



University of Ljubljana

---

# **Univerza v Ljubljani**

**Fakulteta za računalništvo in informatiko**

Tržaška 25, Ljubljana

## **Poročilo iz vaj pri predmetu MODELIRANJE IN SIMULACIJE**

Ljubljana, 22. 5. 2000

Mitja Luštrek  
Kemal Posedi

## NALOGA

Napiši program za simulacijo dvigal v poslovni stavbi. V njej je 5 nadstropij in 4 dvigala.

Čas za premik iz mirovanja za 1 nadstropje je  $10 \pm 1$  s. Enak je čas zaviranja. Brez ustavljanja prevozi dvigalo nadstropje v  $6 \pm 1$  s.

V pritličju vstopi  $400 \pm 150$  oseb na uro. Enakomerno se porazdelijo po nadstropjih. 50 jih ponovi vožnjo med nadstropji enkrat, 20 dvakrat in 7 trikrat.

Vse porazdelitve so normalne.

Simuliraj delovanje dvigal in ugotovi potrebno kapaciteto, da čakanje ne bo daljše od 100 s.

## REŠITEV

Osebe prihajajo v pritličje vsake  $9 \pm 3,5$  s (kar približno ustreza danim podatkom, saj točna pretvorba iz oseb na časovno enoto v časovno enoto na osebo ni možna). Tu so vštete osebe, ki ponovijo vožnjo dvakrat ali trikrat (skupaj 27 na uro) – obravnavava jih namreč, kot da bi prišle na novo, saj z vidika dvigal tudi je tako. V pritličje se vozijo vsakih 43 s (tu so enkrat štete osebe, ki vožnjo ponovijo enkrat ali dvakrat, in dvakrat tiste, ki jo ponovijo trikrat – skupaj 84 oseb na uro). Obravnavava jih kot na novo nastale osebe, ker z vidika dvigala ni važno, da so se enkrat prej peljale gor. Izkaže se, da je potrebna kapaciteta dvigal 4 osebe. Sicer je čakalni čas bistveno krajši od zahtevanega, vendar je narava sistema taka, da če dvigala oseb ne morejo zvoziti sproti, v daljšem obdobju čakalni čas naraste čez vse meje – pri kapaciteti 3 osebe se v 8 urah že nabere preveč čakajočih.

Program generira osebe, ki skušajo zaseči *storage* kapacitete enega dvigala. Kadar v pritličju ni dvigala, je ta *storage* izključen, kadar pa dvigalo pride, se vključi (osebe, ki vanj vstopijo, ga takoj spet izključijo). To skrbi, da vedno vstopijo po 4 osebe naenkrat in da lahko opazujemo vrsto pred dvigali. Ko osebe vstopijo, nadstropja, kamor želijo iti, zapišejo v spremenljivke, nato pa se terminirajo (ker niso več potrebne). 4 dvigala se zgenerirajo v svojem bloku. Vsako, ko pride v pritličje, te spremenljivke prebere v svoje parametre, nato pa jih nastavi na začetno vrednost (da so nared za vpis novih vrednosti, ko pride naslednje dvigalo). Nato odpotuje do najvišjega nadstropja, za katerega ima potnike oziroma kjer ga potniki čakajo. Na poti navzgor odlaga potnike, na poti navzdol pa jih sprejema. Navzdol namenjeni potniki se generirajo v svojem bloku, nato pa se jim priredi nadstropje, iz katerega gredo.

