

Prilog 5

Milat, Ivan

Supplement / Prilog

Publication year / Godina izdavanja: **2017**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:180937>

Rights / Prava: [In copyright](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2021-03-01**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

PRILOG 5

TEHNIČKO IZVJEŠĆE I
(RASKRIŽJE DRŽAVNE CESTE D118 I ŽUPANIJSKE CESTE Ž6222)

SADRŽAJ

1. PRORAČUN KLASIČNOG RASKRIŽJA	1
2. RAZINA USLUGE NESEMAFORIZIRANOG RASKRIŽJA.....	5
3. PRORAČUN GEOMETRIJSKIH ELEMENATA ČETVEROKRAKOG RASKRIŽJA	6
4. RASKRIŽJE S KRUŽNIM TOKOM PROMETA	9
5. PRORAČUN GEOMETRIJSKIH ELEMENATA KRUŽNOG TOKA	14

1. PRORAČUN KLASIČNOG RASKRIŽJA

• Odredene vrijednosti

$$Q_A(V_{A,PRIVOZ 3}) = 128 \text{ [voz/h]}$$

$$Q_7 = 112 \text{ [voz/h]}$$

$$Q_9 = 16 \text{ [voz/h]}$$

$$Q_B(V_B, PRIVOZ 2) = 102 \text{ [voz/h]}$$

$$Q_4 = 7 \text{ [voz/h]}$$

$$Q_5 = 95 \text{ [voz/h]}$$

$$Q_D(V_D, PRIVOZ 1) = 250 \text{ [voz/h]}$$

$$Q_2 = 94 \text{ [voz/h]}$$

$$Q_3 = 156 \text{ [voz/h]}$$

$$V_r = 60 \text{ [km/h]}$$

$$\alpha = 113^\circ$$

• Konfliktni tokovi

Desni skretači sa sporednog privoza (9), rang 2

$$V_{c,9} = V_2 + 0,5 \cdot V_3 = 94 \text{ [voz/h]}$$

Lijevi skretači sa glavnog privoza (4), rang 2

$$V_{c,4} = V_2 = 94 \text{ [voz/h]}$$

Lijevi skretači sa sporednog privoza (7), rang 3

$$V_{c,7} = V_2 + 0,5 \cdot V_3 + 2 \cdot V_4 + V_5 = 203 \text{ [voz/h]}$$

• Kritična vremenska praznina

$$t_{c,x} = t_{c,BASE} + t_{c,HV} \cdot P_{HV} + t_{c,G} \cdot G - t_{c,T} - t_{3,LT} \text{ [s]}$$

$$t_{c,G} = 0$$

$$G = 0 \%$$

$$t_{c,T} = 0$$

$$t_{3,LT} = 0,7$$

$$t_{c,HV} = 1$$

$$t_{c,BASE} = \text{Tablica}$$

$$P_{HV} = \%$$

$$t_{c,4} = 4,1 + 1,0 \times 0,67 - 0,7 = 4,07 \text{ [s]}$$

$$t_{c,7} = 7,1 + 1,0 \times 0,04 - 0,7 = 6,44 \text{ [s]}$$

$$t_{c,9} = 6,2 + 1,0 \times 0,04 - 0,7 = 5,54 \text{ [s]}$$

• **Vrijeme slijeđenja**

$$t_{f,x} = t_{c,BASE} + t_{f,HV} \cdot P_{HV} \text{ [s]}$$

$$t_{f,BASE} = \text{Tablica}$$

$$t_{f,HV} = 0,9$$

$$P_{HV} = \%$$

$$t_{f,4} = 2,2 + 0,9 \cdot 0,67 = 2,803 \text{ [s]}$$

$$t_{f,7} = 3,5 + 0,9 \cdot 0,04 = 3,536 \text{ [s]}$$

$$t_{f,9} = 3,3 + 0,9 \cdot 0,04 = 3,336 \text{ [s]}$$

• **Potencijalni kapacitet (idealna propusna moć)**

$$C_{p,x} = V_{c,x} \cdot \frac{e^{-\frac{(V_{c,x} \cdot t_{c,x})}{3600}}}{1 - e^{-\frac{(V_{c,x} \cdot t_{f,x})}{3600}}} \text{ [voz/h]}$$

