

Ασκήσεις Κόμβων

A1.

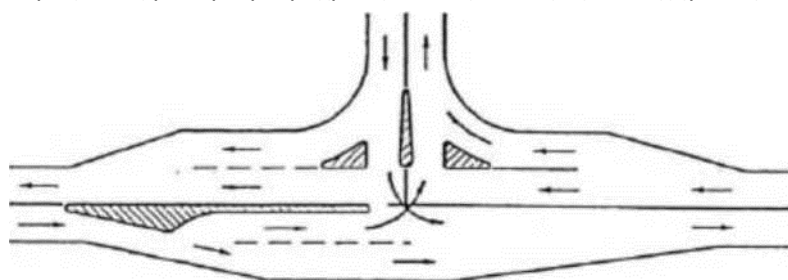
Ο τύπος που θα χρησιμοποιηθεί δίνεται στην εκφώνηση. Πρόκειται για τύπο που προτείνουν οι ΟΣΜΕΟ. Ουσιαστικά μας δίνει το μήκος αλλαγής ταχύτητας με τη μορφή κλάσματος. Συνεπώς, το μήκος αυτό είναι τόσο μεγαλύτερο όσο μειώνεται ο παρανομαστής του. Ο τύπος είναι αντίστοιχος της απόστασης φρεναρίσματος: $s = Vt/3,6 + V^2/[254(f \pm i)]$, όπου οι συντελεστές είναι για τις μονάδες.

Ποια είναι εντονότερη η επιτάχυνση ενός οχήματος ή η επιβράδυνση; Η επιβράδυνση. Άρα, στον τύπο το 1,5 αναφέρεται στην επιβράδυνση και το 1 στην επιτάχυνση. Το \pm προκύπτει με λογική για το αν κατά την κίνηση έχουμε κατηφόρα ή ανηφόρα. Αν φρενάrouμε στην κατηφόρα, τότε θέλουμε μεγαλύτερο μήκος και για να προκύψει μεγαλύτερο μήκος (τιμή) από ένα κλάσμα, θα πρέπει να μειωθεί ο παρανομαστής του, άρα εισαχθεί στον τύπο ως -. Το 5% θα εισαχθεί ως 5.

Από τις 4 περιπτώσεις επιλογής του Πίνακα, η λωρίδα επιτάχυνσης σε αριστερές στροφές είναι αδόκιμη (παρότι υπάρχει μπαίνοντας στην Ξάνθη!).

Πρώτα θα επιλυθεί η άσκηση για ισάδα και κατόπιν έτσι ώστε η ιδιαίτερη λωρίδα αριστερών στροφών να έχει μηκοτομική κλίση 5% κατηφόρα. Έστω ότι πρόκειται για εθνική οδό με $V_e = 90 \text{ km/h}$.

Εξετάζουμε πρώτα την ιδιαίτερη λωρίδα αριστερών στροφών. Εδώ η V_t του τύπου παίρνει την τιμή 0. Διότι για την τιμή αυτή προκύπτει το μεγαλύτερο μήκος λωρίδας αριστερών στροφών: φρενάρισμα μέχρι την ακινητοποίηση του οχήματος.



Η ταχύτητα εισόδου σε κάποια ιδιαίτερη λωρίδα θεωρείται ότι είναι το 75% της ταχύτητας μελέτης, διότι ο οδηγός που έχει κατά νου να στρίψει έχει ήδη ελαττώσει αρκετά την ταχύτητά του.

Εφαρμόζοντας τον τύπο της εκφώνησης έχουμε για ισάδα: $[(0,75 \times 90)^2 - 0^2] / [26(1,5)] = 117 \mu$.

Για την περίπτωση κατηφόρας 5% στην εν λόγω λωρίδα έχουμε: $[(0,75 \times 90)^2 - 0^2] / [26(1,5 - 5/10)] = 175 \mu$,

Σε αυτά τα 175μ θα πρέπει να προστεθεί και το μήκος συσσώρευσης. Θα πρέπει να κάνουμε μια υπόθεση για τον μέγιστο αριθμό οχημάτων που σε κάποια στιγμή αιχμής θα μπορούσαν να αναμένουν στην ιδιαίτερη λωρίδα αριστερής στροφής. Στην πραγματικότητα ο αριθμός προκύπτει από σχετικές κυκλοφοριακές μετρήσεις ή εκτιμήσεις.

Έστω ότι το πολύ να αναμένουν 2 ΙΧ και ένα φορτηγό. Το συνολικό αυτό μήκος συσσώρευσης προκύπτει $2 \times 5 + 15 = 30 \mu$. Τα 30μ θα πρέπει να αθροιστούν στα 175μ, οπότε το μήκος της ιδιαίτερης λωρίδας αριστερών στροφών για κατηφόρα με υψηλή ταχύτητα μελέτης προκύπτει $175 + 30 = 205 \mu$.

Επίσης, θα πρέπει να υπολογίσουμε το μήκος της διεύρυνσης και το μήκος εισόδου. Συνήθως το μήκος διεύρυνσης λαμβάνεται ως $0,75V_e = 0,75 \times 90 = 67,5 \mu$ και το μήκος εισόδου $0,25V_e = 0,25 \times 90 = 22,5 \mu$.

Συνεπώς από αριστερά στο σχηματάκι έχουμε: μήκος διεύρυνσης: 67,5, μήκος εισόδου 22,5μ, μήκος λωρίδας αριστερών στροφών 205μ, εύρος του κόμβου (έστω 15μ) και μήκος από-

διεύρυνσης (πάλι) 67,5μ. Το αθροιστικό μήκος στο οποίο θα έχουμε παρέμβαση και διαπλάτυνση επί της πρωτεύουσας οδού ανέρχεται σε $67,5+22,5+205+15+67,5=377,5\mu$.

