

## GPSS ZADACI

1. Na FON-u je trenutno u toku prijava ispita za junski ispitni rok. Prvog dana studenti dolaze prosečno na svakih 5 sekundi (sa odstupanjem od  $\pm 1$  sekundu). Zbog velikog broja studenata, 30% odmah odlazi. Prijava traje 25 sekundi, sa mogućim odstupanjem od  $\pm 10$  sekundi. Potrebno je izvršiti simulaciju za 1000 studenata.

2. Posmatramo odbranu obaveznog zadatka iz predmeta Simulacija u poslovnom odlučivanju. Simuliramo težak i naporan dan Veljka Jeremića u trajanju od 8 sati, tj. 480 minuta. Studenti dolaze na svakih  $4 \pm 1$  minuta. Zbog činjenice da se studenti ne pridržavaju svojih termina, ispred kabineta 319 formira se red. Zbog velikog broja ljudi u redu, studenti znaju da imaju vremena da izbleje u „Patuljku“ i popiju kafu. Pretpostavka je da 40% ode do „Patuljka“. U „Patuljku“ provedu  $10 \pm 2$  minuta, pa se ponovo vrate na Fakultet i stanu u red za odbranu. Da vas potpuno uništi na odbrani, Veljku je potrebno  $5 \pm 1$  minut. Koliko studenata je popilo kafu u „Patuljku“?

3. Brodovi pristižu na pristanište jedan za drugim u razmaku od  $1 \pm 0.5$  sata. Postoje šest dokova koji primaju brodove. Oni takođe zahtevaju usluge kрана za istovar. U luci postoje pet kрана. Nakon istovara, 10% brodova ostaje da napuni gorivo pre odlaska, a ostali odlaze odmah. Za punjenje goriva brodovi ne koriste kране.

Simulirati zaposedanje dokova i kрана pretpostavljajući da je za istovar potrebno  $7.5 \pm 3$  sati i  $1 \pm 0.5$  sata za punjenje goriva. Simulaciju izvršiti za 100 brodova.

Pod pretpostavkama:

- brodu je potreban dok sve vreme boravljenja na pristaništu
- brod zadržava svoj dok za istovar i za punjenje nafte
- brodovi se mogu puniti naftom istovremeno

4. Posmatra se rad apoteke u trajanju od 8 sati, tj. od 480 minuta. Klijenti dolaze svakih  $2 \pm 1$  minut. U zavisnosti od toga da li su u žurbi, klijenti ili staju u red ili odustaju od čekanja. Pretpostavka je da 20% odustaje od čekanja. Za usluživanje klijenata koristi se jedan šalter na kome radi jedan farmaceut kome je potrebno  $4 \pm 1$  minut. Nakon toga, 70% klijenata odlazi kod 2 konsultanata pošto imaju niz pitanja o svinjskom gripu. Tamo se zadržavaju  $12 \pm 4$  minuta. Treba odrediti koliko ljudi odustaje od čekanja za šalter i konsultacije, kao i tabelirati vreme čekanja u redu za šalter.

5. Studenti dolaze na ispit na svakih  $2 \pm 1$  minuta. Ukoliko je red duži od 8, studenti odlaze u Patuljak na kafu. Tamo se zadržavaju 15 minuta pa se vraćaju na Fakultet, staju u red i čekaju da se oslobodi mesto za pisanje koncepta. Pet studenata može u isto vreme da piše koncept, a ispituju dva profesora. 9% odustane kada vidi pitanja, a ostali, po završetku pisanja koncepta čekaju da neki profesor bude slobodan da ih pita. Vreme pisanja koncepta traje u intervalu  $15 \pm 5$  minuta. Vreme odgovaranja je diskretna funkcija:

Vreme odgovaranja (min.)	Kumulativne verovatnoće
2	0,1
2,5	0,3
3	0,5
4	0,7
5	0,9

Potrebno je da snimimo vreme čekanja u redu, vreme provedeno na mestu za pisanje koncepta i vreme odgovaranja, odredimo broj studenata koji su odustali, kao i broj studenata koji su otišli u Patuljak na kafu. Simulacija traje tri sata.

**6.** Simulira se prodaja “1000€ akcije” u ovlašćenoj brokerskoj kući. Klijenti dolaze na svakih  $3\pm 1$  minuta. Klijent dolazi na šalter (radi jedan službenik) i uzima formulare 1 minut. Nakon toga popunjava formulare u trajanju od  $2\pm 1$  minut. Klijent odlazi na drugi šalter (rade dva službenika) gde predaje popunjene formulare i predaje ličnu kartu ili pasoš u trajanju od  $6\pm 1$  minuta.

