

AKADEMIJA ŠUMADIJA
VISOKA TEHNIČKA MAŠINSKA ŠKOLA STRUKOVNIH
STUDIJA TRSTENIK

Zbirka zadataka – izvodi sa vežbi
(skripta)

Tehnologije drumskog transporta 2

(JAVNI PREVOZ PUTNIKA)

Zadatak 1.

Na gradskoj liniji JGPP-a dužine $L=6$ [km] radi $N_1=12$ [voz]. Koliko vozila istog kapaciteta i ostalih uslova prevoza treba da radi na liniji da bi se zadržao postojeći interval, ako se linija skрати $dL=2$ [km]?

$$i_1 = i_2$$

$$L_2 = L - dL = 6 - 2 = 4[\text{km}]$$

$$V_{01} = V_{02}$$

$$T_0 = \frac{2 \cdot L}{V_0}$$

$$i = \frac{T}{N} \rightarrow \frac{T_1}{N_1} = \frac{T_2}{N_2} \rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{N_1}{N_2} \rightarrow \frac{\frac{2 \cdot L_1}{V_{01}}}{\frac{2 \cdot L_2}{V_{02}}} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{N_1}{N_2} \rightarrow N_2 = N_1 \cdot \frac{L_2}{L_1} = 12 \cdot \frac{4}{6}$$

$$N_2 = 8 [\text{voz}]$$

Zadatak 2.

Na gradskoj liniji JP radi $N_1=10$ [voz]. Koliko vozila (istog kapaciteta) treba da radi ako se zadrži isti interval i ista brzina vozila, a linija produži za $dL=2$ [km]? Dužina linije je 10 [km].

$$L_2 = L_1 + dL = 12[\text{km}]$$

$$\frac{T_1}{N_1} = \frac{T_2}{N_2} \rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{N_1}{N_2} \rightarrow \frac{\frac{2 \cdot L_1}{V_{01}}}{\frac{2 \cdot L_2}{V_{02}}} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$N_2 = N_1 \cdot \frac{L_2}{L_1} = 10 \cdot \frac{12}{10}$$

$$N_2 = 12 [\text{voz}]$$

Zadatak 3.

Na gradskoj liniji radi $N_1=10$ [voz], sa intervalom sleđenja od $i=5$ [min]. Za koliko će se povećati interval sleđenja vozila na liniji, ako se isključi iz rada $dN=4$ [voz], a ostali uslovi prevoza ostanu isti.

$$N_2 = N_1 - dN = 10 - 4 = 6[\text{voz}]$$

$$i_1 = \frac{T_1}{N_1} \rightarrow T_1 = i_1 \cdot N_1 = 5 \cdot 10 = 50 [\text{voz}]$$

$$T_1 = T_2$$

$$i_2 = \frac{T_2}{N_2} = \frac{50}{6} = 8.33 [\text{min}]$$

Rešenje: Povećaće se za $d_f=3$ [min].

Zadatak 4.

Na gradskoj liniji JP radi $N_1=10$ [voz]. Za koliko je moguće smanjiti broj vozila na liniji, ako se vreme obrta smanji u $dT=10$ %, a ostali uslovi prevoza ostanu isti (interval, kapacitet vozila, ...)?

$$i_1 = i_2 \rightarrow \frac{T_1}{N_1} = \frac{T_2}{N_2}$$

$$\frac{T_1}{N_1} = \frac{0.9 \cdot T_1}{N_2} \rightarrow N_2 = \frac{0.9 \cdot T_2 \cdot N_1}{T_1} = 0.9 \cdot N_1$$

$$N_2 = 0.9 \cdot 10 = 9[\text{voz}]$$

Rešenje: Moguće je smanjiti za 1 vozilo.

Zadatak 5.

Na liniji JGPP rade vozila sa intervalom $i_1=4$ [min]. Za koliko će se povećati interval ako se vreme obrta poveća za 20%, a ostali uslovi prevoza ostanu isti (broj vozila, kapacitet, ...)?

Postoje III načina rešavanja ovog zadatka.

I Način

$$i = \frac{T}{N} \rightarrow N = \frac{T}{i}$$

$$\frac{T_1}{i_1} = \frac{T_2}{i_2} \rightarrow \frac{T_1}{i_1} = \frac{1.2 \cdot T_1}{i_2} \rightarrow i_2 = 1.2 \cdot i_1$$

$$i_2 = 1.2 \cdot 4 = 4.8[\text{min}]$$

II Način

$$i = \frac{T}{N} \rightarrow N = \frac{T}{i}$$

$$\frac{T_1}{N_1} = \frac{T_1 + dT}{N_2} \rightarrow \frac{T_1}{i_1} = \frac{T_1 + dT}{i_2} \rightarrow i_2 = i_1 \cdot \left(1 + \frac{dT}{T_1}\right)$$

$$i_2 = i_1 \cdot \left(1 + \frac{dT}{T_1}\right)$$

III Način

$$4:0.8 = 100:x$$

$$x = \frac{0.8 \cdot 100}{4}$$

$$x = 20[\%]$$

Zadatak 6.

Na liniji JGPP rade vozila sa vremenom obrta $T=40$ [min]. Ako se vreme obrta poveća za 25 % za koliko će opasti kapacitet linije, ako su ostali uslovi prevoza isti (merodavni protok, kapacitet vozila i komfor putnika)?

$$C_1 = \frac{N_1}{T_1} m_1; C_2 = \frac{N_2}{T_2} m_2$$

$$N_1 = N_2; m_1 = m_2$$

$$N_2 = \frac{C_2 \cdot T_2}{m_2} \rightarrow C_1 \cdot T_1 = C_2 \cdot T_2$$

$$T_2 = 1.25 \cdot T_1$$

I Način

$$C = f \cdot m = \frac{N}{T} m = \frac{60}{i} m$$

$$\left\{ \begin{array}{l} N_1 = N_2 \\ m_1 = m_2 \end{array} \right\} \rightarrow C = \frac{N}{T} m \rightarrow N \cdot m = C \cdot T$$

$$C_1 \cdot T_1 = C_2 \cdot T_2 \rightarrow C_2 = \frac{C_1 \cdot T_1}{T_2} = C_1 \cdot \frac{T_1}{1.25 \cdot T_1}$$

$$C_2 = 0.8 \cdot C_1$$

Rešenje:

Kapacitet linije opasće za 20 %.

Način II

$$\begin{aligned}\frac{C_1}{C_2} &= \frac{T_1}{T_2} \rightarrow C_1 = C_2 \left(\frac{T_1 + dT}{T_1} \right) \\ C_1 &= C_2 \left(1 + \frac{dT}{T_1} \right) \rightarrow C_1 = C_2 \left(1 + \frac{0.25 \cdot T_1}{T_1} \right) \\ C_1 &= 1.25 \cdot C_2 \\ C_2 &= \frac{C_1}{1.25} \rightarrow C_2 = 0.8 \rightarrow dC = -20[\%]\end{aligned}$$

Zadatak 7.