Πάμε τώρα στις ιδιαίτερες λωρίδες δεξιών στροφών. Αυτές η αριστερή στο σχήμα είναι επιτάχυνσης και η δεξιά επιβράδυνσης. Στο σχήμα υπάρχουν τριγωνικές κατευθυντήριες λωρίδες, οι οποίες επιτρέπουν μεγαλύτερες ταχύτητες (και πρακτικά στους οδηγούς να μην κατεβάσουν σε πρώτη ταχύτητα στο κιβώτιο, αλλά να ολοκληρώσουν τη στροφή με Δευτέρα). Αν δεν υπήρχε η τριγωνική νησίδα, η ταχύτητα επί της στροφής θα ήταν της α=τάξης των 5-10km/h, ενώ τώρα που υπάρχει τριγωνική νησίδα, αυτή μπορεί να θεωρηθεί 20-25km/h.

Η λωρίδα επιβράδυνσης (η δεξιά) έχει τη μηκοτομική κλίση ως ανηφόρα, άρα βοηθά στην επιβράδυνση του οχήματος, άρα χρειάζεται μικρότερο μήκος άρα μεγαλύτερη τιμή στον παρανομαστή, για να προκύψει μικρότερη η τιμή του κλάσματος, άρα η κλίση θα μπει με +.

Εφαρμόζοντας τον τύπο έχουμε: $[(0,75 \times 90)^2 - 25^2] / [26(1,5 + 5/10)] = 76\mu$ (στρογγυλοποιήσεις και σε ακέραια νούμερα θεωρούνται αποδεκτές στα μήκη λωρίδων).

Η λωρίδα επιτάχυνσης (η αριστερή) έχει τη μηκοτομική κλίση ως ανηφόρα, άρα δυσκολεύει στην επιτάχυνση του οχήματος, άρα χρειάζεται μεγαλύτερο μήκος άρα μικρότερη τιμή στον παρανομαστή, για να προκύψει μεγαλύτερη η τιμή του κλάσματος, άρα η κλίση θα μπει με - . Προσοχή εδώ στον παρανομαστή, λόγω επιτάχυνσης, έχουμε 1 και όχι 1,5.

Εφαρμόζοντας τον τύπο έχουμε: $[(0,75 \times 90)^2 - 25^2] / [26(1 - 5/10)] = 302\mu$. Το μήκος προκύπτει πολύ μεγάλο λόγω υψηλής V_e και ανηφόρας. Γενικά, αν μια λωρίδα αλλαγής ταχύτητας (είτε επιτάχυνσης είτε επιβράδυνσης) προκύψει μεγαλύτερη των 250μ, είναι αποδεκτό να παίρνουμε ως μέγιστο μήκος αυτό των 250μ. Συνεπώς, η απάντηση είναι 250μ.

Και στις δύο περιπτώσεις των λωρίδων δεξιών στροφών θα πρέπει να συνυπολογίσουμε και μήκος διεύρυνσης ίσο με $0,75V_e = 0,75 \times 90 = 67,5\mu$.

A2.

Όλη η ιστορία είναι η διαφοροποίηση στην ορατότητα. Η ρύθμιση της κυκλοφορίας στον δευτερεύοντα κόμβο με ΣΤΟΠ απαιτεί το όχημα να σταματήσει 0,5μ πίσω από την οριογραμμή της οδού και από τη θέση του οδηγού (συν 1,5μ πίσω του προφυλακτήρα μας κάνουν 2μ) να ελέγξει αν έρχεται όχημα στον πρωτεύοντα. Το νόημα είναι, αν έρχεται όχημα και γίνει το λάθος και εισέλθει στον κόμβο, να υπάρχει ο διαθέσιμος χώρος για ασφαλές σταμάτημα του κινούμενου στον πρωτεύοντα, ώστε να αποφευχθεί η φοβερή πλαγιομετωπική ή η νωπαιομετωπική σύγκρουση. Συνεπώς προκύπτει ένα τρίγωνο ελεύθερο εμποδίων με μικρή πλευρά αυτά τα 2μ που ο οδηγός του δευτερεύοντος βρίσκεται πίσω από την οριογραμμή συν, ουσιαστικά το εύρος των λωρίδων κυκλοφορίας, ανάλογα και με την κατεύθυνση από την οποία προσεγγίζει το όχημα) και της μεγάλης πλευράς όπου κινείται το όχημα στην πρωτεύουσα οδό. Το οποίο όχημα θεωρούμε ότι κινείται στη μέση της λωρίδας του. Με τι ταχύτητα θα κινείται; Θεωρούμε ότι θα κινείται με V_e και όχι με την μεγαλύτερη V_{85} , διότι και πλησιάζει σε κόμβο και θα κάνουμε συντηρητική επιλογή για τον χρόνο αντίδρασης (3"). Υπόψη ότι στην πλειοψηφία των κόμβων στις πρωτεύοντες οδούς προηγείται και περιοριστική σήμανση της ταχύτητας με το σήμα P-32 του ΚΟΚ.

Συνεπώς, αν έχουμε $V_e=90\text{km/h}$, εφαρμόζουμε τον τύπο κι έχουμε:

$s = Vt/3,6 + V^2/[254(f \pm i)] = 90 \times 3/3,6 + 90^2/[254(0,2)] = 75 + 159 = 234\text{m}$. Ο συντελεστής τριβής λήφθηκε ως 0,2, το μήκος προέκυψε μεγάλο διότι θεωρήσαμε μεγάλη ταχύτητα μελέτης (εθνική οδός). Ο τύπος έχει εφαρμοστεί για ισάδα ($i=0$).

