



Универзитет у Београду Машински факултет

Основне академске студије

КОМПЈУТЕРСКА СИМУЛАЦИЈА И ВЕШТАЧКА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА

ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК

Овера (потпис/датум):

Наставници: Проф. др Бојан Бабић
Проф. др Зоран Миљковић
Најдан Вуковић, дипл.маш.инж.
Сарадници: Марко Митић, дипл.маш.инж.
Милица Петровић, дипл.маш.инж.

Група:

РБ	Презиме и име:	Бр.инд.	Број поена:
1.	Милан Миловановић	317/09	
2.	Арон Алба	4/09	
3.	Немања Николић	350/09	
4.	Јована Срећковић	477/09	
5.	Стефан Кнежевић	216/09	

Школска година: 2010/11.

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



Садржај

ЗАДАТАК 1:	3
ЗАДАТАК 2:	4
Задатак 2.1	4
Задатак 2.2	12
Задатак 2.3	15
ЗАДАТАК 3:	17
Задатак 3.1:	17
Задатак 3.2 :	18

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



ЗАДАТАК 1:

Потребно је извршити симулацију рада следећег система:

ПОСЛАСТИЧАРНИЦА

1. Проблем се састоји у симулирању рада посластичарнице, тако да се омогући максимална искоришћеност особља и простора, али истовремено и што бржу и ефикаснију услугу. Претпоставимо да је капацитет посластичарнице у потпуности искоришћен, а да нове муштерије долазе. Поставља се питање како организовати рад посластичарнице а да при томе не дође до превазилажења капацитета објекта. Једно од могућих решења проблема је увођење додатног особља или проширење капацитета за седење.
2. Претпоставићемо да се наш систем тј. посластичарница састоји од једне касе која услужује потрошаче. Узећемо у обзир два могућа решења датог система. Први случај је да се узме жељена посланица, одмах плати што утиче на дуже чекање у реду за оне који чекају да буду услужени, док други могући алтернативни систем би се разликовао у следећем, узмемо посланицу, поједемо, па онда платимо.

3. Табела 1: Компоненте модела система

Компоненте модела система					
Систем	Ентитети	Атрибути	Активности	Догађаји	Стања
Посланица рница (једна особа која услужује)	Муштерија (купац)	Омиљена Посланица	Одабир посланице, Плаћање одмах по одабиру жељене посланице	Долазак на линију, Одлазак са линије	Број корисника, Величина реда
Посланица рница	Муштерија (купац)	Омиљена Посланица	Одабир посланице, Плаћање након што се поједе одабрана посланица	Долазак на линију, Одлазак са линије	Број услужених корисника, Величина реда

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



4. Да бисмо могли да формирамо овакав систем потребно је да прикупимо неке податке. Као прво потребно је да забележимо период међудоласка људи у посластичарницу, а друга битна ствар је време које је потребно да се сваки купац услужи, које представља време чекања за купца и за њега. У случају другог система било би добро знати и просечно време од узимања посланице до враћања на линију за плаћање. Било би потребно и да се приликом посматрања рада посластичарнице забележава време доласка муштерија. Тиме би добили податак о броју муштерија у различитим терминима у току радног времена посластичарнице, као и у различитим годишњим добима. Ако би добили податак да је у неком периоду дана значајно већи промет него у неком другом могли би да уведемо додатно особље само у смену (годишњем добу) у којој је већи промет. Тим поступком би смањили трошкове особља тиме што не би запошљавали додатне раднике у смене (годишњим добима) у којима нема толико промета. Уколико настане "уско грло" на каси, требало би да се разматра један од начина растеређивања те касе. То би могли да постигнемо увођењем додатне касе чиме би знатно растеретили проток ентитета кроз систем.

ЗАДАТАК 2:

Симулација рада посластичарнице ручном методом

Задатак 2.1

Применом симулације потребно је утврдити колико посластичар треба дневно да прави торти да би остваривао највећи профит. Проблем се састоји у следећем. Торте од посластичара купују минимаркети у количинама од једне до четири. Купаца (минимаркета) буде сваког дана између четири и седам, према расподели вероватноће приказаној у табели 2.1.1.

Табела 2.1.1. Вероватноћа броја купаца у једном дану

Број купаца у једном дану	4	5	6	7
Вероватноћа	0.35	0.30	0.25	0.10

Минимаркети наручују одређен број торти према расподели приказаној у табели 2.1.2.

Табела 2.1.2. Вероватноћа наручених торти по једној муштерији

Наручен број торти	1	2	3	4
Вероватноћа	0.4	0.3	0.2	0.1

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



Цена по којој посластичар продаје једну тарту је 1000 динара, а трошкови израде једне тарте (материјал) износе 700 динара. Све тарте које преостану бивају откупљене од стране локалне фабрике упола цене. Уговором који је склопљен подразумева се плаћање пенала минимаркетима за сваку наручену, а неиспоручену тарту у износу од 200 динара. Да би се оптимизовао процес набавке материјала посластичар прави тарте у количинама дељивим са 5. Симулација обухвата период од 10 дана.

Ток симулације је следећи: Прво на основу горе наведених табела направимо нове табеле (табела број 2.1.3. и табела број 2.1.4.) које поред наведених елемената садрже кумулативну вероватноћу као и опсег случајно одабраних бројева. Опсег случајно одабраних бројева дефинише се на основу кумулативне вероватноће.

Табела 2.1.3. Број купаца у једном дану

Број купаца у једном дану	Вероватноћа	Кумулативна вероватноћа	Опсег случајно одабраних бројева
4	0,35	0,35	01 - 35
5	0,3	0,65	36 - 65
6	0,25	0,9	66 - 90
7	0,1	1	91 - 00

Табела број 2.1.4. Број наручених торти

Број наручених торти	Вероватноћа	Кумулативна вероватноћа	Опсег случајно одабраних бројева
1	0,4	0,4	1 - 40
2	0,3	0,7	41 - 70
3	0,2	0,9	71 - 90
4	0,1	1	91 - 00

У складу са траженим у задатку потребно је дефинисати број купаца у једном дану као и број наручених торти у истом. До тога се долази на следећи начин:

Из таблице случајних бројева насумично бирамо број и у зависности од тога ком опсегу тај број припада (Табела 2.1.3) записујемо број купаца. Следеће је потребно утврдити колико сваки од тих купаца наручује торти на дневној основи а до тога се долази аналогно предходном поступку (Табела 2.1.4).

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



Табела 2.1.5. Подаци везани за десетодневну производњу 15 торти дневно

Случајан број за број купаца	Број купаца	Број наручених торти	Случајан број за купца 1	Број торти за купца 1	Случајан број за купца 2	Број торти за купца 2	Случајан број за купца 3	Број торти за купца 3	Случајан број за купца 4	Број торти за купца 4	Случајан број за купца 5	Број торти за купца 5	Случајан број за купца 6	Број торти за купца 6	Случајан број за купца 7	Број торти за купца 7
55	5	12	37	1	65	2	5	1	92	4	94	4	49	2	66	2
67	6	14	79	3	56	2	59	2	60	2	82	3	46	2	56	2
25	4	5	30	1	50	2	37	1	20	1	66	2	82	3	33	1
98	7	15	99	4	54	2	10	1	86	3	22	1	82	3	21	1
25	4	9	34	1	75	3	57	2	87	3	21	1	39	1	74	3
75	6	12	62	2	46	2	52	2	84	3	65	2	34	1	22	1
25	4	6	77	3	3	1	27	1	1	1	41	2	25	1	73	3
99	7	15	26	1	38	1	75	3	72	3	78	3	38	1	77	3
74	6	11	21	1	51	2	71	3	22	1	47	2	56	2	30	1
93	7	11	81	3	40	1	25	1	11	1	75	3	6	1	35	1

На основу Табеле 2.1.5 могуће је израчунати колико је торти преостало као и мањак торти, а одатле следи и профит који посластичарница остварује. Профит се рачуна на основу следеће формуле:

$$\text{ПРОФИТ} = (\text{ЗАРАДА ОД ПРОДАЈЕ}) - (\text{ТРОШКОВИ МАТЕРИЈАЛА}) - (\text{ИЗГУБЉЕН ПРОФИТ ЗА НЕИСПОРУЧЕНУ ТОРТУ}) + (\text{ЗАРАДА ОД ПРЕОСТАЛИХ ТОРТИ}) - \text{ПЕНАЛИ}$$

Табела 2.1.6. Профит остварен производњом 15 торти дневно

Дан	Преостале торте	Мањак торти	Зарада од продаје ресторани	Пенали за мањак	Могућа зарада	Зарада од продатих торти	ПРОФИТ
1	4	0	2000	0	0	11000	2500
2	7	0	3500	0	0	8000	1000
3	6	0	3000	0	0	9000	1500
4	0	2	0	400	600	15000	3500
5	6	0	3000	0	0	9000	1500
6	8	0	4000	0	0	7000	500
7	5	0	2500	0	0	10000	2000
8	2	0	1000	0	0	13000	3500
9	6	0	3000	0	0	9000	1500
10	0	1	0	200	300	15000	4000
ЗАРАДА ЗА 10 ДАНА						21500	

Претходне две табеле показују резултат за случај да посластичар прави 15 торти дневно. Пре него донесемо закључак о оптималном броју торти које поменути треба да прави приказаћемо и остале могућности. Минималан број торти које се наруче у једном дану је 4 (4 купаца наруче по једну торту), а максималан број торти је 28 (седам купаца наручи по 4 торте) тако да обзиром да посластичар прави торте у

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



количинама дељивим са 5 наше могућности подразумевају прорачун за случај да посластичар прави 5, 10, 15 (горе приказано), 20, 25, 30 торти.