Rang 1 – ne računa se (2,3,5)

Rang 2

$$C_{p,4} = 94 \cdot \frac{e^{-\frac{(94 \cdot 4,07)}{3600}}}{1 - e^{-\frac{(94 \cdot 2,803)}{3600}}} = 1197,6280 \text{ [voz/h]}$$

$$C_{p,9} = 94 \cdot \frac{e^{-\frac{(94 \cdot 5,54)}{3600}}}{1 - e^{-\frac{(94 \cdot 3,336)}{3600}}} = 975,0593 \text{ [voz/h]}$$

Rang 3

$$C_{p,7} = 203 \cdot \frac{e^{-\frac{(203 \cdot 6,44)}{3600}}}{1 - e^{-\frac{(203 \cdot 3,536)}{3600}}} = 781,0101 \text{ [voz/h]}$$

• **Realni kapacitet**

$$c_{m,k} = (c_{p,k}) \cdot f_k$$

Rang 1 – ne računa se

Rang 2

$$c_{m,x} = c_{p,x}$$

$$C_{m,4} = 94 \cdot \frac{e^{\frac{-(94 \cdot 4,07)}{3600}}}{1 - e^{\frac{-(94 \cdot 2,803)}{3600}}} = 1197.6280 \text{ [voz/h]}$$

$$C_{m,9} = 94 \cdot \frac{e^{\frac{-(94 \cdot 5,54)}{3600}}}{1 - e^{\frac{-(94 \cdot 3,336)}{3600}}} = 975.0593 \text{ [voz/h]}$$

Rang 3 (7)

$$P_{0,j} = 1 - \frac{v_j}{c_{m,j}}$$

j – lijevi skretači s glavnog privoza

c_m – realni kapacitet lijevih skretača (rang 2)

$$f_k = \prod p_{0,j}$$

$P_{0,j}$ – vjerojatnost da prometni tok ranga 3 nema repa čekanja (j = 4)

k – manevri ranga 2

$$P_{0,4} = 1 - \frac{v_4}{c_{m,4}} = 1 - \frac{7}{1197.6280} = 0.9942$$

$$f_k = \prod p_{0,j} = p_{0,4} = 0,9942$$

$$c_{m,7} = (P_{0,4}) \cdot f_k = 781.0101 \cdot 0,9942 = 776,4452 \text{ [voz/h]}$$

• Kapacitet zajedničkih trakova

Kapacitet zajedničkih trakova na sporednom privoza

$$c_{SH} = \frac{\sum_y v_y}{\sum_y \left(\frac{v_y}{c_{m,y}} \right)} \text{ [voz/h]}$$

$$c_{7,9} = \frac{v_7 + v_9}{\frac{v_7}{c_{m,7}} + \frac{v_9}{c_{m,9}}} = \frac{112 + 16}{\frac{112}{776,4452} + \frac{16}{975.0593}} = 796,7314 \text{ [voz/h]}$$

• Duljina repa čekanja

$$Q_{95} \approx 900 \cdot T \cdot \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 \right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}} \right) \cdot \left(\frac{v_x}{c_{m,x}} \right)}{150 \cdot T}} \right] \cdot \left(\frac{c_{m,x}}{3600} \right) \text{ [voz]}$$

- T – analizirani period (0.25 za 15-minutni period)

Lijeva skretanja sa glavnih privoza:

Manevar 4

$$Q_{95,4} \approx 900 \cdot T \cdot \left[\frac{v_4}{c_{m,4}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_4}{c_{m,4}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,4}}\right) \cdot \left(\frac{v_4}{c_{m,4}}\right)}{150 \cdot T}} \right] \cdot \left(\frac{c_{m,4}}{3600}\right) = 900 \cdot 0,25 \cdot$$

$$\left[\frac{7}{1197,6280} - 1 + \sqrt{\left(\frac{7}{1197,6280} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{1197,6280}\right) \cdot \left(\frac{7}{1197,6280}\right)}{150 \cdot 0,25}} \right] \cdot \left(\frac{1197,6280}{3600}\right) = 0,0176 \text{ [voz]}$$

