

Бодовање задатака из безбедности

- Уколико се брзина не прикаже у (km/h) губе се 5 поена, (за све задатке где се ово појављује)
- Ако се не напише јединица -1 поен, (за све задатке)
- Толеранција резултата $\pm 0,5\%$ (за све задатке)

1. Израчунати зауставни пут (S_z) и време заустављања ако су познати следећи подаци: брзина аутомобила пре предузетог кочења $V_0 = 68$ km/h, успорење које аутомобил остварује блокираним точковима $b = 6,3$ m/s², време реаговања возача $t_1 = 0,8$ s, време поништавања зазора у кочионом уређају $t_2 = 0,05$ s, време пораста успорења $t_3 = 0,15$ s.

Решење:

$$S_z = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

25 - $S_1 = V_0 \cdot t_1 = \frac{68}{3,6} \cdot 0,8 = 15,11$ (m) 25 - $V_1 = V_0 - \frac{b \cdot t_3}{2} = \frac{68}{3,6} - \frac{6,3 \cdot 0,15}{2} = 18,43$ (m/s)

25 - $S_2 = V_0 \cdot t_2 = \frac{68}{3,6} \cdot 0,05 = 0,94$ (m) $V_1 = 18,42 \cdot 3,6 = 66,31$ (km/h)

25 - $S_3 = V_0 \cdot t_3 - \frac{b \cdot t_3^2}{6} = \frac{68}{3,6} \cdot 0,15 - \frac{6,3 \cdot 0,15^2}{6} = 2,81$ (m) $S_4 = \frac{V_1^2}{2 \cdot b} = \frac{18,42^2}{2 \cdot 6,3} = 26,93$ (m)

25 - $S_4 = \frac{V_1^2}{2 \cdot b}$ 25 - $S_z = 15,11 + 0,94 + 2,81 + 26,93 = 45,79$ (m)

$$t_z = t_r + t_4$$

25 - $t_r = t_1 + t_2 + t_3 = 0,8 + 0,05 + 0,15 = 1$ (s)

25 - $t_4 = \frac{V_1}{b} = \frac{18,42}{6,3} = 2,92$ (s)

25 - $t_z = 1 + 2,92 = 3,92$ (s)

6. Израчунати V_1 , V_0 , t_4 и t_z ако су познати следећи подаци: $\mu = 0,65$, $i = 1,5\%$, $G_p = 655$ daN, $G_z = 408$ daN, $t_1 = 0,8$ s, $t_2 = 0,2$ s, $t_3 = 0,2$ s, $S_4 = 28,2$ m. Аутомобилу не кочи задњи леви точак, пут је у паду. Колико би дуге трагове кочења оставио на коловозу који обезбеђује успорење $b_1 = 2,85$ m/s² и колико је процентуално повећање дужине трагова а колико смањење успорења?

Решење:

$$b = g(\varepsilon \cdot \mu \pm i)$$

20 - $\varepsilon = \frac{G_k}{G} = \frac{G_p + \frac{G_z}{2}}{G_p + G_z} = \frac{655 + \frac{408}{2}}{655 + 408} = 0,81$ 30 - $V_0 = V_1 + \frac{b \cdot t_3}{2} = 16,83 + \frac{5,02 \cdot 0,2}{2}$

20 - $b = 9,81 \cdot (0,81 \cdot 0,65 - 0,015) = 5,02$ m/s² $V_0 = 17,33$ m/s = 62,39 km/h

30 - $V_1 = \sqrt{2 \cdot b \cdot S_4} = \sqrt{2 \cdot 5,02 \cdot 28,2} = 16,83$ m/s = 60,59 km/h 20 - $t_4 = \frac{V_1}{b} = \frac{16,83}{5,02} = 3,35$ s

20 - $t_z = t_r + t_4 = 1,2 + 3,35 = 4,55$ s

20 - $V_1 = \sqrt{2 \cdot b_1 \cdot S_4} \Rightarrow S_4' = \frac{V_1^2}{2 \cdot b_1} = \frac{16,83^2}{2 \cdot 2,85} = 49,69$ m

