

PDQ - Analiza performansi

Raspodijeljeni sustavi - 3. domaća zadaća

Matija Šantl
0036458898

1. Zadatak

Web aplikacija uključuje podršku korisnicima putem usluge za *chat*. Kupci sami odabiru jedan od 10 repova čekanja u kojima upite poslužuje po jedan tehničar. Mjerenja pokazuju da zahtjevi prosječno dolaze 3 upita u minuti te da svaki kupac prosječno čeka 3 minute u repu i prosječno provodi 2 minute u razgovoru.

1.1. Kakvi će biti odazivi sa 10 osoba - poslužitelja ako publiciranje Web-stranice sa odgovorima na najčešća pitanja smanji broj upita na 2 u minuti ?

$$N = 10$$

$$L = 2upit/min$$

$$S = 2min/upit$$

$$U_a = L \cdot S = 2 \cdot 2 = 4$$

$$\rho = \frac{U}{N} = \frac{4}{10} = 0.4$$

$$R = \frac{S}{1-\rho} = \frac{2}{0.6} = 3.333min/upit$$

$$W = R - S = 3.333 - 2 = 1.333min/upit$$

Vrijeme čekanja se smanjilo smanjenjem broja upita u minuti.

1.2. Kakvi će biti odazivi sa 18 osoba - poslužitelja ako publiciranje Web-stranice sa odgovorima na najčešća pitanja smanji broj upita na 2 u minuti ?

$$N = 18$$

$$L = 2upit/min$$

$$S = 2min/upit$$

$$U_a = L \cdot S = 2 \cdot 2 = 4$$

$$\rho = \frac{U}{N} = \frac{4}{18} = 0.222$$

$$R = \frac{S}{1-\rho} = \frac{2}{0.778} = 2.571 \text{ min/upit}$$

$$W = R - S = 2.571 - 2 = 0.571 \text{ min/upit}$$

Vrijeme čekanja se smanjilo smanjenjem broja upita u minuti, a dodatno smanjenje vremena čekanja je uzrokovano povećanjem broja poslužitelja.