# KODA

```

10 SNORM FUNCTION RN4,C25                                ;Normalna porazdelitev
   na [-5, 5]
0,-5/.00003,-4/.00135,-3/.00621,-2.5/.02275,-2
.06681,-1.5/.11507,-1.2/.15866,-1/.21186,-.8/.27425,-.6
.34458,-.4/.42074,-.2/.5,0/.57926,.2/.65542,.4
.72575,.6/.78814,.8/.84134,1/.88493,1.2/.93319,1.5
.97725,2/.99379,2.5/.99865,3/.99997,4/1,5

20 Ljudje FVARIABLE 0.7#FN$SNORM                        ;Funk. za generiranje
   ljudi
21 EnaSek FVARIABLE 0.2#FN$SNORM                        ;Funk. za +/-1 s
30 Nadstropje FUNCTION RN1,D5                           ;Funk. za dolocanje
   nadstropja
0.2,1/0.4,2/0.6,3/0.8,4/1,5
40 INITIAL X$Cl1,-1
41 INITIAL X$Cl2,-1
42 INITIAL X$Cl3,-1
43 INITIAL X$Cl4,-1
50 Dostop STORAGE 4

100 GENERATE 9,X$Ljudje                                  ;Dela ljudi, ki gredo
   gor.
110 Cakaj QUEUE Vrsta                                    ;Ljudje vstopajo v
   vrsto.
111 ENTER Dostop                                         ;Ljudje vstopijo v
   dvigalo.
112 DEPART Vrsta                                         ;Ljudje zapustijo vrsto.
113 ADVANCE 1                                           ;Pocaka, da vstopijo
   trije.
114 SUNAVAIL Dostop                                     ;Zapre dostop do
   dvigala.
115 LEAVE Dostop                                         ;Ljudje zapustijo vhod v
   dvigalo.
120 TEST E X$Cl1,-1,Polni2                              ;Ima 1. clovek
   nadstropje? Ne: naprej, da: na 2. cloveka.
121 SAVEVALUE Cl1,FN$Nadstropje                         ;1. clovek dobi
   nadstropje.
122 TERMINATE                                           ;1. clovek umre.
130 Polni2 TEST E X$Cl2,-1,Polni3                       ;Ima 2. clovek
   nadstropje? Ne: naprej, da: na 3. cloveka.
131 SAVEVALUE Cl2,FN$Nadstropje                         ;2. clovek dobi
   nadstropje.
132 TERMINATE                                           ;2. clovek umre.
140 Polni3 TEST E X$Cl3,-1,Polni4                       ;Ima 3. clovek
   nadstropje? Ne: naprej, da: na zacetek (ce pride do napake).
141 SAVEVALUE Cl3,FN$Nadstropje                         ;3. clovek dobi
   nadstropje.
142 TERMINATE                                           ;3. clovek umre.
150 Polni4 TEST E X$Cl4,-1,Cakaj                         ;Ima 4. clovek
   nadstropje? Ne: naprej, da: na zacetek (ce pride do napake).
151 SAVEVALUE Cl4,FN$Nadstropje                         ;4. clovek dobi
   nadstropje.
152 TERMINATE                                           ;4. clovek umre.

;P1 ... 1. clovek
;P2 ... 2. clovek
;P3 ... 3. clovek
;P4 ... 4. clovek
;P10 ... trenutno nadstropje

200 GENERATE ,,,4                                         ;Naredi dvigala
210 Odpri SAVAIL Dostop                                  ;Odpre dostop do
   dvigala.
211 ADVANCE 2                                           ;Pocaka, da ljudje
   vstopijo.
220 TEST G X$Cl1,-1,Odpri                               ;Je 1. clovek (vedno
   najprej vstopi 1.) notri? Da: naprej, ne: cakaj v zanki.
230 ASSIGN 1,X$Cl1                                       ;Nadstropje 1. cloveka
   zapise v parameter dvigala.
231 ASSIGN 2,X$Cl2                                       ;Nadstropje 2. cloveka
   zapise v parameter dvigala.
232 ASSIGN 3,X$Cl3                                       ;Nadstropje 3. cloveka
   zapise v parameter dvigala.

