

Ε.Μ. Πολυτεχνείο
ΤΑΤΜ/ΤΑΤΑ
ΘΕΜΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ (9^ο Εξάμηνο)
Αν. Καθηγητής: Β. Ψαριανός

Υψομετρική Διαμόρφωση σε Περιοχή Ισόπεδου Κόμβου (RAST-E 1981)

Αποστράγγιση οδού σε περιοχές ισόπεδων κόμβων και συναρμογή των επικλίσεων

Οι επικλίσεις και οι μεταβολές των κλίσεων σε περιοχές κόμβων πρέπει να διαμορφώνονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η απορροή των ομβρίων να ακολουθεί όσο το δυνατό συντομότερο δρόμο.

Κατά τη διαμόρφωση της μεταβολής των κλίσεων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής βασικά στοιχεία:

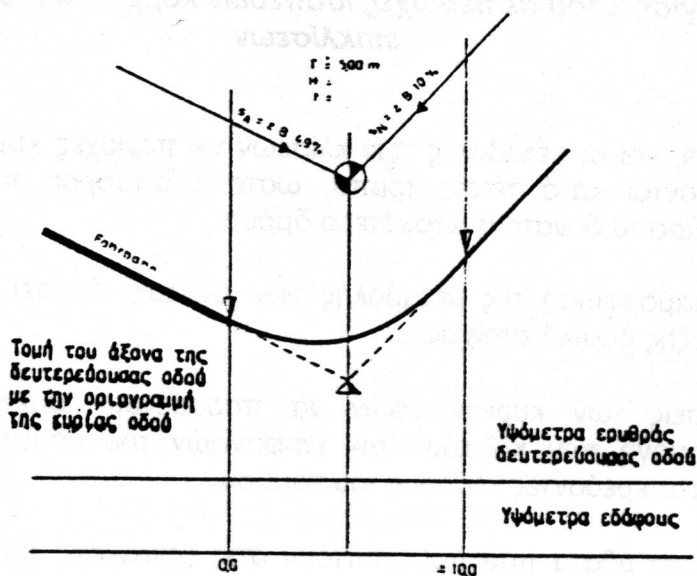
- Οι κλίσεις των κυρίων οδών να παραμένουν αμετάβλητες ενώ η προσαρμογή των κλίσεων των επιφανειών του οδοστρώματος γίνεται στους δευτερεύοντες κλάδους του κόμβου.
- Τα όμβρια ύδατα που προσπίπτουν στις επιφάνειες των δευτερευόντων κλάδων του κόμβου δεν πρέπει να καταλήγουν στην κύρια οδό. Τα υψηλότερα σημεία των κυρτών και τα χαμηλότερα σημεία των κοίλων καμπυλών της μηκοτομής των δευτερευόντων κλάδων του κόμβου πρέπει να βρίσκονται σε περιοχές όπου η επίκλιση επαρκεί για την απορροή των υδάτων ($\alpha=2.5\%$).
- Οι νησίδες μπορούν να διευκολύνουν την απορροή των υδάτων, επειδή κατανέμουν την επιφάνεια του κόμβου (από άποψη απορροής των υδάτων) σε μεμονωμένες περιοχές και διευκολύνουν τη διαμόρφωση σωστών επικλίσεων από άποψη δυναμικής της κίνησης, καθιστώντας δυνατή την τοποθέτηση των χαμηλότερων σημείων με τα φρεάτια στις οριογραμμές των νησίδων.

Προσαρμογή κλίσεων της μηκοτομής της δευτερεύουσας οδού

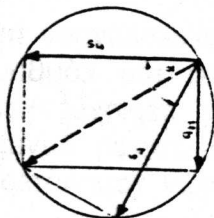
Η επιλογή της πλέον κατάλληλης μεθόδου κατασκευής εξαρτάται από το αν η μηκοτομή του δευτερεύοντα κλάδου του κόμβου θα προσαρμοστεί με ή χωρίς θλάση (διαφορά κλίσης) με την επίκλιση της κύριας οδού και αν προβλέπονται νησίδες στους δευτερεύοντες κλάδους.