1.3. Kakve će rezultate dati smanjenje razgovora na 1.5 minutu ? (N = 10)

$$N = 10$$

$$L = 3 \text{ upit/min}$$

$$S = 1.5 \text{ min/upit}$$

$$U_a = L \cdot S = 3 \cdot 1.5 = 4.5$$

$$\rho = \frac{U}{N} = \frac{4.5}{10} = 0.45$$

$$R = \frac{S}{1-\rho} = \frac{1.5}{0.55} = 2.727 \text{ min/upit}$$

$$W = R - S = 2.727 - 1.5 = 1.227 \text{ min/upit}$$

Vrijeme čekanja se smanjilo smanjenjem vremena posluživanja zahtjeva,

1.4. Kakve će rezultate dati smanjenje razgovora na 1.5 minutu ? (N = 18)

$$N = 18$$

$$L = 3 \text{ upit/min}$$

$$S = 1.5 \text{ min/upit}$$

$$U_a = L \cdot S = 3 \cdot 1.5 = 4.5$$

$$\rho = \frac{U}{N} = \frac{4.5}{18} = 0.25$$

$$R = \frac{S}{1-\rho} = \frac{1.5}{0.75} = 2 \text{ min/upit}$$

$$W = R - S = 2 - 1.5 = 0.5 \text{ min/upit}$$

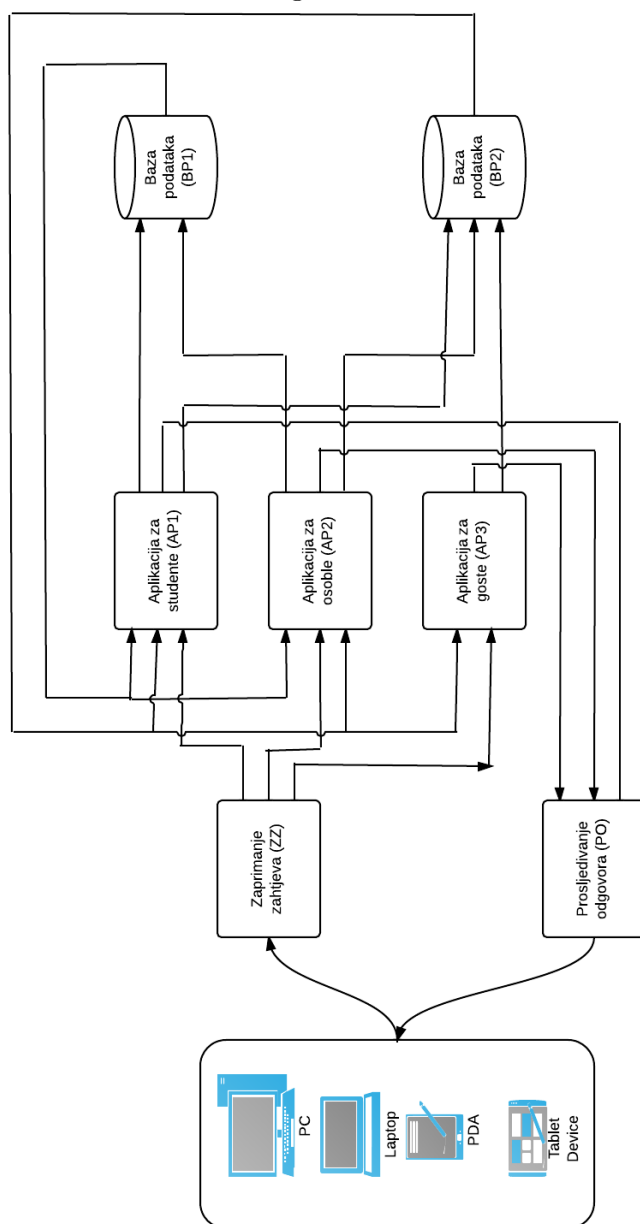
Vrijeme čekanja se smanjilo smanjenjem vremena posluživanja zahtjeva, a dodatno smanjenje vremena čekanja je uzrokovano povećanjem broja poslužitelja.

2. Zadatak

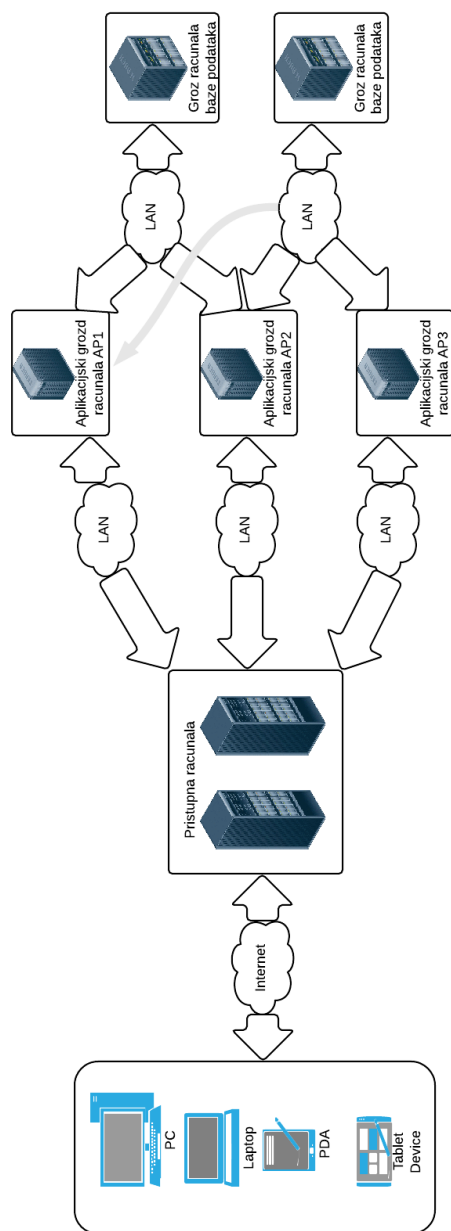
Oblikovati proizvoljnu raspodijeljenu aplikaciju i ostvariti analizu performansi ostvarene aplikacije.