Kontrolor dolazi do drugog šaltera na svakih  $8\pm 2$  minuta, pri čemu se prvih pola sata ne pojavljuje. Uzima dokumentaciju za jednog klijenta i odlazi do svoje kancelarije što traje 1 minut. Formular se obrađuje  $3\pm 1$  minuta. Nakon toga se klijent prozove i prosledi na blagajnu (radi jedan službenik) gde dobija novac za šta je potrebno još  $3\pm 1$  minut. Nakon toga, klijent napušta banku. Simulirati 8 časova. Snimiti redove čekanja ispred šaltera 1 i šaltera 2. Odrediti ukupan broj klijenata koji su prodali akcije.

**7.** Madam Beatrix je poznata domaćica razuzdanih žurki Amsterdama. U sklopu svojih svakodnevnih aktivnosti, ona želi da unapredi funcionisanje prestižnog kluba Crveni Lotos. Naime, raznovrsna muško/ženska klijentela dolazi na svaka  $4\pm 2$  minuta. Ukoliko ima mesta u separeima (kapacitet 50), sedaju da popiju po piće. Klijente opslužuju 5 konobara i u proseku im je potrebno 4 minuta da opsluže jednog klijenta. Klijenti ispijaju piće u proseku 20 minuta (sa odstupanjem koje podleže funkciji datoj na kraju zadatka). Nakon toga, samo ukoliko je red čekanja za OneOnOnePeepShow manji od 3, staju u red i kada se oslobodi mesto zadržavaju se u kabini u proseku 11 minuta. Zna se da 70% klijenata ide na ženski, dok ostatak ide na muški PeepShow (postoji samo jedan red čekanja). Trenutno, rade 4 ženska i 1 muški igrač, i Madam želi da utvrdi da li je taj broj adekvatan. Snimiti red čekanja za konobara, kao i prebrojati klijente koji su odmah napustili Crveni Lotos, kao i one koji su nakon pića napustili Lotos a da zbog velike gužve nisu otišli na PeepShow. Takođe, odrediti broj klijenata koji su se sve ukupno zadržali u Crvenom Lotosu manje od 60 minuta.

Vreme (min.)	Verovatnoće
5	0,1
6	0,3
8	0,4
10	0,2

**8.** Ljudi dolaze u frizerski salon na svakih  $4\pm 1$  minut. Ukoliko je salon pun (kapacitet čekaonice je pet), 30% potencijalnih mušterija ide na kafu i vraća se za  $60\pm 20$  minuta. Ostali odlaze i ne vraćaju se. U salon rade 2 ženska i jedan muški frizer. 60% mušterija je doslo kod muškog, a 40% kod ženskih frizera. Ženski frizeri rade podjednako brzo,  $8\pm 2$  minuta za šišanje; muški frizer mnogo priča, te mu je za šišanje potrebno  $12\pm 4$  minuta. Nakon što završi šišanje, 60% muških klijenata ide i na pranje kose – što traje u proseku 4 minuta (ostali odmah odlaze). Nakon toga, 80% suši kosu što traje 2 minuta (ostali odmah odlaze). Što se tiče žena, sve nakon šišanja idu na full tretman koji traje još 11 minuta. Izvršiti simulaciju za 300 uslužjenih mušterija. Snimiti vreme čekanja u čekaonici za muškog i ženskog frizera (dva histograma), kao i broj klijenata koji su popili kafu, kao i broj onih koji su otišli bez ponovnog vraćanja.

**9.** Brodovi dolaze u Luku Beograd na svakih 15 minuta, očekuje se da će prvi brod uploviti u Luku sat vremena nakon početka simulacije. U Luci postoji šest prijemnih dokova. Ukoliko je red za dokove veći od 5, brodovi se preusmeravaju u Novi Sad. Za istovar tereta koristi se samo jedan kran, i potrebno je 60 minuta za istovar robe. Nakon toga, 10% se odlučuje da dopuni gorivo – dva tehničara rade taj posao u proseku 15 minuta. Nakon toga, svi brodovi odlaze u korisnički lanac i čekaju da ih prozovu na tehničku kontrolu. Kontrolor dolazi na svakih 60 minuta, obrađuje dokumenta 15 minuta i prozove na razglasu jedan brod koji napušta dok i odlazi u specijalizovani sektor za tehničku kontrolu koji ima mesta za 3 broda. Kontrola traje 30 minuta i posle toga brod odlazi iz Luke Beograd. Izvrši simulaciju za 300 procesuiranih brodova. Snimi histogramom korisnički red (lanac), odredi broj brodova koji se dopunio gorivom. Napomena: Za punjenje goriva brodovi ne koriste kranove. Brod zadržava svoj dok za istovar i za punjenje nafte.