Табела 2.1.7. Подаци везани за десетодневну производњу 5 торти дневно

Број купаца	Број наручених торти	Случајан број за купца 1	Број торти за купца 1	Случајан број за купца 2	Број торти за купца 2	Случајан број за купца 3	Број торти за купца 3	Случајан број за купца 4	Број торти за купца 4	Случајан број за купца 5	Број торти за купца 5	Случајан број за купца 6	Број торти за купца 6	Случајан број за купца 7	Број торти за купца 7
5	5	8	1	18	1	39	1	9	1	39	1	12	1	40	1
5	7	8	1	82	3	23	1	0	1	15	1	1	1	69	2
4	7	23	1	4	1	43	2	79	3	5	1	64	2	30	1
7	9	0	1	20	1	67	2	1	1	8	1	22	1	44	2
4	7	84	3	41	2	34	1	3	1	46	2	88	3	99	4
4	6	53	2	16	1	52	2	39	1	99	4	18	1	62	2
4	7	54	2	11	1	87	3	8	1	11	1	52	2	1	1
6	9	75	3	67	2	38	1	26	1	8	1	20	1	26	1
6	11	93	4	11	1	22	1	22	1	87	3	32	1	81	3
7	21	71	3	83	3	50	2	94	4	91	4	96	4	36	1

Случај када посластичар производи 5 торти дневно. Следећа табела (Табела 2.1.8.) у којој видимо негативан профит од -4500 динара указује на то да наш посластичар никако не сме производити 5 торти дневно иначе ће у врло кратком року да буде у великим губицима.

Табела 2.1.8. Профит остварен производњом 5 торти дневно

Дан	Преостале торте	Мањак торти	Зарада од продаје ресторани	Пенали за мањак	Могућа зарада	Зарада од продатих торти	ПРОФИТ
1	0	0	0	0	0	5000	1500
2	0	2	0	400	600	5000	500
3	0	2	0	400	600	5000	500
4	0	4	0	800	1200	5000	-500
5	0	2	0	400	600	5000	500
6	0	1	0	200	300	5000	1000
7	0	2	0	400	600	5000	500
8	0	4	0	800	1200	5000	-500
9	0	6	0	1200	1800	5000	-1500
10	0	16	0	3200	4800	5000	-6500
ЗАРАДА ЗА 10 ДАНА							-4500

Следеће две табеле односе се на већ претходно речено само за случај када се производи 10 торти дневно. Добро је напоменути да је тачност ових поступака утолико већа уколико смо имали више понављања и да би профит рецимо за 15 торти био све ближи истом броју уколико бисмо радили све већи број понављања

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



профита за случај када број торти остаје константан а мењамо само случајне бројеве.

Табела 2.1.9. Подаци везани за десетодневну производњу 10 торти дневно

Дан	Случајан број за број купаца	Број купаца	Број наручених торти	Случајан број за купца 1	Број торти за купца 1	Случајан број за купца 2	Број торти за купца 2	Случајан број за купца 3	Број торти за купца 3	Случајан број за купца 4	Број торти за купца 4	Случајан број за купца 5	Број торти за купца 5	Случајан број за купца 6	Број торти за купца 6	Случајан број за купца 7	Број торти за купца 7
1	55	5	7	12	1	12	1	38	1	78	3	23	1	78	3	72	3
2	5	4	7	57	2	67	2	24	1	70	2	72	3	12	1	29	1
3	25	4	5	32	1	5	1	61	2	12	1	95	4	5	1	95	4
4	88	6	13	32	1	17	1	58	2	75	3	72	3	75	3	29	1
5	25	4	7	79	3	22	1	41	2	36	1	39	1	93	4	20	1
6	95	7	11	28	1	63	2	39	1	60	2	62	2	5	1	47	2
7	25	4	4	15	1	17	1	30	1	37	1	13	1	36	1	46	2
8	92	7	14	9	1	84	3	48	2	87	3	25	1	41	2	53	2
9	42	5	13	10	1	76	3	92	4	57	2	72	3	73	3	92	4
10	93	7	15	83	3	74	3	73	3	53	2	7	1	42	2	3	1

Табела 2.1.10. Профит остварен производњом 10 торти дневно

Дан	Преостале торте	Мањак торти	Зарада од продаје ресторану	Пенали за мањак	Могућа зарада	Зарада од продатих торти	ПРОФИТ
1	3	0	1500	0	0	7000	1500
2	3	0	1500	0	0	7000	1500
3	5	0	2500	0	0	5000	500
4	0	3	0	600	900	10000	1500
5	3	0	1500	0	0	7000	1500
6	0	1	0	200	300	10000	2500
7	6	0	3000	0	0	4000	0
8	0	4	0	800	1200	10000	1000
9	0	3	0	600	900	10000	1500
10	0	5	0	1000	1500	10000	500
						ЗАРАДА ЗА 10 ДАНА	12000

Претходни прорачун показује да и 10 торти дневно није оптималан број и довољан број за успех нашег посластичара, јер са 15 произведених торти дневно има већу зараду. Преостаје нам још да проверимо случајеве производње 20, 25 и 30 торти. Као што видимо за 20 торти имамо мањи профит него за 10 и 15 торти те служећи се

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



том аналогijом можемо закључити да ће даље повећање броја торти довести само до већих губитака, сада ћемо то и показати.

Табела 2.1.11. Подаци везани за десетодневну производњу 20 торти дневно

Дан	Случајан број за број купаца	Број купаца	Број наручених торти	Случајан број за купаца 1	Број торти за купаца 1	Случајан број за купаца 2	Број торти за купаца 2	Случајан број за купаца 3	Број торти за купаца 3	Случајан број за купаца 4	Број торти за купаца 4	Случајан број за купаца 5	Број торти за купаца 5	Случајан број за купаца 6	Број торти за купаца 6	Случајан број за купаца 7	Број торти за купаца 7
1	55	5	10	28	1	62	2	61	2	95	4	18	1	98	4	32	1
2	55	5	10	43	2	93	4	29	1	59	2	5	1	25	1	57	2
3	25	4	5	42	2	32	1	2	1	2	1	49	2	89	3	76	3
4	70	6	12	42	2	91	4	37	1	15	1	27	1	80	3	58	2
5	25	4	9	62	2	17	1	99	4	67	2	5	1	76	3	33	1
6	29	4	9	69	2	7	1	81	3	88	3	92	4	5	1	49	2
7	25	4	8	13	1	82	3	31	1	75	3	78	3	93	4	86	3
8	7	4	7	13	1	84	3	33	1	42	2	85	3	19	1	65	2
9	52	5	11	92	4	79	3	27	1	59	2	29	1	34	1	70	2
10	93	7	13	86	3	24	1	51	2	62	2	66	2	45	2	9	1

Табела 2.1.12 Профит остварен производњом 20 торти дневно

Дан	Преостале торте	Мањак торти	Зарада од продаје ресторану	Пенали за мањак	Могућа зарада	Зарада од продатих торти	ПРОФИТ
1	10	0	5000	0	0	10000	1000
2	10	0	5000	0	0	10000	1000
3	15	0	7500	0	0	5000	-1500
4	8	0	4000	0	0	12000	2000
5	11	0	5500	0	0	9000	500
6	11	0	5500	0	0	9000	500
7	12	0	6000	0	0	8000	0
8	13	0	6500	0	0	7000	-500
9	9	0	4500	0	0	11000	1500
10	7	0	3500	0	0	13000	2500
ЗАРАДА ЗА 10 ДАНА						7000	