2.1. Definirati logičku i fizičku arhitekturu aplikacije

Slika 1: Logička arhitektura.



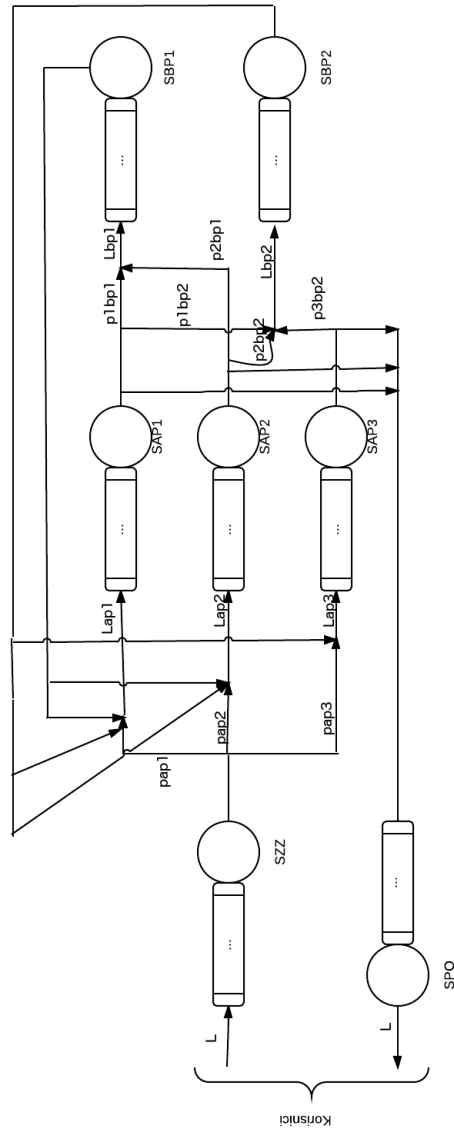
Slika 2: Fizička arhitektura.



2.2. Izgraditi model aplikacije primjenom teorije repova

Odrediti analitičko rješenje funkcije zadržavanja zahtjeva u aplikaciji $R = f(L)$

Slika 3: Model aplikacije



Analiza primjenom teorije repova je dana u nastavku.

$$L_{ZZ} = L \text{ i } L_{PO} = L$$

$$L_{AP1} = p_{1BP1} \cdot L_{AP1} + p_{1BP2} \cdot L_{AP1} + p_{AP1} \cdot L$$

$$L_{AP1} = \frac{p_{AP1}}{1-(p_{1BP1}+p_{1BP2})} \cdot L$$

$$L_{AP2} = p_{2BP1} \cdot L_{AP2} + p_{2BP2} \cdot L_{AP2} + p_{AP2} \cdot L$$

$$L_{AP2} = \frac{p_{AP2}}{1-(p_{2BP1}+p_{2BP2})} \cdot L$$

$$L_{AP3} = p_{3BP2} \cdot L_{AP3} + p_{AP3} \cdot L$$

$$L_{AP3} = \frac{p_{AP3}}{1-p_{3BP2}} \cdot L$$

$$L_{BP1} = p_{BP1} \cdot L_{AP1} + p_{2BP1} \cdot L_{AP2}$$

$$L_{BP1} = (p_{1BP1} \cdot \frac{p_{AP1}}{1-(p_{1BP1}+p_{1BP2})} + p_{2BP1} \cdot \frac{p_{AP2}}{1-(p_{2BP1}+p_{2BP2})}) \cdot L$$

$$L_{BP2} = p_{BP2} \cdot L_{AP1} + p_{2BP2} \cdot L_{AP2} + p_{3BP2} \cdot L_{AP3}$$

$$L_{BP2} = (p_{1BP2} \cdot \frac{p_{AP1}}{1-(p_{1BP1}+p_{1BP2})} + p_{2BP2} \cdot \frac{p_{AP2}}{1-(p_{2BP1}+p_{2BP2})} + p_{3BP2} \cdot \frac{p_{AP3}}{1-p_{3BP2}}) \cdot$$

