Συμπληρωματικά στοιχεία για το μάθημα της κυκλοφοριακής τεχνικής

1. Διευκρινήσεις στην μέθοδο ανάλυσης κυκλοφοριακής ικανότητας σε οδούς πολλών λωρίδων κυκλοφορίας

2. Συμπληρωματικές Ασκήσεις – Παραδείγματα

3. 4η Άσκηση

Όλες οι ασκήσεις του μαθήματος κυκλοφοριακής τεχνικής θα πρέπει να παραδοθούν το αργότερο μέχρι την Δευτέρα 4 Ιουλίου 2005 ώρα 10:00 – 12:00 στο Εργαστήριο Συγκοινωνιακής Τεχνικής - Χώρος Β.

1. Διευκρινήσεις στη μεθόδου ανάλυσης κυκλοφοριακής ικανότητας σε οδούς πολλών λωρίδων κυκλοφορίας

Ανάλυση Κυκλοφοριακής ικανότητας στις οδούς πολλών λωρίδων κυκλοφορίας

- Για την Λειτουργική ανάλυση και ανάλυση γεωμετρικού σχεδιασμού χρησιμοποιείται αντίστοιχη διαδικασία με την περίπτωση των άλλων κατηγοριών οδών, δηλ. χρησιμοποιούνται μετρήσεις φόρτων ή προβλέψεις φόρτων
- Η διαδικασία υπολογισμού παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα

Ανάλυση Κυκλοφοριακής ικανότητας στις οδούς πολλών λωρίδων κυκλοφορίας

Δεδομένα

- ***Γεωμετρικά στοιχεία***
- ***Μετρήσεις πραγματικής ταχύτητας ελεύθερης ροής ή ταχύτητα σχεδιασμού ελεύθερης ροής***
- ***φόρτος***

Προσαρμογή της ταχύτητας σχεδιασμού ελεύθερης ροής

- ***Πλάτος λωρίδων***
- ***Αριθμός λωρίδων***
- ***Αριθμός προσβάσεων***
- ***Πλευρικά διάκενα***

Προσαρμογή φόρτων

- ***Συντελεστής Αιχμής***
- ***Αριθμός λωρίδων***
- ***Βαρέα οχήματα***
- ***(Χαρακτηριστικά οδηγών)***

Υπολογισμός πραγματικής ταχυτ. Ελευθ. ροής

Προσδιορισμός της καμπύλη ταχύτητας - φόρτου

Υπολογισμός ταχύτητας από καμπύλη ταχύτητας - φόρτου

Υπολογισμός πυκνότητας από φόρτο και ταχύτητα q=u.k

Προσδιορισμός επίπεδου εξυπηρέτησης με βάση την πυκνότητα

Ανάλυση Κυκλοφοριακής ικανότητας στις οδούς πολλών λωρίδων κυκλοφορίας

Δεδομένα

- ***Γεωμετρικά στοιχεία***
- ***Μετρήσεις πραγματικής ταχύτητας ελεύθερης ροής ή ταχύτητα σχεδιασμού ελεύθερης ροής***
- ***φόρτος***

Προσαρμογή της ταχύτητας σχεδιασμού ελεύθερης ροής

- ***Πλάτος λωρίδων***
- ***Αριθμός λωρίδων***
- ***Αριθμός προσβάσεων***
- ***Πλευρικά διάκενα***

Υπολογισμός πραγματικής ταχυτ. Ελευθ. ροής

Πραγματική ταχύτητα

$$u = u_{ff} - u_{λωρ} - u_{πλερ} - u_{διαχ} - u_{προσ}$$

Παράγοντες που μειώνουν την ταχύτητα και αντίστοιχοι συντελεστές

- Μικρότερο πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας : $u_{λωρ}$
- Μικρότερο πλευρικό διάκενο : $u_{πλερ}$
- Μη διαχωρισμός του οδοστρώματος : $u_{διαχ}$
- Ύπαρξη μεγάλου αριθμού σημείων πρόσβασης : $u_{προσ}$

Ανάλυση Κυκλοφοριακής ικανότητας στις οδούς πολλών λωρίδων κυκλοφορίας

Δεδομένα

- ***Γεωμετρικά στοιχεία***
- ***Μετρήσεις πραγματικής ταχύτητας ελεύθερης ροής ή ταχύτητα σχεδιασμού ελεύθερης ροής***
- ***φόρτος***

Πραγματική ταχύτητα

$$u = u_{ff} - u_{λωρ} - u_{πλερ} - u_{διαχ} - u_{προσ}$$

Προσαρμογή φόρτων

- ***Συντελεστής Αιχμής***
- ***Αριθμός λωρίδων***
- ***Βαρέα οχήματα***
- ***(Χαρακτηριστικά οδηγών)***

Ο συνολικός φόρτος που διέρχεται από την διατομή θα πρέπει να προσαρμοσθεί σε ισοδύναμο «ιδανικό φόρτο» ανά λωρίδα έτσι ώστε να αναπαριστά :

α) τα φαινόμενα κυκλοφοριακής αιχμής χρησιμοποιώντας τον ΣΩΑ, και

β) τις επιπτώσεις της κυκλοφορίας βαρέων οχημάτων χρησιμοποιώντας τον ΣΒΟ,

δεδομένου ότι όλες οι σχέσεις και τα σχετικά διαγράμματα για τις οδούς πολλών λωρίδων αφορούν φόρτους σε ιδανικές συνθήκες ανά λωρίδα κυκλοφορίας.