Στην περίπτωση χρήσης καμπύλης (και όχι θλάσης) στη μηκοτομή του δευτερεύοντα κλάδου, το ελάχιστο μήκος του τόξου προσαρμογής δεν πρέπει να είναι μικρότερο των 10 μέτρων ($2T \geq 10m$), προκειμένου να διευκολύνεται η εκκίνηση των οχημάτων που αναμένουν στην είσοδο του κόμβου με έντονες κλίσεις.

Στο σχήμα 1 απεικονίζεται η μέθοδος με την οποία επιτυγχάνεται μία συνεχής αλλαγή της κλίσης στη συμβολή μεταξύ της δευτερεύουσας και πρωτεύουσας οδού. Με αρχική κλίση, την προσαρμοσμένη κλίση S_A (υπολογισμός στο σχήμα 2), δηλαδή την κλίση της πρωτεύουσας οδού στην κατεύθυνση του άξονα του δευτερεύοντος δρόμου, και με τελική κλίση αυτή του δευτερεύοντος δρόμου πραγματοποιείται η συναρμογή.



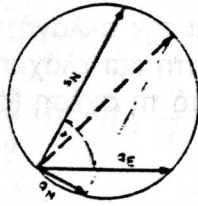
Σχήμα 1: Μηκοτομή δευτερεύουσας οδού.



Σχήμα 2: Προσδιορισμός προσαρμοσμένης κλίσης S_A

Συναρμογή επικλίσεων δευτερεύοντος δρόμου

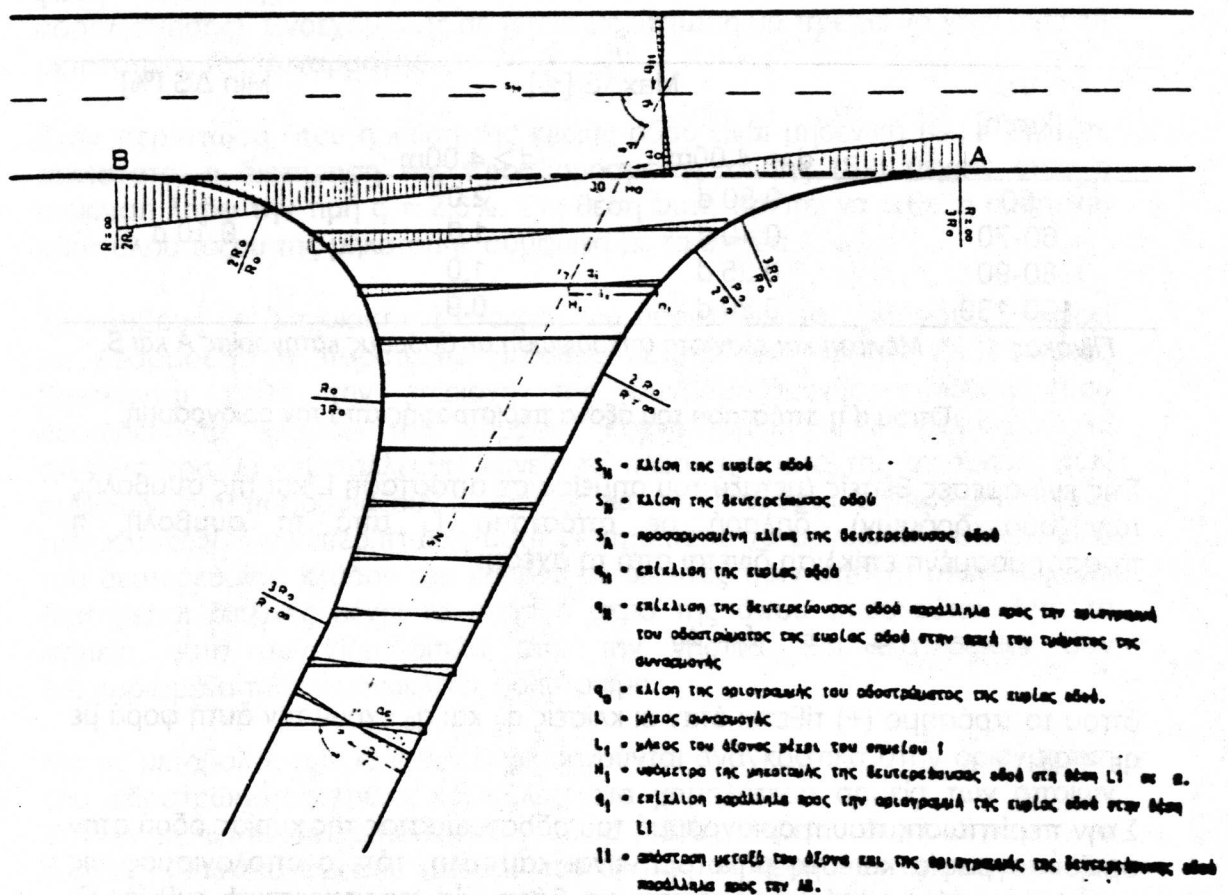
Η προσαρμοσμένη επίκλιση του δευτερεύοντα δρόμου q_E , δηλαδή η κλίση του στην κατεύθυνση τη παράλληλη προς την κυρία οδό, υπολογίζεται στο σχήμα 3, κατ' όμοιο τρόπο με την προσαρμοσμένη κλίση του πρωτεύοντος δρόμου.