L

Iz izraza za intenzitet dolazaka možemo isčitati vrijednosti v_x koje nam trebaju za izračun prosječnog vremena zadržavanja, R . Tako redom imamo:

$$v_{AP1} = \frac{p_{AP1}}{1-(p_{1BP1}+p_{1BP2})}$$

$$v_{AP2} = \frac{p_{AP2}}{1-(p_{2BP1}+p_{2BP2})}$$

$$v_{AP3} = \frac{p_{AP3}}{1-p_{3BP2}}$$

$$v_{BP1} = p_{1BP1} \cdot \frac{p_{AP1}}{1-(p_{1BP1}+p_{1BP2})} + p_{2BP1} \cdot \frac{p_{AP2}}{1-(p_{2BP1}+p_{2BP2})}$$

$$v_{BP2} = p_{1BP2} \cdot \frac{p_{AP1}}{1-(p_{1BP1}+p_{1BP2})} + p_{2BP2} \cdot \frac{p_{AP2}}{1-(p_{2BP1}+p_{2BP2})} + p_{3BP2} \cdot \frac{p_{AP3}}{1-p_{3BP2}}$$

$$v_{ZZ} = 1$$

$$v_{PO} = 1$$

Izraz za prosječno vrijeme zadržavanja glasi: $R = \sum_i v_i \cdot R_i$

pri čemu se umnožak $v_i \cdot R_i$ može zapisati kao

$$v_i \cdot R_i = \frac{v_i \cdot S_i}{1 - U_i} = \frac{v_i \cdot S_i}{1 - v_i \cdot L \cdot S_i} = \frac{D_i}{1 - L \cdot D_i}$$

Vrijednosti D računamo na sljedeći način:

$$D_{ZZ} = S_{ZZ}$$

$$D_{PO} = S_{PO}$$

$$D_{AP1} = v_{AP1} \cdot S_{AP}$$

$$D_{AP2} = v_{AP2} \cdot S_{AP}$$

$$D_{AP3} = v_{AP3} \cdot S_{AP}$$

$$D_{BP1} = v_{BP1} \cdot S_{BP}$$

$$D_{BP2} = v_{BP2} \cdot S_{BP}$$

Konačni izraz za vrijednost R izgleda ovako:

$$R = \frac{D_{ZZ}}{1 - L \cdot D_{ZZ}} + \frac{D_{PO}}{1 - L \cdot D_{PO}} + \frac{D_{AP1}}{1 - L \cdot D_{AP1}} + \frac{D_{AP2}}{1 - L \cdot D_{AP2}} + \frac{D_{AP3}}{1 - L \cdot D_{AP3}} + \frac{D_{BP1}}{1 - L \cdot D_{BP1}} + \frac{D_{BP2}}{1 - L \cdot D_{BP2}}$$

Vrijednosti koje su korištene prilikom računanja su sljedeće:

$$p_{AP1} = 0.2, p_{AP2} = 0.3, p_{AP3} = 0.5$$

$$p_{1BP1} = 0.1, p_{1BP2} = 0.3$$

$$p_{2BP1} = 0.3, p_{2BP2} = 0.1$$

$$p_{3BP2} = 0.1$$

$$S_{ZZ} = 0.001, S_{PO} = 0.001$$

$$S_{AP} = 0.3, S_{BP} = 4.5$$

L	AP1	AP2	AP3	BP1	BP2	ZZ	PO	R
0.2	0.102	0.155	0.172	0.988	1.135	0.001	0.001	2.554
0.4	0.104	0.160	0.179	1.231	1.468	0.001	0.001	3.144
0.6	0.106	0.165	0.185	1.634	2.079	0.001	0.001	4.171
0.8	0.109	0.170	0.192	2.426	3.558	0.001	0.001	6.457
1	0.111	0.176	0.200	4.714	12.333	0.001	0.001	17.536