$$ισοδ.\ ιδαν.\ φόρτος\,(q_v) = \frac{πραγμ.\ φόρτος}{\mathrm{N.ΣΒΟ.ΣΩΑ}}$$

Ανάλυση Κυκλοφοριακής ικανότητας στις οδούς πολλών λωρίδων κυκλοφορίας

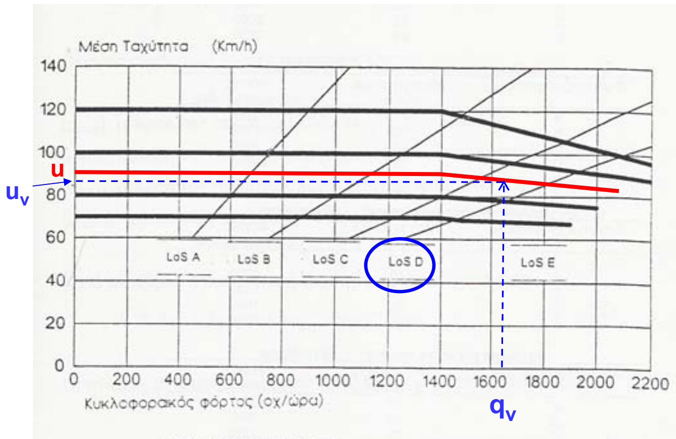
u → ← q_v

Προσδιορισμός της καμπύλη ταχύτητας - φόρτου

↓

Υπολογισμός ταχύτητας από καμπύλη ταχύτητας - φόρτου

↓



Ανάλυση Κυκλοφοριακής ικανότητας στις οδούς πολλών λωρίδων κυκλοφορίας

↓

Υπολογισμός πυκνότητας από φόρτο και ταχύτητα q=u.k

↓

Προσδιορισμός επίπεδου εξυπηρέτησης με βάση την πυκνότητα

Η πυκνότητα υπολογίζεται από την σχέση:

$$k = \frac{q_v}{u_v}$$

Το επίπεδο εξυπηρέτησης μπορεί να προσδιορισθεί από το διάγραμμα φόρτου ταχύτητας ή από την τιμή της πυκνότητας και τον σχετικό πίνακα 2.8 (σελ. 47) που ορίζει το επίπεδο εξυπηρέτησης από την πυκνότητα

2. Συμπληρωματικές Ασκήσεις - Παραδείγματα

Άσκηση : Υπολογισμός μέγιστου φόρτου

Από ανάλυση κυκλοφοριακών μετρήσεων προέκυψε η ακόλουθη σχέση μεταξύ ταχύτητας και πυκνότητας**

$$q = u_f . k - \frac{u_f}{k_{jam}} . k^2$$

Εάν η

1. η ταχύτητα ελεύθερης ροής u_f είναι 80 χλμ./ωρα και
2. η μέγιστη πυκνότητα $k_{jam} = 124$ *οχημ/χλμ*

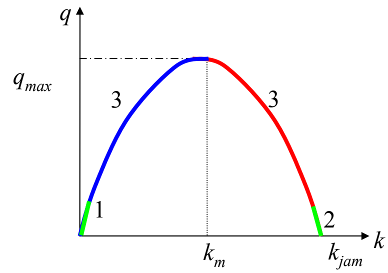
Υπολογίστε την μέγιστη παραγωγικότητα (μέγιστος φόρτος) του οδικού τμήματος, και τις συνθήκες υπό τις οποίες επιτυγχάνεται

** Η σχέση προκύπτει από το μοντέλο του Greenshields $u = u_f . \left(1 - \frac{k}{k_{jam}}\right)$

Από την σχέση $q = u_f . k - \frac{u_f}{k_{jam}} . k^2$ μπορεί να υπολογισθεί ο φόρτος όταν δίδεται η πυκνότητα. Αντίστοιχα από τον φόρτο μπορεί να υπολογισθεί η πυκνότητα. Όμως μία τιμή του φόρτου αντιστοιχεί σε δύο τιμές της πυκνότητας, ανάλογα με το αν βρισκόμαστε σε συνθήκες συμφόρησης ή όχι.

Άσκηση : Υπολογισμός μέγιστου φόρτου

$$\left.\begin{array}{l} q = q_{\max} \quad \Rightarrow \quad \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}k} = 0 \\[2ex] q = u_f.k - \dfrac{u_f}{k_{jam}}.k^2 \end{array}\right\} \Rightarrow$$



$$\frac{\mathrm{d}\left(u_f.k - \dfrac{u_f}{k_{jam}}.k^2\right)}{\mathrm{d}k} = 0 \quad \Rightarrow u_f - \frac{u_f}{k_{jam}}.2.k = 0$$

$$\Rightarrow k_m = \frac{k_{jam}}{2} \quad \boxed{\Rightarrow k_m = \frac{124}{2} = 62 \;\; o\chi \;/\, \omega\rho\alpha}$$

Άσκηση : Υπολογισμός μέγιστου φόρτου

$$\left.\begin{array}{l} q = u_f.k - \dfrac{u_f}{k_{jam}}.k^2 \\[2ex] u_f = 80 \;\; \chi\lambda\mu \;/\, \omega\rho\alpha \\[1ex] k_m = 62 \;\; o\chi \;/\, \chi\lambda\mu \\[1ex] k_{jam} = 124 \;\; o\chi \;/\, \chi\lambda\mu \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad q_{\max} = 80.62 - \frac{80}{124}.62^2 = 2480 \;\; o\chi \;/\, \omega\rho\alpha$$

Άσκηση : Υπολογισμός ταχύτητας σε κατάσταση μέγιστου φόρτου

Θεωρήστε ότι η χαρακτηριτική τιμή της πυκνότητας είναι το ήμισυ της μέγιστης πυκνοτητας

$k_m = 0,5 \times k_{jam}$

Μέσο μήκος οχήματος (μ)	5,5
Απόσταση μεταξύ οχημάτων σε συνθήκες μέγιστης πυκνότητας (μ)	1,0
Ελάχιστος μέσος χρονικός διαχωρισμός	1,5

Ποια είναι η ταχύτητα στη κατάσταση μέγιστου κυκλοφοριακού φόρτου ?

Υπολογισμός ταχύτητας

Θεμελίωδης σχέση της κυκλοφορίας

$$q = u_s \times k$$

Σχέση φόρτου - χρονικού διαχωρισμού

$$\Rightarrow \quad q(x) \approx \frac{1}{\bar{h}(x)}$$

Σχέση Πυκνότητας - χωρικού διαχωρισμού

$$\Rightarrow \quad k(t) \approx \frac{1}{\bar{s}(t)}$$

Θεωρήστε ότι η χαρακτηριτική τιμή της πυκνότητας είναι το ήμισυ της μέγιστης πυκνοτητας

$k_m = 0,5 \times k_{jam}$

Μέσο μήκος οχήματος (μ)	5,5
Απόσταση μεταξύ οχημάτων σε συνθήκες μέγιστης πυκνότητας (μ)	1,0
Ελάχιστος μέσος χρονικός διαχωρισμός	1,5

Ποια είναι η ταχύτητα στη κατάσταση μέγιστου κυκλοφοριακού φόρτου ?