Σχήμα 3: Προσδιορισμός της προσαρμοσμένης κλίσης q_E

Η κλίση αυτή, που όπως προσδιορίστηκε είναι παράλληλη τη οριογραμμής του οδοστρώματος της κυρίας οδού, πρέπει να τροποποιηθεί σταδιακά μέσα σε τμήμα μήκους L από τη συμβολή και ανάντι αυτής, ώστε τελικά να λάβει την τιμή q_0 , που είναι η τιμή της επίκλισης της οριογραμμής της κυρίας οδού στην περιοχή της συμβολής.

Η υψομετρική διαμόρφωση του δευτερεύοντα δρόμου φαίνεται στο σχήμα 4, η οποία για να κατασκευαστεί απαιτούνται τα παρακάτω γεωμετρικά στοιχεία.



Σχήμα 4: Συναρμογή της επίκλισης στην περιοχή ισόπεδου κόμβου

Το μήκος συναρμογής της επίκλισης προκύπτει από τη σχέση:

$$L = \frac{q_0 \pm q_e}{\Delta q} \quad [m]$$

όπου το μέγεθος Δq παριστάνει την αλλαγή της επίκλισης σε [%/m], και το οποίο δεσμεύεται από μία μέγιστη και ελάχιστη τιμή. Συγκεκριμένα, τα όρια που μπορεί να πάρει δίνεται από τη σχέση (όταν η περιστροφή γίνεται περί του άξονα της οδού):

$$\frac{\min \Delta S \sin \alpha}{b/2} \leq \Delta q \leq \frac{\max \Delta S \sin \alpha}{b/2}$$

όπου ΔS : η κλίση υπερύψωσης (κλίση οριογραμμών)
 b : πλάτος της δευτερεύουσας οδού
 α : γωνία τομής των αξόνων των δύο οδών

Το πρόσημο στη παραπάνω σχέση τίθεται (-) όταν οι κλίσεις q_0 και q_e έχουν την αυτή φορά, ενώ αντίστοιχα (+) όταν έχουν αντίθετη φορά.

Για διάφορες ταχύτητες σε οδούς κατηγοριών A και B, μέγιστες και ελάχιστες τιμές της υπερύψωσης δίνονται από τον πίνακα:

Ve [km/h]	Max ΔS [%]		Min ΔS [%]
	d < 4.00m	d \geq 4.00m	
50	0.50 d	2.0	0.10 d
60-70	0.40 d	1.6	
80-90	0.25 d	1.0	
100-130	0.20 d	0.9	

Πίνακας 1: Μέγιστη και ελάχιστη υπερύψωση σε δρόμους κατηγορίας A και B.