```

233	ASSIGN 4,X\$Cl4 zapiše v parameter dvigala.	;Nadstropje 4. cloveka
240	SAVEVALUE Cl1,-1 cloveka.	;Zbrise nadstropje 1.
241	SAVEVALUE Cl2,-1 cloveka.	;Zbrise nadstropje 2.
242	SAVEVALUE Cl3,-1 cloveka.	;Zbrise nadstropje 3.
243	SAVEVALUE Cl4,-1 cloveka.	;Zbrise nadstropje 4.
250	ADVANCE 10,X\$EnaSek pritlicja.	;Dvigalo spelje iz
300	Gor ASSIGN 10+,1 1 nadstropje gor.	;Dvigalo se premakne za
301	TEST NE P1,P10,Stoj trenutno nadstropje? Ne: naprej, da: ustavi.	;Je 1. clovek namenjen v
302	TEST NE P2,P10,Stoj trenutno nadstropje? Ne: naprej, da: ustavi.	;Je 2. clovek namenjen v
303	TEST NE P3,P10,Stoj trenutno nadstropje? Ne: naprej, da: ustavi.	;Je 3. clovek namenjen v
304	TEST NE P4,P10,Stoj trenutno nadstropje? Ne: naprej, da: ustavi.	;Je 4. clovek namenjen v
310	ADVANCE 6,X\$EnaSek nadstropje.	;Dvigalo prevozi
311	TRANSFER ,Testi se peljati gor.	;Gre preverjat, ce mora
320	Stoj ADVANCE 10,X\$EnaSek	;Dvigalo se ustavi.
321	ADVANCE 10,X\$EnaSek	;Dvigalo spelje.
330	Testi TEST LE P1,P10,Gor nadstropje nad trenutnim? Ne: naprej, da: pelji gor.	;Je 1. clovek namenjen v
331	TEST LE P2,P10,Gor nadstropje nad trenutnim? Ne: naprej, da: pelji gor.	;Je 2. clovek namenjen v
332	TEST LE P3,P10,Gor nadstropje nad trenutnim? Ne: naprej, da: pelji gor.	;Je 3. clovek namenjen v
333	TEST LE P4,P10,Gor nadstropje nad trenutnim? Ne: naprej, da: pelji gor.	;Je 4. clovek namenjen v
340	TEST NE P10,1,Sem1 nadstropju? Ne: naprej, da: pojdi preverjat stanje nad 1. nadstropjem.	;Je dvigalo v 1.
341	TEST NE P10,2,Sem2 nadstropju? Ne: naprej, da: pojdi preverjat stanje nad 2. nadstropjem.	;Je dvigalo v 2.
342	TEST NE P10,3,Sem3 nadstropju? Ne: naprej, da: pojdi preverjat stanje nad 3. nadstropjem.	;Je dvigalo v 3.
343	TEST NE P10,4,Sem4 nadstropju? Ne: naprej, da: pojdi preverjat stanje nad 4. nadstropjem.	;Je dvigalo v 4.
344	TRANSFER ,Dol nadstropju, zato pelji dol.	;Ocitno je dvigalo v 5.
350	Sem1 TEST L X\$Caka2,1,Gor caka? Ne: naprej, da: pelji gor.	;V 2. nadstropju kdo
351	Sem2 TEST L X\$Caka3,1,Gor caka? Ne: naprej, da: pelji gor.	;V 3. nadstropju kdo
352	Sem3 TEST L X\$Caka4,1,Gor caka? Ne: naprej, da: pelji gor.	;V 4. nadstropju kdo
353	Sem4 TEST L X\$Caka5,1,Gor caka? Ne: naprej, da: pelji gor.	;V 5. nadstropju kdo
360	TRANSFER ,Dol	;Pelji dol.
400	Dol TEST NE P10,5,Sem5dol nadstropju? Ne: naprej, da: pojdi pogledat, ce tam kdo caka.	;Je dvigalo v 5.
401	TEST NE P10,4,Sem4dol nadstropju? Ne: naprej, da: pojdi pogledat, ce tam kdo caka.	;Je dvigalo v 4.
402	TEST NE P10,3,Sem3dol nadstropju? Ne: naprej, da: pojdi pogledat, ce tam kdo caka.	;Je dvigalo v 3.
403	TEST NE P10,2,Sem2dol nadstropju? Ne: naprej, da: pojdi pogledat, ce tam kdo caka.	;Je dvigalo v 2.
404	TRANSFER ,Sem1dol nadstropju, zato pogledat, ce tam kdo caka.	;Ocitno je dvigalo v 1.
410	Sem5dol TEST G X\$Caka5,0,Naprej caka? Da: naprej, ne: pelji naprej.	;V 5. nadstropju kdo
411	SAVEVALUE Caka5,0 nihce vec.	;V 5. nadstropju ne caka
412	TRANSFER ,StojDol dvigala.	;Pojdi na ustavljanje
420	Sem4dol TEST G X\$Caka4,0,Naprej caka? Da: naprej, ne: pelji naprej.	;V 4. nadstropju kdo

