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 / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



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

- **Određene vrijednosti**

$\mathbf{Q_A(V_{A,PRIVOZ\,3}) = 128\ [^{VOZ}/_{h}]}$

$Q_7 = 112\ [^{VOZ}/_{h}]$

$Q_9 = 16\ [^{VOZ}/_{h}]$

$\mathbf{Q_B(V_B, PRIVOZ\ 2) = 102\ [^{VOZ}/_{h}]}$

$Q_4 = 7\ [^{VOZ}/_{h}]$

$Q_5 = 95\ [^{VOZ}/_{h}]$

$\mathbf{Q_D(V_{D,PRIVOZ\,1}) = 250\ [^{VOZ}/_{h}]}$

$Q_2 = 94\ [^{VOZ}/_{h}]$

$Q_3 = 156[^{VOZ}/_{h}]$

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

$\alpha = 113^0$

- **Konfliktni tokovi**

Desni skretači sa sporednog privoza (9), rang 2

$$V_{c,9} = V_2 + \cancel{0{,}5 \cdot V_3} = 94[^{VOZ}/_{h}]$$

Lijevi skretači sa glavnog privoza (4), rang 2

$$V_{c,4} = V_2 = 94[^{VOZ}/_{h}]$$

Lijevi skretači sa sporednog privoza (7), rang 3

$$V_{c,7} = V_2 + \cancel{0{,}5 \cdot V_3} + 2 \cdot V_4 + V_5 = 203\ [^{VOZ}/_{h}]$$

- **Kritična vremenska praznina**

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

$t_{c,G} = 0$

$G = 0\ \%$

$t_{c,T} = 0$

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

$t_{c,HV} = 1$

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

$P_{HV} =$ %

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

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

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

- **Vrijeme slijeđenja**

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

$t_{f,BASE} =$ Tablica

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

$P_{HV} =$ %

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

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

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

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

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

Rang 1 – ne računa se (2,3,5)

Rang 2

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

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

Rang 3

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

- **Realni kapacitet**

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

Rang 1 – ne računa se

Rang 2

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

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

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

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)

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

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

k – manevri ranga 2

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

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

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

- **Kapacitet zajedničkih trakova**

Kapacitet zajedničkih trakova na sporednom privozu

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

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

- **Duljina repa čekanja**

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

- 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**

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

Lijeva skretanja s glavnog privoza:

Manevar 4

$$d_4 = \frac{3600}{c_{m,4}} + 900 \cdot T \cdot \left[\frac{v_4}{c_{m,4}} - 1 + \sqrt{\left(\frac{v_4}{c_{m,4}} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{c_{m,4}}\right)\cdot\left(\frac{v_4}{c_{m,4}}\right)}{450\cdot T}}\right] + 5 = \frac{3600}{1197.6280} +$$

$$900 \cdot 0{,}25 \cdot \left[\frac{7}{1197.6280} - 1 + \sqrt{\left(\frac{7}{1197.6280} - 1\right)^2 + \frac{\left(\frac{3600}{1197.6280}\right)\cdot\left(\frac{1}{1197.6280}\right)}{450\cdot 0{,}25}}\right] + 5 = 8{,}0236 \left[{}^{s}/_{\text{voz}}\right]$$

Trakovi sporednih privoza

Manevar 7,9

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

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

2. RAZINA USLUGE NESEMAFORIZIRANOG RASKRIŽJA

$$d_x = \frac{d_r \cdot v_r + d_t \cdot v_t + d_l \cdot v_l}{v_r + v_t + v_l} \ [^s/_{voz}]$$

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

$$d_B = \frac{d_4 \cdot v_4}{v_4} = \frac{8{,}0236 \cdot 7}{7} = 8{,}0236 \ [^s/_{voz}]$$

Prosječno vrijeme kompletnog raskrižja

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

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 Vr. Prema zadanoj brzini Vr=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.

α=113°

δ=90°-α =113-90=23°

t=10,1726

x=4,3280

Prilikom konstrukcije kaplje u radu uzeti su polumjeri:

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

$R_{22} = 14,,5$ [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: Vk (Vk=Vr+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 mjerdavnog 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 α=113°) = 6 [m]
- stranice otoka nisu duže od 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 R2 i ruba traka za lijevo skretanje ili malo izvučeno.

Trak se sastoji od:

- duljine traka za postavljanje vozila la
- duljina za svrstavanje ili umještanje lv
- duljine razvlačenja Lz (Lz1, Ln)

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:

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

Kod traka za skretanje ulijevo la 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 Vk=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 Lz1 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 površinena 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 $\beta = 113°$
- $\beta' = 98° => R_2 = 10{,}5 \text{[m]}$

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:

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

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

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

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

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

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

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 manevarx [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**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$V_{c,PAJ} -$ 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]

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

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

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

- **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 kašnjanja manevra [s/voz]

$X -$ stupanj zasićenja pojedinog privoza

$C_u -$ kapacitet ulaza [voz/h]

$T -$ vremenski period (za 15 min $T = 0{,}25$)

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

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

$d_3 = 7{,}5563$ [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**

$$d_{RKT} = \frac{d_A * V_A + d_B * V_B + d_D * V_D}{V_A + V_B + V_D}$$

$$= \frac{5{,}3849 * 120 + 7{,}5563 * 156 + 8{,}4413 * 432}{120 + 156 + 432}$$

$= 7{,}7282$ [s/vozilu] → Razina usluge cijelog kružnog raskrižja je A.

- **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)

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

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

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

$Q_{95/3} \approx 0{,}8308$ [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 Bu$= 5{,}40$ [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]