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



Табела 2.1.13. Подаци везани за десетодневну производњу 25 торти дневно

Дан	Случајан број за број купаца	Број купаца	Број наручених торти	Случајан број за купца 1	Број торти за купца 1	Случајан број за купца 2	Број торти за купца 2	Случајан број за купца 3	Број торти за купца 3	Случајан број за купца 4	Број торти за купца 4	Случајан број за купца 5	Број торти за купца 5	Случајан број за купца 6	Број торти за купца 6	Случајан број за купца 7	Број торти за купца 7
1	55	5	11	85	3	93	4	55	2	13	1	3	1	6	1	82	3
2	87	6	11	76	3	36	1	26	1	71	3	47	2	33	1	11	1
3	25	4	9	86	3	66	2	77	3	14	1	48	2	11	1	76	3
4	65	5	10	24	1	88	3	96	4	13	1	5	1	1	1	79	3
5	25	4	8	51	2	77	3	18	1	65	2	54	2	51	2	7	1
6	24	4	5	20	1	65	2	30	1	19	1	26	1	30	1	52	2
7	25	4	12	77	3	26	1	92	4	97	4	80	3	0	1	23	1
8	23	4	9	78	3	90	3	70	2	38	1	96	4	72	3	15	1
9	99	7	14	41	2	96	4	61	2	24	1	68	2	47	2	35	1
10	93	7	18	54	2	1	1	98	4	55	2	93	4	40	1	91	4

Табела 2.1.14.. Профит остварен производњом 25 торти дневно

Дан	Преостале торте	Мањак торти	Зарада од продаје ресторани	Пенали за мањак	Могућа зарада	Зарада од продатих торти	ПРОФИТ
1	14	0	7000	0	0	11000	500
2	14	0	7000	0	0	11000	500
3	16	0	8000	0	0	9000	-500
4	15	0	7500	0	0	10000	0
5	17	0	8500	0	0	8000	-1000
6	20	0	10000	0	0	5000	-2500
7	13	0	6500	0	0	12000	1000
8	16	0	8000	0	0	9000	-500
9	11	0	5500	0	0	14000	2000
10	7	0	3500	0	0	18000	4000
						ЗАРАДА ЗА 10 ДАНА	3500

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



Табела 2.1.15. Подаци везани за десетодневну производњу 30 торти дневно

Дан	Случајан број за број купаца	Број купаца	Број наручених торти	Случајан број за купца 1	Број торти за купца 1	Случајан број за купца 2	Број торти за купца 2	Случајан број за купца 3	Број торти за купца 3	Случајан број за купца 4	Број торти за купца 4	Случајан број за купца 5	Број торти за купца 5	Случајан број за купца 6	Број торти за купца 6	Случајан број за купца 7	Број торти за купца 7
1	55	5	14	76	3	95	4	99	4	26	1	53	2	9	1	56	2
2	76	6	16	44	2	50	2	96	4	81	3	99	4	8	1	21	1
3	25	4	7	30	1	56	2	62	2	57	2	31	1	66	2	13	1
4	12	4	7	35	1	82	3	63	2	39	1	67	2	11	1	65	2
5	25	4	9	39	1	86	3	13	1	96	4	59	2	62	2	35	1
6	64	5	8	22	1	62	2	76	3	14	1	15	1	84	3	64	2
7	25	4	8	87	3	3	1	85	3	18	1	9	1	50	2	26	1
8	38	5	8	27	1	43	2	3	1	23	1	73	3	47	2	34	1
9	64	5	11	88	3	95	4	26	1	47	2	36	1	42	2	5	1
10	93	7	14	85	3	25	1	45	2	51	2	86	3	53	2	12	1

Табела 2.1.16. Профит остварен производњом 30 торти дневно

Дан	Преостале торте	Мањак торти	Зарада од продаје ресторани	Пенали за мањак	Могућа зарада	Зарада од продатих торти	ПРОФИТ
1	16	0	8000	0	0	14000	1000
2	14	0	7000	0	0	16000	2000
3	23	0	11500	0	0	7000	-2500
4	23	0	11500	0	0	7000	-2500
5	21	0	10500	0	0	9000	-1500
6	22	0	11000	0	0	8000	-2000
7	22	0	11000	0	0	8000	-2000
8	22	0	11000	0	0	8000	-2000
9	19	0	9500	0	0	11000	-500
10	16	0	8000	0	0	14000	1000
ЗАРАДА ЗА 10 ДАНА							-9000

Закључак:

На основу резултата симулације која обухвата период од 10 дана посластичарница би требало да направи 15 торти сваког дана како би остварила највећи профит. Посластичар ће имати зараду и ако прави 10 или 20 торти дневно, док ако буде правио 5, 25 или 30 торти дневно биће у губицима и без икакве зараде.

На графику 2.1.1. је приказана зависност профита различитих система производње торти у односу на дане. У овом случају по поставци задатка је узето у разматрање

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



10 дана. На графику се јасно види да се највећи профит обезбеђује производњом 15 торти дневно, што потврђује закључак добијен на основу табела и симулације.



График 2.1.1. Зависност профита различитих система набавки торти у односу на дане

Задатак 2.2

Коришћењем примера *Example 2.3* треба одредити најбољу стратегију наручивања новина на основу експеримента са 50 понављања. Формула за израчунавање профита гласи:

$$\text{Профит} = (\text{Цена продаје}) - (\text{Цена куповине}) - (*) + (**)$$

(2)

(*) - Изгубљен профит услед потражње новина која превазилази број набављених новина

(**) - Профит од продаје не продатих новина фирми за рециклажу

Набавка новина је ограничена условом да се оне могу купити само у пакетима од по десет комада новина у пакету.

Наш посао у овом задатку је био да одредимо оптималну и најпрофитабилнију количину наручених новина које треба свакодневно да поручи продавац истих. Задатак ништа мање комплексан од проблема посластичарнице. Састоји се у формирању низа табела на основу вероватноћа дневне потражње новина као и на основу броја новина које се у току једног дана потражују на основу чега се радни дани класификују у три категорије: добар, просечан и лош наравно са вероватноћом за сваки од њих и за сваку количину тражених новина које продавац може да наручи дневно. На основу кумулативне вероватноће добијамо опсег случајних бројева, а потом користимо таблицу поменутих да бисмо одредили тип дневне продаје новина

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



као и њихову потражњу у распону од 40 до 100, те формирајући дату табелу користимо формулу за рачунање профита како бисмо је попунили и добили укупан дневни профит за неки од многобројних случајева. Формула за рачунање профита је дата једначином (2).

Извођењем експеримента добили смо следеће резултате:

Табела број 2.2.1. Табела вредности карактеристичних профита

Табела вредности карактеристичних профита који су добијени у експерименту

	50 Новина	60 Новина	70 Новина	80 Новина	90 Новина
Просечан профит	\$101.45	\$133.13	\$135.63	\$106.22	\$73.02
Максимални профит	\$120.20	\$161.10	\$185.00	\$166.80	\$128.80
Минимални профит	\$80.00	\$97.70	\$96.20	\$52.60	\$18.00

На основу експериментата можемо да закључимо да је оптимална количина новина које би продавац требао да набавља на дневном нивоу износи 70 новина, мада видимо да је резултат за 60 примерака приближан овоме што је вероватно последица експеримента од 50 понављања што може да резултује овако приближним вредностима. Дакле, 70 новина дневно ће продавцу пружити најбољи профит.