U gradskom saobraćaju funkcionišu dve linije koje se delimično preklapaju. Dinamički elementi linije su: $T_1=40$ [min], $N_1=8$ [voz], $T_2=60$ [min], $N_2=10$ [voz]. Naći interval na zajedničkom delu trase.

$$\begin{aligned}T_1 = 40[\text{min}] &= \frac{40}{60}[\text{h}] \left. \vphantom{\frac{40}{60}} \right\} f_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{8 \cdot 60}{40} = 12 \left[\frac{\text{voz}}{\text{h}} \right] \\ T_2 = 60[\text{min}] &= \frac{60}{60}[\text{h}] \left. \vphantom{\frac{60}{60}} \right\} f_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{8 \cdot 60}{60} = 10 \left[\frac{\text{voz}}{\text{h}} \right]\end{aligned}$$

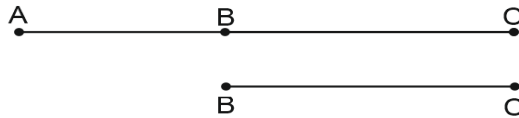
[Interval vozila na zajedničkom delu trase više linija JP računa se preko frekvencije vozila]
na zajedničkom delu trase.

$$f_z = f_1 + f_2 = 12 + 10 \rightarrow f_z = 22 \left[\frac{\text{voz}}{\text{h}} \right]$$

$$i_z = \frac{60}{f_z} = \frac{60}{22} \rightarrow i_z = 2.73[\text{min}]$$

Zadatak 8.

Zbog izražene neravnomernosti opterećenja na trasi ABC radi pored direktne, kao dopuna i jedna lokalna linija na deonici BC tako da na liniji ABC saobraća $N_1=6$ [voz], sa vremenom obrta $T_1=54$ [min], a na deonici BC $N_2=4$ [voz], sa vremenom obrta $T_2=36$ [min]. Kolika se prevozna sposobnost (kapacitet) linije realizuje na deonici AB, a koliko na deonici BC linije? Karakteristiku kapacitet – prevozne sposobnosti linije na trasi ABC prikazati i grafički. Kapacitet vozila na obe linije je $m_1=m_2=100$ [mesta].



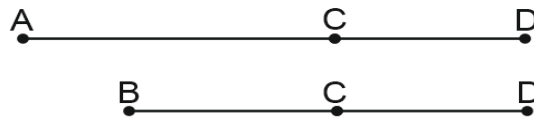
$$C_{AB} = f \cdot m = \frac{N_1}{T_1} m_1 = \frac{6}{54} 100 \cdot 60 \rightarrow C_{AB} = 666.67 \left[\frac{\text{mesta}}{h} \right]$$

$$C_{BC} = (f_1 + f_2) \cdot m_1 = \left(\frac{N_1}{T_1} + \frac{N_2}{T_2} \right) m_1 = \left(\frac{6}{54} + \frac{4}{36} \right) 100 \cdot 60 \rightarrow C_{BC} = 1\,333.33 \left[\frac{\text{mesta}}{h} \right]$$

Zadatak 9.

NA gradskoj mreži funkcionišu dve linije ACD i BCD koje se delimično preklapaju.

- Ako se na liniji ACD realizuje interval od $i_1=4$ [min] a na drugoj BCD $i_2=6$ [min], koliki je interval na zajedničkoj deonici svih linija?
- Ako na liniji ACD rade vozila kapaciteta $m_1=100$ [mesta/voz] a na liniji BCD vozila kapaciteta $m_2=160$ [mesta/voz]. Koliko su kapaciteti linija i kapacitet na zajedničkoj deonici?



a)

$$f_1 = \frac{60}{i_1} = \frac{60}{4} = 15 \left[\frac{\text{voz}}{h} \right]$$

$$f_2 = \frac{60}{i_2} = \frac{60}{6} = 10 \left[\frac{\text{voz}}{h} \right]$$

$$f_z = f_1 + f_2 = 25 \left[\frac{\text{voz}}{h} \right]$$

$$i_z = \frac{60}{f_z} = \frac{60}{25} = 2.4 [\text{min}]$$

$$C_{ACD} = f_1 \cdot m_1 = 15 \cdot 100 = 1\,500 \left[\frac{\text{mesta}}{h} \right]$$

$$C_{BCD} = f_2 \cdot m_2 = 10 \cdot 160 = 1\,600 \left[\frac{\text{mesta}}{h} \right]$$

$$C_{CD} = C_{ACD} + C_{BCD} = 1\,500 + 1\,600$$

$$C_{CD} = 3\,100 \left[\frac{\text{mesta}}{h} \right]$$

Zadatak 10.

Na gradskoj liniji JP sa $n_1=n_2=15$ stanica, dužine $L=7$ [km], realizovana je prevoyna brzina $V_p=20$ [km/h] i saobraćajna brzina $V_s=30$ [km/h] i stajanje na terminusima koje je iznosilo $1/5$ vremena prevoza. Potrebno je izračunati:

- Koliko je bilo realizovano vreme i brzina obrta?
- Koliko je bilo prosečno zadržavanje na jednom terminusu?
- Koliko je bilo prosečno zadržavanje na stanicama?

a)

$$T_o = \sum t_{sm}^V + \sum t_{sm}^{\check{c}} + \sum t_{sm}^t$$

$$T_P = \sum t_{sm}^V + \sum t_{sm}^{\check{c}}$$

$$T_P = \frac{2L}{V_P}$$

$$V_P = \frac{\sum_{sm} L_{s-m}}{\sum t_{sm}^V + \sum t_{sm}^{\check{c}}}$$

$$T_P = \frac{2 \cdot 7}{20} 60 = 42[\text{min}]$$

$$T_o = T_P + \frac{1}{5}T_P \rightarrow T_o = \frac{6}{5}T_P = \frac{6}{5}42 = 50.4[\text{min}] \sim 50 [\text{min}]$$

b)

$$t_t = \frac{\sum t_{sm}^t}{n_t} = \frac{\frac{1}{5}T_P}{2} = \frac{42}{10}$$

$$t_t = 4.2[\text{min}]$$

Napomena: n_t – broj terminusa. Postoje dva terminusa, prvi i poslednji.

c)

$$\sum_{sm} t_{sm}^V = \frac{2L}{V_s} = \frac{2 \cdot 7}{30} 60 = 28[\text{min}]$$

$$T_o = \sum t_{sm}^V + \sum t_{sm}^{\check{c}} + \sum t_{sm}^t$$

$$\sum t_{sm}^{\check{c}} = T_o - \sum t_{sm}^V - \sum t_{sm}^t = 50 - 28 - \frac{1}{5}4.2$$

$$\sum t_{sm}^{\check{c}} = 13.6[\text{min}]$$

Ukupan broj stanica na liniji:

$$n = n_1 + n_2 - 2 = 15 + 15 - 2 = 28[\text{stanica}]$$

$$t_{\check{c}} = \frac{\sum t_{sm}^{\check{c}}}{n} = \frac{13.6}{28}$$

$$t_{\check{c}} = 0.5[\text{min}]$$

Zadatak 11.

Na liniji JP sa $n_1=n_2=15$ stanica, dužine 9 [km], realizovano je vreme obrta $T=91$ [min] i zadržavanje na terminusima koje je bilo $t_t=1/6$ vremena prevoza. Ako se na liniji ukine svaka druga stanica, prema proračunu doći će do povećanja saobraćajne brzine za oko 60 % i prosečnog vremena zadržavanja na stanicama za 20 %. Kakvi se efekti ovakve izmene u organizaciji funkcionisanja linije mogu očekivati?