421	SAVEVALUE Caka4,0 nihce vec.	;V 4. nadstropju ne caka
422	TRANSFER ,StojDol dvigala.	;Pojdi na ustavljanje
430	Sem3dol TEST G X\$Caka3,0,Naprej caka? Da: naprej, ne: pelji naprej.	;V 3. nadstropju kdo
431	SAVEVALUE Caka3,0 nihce vec.	;V 3. nadstropju ne caka
432	TRANSFER ,StojDol dvigala.	;Pojdi na ustavljanje
440	Sem2dol TEST G X\$Caka2,0,Naprej caka? Da: naprej, ne: pelji naprej.	;V 2. nadstropju kdo
441	SAVEVALUE Caka2,0 nihce vec.	;V 2. nadstropju ne caka
442	TRANSFER ,StojDol dvigala.	;Pojdi na ustavljanje
450	Semldol TEST G X\$Cakal,0,Naprej caka? Da: naprej, ne: pelji naprej.	;V 1. nadstropju kdo
451	SAVEVALUE Cakal,0 nihce vec.	;V 1. nadstropju ne caka
460	StojDol ADVANCE 10,X\$EnaSek	;Dvigalo se ustavi.
461	ADVANCE 10,X\$EnaSek	;Dvigalo spelje.
462	TRANSFER ,JeKonec dvigalo ze v 1. nadstropju.	;Gre preverjat, ce je
470	Naprej ADVANCE 6,X\$EnaSek nadstropje.	;Dvigalo prevozi
480	JeKonec ASSIGN 10-,1 1 nadstropje dol.	;Dvigalo se premakne za
481	TEST E Pl0,0,Dol Da: naprej, ne: gre na zacetek voznje dol.	;Je ze v 0. nadstropju?
490	TRANSFER ,Odpri v dvigalo.	;Gre spustit nove ljudi
500	GENERATE 43 dol.	;Dela ljudi, ki gredo
510	SAVEVALUE OdKod,FN\$Nadstropje	;Clovek dobi nadstropje.
520	TEST NE X\$OdKod,2,Iz2 Ne: naprej, da: pojdi na dolocanje stevila cakajocih v 2. nadstropju.	;Je to 2. nadstropje?
521	TEST NE X\$OdKod,3,Iz3 Ne: naprej, da: pojdi na dolocanje stevila cakajocih v 3. nadstropju.	;Je to 3. nadstropje?
522	TEST NE X\$OdKod,4,Iz4 Ne: naprej, da: pojdi na dolocanje stevila cakajocih v 4. nadstropju.	;Je to 4. nadstropje?
523	TEST NE X\$OdKod,5,Iz5 Ne: naprej, da: pojdi na dolocanje stevila cakajocih v 5. nadstropju.	;Je to 5. nadstropje?
530	SAVEVALUE Cakal+,1 nadstropje, zato v 1. nadstropju caka 1 clovek vec.	;Ocitno je to 1.
531	TERMINATE	;Clovek umre.
540	Iz2 SAVEVALUE Caka2+,1 clovek vec.	;V 2. nadstropju caka 1
541	TERMINATE	;Clovek umre.
550	Iz3 SAVEVALUE Caka3+,1 clovek vec.	;V 3. nadstropju caka 1
551	TERMINATE	;Clovek umre.
560	Iz4 SAVEVALUE Caka4+,1 clovek vec.	;V 4. nadstropju caka 1
561	TERMINATE	;Clovek umre.
570	Iz5 SAVEVALUE Caka5+,1 clovek vec.	;V 5. nadstropju caka 1
571	TERMINATE	;Clovek umre.
1000	GENERATE 28800 simulacija.	;Koliko casa na traja
1010	TERMINATE 1	;Simulacija se konca.

# POROČILO

GPSS/PC Report file REPORT.GPS. (V 2, # 40390.21875) 05-21-2000 23: page 1

START_TIME	END_TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES	FREE_MEMORY
0	28800	99	0	1	896

  