Μέσο μήκος οχήματος (μ)	5,5	=> $s(t) =$ 6,5 =>	$k_{jam} =$ 154 οχ./χλμ
Απόσταση μεταξύ οχημάτων σε συνθήκες μέγιστης πυκνότητας (μ)	1,0	=>	$k_m =$ 77 οχ./χλμ
Ελάχιστος μέσος χρονικός διαχωρισμός (δλ/οχ.)	1,5	=>	$q_{max} =$ 3600/ 1,5 = 2400 οχ./ώρα

Ποια είναι η ταχύτητα στη κατάσταση μέγιστου κυκλοφοριακού φόρτου ?

$u_m = q_{max} / k_m$ = 2400 / 77 = **31,2** χλμ/ώρα

Άσκηση : Υπολογισμός κρουστικών κυμάτων - Α

Ο φόρτος σε υπεραστική οδό είναι $q1$=1600 οχ/ωρα με ταχύτητα $u1$=80χλμ/ωρα. Λόγω ατυχήματος η κυκλοφορία των οχημάτων διακόπτεται. Η μέγιστη πυκνότητα είναι $k2$=200 οχ/χλμ

(α) Ποια είναι η ταχύτητα του κρουστικού κύματος?

(β) ποιος είναι ο ρυθμός αύξησης της ουράς σε οχήματα ανά ώρα?

(α) $k1 = q1/u1$ = 1600/80 = 20οχ/ώρα

$u2$=0, $q2=k2.u2$ = 0

η ταχύτητα του κρουστικού κύματος u_w είναι:

$$u_w = \frac{q2 - q1}{k2 - k1} = \frac{0 - 1600}{200 - 20} = -8{,}9\ \chi\lambda\mu / \omega\rho\alpha$$

(β) Η μέγιστη πυκνότητα είναι $k2$=200 οχ/χλμ, επομένως ο ρυθμός αύξησης της ουράς σε οχήματα είναι:

$$u_w^{ox} = 8{,}9\ \chi\lambda\mu / \omega\rho\alpha \quad \times \quad 200 o\chi / \chi\lambda\mu \quad = 1780 o\chi / \omega\rho\alpha$$

Άσκηση : Υπολογισμός κρουστικών κυμάτων - Β

Σε υπεραστική οδό ο φόρτος είναι 1800 οχ/ώρα/λωρίδα και η πυκνότητα 14,4 οχ/χλμ/λωρίδα.

Για την μείωση της πιθανότητας ατυχήματος, αστυνομικό όχημα εισέρχεται στην οδό και καταλαμβάνει την αριστερή λωρίδα ταξιδεύοντας με 88 χλμ/ώρα. Το αστυνομικό όχημα διανύει ένα τμήμα μήκους 10 χλμ, και στην συνέχεια εξέρχεται από την οδό. Οι οδηγοί δεν προσπερνούν το αστυνομικό όχημα και δημιουργείται μια φάλαγγα οχημάτων με πυκνότητα 20 οχ/χλμ/λωρίδα.

Πόσα οχήματα θα είναι στην φάλαγγα όταν το αστυνομικό όχημα εξέρχεται από την οδό.

Αρχική ταχύτητα

$$u_1 = q_1 / k_1 = 1800 / 14{,}4 = 125\, \chi\lambda\mu / \omega\rho\alpha$$

Ο φόρτος μετά την χρονική στιγμή που το αστυνομικό όχημα εισέρχεται στο οδικό τμήμα

$$q_2 = k_2 . u_2 = 88 \times 20 = 1760\ \ o\chi / \omega\rho\alpha$$

Άσκηση : Υπολογισμός κρουστικών κυμάτων - Β

Η ταχύτητα του κρουστικού κύματος είναι:

$$u_w = \frac{q2 - q1}{k2 - k1} = \frac{1760 - 1800}{20 - 14{,}4} = -7{,}14\ \chi\lambda\mu / \omega\rho\alpha$$

Το αστυνομικό όχημα παραμένει στο οδικό τμήμα για

10χλμ / 88χλμ/ωρα = 0,114 ώρες = 6,84 λεπτά

Θεωρώντας χ.θ. 0+000 την θέση όπου το αστυνομικό όχημα εισέρχεται στο οδικό τμήμα, έχουμε:

Μετά από 6,84 λεπτά το αστυνομικό όχημα θα βρίσκεται στην θέση La = 10 χλμ,

Ενώ το κρουστικό κύμα στην θέση Lw = -7,14 x 0,114 = - 0,81

Επομένως το συνολικό μήκος της φάλαγγας οχημάτων που δημιουργείται είναι:

LF = 10 + 0,81 = 10,81 χλμ.

Και ο αριθμός των οχημάτων στην φάλαγγα : 10,81 x 20 = 216 οχ.

Παραδείγματα υπολογισμού προγράμματος σηματοδότησης

Απλό Παράδειγμα Σηματοδότησης

Σε ισόπεδο κόμβο οι ροές κορεσμού σε κλάδο είναι

S = 1600 οχ/ώρα για κάθε κατεύθυνση (Β → Ν, Ν → Β, Α → Δ, Δ → Α,

Ζητείται το πρόγραμμα σηματοδότησης 2 φάσεων, όταν δίνονται:

- ο συνολικός χρόνος κοινής κόκκινης ένδειξης = 6 δλ/ περίοδο
- απολυμένος χρόνος = 2 δλ/φάση
- Φόρτοι προς κάθε κατεύθυνση

$$v_B = v_N = 600\ \text{οχ/ώρα}, \quad v_\Delta = 400\ \text{οχ/ωρα} \quad v_A = 300\text{οχ/ωρα}$$