Τι θα συμβεί αν ο πρωτεύον δρόμος έχει κλίση, πχ 5%. Κατ αρχήν στον τύπο το 5% θα εισαχθεί ως 0,05, αλλά το πρόσημο παραμένει ένα ζήτημα. Θα εφαρμοστεί η λογική: κατηφόρα → μεγαλύτερο μήκος ακινητοποίησης → μικρότερος ο παρανομαστής του κλάσματος, άρα θα πρέπει να εισαχθεί με -.

Αν ο πρωτεύον είναι αμφίδρομος, η μια κατεύθυνση θα έχει την κλίση ως κατηφόρα και η άλλη ως ανηφόρα. Ας υποθέσουμε ότι ο πρωτεύον είναι μονόδρομος και τα οχήματα τα κινούμενα προς τον κόμβο έχουν κατηφόρα. Συνεπώς, θα πρέπει να βρούμε μια τιμή μεγαλύτερη των 234μ.

Έχουμε: $s = Vt/3,6 + V^2/[254(f \pm i)] = 90 \times 3/3,6 + 90^2/[254(0,2 - 0,05)] = 75 + 216 = 291\text{m}$.

Αν τώρα ο πρωτεύον είναι αμφίδρομος, κατά την άλλη κατεύθυνση θα είχαμε:

$s = Vt/3,6 + V^2/[254(f \pm i)] = 90 \times 3/3,6 + 90^2/[254(0,2 + 0,05)] = 75 + 128 = 203\text{m}$.

Έχουμε, δηλαδή ένα ριπίδιο ανεμπόδιστης ορατότητας με μεγάλη πλευρά 291μ προς την ανηφόρα και 203μ προς την κατηφόρα.

Τώρα πάμε στην περίπτωση που θα θέλαμε ο κόμβος να ελέγχεται με σήμα P1. Δηλαδή το όχημα που προσεγγίζει από τον δευτερεύοντα να μην είναι υποχρεωμένο να ακινητοποιηθεί, αλλά να εκτιμά έγκαιρα αν μπορεί να εισέλθει στον πρωτεύοντα, αν δηλαδή υπάρχει επαρκές κενό στο ρεύμα του πρωτεύοντος ώστε να συμβάλει με ασφάλεια. Για να το εκτιμήσει αυτό χρειάζεται πλέον τρίγωνο και όχι ριπίδιο ορατότητας, το οποίο, πάλι να είναι παντελώς ελεύθερο εμποδίων.

Εδώ θα πρέπει να ειπωθεί ότι το επαρκές κενό παραπέμπει σε αποστάσεις, αλλά είναι ίσως προτιμότερο το κενό να αξιολογείται χρονικά. Εκτιμούμε, συνεπώς το χρονικό κενό μεταξύ διαδοχικών κινούμενων οχημάτων στην κύρια οδό. Η προσέγγιση αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι εμπεριέχει και τις ταχύτητες κίνησης των οχημάτων. Τώρα το αποδεκτό κενό για τα οχήματα που παραχωρούν προτεραιότητα για να εισέλθουν σε έναν κόμβο εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, όπως το είδος της μανούβρας, την ιδιοσυγκρασία του οδηγού, τα χαρακτηριστικά του οχήματος, τα πλάτη των οδών (μήκη εν δυνάμει σύγκρουσης), τον χρόνο αναμονής, την πίεση από οδηγούς που περιμένουν από πίσω, το είδος του οχήματος στην οδό προτεραιότητας (δυστυχώς άλλος 'σεβασμός' δείχνεται προς ερχόμενα φορτηγά σε σχέση με δίκυκλα). Αδρομερώς, αναφέρεται ότι για δεξιά είσοδο επαρκεί ένα κενό 4'', για αριστερή στροφή 7'', ενώ για διάσχιση απαιτούνται τουλάχιστον 6'' για αμφότερα τα ρεύματα.

Με τι ταχύτητα κινείται όχημα που προσεγγίζει κόμβο στον οποίο θα παραχωρήσει προτεραιότητα; Έστω με 40km/h. Ο τύπος είναι ο ίδιος, αλλά έστω ότι τώρα ο δευτερεύον δρόμος έχει ανηφόρα 2% πλησιάζοντας στον πρωτεύοντα.

Έχουμε: $s = Vt/3,6 + V^2/[254(f \pm i)] = 40 \times 3/3,6 + 40^2/[254(0,2 + 0,02)] = 33 + 29 = 62\text{m}$.

Συνεπώς σε ένα (ορθογώνιο) τρίγωνο με πλευρές 62 και 291μ θα πρέπει να μην υπάρχει κανένα εμπόδιο για να μπορέσει να ρυθμιστεί ο κόμβος με το σήμα P1.

Σχόλια: μεμονωμένος κορμός δένδρου θεωρείται εμπόδιο; Κατά κανόνα όχι, αφού, αν το φύλλωμα είναι ψηλά δεν εμποδίζει τη συνολική εικόνα ορατότητας.