20 - $\Delta S_4 = \frac{S_4' - S_4}{S_4} \cdot 100 = \frac{49,69 - 28,2}{28,2} \cdot 100 = 76,21\%$

20 - $\Delta b = \frac{b_1 - b}{b} \cdot 100 = \frac{2,85 - 5,02}{5,02} \cdot 100 = -43,23\%$

11. Израчунati брзину аутомобила на почетку трагова кочења (V_1), брзину аутомобила у моменту реаговања возача (V_0), брзину аутомобила на месту судара са пешаком (V_s), време кочења (t_4), време заустављања (t_z), време кочења до судара са пешаком (t_{4ds}), време протекло од уочавања опасне ситуације до судара (t_{rs}), пут пређен за време реаговања возача и пораста успорења (S_r), зауставни пут аутомобила (S_z) и удаљеност аутомобила од места судара у моменту када је возач уочио опасност (S_{rs}), ако су познати следећи подаци: измерена дужина трагова је 25m, пут је у успону у смеру кретања аутомобила од 4,3%, коефицијент пријањања $\mu=0,7$, $G_p=750\text{daN}$; $G_z=450\text{daN}$; аутомобилу није био кочен задњи леви точак, $t_1=0,8\text{ s}$; $t_2=0,1\text{ s}$; $t_3=0,2\text{ s}$, пешак је ударен на 10m, мерено од почетка трагова, дужина аутомобила $L=3,85\text{m}$, предњи препуст $l_p=0,6\text{m}$ међуосовинско растојање $l=2,4\text{m}$.

Решење:

$$10 - S_4 = 25 - l = 25 - 2,4 = 22,6 \text{ m}$$

$$10 - \varepsilon = \frac{G_k}{G} = \frac{G_p + \frac{G_z}{2}}{G_p + G_z} = \frac{750 + \frac{450}{2}}{750 + 450} = \frac{975}{1200} = 0,81$$

$$i = 0,043$$

$$20 - b = g \cdot (\varepsilon \cdot \mu \pm i) = 9,81 \cdot (0,81 \cdot 0,7 + 0,043) = 5,98 \text{ m/s}^2$$

$$20 - V_1 = \sqrt{2 \cdot b \cdot S_4} = \sqrt{2 \cdot 5,98 \cdot 22,6} = 16,44 \text{ m/s} = 59,18 \text{ km/h}$$

$$20 - V_0 = V_1 + \frac{b \cdot t_3}{2} = 16,44 + \frac{5,98 \cdot 0,2}{2} = 17,04 \text{ m/s} = 61,34 \text{ km/h}$$

$$10 - S_{4ds} = 10 - l - l_p = 10 - 2,4 - 0,6 = 7 \text{ m}$$

$$20 - V_s = \sqrt{V_1^2 - 2 \cdot b \cdot S_{4ds}} = \sqrt{16,44^2 - 2 \cdot 5,98 \cdot 7} = 13,66 \text{ m/s} = 49,18 \text{ km/h}$$

$$10 - t_4 = \frac{V_1}{b} = \frac{16,44}{5,98} = 2,75 \text{ s}$$

$$t_r = t_1 + t_2 + t_3 = 0,8 + 0,1 + 0,2 = 1,1 \text{ s}$$

$$10 - t_z = t_r + t_4 = 1,1 + 2,75 = 3,85 \text{ s}$$

$$20 - t_{4ds} = \frac{V_1 - V_s}{b} = \frac{16,44 - 13,66}{5,98} = 0,46 \text{ s}$$

$$10 - t_{rs} = t_r + t_{4ds} = 1,1 + 0,46 = 1,56 \text{ s}$$

$$20 - S_r = V_0 \cdot t_r - \frac{b \cdot t_3^2}{6} = 17,04 \cdot 1,1 - \frac{5,98 \cdot 0,2^2}{6} = 18,7 \text{ m}$$

$$10 - S_z = S_r + S_4 = 18,7 + 22,6 = 41,3 \text{ m}$$

$$10 - S_{rs} = S_r + S_{4ds} = 18,7 + 7 = 25,7 \text{ m}$$

16. Израчунати безбедну брзину за пролазак кроз кривину радијуса 130 m, аутомобила са минимално исправним кочним уређајем, при следећим условима:

