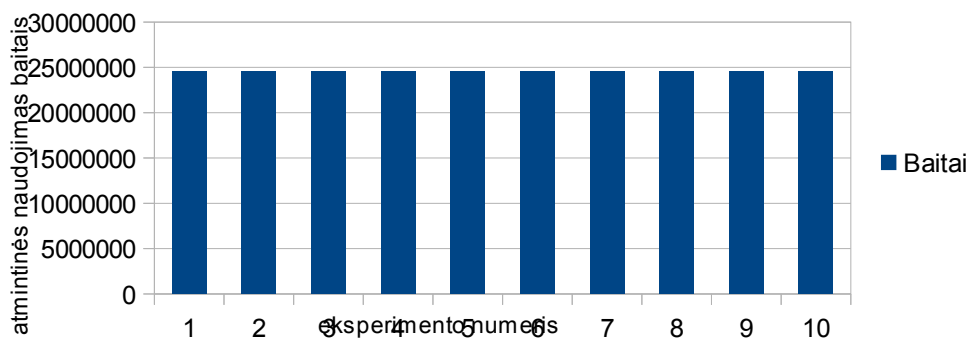
22 pav. SFXML į FDL transformavimo atminties panaudojimas Cellphone-fm PM



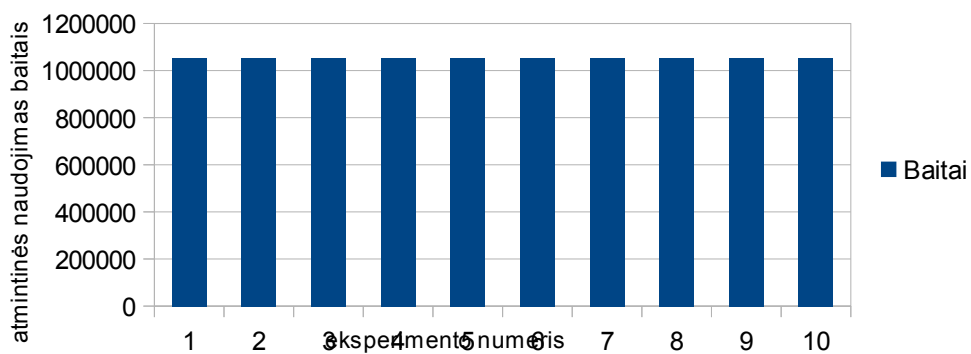
23 pav. SFXML į FDL transformavimo atminties panaudojimas Digital-video-system-fm PM



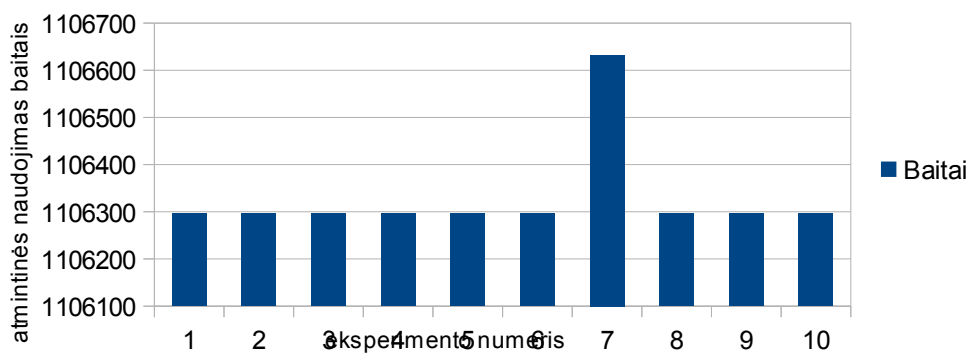
**24 pav.** SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Documentation-generation-fm PM



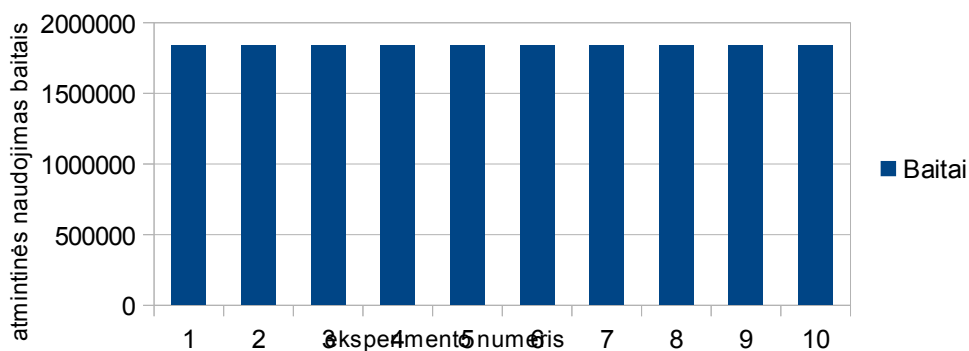
**25 pav.** SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Eshop-fm PM



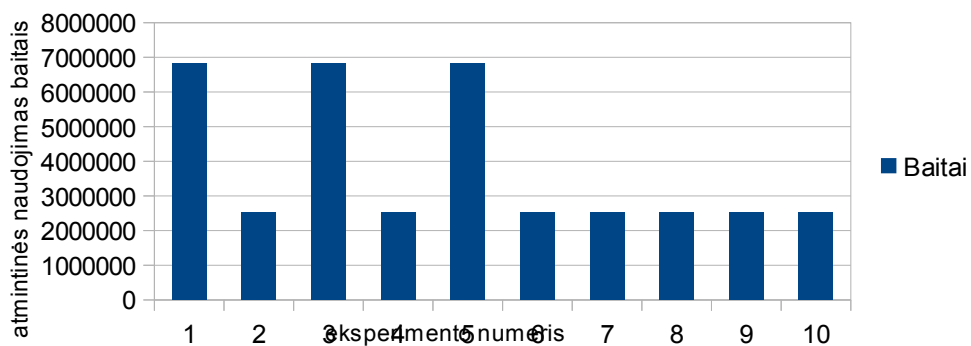
**26 pav.** SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Graph-manipulation PM



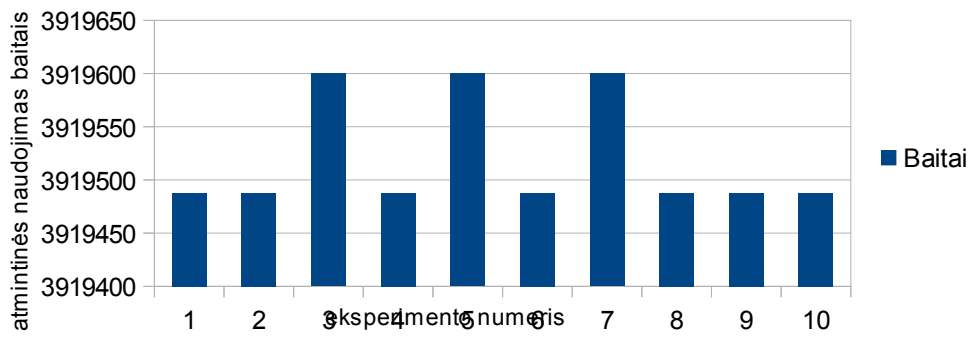
27 pav. SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Graph-product-line-fm PM



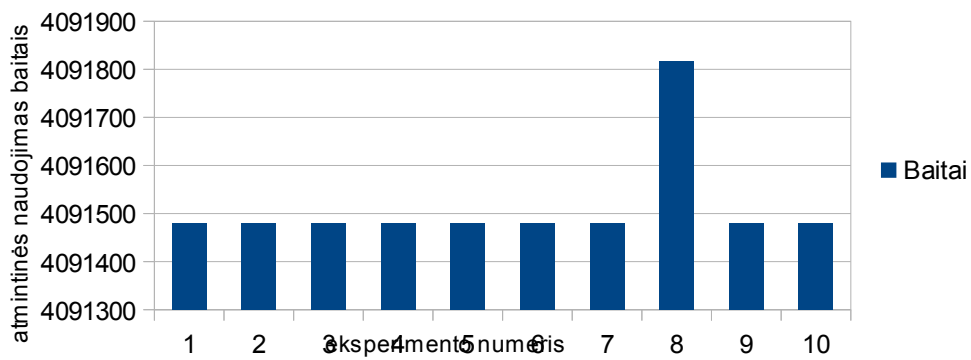
28 pav. SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Home-integration-system-fm PM



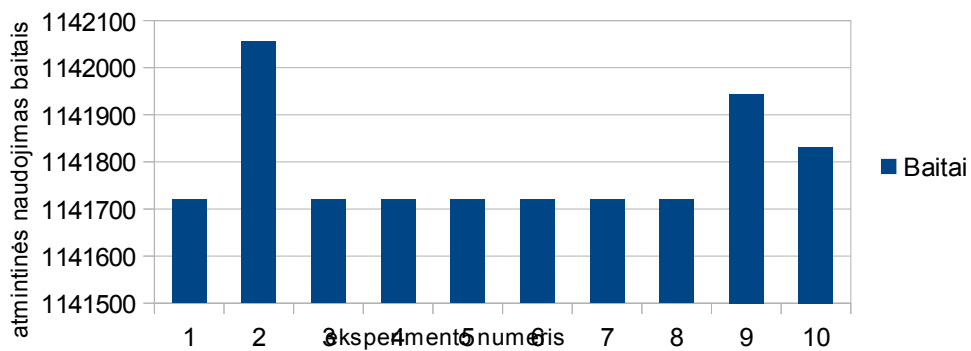
29 pav. SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Insurance-product-fm PM



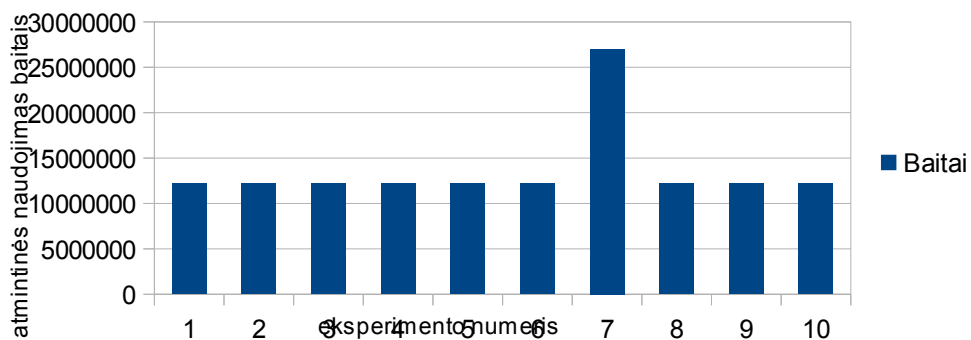
**30 pav.** SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas James-fm PM



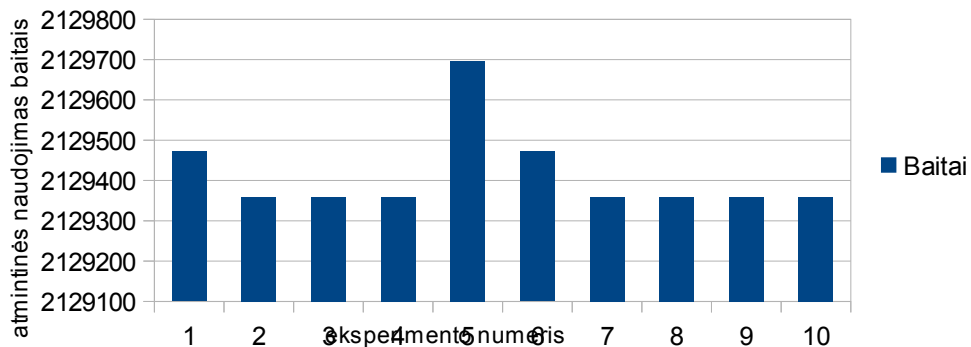
**31 pav.** SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Jplug-fm PM



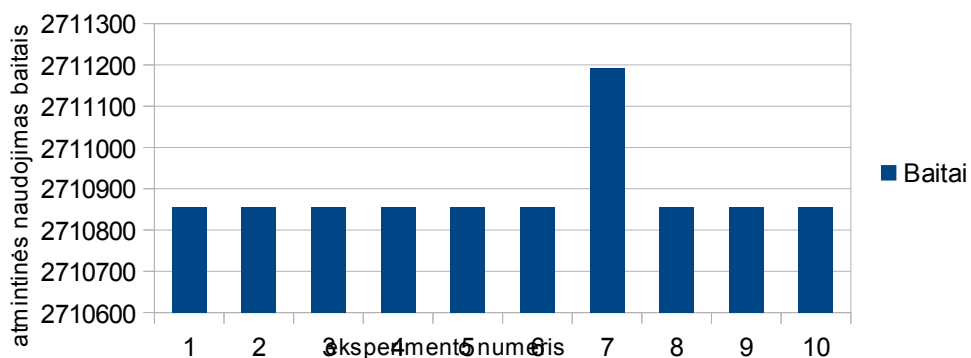
**32 pav.** SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Key-word-in-context-fm PM



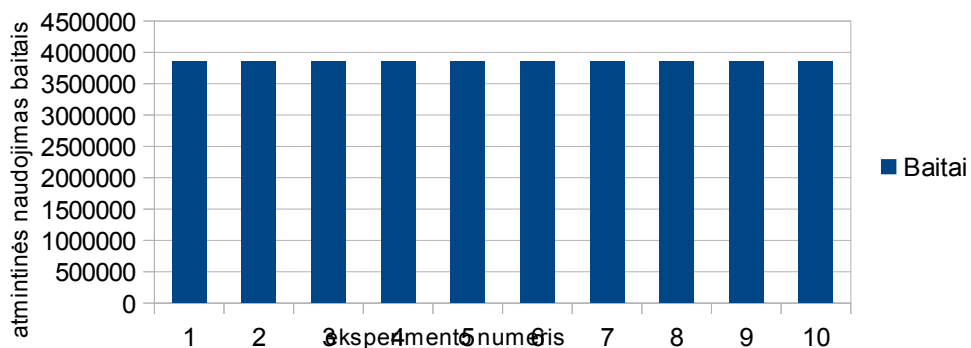
**33 pav.** SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Model-transformation-fm PM



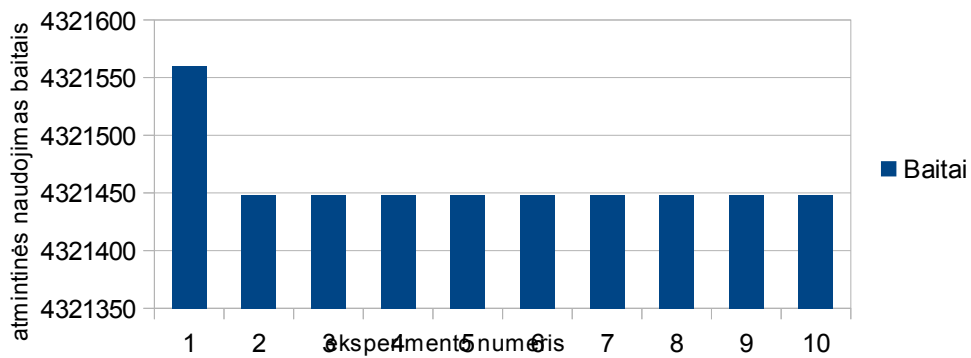
**34 pav.** SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM



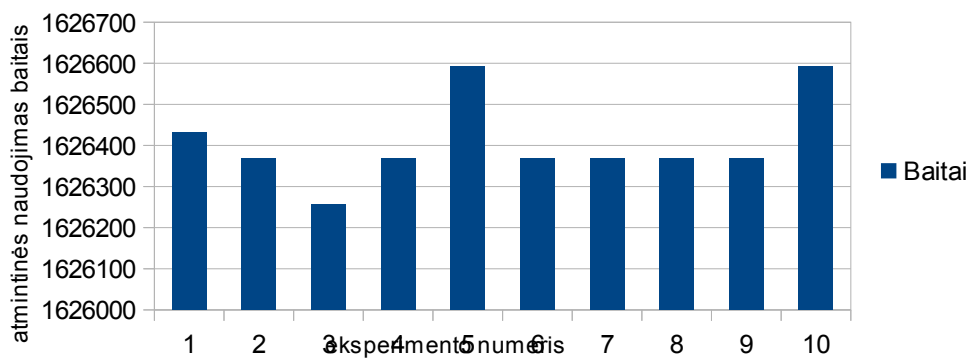
**35 pav.** SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Telecommunication-system-fm PM



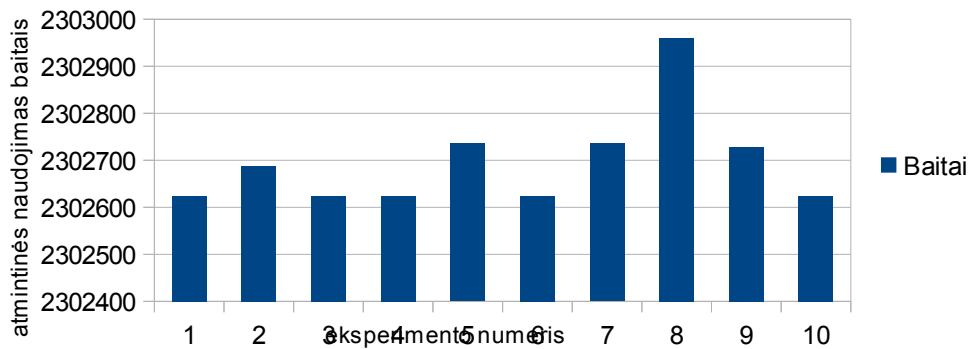
**36 pav.** SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Text-editor-fm PM



37 pav. SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Thread-domain-fm PM

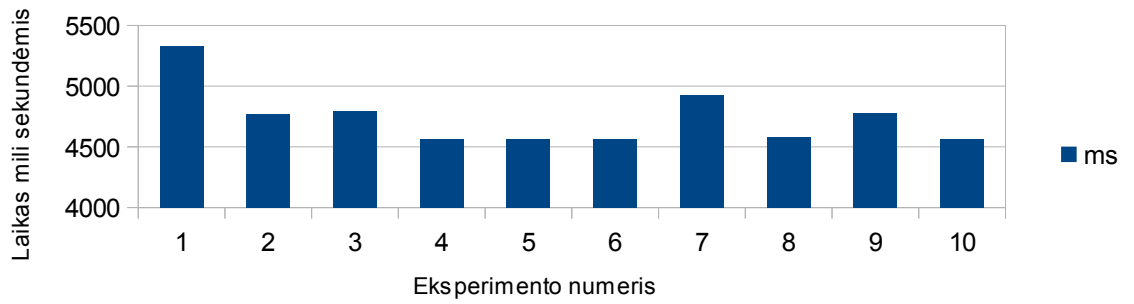


38 pav. SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM

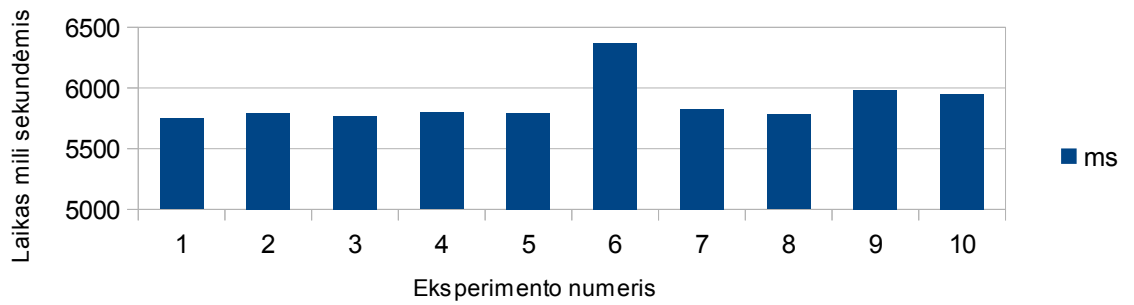


39 pav. SFXM į FDL transformavimo atminties panaudojimas Web-portal-fm PM

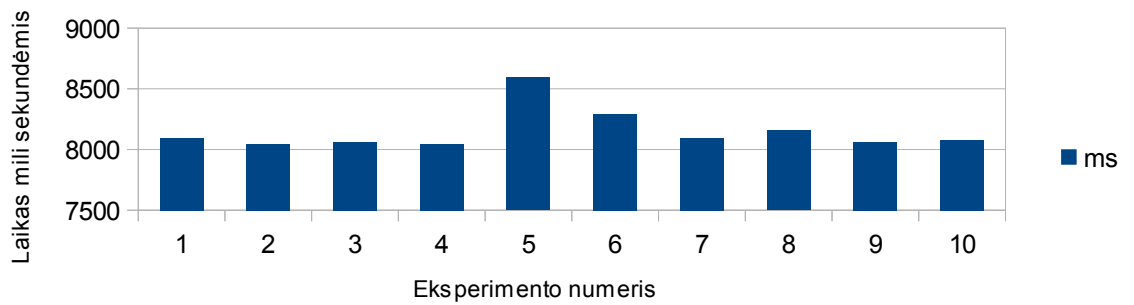




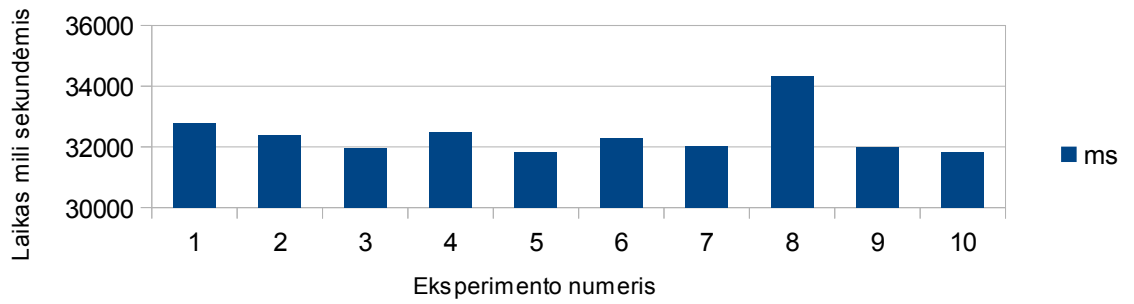
**40 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Cellphone-fm PM