- Koliko ce biti novo vreme obrta?
- Za koliko bi se, sa istim brojem vozila i ostalim uslovima prevoza, povećao kapacitet linije?
- Sa koliko manje vozila bi mogao da se obezbedi isti kapacitet linije kao u prethodnom slučaju?

Uslovi su (ako se ukine svaka druga linij):

$$V'_{s2} = 1.6V_{s1}$$

$$t_{2sm}^{\check{c}} = 1.2t_{1sm}^{\check{c}}$$

a)

$$T_{o1} = T_{p1} + \frac{1}{6}T_{p1} \rightarrow T_{o1} = \frac{7}{6}T_{p1} \rightarrow T_{p1} = \frac{6}{7}T_{o1}$$

$$T_{p1} = 78[\text{min}]$$

$$\left. \begin{array}{l} \sum t_{1sm}^V = \frac{2L_1}{V_{s1}} \\ \sum t_{2sm}^V = \frac{2L_2}{V_{s2}} \end{array} \right\} L_1 = L_2 \rightarrow V_{s1} \sum t_{1sm}^V = V_{s2} \sum t_{2sm}^V$$

$$V_{s1} \sum t_{1sm}^V = 1.6 \cdot V_{s1} \sum t_{2sm}^V$$

$$[V_{s2} = 1.6V_{s1}]$$

$$\sum t_{1sm}^V = 1.6 \sum t_{2sm}^V$$

$$\left. \begin{aligned} t_{1sm}^{\check{c}} &= \frac{\sum t_{1sm}^{\check{c}}}{n_1} \rightarrow \frac{\sum t_{1sm}^{\check{c}}}{2.14} \\ t_{2sm}^{\check{c}} &= \frac{\sum t_{2sm}^{\check{c}}}{n_2} \rightarrow \frac{\sum t_{1sm}^{\check{c}}}{2.14} \end{aligned} \right\} 14 = 14 \rightarrow \begin{cases} n'_1 = 15 + 15 - 2 = 28 \\ n'_2 = 8 + 8 - 2 = 14 \end{cases}$$

$$\frac{\sum t_{1sm}^{\check{c}}}{2t_{1sm}^{\check{c}}} = \frac{\sum t_{2sm}^{\check{c}}}{t_{2sm}^{\check{c}}} \leftrightarrow t_{2sm}^{\check{c}} \sum t_{1sm}^{\check{c}} = 2t_{1sm}^{\check{c}} \sum t_{2sm}^{\check{c}}$$

$$1.2 t_{1sm}^{\check{c}} \sum t_{1sm}^{\check{c}} = 2 t_{1sm}^{\check{c}} \sum t_{2sm}^{\check{c}}$$

$$\sum t_{1sm}^{\check{c}} = 1.67 \sum t_{2sm}^{\check{c}}$$

$$T_{P1} = 1.6 \sum t_{2sm}^{\check{c}} + 1.67 \sum t_{2sm}^{\check{c}}$$

$$T_{P2} = 1.635T_{P2} \rightarrow T_{P2} = \frac{78}{1.635} \rightarrow T_{P2} = 47.71[\text{min}]$$

$$T_{O2} = \sum t_{2sm}^{\check{c}} + \sum t_{2sm}^{\check{c}} + \frac{1}{6}T_{P2}$$

$$T_{O2} = \frac{7}{6}T_{P2} = \frac{7}{6}47.71 = 55.66[\text{min}]$$

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= \frac{N_1}{T_1} m_1 \cdot 60 \leftrightarrow C_1 T_1 = N_1 \cdot m_1 \cdot 60 \\ C_2 &= \frac{N_2}{T_2} m_2 \cdot 60 \leftrightarrow C_2 T_2 = N_2 \cdot m_2 \cdot 60 \end{aligned} \right\} \text{za: } \begin{cases} N_1 = N_2 \\ m_1 = m_2 \\ C_1 T_1 = C_2 T_2 \end{cases}$$

Iz a):

$$C_2 = C_1 \frac{T_1}{T_2} = C_1 \frac{91}{55.66} \rightarrow C_2 = 1.64C_1$$

Rešenje: Kapacitet C_2 biće veći za 64 %.

v)

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= \frac{N_1}{T_1} m_1 \cdot 60 \leftrightarrow C_1 T_1 = N_1 \cdot m_1 \cdot 60 \\ C_2 &= \frac{N_2}{T_2} m_2 \cdot 60 \leftrightarrow C_2 T_2 = N_2 \cdot m_2 \cdot 60 \end{aligned} \right\} \text{za: } \begin{cases} m_1 = m_2 \\ C_1 = C_2 \end{cases}$$

$$\frac{T_1}{N_1} = \frac{T_2}{N_2} \rightarrow N_2 = \frac{T_2}{T_1} N_1 = \frac{55.66}{91} N_1$$

$$N_2 = 0.61N_1$$

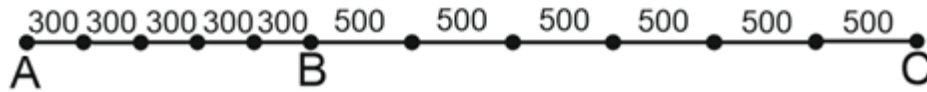
Rešenje: Broj vozila bi morao da se smanji za 39%.

Zadatak 12.

Gradska linija JGPP ABC, sastoji se od $S_1=5$ stanica na deonici [AB] i $S_2=7$ stanica na deonici [BC]. Prosečna međustanična rastojanja u oba smera na deonici AB $L_1=300$ [m], a na deonici BC su $L_2= 500$ [m].

- a) Ako je prosečno zadržavanje na stanicama i saobraćajna brzina na deonici AB: $t_{\check{c}1}=30$ [sec] i $V_{s1}=15$ [km/h] a na deonici BC: $t_{\check{c}2}=20$ [sec] i $V_{s2}=20$ [km/h] a zadržavanje na terminusima $t_1=t_2=6$ [min]. Koliko će vreme obrta biti na toj liniji?
- b) Ako se na toj liniji organizuje funkcionisanje dve linije direktna na liniji ABC i lokalna na deonici AB, koliko će vreme obrta biti na lokalnoj liniji, ako zadržavanje na stanicama ostane isto, a zadržavanje na terminusima lokalne linije bude $t_{tA}=t_{tB}=3$ [min].

a)



$$T_o = \sum t_{sm1}^V + \sum t_{sm2}^V + \sum t_{sm}^t$$

$$L_1 = (S_1 - 1) \cdot 300 = 4 \cdot 300 = 1.2[km]$$

$$L_2 = S_2 \cdot 500 = 7 \cdot 500 = 3.5 [km]$$

$$\sum t_{sm}^t = 6[min]$$

$$\sum t_{sm1}^{\check{c}} = (n - 1)t_{\check{c}1} = 4 \frac{30}{60} = 2[min]$$

$$\sum t_{sm2}^{\check{c}} = n \cdot t_{\check{c}2} = 7 \frac{20}{60} = 2.3[min]$$