**10.** Pacijenti dolaze u Dom Zdravlja Šumice na svakih  $3 \pm 1$  minuta. Ukoliko je red za šalter 1 gde se predaju zdravstvene knjižice duži od 10, pacijenti napuštaju Dom Zdravlja. Njih 30% odmah odlazi kući, dok ostatak odlazi u obližnji kafić. Kafić ima ukupno 10 mesta za sedenje, ako nema mesta pacijenti se odmah vraćaju u Dom Zdravlja i staju u red. Ostali sedaju i čekaju na nekog od tri konobara od kojih svaki može da usluži samo po jednog pacijenta i to traje 3 minuta. Nakon što popiju kafu (u proseku traje 12 minuta), vraćaju se u Dom Zdravlja i staju u red. Na šalteru rade dve službenice kojima je potrebno u proseku 3 minuta. Nakon toga, pacijenti staju u korisnički lanac i čekaju da ih prozovu u sobu za vađenje krvi. Medicinska sestra dolazi na svakih 6 minuta (s tim da se prvih 25 minuta ne pojavljuje), uzima jednu zdravstvenu knjižicu i obrađuje je (ako ima posla) 3 minuta. Nakon toga proziva jednog pacijenta i prosleđuje ga u sobu za vađenje krvi. Vađenje krvi obavlja samo jedna medicinska sestra i njoj je potrebno vreme koje podleže sledećoj funkciji:

Vreme vađenja krvi (min)	Verovatnoće
2	0.3
3	0.4
4	0.1
6	0.1
7	0.09

Histogramom snimi vreme provedeno u redu za šalter 1, odrediti broj pacijenata koji su napustili Dom Zdravlja zbog velikog reda, kao i broj pacijenata koji su izvadili krv. Takođe, odrediti broj pacijenta koji su čekali na konobara više od 15 minuta. Simulacija traje osam sati.

**11.** Klijenti dolaze u servis i to prvo u sektor za pranje automobila svakih  $8 \pm 2$  minuta. Ukoliko je red ispred perionice duži od 2, 30% klijenata odmah odlazi kući, dok ostatak parkira auto u blizini i odlazi u kafić. Kafić ima ukupno 10 mesta za sedenje, ako nema mesta klijenti odmah odlaze kući. Ostali sedaju i čekaju na nekog od tri konobara od kojih svaki može da usluži samo po jednog klijenta i to traje 3 minuta. Nakon što popiju kafu (u proseku traje 12 minuta), sedaju u auto i staju u red. U sektoru za pranje radi 5 radnika i vreme pranja automobila podleže funkciji datoj na kraju zadatka. Nakon pranja, 60% odlazi dok ostali napuštaju mesto pranja i staju u korisnički lanac i čekaju da ih prozovu u poseban sektor servisa za tehnički pregled automobila. Službenik dolazi na svakih 15 minuta (s tim da se prvih 25 minuta ne pojavljuje i nema nameru da u toku današnjeg dana obradi više od 12 automobila), uzima jednu saobraćajnu i vozačku dozvolu i obrađuje je (ako ima posla) 3 minuta. Nakon toga proziva jednog klijenta i prosleđuje ga u sobu za tehnički pregled. Tehnički pregled obavlja samo jedan radnik i potrebno mu je u proseku 30 minuta. Nakon pregleda, klijent napušta servis.

Vreme pranja automobila (min)	Kumulativne verovatnoće
2	0.3
3	0.7
4	0.8
6	0.9
7	0.99

Histogramom snimi vreme provedeno u redu za perionicu, odrediti broj klijenata koji su otišli kući zbog velikog reda za perionicu, kao i broj klijenata koji su otišli na tehnički pregled. Takođe, odrediti broj klijenata koji su čekali na konobara više od 15 minuta. Simulacija traje osam sati.