Trakovi sporednih privoza

Manevar 7,9

$$Q_{95,7,9} \approx 900 \cdot T \cdot \left[\frac{v_{7,9}}{c_{m,7,9}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_{7,9}}{c_{m,7,9}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,7,9}}\right) \cdot \left(\frac{v_{7,9}}{c_{m,7,9}}\right)}{150 \cdot T}} \right] \cdot \left(\frac{c_{m,7,9}}{3600}\right) = 900 \cdot$$

$$0,25 \cdot \left[\frac{128}{796,7314} - 1 + \sqrt{\left(\frac{128}{796,7314} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{796,7314}\right) \cdot \left(\frac{128}{796,7314}\right)}{150 \cdot 0,25}} \right] \cdot \left(\frac{796,7314}{3600}\right) = 0,5703 \text{ [voz]}$$

• Prosječno vrijeme kašnjenja

$$d = \frac{3600}{c_{m,x}} + 900 \cdot T \cdot \left[\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_x}{c_{m,x}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,x}}\right) \cdot \left(\frac{v_x}{c_{m,x}}\right)}{450 \cdot T}} \right] + 5 \text{ [S/voz]}$$

Lijeva skretanja s glavnog privoza:

Manevar 4

$$d_4 = \frac{3600}{c_{m,4}} + 900 \cdot T \cdot \left[\frac{v_4}{c_{m,4}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_4}{c_{m,4}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,4}}\right) \cdot \left(\frac{v_4}{c_{m,4}}\right)}{450 \cdot T}} \right] + 5 = \frac{3600}{1197,6280} +$$

$$900 \cdot 0,25 \cdot \left[\frac{7}{1197,6280} - 1 + \sqrt{\left(\frac{7}{1197,6280} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{1197,6280}\right) \cdot \left(\frac{7}{1197,6280}\right)}{450 \cdot 0,25}} \right] + 5 = 8,0236 \text{ [S/voz]}$$

Trakovi sporednih privoza

Manevar 7,9

$$d_{7,9} = \frac{3600}{c_{m,7,9}} + 900 \cdot T \cdot \left[\frac{v_{7,9}}{c_{m,7,9}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_{7,9}}{c_{m,7,9}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,7,9}}\right) \cdot \left(\frac{v_{7,9}}{c_{m,7,9}}\right)}{450 \cdot T}} \right] + 5 = \frac{3600}{796,7314} +$$

$$900 \cdot 0,25 \cdot \left[\frac{128}{796,7314} - 1 + \sqrt{\left(\frac{128}{796,7314} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{796,7314}\right) \cdot \left(\frac{128}{796,7314}\right)}{450 \cdot 0,25}} \right] + 5 = 10,3814 \text{ [S/voz]}$$

2. RAZINA USLUGE NESEMAFORIZIRANOG RASKRIŽJA

$$d_x = \frac{d_r \cdot v_r + d_t \cdot v_t + d_l \cdot v_l}{v_r + v_t + v_l} \text{ [S/voz]}$$

$$d_A = \frac{d_{7,9} \cdot v_{7,9}}{v_{7,8}} = \frac{10,3814 \cdot 128}{128} = 10,3814 \text{ [S/voz]}$$

$$d_B = \frac{d_4 \cdot v_4}{v_4} = \frac{8,0236 \cdot 7}{7} = 8,0236 \text{ [S/voz]}$$

Prosječno vrijeme kompletnog raskrižja

$$d_r = \frac{d_A \cdot v_A + d_B \cdot v_B}{v_A + v_B + v_D} = \frac{10,3814 \cdot 128 + 8,0236 \cdot 102}{128 + 102 + 250} = 4,1945 \text{ [S/voz]}$$

Razina usluge kompletnog raskrižja je A.

3. PRORAČUN GEOMETRIJSKIH ELEMENATA ČETVEROKRAKOG RASKRIŽJA

Širine glavnih prolaznih prometnih trakova i trakova za desno skretanje određuju se prema V_r . Prema zadanoj brzini $V_r=60$ [km/h] širina prolaznih prometnih trakova iznosi 3,00 [m]. Širina trakova za lijevo skretanje na glavnim privozima iznosi 3,50 [m].