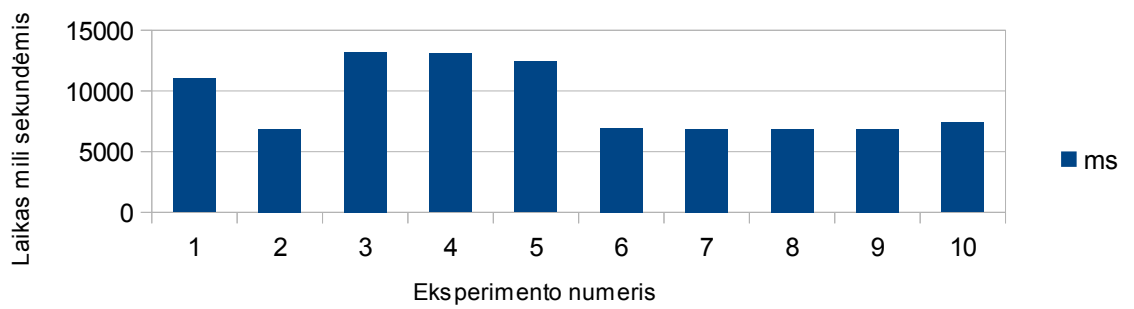
**41 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Digital-video-system-fm PM



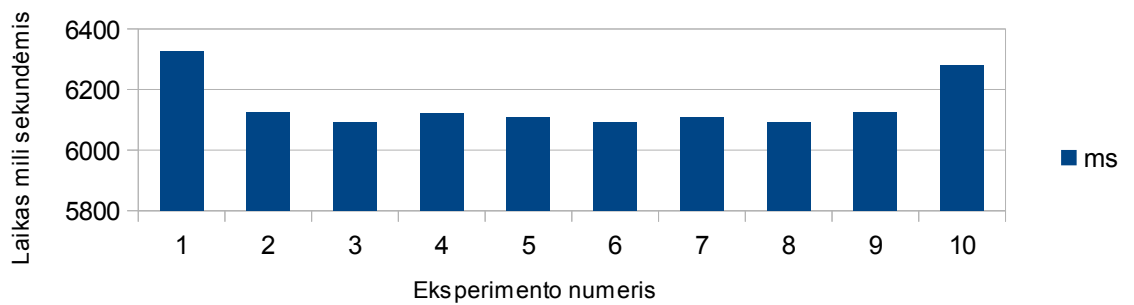
**42 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Documentation-generation-fm PM



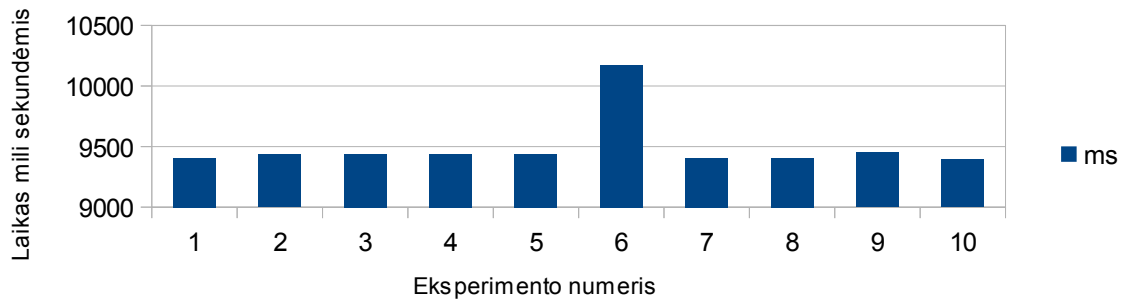
**43 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Eshop-fm PM



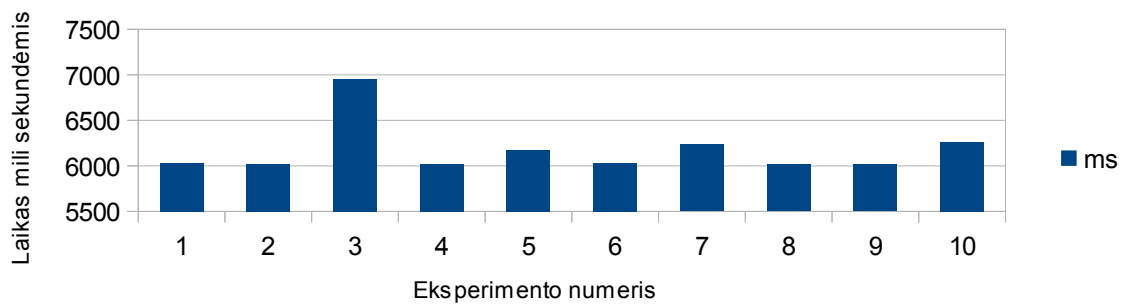
**44 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-manipulation PM



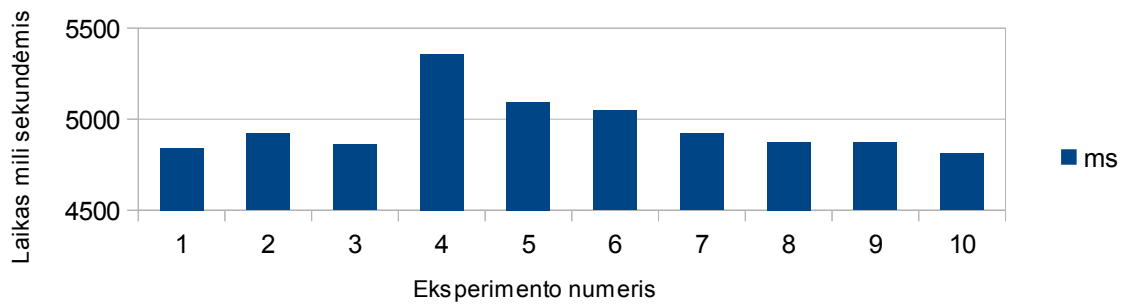
**45 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-product-line-fm PM



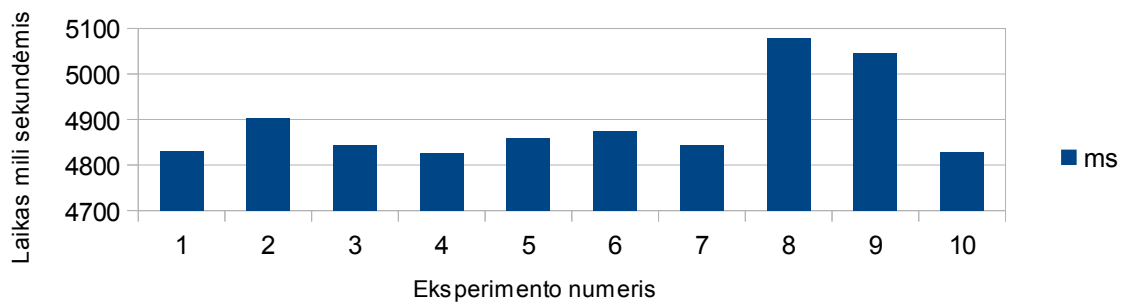
**46 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Home-integration-system-fm PM



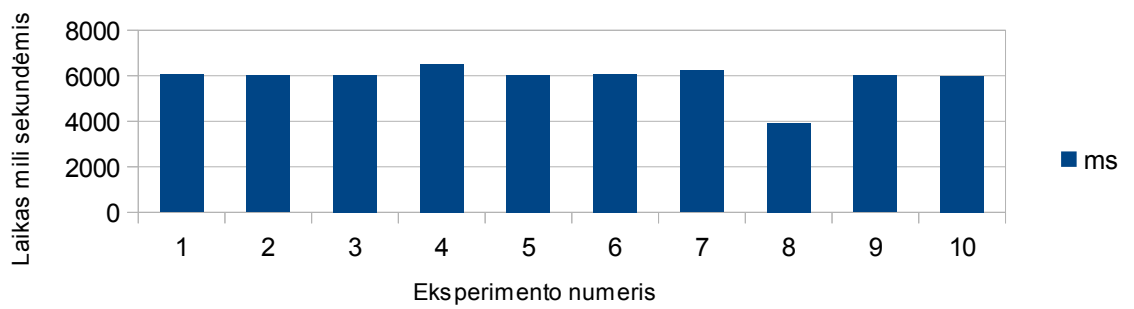
**47 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Insurance-product-fm PM



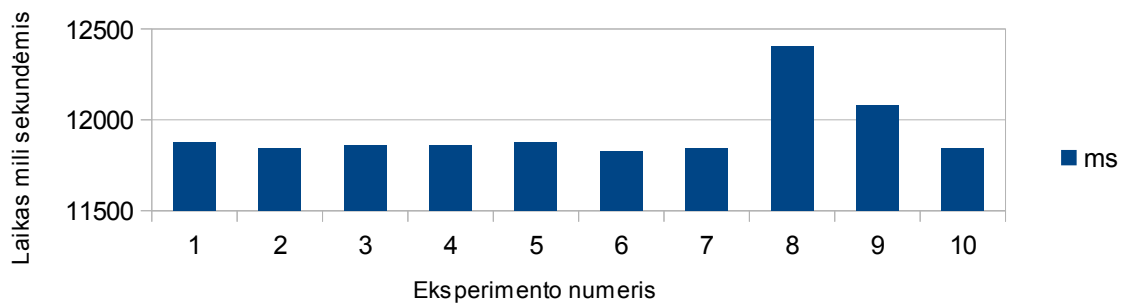
**48 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas James-fm PM



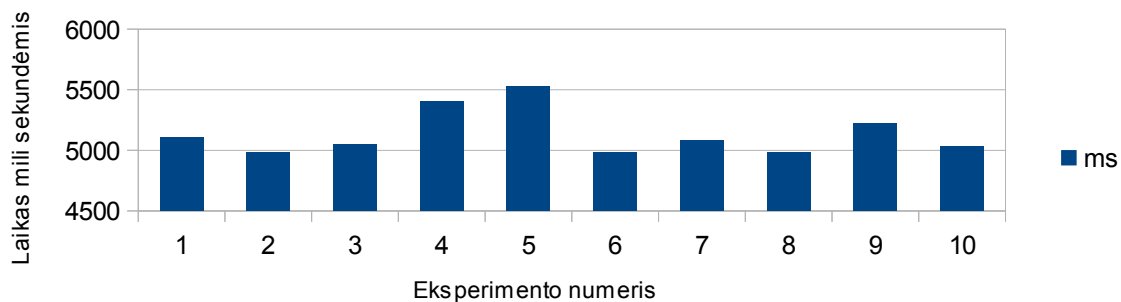
**49 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Jplug-fm PM



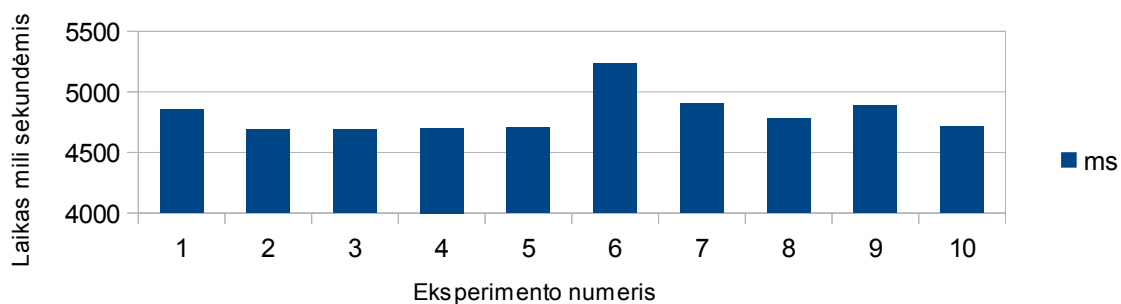
**50 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Key-word-in-context-fm PM



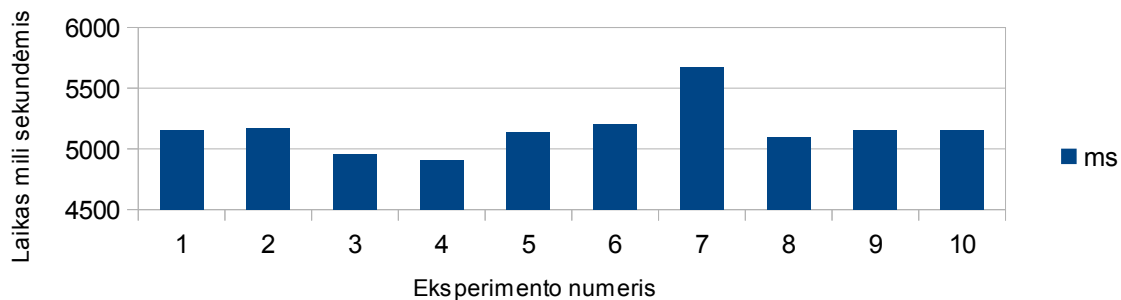
**51 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Model-transformation-fm PM



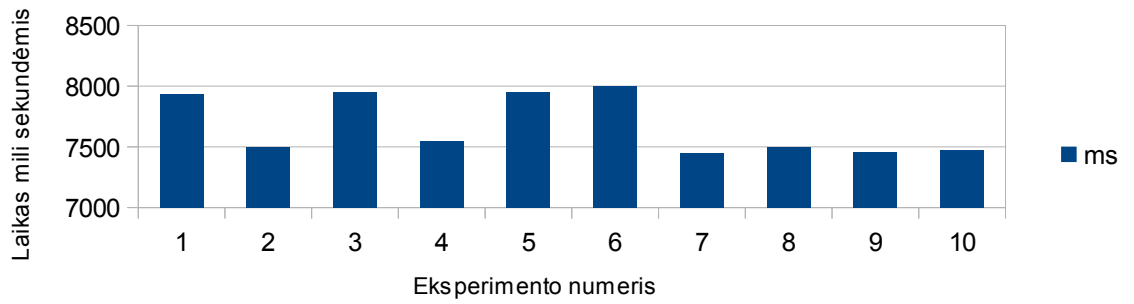
**52 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM



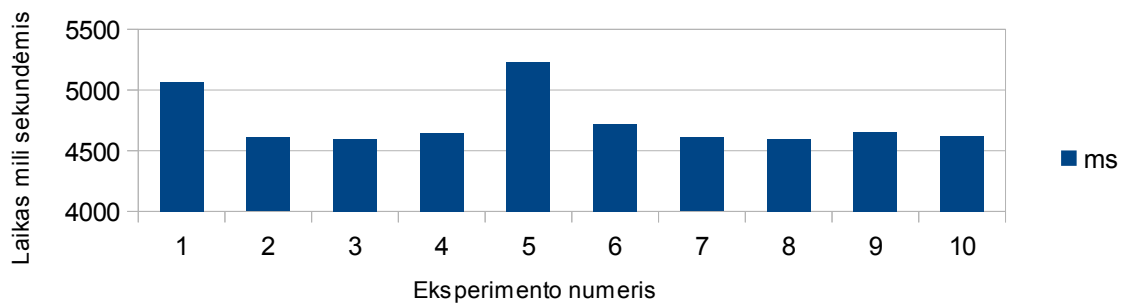
**53 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Telecommunication-system-fm PM



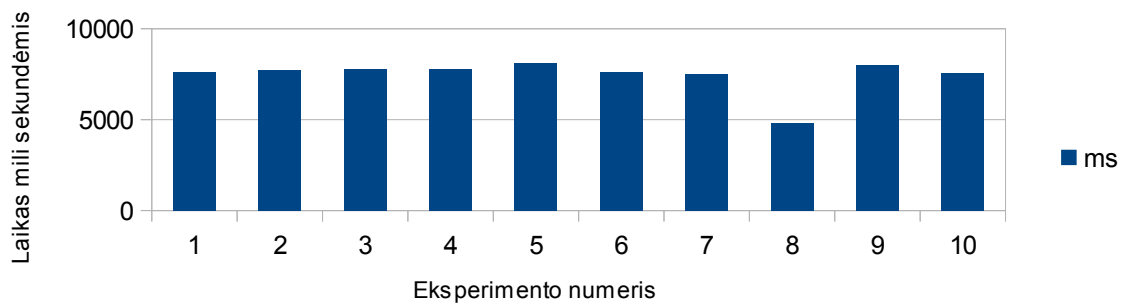
**54 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Text-editor-fm PM



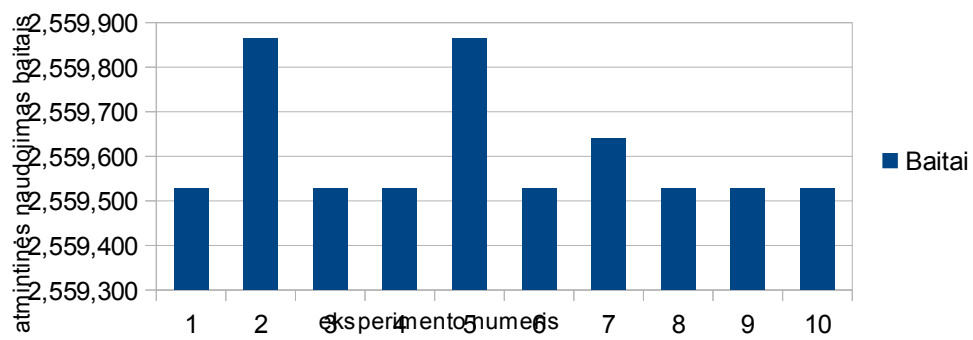
**55 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Thread-domain-fm PM



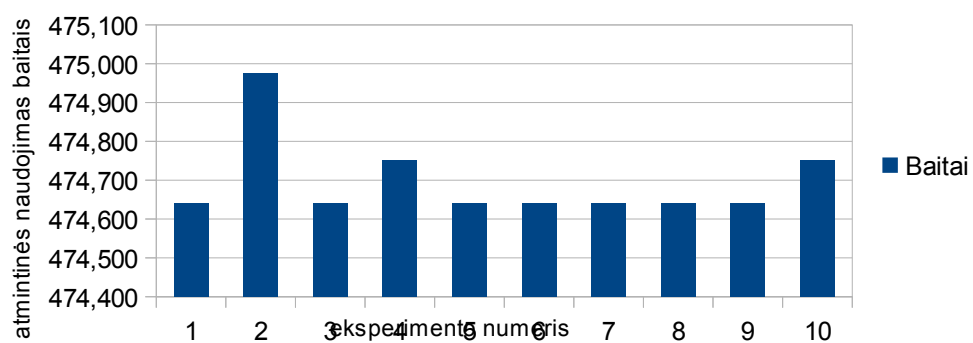
**56 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM



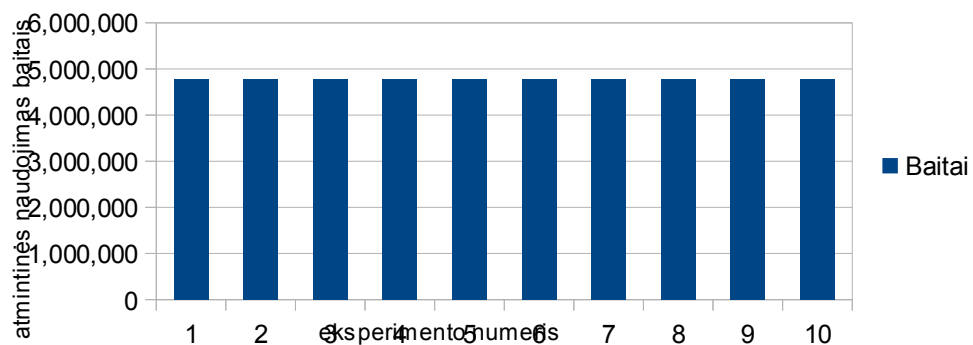
**57 pav.** SFXM i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Web-portal-fm PM



