

## Vaja 7

---

Ime in priimek: ..... Datum:.....

### **Model vožnje v koloni**

---

Prometni modeli nam pomagajo pri dimenzioniranju cestišč in njihovem opremljanju z inteligentnimi sistemi. Z ustreznimi odločitvami lahko cestam povečamo pretočnost, izboljšamo varnost in udobnost vožnje. Tokrat si bomo ponazorili modeliranje vožnje v koloni, nastanka zastojev in odprave le-teh.

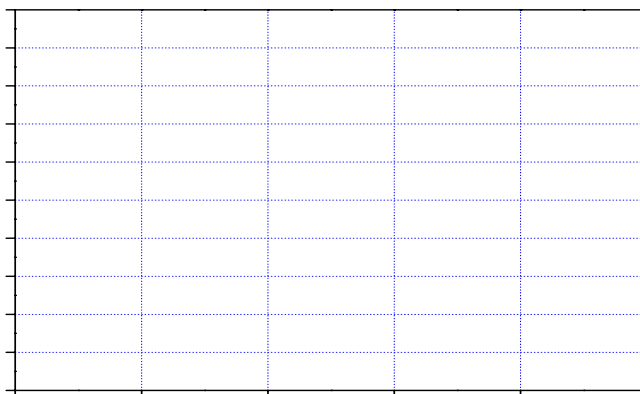
V gostem prometu nastajajo zastoji spontano. Razlog je lahko že nenadno zmanjšanje hitrosti enega od udeležencev. Ker vozilo za njim ne odreagira takoj, ampak s krajšo zamudo, je prisiljeno zavirati močneje od prvega. Podobno se dogaja z vozili za njima. S tem nastane cela serija zaviranj. Vsako naslednje vozilo ima nižjo hitrost, dokler se na neki točki promet ne ustavi popolnoma.

#### **Vožnja za vozilom**

Na začetku si bomo ogledali, kako vozita dve vozili drugo za drugim. Prvo vozilo samo prilagaja svojo hitrost razmeram na cestišču, medtem ko mu drugo zgolj sledi. Pri tem mora upoštevati varnostno razdaljo. Drugi voznik bo sledil prvemu tako, da bo pospeševal, če bo vozil dlje kot je zaželjena varnostna razdalja in zaviral, če se bo prvemu vozilu preveč približal. Njegov odziv bomo modelirali s prenosno funkcijo. Opisani model v Simulinku je sestavljen v datoteki kolona2.mdl.

Prvi voznik vozi nekaj časa s hitrostjo 20m/s (72km/h), drugi pa mu sledi na razdalji 10m. V nekem trenutku zniža hitrost na 15m/s (48km/h). To se lahko zgodi zaradi ovire na cesti, omejitve hitrosti, spremembe razmer na cestišču ... Kako se bo drugi voznik odzval?

Narišite časovni potek hitrosti drugega voznika:



**INTELIGENTNI TRANSPORTNI SISTEMI – PRIROČNIK ZA VAJE**  
(pripravil: Matej Bažec)

*Ocenite, kolikšna je najmanjša hitrost, ki jo vozilo doseže.*

*Koliko časa zavira prvo vozilo?*

*Ocenite, koliko poti medtem prevozi.*

**Razmere v gostem prometu**

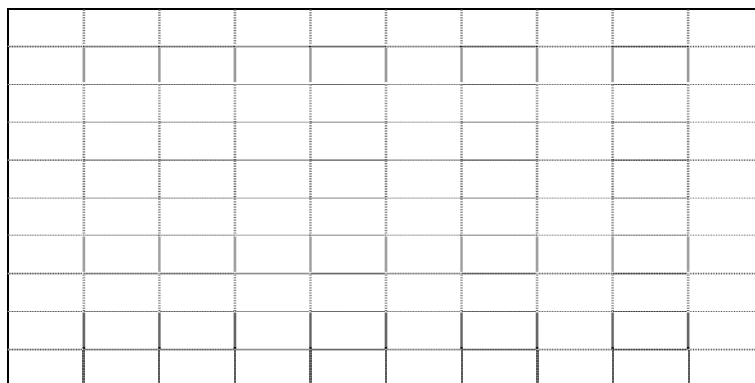
*Če sta vozili v koloni več kot dve, lahko takšno zaviranje povzroči verižno reakcijo, pri čemer bo vsako naslednje vozilo moralo zavirati do nižje hitrosti. V datoteki kolona8.mdl imamo model kolone z osmimi vozili. Prvo vozilo vozi enako kot v prejšnjem primeru.*

*Zapišite najmanjše hitrosti vseh osmih vozil v koloni:*

$v_1=$                        $v_2=$                        $v_3=$                        $v_4=$