• Oblikovanje kaplje za 113°

Prva kaplja smještena je pod kutem 113° obzirom na glavnu os ceste.

$$\alpha=113^\circ$$

$$\delta=90^\circ-\alpha=113-90=23^\circ$$

$$t=10,1726$$

$$x=4,3280$$

Prilikom konstrukcije kaplje u radu uzeti su polumjeri:

$$R_{21} = 14,5 \text{ [m]}$$

$$R_{22} = 14,5 \text{ [m]}$$

Ovi podaci dobiveni su na temelju minimalnog polumjera kruga okretanja R_s i skretnom kutu od 90° . Os sporedne ceste skrenuta je okomito na os glavne ceste polumjerom $R=50$ [m]. Gornji dio kaplje udaljen je 4 m od ruba kolnika te je zaobljen kružnicom radijusa $R=1,3252$ [m] a donja glava kaplje zaobljena je kružnicom $R=0,5$ [m].

• Oblikovanje trokutastih otoka

Odmak trokutastog otoka od ruba glavnog kolnika ovisi o brzini: V_k ($V_k=V_r+20$). U ovome radu za traženu brzinu od $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ odmak od ruba kolnika za oba trokutasta otoka iznosi 1,0[m]. S obzirom da je navedeni trokutasti otok deniveliran potreba prolaska mjerdnog vozila za isti se nije radio odmak od ruba glavnog kolnika.

Širina na najužem mjestu između trokutastih otoka i otoka u obliku kaplje iznose:

- za prvi otok (koji je udaljen od kaplje s kutom $\alpha=113^\circ$) = 6 [m]

- stranice otoka nisu duže od 20 niti kraće od 5 metara te su oba otoka na rubovima zaobljeni s kružnicama $R=0,5$ [m].

• Oblikovanje trakova za skretanje ulijevo s glavnog smjera

Početak traka za skretanje u lijevo nalazi se na mjestu dodira kružnice polumjera R_2 i ruba traka za lijevo skretanje ili malo izvučeno.

Trak se sastoji od:

- duljine traka za postavljanje vozila l_A
- duljina za svrstavanje ili umještanje l_V
- duljine razvlačenja L_Z (L_{Z1} , L_n)

Duljina traka za postavljanje vozila računa se iz formule:

$$l_A = Q_{95} * 6$$

gdje Q_{95} predstavlja duljinu repa čekanja a broj 6 označava prosječnu duljinu vozila (m). U ovome radu vrijedi:

$$l_A = Q_{95} * 6 = 0,0176 * 6 = 0,1056 \Rightarrow l_A = 6 \text{ [m]}$$

Kod traka za skretanje ulijevo l_A je iznosio 6 [m], ali za potrebe diplomskog rada proširen je na 20 m odnosno duljinu dovoljnu za smještanje tegljača s poluprikolicom (18.75m) sukladno Pravilniku. Duljina za usporenje vozila l_V određuje se iz tablice, te za $V_k=80$ [km/h] iznosi 20 [m] (za glavni smjer). Na predmetnom raskrižju zbog manjih troškova rekonstrukcije i prometnog opterećenja od 7 voz/h išlo se na izbacivanje duljine usporenja.

Duljina razvlačenja l_Z potrebna zbog vizualnih razloga određuje se iz izraza:

$$l_Z = V_k * \sqrt{\frac{i}{3}} = 80 * \sqrt{\frac{3,5}{3}} = 86,4099 \text{ [m]}$$

Kod koncipiranja raskrižja odlučeno je da duljina L_{Z1} iznosi 10 metara a duljina L_n određuje se iz izraza $L_n = 0,562 * L_Z$ i na njezinom kraju duljina iznosi 48,56 m.

$$l_n = 0,562 * 86,4099 = 48,5624 \text{ [m]}$$

Šrafirane površine na najširem mjestu 2 m

• Oblikovanje trakova za skretanje udesno s glavnog smjera

Početak traka za desno skretanje mora se nalaziti na istom mjestu gdje i početak traka za udesno. Razmak od trokuta do ruba traka za desno skretanje je 6,0 [m]. Početak traka za desno skretanja nalazi se 30 metara od sjecišta polumjera zavoja i glavne osi kolnika. Polumjer zavoja kod skretanja udesno izvodi se kružnicama polumjera $R=25$ [m].

• Oblikovanje rubova kolnika

Polumjer treba prilagoditi polumjerima kaplje tj. osi sporednog privoza. Glavni smjer sastoji se od 3 kružna luka čiji su polumjeri u odnosu $R_1 : R_2 : R_3 = 2 : 1 : 3$.