Παράδειγμα Σηματοδότησης

$$v_B = v_N = 600\ \text{οχ/ώρα}, \quad v_\Delta = 400\ \text{οχ/ώρα}, \quad v_A = 300\ \text{οχ/ώρα}$$

$$\frac{v_B}{s_N} = \frac{v_N}{s_N} = \frac{600}{1600} = \frac{3}{8}, \qquad \frac{v_\Delta}{s_\Delta} = \frac{400}{1600} = \frac{2}{8}, \qquad y_E = \frac{300}{1600} = \frac{3}{16}$$

ΦΑΣΗ 1 : η ροή Β → Ν και Ν → Β

ΦΑΣΗ 2 : η ροή Α → Δ και Δ → Α

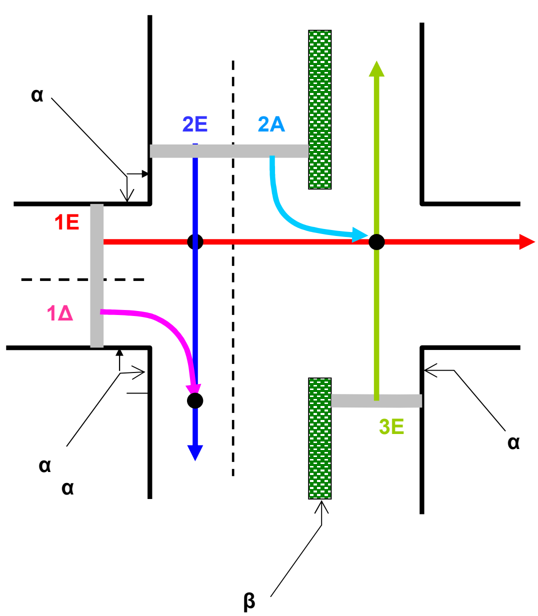
$$\frac{v_1}{s_1} = \frac{3}{8}, \quad \frac{v_2}{s_2} = \max\left\{\frac{2}{8}, \frac{3}{16}\right\} \Rightarrow \sum_i \frac{v_i}{s_i} = \frac{3}{8} + \frac{2}{8} = \frac{5}{8}$$

$$L = 2 + 2 + 6 = 10 \quad \Rightarrow \quad \boxed{c_o = \frac{1.5 \times 10 + 5}{1 - 5/8} = 53\ \delta\lambda.}$$

$$\frac{3/8}{5/8}$$

$$\Rightarrow g_{B-N} \cong \frac{3}{5}(53 - 10) \approx 26\ \delta\lambda.; \quad g_{A-\Delta} \cong \frac{2}{5}(53 - 10) = 17\ \delta\lambda.$$

Μεθοδολογία υπολογισμού προγράμματος σηματοδότησης



Δίδονται τα γεωμετρικά στοιχεία του κόμβου, και οι φόρτοι που εξυπηρετεί

Ζητείται να υπολογισθεί το πρόγραμμα σηματοδότησης

Καθορισμός των φάσεων j : ομαδοποίηση των κινήσεων σε φάσεις

↓

Υπολογισμός ροής κορεσμού κάθε κίνησης i ➔ s_i

↓

Υπολογισμός φόρτου αιχμής κάθε κίνησης i ➔ v_i

↓

Υπολογισμός του λόγου v_i/s_i κάθε κίνησης i

Προσδιορισμός της κρίσιμης κίνησης σε κάθε φάση j, δηλ. της κίνησης που έχει το μεγαλύτερο λόγο v_i/s_i : $v_{i,c}^{j} / s_{i,c}^{j}$,

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΝ ΑΝΑ ΦΑΣΗ

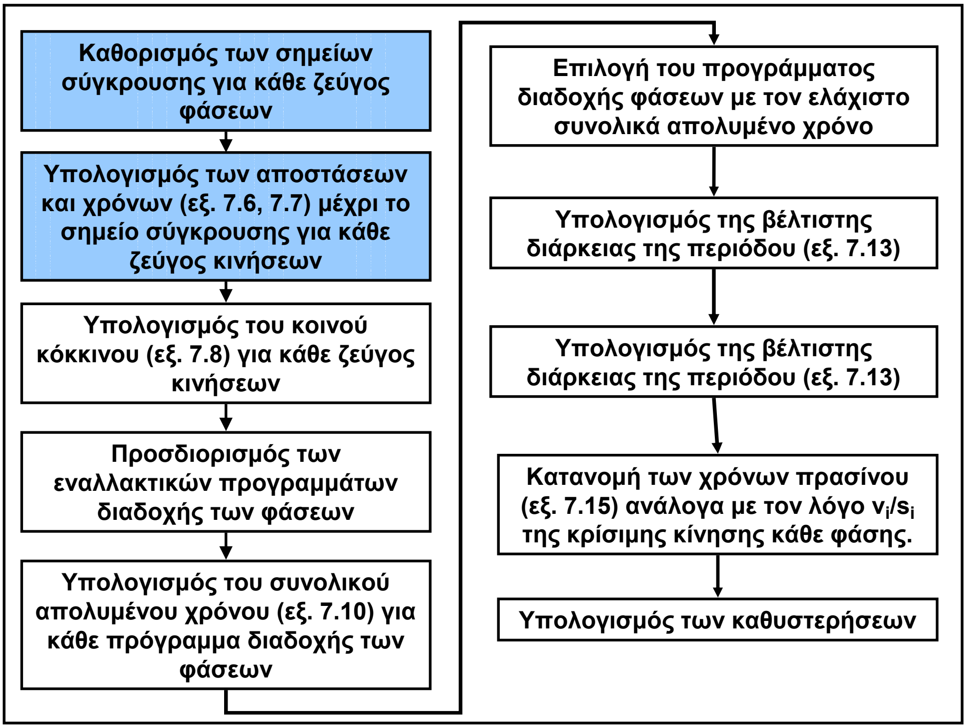
ΦΑΣΗ	ΚΙΝΗΣΗ	Φορτος (v)	ροη κορεσμού (s)	v/s	Κρίσιμη κίνηση		Αναλογία χρόνου πράσινου
A	1E	v1E	S1E	v1E / S1E	max { v1E / S1E, v1Δ / S1Δ }		pA =max { v1E / S1E, v1Δ / S1Δ } / Σ(v/s)
	1Δ	v1Δ	S1Δ	v1Δ / S1Δ			
B	2E	v2E	S2E	v2E / S2E	max { v2E / S2E, v3E / S3E }		pB =max { v2E / S2E, v3E / S3E } / Σ(v/s)
	3E	v3E	S3E	v3E / S3E			
C	2A	v2A	S2A	v2A / S2A	v2A / S2A		pB ={ v2A / S2A} / Σ(v/s)
				ΣΥΝΟΛΟ	Σ(v/s)		1,0000

