

Λάθη σε σκαριφηματικές χαράξεις

Συχνά λείπουν κάποιες μονάδες στις εξετάσεις για να συμπληρωθούν οι 10 (θεωρία).

1° Το βασικότερο είναι να αναγνωρίσετε αν το σκαρίφημα αναφέρεται σε μηκοτομή ή οριζοντιογραφία. Το συγκεκριμένο αναφέρεται σε μηκοτομή 100%, διότι έχουμε μηκοτομικές κλίσεις ($i\%$), μεγάλες ακτίνες συναρμογής (τάξη μεγέθους) και δεν δίνονται γωνίες. Στα μηκοτομικά σκαριφήματα οι γωνίες δεν παίζουν ρόλο. Επίσης, στα μηκοτομικά σκαριφήματα υποθέτουμε τα κεκλιμένα μήκη είναι πολύ-πολύ κοντά στα οριζόντια.

Η ταχύτητα μελέτης είναι το 1° δεδομένο το οποίο καθορίζει τα στοιχεία σχεδίασης, τα οποία και φαίνονται στο σκαρίφημα μηκοτομής. Στους ΟΜΟΕ-Χ, στη σελίδα 73/80 δίνονται όλα τα στοιχεία χάραξης. Για $V_e=60\text{km/h}$, έχουμε να επιλέξουμε σε τι έδαφος θα θεωρήσουμε ότι βρίσκεται ο δρόμος. Συχνά στις ασκήσεις κάποια δεδομένα λείπουν και θα πρέπει εμείς να τα υποθέσουμε. Υποθέτουμε εδώ ότι το έδαφος είναι λοφώδες. Επίσης, η τιμή της V_e συνεπάγεται ότι έχουμε οδό με ενιαίο οδόστρωμα και όχι αυτοκινητόδρομο.
Άρα: $i_{\max} = 7\%$, $R_{p\min}=2000\text{m}$ $R_{\lambda\min} =1900\text{m}$.

Οι σκαριφηματικές ασκήσεις σχολιασμού έχουν ένα σωρό λάθη, τα οποία ακριβώς πρέπει να αναγνωρίσετε.

Στα τμήματα 34, 67 και 7B ξεπερνιέται η μηκοτομική κλίση. Μπορεί να σχολιασθεί ότι στο 67 η υπέρβαση είναι μικρή.

Επίσης, μπορεί να σχολιασθεί ότι η μηδενική κλίση στο τμήμα 56 πιθανώς να δημιουργεί ζήτημα απομάκρυνσης του νερού από την πλευρική αποχετευτική τάφρο (λοφώδες έδαφος). Εάν η κλίση μεταβάλλονταν στο 0,1% προς το 6, θα είχαμε απορροή, θα είχαμε την κορυφή $6 \cdot 300 \cdot 0,001 = 0,3$ μέτρα χαμηλότερα (αμελητέα επιρροή στα χωματουργικά) και θα μειώναμε τη μικρή υπέρβαση της μηκοτομικής κλίσης στο 67, διότι, αφού η κορυφή 6 θα βρίσκεται χαμηλότερα 0,3m, η κλίση θα γίνει από 7,5%, 7,3%.

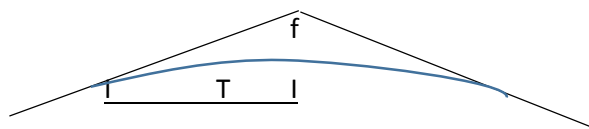
Για τις μηκοτομικές καμπύλες συναρμογής, θα πρέπει να αναγνωρισθεί ποιες είναι κυρτές και ποιες κοίλες. Λάθη σε αυτό το θέμα είναι σοβαρά. Σκεφτόμαστε την κίνηση του οχήματός μας.

Στην κορυφή 1 έχουμε μικρότερη συναρμογή της επιτρεπόμενης (2000), επίσης και στην 4. Για τις κοίλες (1900) έχουμε υπέρβαση στις 2 και 3.

Δηλαδή, η σκαριφηματική μηκοτομή πάσχει σε τόσα πολλά στοιχεία της, που οφείλουμε να σχολιάσουμε ότι η επιλεγείσα V_e δεν βγαίνει. Θα πρέπει να πάμε σε χαμηλότερη V_e . Αν θεωρήσουμε ότι θα είχαμε $V_e=50\text{km/h}$, τότε από τους ΟΜΟΕ-Χ θα προέκυπτε : $i_{\max} = 8\%$, $R_{p\min}=800\text{m}$ $R_{\lambda\min} =1350\text{m}$.