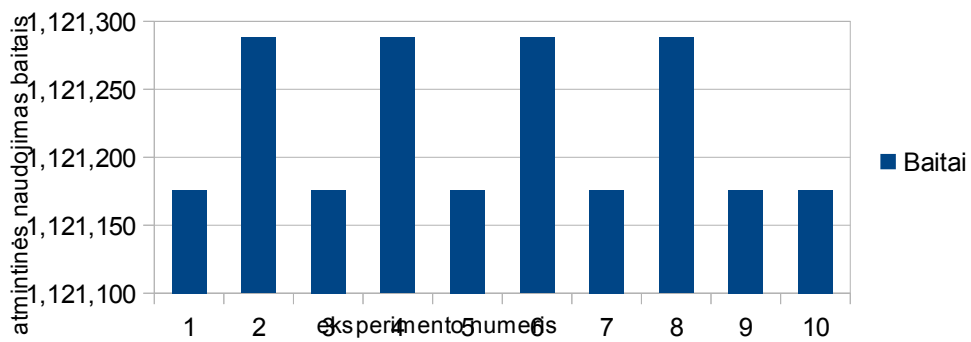
58 pav. FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Cellphone-fm PM



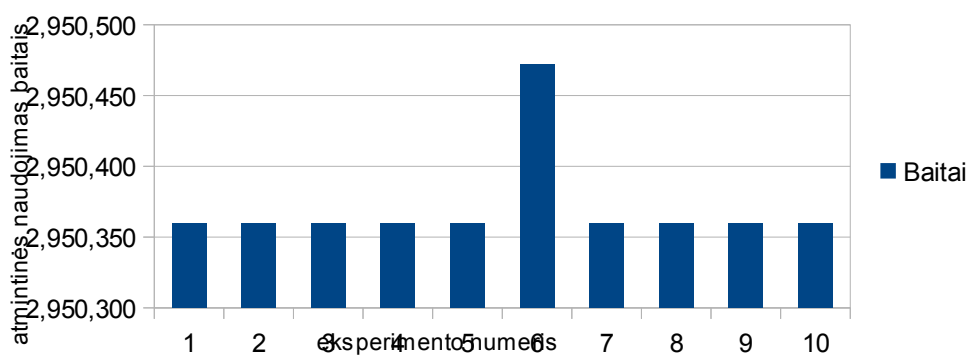
59 pav. FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Digital-video-system-fm PM



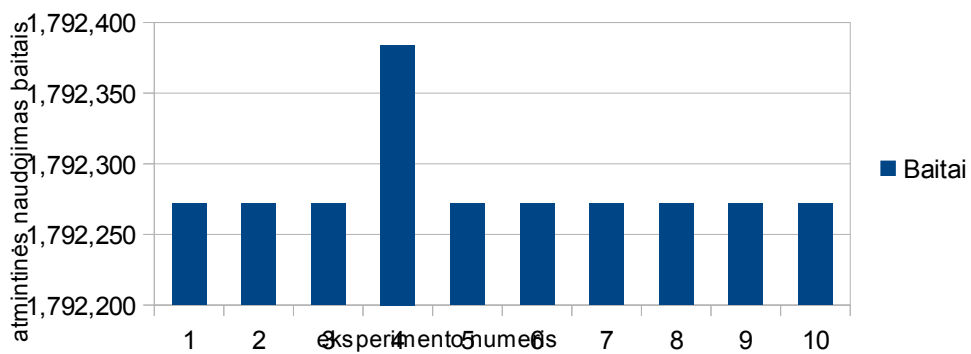
60 pav. FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Documentation-generation-fm PM



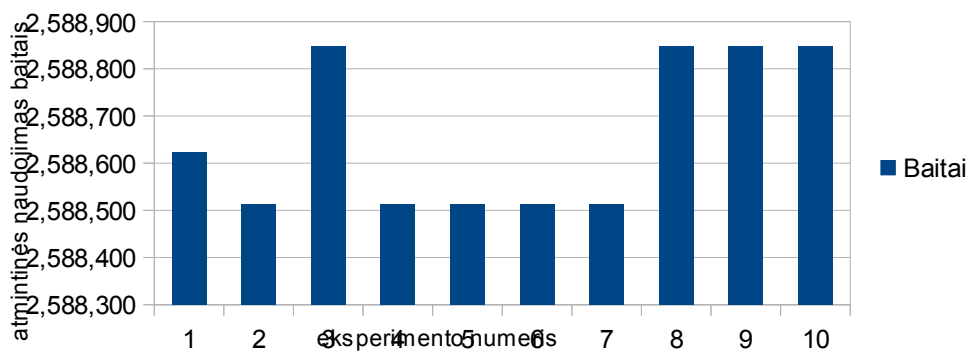
**61 pav.** FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Eshop-fm PM



**62 pav.** FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Graph-manipulation PM

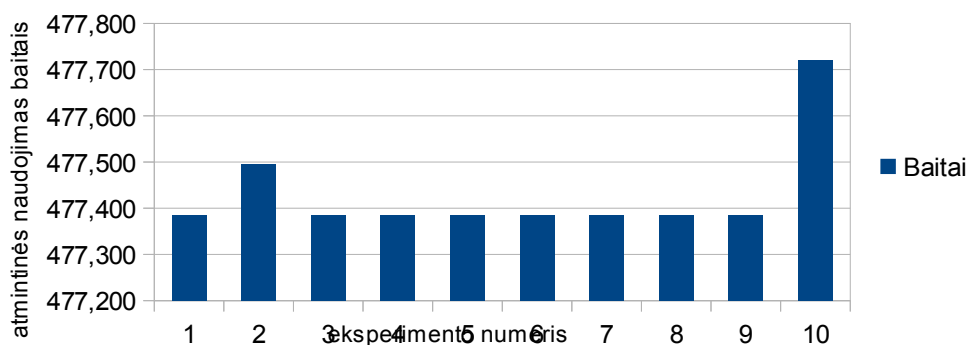


**63 pav.** FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Graph-product-line-fm PM

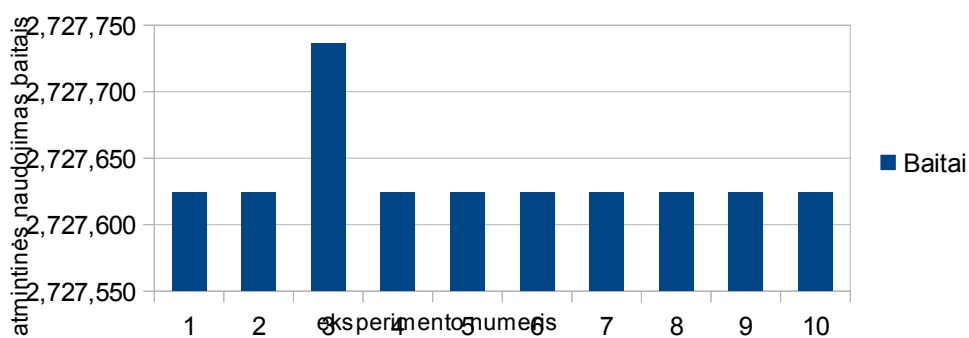




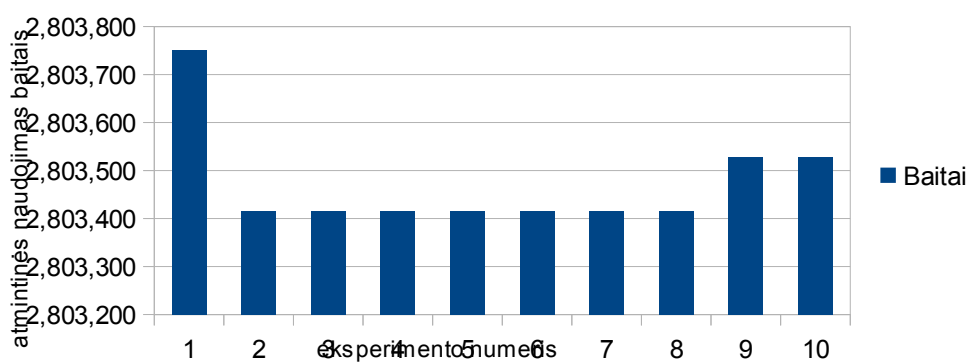
**64 pav.** FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Home-integration-system-fm PM



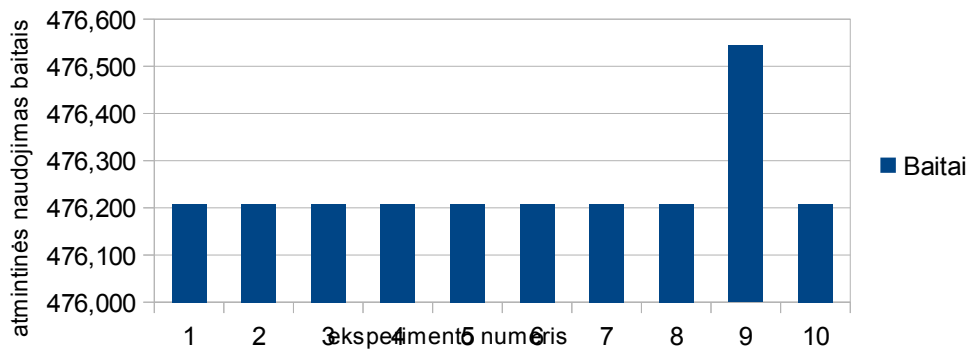
**65 pav.** FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Insurance-product-fm PM



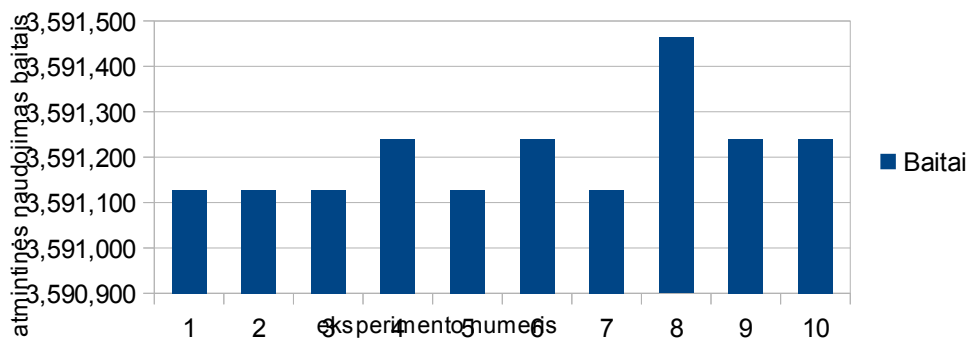
**66 pav.** FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas James-fm PM



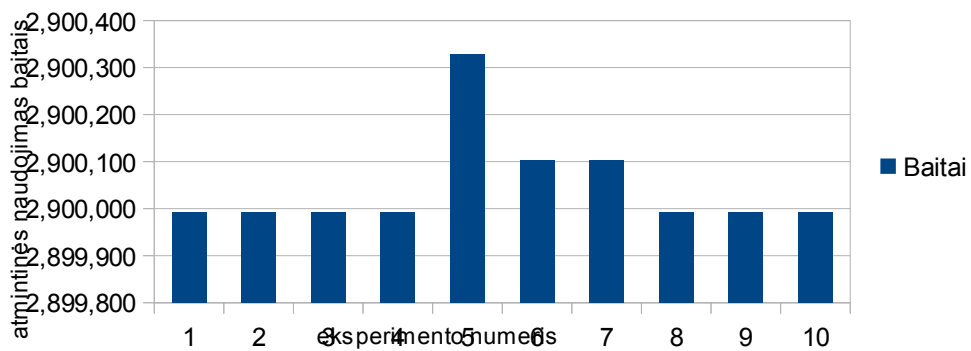
**67 pav.** FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Jplug-fm PM



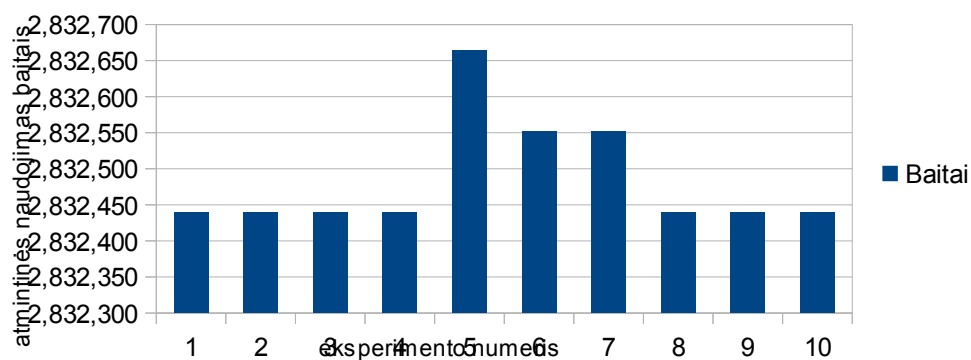
68 pav. FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Key-word-in-context-fm PM



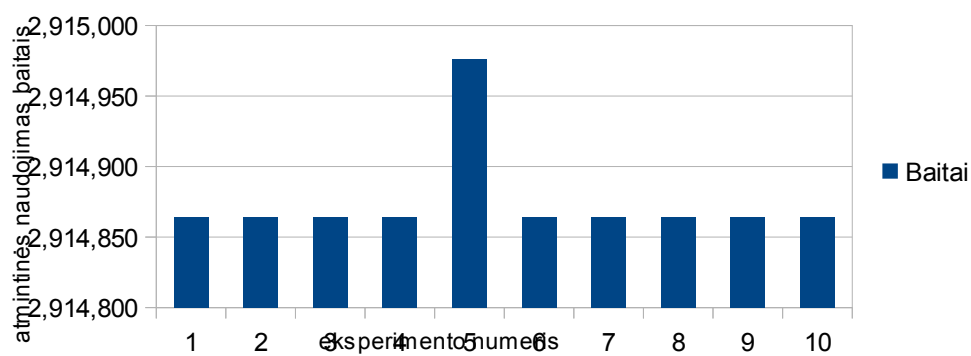
69 pav. FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Model-transformation-fm PM



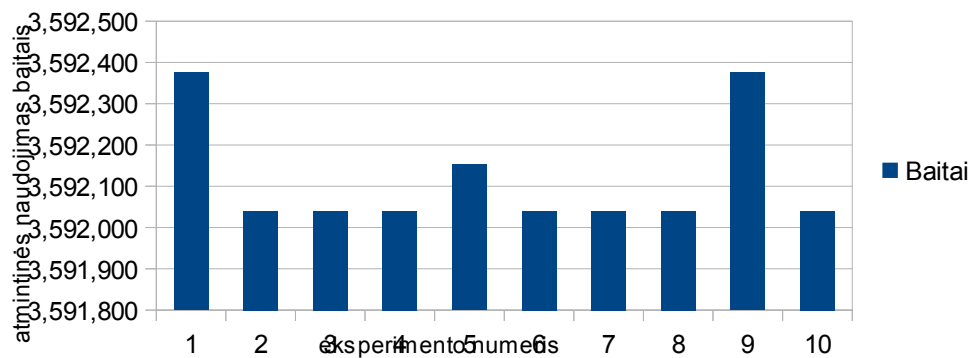
70 pav. FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM



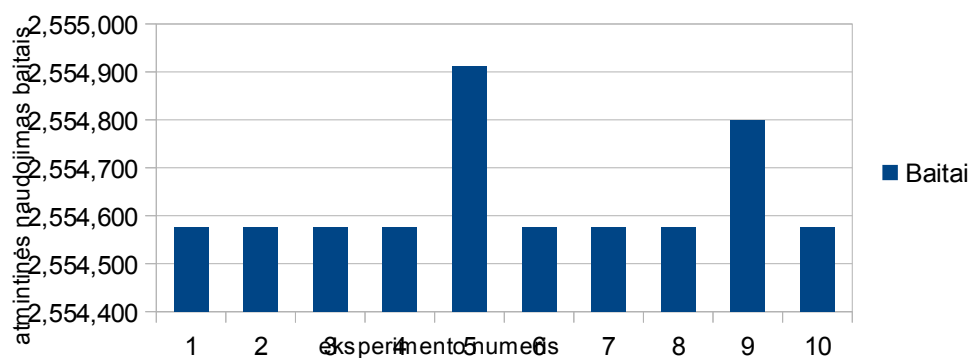
71 pav. FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Telecommunication-system-fm PM



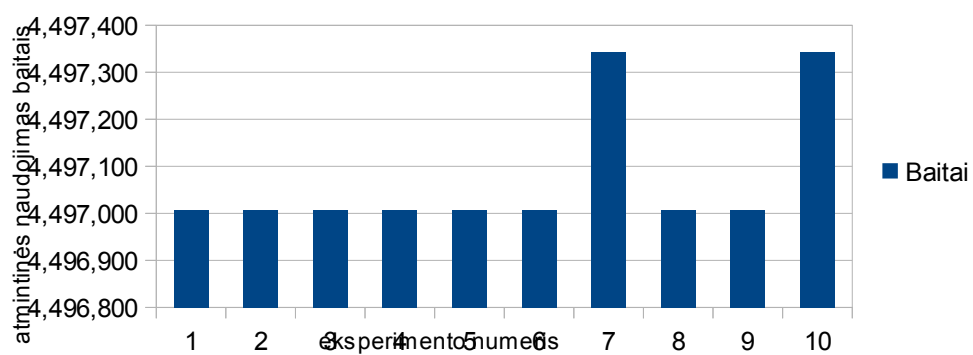
72 pav. FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Text-editor-fm PM



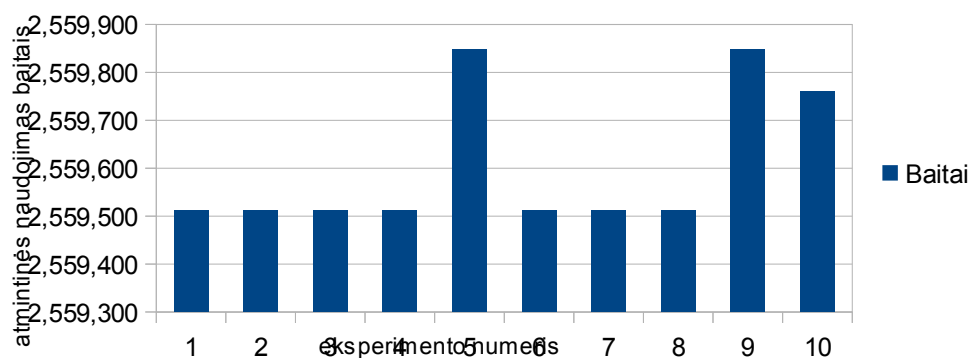
73 pav. FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Thread-domain-fm PM



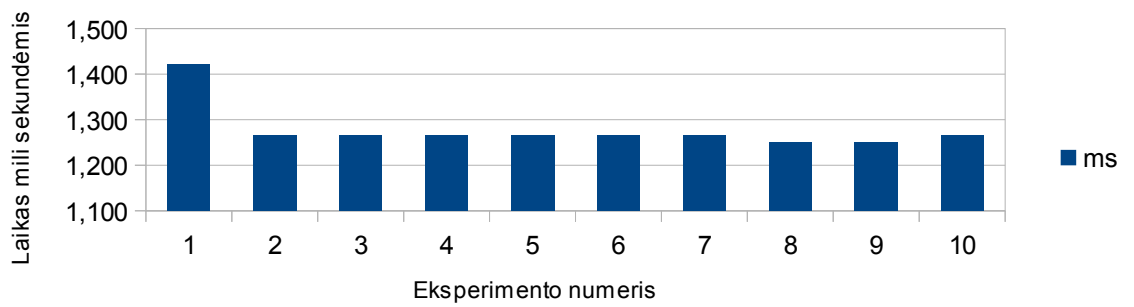
74 pav. FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM



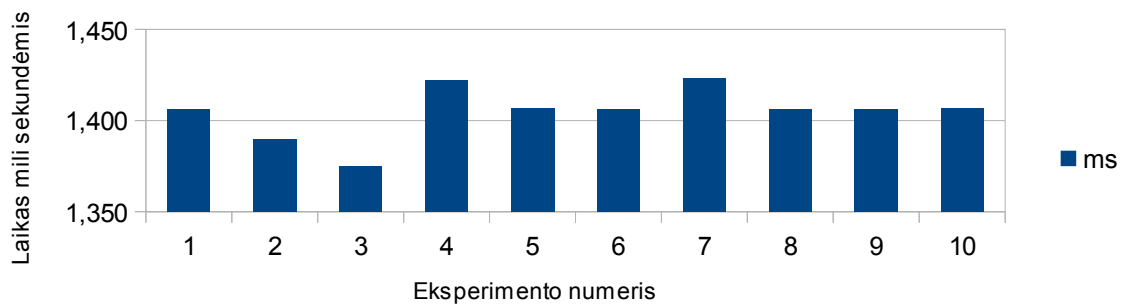
75 pav. FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas Web-portal-fm PM