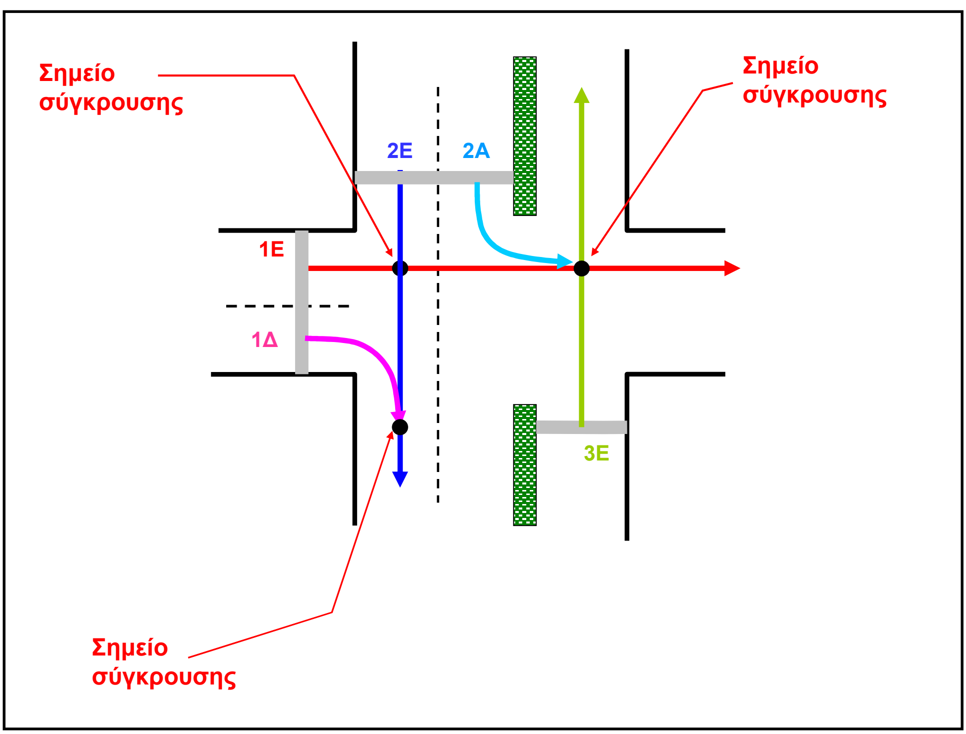
Ο φόρτος κάθε κίνησης
(από τα δεδομένα της άσκησης και χρήση του ΣΩΑ (4.15) – εάν περισσότερες από μια λωρίδες εξυπηρετούν μια κίνηση, ο φόρτος προσαυξάνεται λόγω άνισης κατανομής στις λωρίδες σύμφωνα με την σχέση (4.16))

Η ροή κορεσμού κάθε κίνησης
(από τα δεδομένα της άσκησης και εφαρμογή της σχέσης 4.9)

Προσδιορισμός κρίσιμης κίνησης σε κάθε φάση

αναλογία πράσινου χρόνου κάθε φάσης


Καθορισμός των σημείων σύγκρουσης για κάθε ζεύγος φάσεων
Υπολογισμός των αποστάσεων και χρόνων (εξ. 7.6, 7.7) μέχρι το σημείο σύγκρουσης για κάθε ζεύγος κινήσεων
Υπολογισμός του κοινού κόκκινου (εξ. 7.8) για κάθε ζεύγος κινήσεων
Προσδιορισμός των εναλλακτικών προγραμμάτων διαδοχής των φάσεων
Υπολογισμός του συνολικού απολυμένου χρόνου (εξ. 7.10) για κάθε πρόγραμμα διαδοχής των φάσεων
Επιλογή του προγράμματος διαδοχής φάσεων με τον ελάχιστο συνολικά απολυμένο χρόνο
Υπολογισμός της βέλτιστης διάρκειας της περιόδου (εξ. 7.13)
Υπολογισμός της βέλτιστης διάρκειας της περιόδου (εξ. 7.13)
Κατανομή των χρόνων πρασίνου (εξ. 7.15) ανάλογα με τον λόγο v_i/s_i της κρίσιμης κίνησης κάθε φάσης.
Υπολογισμός των καθυστερήσεων


Σημείο σύγκρουσης
Σημείο σύγκρουσης
2Ε
2Α
1Ε
1Δ
3Ε
Σημείο σύγκρουσης

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ προς ΣΗΜΕΙΟ ΣΥΓΚΡΟΥΣΗΣ

		Από σημείο εκκίνησης της κίνησης				
		1E	**1Δ**	**2E**	**2A**	**3E**
μεχρι διασταυρωση με κίνηση	**1E**	X	X	d(2E-1E)	d(2A-1E)	d(2E-1E)
	1Δ	X	X	d(2E-1Δ)	X	X
	2E	d(1E-2E)	d(1Δ-2E)	X	X	X
	2A	d(1E-2A)	X	X	X	d(3E-2A)
	3E	d(1E-3E)	X	X	d(2A-3E)	X