**12.** Studenti dolaze na pregled u Studentski dom 4. April na svakih  $3 \pm 1$  minuta, očekuje se dolazak 200 studenata. U čekaonici ima mesta za 15 studenata. Ako u čekaonici nema slobodnog mesta, student odlazi na kafu u obližnji kafic (gde ima 12 stolica, ukoliko nema mesta čeka u redu dok se neko mesto ne oslobodi) i tamo se zadržava 30 minuta. Nakon kafe, vraća se i ponovo proverava da li ima mesta u čekaonici (ide ponovo na kafu ako nema mesta). Kada se oslobodi mesto u čekaonici, seda i čeka da se oslobodi šalter za predaju knjižice. Kada se to dogodi, odlazi na šalter da preda knjižicu gde radi jedna gospođa, kojoj je potrebno u proseku 3 minuta. Nakon toga, studenti staju u manji od dva moguća reda i čekaju da se oslobodi mesto kod jednog od doktora. Dva doktora rade u zajedničkoj prostoriji (vreme pregleda podleže funkciji datoj u tabeli), dok treći doktor radi u posebnoj sobi (potrebno mu je  $5 \pm 1$  minut za pregled). Nakon pregleda, 30% svih pregledanih studenata uzme sendvič koji su im pripremili. Od tih studenata, njih 20% staje u korisnički lanac i čekaju da ih prozovu u poseban deo za testiranja BMI. Sestra dolazi na svakih 15 minuta (s tim da se prvih 25 minuta ne pojavljuje i nema nameru da u toku današnjeg dana obradi više od 15 studenata), uzima jedan indeks i obrađuje ga (ako ima posla) 3 minuta. Nakon toga proziva jednog studenta i prosleđuje ga u sobu za pregled BMI. Pregled obavljaju dva lekara i potrebno im je u proseku 20 minuta. Nakon pregleda, student napušta 4. April.

Histogramom snimi vreme provedeno u čekaonici, odrediti broj pacijenata koji su otišli u kafic, kao i broj pacijenata koji su uzeli sendvič. Simulacija traje četiri sata. Odrediti broj slučajeva kada je korisnički lanac bio veći od 2.

Vreme pregleda (min)	Kumulativne verovatnoće
2	<b>0.3</b>
3	<b>0.7</b>
4	<b>0.8</b>
6	<b>0.9</b>
7	<b>0.999</b>

**13.** Starlete dolaze na audiciju za novi Reality show ŠTALA na svakih  $3 \pm 1$  minuta, očekuje se dolazak 200 starleta, s tim da se prvih 30 minuta ne pojavljuju pošto nisu navike rano da ustaju. U čekaonici ima mesta za 15 starleta. Ako u čekaonici nema slobodnog mesta, 20% odlazi kući dok ostatak izbleji uz rakiju u obližnjoj ŠATRI (gde ima 20 mesta, ukoliko nema mesta čeka u redu dok se neko mesto ne oslobodi) i tamo se zadržava 20 minuta. Nakon rakije, vraćaju se i ponovo proveravaju da li ima mesta u čekaonici (ide se ponovo na rakiju ako nema mesta). Kada se oslobodi mesto u čekaonici, seda i čeka da se oslobodi šalter za predaju neradne knjižice (tzv. Press kliping – Svet, Skandal i sl.). Kada se to dogodi, odlazi u office gde radi jedna gospođa, kojoj je potrebno u proseku 5 minuta. Nakon toga, starleta staju u manji od dva moguća reda i čekaju da se oslobodi mesto kod jednog od tri producenta. Dva producenta (Sale i Žika) rade u zajedničkoj prostoriji (vreme evaluacije kandidatkinja podleže funkciji datoj u tabeli), dok treći (Kiza) radi u posebnoj sobi (potrebno mu je  $5 \pm 1$  minut za evaluaciju). Nakon evaluacije, 30% svih intervjuisanih starleta preda svoj demo snimak na potencijalnu procenu. Od tih starleta, njih 20% staje u korisnički lanac i čekaju da ih prozovu u poseban deo za testiranja na štalske alergene. Sestra dolazi na svakih 15 minuta (s tim da se prvih 25 minuta ne pojavljuje i nema nameru da u toku današnjeg dana obradi više od 15 starleta), uzima jedan zahtev i obrađuje ga (ako ima posla) 3 minuta. Nakon toga proziva jednu starletu i prosleđuje je u sobu za pregled na alergene. Pregled obavlja samo jedan lekar i potrebno mu je u proseku 20 minuta. Nakon pregleda, ponosna starleta odlazi kući.

Histogramom snimi vreme provedeno u čekaonici, odrediti broj starleta koje su otišle pod šatru na rakiju, kao i broj predatih demo snimaka. Simulacija traje pet sati. Odrediti broj slučajeva kada je korisnički lanac bio veći od 2.