Με αυτήν τη νέα ταχύτητα μελέτης θα είχαμε υπέρβαση μηκοτομικής κλίσης μόνο στο τμήμα 34. Στην κορυφή 1 η κυρτή καμπύλη συναρμογής είναι μικρότερη της επιτρεπόμενης, όπως και οι κοίλες στις κορυφές 2 και 3. Εξακολουθούμε, δηλαδή, να έχουμε παραβάσεις. Οι ΟΜΟΕ-Χ δεν δίνουν στοιχεία χάραξης για χαμηλότερη ταχύτητα. Θα πρέπει να καταφύγουμε σε παλιότερους κανονισμούς. Μπορούμε να σχολιάσουμε ότι αν σκάβαμε στη κορυφή 4 βαθύτερα κατά $(9-8) \cdot 300 = 3$ μέτρα, θα πετυχαίναμε τη μέγιστη μηκοτομική κλίση του 8%. Σε κάθε περίπτωση εδώ σταματάει η περαιτέρω ανάλυση. Στο εξής προχωρούμε θεωρώντας ότι έχουμε $V_e=50\text{km/h}$.

Θα πρέπει τώρα να υπολογίσουμε τις εφαπτομένες εκάστης μηκοτομικής καμπύλης. Υπάρχει, στα κριτήρια ορθής χάραξης το 25, κατά το οποίο θα πρέπει $T > Ve$.

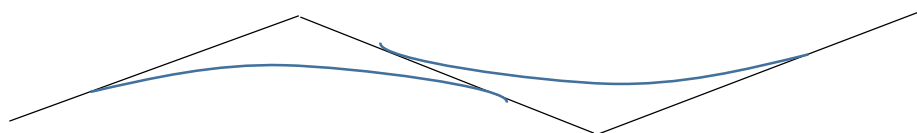


Βασικό τυπολόγιο μηκοτομής: $T = R\Delta i\%/200$, $f = T^2/2R$

$T_1 = 500 \times 13,5 / 200 = 34\text{m}$, $T_2 = 750 \times 12 / 200 = 45\text{m}$, $T_3 = 1000 \times 4 / 200 = 20\text{m}$,
 $T_4 = 1500 \times 16 / 200 = 120\text{m}$, $T_5 = 2000 \times 7 / 200 = 70\text{m}$, $T_6 = 3500 \times 7,5 / 200 = 131,25\text{m}$,
 $T_7 = 3500 \times 15,5 / 200 = 271\text{m}$.

Βλέπουμε ότι στις κορυφές 1, 2 και 3 οι καμπύλες συναρμογής είναι αρκετά απότομες και δημιουργούν συνθήκες μη-άνεσης.

Υπάρχει, ωστόσο, κι ένα σημαντικότερο κριτήριο, αυτό της κατασκευασιμότητας, ως προς το οποίο η σκαριφηματική μηκοτομή θα πρέπει να ελεγχθεί. Να ελεγχθεί, δηλαδή, αν διαδοχικές καμπύλες χωράν. Δηλαδή, αν $T_n + T_{n+1} <$ από τις αποστάσεις των κορυφών n και $(n+1)$. Αν είναι μεγαλύτερο δεν θα χωράν:



Δεν χρειάζεται ο έλεγχος να γίνει σε κάθε ευθύγραμμο μηκοτομικό τμήμα, αρκεί να εκτιμήσουμε σε ποιο δεν θα χωράει. Προς τούτο θα πρέπει τα υπολογισθέντα T_n να είναι μεγάλα σε σύγκριση με το μήκος του τμήματος.

Το 67, για παράδειγμα είναι μόλις 150m όταν το T_6 είναι 131,25m και το T_7 271m

$T_6 + T_7 = 131,25 + 271 = 402,25 > 150\text{m}!$

Στο τμήμα 67 η σκαριφηματική μηκοτομή είναι μη-κατασκευάσιμη.

Η πληρέστερη επίλυση βαθμολογείται με 10, όχι η τέλεια.

2°

Εδώ είμαστε 100% βέβαιοι ότι πρόκειται για σκαρίφημα οριζοντιογραφίας (σο) διότι έχουμε γωνίες (προσοχή: πάντα σε βαθμούς, μια ορθή γωνία έχει 100 βαθμούς), έχουμε μικρότερες ακτίνες και δεν έχουμε κλίσεις.

Η εκφώνηση δίνει $V_e = 50\text{km/h}$. Πάμε πάλι στις ΟΜΟΕ-Χ και βλέπουμε τα στοιχεία οριζοντιογραφίας που αντιστοιχούν σε αυτήν την ταχύτητα μελέτης.

Θα πρέπει να ορίσουμε εμείς σε τι είδους εδάφους θα θεωρήσουμε ότι βρισκόμαστε. Μπορούμε να εκτιμήσουμε σε τι έδαφος είμαστε; Η σχετικά στρωφώδης (ελικτή) οριζοντιογραφία προσφέρει μια ένδειξη ότι είμαστε σε τουλάχιστον λοφώδες έδαφος. Θα πρέπει η R_{\min} , συνεπώς, να είναι 95m.

Επίσης, το ελάχιστο μήκος ευθυγραμμίας μεταξύ ομόρροπων καμπυλών είναι 300m, και το μέγιστο μήκος ευθυγραμμίας 1000m.