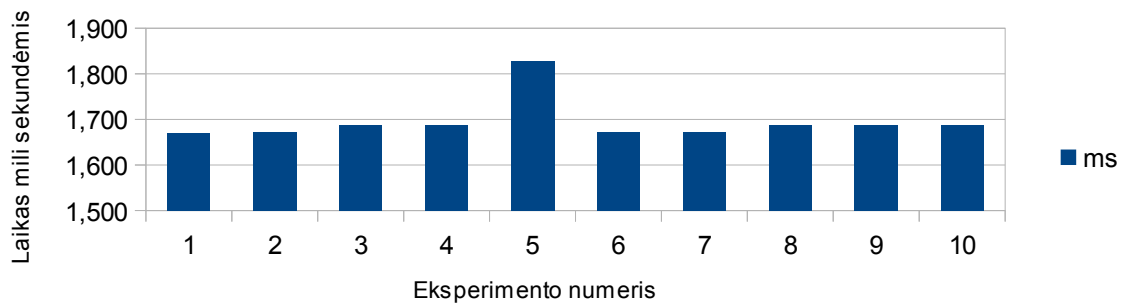
76 pav. FDL į XMI transformavimo atminties panaudojimas phone PM



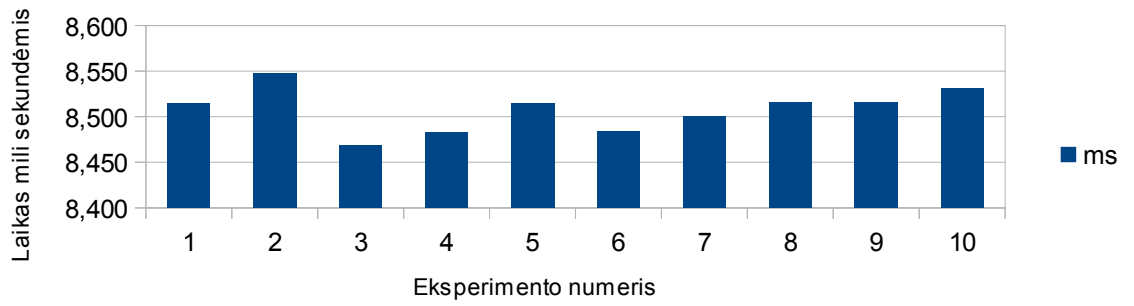
**77 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Cellphone-fm PM



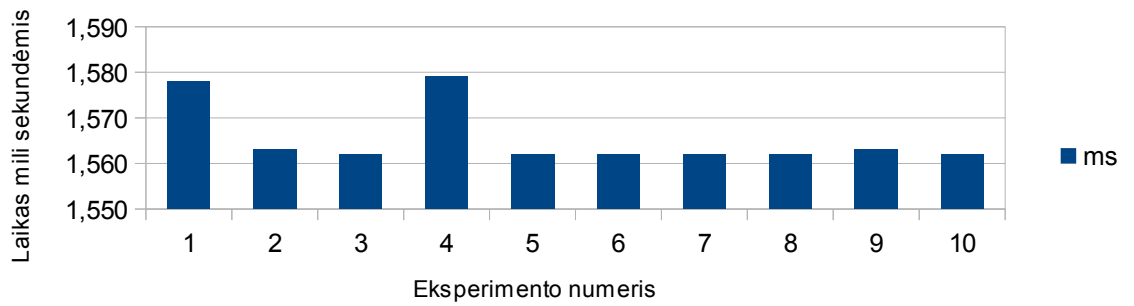
**78 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Digital-video-system-fm PM



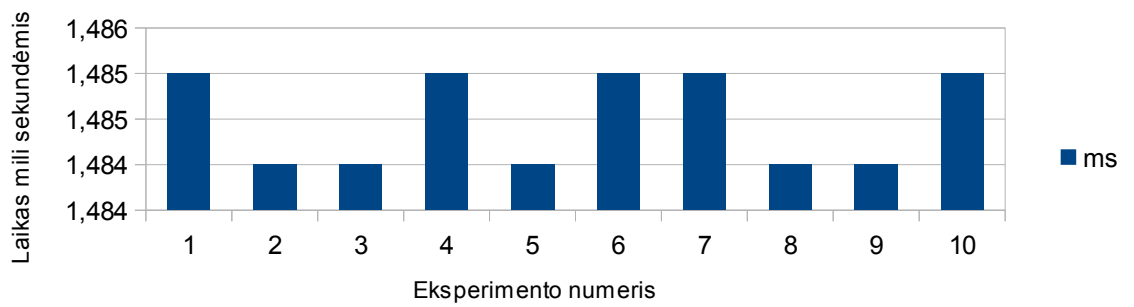
**79 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Documentation-generation-fm PM



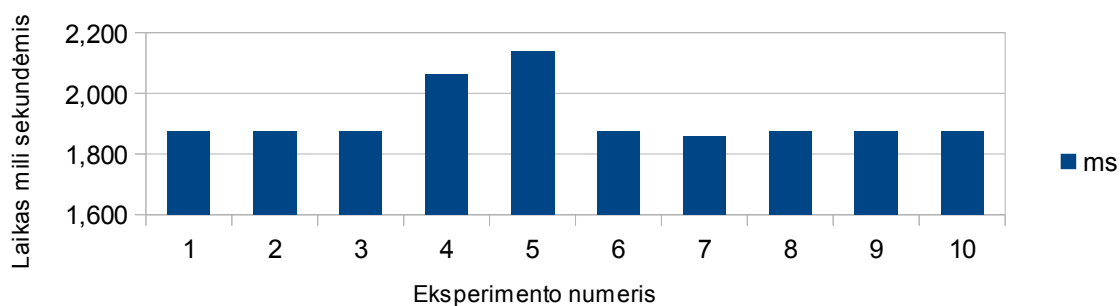
**80 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Eshop-fm PM



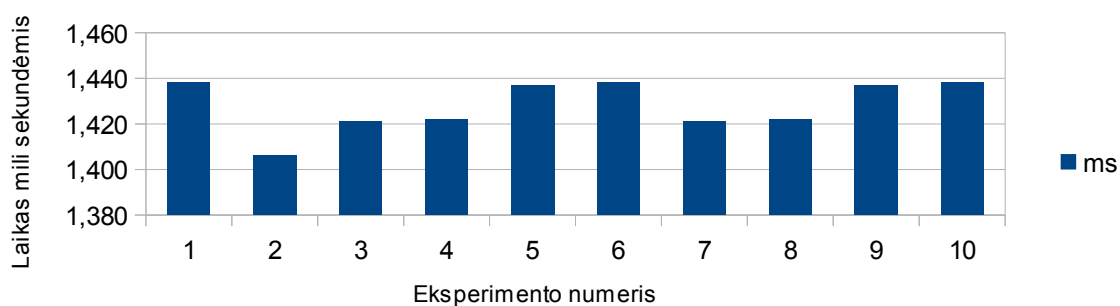
**81 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-manipulation PM



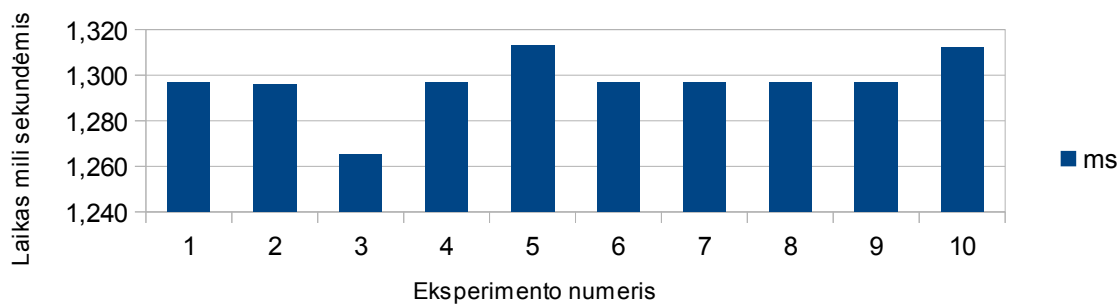
**82 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-product-line-fm PM



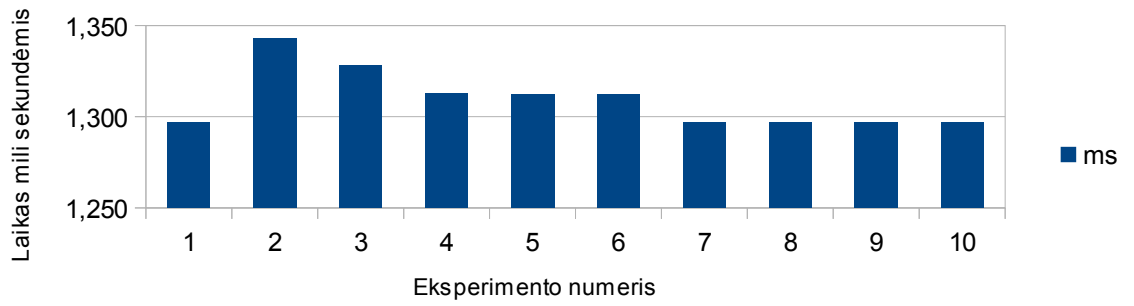
**83 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Home-integration-system-fm PM



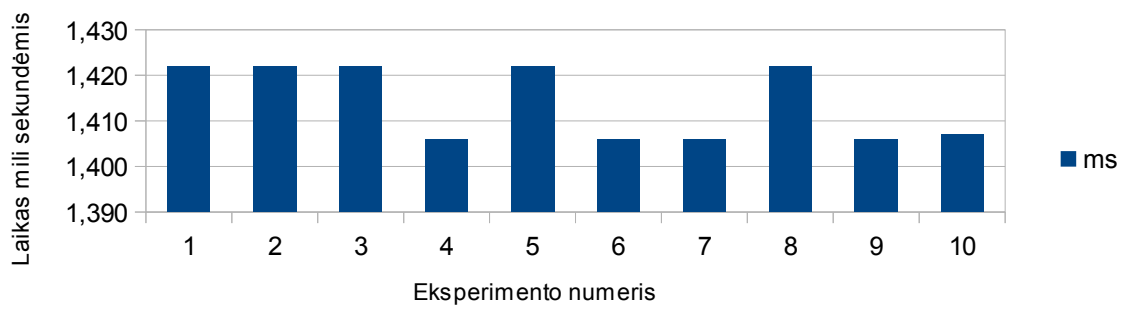
**84 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Insurance-product-fm PM



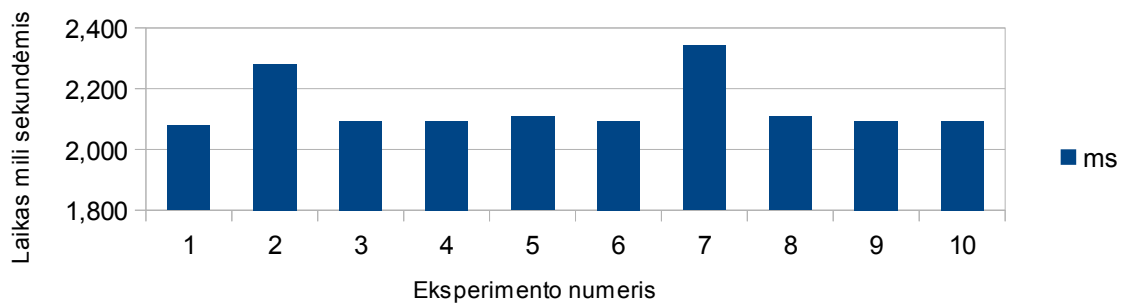
**85 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas James-fm PM



**86 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Jplug-fm PM

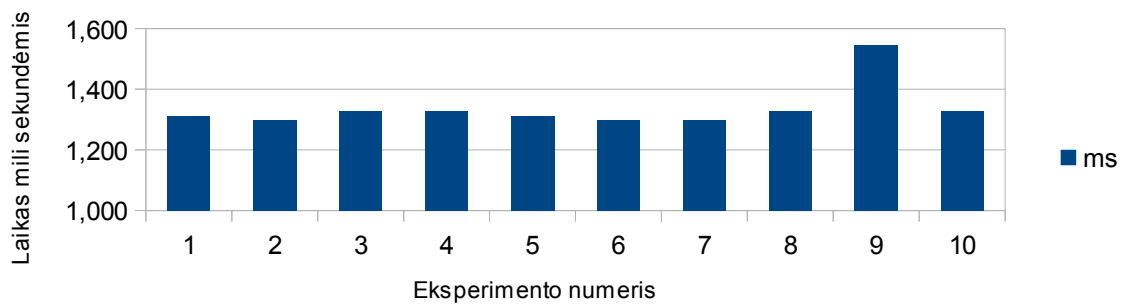


**87 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Key-word-in-context-fm PM

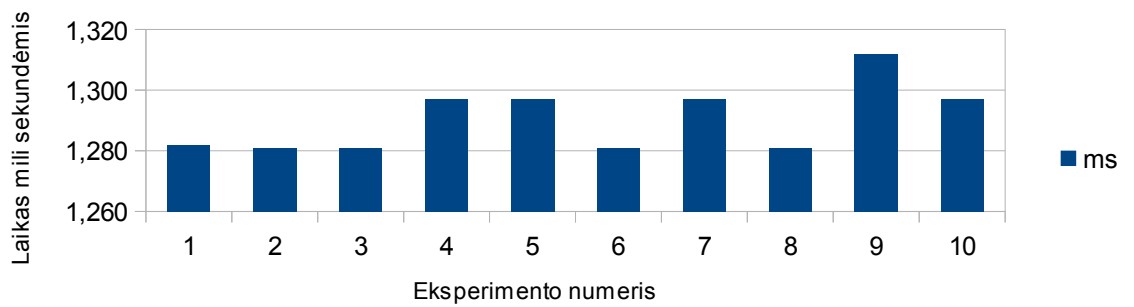


**88 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Model-transformation-fm PM

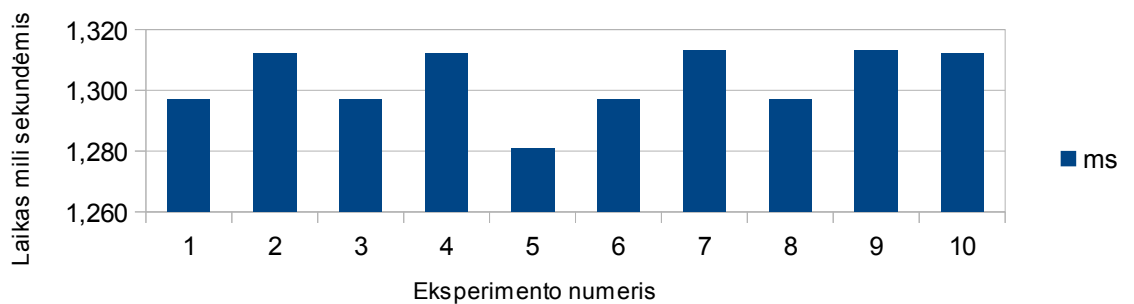




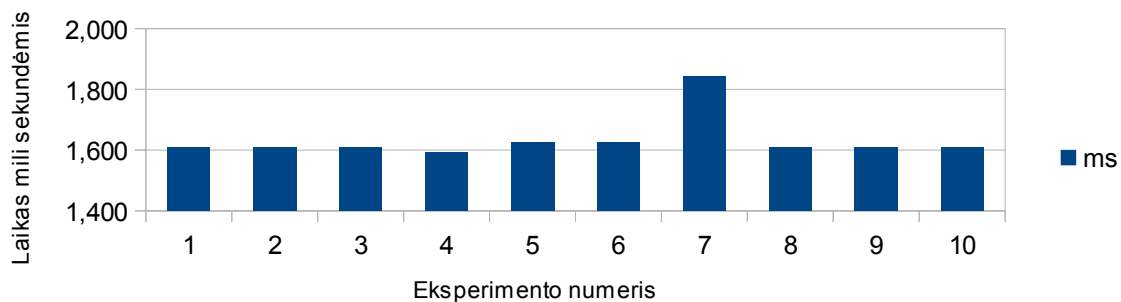
**89 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM



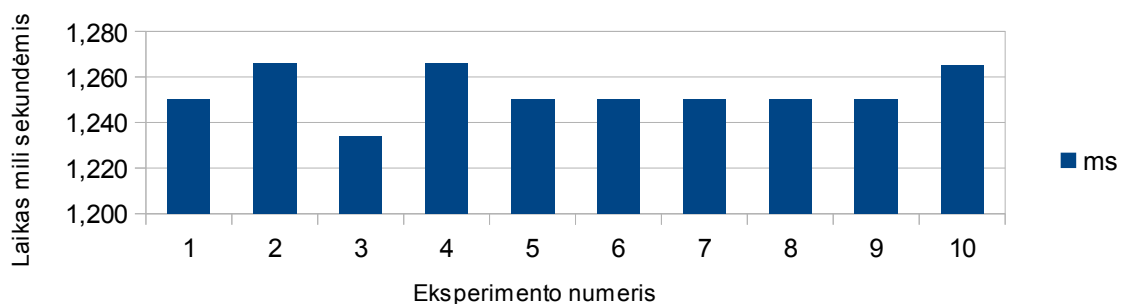
**90 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Telecommunication-system-fm PM



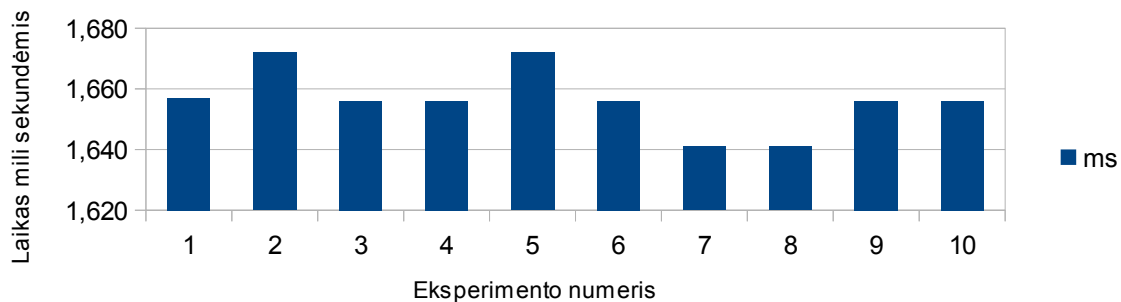
**91 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Text-editor-fm PM



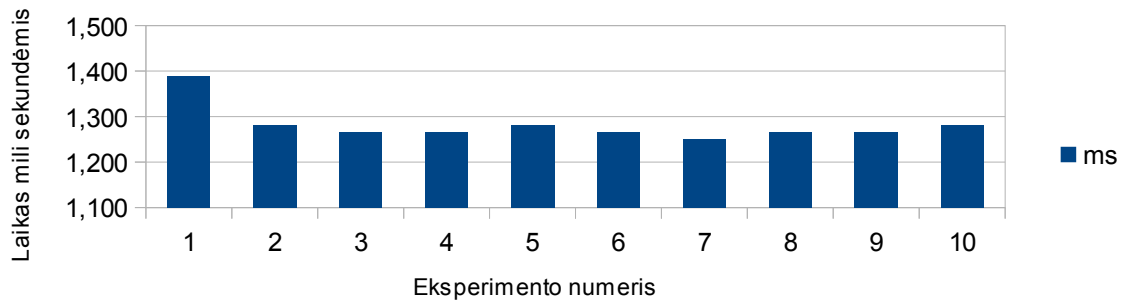
**92 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Thread-domain-fm PM



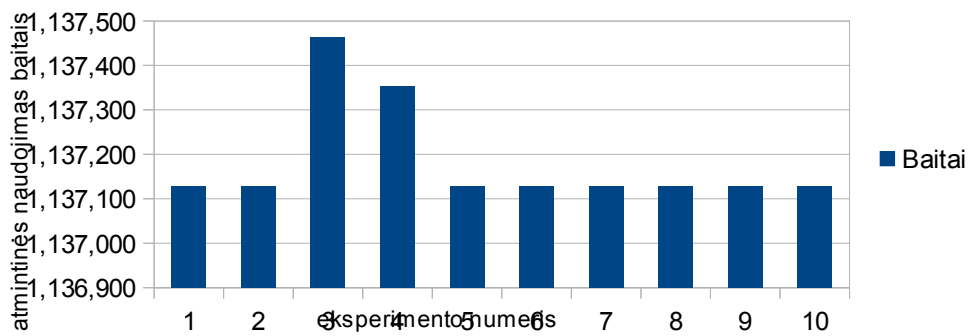
**93 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM



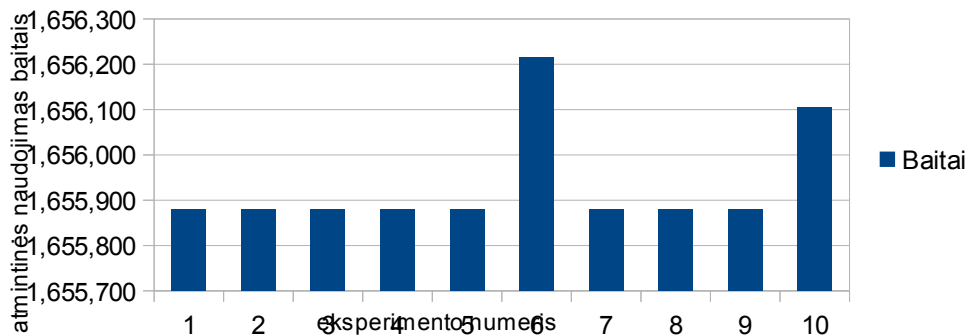
**94 pav.** FDL i XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Web-portal-fm PM