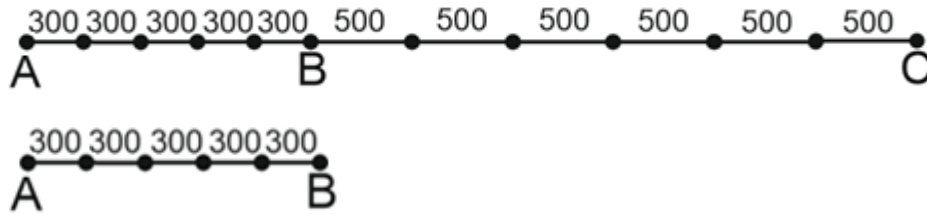
$$\sum t_{V1} = \frac{2L}{V_{s1}} = \frac{2 \cdot 1.2}{15} 60 = 9.6[min]$$

$$\sum t_{V2} = \frac{2L}{V_{s2}} = \frac{2 \cdot 3.5}{20} 60 = 21[min]$$

$$T_o = \sum t_{sm}^t + 2 \sum t_{sm1}^{\check{c}} + 2 \sum t_{sm2}^{\check{c}} + \sum t_{sm1}^V + \sum t_{sm2}^V$$

$$T_o = 12 + 4 + 4.66 + 9.6 + 21 = 51.26[min] \sim 52[min]$$

b)



AB:

$$\sum t_{sm}^t = \frac{2 \cdot 1.2 \cdot 60}{15} = 9.6 [min]$$

$$\sum t_{sm}^{\check{c}} = (n_1 + n_2 - 2) \frac{t_{\check{c}1}}{60} = 4 [min]$$

$$T_{AB} = \sum t_{sm}^V + \sum t_{sm}^t + \sum t_{sm}^{\check{c}} = 9.6 + 6 + 4$$

$$T_{AB} = 19.6 [min] \sim 20 [min]$$

Zadatak 13.

Na liniji JGPP radi $N_1=12$ [voz], kapaciteta $m_1=100$ [mesta] i intervalom od $i_1=5$ [min].

- Koliko bi vozila kapaciteta $m_2=160$ [mesta] trebalo da radi na liniji da se zadrže isti uslovi – parametri kvaliteta prevoza (kapacitet linije, brzina, komfor,...). Koliki bi u tom slučaju bio interval?
- Koliko vozila kapaciteta $m_2=160$ [mesta/voz] bi trebalo da radi na liniji, ako se pritom smanji brzina za 10%, a ostalu uslovi prevoza ostanu isti?

Ostali uslovi prevoza:

$$\begin{bmatrix} C_1 = C_2 \\ V_1 = V_2 \\ K_{ik1} = K_{ik2} \end{bmatrix}$$

Napomena:

Ako je ostala ista brzina i ako je ostao isti pređeni put, onda je i vreme obrta ostalo isto!

$$\left. \begin{array}{l} C_1 = \frac{N_1}{T_1} m_1 \\ C_2 = \frac{N_2}{T_2} m_2 \end{array} \right\} C_1 = C_2 \rightarrow \frac{N_1}{T_1} m_1 = \frac{N_2}{T_2} m_2 \rightarrow N_2 = \frac{T_2}{T_1} N_1 \frac{m_1}{m_2}$$

$$N_2 = N_1 \frac{m_1}{m_2} = 12 \frac{100}{160} = 7.5$$

$$N_2 = 8 [\text{voz}]$$

$$i_2 = \frac{T_2}{N_2} = \frac{60}{7.5} = 8 [\text{min}]$$

c) Ostali uslovi isti:

d)

$$\left[\begin{array}{l} C_1 = C_2 \\ L_1 = L_2 \\ T_{o1} = T_{o2} \end{array} \right]$$

$$V_{o2} = 0.9V_{o1}$$

$$\left. \begin{array}{l} C_1 = m_1 \cdot f_1 = m_1 \frac{N_1}{T_1} \\ C_2 = m_2 \cdot f_2 = m_2 \frac{N_2}{T_2} \end{array} \right\} C_1 = C_2; T_1 = \frac{2L}{V_{o1}}; T_2 = \frac{2L}{V_{o2}}$$

$$m_1 \frac{N_1}{T_1} = m_2 \frac{N_2}{T_2} \rightarrow \frac{m_1 N_1}{m_2 N_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{m_1 N_1}{m_2 N_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{2L}{V_{o1}}}{\frac{2L}{V_{o2}}}$$

$$\frac{m_1 N_1}{m_2 N_2} = \frac{0.9V_{o1}}{V_{o1}} \rightarrow N_2 = \frac{m_1}{m_2} N_1 \frac{1}{0.9}$$

$$N_2 = \frac{100 \cdot 12}{160 \cdot 0.9} = 8.33$$

$$N_2 = 8 [\text{voz}]$$

Zadatak 14.

Na gradskoj liniji dužine $L=8$ [km], na kojoj saobraćaju standardni autobusi kapaciteta $m=100$ [mesta/voz] i postiže se brzina obrta od $V_o=16$ [km/h] u času vršnog opterećenja se realizuje kapacitet linije od $C=1\ 000$ [mesta/h]. Na liniji je izražena neravnomernost protoka putnika duž linije koja iznosi $n_p=2.6$ što ima za posledicu nepovoljno iskorišćenje prevozne sposobnosti od $k_i=0.4$ i iskorišćenje vozila na karakterističnoj deonici linije. Na liniju treba uvesti u rad zglobna vozila kapaciteta $m=160$ [mesta/voz], tako da se obezbedi vrednost koeficijenta iskorišćenja mesta na karakterističnoj deonici linije (komfor putnika) od 0.8. Potrebno je izračunati:

- Broj autobusa i koeficijent iskorišćenja mesta na karakterističnoj deonici linije za prethodne uslove rada,
- Broj zglobnih autobusa za izmenjene uslove rada.

a)

$$C = f \cdot m = \frac{N}{T} m \rightarrow N = \frac{C \cdot T}{m}$$

$$N_1 = \frac{C_1 \cdot T_1}{m_1} = \frac{C_1 \cdot 2 \cdot L}{V_{o1} \cdot m_1} = \frac{1\ 000 \cdot 2 \cdot 8}{16 \cdot 100} = 10 \text{ [voz]}$$

$$k_i = \frac{NTR}{BTR} = \frac{\sum_{sm} \sum_s Z_{sm,s}}{C \cdot \sum L_{sm}} \rightarrow k_i = \frac{\bar{Z}}{C}$$

$$\bar{Z} = k_i \cdot C$$

$$n_{p_{sm}} = \frac{\max\{Z_{sm,s}\}}{\bar{Z}} = \frac{\max\{Z_{sm,s}\}}{K_i \cdot C}$$

$$\rightarrow \max\{Z_{sm,s}\} = n_p \cdot K_i \cdot C$$

$$K_{ik} = n_p \cdot K_i = 0.4 \cdot 2.6$$

$$K_{ik} = 1.04$$

$$[Z_{mer} = C] = \left[\bar{Z} = \frac{\sum_{sm} \sum_s \sum_{sm,s} l_{sm,s}}{\sum L_{sm}} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} \bar{Z}_{sm} - \text{srednja vrednost protoka po smeru} \\ \bar{Z} - \text{srednja vrednost protoka po liniji} \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} n_{p_{sm}} = \frac{\max\{Z_{sm,s}\}}{\bar{Z}} - \text{koef. neravnomernosti po smeru} \\ n_p = \frac{Z_{max}}{\bar{Z}} - \text{koef. neravnomernosti po liniji} \end{array} \right]$$

$$\left[K_{ik} = \frac{\max\{Z_{sm,s}\}}{C} \right]$$

$$\left. \begin{array}{l} N_1 = \frac{C_1 \cdot T_1}{m_1} \\ N_1 = \frac{C_1 \cdot T_1}{m_1} \end{array} \right\} C_1 = C_2 \rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{C_2 \cdot T_2}{C_1 \cdot T_1} \cdot \frac{m_1}{m_2}$$