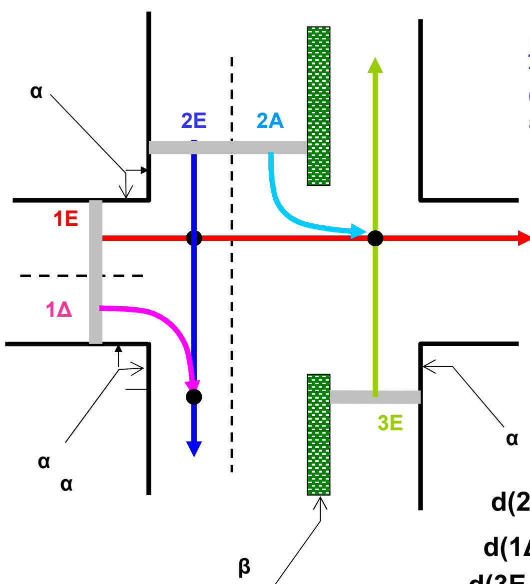
Επισημαίνεται ότι ο πίνακας δεν είναι συμμετρικός π.χ. η απόσταση από το σημείο εκκίνησης της 2Ε μέχρι το σημείο διασταύρωσης με την 1Δ , δεν είναι ίση με την απόσταση από το σημείο εκκίνησης της 1Δ μέχρι το σημείο διασταύρωσης με την 2Ε

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΩΝ ΚΟΙΝΟΥ ΚΟΚΚΙΝΟΥ μεταξύ κινήσεων

		Κίνηση Εκκενωσης				
		1E	**1Δ**	**2E**	**2A**	**3E**
κίνηση εκκίνησης	**1E**	X	X	R(2E-1E)	R(2A-1E)	R(2E-1E)
	1Δ	X	X	R(2E-1Δ)	X	X
	2E	R(1E-2E)	R(1Δ-2E)	X	X	X
	2A	R(1E-2A)	X	X	X	R(3E-2A)
	3E	R(1E-3E)	X	X	R(2A-3E)	X

ο χρόνος κοινού κόκκινου εξαρτάται από τις αποστάσεις μέχρι το σημείο σύγκρουσης, και τις ταχύτητες εκκίνησης και εκκένωσης,

Υπολογισμός αποστάσεων προς σημείο σύγκρουσης



W είναι το πλάτος της λωρίδας

Παραδοχή: Κατά προσέγγιση η πορεία των οχημάτων σε καμπύλες μπορεί να θεωρηθεί ίση με το άθροισμα των εφαπτομένων της τροχιάς τους

Πίνακας αποστάσεων προς σημείο σύγκρουσης

		από			
			2E		
προς					
	1Δ		d(2E-1Δ)		

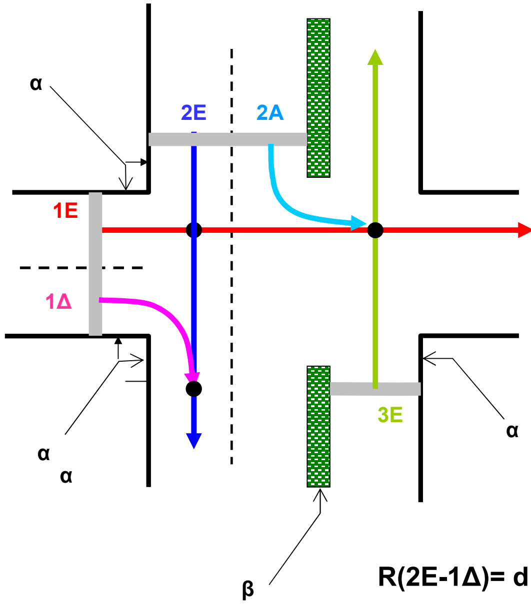
$$d(2E\text{-}1\Delta) = \alpha + W_{1E} + W_{1\Delta} + \alpha$$

$$d(1\Delta\text{-}2E) = \alpha + (W_{2E}/2) + (W_{1\Delta}/2) + \alpha$$

$$d(3E\text{-}1E) = \alpha + W_{1\Delta} + (W_{1E}/2)$$

$$d(1E\text{-}3E) = \alpha + W_{2E} + W_{2A} + \beta + (W_{3E}/2)$$

Υπολογισμός χρόνων κοινού κόκκινου



Παραδοχή:

Ταχύτητα εκκένωσης υ1 = 11m/sec

Ταχύτητα εκκίνησης υ2 = 7m/sec

Ο χρόνος για να διέλθει το όχημα από το σημείο σύγκρουσης, K=1 sec

Πίνακας χρόνου κοινού κόκκινου

Κίνηση εκκίνησης \ Κίνηση εκκένωσης		2E		
1Δ		R(2E-1Δ)		

R(2E-1Δ)= d (2E-1Δ)/11 + 1 - d (1Δ-2E)/7

R(1Δ-2E)= d (1Δ-2E)/11 + 1 - d (2E-1Δ)/7

- Καθορισμός των σημείων σύγκρουσης για κάθε ζεύγος φάσεων
- Υπολογισμός των αποστάσεων και χρόνων (εξ. 7.6, 7.7) μέχρι το σημείο σύγκρουσης για κάθε ζεύγος κινήσεων
- Υπολογισμός του κοινού κόκκινου (εξ. 7.8) για κάθε ζεύγος κινήσεων
- Προσδιορισμός των εναλλακτικών προγραμμάτων διαδοχής των φάσεων
- Υπολογισμός του συνολικού απολυμένου χρόνου (εξ. 7.10) για κάθε πρόγραμμα διαδοχής των φάσεων
- Επιλογή του προγράμματος διαδοχής φάσεων με τον ελάχιστο συνολικά απολυμένο χρόνο
- Υπολογισμός της βέλτιστης διάρκειας της περιόδου (εξ. 7.13)
- Κατανομή των χρόνων πρασίνου (εξ. 7.15) ανάλογα με τον λόγο v_i/s_i της κρίσιμης κίνησης κάθε φάσης.
- Υπολογισμός των καθυστερήσεων

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΩΝ ΚΟΙΝΟΥ ΚΟΚΚΙΝΟΥ μεταξύ κινήσεων

κίνηση εκκίνησης	Κίνηση Εκκενωσης 1Ε	1Δ	2Ε	2Α	3Ε
1Ε	X	X	0,8065	0,0695	-0,4078
1Δ	X	X	0,9188	X	X
2Ε	0,8065	0,1591	X	X	X
2Α	0,8292	X	X	X	0,0565
3Ε	1,5792	X	X	1,2838	X

R(1Δ-2Ε)

Έστω ότι οι τιμές των χρόνων κοινού κόκκινου μεταξύ κινήσεων δίδονται στον πίνακα