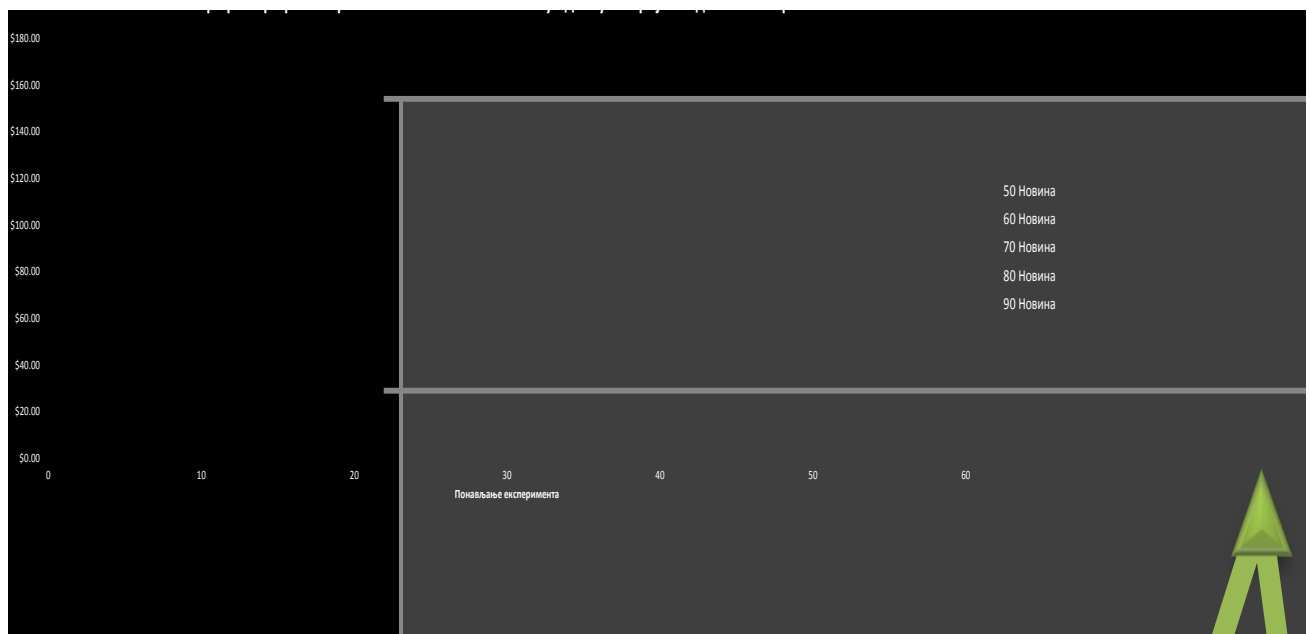
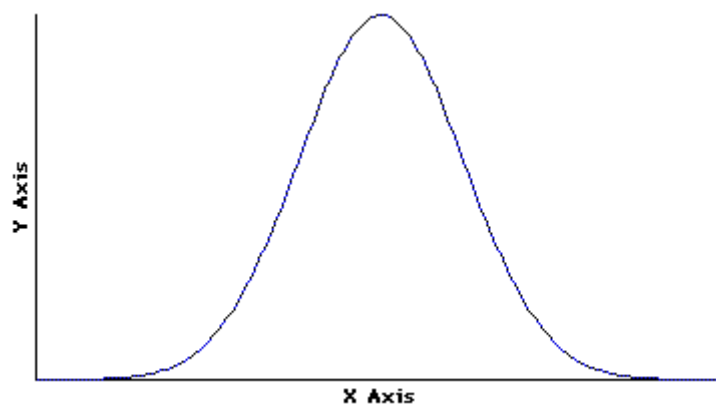


График 2.2.1. Графички приказ табеле 2.2 ради боље прегледности резултата

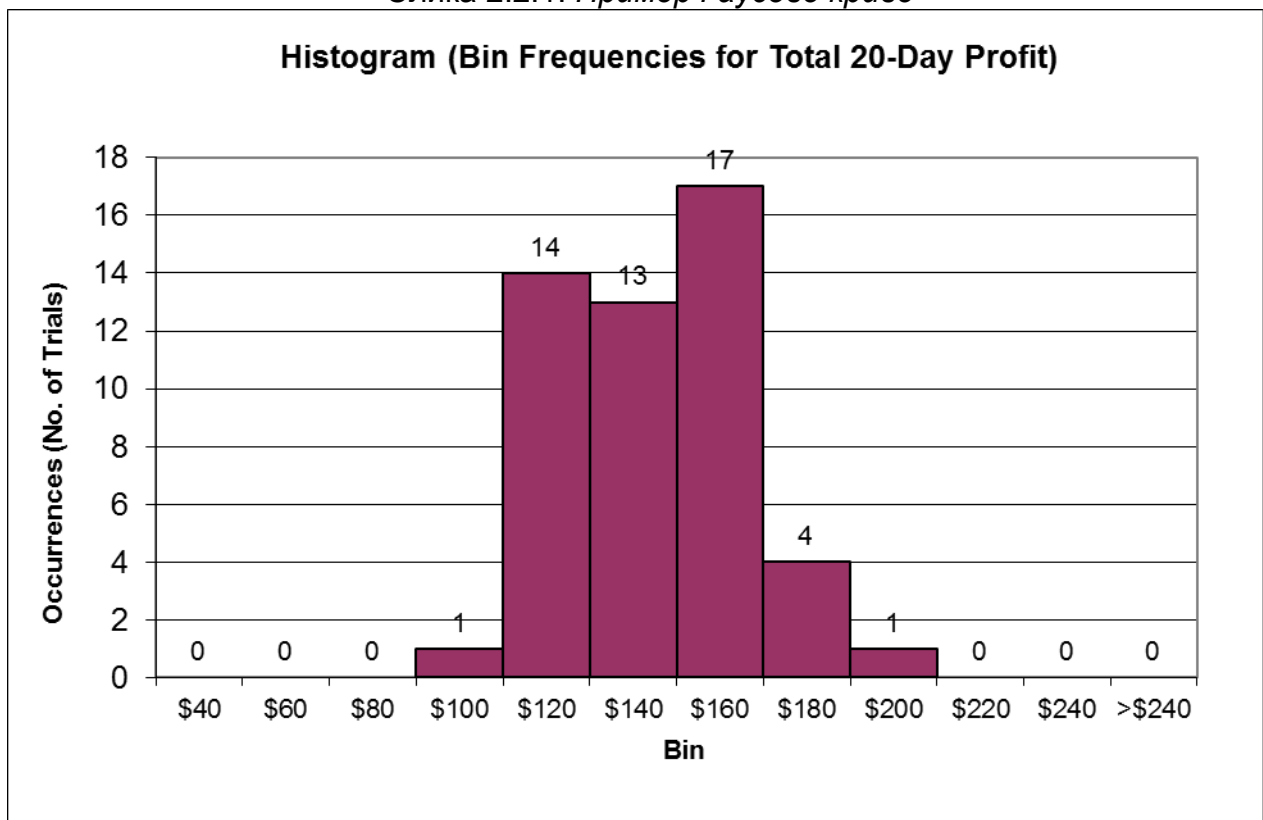
Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



Подаци које смо добили су нам омогућили да донесемо закључак за оптималан број наручених новина, али нису баш били толико уверљиви као што можемо да видимо на дијаграму. Наиме примећујемо како за време вршења експеримената неким данима профит од набавке 60 новина премашује профит који се остварује приликом система набавке 70 новина дневно. При вршењу експеримента издвојили смо дијаграме 2.2.2. за случај наручивања 70 новина и 2.2.3. за случај наручивања 60 новина. У тим дијаграмима на апсциси се налазе подручја профита, а на ординати број пута колико је профит био обухваћен одређеним подручјем профита. Ако би експеримент извели неки n број пута тако да n тежи ка бесконачности ($n \rightarrow \infty$) и смањили подручје профита тако да оно тежи ка нули, добили би смо Гаусове криве расподеле за оба дијаграма. Пример гаусове криве је дат на слици 2.2.1.