- za kut $\beta = 113^\circ$
- $\beta' = 98^\circ \Rightarrow R_2 = 10,5 \text{ [m]}$

β' označava skretni kut, odnosno kut koji zatvaraju sporedni i glavni privoz te je uz R_s mjerodavan za izračun polumjera R_2 te sljedećih elemenata neophodnih za konstrukciju rubova kolnika:

Kako je omjer tri susjedna kružna luka $R_1 : R_2 : R_3 = 2:1:3$, iz prethodnih proračuna dobivamo sljedeće:

$$T_1 = \left(0,2714 + 1,0375 * \operatorname{tg} \frac{93}{2} + \frac{0,0861}{\sin 93} \right) * 10,7 = 15,5248 \text{ [m]}$$

$$T_2 = \left(0,6922 + 1,1236 * \operatorname{tg} \frac{93}{2} - \frac{0,0861}{\sin 93} \right) * 10,7 = 19,1531 \text{ [m]}$$

$$x_1 = 13,3 * 0,5429 = 5,8090 \text{ [m]}$$

$$x_2 = 13,3 * 1,0384 = 11,1109 \text{ [m]}$$

$$y_1 = 13,3 * 0,0751 = 0,8036 \text{ [m]}$$

$$y_2 = 13,3 * 0,1854 = 2,9838 \text{ [m]}$$

Kako je omjer tri susjedna kružna luka $R_1 : R_2 : R_3 = 2:1:3$, iz prethodnih proračuna dobivamo sljedeće:

$$R_1 = 21,4 \text{ [m]}$$

$$R_2 = 10,7 \text{ [m]}$$

$$R_3 = 32,1 \text{ [m]}$$

4. RASKRIŽJE S KRUŽNIM TOKOM PROMETA

- **Konfliktni kružni tok**

PHF – faktor vršnog sata

$$v_2 = \frac{V_2}{PHF} = \frac{94}{0,56} = 168 \text{ [voz/h]}$$

$$v_3 = \frac{V_3}{PHF} = \frac{156}{0,6} = 264 \text{ [voz/h]}$$

$$v_4 = \frac{V_4}{PHF} = \frac{7}{0,58} = 12 \text{ [voz/h]}$$

$$v_5 = \frac{V_5}{PHF} = \frac{95}{0,88} = 108 \text{ [voz/h]}$$

$$v_7 = \frac{V_7}{PHF} = \frac{112}{0,88} = 128 \text{ [voz/h]}$$

$$v_9 = \frac{V_9}{PHF} = \frac{16}{0,57} = 28 \text{ [voz/h]}$$

- **Pretvorba volumena vozila u jedinice putničkog automobila**

$$V_x = \frac{v_x}{f_{x,HV}} \text{ [PAJ/h]}$$

V_x [PAJ/h] – intenzitet za manevar x [PAJ/h]

v_x – intenzitet za manevar x [voz/h]

$f_{x,HV}$ – faktor prilagodbe za teška vozila

$E_T = 2$ koeficijent ekvivalentnih jedinica vozila

$$f_{x,HV} = \frac{1}{1 + P_{HV} * (E_T - 1)}$$

$$f_{2,HV} = \frac{1}{1 + P_{HV} * (E_T - 1)} = \frac{1}{1 + 0,11 * 1} = 0,9009$$