• размак тачкова	1,5 m
• висина тежишта	0,8 m
• коефицијент припањања	0,7
• прегледност	90 m
• видљивост	60 m
• попречни нагиб коловоза	2,6 ‰
• $t_1=0,8$ s; $t_2=0,05$ s; $t_3=0,15$ s;	

Уколико се размак тачкова повећа за 6 cm, а висина тежишта смањи за 6 cm, за колико ће се повећати граничне брзине на клизање и превртање, уз успорење од $5,4 \text{ m/s}^2$?

Решење:

$$b = 5,4 \text{ m/s}^2$$

$$10 - t_s = t_1 + t_2 + \frac{t_3}{2} = 0,8 + 0,05 + \frac{0,15}{2} = 0,92 \text{ s}$$

гранична брзина на превртање:

$$V_{gp} \leq \sqrt{R \cdot g \cdot \frac{c + h \cdot i_p}{h - c \cdot i_p}}$$

$$30 - V_{gp} \leq \sqrt{130 \cdot 9,81 \cdot \frac{\frac{1,5}{2} + 0,8 \cdot 0,026}{0,8 - \frac{1,5}{2} \cdot 0,026}} = 35,49 \text{ m/s} = 127,76 \text{ km/h}$$

$$10 - \mu_s = 0,8 \cdot \mu = 0,8 \cdot 0,7 = 0,56$$

$$V_{gk} \leq \sqrt{R \cdot g \cdot \frac{\mu_s + i_p}{1 - \mu_s \cdot i_p}}$$

$$30 - V_{gk} \leq \sqrt{130 \cdot 9,81 \cdot \frac{0,56 + 0,026}{1 - 0,56 \cdot 0,026}} = 27,54 \text{ m/s} = 99,14 \text{ km/h}$$

гранична брзина за прегледност:

$$V_{bp} \leq \sqrt{(b \cdot t_s)^2 + 2 \cdot b \cdot D_p - b \cdot t_s}$$

$$30 - V_{bp} \leq \sqrt{(5,4 \cdot 0,92)^2 + 2 \cdot 5,4 \cdot 90 - 5,4 \cdot 0,92} = 26,60 \text{ m/s} = 95,76 \text{ km/h}$$

гранична брзина за видљивост:

$$V_{bv} \leq \sqrt{(b \cdot t_s)^2 + 2 \cdot b \cdot D_v - b \cdot t_s}$$

$$30 - V_{bv} \leq \sqrt{(5,4 \cdot 0,92)^2 + 2 \cdot 5,4 \cdot 60 - 5,4 \cdot 0,92} = 20,97 \text{ m/s} = 75,49 \text{ km/h}$$

Уколико се размак тачкова повећа за 6 cm, а висина тежишта смањи за 6 cm, гранична брзина на проклизавање се не мења док се гранична брзина за превртање повећава.

гранична брзина за превртање:

$$V'_{gp} \leq \sqrt{R \cdot g \cdot \frac{c + h \cdot i_p}{h - c \cdot i_p}}$$

$$30 - V'_{gp} \leq \sqrt{130 \cdot 9,81 \cdot \frac{\frac{1,56}{2} + 0,74 \cdot 0,026}{0,74 - \frac{1,56}{2} \cdot 0,026}} = 37,63 \text{ m/s} = 135,47 \text{ km/h}$$

$$30 - \Delta V_{gp} = \frac{V'_{gp} - V_{gp}}{V_{gp}} \cdot 100 = \frac{135,47 - 127,76}{127,76} \cdot 100 = 6,03 \%$$

21. Уколико је аутомобил минимално исправним кочним системом оставио трагове кочења дужине 22,5 m, а потом ударио у зид брзином од 40 km/h, шта би се догодило у истој ситуацији, уколико би аутомобил био опремљен ABS-ом (могао да оствари успорење од најмање 10 m/s²)?