Poznato je:

$$C = \frac{\max\{Z_{sm,s}\}}{K_{ik}}$$

$$\rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{K_{ik1} \cdot T_2}{K_{ik2} \cdot T_1} \cdot \frac{m_1}{m_2} \leftrightarrow N_2 = N_1 \frac{m_1 \cdot K_{ik1}}{m_2 \cdot K_{ik2}}$$

$$N_2 = 10 \frac{100 \cdot 1.04}{160 \cdot 0.8} \rightarrow N_2 = 8.128$$

$$N_2 = 8 \text{ [voz]}$$

Osnovni statistički pokazatelji transportne mreže

1. Za primer na dat na slici 1 izračunati:
 1. Broj stanica na liniji (n_i),
 2. Broj međustaničnih rastojanja na liniji (d_i),
 3. Broj zajedničkih stanica za k linija (n_z^k),
 4. Broj zajedničkih međustaničnih rastojanja za k linija (d_z^k),
 5. Ukupan broj stanica na transportnoj mreži (n_m) i
 6. Broj međustaničnih rastojanja na mreži (d_m).

Rešenje:

$$L_1: 1 - 3 - 4 - 6 - 8$$

$$L_2: 2 - 3 - 4 - 6 - 7$$

$$L_3: 1 - 3 - 4 - 5$$

1. Broj stanica na liniji (n_i),

$$n_1 = 5; \quad n_2 = 5; \quad n_3 = 4$$

2. Broj međustaničnih rastojanja na liniji (d_i),

$$d_1 = 4; \quad d_2 = 4; \quad d_3 = 3$$

3. Broj zajedničkih stanica za k linija (n_z^k),

$$n_z^{(2)} = 2 - \text{broj zajedničkih stanica za dve linije (1 i 6)}$$

$$n_z^{(3)} = 2 - \text{broj zajedničkih stanica za tri linije (3 i 4)}$$

4. Broj zajedničkih međustaničnih rastojanja za k linija (d_z^k),

$$d_z^{(2)} = 2$$

$$d_z^{(3)} = 1$$

5. Ukupan broj stanica na transportnoj mreži (n_m)

$$n_m = (5 + 5 + 4) - ((2 - 1) \cdot 2 + (3 - 1) \cdot 2) = 8$$

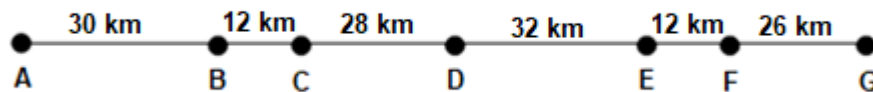
6. Broj međustaničnih rastojanja na mreži (d_m).

$$d = (4 + 4 + 3) - ((2 - 1) \cdot 2 + (3 - 1) \cdot 1) = 7$$

Ispitni zadaci

ZADATAK 1.

U periodu od nedelju dana potrebno je organizovati prevoz putnika prema datoj matrici putovanja. Prevoz se obavlja autobusima koji imaju 50+2 mesta. Dnevno radno vreme linije je 15 časova i 20 minuta, dok je dnevno radno vreme autobusa $H_r = 12$ h u toku dana. Prvi polazak autobusa, bez obzira na smer kretanja je u 6 h. Ulazak putnika u autobus je ravnomeran u toku dana. U posmatranom vremenskom periodu ne postoji neravnomernost u tokovima putnika. Srednja saobraćajna brzina na prevoznom putu je $V_s = 40$ km/h. Vremena stajanja na terminalima i vreme ulaska i izlaska putnika iznose 60 minuta po obrtu. Koficijent tehničke ispravnosti autobusa je 0.8. Sva tehnički ispravna vozila nalaze se na radu. U terminalima (A i G) je obezbeđeno garažiranje vozila. Rastojanja između pojedinih mesta data su na skici.



IZ ZA	A	B	C	D	E	F	G
A		420	595	455	210	280	350
B	1750		420	420	665	350	1050
C	700	525		350	595	560	630
D	630	490	380		350	350	700
E	595	420	245	350		840	140
F	490	350	210	630	700		1050
G	350	245	140	350	560	420	

Potrebno je odrediti:

1. Broj prevezenih putnika i broj ulazaka i izlaza putnika po mestima i smerovima kretanja.
2. Potreban radni i inventarski vozni park.
3. Interval između vozila u skladu sa radnim vremenom autobusa i linije.
4. Izmeritelje rada voznog parka: $\alpha, \alpha', \rho, \delta, \omega, \gamma, k_{st\lambda}, k_{st1}, k_{sd}, V_e, V_s$.
5. Ostvaren transportni rad po relacijama i proizvodnost voznog parka W_u, W'_u, W_p, W'_p .

Rešenje:

1. Prevezeni putnici u toku nedelje

		A	B	C	D	E	F	G	IZLAZ
	IZ UL	-	420	1015	1225	1820	2380	3920	10780
A	-		420	595	455	210	280	350	2310
B	1750	1750		420	420	665	350	1050	2905
C	1225	700	525		350	595	560	630	2135
D	1400	630	490	280		350	350	700	1400
E	1610	595	420	245	350		840	140	980
F	2380	490	350	210	630	700		1050	1050
G	2065	350	245	140	350	560	420		10780
ULAZ	10430	4515	2030	875	1330	1260	420	10430	21210

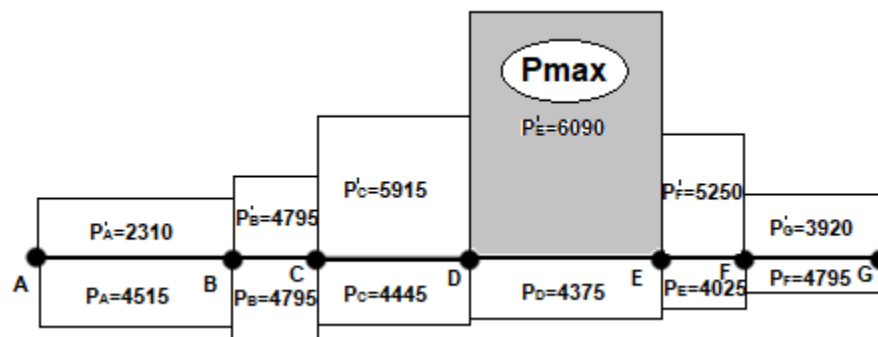
2. Potrebe za prevozom u toku dana

		A	B	C	D	E	F	G	IZLAZ
	IZ UL	-	60	145	175	260	340	560	1540
A	-		60	85	65	30	40	50	330
B	1750	250		60	60	95	50	150	415
C	1225	100	75		50	85	80	90	305
D	1400	90	70	40		50	50	100	200
E	1610	85	60	35	50		120	20	140
F	2380	70	50	30	90	100		150	150
G	2065	50	35	20	50	80	60		1540
ULAZ	10430	645	290	125	190	180	60	1490	3030