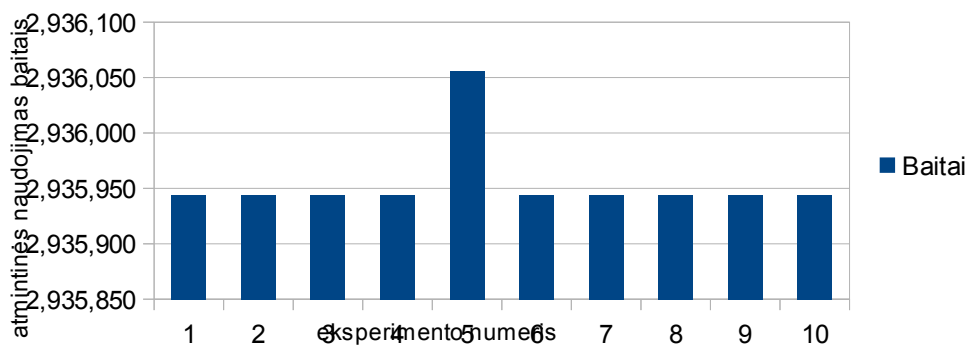
95 pav. FDL į XMI transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas phone PM



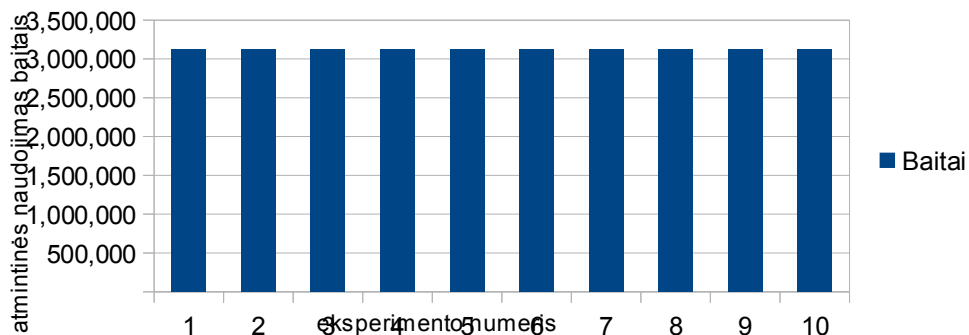
96 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Cellphone-fm PM



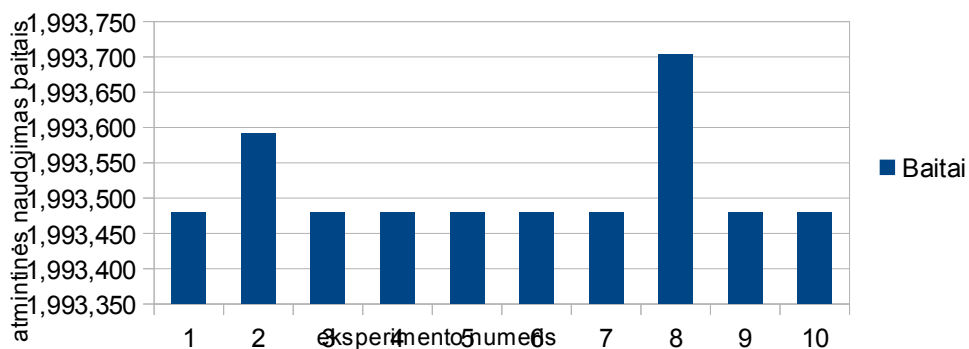
97 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Digital-video-system-fm PM



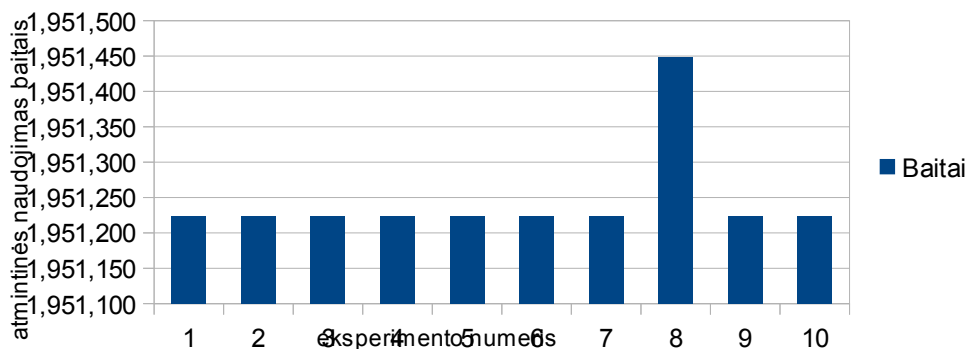
**98 pav.** XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Documentation-generation-fm PM



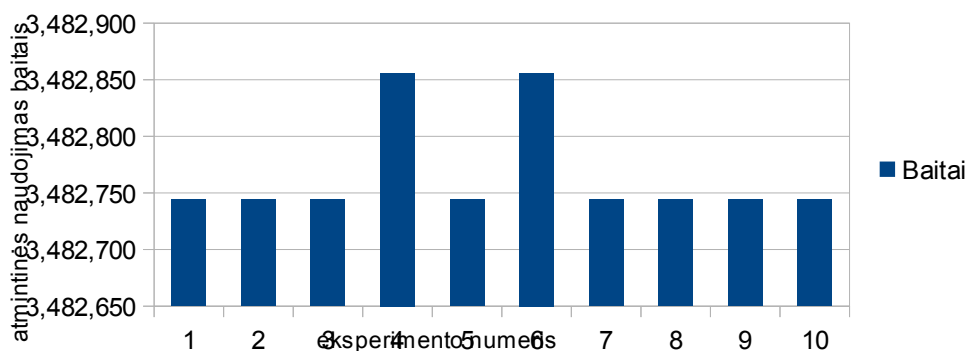
**99 pav.** XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Eshop-fm PM



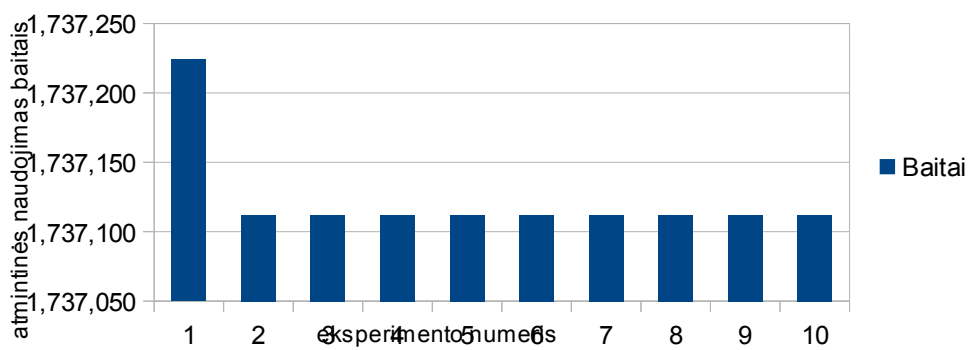
**100 pav.** XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Graph-manipulation PM



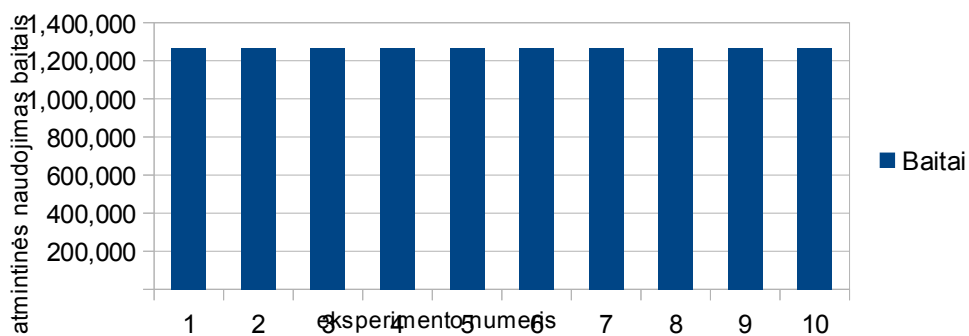
**101 pav.** XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Graph-product-line-fm PM



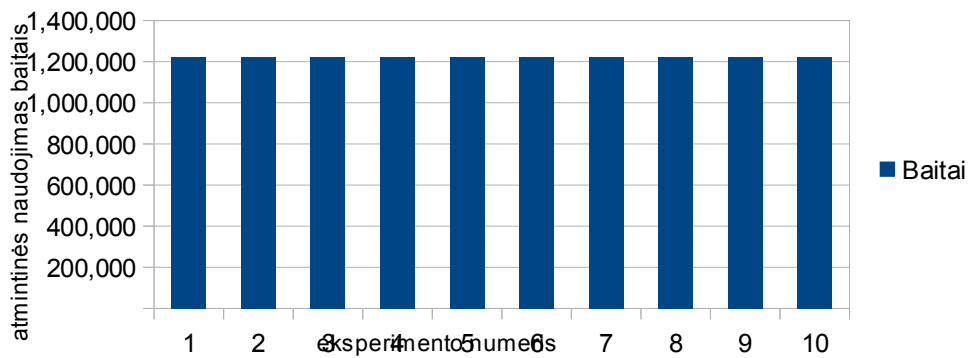
102 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Home-integration-system-fm PM



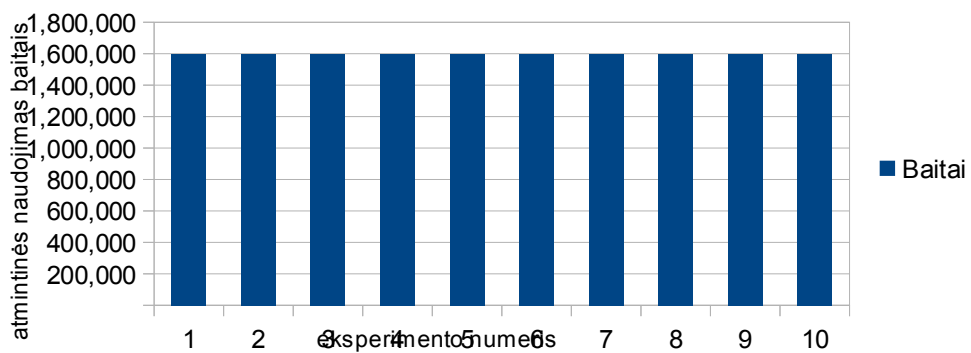
103 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Insurance-product-fm PM



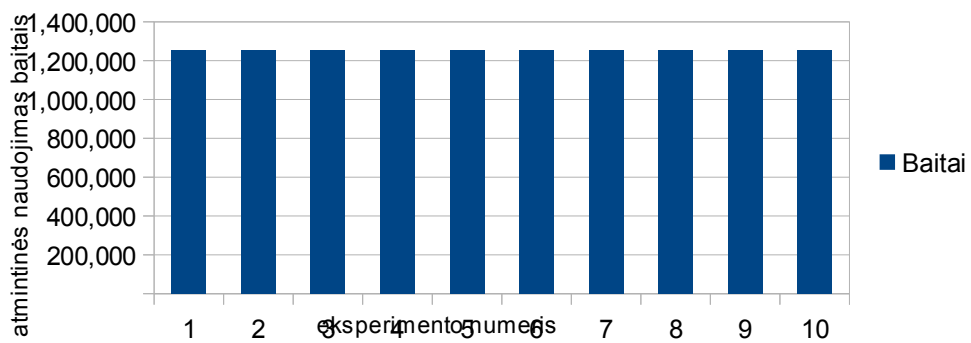
104 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas James-fm PM



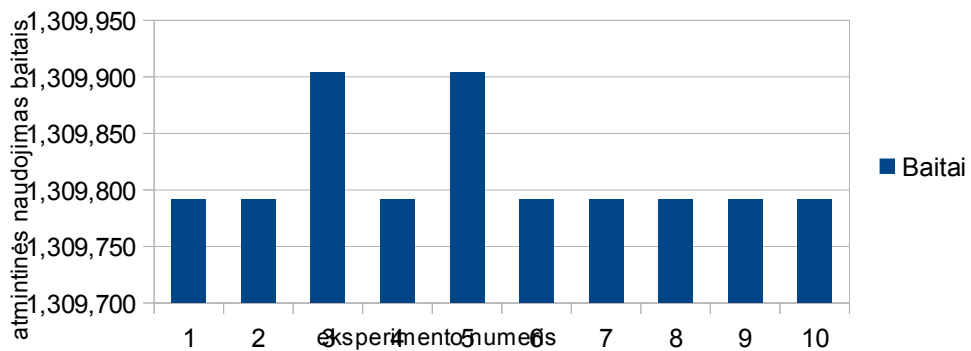
105 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Jplug-fm PM



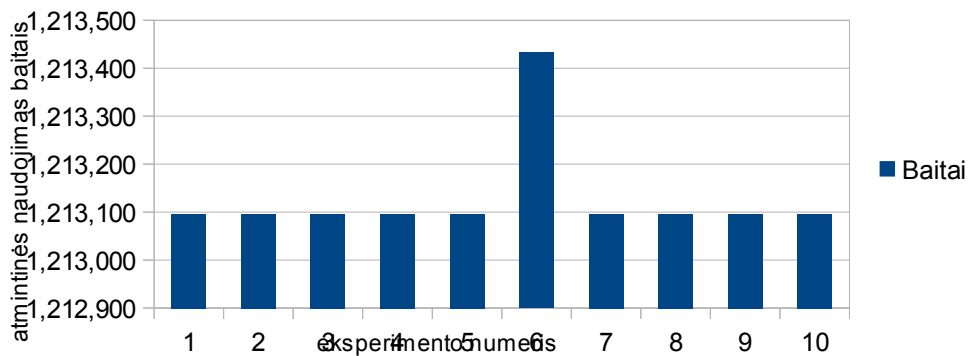
106 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Key-word-in-context-fm PM



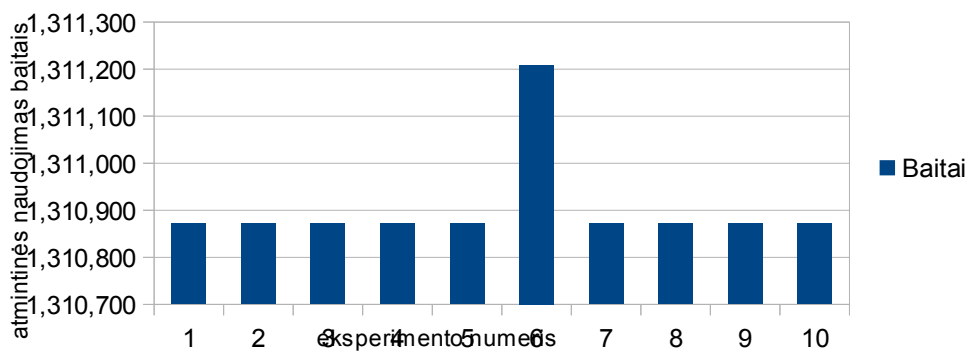
107 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Model-transformation-fm PM



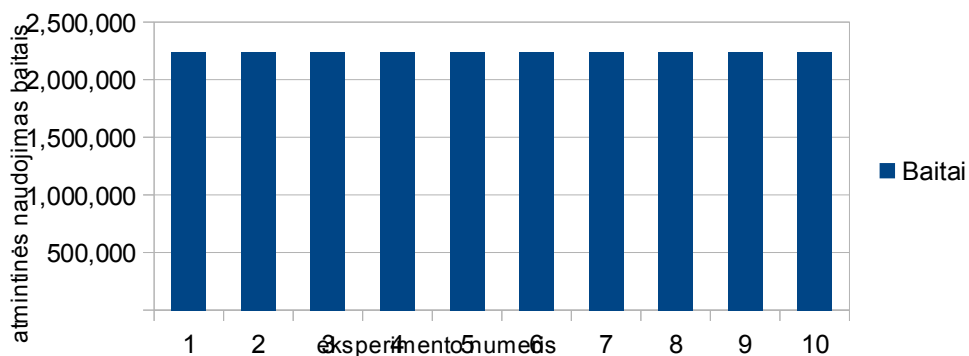
108 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM



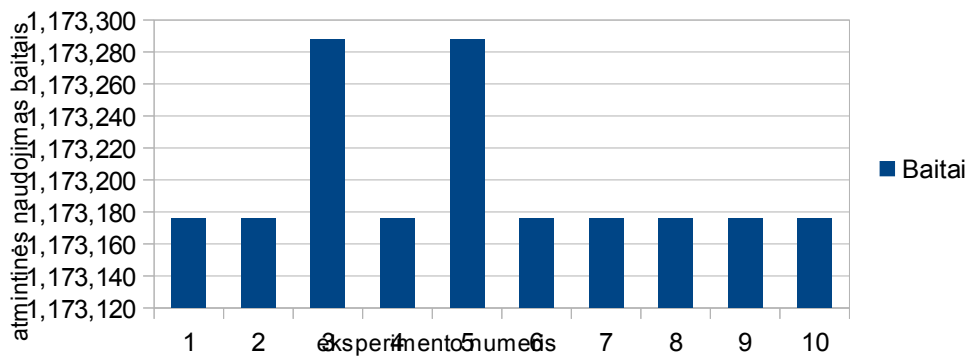
109 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Telecommunication-system-fm PM



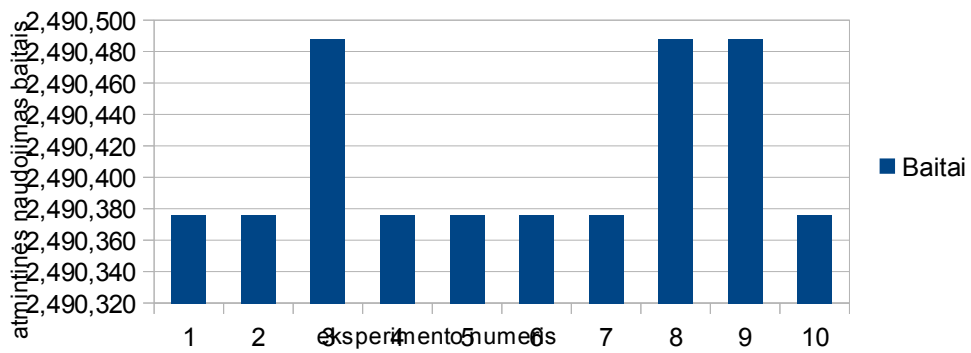
110 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Text-editor-fm PM



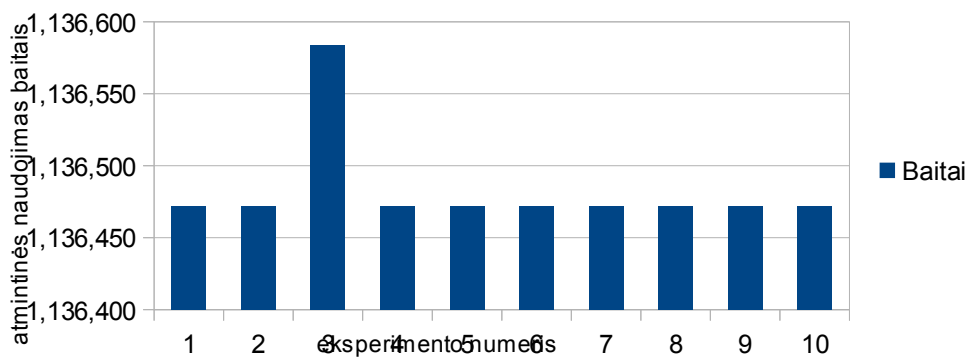
111 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Thread-domain-fm PM



