

---

## 1. Domaća zadaća

---

### ZADACI:

---

#### Zadatak 1 (3 boda)

U jednom dijelu *Gigafactory* postrojenja proizvode se dijelovi za ventilacijski sustav novih Tesla Model 3 automobila. Zbog epidemije uzrokovane koronavirusom, Elon Musk je bio prisiljen smanjiti proizvodnju automobila, ali se lukavo dosjetio kako iskoristiti resurse koji su mu na raspolaganju te je odlučio dio tvornice prenamijeniti za proizvodnju respiratora.

Dijelovi za automobile ( $P_1$ ) smanjenim se kapacitetom proizvode redom u strojevima  $A$ ,  $B$  i  $C$ . Paralelno, u strojevima  $B$  i  $D$  proizvode se dijelovi za respiratore ( $P_2$ ). Između strojeva  $A$  i  $B$  nalazi se spremnik  $S$ . Između strojeva  $B$  i  $C$ , odnosno  $B$  i  $D$  predmete prenosi AGV. Stroj  $A$  je kapaciteta dva predmeta, a ostali strojevi, AGV i spremnik su kapaciteta jedan. Budući da su stroj  $B$  i AGV višeradni resursi, zadan je redoslijed obrade predmeta:  $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow \dots$

Vremena obrade na strojevima su: stroj  $A = 10$  s, stroj  $B = 4$  s, stroj  $C = 3$  s i stroj  $D = 3$  s. Vrijeme pripreme za sve strojeve iznosi 1 s. AGV između strojeva  $B$  i  $C$  putuje 5 s nakon čega mu treba 2 s da se vrati do stroja  $B$ , a za put između  $B$  i  $D$  potrebno mu je 6 s te 3 s za povratak. U početnom stanju nijedan stroj ne obrađuje predmete te strojevi mogu početi s radom nakon isteka vremena pripreme. AGV se nalazi ispred stroja  $D$  i bit će spreman preuzeti prvi predmet  $P_1$  nakon 3 sekunde.

Potrebno je odrediti:

- eksplicitni max-plus model sustava u matričnoj formi te početno stanje  $x(0)$
- period sustava na temelju vrijednosti vektora  $x$  te na grafu označiti pripadni kritični ciklus
- iskoristivost strojeva i AGV-a.

#### Zadatak 2 (3 boda)

U sortirnom centru Hrvatske pošte autonomno se sortiraju pisma i paketi čija je masa manja od 30 kilograma. Sortiranje se odvija pomoću robotske ruke ARM i dva mobilna robota AGV1 i AGV2.

ARM stavlja neskenirane pakete u skener za pakete  $S1$ , gdje se s 5 strana čita adresa. Skeniranim paketima se dodatno mjeri masa unutar  $S1$ , nakon čega ARM stavlja paket na AGV1, koji odvozi paket u određeni dio skladišta. Osim toga, ARM stavlja neskenirana pisma u skener za pisma  $S2$ . Nakon što je pismo skenirano, ARM vadi pismo iz  $S2$  i stavlja pismo na AGV2, koji odvozi pismo u određeni dio skladišta.

Pretpostavlja se da su AGV1 i AGV2 uvijek spremni za prihvata i odvoz paketa/pisma. Postupak sortiranja obavlja se opetovano. Svi resursi u sustavu su kapaciteta 1, drugim riječima, ARM, AGV1 i AGV2 mogu prenositi, a  $S1$  i  $S2$  mogu obrađivati maksimalno 1 paket/pismo istovremeno. Sekvenca robotske ruke ARM je: (puni  $S1$  - puni  $S2$  - prazni  $S2$  - prazni  $S1$ ). Na raspolaganju su događaji:

- $P_{in}$  – stavljanje paketa u S1
- $P_{out}$  – vađenje paketa iz S1
- $P_{measure}$  – mjerenje mase paketa u S1
- $L_{in}$  – stavljanje pisma u S2
- $L_{out}$  – vađenje pisma iz S2

Potrebno je odrediti zasebne automate za robotsku ruku ARM te skenere S1 i S2. Potom odrediti paralelu tri dobivena automata (samo stanja dohvatljiva iz početnog stanja):

- a) ako su u početnom stanju svi resursi slobodni
- b) ako je u početnom stanju ARM spremna na vađenje pisma iz S2, u S2 je pismo obrađeno, dok je paket u S1 skeniran i spreman za mjerenje mase.