Tablica 1: Rezultati dobiveni analitičkim putem

2.3. Izgraditi model aplikacije za alat *PDQ*

Primjenom izgrađenog modela ostvariti vrijednosti funkcije zadržavanja zahtjeva $R = f(L)$ u nekoliko točaka.

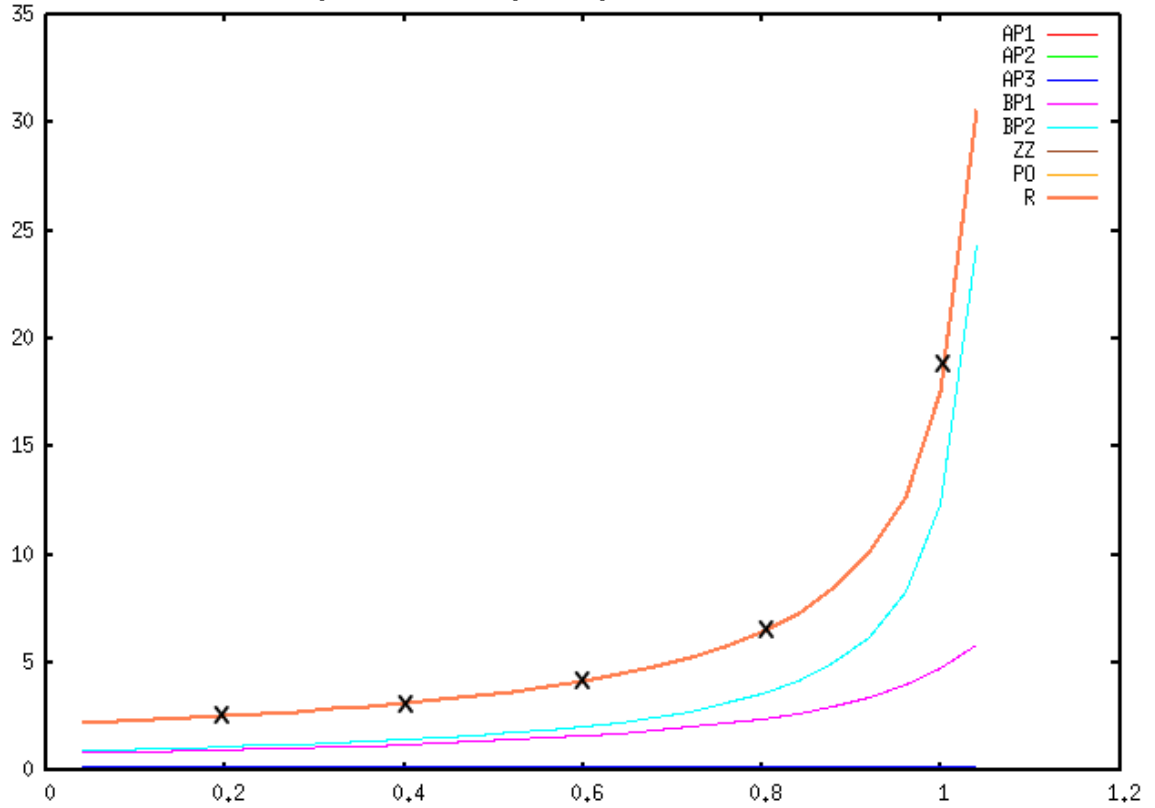
Kao implementacijski jezik za ostvarivanje modela u alatu *PDQ* odabrao sam programski jezik *R*.