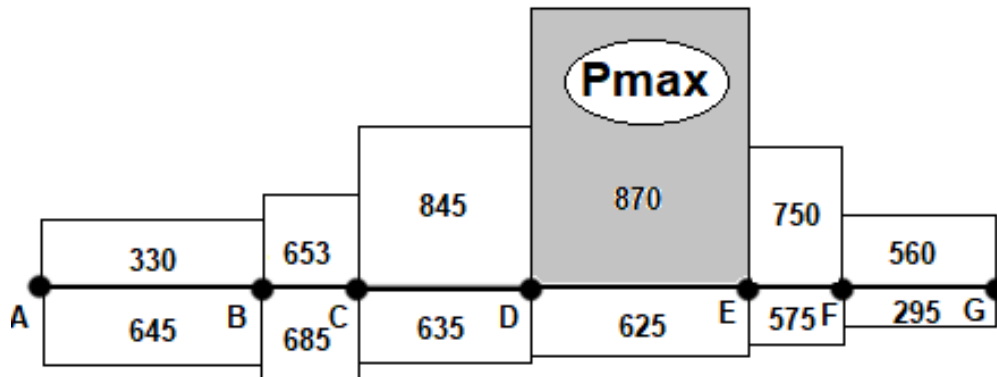
U toku dana potrebno je prevesti $P_d = 3030$ putnika!

3. Tokovi putnika

3.1. Tokovi putnika u toku nedelje



3.2. Tokovi putnika u toku dana



4. Potreban broj vožnji sa putnicima u toku dana

$$Z_{\lambda} = \frac{P_{max}}{P} = \frac{870}{50} = 18 \left[\frac{\text{vožnji}}{\text{danu}} \right]$$

5. Vreme trajanja obrta

$$T_o = 2 \frac{L_{GA}}{V_s} 60 + t_{do} = 2 \frac{140}{40} 60 + 60$$

$$T_o = 480 \text{ [min]} = 8 \text{ [h]}$$

6. Broj vožnji jednog vozila u toku dana

$$Z_{o1d} = \frac{H_r}{T_o} = \frac{12}{8} = 1.5$$

7. Potreban broj autobusa na radu

$$A_r = \frac{Z_{\lambda d}}{Z_{o1d}} = \frac{18}{1.5} = 12 \text{ [vozila]}$$

8. Potreban inventarski vozni park

$$A_i = \frac{A_r}{\alpha_t} = \frac{12}{0.8} = 15 \text{ [vozila]}$$

9. Autodani

$$AD_i = A_i \cdot D_i = 15 \cdot 7 = 105 \text{ [autodana]}$$

$$AD_r = A_r \cdot D_r = 12 \cdot 7 = 84 \text{ [autodana]}$$

$$AD_s = AD_i \cdot \alpha_t = 105 \cdot 0.8 = 84 \text{ [autodana]}$$

10. Koeficijent iskorišćenja voznog parka

$$\alpha = \frac{AD_r}{AD_i} = \frac{84}{105} = 0.8$$

11. Koeficijent iskorišćenja sposobnog voznog parka

$$\alpha' = \frac{AD_r}{AD_s} = \frac{84}{84} = 1$$

12. Autočasovi na radu

$$AH_r = H_r \cdot A_r \cdot D_r = 12 \cdot 12 \cdot 7 = 1008 \text{ [h]}$$

13. Autočasovi provedeni u vožnji

$$AH_w = Z_{o1d} \cdot t_{wo} \cdot AD_r = 1.5 \cdot 7 \cdot 84 = 882 \text{ [h]}$$

14. Koeficijent iskorišćenja radnog vremena u 24 h

$$\rho = \frac{AH_r}{24AD_r} = \frac{1008}{24 \cdot 84} = 0.5000$$

15. Koeficijent iskorišćenja radnog vremena

$$\delta = \frac{AH_w}{AH_r} = \frac{882}{1008} = 0.8750$$

16. Autokilometri

$$AK_t = 2 \cdot L_{GA} \cdot Z_{o1d} \cdot A_r \cdot D_r = 2 \cdot 140 \cdot 1.5 \cdot 12 \cdot 7 = 35280 \text{ [autokilometara]}$$

$$AK_t = AK = 35280 \text{ [autokilometara]}$$

$$AK_n = 0$$

17. Koeficijent iskorišćenja pređenog puta

$$\beta = \frac{AK_t}{AK} = \frac{35280}{35280} = 1$$

18. Koeficijent nultog pređenog puta

$$\omega = \frac{AK_n}{AK} = \frac{0}{35280} = 0$$

19. Eksploataciona brzina

$$V_e = \frac{AK}{AH_r} = \frac{35280}{1008} = 35 \left[\frac{km}{h} \right]$$

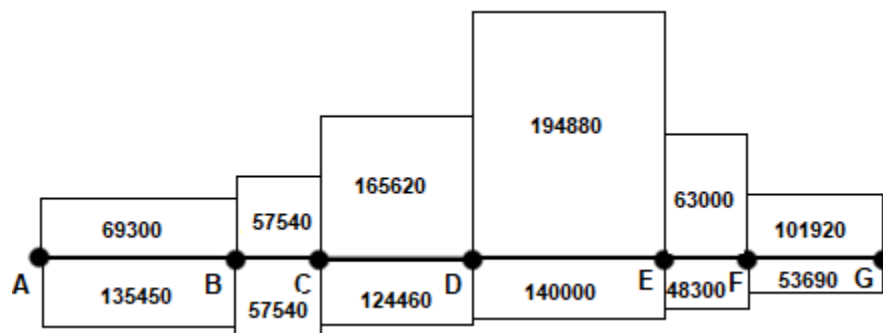
20. Srednja saobraćana brzina

$$V_s = \frac{AK}{AH_w} = \frac{35280}{882} = 40 \left[\frac{km}{h} \right]$$

21. Srednja dnevna kilometraža

$$K_{sd} = \frac{AK}{AD_r} = \frac{35280}{84} = 420 [km]$$

22. Ostvaren ukupan transportni rad



$$U_{AG} = L_{AB} \cdot P_{AB} + L_{BC} \cdot P_{BC} + L_{CD} \cdot P_{CD} + L_{DE} \cdot P_{DE} + L_{EF} \cdot P_{EF} + L_{FG} \cdot P_{FG}$$

$$U_{GA} = L_{GF} \cdot P_{GF} + L_{FE} \cdot P_{FE} + L_{ED} \cdot P_{ED} + L_{DC} \cdot P_{DC} + L_{CB} \cdot P_{CB} + L_{BA} \cdot P_{BA}$$

$$U = U_{AG} + U_{GA} = 559440 + 652260 = 1211700 \text{ [pkm]}$$

23. Srednje rastojanje prevoza 1 putnika

$$K_{sp1} = \frac{U}{P} = \frac{1211700}{21210} = 57.13 \text{ [km]}$$

24. Ostvaren broj vožnji sa putnicima

$$A_{z\lambda} = 2(n-1)Z_{\lambda d} \cdot D_r = 2(7-1)18 \cdot 7 = 1512 \text{ [vožnji]}$$

25. Srednja dužina jedne vožnje sa putnicima

$$K_{st\lambda} = \frac{AK_t}{A_{z\lambda}} = \frac{35280}{1512} = 23.33 \text{ [km]}$$