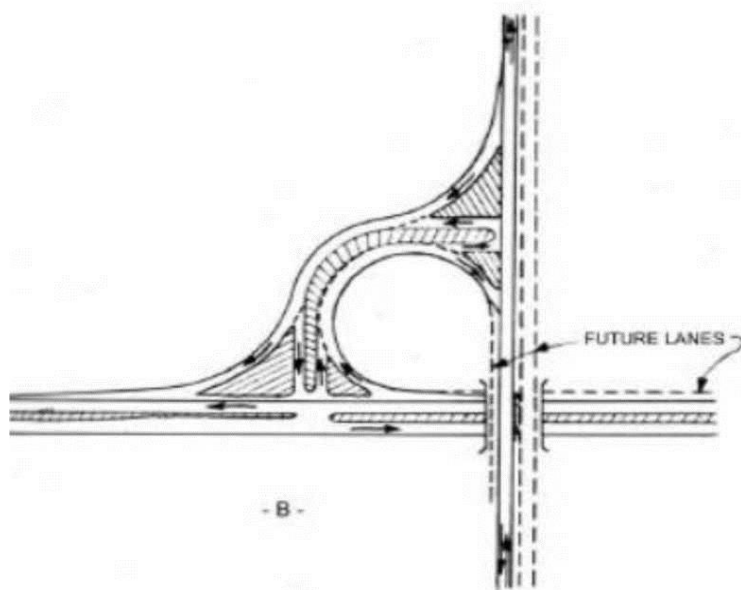
Η δυσκολία, ωστόσο, εξασφάλισης ενός ευρέως τριγώνου ελεύθερου εμποδίων (η οποία συνεπάγεται τακτική επιθεώρηση και συντήρηση, αλλά και ευθύνες σε περίπτωση αστοχιών) οδηγεί στο 99,9% των περιπτώσεων τη ρύθμιση τέτοιας μορφής διασταυρώσεων με σήμα ΣΤΟΠ. Στις μόνες περιπτώσεις, όπου υπερισχύουν τα P1 είναι στις προσβάσεις κυκλικών κόμβων, όπου αναγκαστικά, λόγω της εκτροπής, μειώνονται πολύ οι ταχύτητες, οπότε και οι διαστάσεις των χοανών ορατότητας. Υπόψη ότι η σήμανση είτε με P1 είτε με P2 είναι αναγκαία, αλλιώς ο εισερχόμενος από τον δευτερεύοντα έχει προτεραιότητα, λόγω της βασικής αρχής του ΚΟΚ, αφού κινείται στα δεξιά εκείνων που κινούνται στον πρωτεύοντα δρόμο (για το ένα ρεύμα). Δηλαδή κάποιος από την δευτερεύουσα οδό που θα ήθελε να διασχίσει την πρωτεύουσα θα έμπαινε νομίμως στο ερχόμενο ρεύμα, θα το έκοβε σταματώντας κάθετα και αναμένοντας να ανοίξει το αντίθετο ρεύμα, προς το οποίο οφείλει να παραχωρήσει προτεραιότητα, διότι θα του έρχονταν από δεξιά. Δεν μπορεί να προκύψει πιο επικίνδυνη συνθήκη. Επίσης υπόψη ότι η Πολιτεία έχει υποχρεώσει να μεριμνήσει με

κατάλληλη σήμανση μόνο για τους κόμβους. Πέραν των κόμβων υπάρχουν και ένα σωρό προσβάσεις στο εθνικό και επαρχιακό οδικό δίκτυο από παρόδιες επιχειρήσεις και κατοικίες. Εφόσον η πρόσβαση είναι νόμιμη, απαραίτητο συστατικό στοιχείο της σχετικής αδειδότησης αποτελεί η μελέτη σήμανσης της πρόσβασης. Εφόσον η πρόσβαση δεν είναι αδειδοτημένη, ο εισερχόμενος απλό αυτήν στην οδό είναι παράνομος ούτως ή άλλως, οπότε δεν υφίσταται και ο κανόνας της εκ δεξιών προτεραιότητας του ΚΟΚ.

B1

Εδώ το σημείο κλειδί είναι να θυμηθούμε τι θα πει διασταύρωση. Οι δύο δρόμοι σήμερα συναντώνται ανισόπεδα, δεν υπάρχει καμιά επικοινωνία μεταξύ τους. Δηλαδή η μία βρίσκεται περίπου 6μ υψηλότερα της άλλη στο σημείο συνάντησης.

Κυκλοφοριακές εκτιμήσεις δείχνουν ότι αν υπήρχε δυνατότητα σύνδεσης οι απεικονιζόμενοι φόρτοι θα τη χρησιμοποιούσαν και θα έστριβαν. Η απλούστερη δυνατότητα σύνδεσης είναι με την κατασκευή ενός συνδετήριου κλάδου 90°, ο οποίος, έχων κατάλληλο μήκος, θα γεφυρώνει την υψομετρική διαφορά των δύο αρτηριών. Όλες οι στρέφουσες κινήσεις (μόνο οι στρέφουσες ενδιαφέρουν) θα χρησιμοποιούσαν τον κλάδο για να πάνε στον προορισμό τους. Το ερώτημα είναι ποιο είναι το καταλληλότερο τεταρτημόριο κατασκευής αυτού του κλάδου. Διότι ο κλάδος μπορεί να κατασκευασθεί είτε στο 1°, είτε στο 2°, είτε στο 3°, είτε στο 4° τεταρτημόριο.



Στο σχήμα απεικονίζεται η κατασκευή κλάδου σύνδεσης στο 4° τεταρτημόριο. Η απεικόνιση είναι πλούσια δείχνοντας λωρίδα αριστερών στροφών και τριγωνικές κατευθυντήριες νησίδες. Η απεικόνιση είναι ενδεικτική, για λόγους κατανόησης και δεν αναφέρεται στην επίλυση της άσκησης.