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΩΝ ΚΟΙΝΟΥ ΚΟΚΚΙΝΟΥ μεταξύ ΦΑΣΕΩΝ

ΦΑΣΕΙΣ

		A	B	C
		1Ε,1Δ	2Ε,3Ε	2Α
A	1Ε,1Δ		0,9188	0,0695
B	2Ε,3Ε	1,5792		1,2838
C	2Α	0,8292	0,0565	

Επιλέγεται ο μεγαλύτερος χρόνος κοινού κοκκινου για τις κινησεις που εξυπηρετούν οι φασεις

Διαδοχή φάσεων **A,B,C** **1,7052** **A,B,C**

Διαδοχή φάσεων **A,C,B** **3,0318**

Συνολικός απολυμένος χρόνος

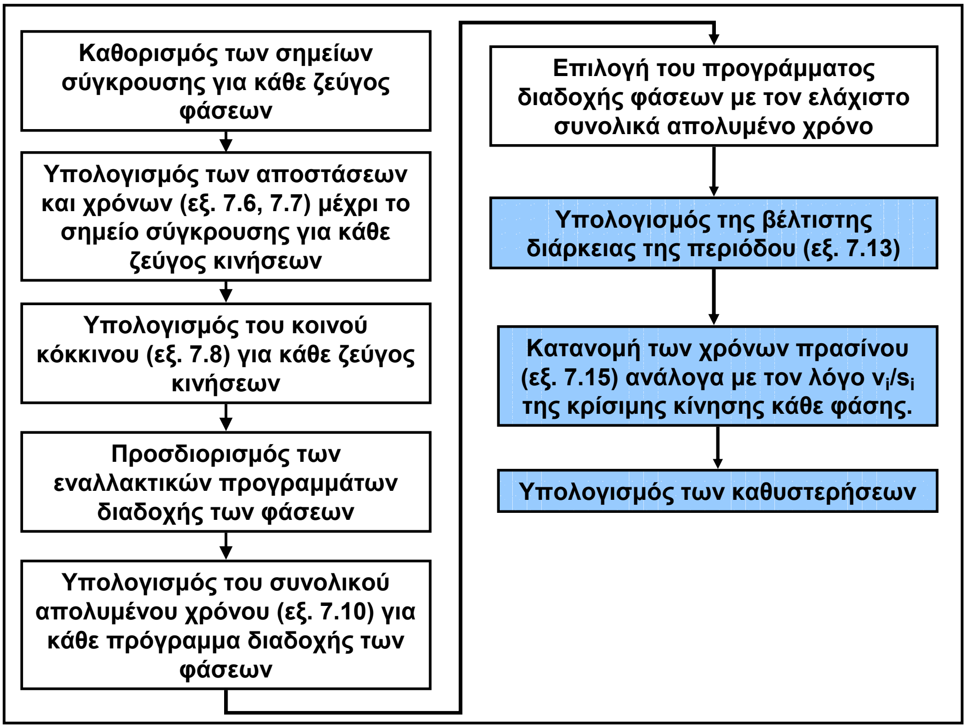
L = 7,7052

Ο χρόνος κοινού κόκκινου για κάθε διαδοχή φάσεων είναι το άθροισμα των χρόνων κοινού κόκκινου για τα ζεύγη των φάσεων που ενεργοποιούνται στο πρόγραμμα σηματοδότησης, π.χ. R(A,B,C) = R(A,B) + R(B,C) + R(C,A) = 1,5792+0,0565+0,0695 = 1,7052

Επιλέγεται εκείνη η διαδοχή των φάσεων που απαιτεί τον χαμηλότερο χρόνο κοινού κόκκινου. Προσθέτοντας τον απολυμένο χρόνο t_A (λόγω καθυστέρησης εκκίνησης και πρόωρης στάσης) που θεωρείται 2 sec ανά φάση, προκύπτει ο συνολικός απολυμένος χρόνος = 3 x 2 + 1,7052

Επισημαίνεται ότι θα πρέπει να εξετασθούν όλα τα εναλλακτικά προγράμματα διαδοχής φάσεων έτσι ώστε να προσδιορισθεί εκείνο που έχει σαν αποτέλεσμα τον χαμηλότερο συνολικό απολυμένο χρόνο.

Στο παράδειγμα που παρουσιάζεται η διαδοχή των φάσεων A,B,C είναι ίδια με την B,C,A και C,A,B, όπως και η διαδοχή φάσεων A,C,B είναι ίδια με την B,A,C και C,B,A



Έχει επιλεγεί η διαδοχή των φάσεων A, B, C όπου ο συνολικός απολυμένος L υπολογίσθηκε ότι είναι 7,7052 secs. Με βάση την τιμή του L και τους **λόγους v_i/s_i για την κρίσιμη κίνηση για κάθε φάση** υπολογίζεται ο βέλτιστη διάρκεια του κύκλου (7.13) .

$$\beta\acute{\varepsilon}\lambda\tau\iota\sigma\tau o\varsigma \quad \kappa\acute{\upsilon}\kappa\lambda o\varsigma: \quad C_o = \frac{1{,}5L + 5}{1 - \sum_i \frac{v_i}{s_i}}$$

Ο χρόνος του ενεργού πρασίνου υπολογίζεται με βάση τον λόγο του φόρτου προς την ικανότητα του δυσμενέστερου ρεύματος δηλ. της κρίσιμης λωρίδας/κίνησης.

$$\frac{g_i}{g} = \frac{\frac{v_i}{s_i}}{\sum_i \frac{v_i}{s_i}} \quad \Rightarrow \quad g_i = \frac{\frac{v_i}{s_i}}{\sum_i \frac{v_i}{s_i}}.(C - L)$$

Για να υπολογισθεί η καθυστέρηση ανά όχημα υπολογίζονται κατ΄ αρχάς ο λόγος του φόρτου προς την ικανότητα (εξ. 4.2) για κάθε ομάδα λωρίδων:

$$X_i = \frac{v_i}{c_i} = \frac{v_i}{s_i \cdot \frac{g_i}{C}} = \frac{\left(\frac{v_i}{s_i}\right)}{\left(\frac{g_i}{C}\right)}$$

Στην συνέχεια εφαρμόζοντας τις σχέσεις (4.4), (4.5) και (4.6) και υπολογίζεται η μέση αναμονή d ανά όχημα για κάθε ομάδα λωρίδων.