Слика 2.2.1. Пример Гаусове криве



Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



График 2.2.2. Фреквенције подручја профита за систем набавке 70 новина

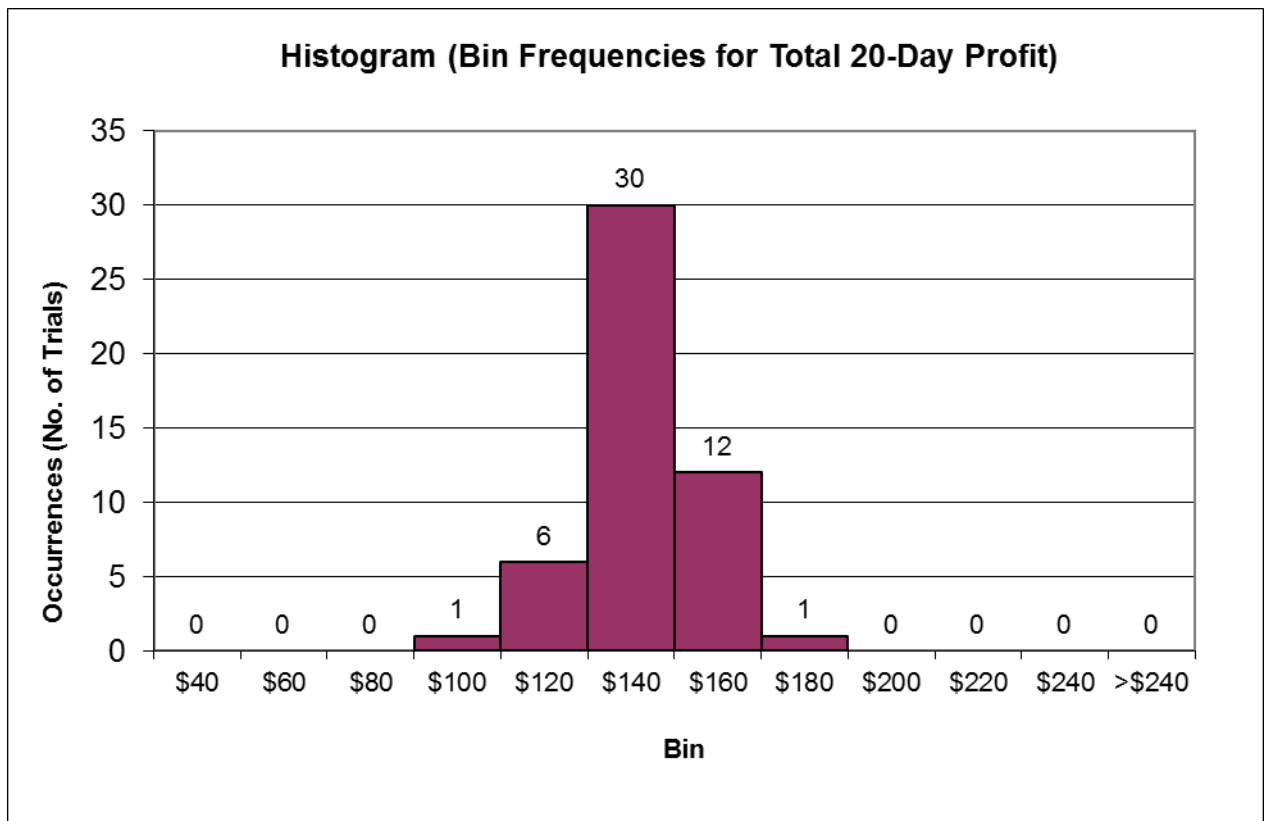


График 2.2.3. Фреквенције подручја профита за систем набавке 60 новина
На графицима са Гаусовим кривама би наш закључак да је оптималан систем набавке новина систем набавке 70 новина дневно видео много очигледније. До тог тврђења долазимо зато што би се при понављањима које теже ка бесконачности резултати усталили око неких вредности које би могли да сматрамо константама, тиме би имали тачно одређене Гаусове криве. Упоредивањем Гаусових кривих на дијаграмима са системом набавке 60 и системом набавке 70 новина видела би се дефинитивна разлика у профиту током времена.

Задатак 2.3

Проценом заснованом на по 10 експеримената, при чему сваки од експеримената има по 400 понављања, на тренутном и на предложеном систему у примерима *Example 2.5C* и *Example 2.5P* потребно је одредити по којој цени лежаја се добија исти укупни трошак за 10000 сати.

Трошкови који утичу на цену одржавања су следећи:

- Сваки минут који глодалица не ради кошта \$10
- Поправка на лицу места кошта \$30 по сату
- Цена сваког лежаја је \$32

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



Време које глодалица не ради је време од почетка квара лежаја до тренутка када је глодалица поправљена. То време се може поделити на време које је потребно мајстору да дође и на време које је потребно за поправку.

Установили смо да је до резултата моуће доћи на два начина. Први је извођењем експеримената а други је уз попоћ једоставне пропорције. Овде ћемо приказати оба начина рађења задатка.

Први начин (рађење експеримената) :

На основу експеримената смо добили следеће резултате

Табела са вредностима трошкова одржавања машине на 10 000 часова рада

Број понављања	Првобинта цена \$32		Нова цена \$500	
	Тренутни систем	Предложени систем	Тренутни систем	Предложени систем
1	\$2,443	\$1,655	\$6,169	\$5,952
2	\$2,284	\$1,800	\$5,913	\$5,766
3	\$2,436	\$1,722	\$5,802	\$5,873
4	\$2,443	\$1,793	\$5,774	\$5,933
5	\$2,490	\$1,733	\$5,990	\$5,882
6	\$2,265	\$1,714	\$5,641	\$5,644
7	\$2,383	\$1,684	\$5,794	\$6,173
8	\$2,141	\$1,601	\$5,945	\$5,873
9	\$2,324	\$1,714	\$5,728	\$5,531
10	\$2,376	\$1,610	\$5,903	\$5,920
Просечна вредност	\$2,358.50	\$1,702.60	\$5,865.90	\$5,854.70

До тих резултата смо дошли тако што смо проверавали цене одржавања машине за произвољну вредност које је била већа од почетне вредности (\$32) и сваким следећим понављањем смо повећавали цену за одређени интервал. При цени лежаја од \$500 добили смо минималну разлику између просечних вредности за десет понављања. Тим експериментом смо закључили да је цена трошкова на 10000 сати рада машине скоро иста за нови и за стари систем ако је цена једног лежаја приближно \$500. Такође на основу овог експеримента можемо закључити да је предложени систем ефикасан и да смањује цену трошкова рада машине све до цене лежаја од отприлике \$450.

Напомена: Вредности су уопштене и заокружене због многих произвољних фактора које утичу на цену трошкова.

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



ЗАДАТАК 3:

Симулација система применом програмског пакета AnyLogic

Циљ овог задатка је симулација рада једног једноставнијег технолошког система који се састоји од најмање две машине и једног робота (у нашем случају два робота). Роботи у систему врше функцију опслуживања како би машине могле да правилно функционишу. Наш задатак је пре свега да детаљно уочимо од чега се састоји наш систем, да замислимо неку од могућих поставки и размештаја опреме и да за тако подешену опрему и њихов распоред направимо симулацију. Симулација има за циљ да покаже да ли су предложени распоред система и параметри робота и машина оптимални, тј. да ли су поменути искоришћени у складу са њиховим капацитетима. Ми смо на основу неколико опција за различите параметре створили оптимални систем за рад који би као такав требао да се имплементира. Подаци о интервалима времена обраде на машинама, као и интервалима којима се расподељује време за хватање, манипулацију и остављање делова за роботе, дати су у табели 3.1.

Задатак 3.1:

Табела 3.1.

Структура технолошких система и интервали времена обраде на машинама				Интервали времена за операције робота		
				хватање	манипулација	остављање
P1	M1 60±10	P2	M2 50±5	10±1	12±1	7±2
M1 80±10	M2 40±10	M3 60±10	P	9±1	11±1	7±2

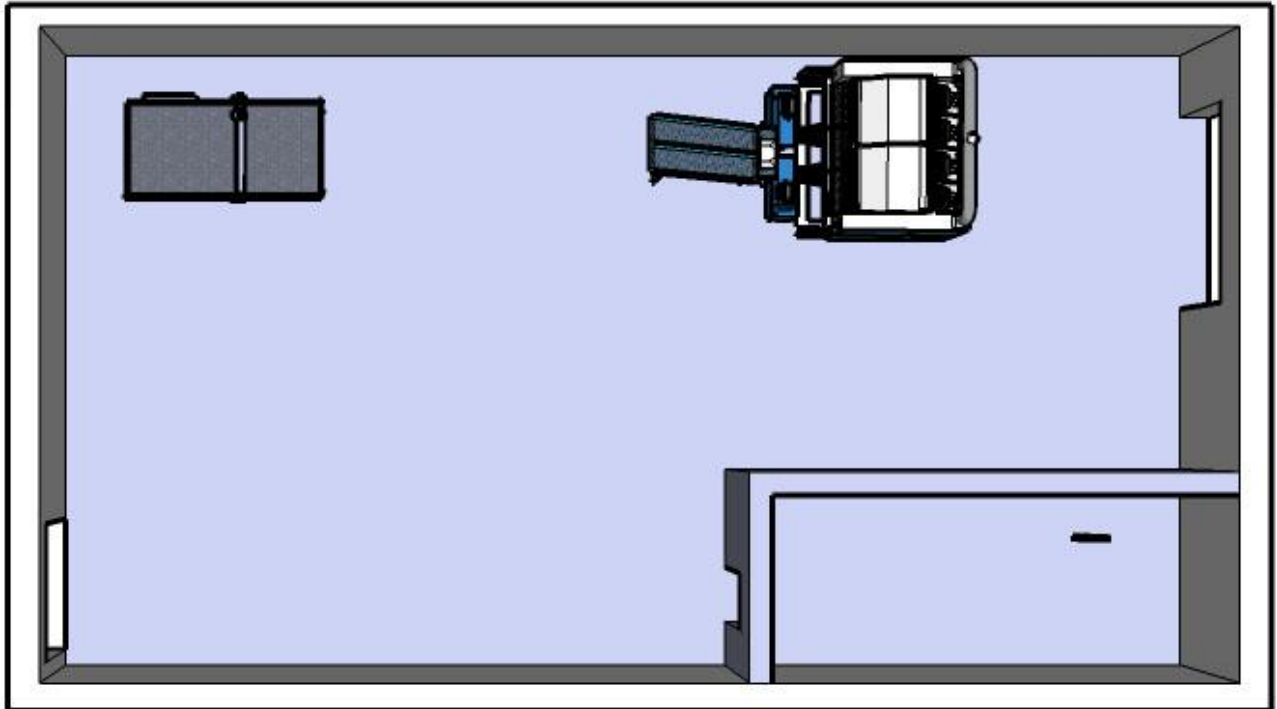
Табела 3.1. ће нам послужити као показатељ брзине вршења функција наших компоненти у датом систему. На основу добијених података можемо закључити да ће искоришћеност машина и једног или више робота бити различита за сваки уређај посебно. Овде се наслућује још једна предност симулације, можемо детаљно да видимо колико је свака наша компонента у систему оптерећена, односно, тачно време рада и време празног хода. То је итекако битно јер на основу тога можемо да видимо који је проценат искоришћења машине и да оптимизујемо њен рад. Оптимизацију рада вршимо тако што ћемо систем подесити тако да машина ради приближно свом максималном капацитету, али да не премашује свој капацитет како не би дошло до стварања уског грла. Празан ход у раду машина и робота ће постојати и без тога се не може, али циљ је да то сведемо на минимум и да рад машина у циљу остварења профита доведемо до максимума. У нашем случају нећемо се задржавати на томе одакле делови долазе, односно полазимо од тога да