L	AP1	AP2	AP3	BP1	BP2	ZZ	PO	R
0.04	0.100	0.151	0.168	0.853	0.961	0.001	0.001	2.235
0.08	0.101	0.152	0.169	0.883	0.999	0.001	0.001	2.306
0.12	0.101	0.153	0.170	0.916	1.040	0.001	0.001	2.382
0.16	0.102	0.154	0.171	0.950	1.086	0.001	0.001	2.465
0.2	0.102	0.155	0.172	0.988	1.135	0.001	0.001	2.554
0.24	0.102	0.156	0.174	1.029	1.189	0.001	0.001	2.651
0.28	0.103	0.157	0.175	1.073	1.248	0.001	0.001	2.757
0.32	0.103	0.158	0.176	1.121	1.314	0.001	0.001	2.874
0.36	0.104	0.159	0.177	1.174	1.387	0.001	0.001	3.002
0.4	0.104	0.160	0.179	1.231	1.468	0.001	0.001	3.144
0.44	0.105	0.161	0.180	1.295	1.560	0.001	0.001	3.302
0.48	0.105	0.162	0.181	1.366	1.664	0.001	0.001	3.479
0.52	0.105	0.163	0.182	1.445	1.782	0.001	0.001	3.680
0.56	0.106	0.164	0.184	1.533	1.919	0.001	0.001	3.908
0.6	0.106	0.165	0.185	1.634	2.079	0.001	0.001	4.171
0.64	0.107	0.166	0.187	1.748	2.267	0.001	0.001	4.476
0.68	0.107	0.167	0.188	1.879	2.493	0.001	0.001	4.837
0.72	0.108	0.168	0.189	2.032	2.769	0.001	0.001	5.269
0.76	0.108	0.169	0.191	2.212	3.114	0.001	0.001	5.797
0.8	0.109	0.170	0.192	2.426	3.558	0.001	0.001	6.458
0.84	0.109	0.172	0.194	2.687	4.148	0.001	0.001	7.312
0.88	0.110	0.173	0.195	3.011	4.973	0.001	0.001	8.464
0.92	0.110	0.174	0.197	3.423	6.208	0.001	0.001	10.114
0.96	0.111	0.175	0.198	3.966	8.259	0.001	0.001	12.712
1	0.111	0.176	0.200	4.714	12.333	0.001	0.001	17.537
1.04	0.112	0.178	0.202	5.810	24.342	0.001	0.001	30.645
1.08	0.112	0.179	0.203	7.569	925.000	0.001	0.001	933.065

Tablica 2: Rezultati dobiveni programskim putem

Izvorni kod korišten za simulaciju u alatu *PDQ* se nalazi u Dodatku A.

Slika 4: Vrijeme zadržavanja zahtjeva u sustavu



2.4. Usporediti i obrazložiti dobivene rezultate

Rezultati dobiveni uvrštavanjem vrijednosti korištenih u simulaciji alatom *PDQ* u izraz dobiven primjenom teorije repova na model aplikacije su identični na 3 decimale. Iz toga možemo zaključiti kako je *PDQ* model ispravno zadan i izveden.

Prema dobivenim rezultatima za odabrani raspodijeljeni sustav zaključujemo kako on uz odabrane parametre prihvatljivo funkcionira do trenutka kada učestalost zahtjeva ne pređe iznos $0.8 \text{ zahtjev/sekundi}$. Nakon toga, pa sve do iznosa $1.09 \text{ zahtjev/sekundi}$ performanse eskponencijalno degradiraju, te u tom području sustav postaje prezasićen.

Kada bismo htjeli povećati propusnost i omogućiti rad pri većim opterećenjima, sustav je potrebno nadograditi.