Όπου d η απόσταση του άξονα περιστροφής από την οριογραμμή.

Στις ενδιάμεσες θέσεις (μεταξύ του σημείου σε απόσταση L και της συμβολής των δύο δρόμων), δηλαδή σε απόσταση L_i από τη συμβολή, η προσαρμοσμένη επίκλιση δίνεται από τη σχέση:

$$q_i = q_0 \pm L_i \Delta q$$

όπου το πρόσημο (+) τίθεται όταν οι κλίσεις q_e και q_0 έχουν την αυτή φορά με $q_e > q_0$.

Στην περίπτωση, που η οριογραμμή του οδοστρώματος της κυρίας οδού στην οριζοντιογραφία και στη μηκοτομή είναι καμπύλη, τότε ο υπολογισμός της προσαρμοσμένης επίκλισης γίνεται με βάση μία προσεγγιστική ευθεία. Οι

προκύπτουσες από την προσέγγιση αυτή αποκλίσεις από τη συναρμογή της επίκλισης πρέπει να εξομαλύνονται κατά τη κατασκευή του οδοστρώματος.

Το υψόμετρο της οριογραμμής της δευτερεύουσας οδού στη θέση L_i δίνεται από τη σχέση:

$$h_i = H_i + q_i \frac{b^*/2}{\sin \alpha} = H_i + q_i l_i$$

Το μήκος l_i ισούται με την απόσταση του άξονα του δευτερεύοντος δρόμου στη συγκεκριμένη θέση από την οριογραμμή του αλλά σε παράλληλη κατεύθυνση με την κύρια οδό. Δηλαδή, είναι η απόσταση από τον άξονα που έχει επίκλιση ίση με την προσαρμοσμένη επίκλιση. Το μήκος αυτό δεν είναι σταθερό, κυρίως γιατί σε μικρή απόσταση από τη συμβολή κατασκευάζονται καμπύλες προσαρμογής των οριογραμμών (τρίτοξα). Γι' αυτό και το πλάτος του δευτερεύοντος δρόμου δεν είναι σταθερό στην περιοχή του τριτόξου και συμβολίζεται με (b^*) .

Κατά τη μετάβαση σε μία επίκλιση με αντίθετη φορά πρέπει να δοθεί προσοχή στο ότι δεν πρέπει να συμπέσει η περιοχή με πολύ μικρές επικλίσεις ($q \leq 2.5\%$) με την περιοχή μηδενικής κλίσης ($s \cong 0\%$), γιατί τότε δημιουργείται ζώνη μηδενικής απορροής (στάσιμα ύδατα που ενέχουν κίνδυνο υδρολίθωσης). Ενδεχομένως σε τέτοια περίπτωση θα πρέπει να γίνει σχετική μετατόπιση της συναρμογής.

Στην περίπτωση, που η κλίση της κύριας οδού είναι μηδενική ($S_H = 0$), τότε συνίσταται η διατήρηση της προσαρμοσμένης κλίσης (S_A) μέχρις ότου η επίκλιση λάβει την τιμή $q = 2.5\%$. Στη θέση αυτή πρέπει να τεθεί η αρχή του καμπύλου τόξου της μηκοτομής σύμφωνα με το σχήμα 1.

Σε κόμβους με διαχωριστικά στοιχεία του οδοστρώματος (σταγόνες) μπορεί να εφαρμοσθεί η παραπάνω μέθοδος με τον ίδιο τρόπο. Οι σταγόνες βρίσκονται μέσα την περιοχή της συναρμοζόμενης επίκλισης του δευτερεύοντα κλάδου του κόμβου. Συχνά όμως είναι καλύτερα και απλούστερα να εκμεταλλευθεί κανείς τα πλεονεκτήματα της απορροής των ομβρίων, που παρουσιάζουν οι νησίδες, κατά τη διαμόρφωση των μεταβολών των κλίσεων. Στην περίπτωση αυτή μετατρέπεται το μονοκλινές οδόστρωμα του δευτερεύοντα κλάδου του κόμβου σε δικλινές πριν από τη σταγόνα, ενώ διατηρείται δικλινές μέχρι το οπίσθιο άκρο της όπου περατούται. Από το σημείο αυτό συνεχίζει δίπλα από την νησίδα, και εκατέρωθεν σαν διαχωρισμένο πλέον μονοκλινές οδόστρωμα.