26. Koeficijent dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti

$$\varepsilon = \frac{U}{pAK_t} = \frac{1211700}{50 \cdot 35 \cdot 280} = 0.6869$$

27. Interval između vozila

$$i = \frac{H_r}{Z_{\lambda d}} 60 = \frac{12}{18} 60 = 40 \text{ [min]}$$

28. Radna proizvodnost

$$W'_p = \frac{P}{AH_r} = \frac{21120}{1008} = 21.042 \left[\frac{p}{hr} \right]$$

$$W'_U = \frac{U}{AH_r} = \frac{1211700}{1008} = 1202.08 \left[\frac{pkm}{hr} \right]$$

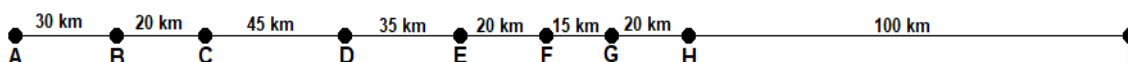
29. Puna proizvodnost

$$W_p = \frac{P}{24AD_i} = \frac{21120}{24 \cdot 105} = 8.417 \left[\frac{p}{hi} \right]$$

$$W_U = \frac{U}{24AD_i} = \frac{1211700}{24 \cdot 105} = 480.83 \left[\frac{pkm}{hi} \right]$$

ZADATAK 2.

U periodu od 10 dana potrebno je organizovati prevoz putnika prema datoj matrici putovanja. Prevoz se obavlja autobusima koji imaju 50+2 mesta. Dnevno radno vreme linije je 15 časova i 20 minuta, dok je dnevno radno vreme autobusa Hr= 16 h. Prvi polazak autobusa, bez obzira na smer kretanja je u 6 h. Ulazak putnika u autobus je ravnomeran u toku dana. U posmatranom vremenskom periodu ne postoji neravnomernost u tokovima putnika. Srednja saobraćajna brzina na prevoznom putu je $V_s=45$ km/h. Vremena stajanja na terminalima i vreme ulaska i izlaska putnika iznose 3h po jednom obrtu. Koeficijent tehničke ispravnosti autobusa je 0.833. Sva tehnički ispravna vozila nalaze se na radu. Rastojanja između pojedinih mesta data su na skici.



IZ \ ZA	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A		320	500	400	120	100	80	180	200
B	1500		280	400	150	100	180	90	200
C	600	370		120	70	90	110	120	50
D	600	300	200		100	130	280	140	80
E	250	600	300	50		80	70	90	40
F	180	200	180	170	120		200	100	90
G	200	320	210	200	100	50		110	20
H	170	250	180	120	130	70	20		200
I	150	300	120	200	110	100	180	90	

Potrebno je odrediti:

1. Broj prevezenih putnika i broj ulazaka i izlazaka putnika po mestima i smerovima kretanja.
2. Potreban radni i inventarski vozni park.
3. Interval između vozila u skladu sa radnim vremenom autobusa i linije.
4. Izmeritelje rada voznog parka: $\alpha, \alpha', \rho, \delta, \omega, \gamma, k_{st\lambda}, k_{st1}, k_{sd}, V_e, V_s$.
5. Ostvaren transportni rad po relacijama i proizvodnost voznog parka W_u, W'_u, W_p, W'_p .

Rešenje:

1. Prevezeni putnici u toku nedelje

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	IZLAZ
	IZ UL	-	320	780	920	440	500	920	830	880	5590
A	-		320	500	400	120	100	80	180	200	1900
B	1500	1500		280	400	150	100	180	90	200	1400
C	970	600	370		120	70	90	110	120	50	560
D	1100	600	300	200		100	130	280	140	80	730
E	1200	250	600	300	50		80	70	90	40	280
F	850	180	200	180	170	120		200	100	90	390
G	1080	200	320	210	200	100	50		110	20	130
H	940	170	250	180	120	130	70	20		200	200
I	1250	150	300	120	200	110	100	180	90		5590
ULAZ	8890	3650	2340	1190	740	460	220	200	90	8890	14480

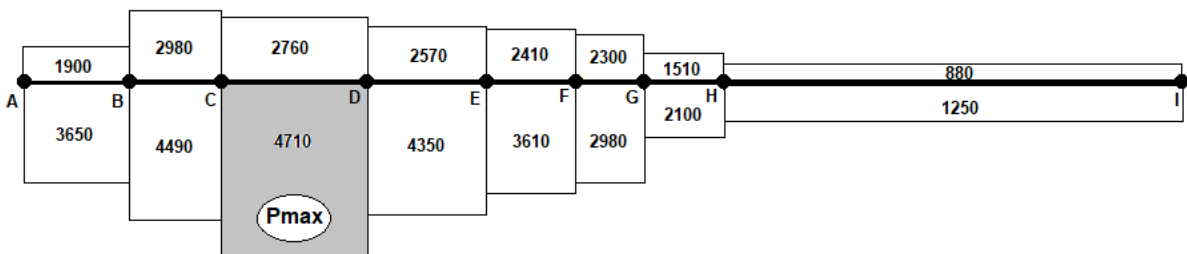
2. Potrebe za prevozom u toku dana

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	IZLAZ
	IZ UL	-	32	78	92	44	50	92	83	88	559
A	-		32	50	40	12	10	8	18	20	190
B	150	150		28	40	15	10	18	9	20	140
C	97	60	37		12	7	9	11	12	5	56
D	110	60	30	20		10	13	28	14	8	73
E	120	25	60	30	5		8	7	9	4	28
F	85	18	20	18	17	12		20	10	9	39
G	108	20	32	21	20	10	5		11	2	13
H	94	17	25	18	12	13	7	2		20	20
I	125	15	30	12	20	11	10	18	9		559
ULAZ	889	365	234	119	74	46	22	20	9	889	1448

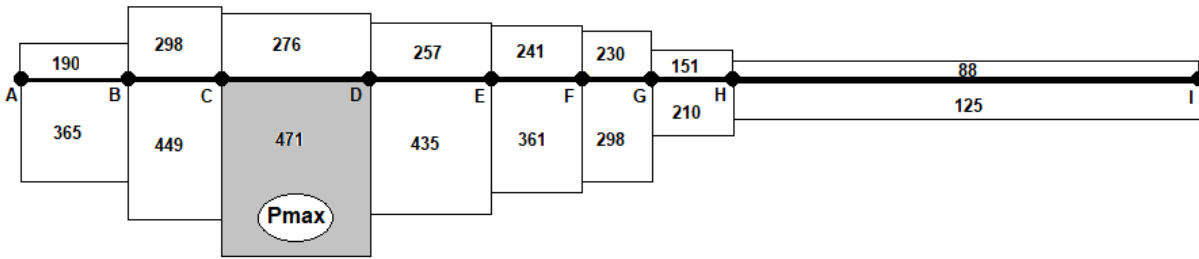
U toku dana potrebno je prevesti $P_d = 3030$ putnika!