Група:	Бројеви индекса чланова групе:				Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.



први робот долази и узима део, манипулише са њиме, носи га на прву машину, део се обрађује, затим га други робот узима и манипулише са њиме и носи га на другу машину где се врши завршна обрада.

Задатак 3.2 :

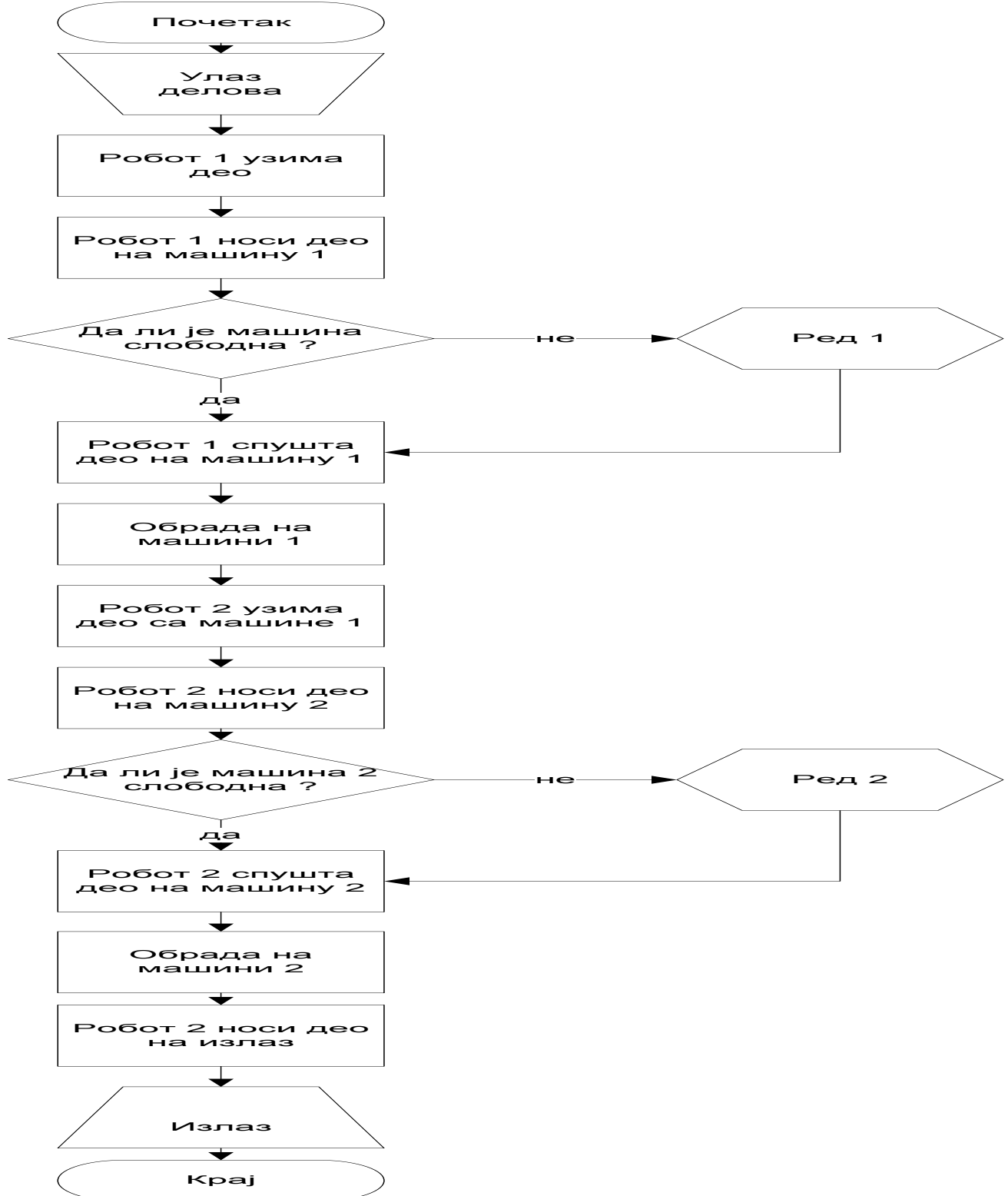


Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



Слика 3.1.1 Диспозиција првог система

Први део задатка се састоји од прављења система који се састоји од две машине и два робота који их послужују.



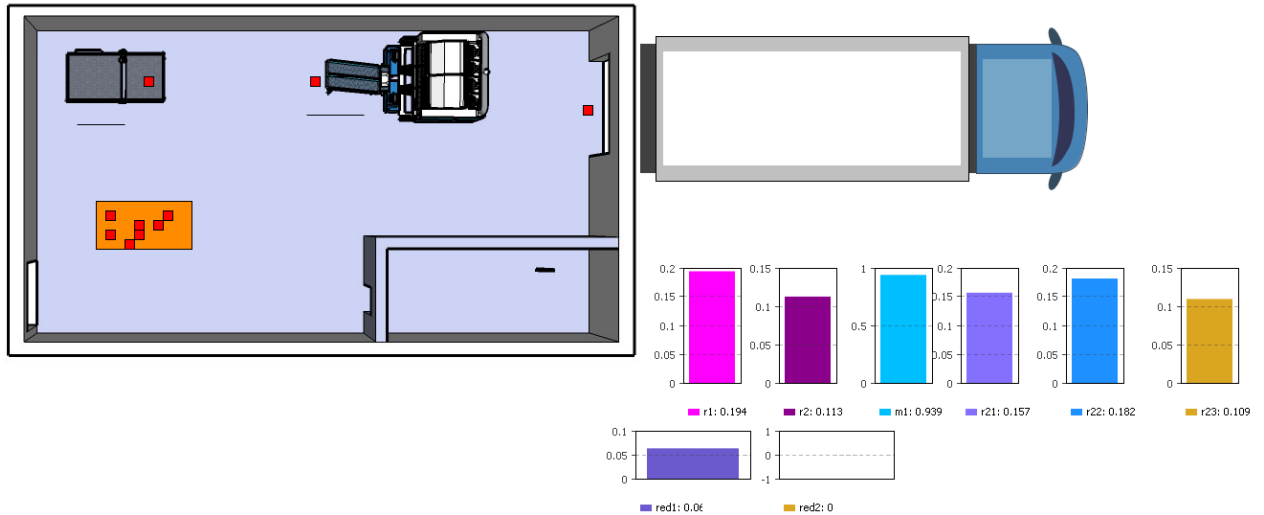
Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



Слика 3.1.2 Блок дијаграм првог система

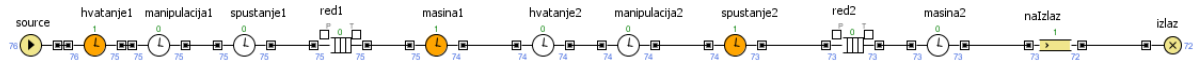
На слици 3.1.1 је приказан блок дијаграм нашег система за први случај када имамо две машине и два робота који омогућава да се оквирно разуме како смо замисли да наш систем ради.