Με τις μεταβολές των κλίσεων δημιουργούνται αναγκαστικά στην οριογραμμή του οδοστρώματος κοίλες καμπύλες, στα χαμηλότερα σημεία των οποίων συγκεντρώνεται το επιφανειακό ύδωρ. Στα σημεία αυτά πρέπει να τοποθετηθούν τα φρεάτια εισόδου του ύδατος. Η θέση των σημείων αυτών προκύπτει από τα υψόμετρα της οριογραμμής του οδοστρώματος. Το επιφανειακό ύδωρ πρέπει επίσης να συλλέγεται με πρόσθετα φρεάτια που θα

τοποθετούνται σε σημεία, που θα βρίσκονται υψηλότερα από τις θέσεις διάβασης των πεζών.

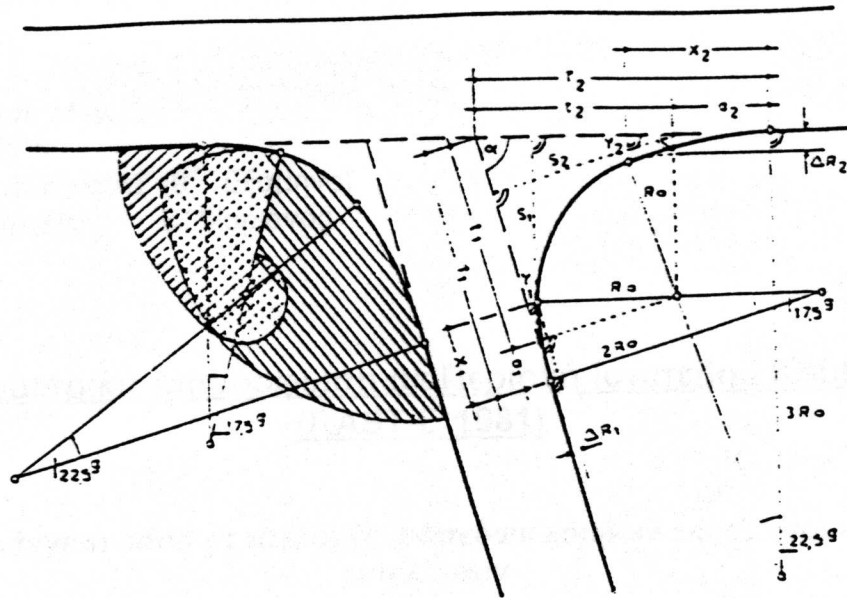
Κατασκευή τριτόξων

Η προσαρμογή των οριογραμμών του δευτερεύοντα δρόμου στην περιοχή της συμβολής γίνεται με την κατασκευή πολλαπλών τόξων, ώστε η κίνηση των οχημάτων να πραγματοποιείται ομαλά. Το τρίτοξο αποτελείται από ένα κυκλικό τόξο το οποίο περιβάλλεται από ένα άλλο διπλάσιας ακτίνας (αντί άλλης συναρμογής, π.χ. κλωθειδούς) στο δευτερεύοντα κλάδο, και από τόξο τριπλάσιας ακτίνας (αντί κλωθειδούς) στην οριογραμμή του πρωτεύοντα δρόμου. Η επιλογή της ακτίνας αυτής (R_0) εξαρτάται από τη γωνία συμβολής, και προσδιορίζεται από τον παρακάτω πίνακα.