3. Tokovi putnika

3.1. Tokovi putnika u toku nedelje



3.2. Tokovi putnika u toku dana



4. Potreban broj vožnji sa putnicima u toku dana

$$Z_{\lambda} = \frac{P_{maxd}}{P} = \frac{471}{50} = 9.42 = 10 \left[\frac{\text{vožnji}}{\text{danu}} \right]$$

5. Vreme trajanja obrta

$$T_o = 2 \frac{L_{AI}}{V_s} 60 + t_{do} = 2 \frac{285}{45} + 3$$

$$T_o = 15.67 \text{ [h]}$$

$$t_{wo} = 12.67 \text{ [h]}$$

6. Broj vožnji jednog vozila u toku dana

$$Z_{o1d} = \frac{H_r}{T_o} = \frac{16}{15.67} = 1.02 = 1 \left[\frac{\text{obrt}}{\text{danu}} \right]$$

7. Potreban broj autobusa na radu

$$A_r = \frac{Z_{\lambda d}}{Z_{o1d}} = \frac{10}{1.02} = 9.8 = 10 \text{ [vozila]}$$

8. Potreban inventarski vozni park

$$A_i = \frac{A_r}{\alpha_t} = \frac{10}{0.833} = 12 \text{ [vozila]}$$

9. Autodani

$$AD_i = A_i \cdot D_i = 12 \cdot 10 = 120 \text{ [autodana]}$$

$$AD_r = A_r \cdot D_r = 10 \cdot 10 = 100 \text{ [autodana]}$$

$$AD_s = AD_i \cdot \alpha_t = 120 \cdot 0.833 = 100 \text{ [autodana]}$$

10. Koeficijent iskorišćenja voznog parka

$$\alpha = \frac{AD_r}{AD_i} = \frac{100}{120} = 0.833$$

11. Koeficijent iskorišćenja sposobnog voznog parka

$$\alpha' = \frac{AD_r}{AD_s} = \frac{100}{100} = 1$$

12. Autočasovi na radu

$$AH_r = H_r \cdot A_r \cdot D_r = 16 \cdot 10 \cdot 10 = 1600 [h]$$

13. Autočasovi provedeni u vožnji

$$AH_w = Z_{o1d} \cdot t_{wo} \cdot AD_r = 1 \cdot 12.67 \cdot 100 = 1267 [h]$$

14. Koeficijent iskorišćenja radnog vremena u 24 h

$$\rho = \frac{AH_r}{24AD_r} = \frac{1600}{24 \cdot 100} = 0.6667$$

15. Koeficijent iskorišćenja radnog vremena

$$\delta = \frac{AH_w}{AH_r} = \frac{1267}{1600} = 0.8000$$

16. Autokilometri

$$AK_t = 2 \cdot L_{AI} \cdot Z_{o1d} \cdot A_r \cdot D_r = 2 \cdot 285 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 10 = 57000 [\text{autokilometara}]$$

$$AK_t = AK = 57000 [\text{autokilometara}]$$

$$AK_n = 0$$

17. Koeficijent iskorišćenja pređenog puta

$$\beta = \frac{AK_t}{AK} = \frac{57000}{57000} = 1$$

18. Koeficijent nultog pređenog puta

$$\omega = \frac{AK_n}{AK} = \frac{0}{57000} = 0$$

19. Eksploataciona brzina

$$V_e = \frac{AK}{AH_r} = \frac{57000}{1600} = 35.6 \left[\frac{km}{h} \right]$$

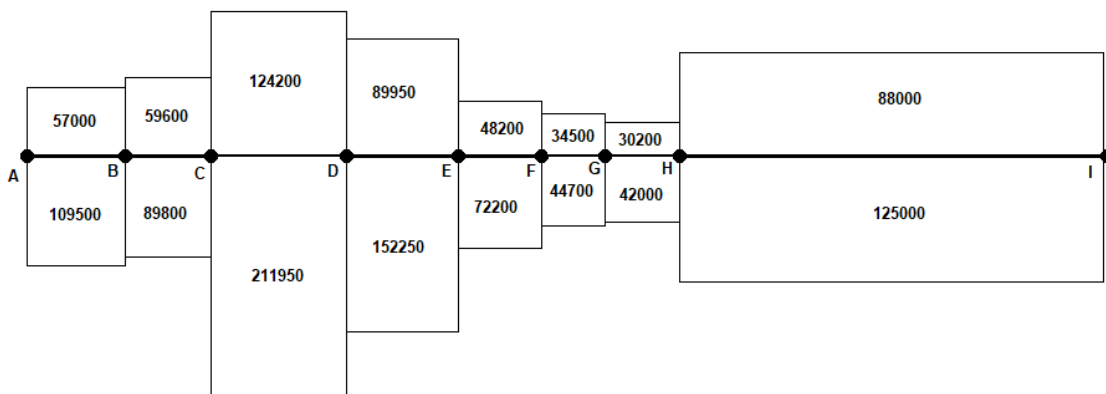
20. Srednja saobraćajna brzina

$$V_s = \frac{AK}{AH_w} = \frac{57000}{1267} = 45 \left[\frac{km}{h} \right]$$

21. Srednja dnevna kilometraža

$$K_{sd} = \frac{AK}{AD_r} = \frac{57000}{100} = 570 [km]$$

22. Ostvaren ukupan transportni rad



$$U_{AI} = L_{AB} \cdot P_{AB} + L_{BC} \cdot P_{BC} + L_{CD} \cdot P_{CD} + L_{DE} \cdot P_{DE} + L_{EF} \cdot P_{EF} + L_{FG} \cdot P_{FG} + L_{GH} \cdot P_{GH} + L_{HI} \cdot P_{HI}$$

$$U_{IA} = L_{IH} \cdot P_{IH} + L_{HG} \cdot P_{HG} + L_{GF} \cdot P_{GF} + L_{FE} \cdot P_{FE} + L_{ED} \cdot P_{ED} + L_{DC} \cdot P_{DC} + L_{CB} \cdot P_{CB} + L_{BA} \cdot P_{BA}$$

$$U = U_{AI} + U_{IA} = 531650 + 847000 = 1137050 \text{ [pkm]}$$

23. Srednje rastojanje prevoza 1 putnika

$$K_{sp1} = \frac{U}{P} = \frac{1137050}{14480} = 95.94 \text{ [km]}$$

24. Ostvaren broj vožnji sa putnicima

$$A_{z\lambda} = 2(n-1)Z_{\lambda d} \cdot D_r = 2(9-1)10 \cdot 10 = 1600 \text{ [vožnji]}$$

25. Srednja dužina jedne vožnje sa putnicima

$$K_{st\lambda} = \frac{AK_t}{A_{z\lambda}} = \frac{57000}{1600} = 35.6 \text{ [km]}$$

26. Koeficijent dinamičkog iskorišćenja korisne nosivosti

$$\varepsilon = \frac{U}{pAK_t} = \frac{1137050}{50 \cdot 57000} = 0.3989$$

27. Interval između vozila

$$i = \frac{H_r}{Z_{\lambda d}} 60 = \frac{16}{10} 60 = 96 \text{ [min]}$$

28. Radna proizvodnost

$$W'_p = \frac{P}{AH_r} = \frac{14480}{1600} = 9 \left[\frac{p}{hr} \right]$$

$$W'_U = \frac{U}{AH_r} = \frac{1137050}{1600} = 710.66 \left[\frac{pkm}{hr} \right]$$

29. Puna proizvodnost

$$W_p = \frac{P}{24AD_i} = \frac{14480}{24 \cdot 120} = 5.02 \left[\frac{p}{hi} \right]$$

$$W_U = \frac{U}{24AD_i} = \frac{1137050}{24 \cdot 120} = 394.8 \left[\frac{pkm}{hi} \right]$$