Σε ποιο τεταρτημόριο θα κατασκευασθεί ο συνδετήριος κλάδος. Θα μπορούσαν να μην είναι όλα τα τεταρτημόρια διαθέσιμα, για παράδειγμα σε κάποιο να υπήρχαν κτίσματα ή να απαιτούνταν δυσχερή χωματουργικά έργα, οπότε ίσως κάποιο/α τεταρτημόριο/α αποκλείονταν. Αν όλα είναι διαθέσιμα, τότε εφαρμόζεται το ισχυρό κριτήριο της οδικής ασφάλειας. Δεν έχουν όλοι οι συνδετήριοι κλάδοι σε ένα τεταρτημόριο την ίδια οδική ασφάλεια. Ανάλογα με τις στρέφουσες κινήσεις της εκφώνησης και ανάλογα με το πώς αυτές υλοποιούνται μέχρι να ολοκληρωθούν έχουμε ένα ιδιαίτερο βαθμό οδικής επικινδυνότητας. Στην εκφώνηση δίνονται οι τιμές της οδικής επικινδυνότητας των στοιχειωδών συναντήσεων: μερισμός (1), συμβολή (3) και διασταύρωση (10). Επειδή οι στρέφουσες κινήσεις είναι

διαφορετικές και επειδή εκάστη υλοποιείται με διαφορετικό συνδυασμό των στοιχειωδών συναντήσεων, προκύπτει και διαφορετικό άθροισμα επικινδυνότητας.

Για την επίλυση θα υποθέσουμε εναλλάξ και διαδοχικά ότι ο συνδετήριος κλάδος κατασκευάζεται σε καθένα από τα τεταρτημόρια (δηλαδή θα κάνουμε 4 υποθέσεις). Θα θεωρήσουμε και τις 8 στρέφουσες κινήσεις, θα δούμε πώς βήμα-βήμα υλοποιούνται μέσω του μοναδικού διατιθέμενου συνδετήριου κλάδου και σε πόσες διαδοχικές συμβολές – μερισμούς – διασταυρώσεις μεταφράζονται και συνεπώς, εκάστη των 8 τι άθροισμα οδικής επικινδυνότητας έχει.

Έστω ότι κατασκευάζεται στο I τεταρτημόριο. Θα πρέπει να φανταστούμε πώς υλοποιείται μια εκάστη των 8 στρεφουσών κινήσεων: 80, 50, 40, 50, 120, 50, 40 και 30. Η επίλυση για την πρώτη υπόθεση θα γίνει αναλυτικά.

Η στρέφουσα των 80 οδεύει από τα δεξιά απομακρυνόμενη. Εισέρχεται στον συνδετήριο μερίζοντας (επικινδυνότητα 1) από το κυρίως ρεύμα (των 350 οχημάτων), φτάνει στο τέλος του συνδετήριου και για να απομακρυνθεί (από εμάς - πρόκειται για σχηματική περιγραφή) θα πρέπει να συμβάλει στο κυρίως ρεύμα των 800 οχημάτων. Η επικινδυνότητά της προκύπτει ίση με: $80X1+80X3=320$. Δηλαδή τα εν λόγω 80 στρέφοντα οχήματα συνεισφέρουν στην οδική επικινδυνότητα του συνδετήριου κλάδου, αν κατασκευαστεί στο 1^ο τεταρτημόριο κατά 320 μονάδες.

Θεωρούμε τώρα τη στρέφουσα των 50 οχημάτων, που κινείται από δεξιά προς τα εμάς. Αυτά μπαίνουν με μερισμό στη διατιθέμενη συνδετήρια και φτάνοντας στο τέλος της θα πρέπει να στρίψουν προ τα εμάς. Για να στρίψουν προς τα εμάς, θα πρέπει να φανταστούμε τον εκεί κόμβο μορφής T, θα πρέπει να διασταυρωθούν με το ρεύμα των 800 οχημάτων και να συμβάλουν στο των 1100 οχημάτων. Άρα η συνολική τους επικινδυνότητα είναι: $50X1+50X10+50X3=700$.

Η στρέφουσα των 40 θα πρέπει από εμάς να πάει δεξιά. Οδεύει μέχρι τον πάνω κόμβο μορφής T και εισέρχεται στον συνδετήριο κλάδο μόνο μερίζοντας. Διασχίζει τη συνδετήρια και φτάνει στο άλλο άκρο της, στον άλλο κόμβο μορφής T, όπου για να πάει δεξιά, θα πρέπει να διασταυρωθεί με τα 350 οχήματα και να συμβάλει με τα 500. Συνεπώς η οδική επικινδυνότητά της είναι: $40X1+40X10+40X3=560$.

Η στρέφουσα των 50 θα πρέπει από εμάς να πάει αριστερά. Οδεύει μέχρι τον πάνω κόμβο μορφής T και εισέρχεται στον συνδετήριο κλάδο μόνο μερίζοντας. Διασχίζει τη συνδετήρια και φτάνει στο άλλο άκρο της, στον άλλο κόμβο μορφής T, όπου για να πάει αριστερά, θα πρέπει να συμβάλει με τα 350. Συνεπώς η οδική επικινδυνότητά της είναι: $50X1+50X3=200$.

Η στρέφουσα των 50 θα πρέπει από αριστερά να έρθει προς εμάς. Οδεύει μέχρι τον δεξιό κόμβο μορφής T του συνδετήριου, αλλά για να εισέλθει, πέρα από το να μερίσει από το ρεύμα της των 500 οχημάτων θα πρέπει να διασταυρωθεί και με τα αντιθέτως ερχόμενα των 350. Άρα, 'με το καλημέρα' έχει επικινδυνότητα 1+10. Εισέρχεται στον συνδετήριο τον διασχίζει στο άλλο άκρο, στον άλλο κόμβο μορφής T, όπου για να έρθει προς εμάς, θα πρέπει πάλι να διασταυρωθεί με τα 800 οχήματα και να συμβάλει με τα 1100. Συνεπώς η οδική επικινδυνότητά της είναι: $50X1+50X10+50X10+50X3=1200$.