A. PDQ - izvorni kod

Programski odsječak 1: Izvorni kod u jeziku R

```
1 library(pdq)
2
3 # udio ulaza koji odlazi na ap1
4 p_ap1 = 0.2
5 # udio ulaza koji odlazi na ap2
6 p_ap2 = 0.3
7 # udio ulaza koji odlazi na ap3
8 p_ap3 = 0.5
9
10 # udio izlaza ap1 koji odlazi na bp1
11 p1_bp1 = 0.1
12 # udio izlaza ap1 koji odlazi na bp2
13 p1_bp2 = 0.3
14
15 # udio izlaza ap2 koji odlazi na bp1
16 p2_bp1 = 0.3
17 # udio izlaza ap2 koji odlazi na bp2
18 p2_bp2 = 0.1
19
20 # udio izlaza ap3 koji odlazi na bp2
21 p3_bp2 = 0.1
22
23 # ulaz
24 S_ZZ = 0.001
25 # izlaz
26 S_PO = 0.001
27
28 # svi aplikacijski grozdovi su jednaki
29 S_AP = 0.3
30 # sve baze podataka su jednake
31 S_BP = 4.5
32
33 # apsolutne vrijednosti udjela
34 v_ap1 = p_ap1 / (1 - p1_bp1 - p1_bp2)
35 v_ap2 = p_ap2 / (1 - p2_bp1 - p2_bp2)
36 v_ap3 = p_ap3 / (1 - p3_bp2)
```

```

37
38 v_bp1 = p1_bp1 * v_ap1 + p2_bp1 * v_ap2
39 v_bp2 = p1_bp2 * v_ap1 + p2_bp2 * v_ap2 + p3_bp2 * v_ap3
40
41 # print(c(v_ap1, v_ap2, v_ap3, v_bp1, v_bp2))
42
43 # domena
44 L_inc = 0.04
45 L_start = L_inc
46 L_end = 1.08
47
48 # solve for various L's
49 for (L in seq(L_start, L_end, by=L_inc)) {
50     Init("RASSUS_3.dz")
51
52     CreateOpen("Zahtjevi", L)
53
54     SetWUnit("Zahtjevi")
55     SetTUnit("Sec")
56
57     # create nodes
58     CreateNode("ZZ", CEN, FCFS)
59     CreateNode("PO", CEN, FCFS)
60
61     CreateNode("AP1", CEN, FCFS)
62     CreateNode("AP2", CEN, FCFS)
63     CreateNode("AP3", CEN, FCFS)
64
65     CreateNode("BP1", CEN, FCFS)
66     CreateNode("BP2", CEN, FCFS)
67
68     # connect them
69     SetVisits("ZZ", "Zahtjevi", 1.0, S_ZZ)
70     SetVisits("PO", "Zahtjevi", 1.0, S_PO)
71
72     SetVisits("AP1", "Zahtjevi", v_ap1, S_AP)
73     SetVisits("AP2", "Zahtjevi", v_ap2, S_AP)
74     SetVisits("AP3", "Zahtjevi", v_ap3, S_AP)
75
76     SetVisits("BP1", "Zahtjevi", v_bp1, S_BP)

```

```

77     SetVisits("BP2", "Zahtjevi", v_bp2, S_BP)
78
79     # pdq magic
80     Solve(CANON)
81
82     # prepare results
83     response = sprintf("%.3f",
84         GetResponse(TRANS, "Zahtjevi"))
85
86     t_ap1 = sprintf("%.3f",
87         GetResidenceTime("AP1", "Zahtjevi", TRANS))
88     t_ap2 = sprintf("%.3f",
89         GetResidenceTime("AP2", "Zahtjevi", TRANS))
90     t_ap3 = sprintf("%.3f",
91         GetResidenceTime("AP3", "Zahtjevi", TRANS))
92
93     t_bp1 = sprintf("%.3f",
94         GetResidenceTime("BP1", "Zahtjevi", TRANS))
95     t_bp2 = sprintf("%.3f",
96         GetResidenceTime("BP2", "Zahtjevi", TRANS))
97
98     t_zz = sprintf("%.3f",
99         GetResidenceTime("ZZ", "Zahtjevi", TRANS))
100    t_po = sprintf("%.3f",
101        GetResidenceTime("PO", "Zahtjevi", TRANS))
102
103    l = sprintf("%.3f", L)
104
105    result <- c(L, t_ap1, t_ap2, t_ap3,
106        t_bp1, t_bp2, t_zz, t_po, response)
107
108    print(result)
109
110    # Report()
111 }