Γωνία συμβολής α	75gon	100gon	125gon
Ακτίνα τόξου R_0	6.00m	8.00m	12.00m

Πίνακας 2: Ακτίνα τρίτοξου

Η κατασκευή γίνεται με βάση το σχήμα 5. Τα στάδια περιλαμβάνουν την επιλογή της ακτίνας, τον υπολογισμό των τμημάτων T_1 και T_2 , και την εύρεση των κέντρων των δύο κύκλων με τη διπλάσια και την τριπλάσια ακτίνα. Πρέπει να τονιστεί ότι η επίκεντρες γωνίες των δύο αυτών τόξων είναι δεδομένες και ίσες με 17.5g και 22.5g αντίστοιχα.



$$\Delta R_1 = 2R_0 - R_0 - \cos 17,5^\circ \cdot R_0 = R_0 \cdot 0,0375$$

$$\Delta R_2 = 3R_0 - R_0 - \cos 22,5^\circ \cdot 2R_0 = R_0 \cdot 0,1216$$

$$s_1 = R_0 - \Delta R_2 - (R_0 - \Delta R_1) \cos \alpha$$

$$s_2 = R_0 - \Delta R_1 - (R_0 - \Delta R_2) \cos \alpha$$

$$t_1 = \frac{s_1}{\sin \alpha} \quad t_2 = \frac{s_2}{\sin \alpha}$$

$$T_1 = t_1 \cdot a_1 \quad T_2 = t_2 \cdot a_2$$

$$T_1 \text{ και } T_2 \text{ για } R_0 = 800 \text{ m.}$$

$$T_1 = 2,17 \cdot 830 \text{ ctg} \alpha = \frac{899}{\sin \alpha}$$

$$T_2 = 5,54 \cdot 899 \text{ ctg} \alpha = \frac{830}{\sin \alpha}$$

$$a_1 = R_0 \sin 17,5^\circ = R_0 \cdot 0,2714$$

$$a_2 = 2R_0 \sin 22,5^\circ = R_0 \cdot 0,6922$$

$$x_1 = 2R_0 \sin 17,5^\circ = R_0 \cdot 0,5429$$

$$x_2 = 3R_0 \sin 22,5^\circ = R_0 \cdot 1,0184$$

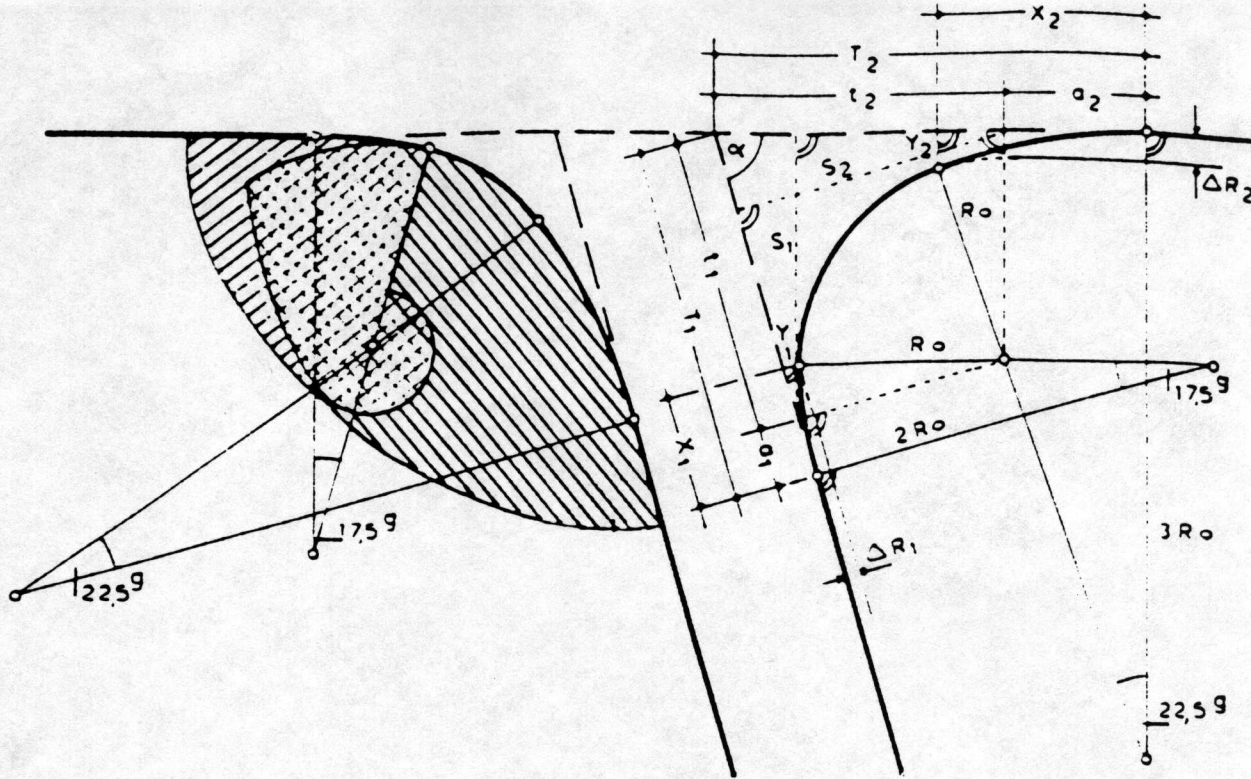
$$y_1 = 2R_0 - \cos 17,5^\circ \cdot 2R_0 = R_0 \cdot 0,0751$$