112 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM

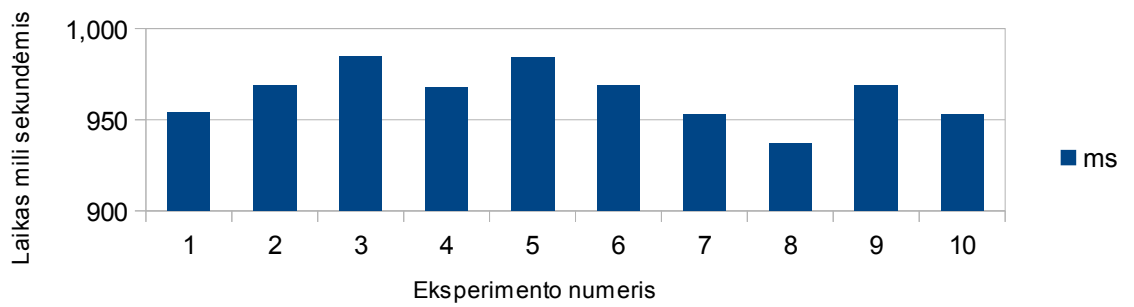


113 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas Web-portal-fm PM

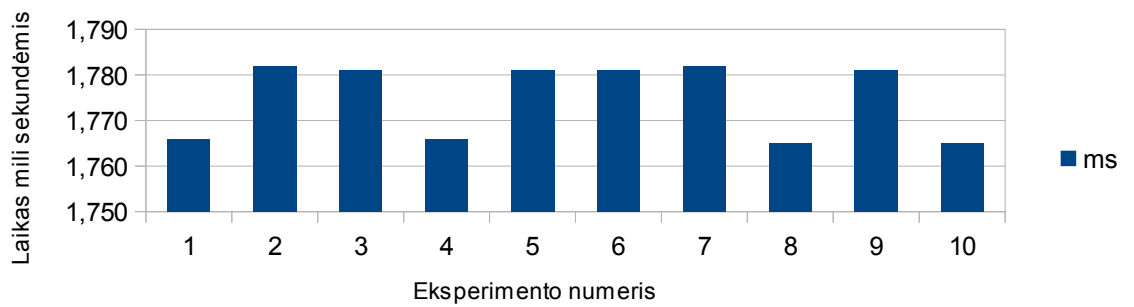


114 pav. XMI į FDL transformavimo atminties panaudojimas phone PM

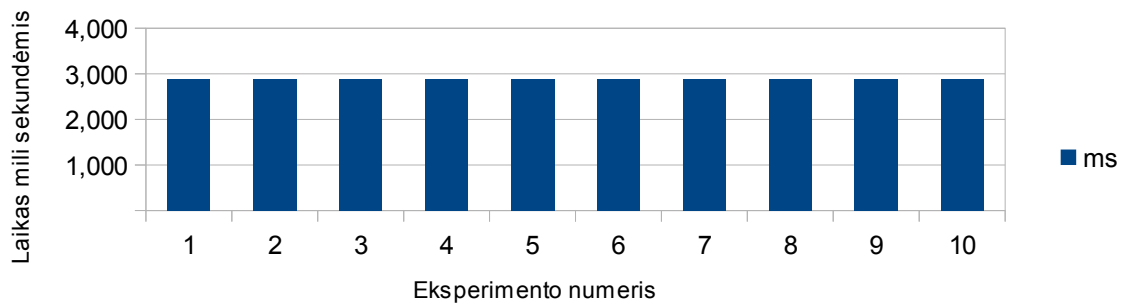




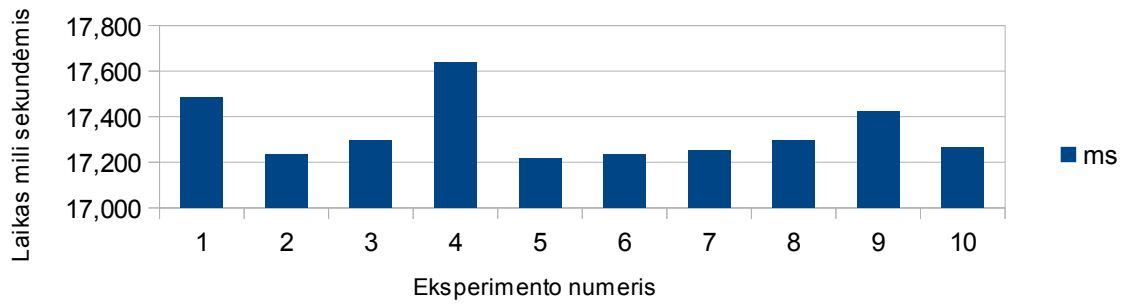
**115 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Cellphone-fm PM



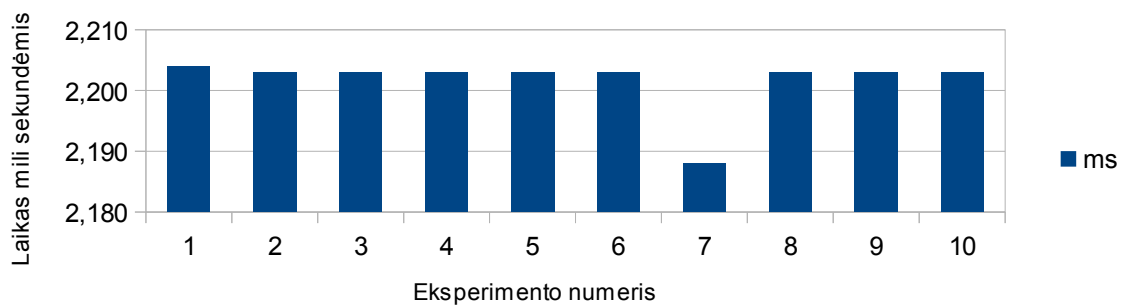
**116 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Digital-video-system-fm PM



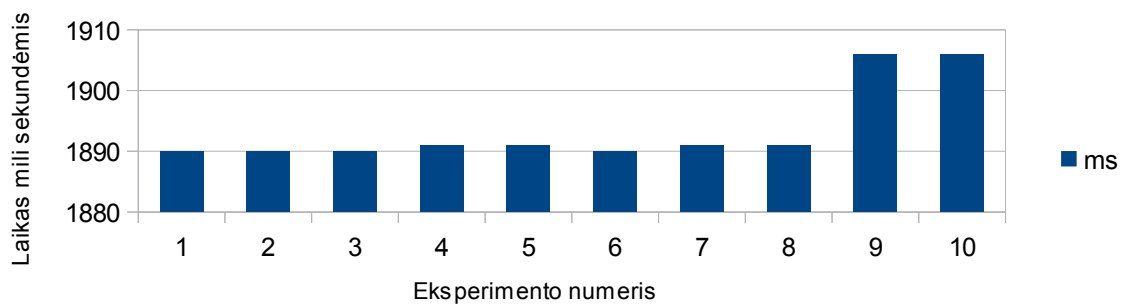
**117 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Documentation-generation-fm PM



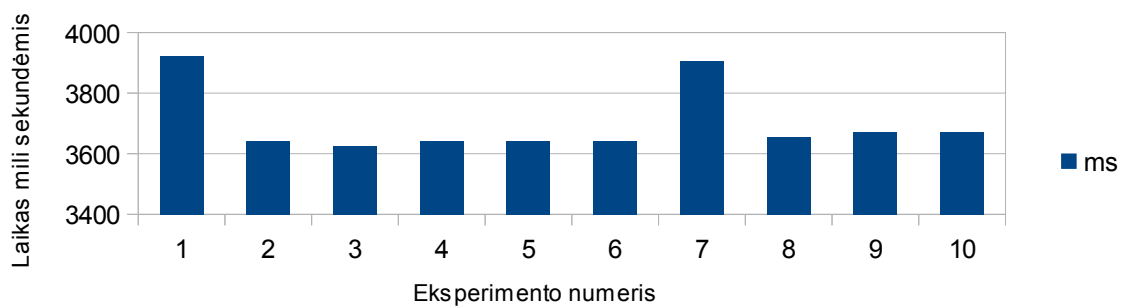
**118 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Eshop-fm PM



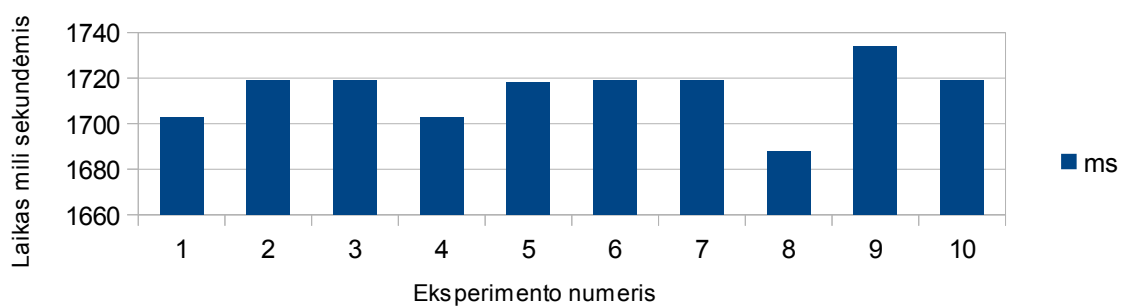
**119 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-manipulation PM



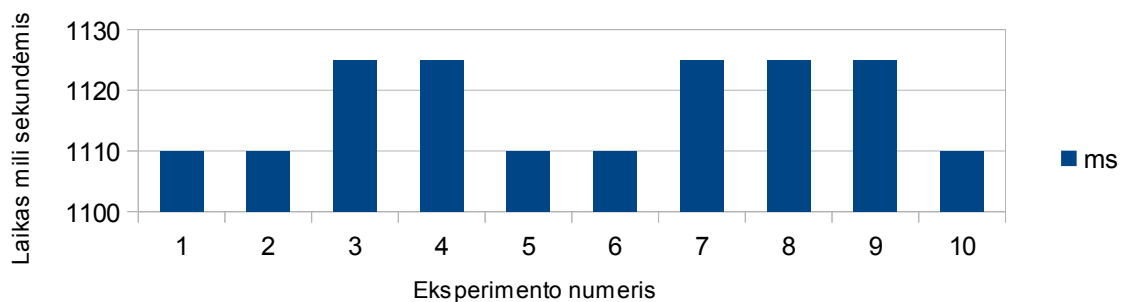
**120 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-product-line-fm PM



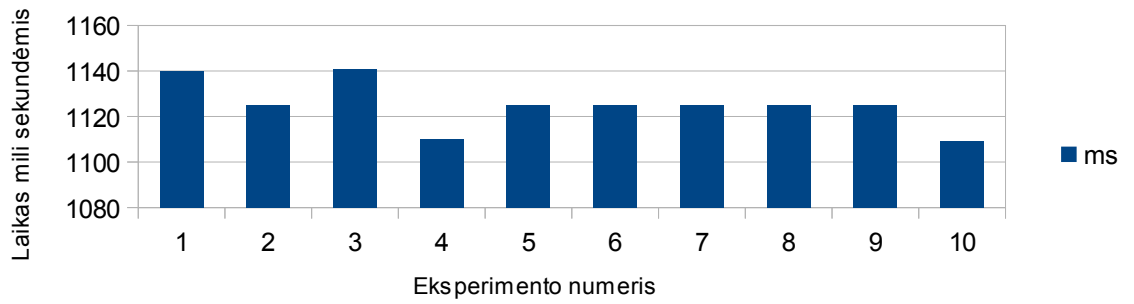
**121 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Home-integration-system-fm PM



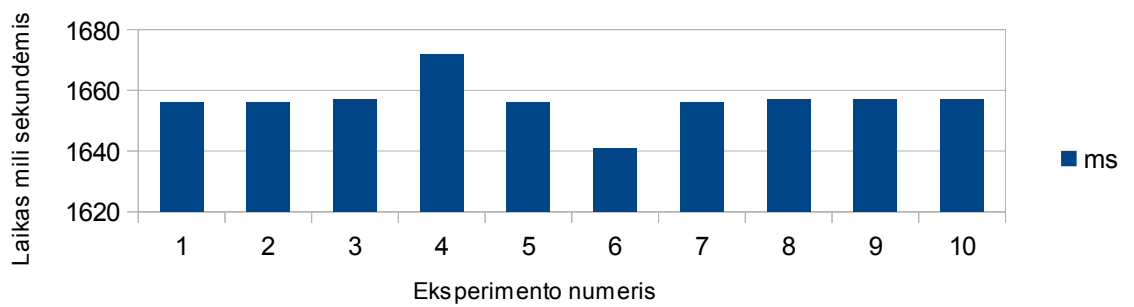
**122 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Insurance-product-fm PM



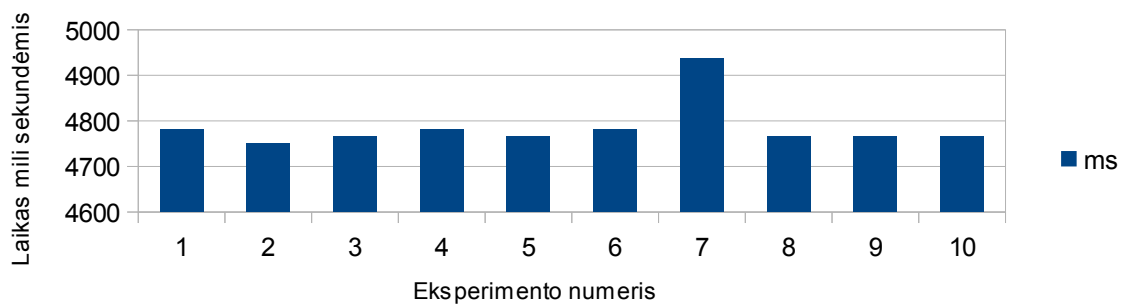
**123 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas James-fm PM



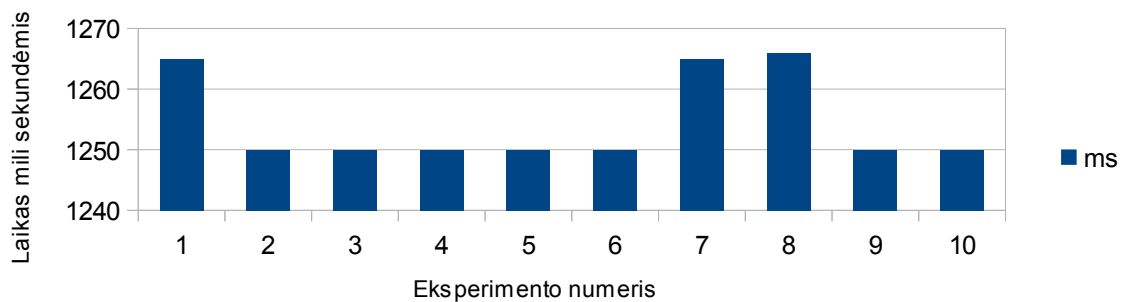
**124 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Jplug-fm PM



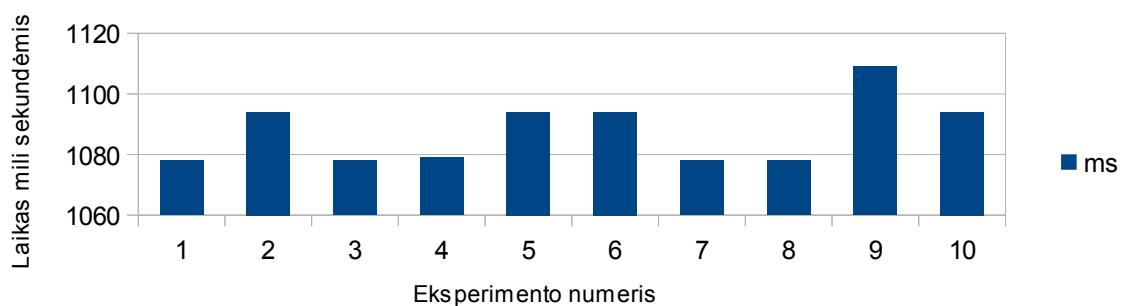
**125 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Key-word-in-context-fm PM



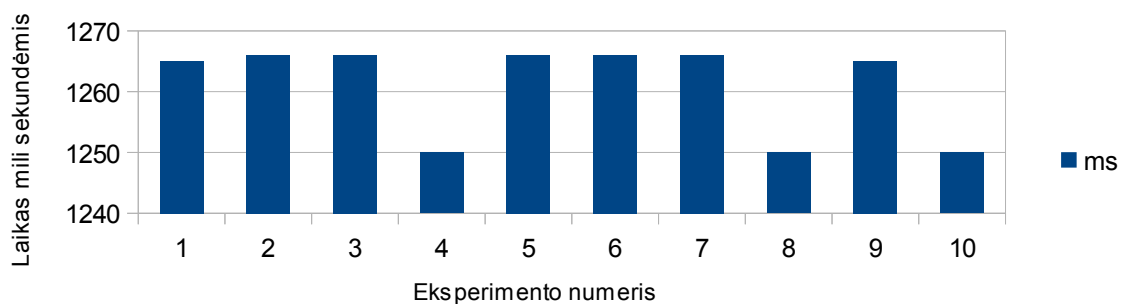
**126 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Model-transformation-fm PM



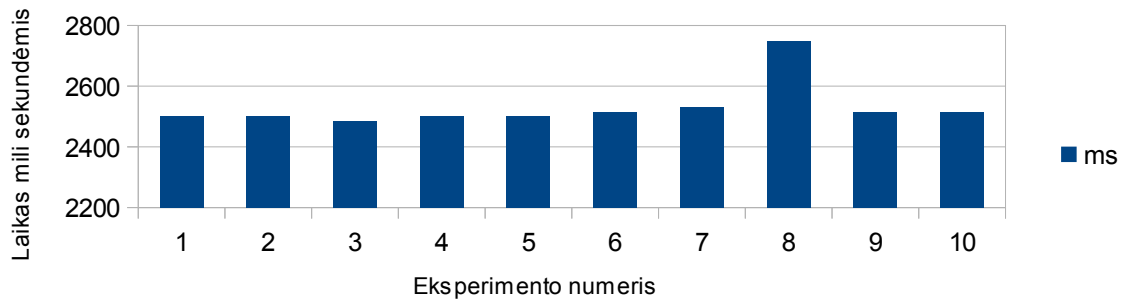
**127 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM



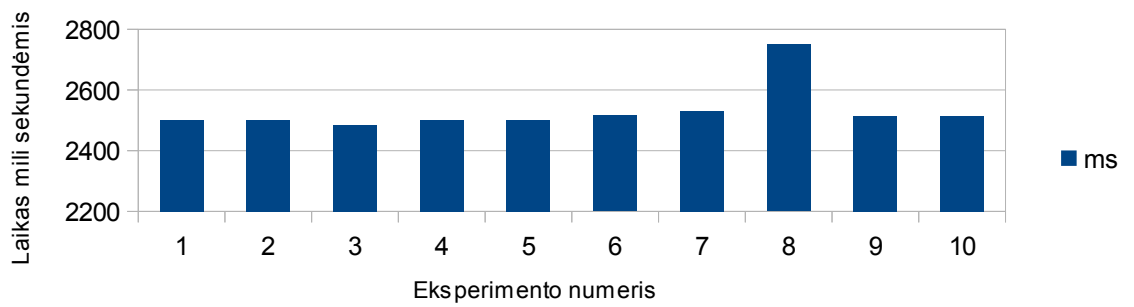
**128 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Telecommunication-system-fm PM



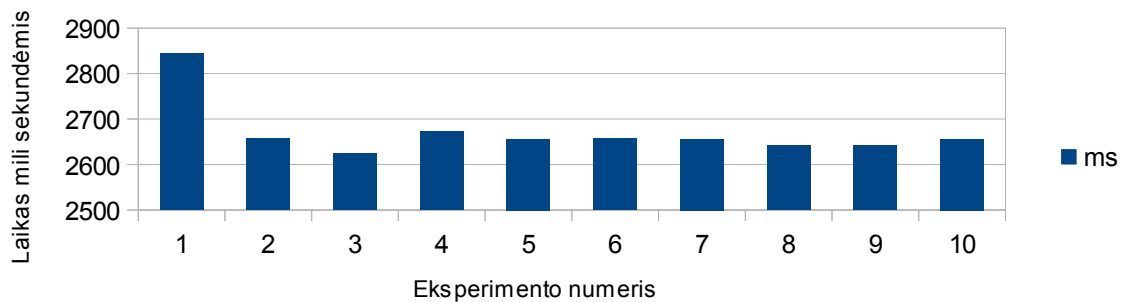
**129 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Text-editor-fm PM



**130 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Thread-domain-fm PM



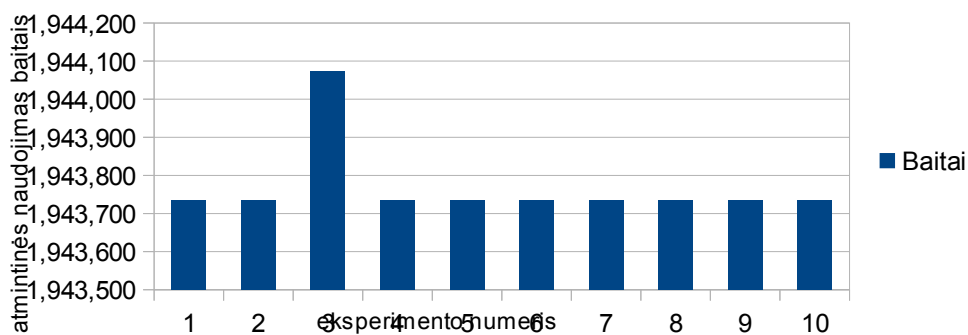
**131 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM



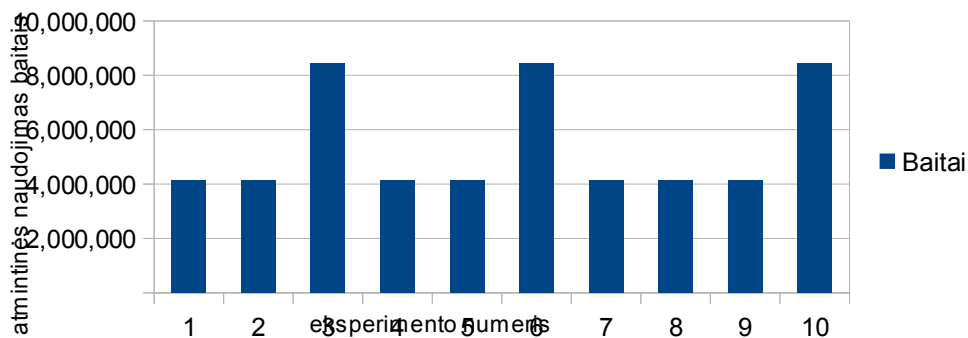
**132 pav.** XMI i FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Web-portal-fm PM