Η στρέφουσα των 120 θα πρέπει από αριστερά να απομακρυνθεί από εμάς. Οδεύει μέχρι τον δεξιό κόμβο μορφής T του συνδετήριου, αλλά για να εισέλθει, πέρα από το να μερίσει από το ρεύμα της των 500 οχημάτων θα πρέπει να διασταυρωθεί και με τα αντιθέτως ερχόμενα των 350. Άρα, επίσης, εξ αρχής, έχει επικινδυνότητα 1+10. Εισέρχεται στον συνδετήριο τον διασχίζει στο άλλο άκρο, στον άλλο κόμβο μορφής T, όπου για να απομακρυνθεί από εμάς, απλά συμβάλει με τα 800. Συνεπώς η οδική επικινδυνότητά της είναι: $120X1+120X10+120X3=1680$.

Μας έμειναν τα δύο τελευταία στρέφοντα ρεύματα τα ερχόμενα προς εμάς.

Η στρέφουσα των 40 θα πρέπει να έρθει προς εμάς και να στρίψει αριστερά. Οδεύει μέχρι τον 'άνω' κόμβο μορφής T του συνδετήριου, και, επίσης, για να εισέλθει, πέρα από το να μερίσει από το ρεύμα της των 1100 οχημάτων θα πρέπει να διασταυρωθεί και με τα αντιθέτως ερχόμενα των 800. Άρα, έχει επικινδυνότητα 1+10. Εισέρχεται στον συνδετήριο τον διασχίζει στο άλλο άκρο, στον άλλο κόμβο μορφής Τα (τον δεξιά), όπου για να πάει αριστερά, απλά συμβάλει με τα 350. Συνεπώς η οδική επικινδυνότητά της είναι: $40 \times 1 + 40 \times 10 + 40 \times 3 = 560$.

Τέλος, η στρέφουσα των 30 θα πρέπει να έρθει προς εμάς και να στρίψει δεξιά. Οδεύει μέχρι τον 'άνω' κόμβο μορφής T του συνδετήριου, και, επίσης, για να εισέλθει, πέρα από το να μερίσει από το ρεύμα της των 1100 οχημάτων θα πρέπει να διασταυρωθεί και με τα αντιθέτως ερχόμενα των 800. Άρα, έχει επικινδυνότητα 1+10. Εισέρχεται στον συνδετήριο τον διασχίζει στο άλλο άκρο, στον άλλο κόμβο μορφής Τα (τον δεξιά), όπου για να πάει δεξιά, θα πρέπει να διασταυρωθεί με το ρεύμα των 350 και να συμβάλει με τα 500. Συνεπώς η οδική επικινδυνότητά της είναι: $30 \times 1 + 30 \times 10 + 30 \times 10 + 30 \times 3 = 720$.

Συνολικά η σύνδεση των δύο οδών μέσω κλάδου στο 1^ο τεταρτημόριο έχει οδική επικινδυνότητα: $320 + 700 + 560 + 200 + 1200 + 1680 + 560 + 720 = 5940$.

Τώρα ξεχνάμε τον συνδετήριο κλάδο στο 1^ο τεταρτημόριο. Κάνουμε δεύτερη υπόθεση ότι ο συνδετήριος κλάδος κατασκευάζεται στο 2^ο τεταρτημόριο. Τώρα πλέον όλες οι στρέφουσες κινήσεις θα υλοποιηθούν μέσω αυτού και θα δώσουν διαφορετικά στοιχεία οδικής επικινδυνότητας. Συνολικά η επικινδυνότητα προκύπτει ίση με:

$$80(1+3+10) + 50(1+3+10+10) + 40(1+3) + 50(1+3+10) + 50(1+3+10) + 120(1+3) + 40(1+3+10+10) + 30(1+3+10) = 5740.$$

Κατόπιν κάνουμε την 3^η υπόθεση, ότι δηλαδή ο συνδετήριος κλάδος θα κατασκευαστεί στο 3^ο και μόνο τεταρτημόριο. Τώρα η συνολική οδική επικινδυνότητα προκύπτει:

$$80(1+3+10+10) + 50(1+3+10) + 40(1+3+10) + 50(1+3+10+10) + 50(1+3) + 120(1+3+10) + 40(1+3+10) + 30(1+3) = 6940.$$

Και τέλος, η ίδια υπόθεση και ανάλυση για το 4^ο τεταρτημόριο (σχήμα):

$$80(1+3+10) + 50(1+3) + 40(1+3+10+10) + 50(1+3+10) + 50(1+3+10) + 120(1+3+10+10) + 40(1+3) + 30(1+3+10) = 7140.$$

Συγκρίνοντας τις τέσσερις εναλλακτικές θέσεις (τεταρτημόρια) κατασκευής του συνδετήριου κλάδου, προκύπτει ότι με το κριτήριο οδικής ασφάλειας, η κατασκευή στο 2^ο τεταρτημόριο έχει τον χαμηλότερο βαθμό οδικής επικινδυνότητας. Συνεπώς αυτή είναι η προτεινόμενη θέση κατασκευής του. Η 2^η καλύτερη επιλογή είναι στο 1^ο τεταρτημόριο και μάλιστα η διαφορά του από το 2^ο τεταρτημόριο είναι μικρή. Συνεπώς, αν κυριαρχήσουν άλλα κριτήρια, θα μπορούσε να επιλεγεί αυτό.