Animacija Simulacija Statistika



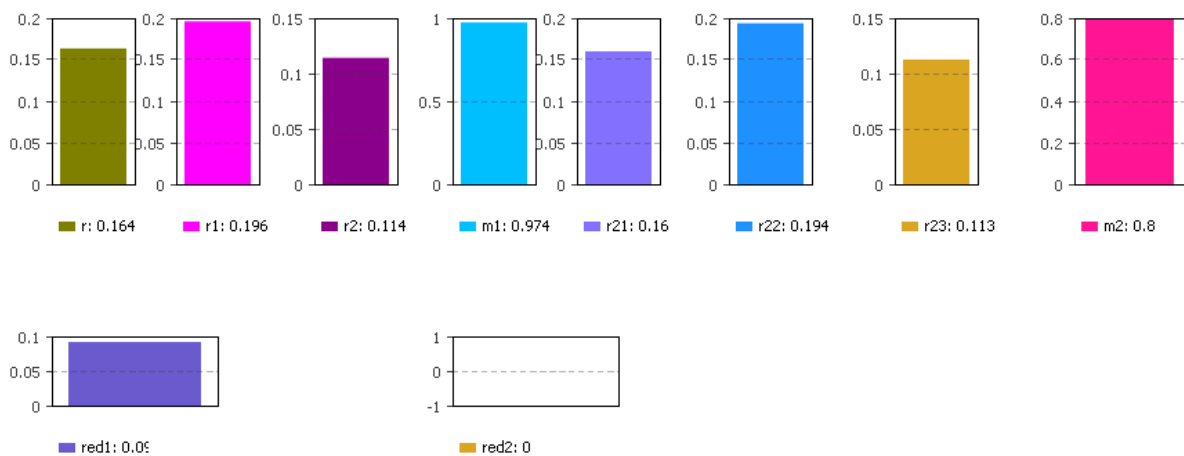
Слика 3.1.3 : Анимација система од два робота и две машине моделиран у симулационом програму.

Animacija Simulacija Statistika



Слика 3.1.4: Симулација система од два робота и две машине

Animacija Simulacija Statistika



Слика 3.1.5. Статистика система симулације два робота и две машине

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	

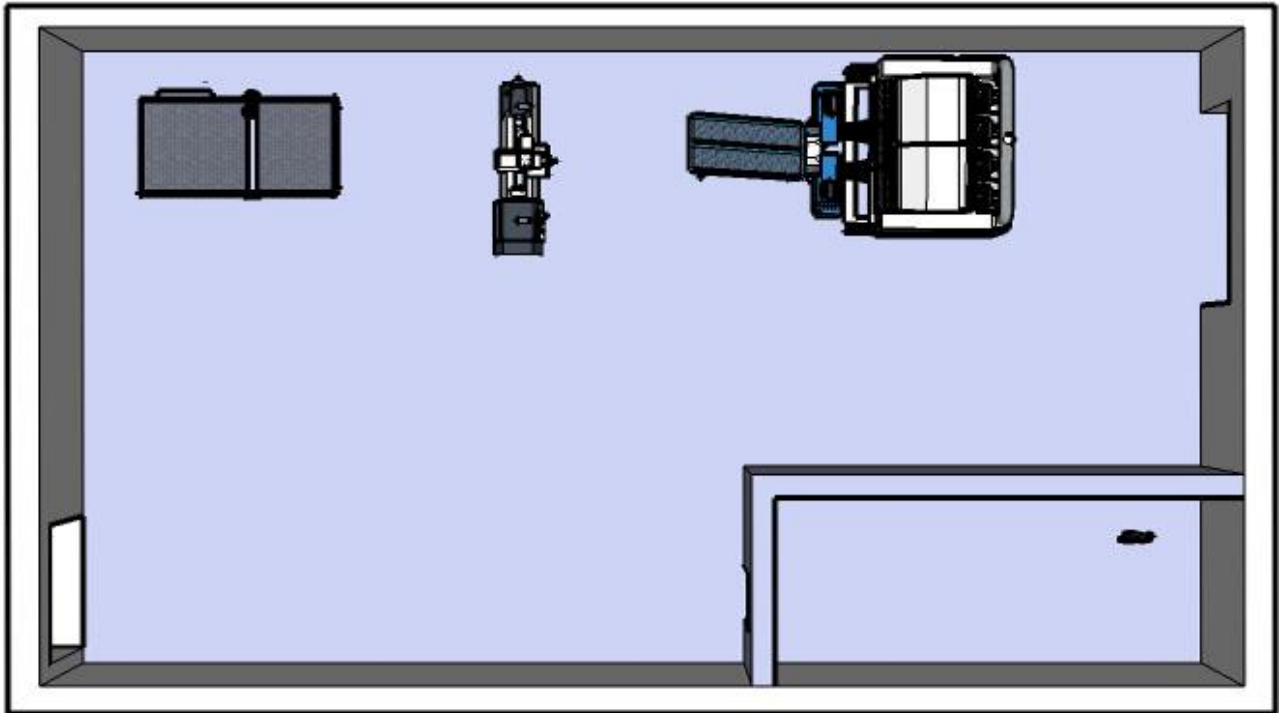


На сликама 3.1.3, 3.1.4. и 3.1.5. се види изглед симулационе студије у симулационом програму. Са слике 3.1.3. се виде и графици заузетости робота као и сваке машине појединачно, где видимо да је прва машина максимално искоришћена. Уколико би симулирали дугачак временски период, њено искориштење би се приближило искоришћењу од 100%, док се за другу машину проценат искоришћења се креће приближно вредности 85%. Разлог неравномерности процената искоришћења машина је мање време обраде дела друге машине него код прве машине. Разлика у временима обраде дела на машинама доводи до тога да машина два има празан ход неких десетак временских јединица док не стигне нови део на обраду.

Експериментисали смо са различитим периодом улазака делова за обраду у систем. Дошли смо до најповољнијих резултата за период међудоласка 60 и 61 временска јединица. За резултат експеримента са различитим периодом међудоласка у временским јединицама добили смо следеће резултате:

Извор сваких 60 временских јединица убаца нови део који долази робот да покупи, па се за ту вредност добије оптимална радна карактеристика система, при чему долази до формирања мањег реда. Ако би нови део стизао сваких 61 временску јединицу, тада бисмо имали незнатан пад у количини обрађених делова, али не бисмо имали велику количину необрађених делова и никада не би дошло до појаве уског грла које би иначе настало због реда делова испред прве машине. Симулација је показала да би за 24 радна сата у првом случају обрадили 1436 делова, док би у другом случају обрадили 1416 што и није никакав губитак обзиром да систем функционише оптимално без уских грла. Наравно, у другом случају скоро да ни не долази до нагомилавања делова који чекају презаузете машине за обраду тако да би за дати систем оптимална зарада и рад система био ако први робот сваких 61 временску јединицу узме нови део на обраду. Повећавајући време систем ће опет радити без застоја и појаве уских грла, али ће се појавити празан ход у раду машина, док при смањењу времена наилазак делова дошло до појаве уског грла. Такође морамо напоменути да је ово време пристизања делова израчунато на основу таблице са временима које је потребно свакој машини да обради део, као и времена које је потребно роботима да узму нови део и да га однесу до машина.