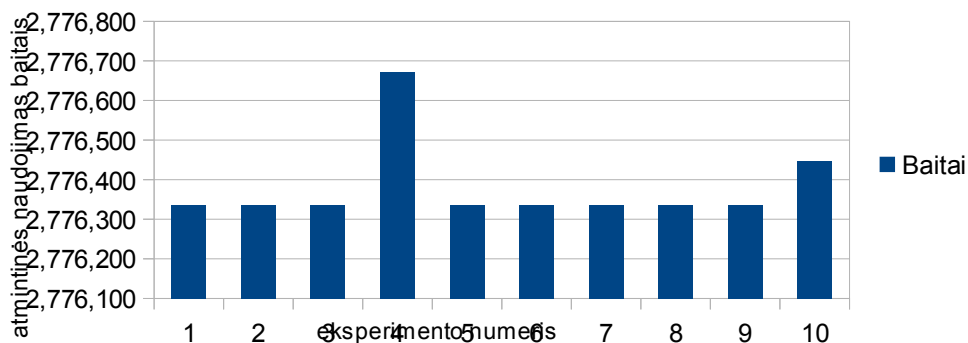
133 pav. XMI į FDL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas phone PM



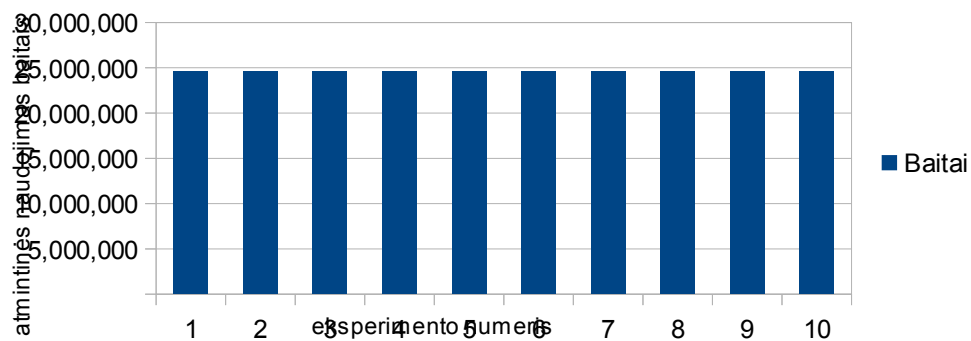
134 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Cellphone-fm PM



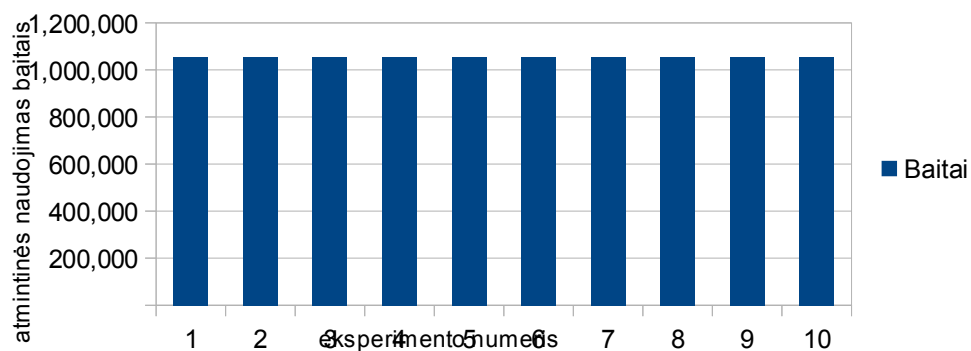
135 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Digital-video-system-fm PM



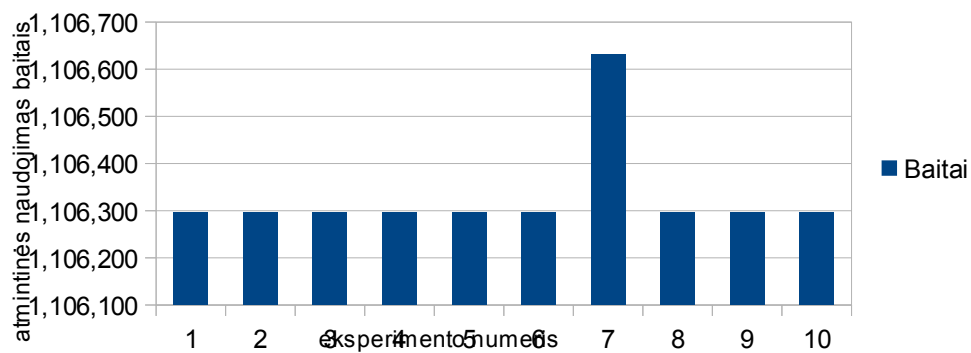
**136 pav.** XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Documentation-generation-fm PM



**137 pav.** XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Eshop-fm PM

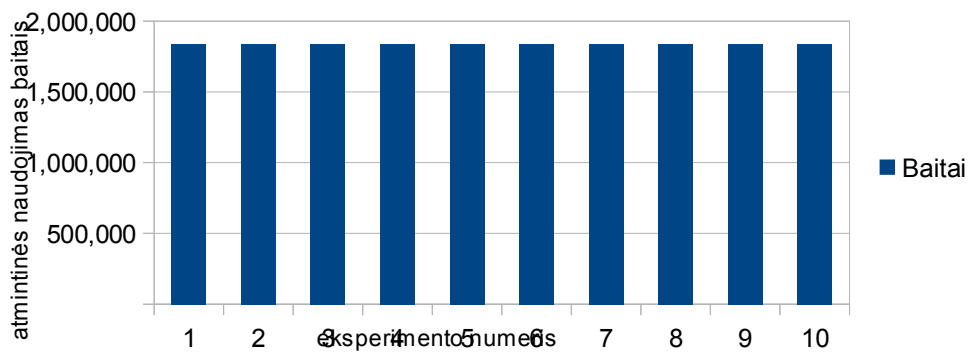


**138 pav.** XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Graph-manipulation PM

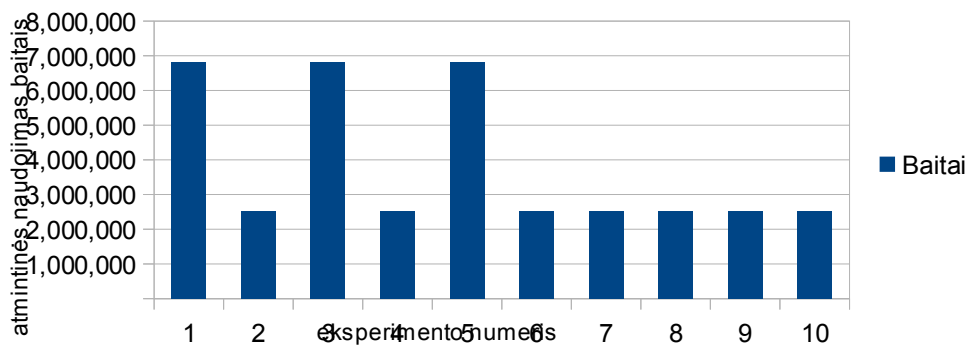


**139 pav.** XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Graph-product-line-fm PM

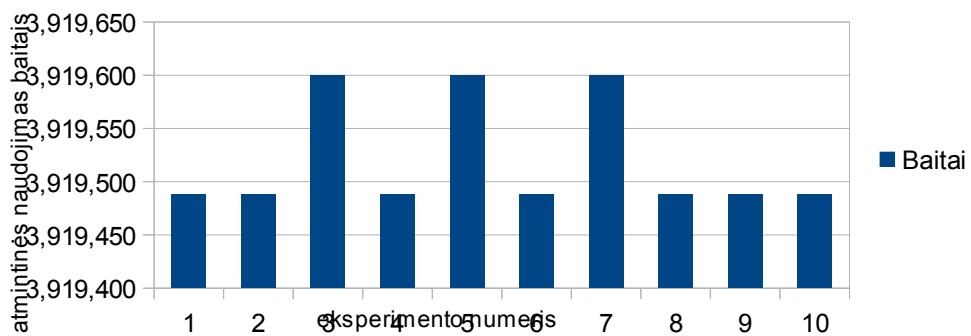




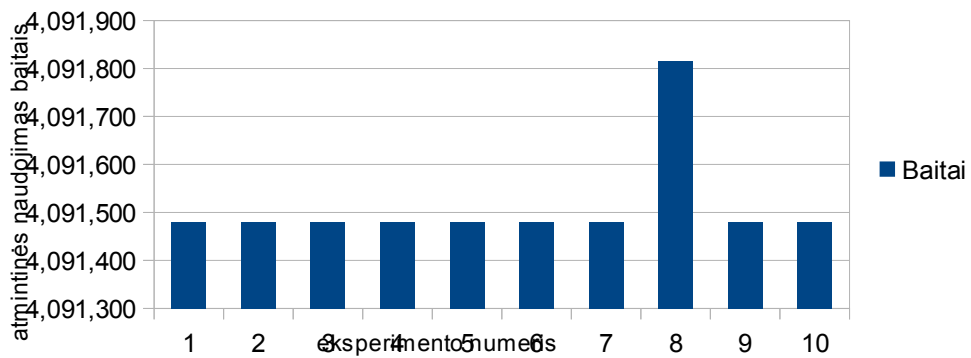
140 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Home-integration-system-fm PM



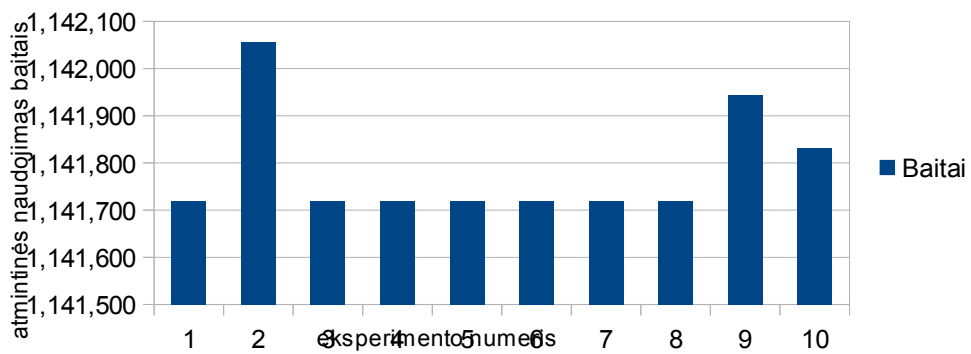
141 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Insurance-product-fm PM



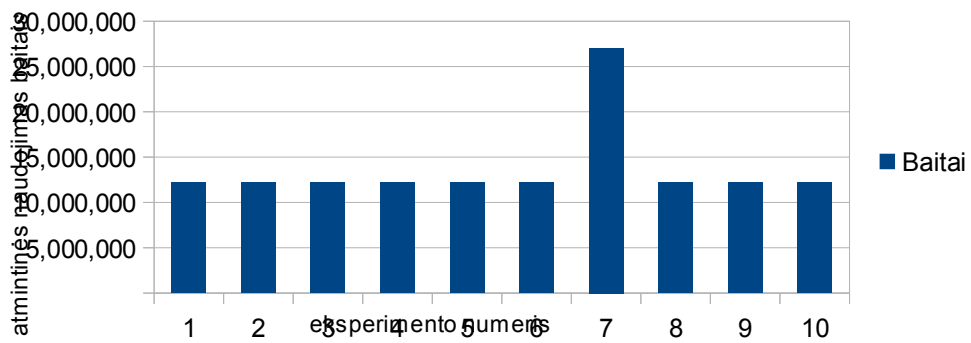
142 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas James-fm PM



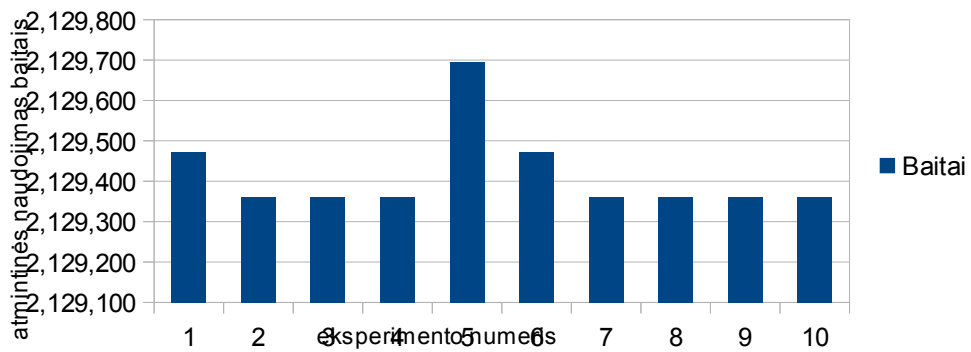
143 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Jplug-fm PM



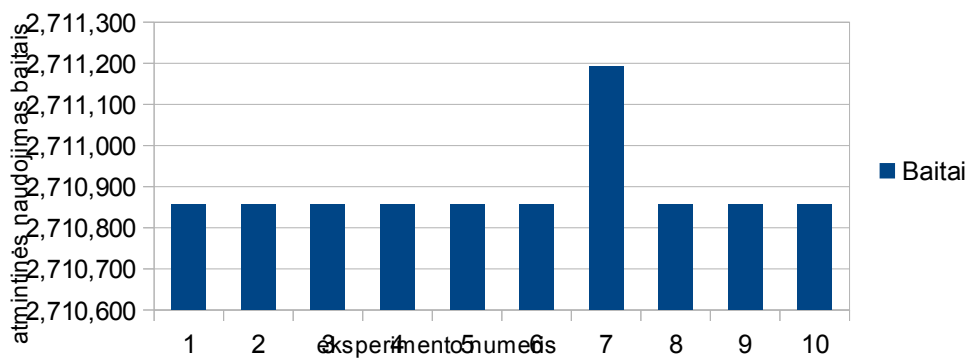
144 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Key-word-in-context-fm PM



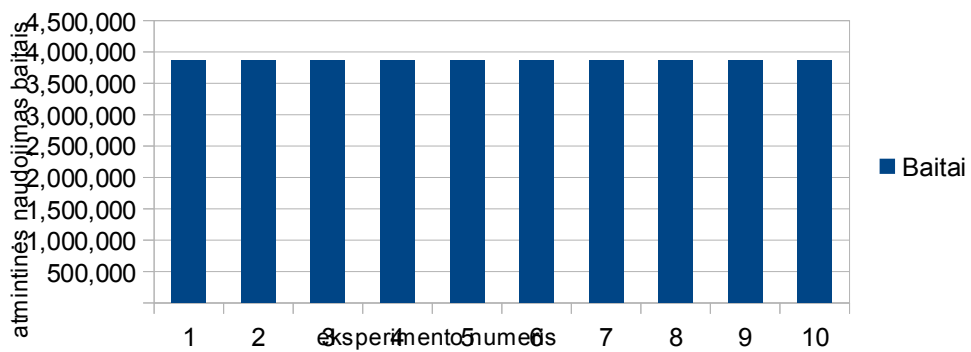
145 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Model-transformation-fm PM



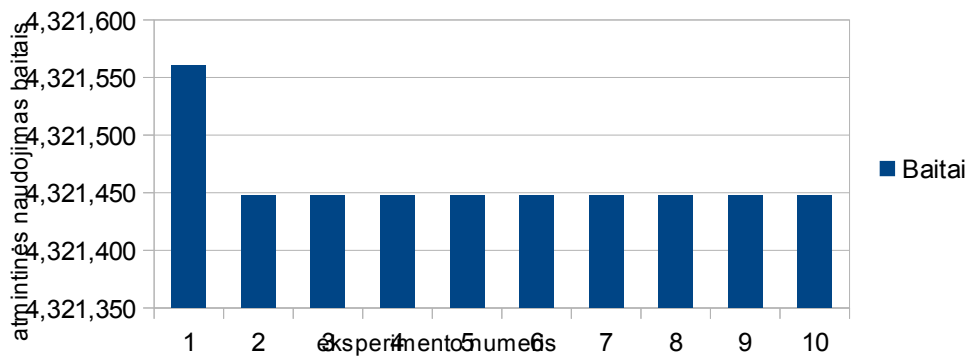
146 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM



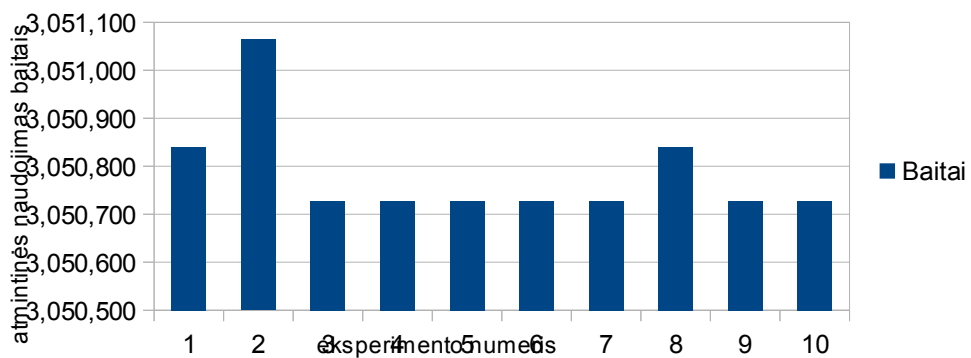
147 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Telecommunication-system-fm PM



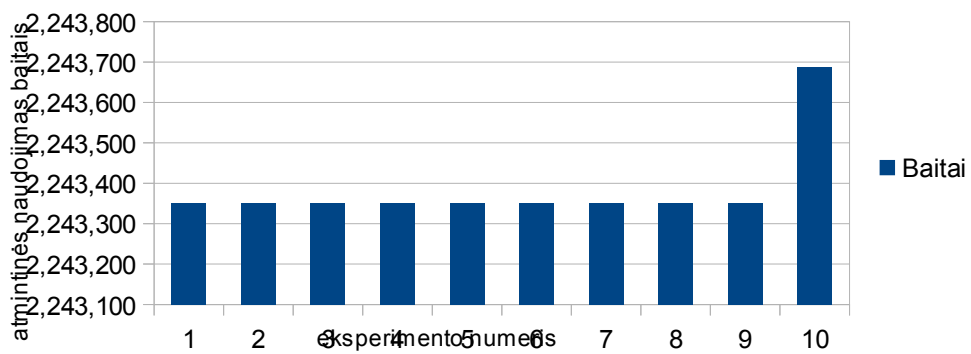
148 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Text-editor-fm PM



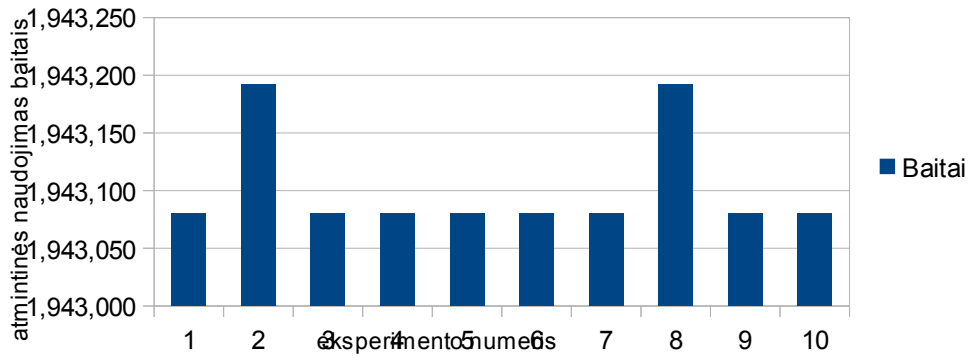
149 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Thread-domain-fm PM



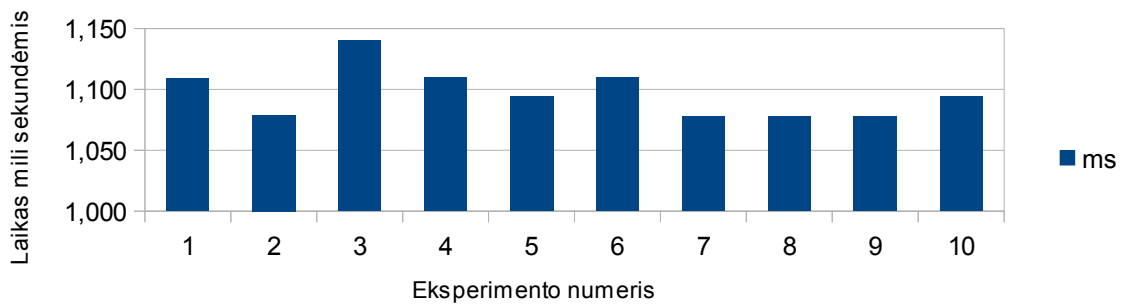
150 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM



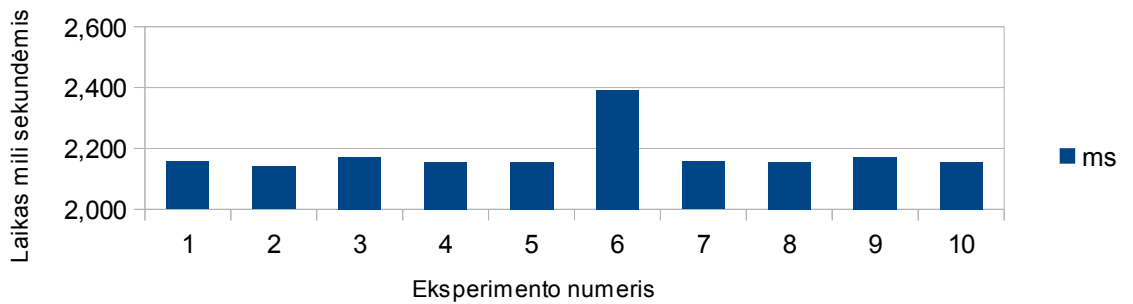
151 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas Web-portal-fm PM



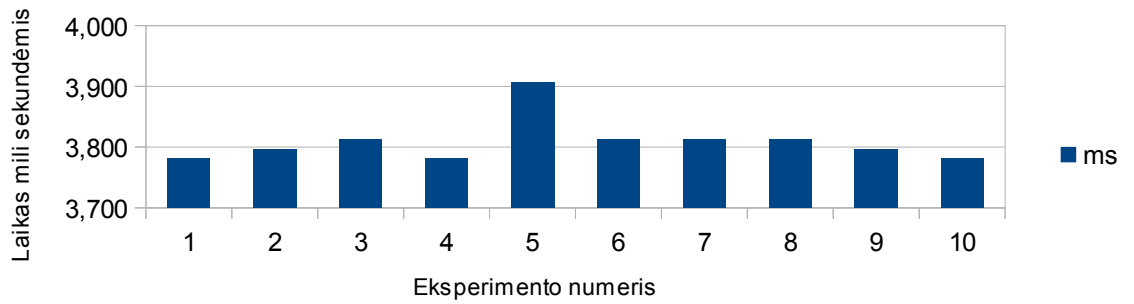
152 pav. XMI į OWL transformavimo atminties panaudojimas phone PM



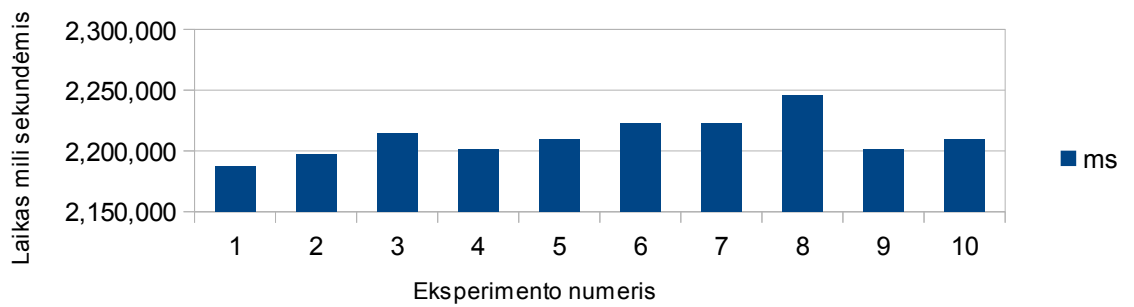
153 pav. XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Cellphone-fm PM



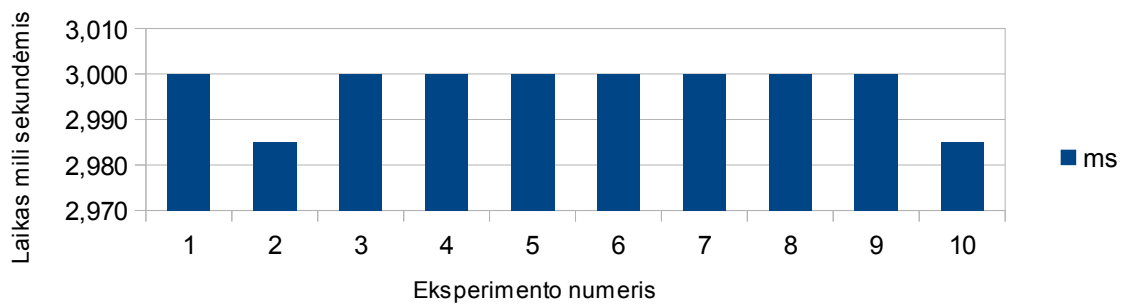
154 pav. XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Digital-video-system-fm PM



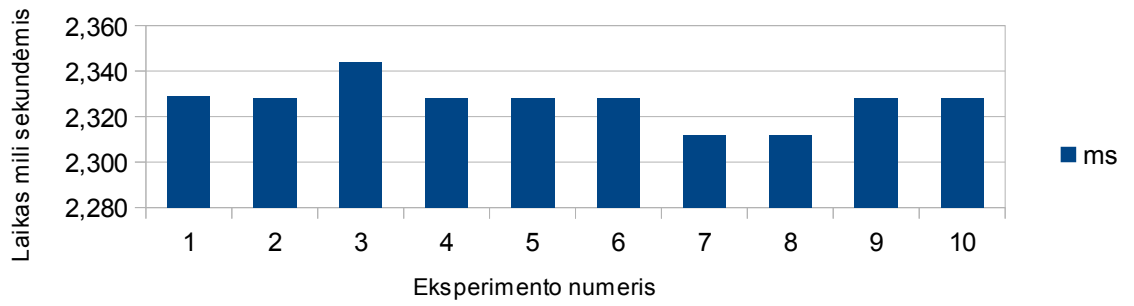
**155 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Documentation-generation-fm PM



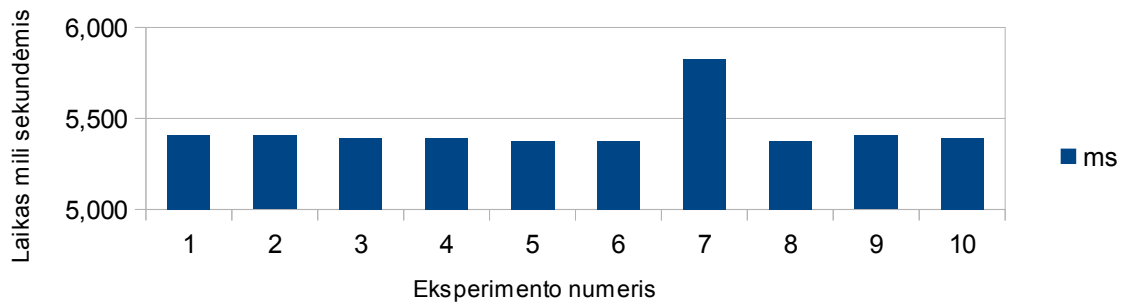
**156 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Eshop-fm PM



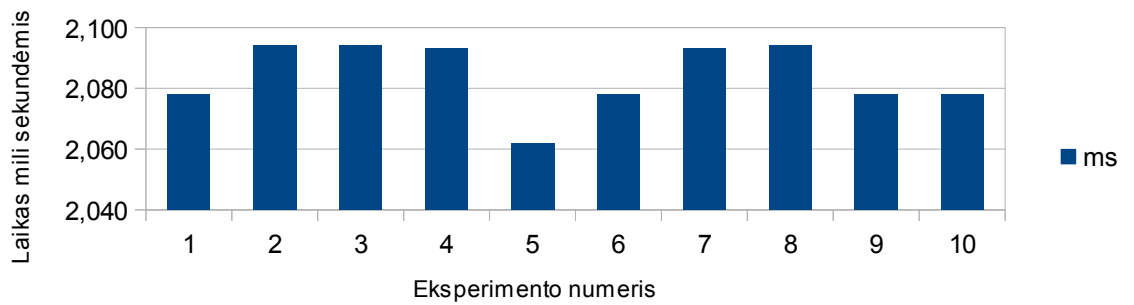
**157 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-manipulation PM



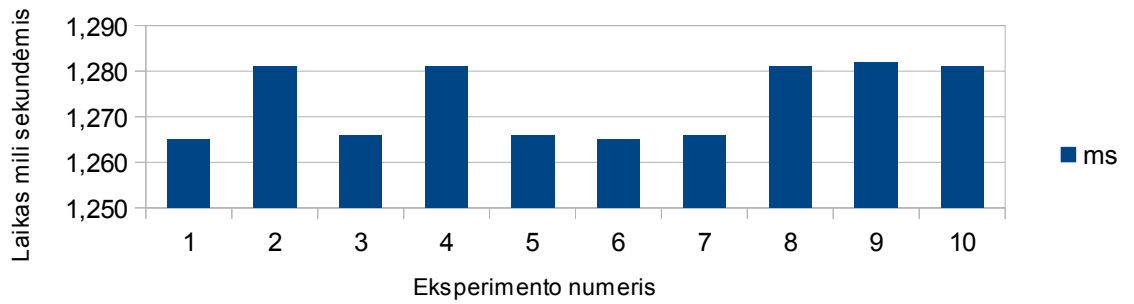
**158 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Graph-product-line-fm PM



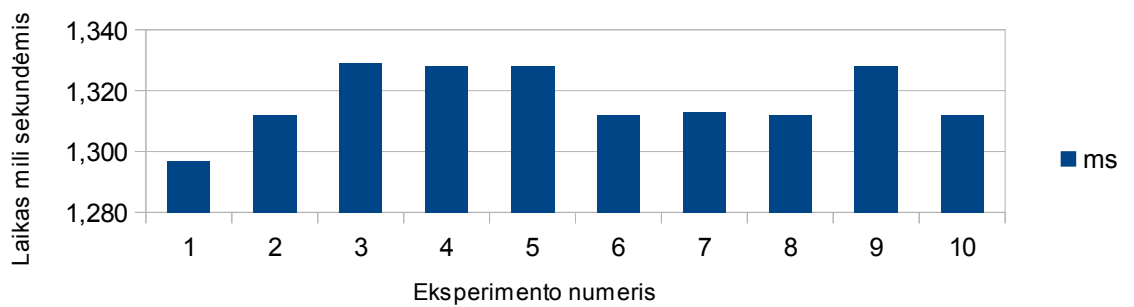
**159 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Home-integration-system-fm PM



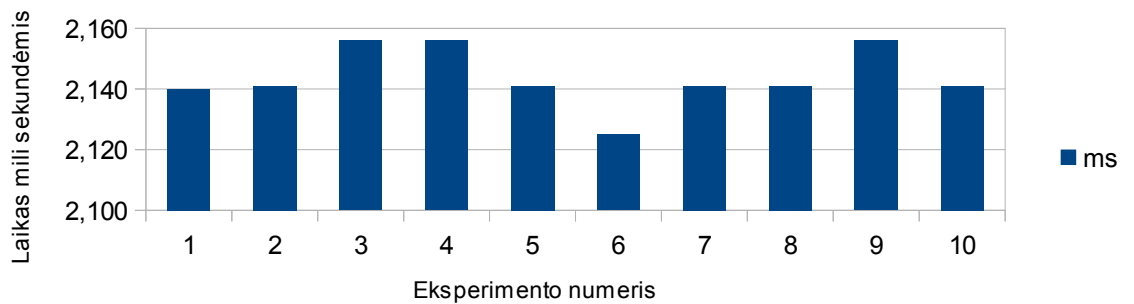
**160 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Insurance-product-fm PM



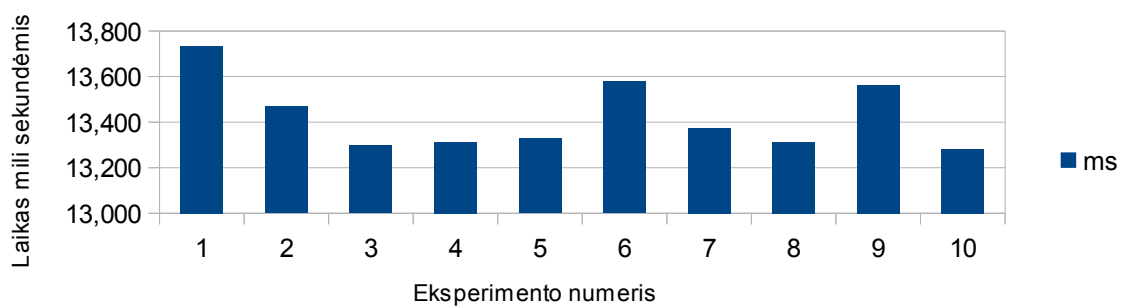
**161 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas James-fm PM



**162 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Jplug-fm PM

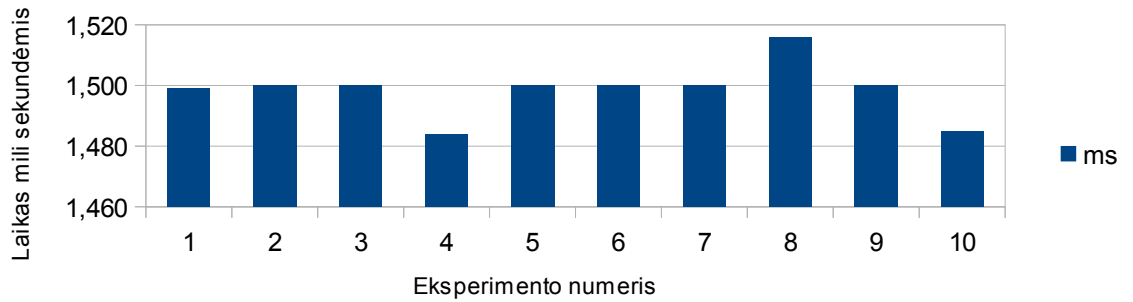


**163 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Key-word-in-context-fm PM

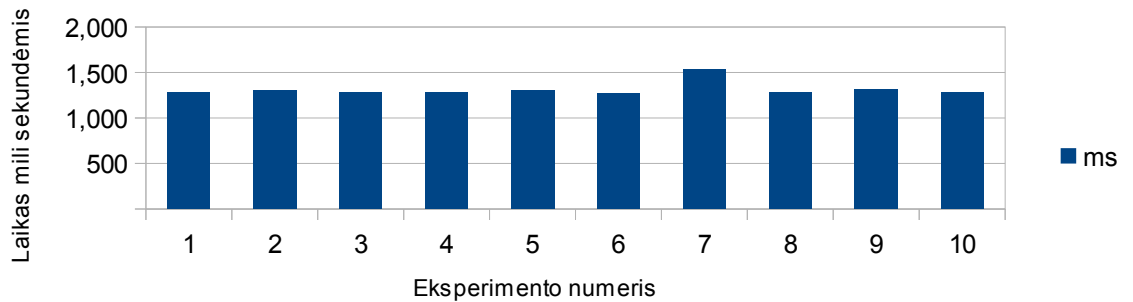




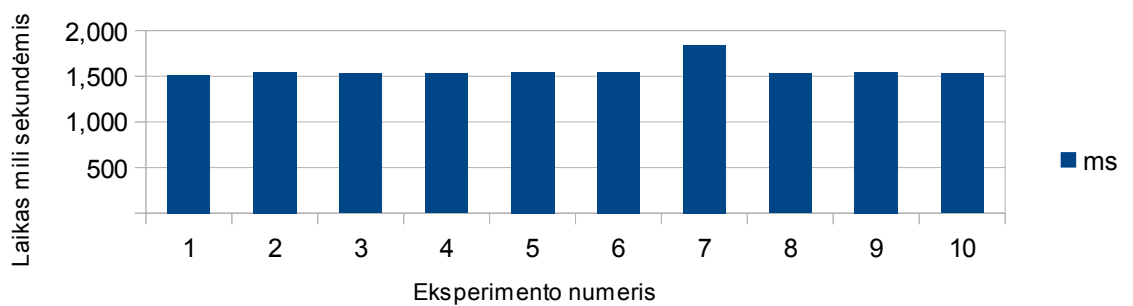
**164 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Model-transformation-fm PM



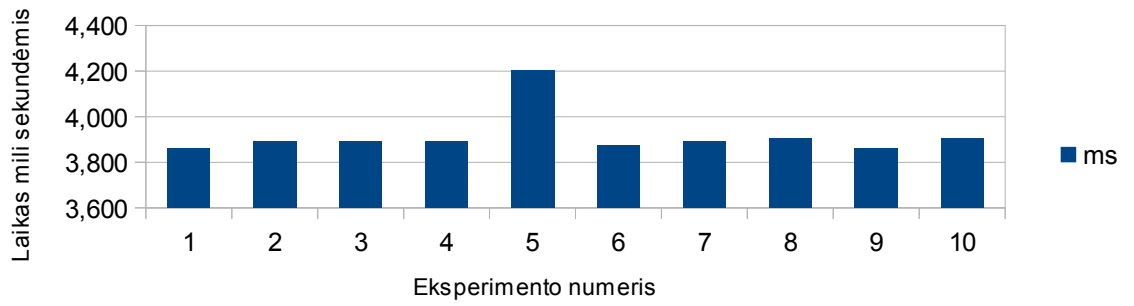
**165 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Monitor-engine-system-fm PM



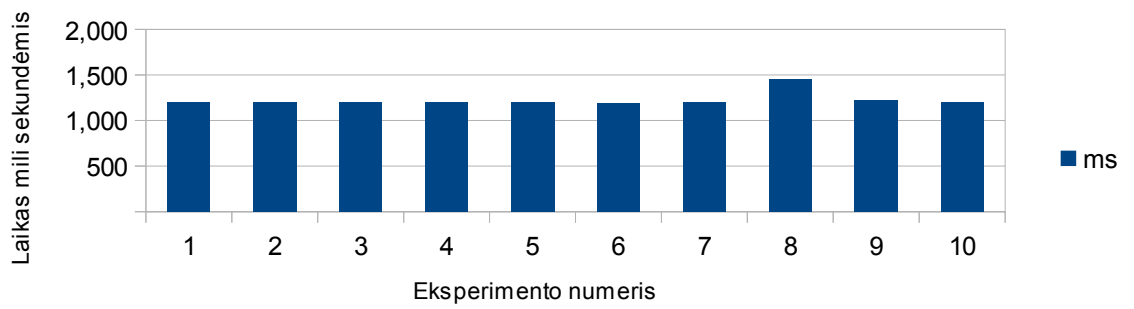
**166 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Telecommunication-system-fm PM



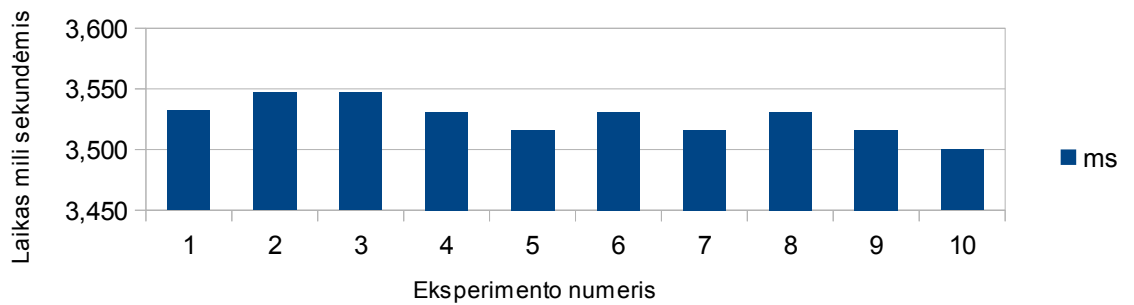
**167 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Text-editor-fm PM



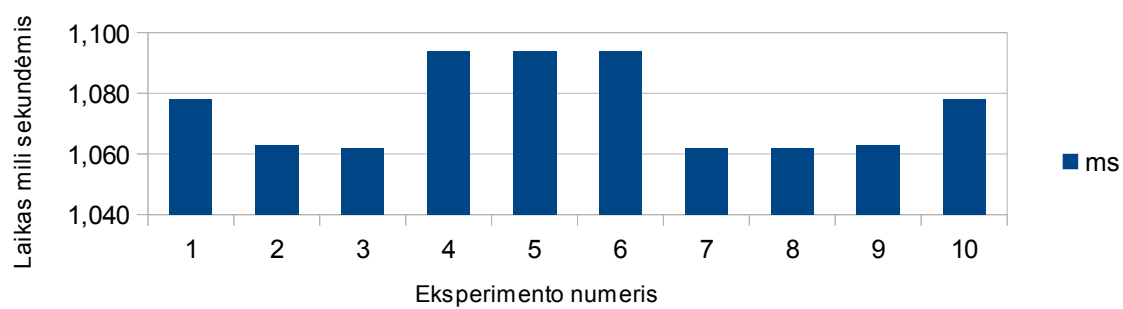
**168 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Thread-domain-fm PM



**169 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Virtual-office-of-future-fm PM



**170 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas Web-portal-fm PM



**171 pav.** XMI i OWL transformavimo procesoriaus darbo laiko panaudojimas phone PM