```

Slika 5: Primjer izvođenja izvornog koda

```
> source("/Users/msantl/Desktop/RASSUS/dz/dz3/aplikacija.R")
[1] "0.04" "0.100" "0.151" "0.168" "0.853" "0.961" "0.001" "0.001" "2.235"
[1] "0.08" "0.101" "0.152" "0.169" "0.883" "0.999" "0.001" "0.001" "2.306"
[1] "0.12" "0.101" "0.153" "0.170" "0.916" "1.040" "0.001" "0.001" "2.382"
[1] "0.16" "0.102" "0.154" "0.171" "0.950" "1.086" "0.001" "0.001" "2.465"
[1] "0.2" "0.102" "0.155" "0.172" "0.988" "1.135" "0.001" "0.001" "2.554"
[1] "0.24" "0.102" "0.156" "0.174" "1.029" "1.189" "0.001" "0.001" "2.651"
[1] "0.28" "0.103" "0.157" "0.175" "1.073" "1.248" "0.001" "0.001" "2.757"
[1] "0.32" "0.103" "0.158" "0.176" "1.121" "1.314" "0.001" "0.001" "2.874"
[1] "0.36" "0.104" "0.159" "0.177" "1.174" "1.387" "0.001" "0.001" "3.002"
[1] "0.4" "0.104" "0.160" "0.179" "1.231" "1.468" "0.001" "0.001" "3.144"
[1] "0.44" "0.105" "0.161" "0.180" "1.295" "1.560" "0.001" "0.001" "3.302"
[1] "0.48" "0.105" "0.162" "0.181" "1.366" "1.664" "0.001" "0.001" "3.479"
[1] "0.52" "0.105" "0.163" "0.182" "1.445" "1.782" "0.001" "0.001" "3.680"
[1] "0.56" "0.106" "0.164" "0.184" "1.533" "1.919" "0.001" "0.001" "3.908"
[1] "0.6" "0.106" "0.165" "0.185" "1.634" "2.079" "0.001" "0.001" "4.171"
[1] "0.64" "0.107" "0.166" "0.187" "1.748" "2.267" "0.001" "0.001" "4.476"
[1] "0.68" "0.107" "0.167" "0.188" "1.879" "2.493" "0.001" "0.001" "4.837"
[1] "0.72" "0.108" "0.168" "0.189" "2.032" "2.769" "0.001" "0.001" "5.269"
[1] "0.76" "0.108" "0.169" "0.191" "2.212" "3.114" "0.001" "0.001" "5.797"
[1] "0.8" "0.109" "0.170" "0.192" "2.426" "3.558" "0.001" "0.001" "6.458"
[1] "0.84" "0.109" "0.172" "0.194" "2.687" "4.148" "0.001" "0.001" "7.312"
[1] "0.88" "0.110" "0.173" "0.195" "3.011" "4.973" "0.001" "0.001" "8.464"
[1] "0.92" "0.110" "0.174" "0.197" "3.423" "6.208" "0.001" "0.001" "10.114"
[1] "0.96" "0.111" "0.175" "0.198" "3.966" "8.259" "0.001" "0.001" "12.712"
[1] "1" "0.111" "0.176" "0.200" "4.714" "12.333" "0.001" "0.001" "17.537"
[1] "1.04" "0.112" "0.178" "0.202" "5.810" "24.342" "0.001" "0.001" "30.645"
[1] "1.08" "0.112" "0.179" "0.203" "7.569" "925.000" "0.001" "0.001" "933.065"
```