

ZAUSTAVNI PUT VOZILA

Autor: Sonja Banić, prof.

Svjedoci smo da često mladi ljudi, naši bivši ili sadašnji učenici, izazivaju i stradavaju u teškim prometnim nesrećama. Pitala sam se znaju li oni koliko im metara više treba da stanu, kad malo jače pritisnu papučicu gasa? Jesu li to ikada izračunali? Pa na matematici vježbaju računanje. Zašto naši učenici ne bi, umjesto dosadnih zadataka s decimalnim brojevima, računali zaustavni put vozila? Možda će se bar neki od njih, kad polože vozački ispit, prisjetiti rezultata tih zadataka i skinuti nogu s gasa.

Zaustavni put vozila sastoji se od puta reagiranja i puta kočenja. Put reagiranja je put koji automobil pređe za vrijeme potrebno vozaču da reagira na prepreku i vrijeme potrebno kočionom sustavu da počne djelovati. Put reagiranja o brzini ovisi linearno (jednoliko gibanje). Put kočenja je put koji automobil prođe za trajanja kočenja. On ovisi o kvadratu brzine (akcelerirano gibanje). Na put kočenja utječu i uvjeti na cesti: kvaliteta kolnika, vremenski uvjeti i uspon ili nizbrdica. Radi jasnoće i jednostavnosti u zadacima sam zanemarila vrijeme reagiranja kočionog sustava (jer je za osobne automobile oko 10 puta manje od vremena reagiranja vozača) i pretpostavila sam da se svi primjeri odvijaju na ravnoj cesti, bez uspona i nizbrdica.

Za izračunavanje zaustavnog puta koristimo sljedeće podatke i formule:

S_z – zaustavni put vozila (m)

S_r – put reagiranja (m)

S_k – put kočenja (m)

v – brzina vozila (km/h)

t_r – vrijeme reagiranja vozača (s)

μ - koeficijent trenja ovisan o podlozi

$$S_z = S_r + S_k$$

$$S_r = \frac{v \cdot t_r}{3,6}$$

$$S_k = \frac{v^2}{254\mu}$$

$$S_z = \frac{v \cdot t_r}{3,6} + \frac{v^2}{254\mu}$$

Prosječno vrijeme reagiranja vozača je od 0,8 do 1,2 sekunde. Ako je vozač pod utjecajem alkohola ili jako umoran, vrijeme reagiranja se povećava na 1,5 do 1,8 sekundi.

Koeficijent trenja μ :

| | suh | mokar |
|----------------------|------------|-------------|
| asfalt nov | 0,7 – 0,8 | 0,5 -0,6 |
| asfalt star, prljav | 0,6 – 0,7 | 0,25 – 0,45 |
| šljunak, sitan kamen | 0,6 -0,7 | 0,3 – 0,5 |
| snijeg ugažen | 0,2 – 0,4 | |
| led | 0,05 – 0,1 | |

U prvom razredu, kod vježbanja računanja s decimalnim brojevima, možemo napraviti zadatke 1 i 2:

ZADATAK 1:

Koliko je zaustavni put vozila na suhom, starom asfaltu ($\mu=0,6$) ako je vrijeme reagiranja vozača 1 sekunda, a vozi brzinom od:

- a) 50 km/h
- b) 80 km/h
- c) 100 km/h?

$$a) S_z = \frac{50 \cdot 1}{3,6} + \frac{50^2}{254 \cdot 0,6} = 30,29$$

Rješenja: a) 30,29 m b) 64,22 m c) 93,39 m.

ZADATAK 2:

Vozač je iznenada, na oko 60 m ispred sebe ugledao zaustavljeno vozilo. Hoće li uspjeti stati ako je:

- a) vrijeme reagiranja vozača 1,1, asfalt mokar ($\mu=0,4$) i brzina vozila 60 km/h?
- b) vozač alkoholiziran ($t_r=1,6$), asfalt mokar ($\mu=0,4$) i brzina vozila 60 km/h?
- c) vrijeme reagiranja vozača 0,9, asfalt mokar ($\mu=0,4$) i brzina vozila 90 km/h?
- d) vrijeme reagiranja vozača 0,9, asfalt suh ($\mu=0,6$) i brzina vozila 90 km/h?

Rješenja: a) 53,77 m b) 62,1 m c) 102,22 m d) 75,65 m.

Budući da zaustavni put ovisi o kvadratu brzine, možemo primjere iskoristiti kod kvadratne funkcije i kvadratne jednadžbe u drugom razredu. Zapravo, sljedeća dva primjera daju nam krasan odgovor na pitanja tipa: zašto proučavati kvadratnu funkciju (gdje se to koristi?) i čemu služe kvadratne jednadžbe (komu to uopće treba?). Mislim da bi primjere 1 i 2 bilo najbolje iskoristiti kao uvodne, motivacijske primjere.