$$y_2 = 3R_0 - \cos 22,5^\circ \cdot 3R_0 = R_0 \cdot 0,854$$

$$x_1 = 4,34 \text{ m} \quad x_2 = 8,31 \text{ m}$$

$$y_1 = 0,60 \text{ m} \quad y_2 = 1,48 \text{ m}$$

Σχήμα 5: Στοιχεία κατασκευής τρίτοξου



$$\Delta R_1 = 2R_0 - R_0 - \cos 17,5^\circ \cdot R_0 = R_0 \cdot 0,0375$$

$$\Delta R_2 = 3R_0 - R_0 - \cos 22,5^\circ \cdot 2R_0 = R_0 \cdot 0,1236$$

$$S_1 = R_0 + \Delta R_2 + (R_0 + \Delta R_1) \cdot \cos \alpha$$

$$S_2 = R_0 + \Delta R_1 + (R_0 + \Delta R_2) \cdot \cos \alpha$$

$$t_1 = \frac{S_1}{\sin \alpha}$$

$$t_2 = \frac{S_2}{\sin \alpha}$$

$$T_1 = t_1 \cdot a_1$$

$$T_2 = t_2 \cdot a_2$$

$$T_1 \text{ και } T_2 \text{ για } R_0 = 8,00 \text{ m.}$$

$$T_1 = 2,17 \cdot 8,30 \operatorname{ctg} \alpha \cdot \frac{8,99}{\sin \alpha}$$

$$T_2 = 5,54 \cdot 8,99 \operatorname{ctg} \alpha \cdot \frac{8,30}{\sin \alpha}$$

$$a_1 = R_0 \sin 17,5^\circ = R_0 \cdot 0,2714$$

$$a_2 = 2R_0 \sin 22,5^\circ = R_0 \cdot 0,6922$$

$$X_1 = 2R_0 \sin 17,5^\circ = R_0 \cdot 0,5429$$

$$X_2 = 3R_0 \sin 22,5^\circ = R_0 \cdot 1,0384$$

$$Y_1 = 2R_0 - \cos 17,5^\circ \cdot 2R_0 = R_0 \cdot 0,0751$$

$$Y_2 = 3R_0 - \cos 22,5^\circ \cdot 3R_0 = R_0 \cdot 0,854$$

$$X_1 = 4,34 \text{ m}$$

$$X_2 = 8,31 \text{ m}$$

$$Y_1 = 0,60 \text{ m}$$

$$Y_2 = 1,48 \text{ m}$$

Σχήμα 5: Στοιχεία κατασκευής τρίτοξου