LINE	LOC	BLOCK_TYPE	ENTRY_COUNT	CURRENT_COUNT	RETRY
100	1	GENERATE	3200	0	0
110	CAKAJ	QUEUE	3206	2	0
111	3	ENTER	3204	0	0
112	4	DEPART	3204	0	0
113	5	ADVANCE	3204	0	0
114	6	SUNAVAIL	3204	0	0
115	7	LEAVE	3204	0	0
120	8	TEST	3204	0	0
121	9	SAVEVALUE	1119	0	0
122	10	TERMINATE	1119	0	0
130	POLNI2	TEST	2085	0	0
131	12	SAVEVALUE	839	0	0
132	13	TERMINATE	839	0	0
140	POLNI3	TEST	1246	0	0
141	15	SAVEVALUE	700	0	0
142	16	TERMINATE	700	0	0
150	POLNI4	TEST	546	0	0
151	18	SAVEVALUE	540	0	0
152	19	TERMINATE	540	0	0
200	20	GENERATE	4	0	0
210	ODPRI	SAVAIL	1407	0	0
211	22	ADVANCE	1407	0	0
220	23	TEST	1407	0	0
230	24	ASSIGN	1119	0	0
231	25	ASSIGN	1119	0	0
232	26	ASSIGN	1119	0	0
233	27	ASSIGN	1119	0	0
240	28	SAVEVALUE	1119	0	0
241	29	SAVEVALUE	1119	0	0
242	30	SAVEVALUE	1119	0	0
243	31	SAVEVALUE	1119	0	0
250	32	ADVANCE	1119	0	0
300	GOR	ASSIGN	4774	0	0
301	34	TEST	4774	0	0
302	35	TEST	3655	0	0
303	36	TEST	2964	0	0
304	37	TEST	2526	0	0
310	38	ADVANCE	2258	0	0
311	39	TRANSFER	2258	0	0
320	STOJ	ADVANCE	2516	1	0
321	41	ADVANCE	2515	2	0
330	TESTI	TEST	4771	0	0
331	43	TEST	2490	0	0
332	44	TEST	1791	0	0
333	45	TEST	1546	0	0
340	46	TEST	1432	0	0

LINE	LOC	BLOCK_TYPE	ENTRY_COUNT	CURRENT_COUNT	RETRY
341	47	TEST	1379	0	0
342	48	TEST	1239	0	0
343	49	TEST	1004	0	0
344	50	TRANSFER	596	0	0
350	SEM1	TEST	53	0	0
351	SEM2	TEST	188	0	0
352	SEM3	TEST	388	0	0
353	SEM4	TEST	695	0	0
360	55	TRANSFER	520	0	0
400	DOL	TEST	4765	0	0
401	57	TEST	4169	0	0
402	58	TEST	3253	0	0
403	59	TEST	2211	0	0
404	60	TRANSFER	1115	0	0
410	SEM5DOL	TEST	596	0	0
411	62	SAVEVALUE	130	0	0
412	63	TRANSFER	130	0	0
420	SEM4DOL	TEST	916	0	0
421	65	SAVEVALUE	120	0	0
422	66	TRANSFER	120	0	0
430	SEM3DOL	TEST	1042	0	0
431	68	SAVEVALUE	119	0	0
432	69	TRANSFER	119	0	0
440	SEM2DOL	TEST	1096	0	0
441	71	SAVEVALUE	125	0	0
442	72	TRANSFER	125	0	0
450	SEM1DOL	TEST	1115	0	0
451	74	SAVEVALUE	132	0	0
460	STOJDOL	ADVANCE	626	0	0
461	76	ADVANCE	626	1	0
462	77	TRANSFER	625	0	0
470	NAPREJ	ADVANCE	4139	0	0
480	JEKONEC	ASSIGN	4764	0	0
481	80	TEST	4764	0	0
490	81	TRANSFER	1115	0	0
500	82	GENERATE	669	0	0
510	83	SAVEVALUE	669	0	0
520	84	TEST	669	0	0
521	85	TEST	535	0	0
522	86	TEST	409	0	0
523	87	TEST	284	0	0
530	88	SAVEVALUE	139	0	0
531	89	TERMINATE	139	0	0
540	IZ2	SAVEVALUE	134	0	0
541	91	TERMINATE	134	0	0
550	IZ3	SAVEVALUE	126	0	0
551	93	TERMINATE	126	0	0
560	IZ4	SAVEVALUE	125	0	0
561	95	TERMINATE	125	0	0
570	IZ5	SAVEVALUE	145	0	0

LINE	LOC	BLOCK_TYPE	ENTRY_COUNT	CURRENT_COUNT	RETRY
571	97	TERMINATE	145	0	0
1000	98	GENERATE	1	0	0
1010	99	TERMINATE	1	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRIES	ENTRIES(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
VRSTA	11	2	3206	199	3.23	28.99	30.90	0

STORAGE	CAP.	REMAIN.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
DOSTOP	4	4	0	4	3204	0	0.11	0.028	0	2

SAVEVALUE	VALUE	RETRY
LJUDJE	+0	0
ENASEK	+0	0
CL1	-1	0
CL2	-1	0
CL3	-1	0
CL4	-1	0
CAKA2	+0	0
CAKA3	+0	0
CAKA4	+0	0
CAKA5	+0	0
CAKA1	+0	0
ODKOD	+3	0