$$f_{3,HV} = \frac{1}{1 + 0,11} = 0,9009$$

$$f_{4,HV} = \frac{1}{1 + 0,31} = 0,7634$$

$$f_{5,HV} = \frac{1}{1 + 0,07} = 0,9346$$

$$f_{7,HV} = \frac{1}{1 + 0,21} = 0,8265$$

$$f_{9,HV} = \frac{1}{1 + 0,8} = 0,5556$$

• **Intenzitet za manevar VX**

$$V_2 = \frac{v_2}{f_{2,HV}} = \frac{168}{0,9009} = 186,48 \text{ [PAJ/h]}$$

$$V_3 = \frac{v_3}{f_{3,HV}} = \frac{264}{0,9009} = 293,04 \text{ [PAJ/h]}$$

$$V_4 = \frac{v_4}{f_{4,HV}} = \frac{12}{0,7634} = 15,72 \text{ [PAJ/h]}$$

$$V_5 = \frac{v_5}{f_{5,HV}} = \frac{108}{0,9346} = 115,56 \text{ [PAJ/h]}$$

$$V_7 = \frac{v_7}{f_{7,HV}} = \frac{128}{0,8265} = 154,88 \text{ [PAJ/h]}$$

$$V_9 = \frac{v_9}{f_{9,HV}} = \frac{28}{0,5556} = 50,4 \text{ [PAJ/h]}$$

Za protoke konfliktnih tokova $V_{c,x}$ (za pojedine privoze) vrijede sljedeće jednadžbe:

$$V_{c,1,PAJ} = V_{4,PAJ} = 15,72 \text{ [PAJ/h]} \text{ (privoz D)}$$

$$V_{c,2,PAJ} = V_{7,PAJ} = 154,88 \text{ [PAJ/h]} \text{ (privoz A)}$$

$$V_{c,3,PAJ} = V_{2,PAJ} = 186,48 \text{ [PAJ/h]} \text{ (privoz B)}$$

$$V_{c,PAJ} - \text{konfliktni tok za pojedini privoz [PAJ/h]}$$

• **Propusna moć ulaznog dijela privoza**

$$C_u = 1130 * e^{(-1*10^{-3})*V_{c,x}}$$

C_u – propusna moć ulaza privoza [PAJ/h]

$V_{c,x}$ – konfliktni prometni tok za pojedini privoz [PAJ/h]

$$C_{u1} = 1130 * e^{(-1*10^{-3})*15,72} = 1112,38 \text{ [PAJ/h]}$$

$$C_{u2} = 1130 * e^{(-1*10^{-3})*154,88} = 967,87 \text{ [PAJ/h]}$$

$$C_{u3} = 1130 * e^{(-1*10^{-3})*186,48} = 937,76 \text{ [PAJ/h]}$$

• **Faktor prilagodbe za teška vozila pojedinog privoza:**

$$f_{HVe} = \frac{f_{x,HV,L} * V_{L,PAJ} + f_{x,HV,R} * V_{R,PAJ} + f_{x,HV,D} * V_{D,PAJ}}{V_{L,PAJ} + V_{R,PAJ} + V_{D,PAJ}}$$

$f_{x,HV,L}$ – faktor prilagodbe teških vozila za pojedini manevar x

$V_{L,PAJ}$ – intenzitet za manevar x [PAJ/h]

$$f_{1HVe} = 0,9009$$

$$f_{2HVe} = 0,9141$$

$$f_{3HVe} = 0,7599$$

Pretvorba intenziteta ulaza u jedinice [voz/h] u zavisnosti od faktora prilagodbe za teška vozila:

$$V = Q_{PAJ} * f_{HVe}$$

V – stvarni intenzitet pojedinog privoza [voz/h]

Q_{PAJ} – intenzitet ulaza privoza [PAJ/h]

f_{HVe} – faktor prilagodbe teških vozila za pojedini privoz

$$V1 = 479,52 * 0,9009 = 432[\text{voz/h}]$$

$$V2 = 131,28 * 0,9141 = 120 [\text{voz/h}]$$

$$V3 = 205,28 * 0,7599 = 156 [\text{voz/h}]$$

• **Stvarni (realni) kapacitet ulaza**

$$C_u = C_{u,PAJ} * f_{HVe} * f_{pj}$$

C_u – kapacitet ulaza [voz/h]

$C_{u,PAJ}$ – kapacitet ulaza [PAJ/h]

f_{HVe} – faktor prilagodbe teških vozila za pojedini privoz

f_{pj} – faktor prilagodbe za kapacitet ulaza privoza (u radu uzeta vrijednost 1)

$$C_{u1} = 1112,38 * 0,9009 * 1 = 1002,14 [\text{voz/h}]$$

$$C_{u2} = 967,87 * 0,9141 * 1 = 884,70 [\text{voz/h}]$$

$$C_{u3} = 937,76 * 0,7599 * 1 = 712,64[\text{voz/h}]$$

• **Stupanj zasićenja (omjer volumena privoza i propusne moći privoza)**

$$X = \frac{v_x[\text{voz/h}]}{C_u[\text{voz/h}]}$$

$$X1 = \frac{v_x[\text{voz/h}]}{C_u[\text{voz/h}]} = \frac{432}{1002,14} = 0,4311$$

$$X2 = \frac{v_x[\text{voz/h}]}{C_u[\text{voz/h}]} = \frac{120}{884,70} = 0,1356$$

$$X3 = \frac{v_x[\text{voz/h}]}{C_u[\text{voz/h}]} = \frac{156}{712,64} = 0,2189$$