Vreme evaluacije (min)	Verovatnoće
2	0.3
3	0.4
4	0.1
6	0.1
7	0.099

**14.** Novoizabrani narodni poslanici dolaze u Dom Skupštine Srbije na svakih  $3 \pm 1$  minuta, očekuje se dolazak 250 poslanika. Ukoliko je red za šalter 1 gde se dobijaju akreditivi duži od 10, poslanici nisu radi da čekaju. Njih 30% odlazi u desetominutnu šetnju po velelepnom zdanju i nakon toga se vraćaju i ipak staju u red, dok ostatak odlazi u skupštinski restoran. Nakon što popiju kafu (u proseku traje 12 minuta), vraćaju se i staju u red. Na šalteru rade dve službenice kojima je potrebno u proseku 3 minuta. Nakon toga, poslanici biraju manji od dva korisnička lanca (ako su isti, staju u drugi) i čekaju da ih prozovu u sobu za dobijanje prinadležnosti. Sekretarica Mica dolazi na svakih 6 minuta (s tim da se prvih 25 minuta ne pojavljuje), uzima jedan formular sa akreditivima i obrađuje ga (ako ima posla) 3 minuta. S druge strane, Mara dolazi na 5 minuta, uzima jedan formular sa akreditivima i obrađuje ga (ako ima posla) 2 minuta. Nakon toga i jedna i druga prozivaju po jednog poslanika i prosleđuju ih u sobu za dobijanje prinadležnosti. Dobijanje prinadležnosti obavljaju dve asistentkinje. Ako nema mesta, odlaze u petominutnu šetnju i nakon toga ponovo dolaze na vrata od sobe za dobijanje prinadležnosti i pokušavaju da uđu (šetaju dok se u sobi ne oslobodi mesto). Vreme potrebno za dobijanje prinadležnosti podleže sledećoj funkciji:

Vreme dobijanje prinadležnosti (min)	Verovatnoće
2	0.3
3	0.4
4	0.1
6	0.1
7	0.09

Histogramom snimi vreme provedeno u redu za šalter 1, odrediti broj poslanika koji su popili kafu, kao i broj poslanika koji su dobili prinadležnosti. Simulacija traje osam sati.

**15.** Lepe ropkinje Ruskinje, među kojima i buduća Haseki Sultana Hurem, brodom stižu u Stambol i iskrcajavu se na svakih  $3 \pm 1$  minuta, očekuje se da na brodu ima 200 ropkinja (prvih pola sata nema iskrcajanja sa broda zbog malo sporije procedure). Ropkinje staju u red za dobijanje prvog uputstva od strane Nigar-kalfe. Ukoliko je red za Nigar-kalfu duži od 5, ropkinje imaju mogućnost da biraju. Njih 20% odlazi u desetominutnu šetnju po velelepnom zdanju harema i nakon toga se vraćaju i ipak staju u red, dok ostatak odlazi u hamam. Tamo rade dve sluškinje koje lepo sređuju pristigle ropkinje (ako nema mesta, ropkinje se odmah vraćaju i staju u red). Nakon što se okupaju, (u proseku traje 12 minuta), vraćaju se i staju u red. Nakon što ih Nigar-kalfa poduči osnovnim principima funkcionisanja harema, (potrebno u proseku 3 minuta), ropkinje biraju manji od dva korisnička lanca (ako su isti, staju u drugi) i čekaju da ih prozovu u sobu za oblačenje i dodeljivanje prvih dužnosti. Đul-aga je zadužen za prvi lanac i dolazi na svakih 6 minuta (s tim da se prvih 25 minuta ne pojavljuje), uzima jedan ropski list i obrađuje ga (ako ima posla) 3 minuta. S druge strane, Zambul-aga dolazi na 5 minuta, uzima jedan ropski list i obrađuje ga (ako ima posla) 2 minuta. Nakon toga i jedan i drugi prozivaju po jednu ropkinju i prosleđuju ih u sobu za oblačenje i dodeljivanje prvih dužnosti. Oblačenje i dodeljivanje prvih dužnosti obavlja Gulšah, sluškinja sultanije Mahidevran. Vreme potrebno za oblačenje i dodeljivanje prvih dužnosti podleže sledećoj funkciji:

Oblačenje i dodeljivanje prvih dužnosti (min)	Verovatnoće
2	0.3
3	0.4
4	0.1
6	0.1
7	0.09

Histogramom snimi vreme provedeno u redu za Nigar-kalfu, odrediti broj sluškinja koje su se okupale u hamamu, kao i broj ropkinja kojima su dodeljene prve dužnosti. Simulacija traje osam sati.