Познати су следећи подаци: $t_1=0,8$ s; $t_2=0,1$ s; $t_3=0,2$ s; $l=2,5$ m; $b=5,4$ m/s².

Решење:

- $b = 5,4 \text{ m/s}^2$
- 20 - $S_{4ds} = 22,5 - 2,5 = 20 \text{ m}$
 $V_s = 40 \text{ km/h}$
- 30 - $V_1 = \sqrt{V_s^2 + 2 \cdot b \cdot S_{4ds}} = \sqrt{\left(\frac{40}{3,6}\right)^2 + 2 \cdot 5,4 \cdot 20} = 18,42 \text{ m/s} = 66,31 \text{ km/h}$
- 30 - $V_0 = V_1 + \frac{b \cdot t_3}{2} = 18,42 + \frac{5,4 \cdot 0,2}{2} = 18,96 \text{ m/s} = 68,26 \text{ km/h}$
- 15 - $t_r = t_1 + t_2 + t_3 = 0,8 + 0,1 + 0,2 = 1,1 \text{ s}$
- 25 - $S_r = V_0 \cdot t_r - \frac{b \cdot t_r^2}{2} = 18,96 \cdot 1,1 - \frac{5,4 \cdot 0,2^2}{2} = 20,82 \text{ m}$
- 20 - $S_{rds} = S_r + S_{4ds} = 20,82 + 20 = 40,82 \text{ m}$
- 20 - $t_s = t_1 + t_2 + \frac{t_3}{2} = 0,8 + 0,1 + \frac{0,2}{2} = 1 \text{ s}$
- $V_b \leq \sqrt{(b_1 \cdot t_s)^2 + 2 \cdot b_1 \cdot S_{rds}} - b_1 \cdot t_s$
- 30 - $V_b \leq \sqrt{(10 \cdot 1)^2 + 2 \cdot 10 \cdot 40,82} - 10 \cdot 1 = 20,27 \text{ m/s} = 72,97 \text{ km/h}$
- 10 - Са успорењем од $b_1 = 10 \text{ m/s}^2$, аутомобил не би ударио у зид.

26. Фар аутомобила разбијен је у судару са пешаком, а на коловозу је затечена зона расутих комадића стакла дужине $d=25$ m. Израчунати брзину аутомобила у тренутку судара, као и удаљеност почетка зоне од места судара и извршити проверу добијеног резултата?

Решење:

Брзина аутомобила у тренутку судара:

$$V_s = 257,05 - \sqrt{257,05^2 - 970 \cdot d}$$

$$V_s = 257,05 - \sqrt{257,05^2 - 970 \cdot 25}$$

50- $V_s = 52,54 \text{ km/h}$

Удаљеност почетка зоне од места судара:

50- $d_1 = \frac{V_s^2}{970} = \frac{52,54^2}{970} = 2,85 \text{ m}$

Удаљеност последњег комадића (крај зоне):

50- $d_2 = 0,53 \cdot V_s = 0,53 \cdot 52,54 = 27,85 \text{ m}$

Провером добијамо да је дужина зоне расутих комадића стакла:

50- $d = d_2 - d_1 = 27,85 - 2,85 = 25 \text{ m}$

31. Пешак је ударен на пешачком прелазу док је претрчавао коловоз средином чеоног дела аутомобила (2 метра од десне ивице коловоза), а од десне ка левој страни коловоза (гледано у смеру кретања аутомобила). На коловозу су затечени трагови кочења аутомобила, при чему је траг кочења до места судара дужине 11,45 метара, а од места судара до задњег дела аутомобила 8,94 метара. Путнички аутомобил се зауставио ударивши у паркирани камион уз десну ивицу коловоза. Познати су следећи подаци: маса празног возила је 950 килограма, маса оптерећеног возила је 1185 килограма, маса пешака је 90 килограма, деформациони рад на предњем десном делу аутомобила због удара у камион је 18360 Nm, времена $t_1=0,8s$, $t_2=0,1s$, $t_3=0,2s$, успон коловоза у смеру кретања аутомобила је 2,85%, предњи препуст аутомобила је 0,6 метара, задњи препуст аутомобила је 0,8 метара, међуосовинско растојање је 2,45 метара и коефицијент приањања је 0,78. Потребно је израчунати брзину аутомобила у тренутку удара у камион, брзину аутомобила у тренутку судара са пешаком, брзину аутомобила на почетку трагова кочења, брзину аутомобила у тренутку реаговања возача.