• **Prosječno vrijeme kašnjenja manevra**

$$d_x = \frac{3600}{C_u} + 900 * T * \left[X - 1 + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{C_u}\right) * X}{450 * T}} \right] + (5 * X) \text{ [s/vozilu]}$$

d_x – prosječno vrijeme kašnjenja manevra [s/voz]

X – stupanj zasićenja pojedinog privoza

C_u – kapacitet ulaza [voz/h]

T – vremenski period (za 15 min $T = 0,25$)

$$d_1 = 8,4413 \text{ [s/vozilu]}$$

$$d_2 = 5,3849 \text{ [s/vozilu]}$$

$$d_3 = 7,5563 \text{ [s/vozilu]}$$

• Prosječno vrijeme kašnjenja privoza

$$d_D = \frac{d_2 * V_2 + d_3 * V_3}{V_2 + V_3} = \frac{d_1 * (V_1 + V_2)}{V_2 + V_3} = 8,4413 \text{ [s/vozilu]}$$

$$d_A = \frac{d_4 * V_4 + d_5 * V_5}{V_4 + V_5} = d_2 = 5,3849 \text{ [s/vozilu]}$$

$$d_B = \frac{d_7 * V_7 + d_9 * V_9}{V_7 + V_9} = d_3 = 7,5563 \text{ [s/vozilu]}$$

• Prosječno vrijeme kašnjenja raskrižja

$$\begin{aligned} d_{\text{RKT}} &= \frac{d_A * V_A + d_B * V_B + d_D * V_D}{V_A + V_B + V_D} \\ &= \frac{5,3849 * 120 + 7,5563 * 156 + 8,4413 * 432}{120 + 156 + 432} \\ &= 7,7282 \text{ [s/vozilu]} \rightarrow \text{Razina usluge cijelog kružnog raskrižja je A.} \end{aligned}$$

• Duljina repa čekanja

$$Q_{95} \approx 900 * T \left[X - 1 + \sqrt{(1 - X)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{C_u}\right) * X}{150 * T}} \right] * \frac{C_u}{3600} \text{ [voz]}$$

Q_{95} – 95% duljina repa čekanja [voz]

X – stupanj zasićenja pojedinog privoza

C_u – kapacitet ulaza [voz/h]

T – vremenski period (0,25)

$$Q_{95/1} \approx 900 * 0,25 \left[0,4311 - 1 + \sqrt{(1 - 0,4311)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{1002,14}\right) * 0,4311}{150 * 0,25}} \right]$$

$$* \frac{1002,14}{3600} \approx 2,2049 \text{ [voz]}$$

$$Q_{95/2} \approx 0,4685 \text{ [voz]}$$

$$Q_{95/3} \approx 0,8308 \text{ [voz]}$$

5. PRORAČUN GEOMETRIJSKIH ELEMENATA KRUŽNOG TOKA

Vanjski polumjer, $R_V = 16$ [m]

Polumjer kruga okretanja mjerodavnog vozila R_3 iznosi minimalno 20 [m] za kamion s prikolicom iznosi $R_3 = 30$ [m]

R_2 ovisi o vanjskom radijusu R_V i ulaznom radijusu R_3 :

$$R_2 = 12,30 \text{ [m]}$$

Širina ulaznog privoza $B_u = 5,40$ [m]

Polumjer ulaznog privoza $R_4 = R_3 - B_u = 30 - 5,40 = 24,60$ [m]

Polumjer izlaznog privoza $R_5 = 30$ [m]

$$R_6 = R_5 - B_i = 40 - 5,20 = 34,8 \text{ [m]}$$

$$B_i = 5,20 \text{ [m]}$$

Novi vanjski polumjer: $R_V = 18,78$ [m]

Polumjer središnjeg otoka R_7 : $R_7 = 10,8225$ [m]