Το επίπεδο εξυπηρέτησης προσδιορίζεται από τον πίνακα 4.1 με βάση την μέση αναμονή ανά όχημα που υπολογίσθηκε από την σχέση (4.4).

Το μέσο μήκος της ουράς αναμονής για άφιξη οχημάτων που ακολουθούν την κατανομή Poisson, δίδεται από την σχέση (7.17).

4η άσκηση

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Αγρονόμων - Τοπογράφων Μηχανικών
Τομέας Έργων Υποδομής και Αγροτικής Ανάπτυξης
Εργαστήριο Συγκοινωνιακής Τεχνικής

Μάθημα: Οδοποιία ΙΙ (Κυκλοφοριακή Τεχνική)
Διδάσκων: Μάριος Κονταράτος

Ασκηση 4η: Μελέτη Σηματοδότησης Μεμονωμένου Κόμβου

Σε μεμονωμένο κόμβο, στον οποίο επιτρέπονται οι κινήσεις (στρέφουσες και ευθείες) όπως φαίνονται στο διάγραμμα που ακολουθεί, για να γίνει η μελέτη σηματοδότησης συλλέχθηκαν τα παρακάτω στοιχεία.

Πρόσβαση οχημάτων		(οχ/ ώρα)	% Βαρέα οχήματα	ΣΩΑ	Τύπος αφίξεων	Πρόσβαση πεζών	(πεζοί/ώρα)
Νότια κίνηση	Ευθεία κίνηση	650	7	0,90	4	Δυτική	100
	Στρέφουσα δεξιά	180	2	0,90	4	Ανατολική	100
Βόρεια κίνηση	Ευθεία κίνηση	750	7	0,90	2		
	Στρέφουσα δεξιά	200	2	0,90	2		
Δυτική κίνηση	Στρέφουσα δεξιά	220	8	0,90	3		
	Ευθεία κίνηση	150	8	0,90	3		
	Στρέφουσα αριστερά	280	3	0,90	3		

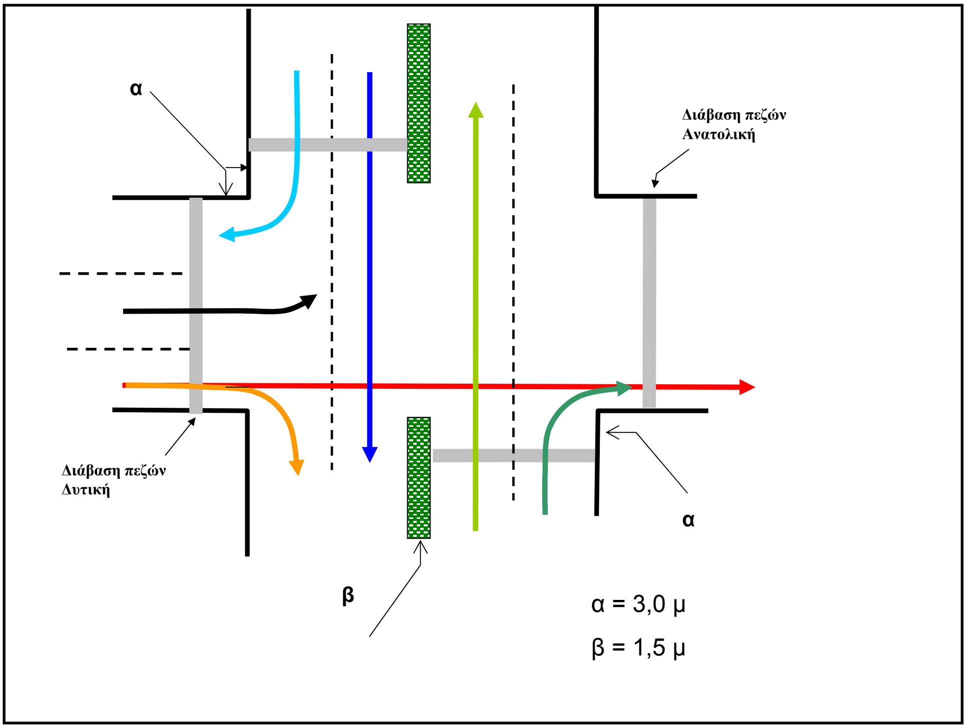
Ο κόμβος βρίσκεται σε επίπεδο έδαφος, ενώ στην ευρύτερη περιοχή απαγορεύεται η στάθμευση και δεν έχουν εγκατασταθεί στάσεις λεωφορείων ή άλλων δημοσίων οχημάτων. Τέλος, οι πεζοί θα εξυπηρετούνται με τη σηματοδότηση χωρίς να έχουν τη δυνατότητα επενέργειας με ειδικό κουμπί.

Να μελετηθεί η σηματοδότηση σταθερού χρόνου του κόμβου, και ιδιαίτερα να υπολογισθούν τα παρακάτω:

1. Η περίοδος που ελαχιστοποιεί τις καθυστερήσεις
2. Η μέση καθυστέρηση κάθε ομάδας κινήσεων καθώς και η στάθμη εξυπηρέτησης
3. Η μέση ουρά οχημάτων αναμονής κάθε κατεύθυνσης
4. Το σηματοδοτικό πρόγραμμα

Τέλος, να διερευνηθεί αν αλλαγές τόσο στη γεωμετρία του κόμβου όσο και στα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά του (στρέφουσες κινήσεις ή ποσοστό βαρέων οχημάτων) βελτιώνουν σημαντικά τις κυκλοφοριακές συνθήκες του κόμβου, αφού γίνεται καλλίτερη εκμετάλλευση της σηματοδότησης.

Όλες οι λωρίδες κυκλοφορίας έχουν πλάτος 3,30μ


α
Διάβαση πεζών
Ανατολική
Διάβαση πεζών
Δυτική
α
β
α = 3,0 μ
β = 1,5 μ