$v_5=$                        $v_6=$                        $v_7=$                        $v_8=$

*Narišite graf odvisnosti minimalne hitrosti od zaporedja vozila v koloni:*



## **INTELIGENTNI TRANSPORTNI SISTEMI – PRIROČNIK ZA VAJE**

(pripravil: Matej Bažec)

*Na podlagi zgornjega grafa ocenite, koliko bi ob taki vožnji morala biti najmanj dolga kolona, da bi se vozilo ustavilo?*

*Namig: ekstrapolirajte krivuljo in ocenite, kdaj seka hitrost nič.*

*Spremenite način vožnje prvega vozila. Recimo, da mora prvo vozilo bolj sunkovito zavirati. Naj se mu hitrost zmanjša od 20m/s na 8m/s. To naredite tako, da odprete blok Hitrost prvega v koloni in spremenite izhodne vrednosti iz 20 20 15 15 na 20 20 8 8. Kaj opazite?*

*Povečajte čas simulacije na 40 sekund. Opišite način vožnje zadnjega vozila.*

*Koliko časa miruje zadnje vozilo?*

*Pri zgornjem modelu zaradi poenostavljanja nismo upoštevali hitrostnih omejitev. Zato bi načeloma lahko vozila v repu kolone vedno dohitela sprednja vozila, saj bi lahko pospešila do poljubne hitrosti in jim tako sledila na zaželeni varnostni razdalji. V realnih pogojih pa lahko pospešijo le do hitrosti, ki je določena z omejitvijo na cestišču. Zaradi tega jim ob znatnem zmanjšanju hitrosti niso več sposobna slediti. S tem se pretočnost ceste pri višji gostoti zmanjša. Primer zmanjšanja pretočnosti si bomo ogledali na naslednjem modelu.*

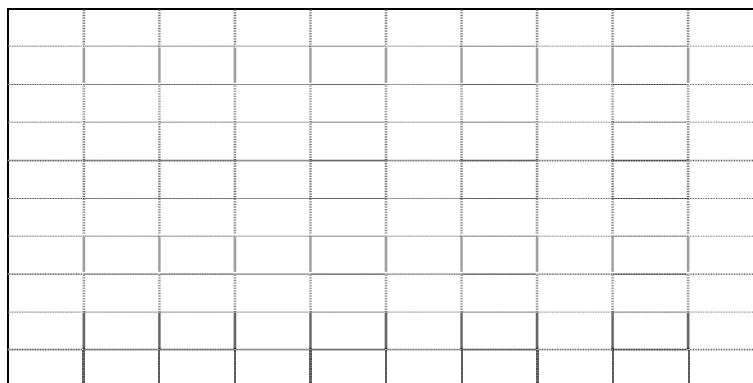
*Za nastanek zastojev ni nujno, da mora prvo vozilo upočasnjeno voziti. Zadosti je, da za krajši čas zmanjša hitrost. Spremenite način vožnje prvega vozila tako, da bo najprej zaviral iz 20m/s na 8m/s in po nekem času (6s) pospešil nazaj na 20m/s: postavite časovne vrednosti na [0 1 2 8 12 10000] in izhodne vrednosti na [20 20 8 8 20 20]. Tokrat bomo upoštevali tudi omejitve hitrosti, saj je nasičen je (saturacija) na hitrostnem integratorju nastavljeno na 20m/s.*

*Koliko časa miruje zadnje vozilo?*

### **Optimizacija pretočnosti z inteligentnimi sistemi**

*Pretočnost ceste lahko povečamo, če vozila na repu predčasno upočasnimo, če zaznamo zastoje na začetku. Recimo, da sta vozili 1 in 5 opremljeni z inteligentnim sistemom za optimizacijo pretočnosti. Prvo vozilo javi signal takoj, ko mu hitrost pade pod 15m/s. Drugo (peto v zaporedju) signal prestreže in se ustrezno odzove (javi vozniku naj zniža hitrost). Model je sestavljen v datoteki kolona8opt.mdl.*

*Narišite potek hitrosti vozila št. 5 v odvisnosti od časa.*



*Koliko časa oponaša hitrost prvega v koloni?*

*Kaj se zgodi za tem?*

*Kakšna je minimalna hitrost in katero vozilo jo doseže?*

**Nekaj inteligentnega za na konec**

*V praksi bi bilo na kratki rok zelo zahtevno opremiti vsa vozila s sistemom za odpravljanje zastojev. Bi se pa dalo opremiti cestišča s sistemom semaforjev, ki bi se prižgali, če bi zaznali zastoj v nadaljevanju odseka. S tem bi premaknili nastanek zastoja na zgodnejši čas. Kaj bi s tem dosegli?*

**Beležke**