Решење:

Брзину аутомобила у тренутку удара у заустављени камион можемо израчунати на следећи начин:

$$V_k = \sqrt{\frac{2 \cdot W \cdot k_1 \cdot k_2}{m_0}}$$

при чему је $k_1=1$ (коефицијент тежине судара) јер се ради о удару при мањим брзинама без деформисања већих димензија.

15 - $k_2 = \frac{m_0}{m} = \frac{950}{1185} = 0,8$

25 - $V_k = \sqrt{\frac{2 \cdot 18360 \cdot 1 \cdot 0,8}{950}} = 5,56 \text{ m/s} = 20,02 \text{ km/h}$

Брзина аутомобила непосредно након судара са пешаком је:

20 - $S_{4sz} = 8,94 + L = 8,94 + 0,8 + 2,45 + 0,6 = 12,79 \text{ m}$

20 - $b = g \cdot (\mu \cdot \varepsilon \pm i) = 9,81 \cdot (0,78 \cdot 1 + 0,0285) = 7,93 \text{ m/s}^2$

25 - $V_n = \sqrt{V_k^2 + 2 \cdot b \cdot S_{4sz}} = \sqrt{5,56^2 + 2 \cdot 7,93 \cdot 12,79} = 15,29 \text{ m/s} = 55,04 \text{ km/h}$

док је брзина аутомобила непосредно пре судара са пешаком била:

25 - $V_s = V_n \cdot \sqrt{\frac{m + m_p}{m}} = 15,29 \cdot \sqrt{\frac{1185 + 90}{1185}} = 15,86 \text{ m/s} = 57,1 \text{ km/h}$

Брзина аутомобила на почетку трагова кочења је:

20 - $S_{4ds} = 11,45 - (l_p + l) = 11,45 - 0,6 - 2,45 = 8,4 \text{ m}$

25 - $V_1 = \sqrt{V_s^2 + 2 \cdot b \cdot S_{4ds}} = \sqrt{15,86^2 + 2 \cdot 7,93 \cdot 8,4} = 19,62 \text{ m/s} = 70,63 \text{ km/h}$

Брзина аутомобила у тренутку реаговања возача аутомобила је:

25 - $V_0 = V_1 + \frac{b \cdot t_3}{2} = 19,62 + \frac{7,93 \cdot 0,2}{2} = 20,41 \text{ m/s} = 73,48 \text{ km/h}$

37. Колики је потребан пут и време за безбедно обилажење заустављеног аутобуса од стране аутомобила, ако аутомобил врши обилажење константном брзином од 65 km/h и ако му у сусрет долази аутомобил који се креће константном брзином од 80 km/h? Познати су следећи подаци: дужина аутомобила је 3,8 метра, а дужина аутобуса је 12 метара.

Решење:

Пут обилажења рачунамо на следећи начин:

$L_1 = 3,8 \text{ m}$ (дужина аутомобила)

$L_2 = 12 \text{ m}$ (дужина аутобуса)

40 - $L_3 = L_4 = 0,5 \cdot V_1 = 0,5 \cdot 65 = 32,5 \text{ m}$

$S_{ob} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4$

$S_{ob} = 3,8 + 12 + 32,5 + 32,5$

40 - $S_{ob} = 80,8 \text{ m}$

Време обилажења је:

50 - $t_{ob} = \frac{S_{ob}}{V_1} = \frac{80,8}{65 \cdot 3,6} = \frac{80,8 \cdot 3,6}{65} = 4,48 \text{ s}$