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	

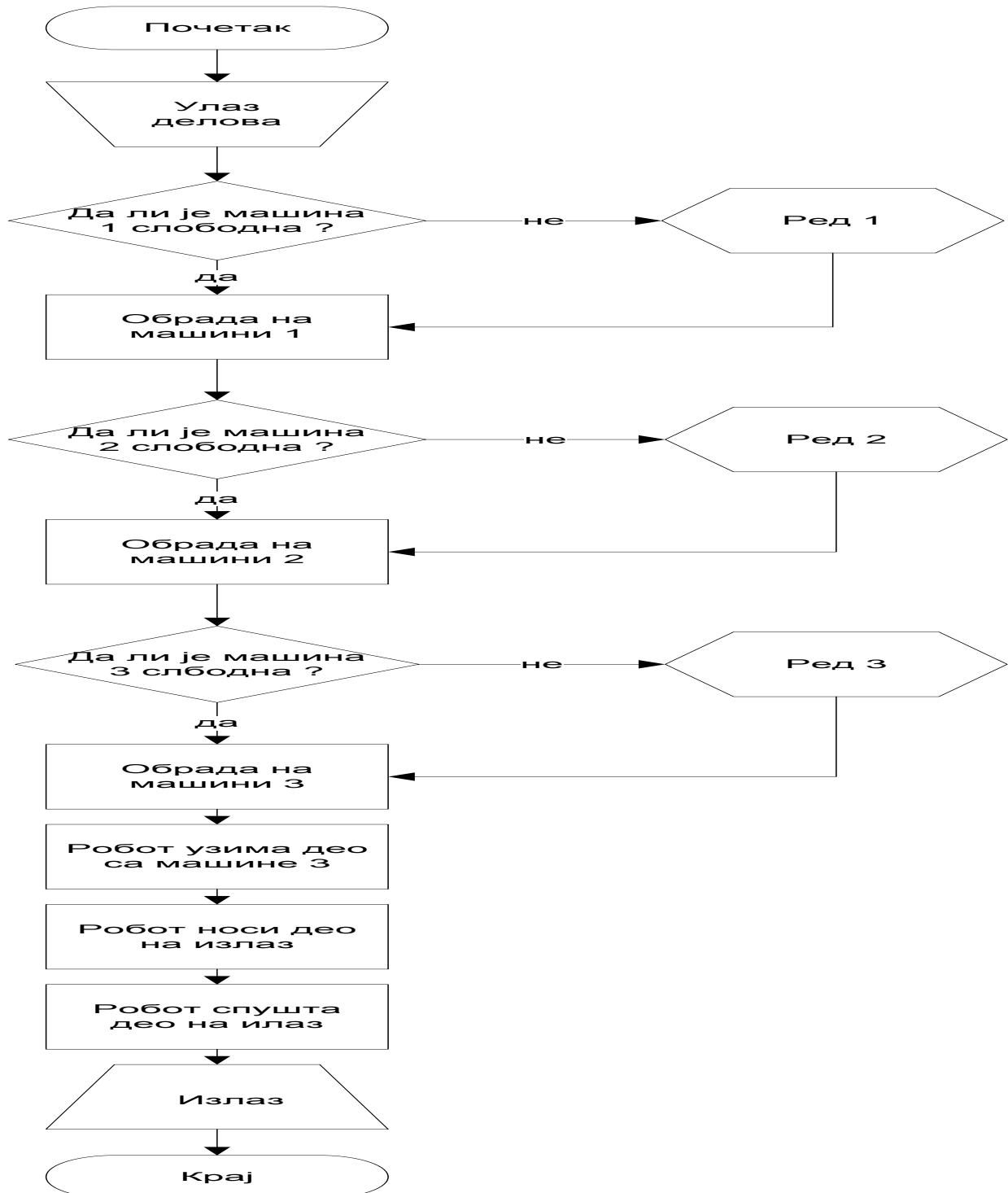


Слика 3.2.1. Диспозиција другог система

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



Друга симулација система се састоји од три машине и једног робота који их опслужује.



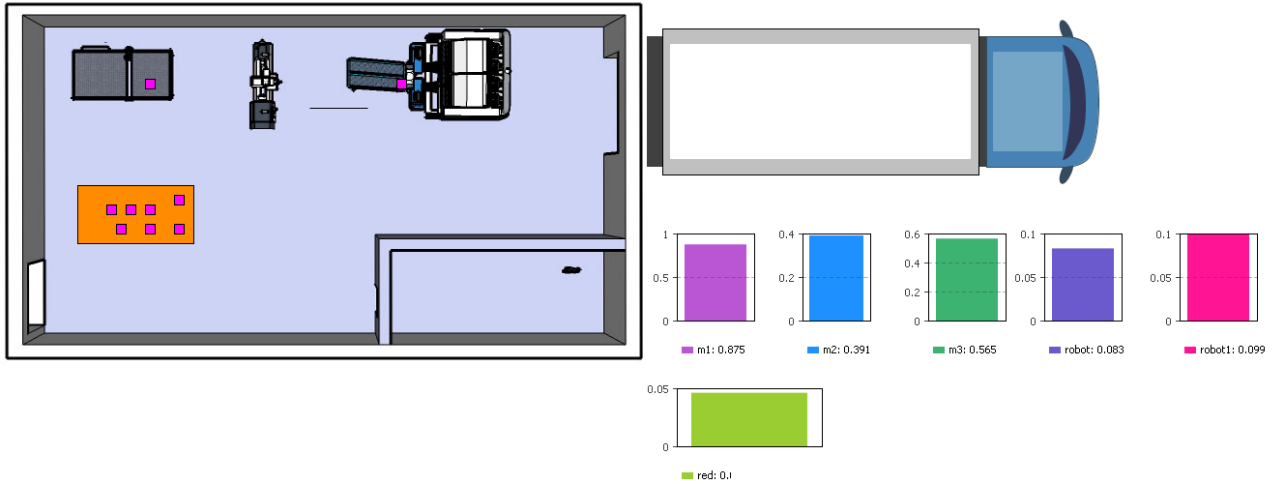
Слика 3.2.1 Блок дијаграм другог система

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



Слика 3.2.1. даје приказ блок дијаграма за случај када имамо три машине и једног робота који их опслужује, при чему имамо одређене периоде чекања, али о томе нешто касније када будемо радили мало детаљнију анализу симулације у симулационом програму.

Animacija Simulacija Statistika



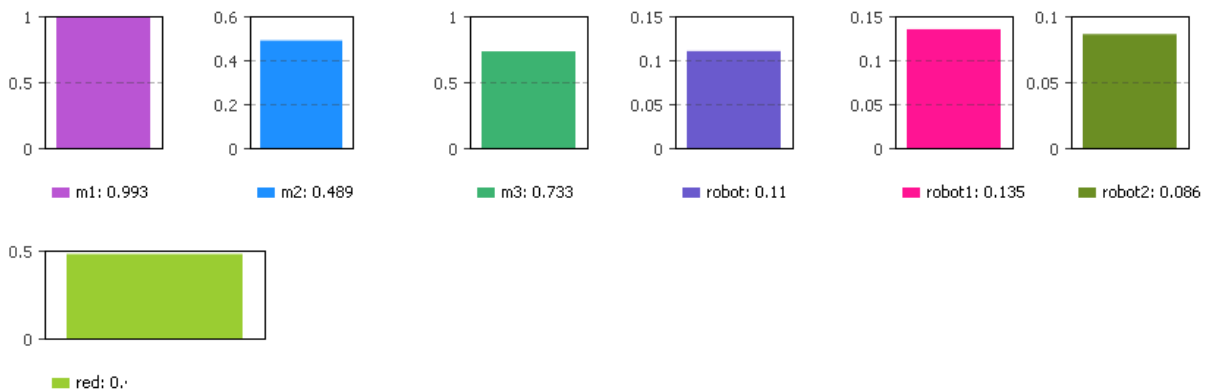
Слика 3.2.2. Анимација система од једног робота и три машине моделиран у симулационом програму.

Animacija Simulacija Statistika



Слика 3.2.3: Симулација система од једног робота и три машине

Animacija Simulacija Statistika



Слика 3.2.4. Статистика система симулације једног робота и три машине

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	



Као што се види са слика 3.2.2. ,3.2.3 и 3.2.4, овај систем има три машине и робота који их оспслужује и узима део после завршетка завршне обраде. Као што показују дијаграми на слици 3.2.4 искоришћење прве машине после дужег времена спровођења симулација се приближава вредности 1 односно искоришћење машине је близу максималног (100%) . Разлог томе је то што делови при уласку у систем долазе на прву машину где се после завршетка обраде пребацују на другу па трећу машину. Самим тим она је та која диктира временски интервал наиласка нових делова на обраду.

И у овом примеру смо вршили експерименте за различите периоде међудоласка. Дошли смо до закључка да су оптималне вредности међудоласка приближне вредности од 80 временских јединица, па смо даљим експериментисањем одлучили да се највише позабавимо периодом међудоласка 80 и 81 временских јединица.

Резултати експеримената :

За случај да сваких 80 временских јединица (у овом случају секунди) наилази нови део, за 24 сата би било обрађено 1075 делова, док за случај да се део доноси сваких 81 дошло би до благе појаве празног хода. За временске интервале мање од поменутих 80 временских јединица после извесног времена ће доћи до појаве уског грла које би у овом случају могли објаснити као велику гомилу необрађених делова која би се из дана у дан повећавала.

Закључујемо да је оптимално да подесимо систем тако да је период међудоласка делова 81 временска јединица. Самим тим би обезбедили велико искоришћење машина у систему и омогућили постојање „ луфта “ како би могли у извесној мери да вршимо превентивно одржавање и надгледање система без заустављања целог производног процеса. Под превентивним одржавањем мислимо на подмазивање машина и откањање струготина са машина које могу проузроковати квар.

Група:	Бројеви индекса чланова групе:					Шк. год.	Датум:	Прегледао:
1	317/09	216/09	350/09	477/09	4/09	2010/11.	16.03.	