Ας υποθέσουμε για παράδειγμα ότι η εκφώνηση έλεγε ότι στο 2^ο τεταρτημόριο η κατασκευή συνδετήριου κλάδου θα είχε υψηλό κόστος, διότι θα έπρεπε να σκαφτεί κάποιος λόφος. Στην περίπτωση αυτήν μπορούμε κάλλιστα να επιλέξουμε το 1^ο τεταρτημόριο. Ας υποθέσουμε, πάλι ότι η εκφώνηση έλεγε ότι στο 3^ο τεταρτημόριο υπάρχει βιοτεχνικό συγκρότημα. Η απαλλοτρίωσή του για την κατασκευή συνδετήριου κλάδου θεωρείται ανέφικτη, άρα εξαρχής, στην επίλυση της άσκησης μπορούμε κάλλιστα να μην θεωρήσουμε καθόλου την κατασκευή συνδετήριου εδώ και να κάνουμε τα $\frac{3}{4}$ της δουλειάς.

Σημειώνεται ότι η σχετική επικινδυνότητα 1:3:10 δεν είναι δεδομένη, μπορεί να δοθεί ως 1:5:15, ή κάποια άλλη. Επίσης, αν δεν δοθεί η σχετική επικινδυνότητα θα πρέπει να πάρετε κάποια από μόνοι σας. Συχνά λείπουν κάποια δεδομένα από τις ασκήσεις, τα οποία, ωστόσο, από τις γνώσεις σας, μπορείτε να τα επιλέξετε.

Κοιτώντας με προσοχή τους υπολογισμούς επικινδυνότητας και για τα 4 τεταρτημόρια, βλέπουμε ότι πάντα εμπεριέχονται μερισμός και συμβολή. Αυτό που διαφοροποιείται είναι η ύπαρξη και ο αριθμός διασταυρώσεων των ρευμάτων. Συνεπώς, θα μπορούσαμε να

αγνοήσουμε τελείως συμβολές και μερισμούς. Μπορούμε να θεωρήσουμε μόνο τις διασταυρώσεις. Στην πραγματικότητα όλα τα στρέφοντα ρεύματα, έχοντα από μια μόνο συμβολή και έναν μόνο μερισμό έκαστο, έχουν $(80+50+50+40+50+120+40+30) \times (1+3) = 1840$ μονάδες οδικής επικινδυνότητας. Αυτό είναι σταθερό και δεν μεταβάλλεται. Συνεπώς, για λόγους επιτάχυνσης των υπολογισμών, μπορούμε να αγνοήσουμε μερισμούς και συμβολές και να θεωρήσουμε μόνο τις διασταυρώσεις. Θα προκύψει απαρέγκλιτα το ίδιο αποτέλεσμα που θα ορίζει το λιγότερο επικίνδυνο τεταρτημόριο για την κατασκευή του συνδετήριου κλάδου. Είναι απολύτως αποδεκτό να παραληφθούν μερισμοί και συμβολές, αλλά μια σχετική πρόταση αιτιολόγησης αυτής της παράλειψης θα πρέπει να γραφτεί κατά την επίλυση της άσκησης.

Η άσκηση συνεχίζει και απαιτεί τον υπολογισμό τυχόν ιδιαίτερων λωρίδων αριστερών και δεξιών στροφών.

Εδώ υπάρχει μια δυσκολία να αντιληφθούμε πόσα ακριβώς οχήματα έρχονται και θα χρησιμοποιήσουν αυτές τις πρόσθετες λωρίδες.

Στο σχηματάκι, για παράδειγμα, η ιδιαίτερη λωρίδα αριστερών στροφών από τα αριστερά, θα χρησιμοποιηθεί και από τα στρέφοντα αριστερά (120) και από τα στρέφοντα δεξιά (50) οχήματα. Διότι τα στρέφοντα δεξιά δεν έχουν άλλον τρόπο να υλοποιήσουν τη δεξιά στροφή τους, παρά μόνο μέσω του σχεδιασθέντα κλάδου στο IV τεταρτημόριο και για να μπούν στον κλάδο θα πρέπει να στοιβαχθούν μαζί με τα στρέφοντα αριστερά. Άρα εκεί θα υπήρχε ζήτηση για $120+50=170$ (>60) οχήματα (που σημαίνει ότι απαιτούνταν ιδιαίτερη λωρίδα αριστερών στροφών. Αντίστοιχα, για τα στρέφοντα δεξιά από τον αριστερά-δεξιά δρόμο θα είχαμε $80+50=130$ οχήματα, πάλι θα απαιτούνταν ιδιαίτερη λωρίδα επιβράδυνσης δεξιών στροφών (>120). Για τον δρόμο από-προς εμάς η τυχόν ιδιαίτερη λωρίδα δεξιών στροφών θα χρησιμοποιούνταν από $40+30=70 < 120$ οχήματα, άρα δεν δικαιολογείται και δεν θα κατασκευάζονταν, ενώ για τα στρέφοντα αριστερά, θα είχαμε ζήτηση από $50+40=90 > 60$, άρα θα κατασκευάζονταν. Η αναφορά αυτή στο 4^ο τεταρτημόριο έγινε για λόγους παραδείγματος και μόνο, αφού υπάρχει και το κατάλληλο σχήμα. Στην άσκηση, ωστόσο, έχουμε αποφασίσει ότι ο συνδετήριος κλάδος θα γίνει στο 2^ο τεταρτημόριο. Τώρα για τον για τον δρόμο από-προς εμάς την ιδιαίτερη λωρίδα αριστερών στροφών τη χρησιμοποιούν $40+30=70 > 60$ οχήματα, άρα θα πρέπει να κατασκευασθεί. Την ιδιαίτερη λωρίδα δεξιών στροφών τη χρησιμοποιούν $50+40=90 < 120$, άρα δεν δικαιολογείται οικονομοτεχνικά. Για τον δρόμο αριστερά-δεξιά έχουμε ότι ιδιαίτερη λωρίδα αριστερών στροφών θα χρησιμοποιούν $50+80=130 > 60$ οχήματα, άρα θα κατασκευασθεί και δεξιών $50+120=170 > 120$, άρα, επίσης, θα κατασκευασθεί.