PRIMJER 1:

Vozimo se u idealnim uvjetima: vrijeme reagiranja vozača 0,9, asfalt suh i nov ($\mu=0,8$). Iznenada se 40 m ispred nas pojavi prepreka. Koja je najveća brzina kojom smijemo voziti, a da se uspijemo na vrijeme zaustaviti?

Ovdje je nepoznata brzina v ! Kad sve podatke uvrstimo u formulu, dobivamo kvadratnu jednadžbu:

$$40 = 0,25 v + 0,004921 v^2$$

$$0,004921 v^2 + 0,25 v - 40 = 0$$

Koristimo li ovo kao motivacijski primjer, ovdje možemo stati i reći: u idućih nekoliko sati naučiti ćemo rješavati ovakve jednadžbe. Nakon što učenici nauče formulu za rješavanje kvadratne jednadžbe, vratimo se na uvodni primjer i riješimo jednadžbu.

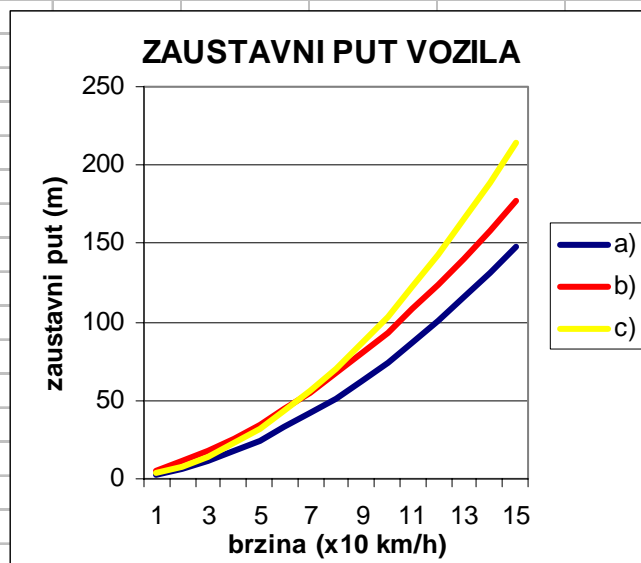
Rješavanjem jednadžbe pomoću formule, dobivamo da je tražena brzina 68,26 km/h.

PRIMJER 2:

Prikaži tablično i grafički ovisnost zaustavnog puta o brzini ako je:

- a) asfalt suh i nov ($\mu=0,8$) i vrijeme reagiranja vozača 0,9.
- b) asfalt suh i nov ($\mu=0,8$) i vrijeme reagiranja vozača 1,6.
- c) cesta je mokra ($\mu=0,5$) i vrijeme reagiranja vozača 0,9.

| v (km/h) | Sz (m) | | |
|----------|--------|--------|--------|
| | a) | b) | c) |
| 10 | 2,99 | 4,94 | 3,29 |
| 20 | 6,97 | 10,86 | 8,15 |
| 30 | 11,93 | 17,76 | 14,59 |
| 40 | 17,87 | 25,65 | 22,6 |
| 50 | 24,8 | 34,52 | 32,19 |
| 60 | 32,72 | 44,38 | 43,35 |
| 70 | 41,61 | 55,22 | 56,08 |
| 80 | 51,49 | 67,05 | 70,39 |
| 90 | 62,36 | 79,86 | 86,28 |
| 100 | 74,21 | 93,65 | 103,74 |
| 110 | 87,04 | 108,43 | 122,78 |
| 120 | 100,86 | 124,2 | 143,39 |
| 130 | 115,66 | 140,94 | 165,57 |
| 140 | 131,45 | 158,67 | 189,33 |
| 150 | 148,22 | 177,39 | 214,67 |



Učenci bi svakako trebali sami izračunavati podatke u tablici. Bilo bi dobro i malo popričati o njima. Učenci bi trebali uočiti da kod velikih brzina i malo povećanje brzine nosi veliko povećanje zaustavnog puta. Kad se podaci prikazu grafički, očito se ne dobiva pravac, već dio parabole.

Možda će vam se u ovim primjerima činiti nezgodno to što treba utrošiti malo više vremena na uvođenje formule za zaustavni put i parametara koji se u njoj javljaju. No ovi primjeri omogućuju da direktno povežemo nastavno gradivo sa stvarnim životom, i time bitno pridonose motivaciji učenika. S druge strane, nepromišljenost mladih vozača svake godine odnosi desetke mladih života. Da se to spriječi treba se truditi svim silama, pa zašto ne i na nastavi matematike?

Literatura:

Vlasta Perotić, Prometna tehnika 1, Škola za cestovni promet, Zagreb, 1994.