Потребно растојање између аутомобила које обилази аутобус и аутомобила који му долази у сусрет:

70 - $S_r = S_{ob} + V_3 \cdot t_{ob} = 80,8 + \frac{80}{3,6} \cdot 4,48 = 180,36 \text{ m}$

41. Израчунати brzinu avtomobila na početku traga kочења и у тренутку судара са пешаком. Познати су следећи подаци: коефицијент пријањања коловоза $\mu=0,68$, пад $i=2,3\%$, занемарити губитак брзине због судара, одбачај пешака након судара $S_{od}=21,01$ m, дужина трагова кочења до места судара $10,2$ m, аутомобилу није био кочен задњи леви точак због квара на кочницама, $G_p=750$ da N, $G_z=450$ da N, $l=2,4$ m, $l_p=0,7$ m.

Решење:

Брзина аутомобила у тренутку судара са пешаком

$$40 - V_s = 12 \cdot \sqrt{S_{od}} = 12 \cdot \sqrt{21,01} = 55 \text{ km/h} = 15,28 \text{ m/s}$$

Брзина на почетку трагова кочења

$$V_1 = \sqrt{V_s^2 + 2 \cdot b \cdot S_{4ds}}$$

$$b = g \cdot (\varepsilon \cdot \mu \pm i)$$

$$40 - \varepsilon = \frac{750 + \frac{450}{2}}{750 + 450} = \frac{750 + 225}{1200} = 0,81$$

$$40 - b = 9,81 \cdot (0,81 \cdot 0,68 - 0,023) = 5,18 \text{ m/s}^2$$

$$40 - S_{4ds} = 10,2 - (0,7 + 2,4) = 7,1 \text{ m}$$

$$40 - V_1 = \sqrt{15,28^2 + 2 \cdot 5,18 \cdot 7,1} = 17,52 \text{ m/s} = 63,07 \text{ km/h}$$

43. Израчунати одбачај пешака након судара са аутобусом и брзину аутобуса на почетку трага кочења. Познати су следећи подаци: коефицијент пријањања коловоза $\mu=0,7$, успон $i=2\%$, занемарити губитак брзине због судара, брзина аутобуса у тренутку судара са пешаком очитана са тахографа $V_s=60$ km/h, дужина трагова кочења до места судара $14,3$ m, аутобусу није био кочен предњи десни точак због квара на кочницама, $G_p=620$ da N, $G_z=410$ da N, успорење које је имало тело пешака по коловозу $b_p=5,3$ m/s², пешак је просечне висине, $l=3,3$ m, $l_p=1,6$ m.

Решење:

$$S_{od} = S_{o1} + S_{o2}$$

$$30 - S_{o1} = V_s \cdot \sqrt{0,2 \cdot h_c} = \frac{60}{3,6} \cdot \sqrt{0,2 \cdot 1,2} = 8,16 \text{ m}$$

$$30 - S_{o2} = \frac{V_s^2}{2 \cdot b_p} = \frac{\left(\frac{60}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 5,3} = 26,21 \text{ m}$$

$$20 - S_{od} = 8,16 + 26,21 = 34,37 \text{ m}$$

Брзина на почетку трагова кочења

$$V_1 = \sqrt{V_s^2 + 2 \cdot b \cdot S_{4ds}}$$

$$b = g \cdot (\varepsilon \cdot \mu \pm i)$$

$$30 - \varepsilon = \frac{\frac{620}{2} + 410}{620 + 410} = \frac{310 + 410}{1030} = 0,7$$

$$30 - b = 9,81 \cdot (0,7 \cdot 0,7 + 0,02) = 5 \text{ m/s}^2$$

$$30 - S_{4ds} = 14,3 - (1,6 + 3,3) = 9,4 \text{ m}$$

$$30 - V_1 = \sqrt{\left(\frac{60}{3,6}\right)^2 + 2 \cdot 5 \cdot 9,4} = 19,28 \text{ m/s} = 69,41 \text{ km/h}$$