Προχωρώντας στην επίλυση της άσκησης, η εκφώνηση λέει ότι ο από-προς εμάς δρόμος (ο 'κατακόρυφος') έχοντας ταχύτερη αύξηση της κυκλοφορίας του αναβαθμίζεται και κατασκευάζεται και μεσαία διαχωριστική νησίδα. Θα πρέπει να κατανοήσουμε πώς αυτή η μεσαία διαχωριστική νησίδα παρεμποδίζει κάποιες στρέφουσες κινήσεις, οπότε για να υλοποιηθούν οι παρεμποδιζόμενες θα πρέπει να επιλέξουμε σε ποιο τεταρτημόριο θα κατασκευάσουμε νέο συνδετήριο κλάδο. Ο συνδετήριος κλάδος στο 2^ο τεταρτημόριο παραμένει, προφανώς, αλλά τώρα θα πρέπει να εξετάσουμε σε ποιο από τα 3^ο και 4^ο τεταρτημόρια (από την άλλη πλευρά της μεσαίας διαχωριστικής νησίδας σε σχέση με τον υφιστάμενο συνδετήριο κλάδο στο 2^ο, θα πρέπει να κατασκευασθεί. Θα εξετάσουμε μόνο εκείνες τις στρέφουσες κινήσεις που εξαιτίας της διαχωριστικής νησίδας αδυνατούν να υλοποιηθούν από τον υφιστάμενο κλάδο.

Υποθέτουμε ότι θα έχουμε κατασκευή στο 3^ο τεταρτημόριο. Επίσης, τώρα γνωρίζουμε ότι κάθε στροφή πάντα εμπεριέχει έναν μερισμό και μια συμβολή, οπότε εξετάζουμε μόνο τυχόν διασταυρώσεις. Η στρέφουσα των 80 (ίδια σειρά) δεν παρεμποδίζεται από τη νησίδα. Η στρέφουσα των 50 μπαίνει στον υφιστάμενο συνδετήριο του 2^{ου} τεταρτημρίου, αλλά δεν μπορεί κατόπιν να κινηθεί προς εμάς, διότι παρεμποδίζεται από τη νησίδα. Άρα θα θεωρηθεί.

Υλοποιώντας τη στροφή μέσω νέου συνδετήριου στο 3^ο έχουμε ότι οι 50 για να εισέλθουν σε αυτόν θα διασταυρωθούν με το αριστερά-δεξιά ρεύμα των 500, αλλά μετά στρίβουν προς εμάς μόνο με τη μη-θεωρούμενη συμβολή. Άρα η επικινδυνότητα είναι $50 \times 10 = 500$. Συνεχίζοντας, οι 40 και οι 50 που έρχονται από εμάς χρησιμοποιούν τον υφιστάμενο κλάδο. Οι 120 που έρχονται από αριστερά, επίσης χρησιμοποιούν τον υφιστάμενο κλάδο, αλλά οι 50 που έρχονται προς εμάς αδυνατούν. Συνεπώς θα χρησιμοποιήσουν τον νέο κλάδο, αλλά δεν έχουν καμιά διασταύρωση, οπότε δεν μετράμε την επικινδυνότητά τους. Έμειναν οι 40 και οι 30 που έρχονται προς εμάς. Αμφότεροι δεν μπορούν να εισέλθουν στον υφιστάμενο κλάδο, τους παρεμποδίζει η νησίδα. Θα υλοποιήσουν τη στροφή τους μέσω του νέου κλάδου. Από τις δύο στρέφουσες, μόνο οι 40 έχουν διασταύρωση με το ρεύμα των 500 για να πάνε αριστερά. Συνεπώς $40 \times 10 = 400$ και η συνολική θεωρούμενη επικινδυνότητα για τυχόν κατασκευή 2^{ου} συνδετήριου κλάδου στο 3^ο τεταρτημόριο είναι $500 + 400 = 900$.

Τώρα υποθέτουμε ότι ο 2^{ος} συνδετήριος κλάδος δεν θα κατασκευασθεί στο 3^ο, αλλά στο 4^ο τεταρτημόριο. Κατά την ίδια λογική οι μόνες στρέφουσες που δεν υλοποιούνται μέσω του κλάδου στο 2^ο τεταρτημόριο και εμπεριέχουν διασταυρώσεις είναι οι 50 από αριστερά προς εμάς, οι οποίοι, για να εισέλθουν στον υπό θεώρηση συνδετήριο διασταυρώνονται με τους δεξιά-αριστερά 350, όπως και οι 30 οι ερχόμενοι προς εμάς και οδεύοντες δεξιά. Συνεπώς συνολική επικινδυνότητα $50 \times 10 + 30 \times 10 = 800$.

Προκύπτει ότι ο 2^{ος} συνδετήριος κλάδος μετά την κατασκευή μεσαίας διαχωριστικής νησίδας στον 'κατακόρυφο' δρόμο θα γίνει, για λόγους οδικής ασφάλειας στο 4^ο τεταρτημόριο.