Εξετάζοντας τη σο βλέπουμε ότι μόνο η της κορυφής 2 είναι εκτός προδιαγραφών. Και δεν έχουμε περιθώριο να πάρουμε χαμηλότερη ταχύτητα μελέτης, διότι η εκφώνηση μας ορίζει την ελάχιστη κατά ΟΜΟΕ-Χ.

Οι προδιαγραφές για τις ευθυγραμμίες είναι αποδεκτές, η μέγιστη είναι $600 < 1000$ και η ελάχιστη ομορρόπων, η 34 είναι $400 > 300m$.

Το επόμενο βήμα είναι να υπολογίσουμε τη V_{85} και να τη συγκρίνουμε με τη $V_{e+20} = 50 + 20 = 70 \text{ km/h}$. Γι αυτό άλλωστε η εκφώνηση μας δίνει και το πλάτος της οδού. Η ελικτότητα της οδού (προσοχή, παραπληρωματικές και βαθμοί) είναι:
 $(100 + 110 + 5 + 60 + 50) / (0,3 + 0,3 + 0,35 + 0,4 + 0,6 + 0,3) = 325 / 2,25 = 125 \text{ g/km}$. Με βάση το πλάτος έχουμε $V_{85} = 83 \text{ km/h}$. Πρόκειται για τιμή εμφανώς μεγαλύτερη της μέγιστης των 70 km/h .

Μπορούμε να εκτιμήσουμε ποιο είναι το κρίσιμο μη-ασφαλές στοιχείο της σο που προκαλεί αυτό το 'χτύπημα'; Είναι μάλλον η απότομη (εκτός προδιαγραφών μάλιστα) ακτίνα των $50m$ στην κορυφή 2 και μάλιστα στη διαδρομή από το Β προς Α: ο οδηγός κινείται σε μια σχετικά άνετη διαδρομή με ευθυγραμμίες και αμβλείες γωνίες και 'ξαφνικά' συναντάει την εξαιρετικά απότομη στροφή 2.

Επειδή το κριτήριο $V_{85} < V_{e+20} \text{ km/h}$ είναι εξαιρετικά σημαντικό (ασφάλεια), οφείλουμε να προτείνουμε λύση. Θα πρέπει πρώτα να δούμε τι θα χτυπούσε αν αυξάναμε την ταχύτητα μελέτης στα 60 km/h . Η ελάχιστη ακτίνα οριζοντιογραφίας τότε βάσει ΟΜΟΕ-Χ θα γίνονταν $140m$, η 2 θα γίνονταν ακόμα πιο ακραία substandard και θα προέκυπτε και εκτός προδιαγραφών και η 5. Αποτελεί έναν κάποιον συμβιβασμό, αλλά θα πρέπει παράλληλα να φροντίσουμε να θωρακίσουμε την προβληματική 2. Αν αυτή δεν μπορεί να αυξηθεί θα πρέπει να επισημανθεί με εμφαντική σήμανση για χαμηλό όριο ταχύτητας με P-32 συνοδευόμενο από σήμα επικίνδυνης στροφής (K).

Επιλέγω αν θα συνεχίσω τις συγκρίσεις με 50 είτε με 60 km/h . Αμφότεροι δρόμοι είναι αποδεκτοί. Επιλέγω να συνεχίσω με την αρχική ταχύτητα μελέτης, της εκφώνησης.

Θα διερευνήσω την μη ύπαρξη κλωθοειδούς στις κορυφές 3 και 4. Στη κορυφή 3 έχω αλλαγή κατεύθυνσης < 10 βαθμών και ακτίνα $>$ των 500 μέτρων, άρα, βάσει του κριτηρίου 13 ορθά δεν απαιτείται κλωθοειδής. Αλλά το γεγονός της διατήρησης της αμφικλινούς διατομής επί του κυκλικού τόξου, αντί για μονόπλευρη επίκλιση θα μπορούσε να σχολιασθεί. Ο τύπος της φυγόκεντρου επιτάχυνσης είναι V^2/R . Πρόκειται για μεγάλη ακτίνα (παρανομαστής) για σχετικά μικρές ταχύτητες ($V_{85} = 83 \text{ km/h}$) των γρήγορων οδηγών. Ποσοτικά, τα 83 km/h ισούνται με 23 m/sec και ο τύπος δίνει φυγόκεντρη επιτάχυνση $0,9 \text{ m/sec}^2 = 9\%g$, που είναι μια τιμή μικρή απολύτως ανεκτή (όριο $\sim 0,3$), οπότε η διατήρηση της αμφικλινούς διατομής είναι ανεκτή.

Στην κορυφή, ωστόσο, 4 δεν ισχύουν οι προδιαγραφές του κριτηρίου 13 και συνεπώς είναι λάθος το ότι δεν υπάρχει κλωθοειδής.

Η αλληλουχία των διαδοχικών καμπυλών κρίνεται με το σχήμα 'χοάνη' της σελίδας 42 των ΟΜΟΕ-Χ. Πρακτικός (χαλαρότερος) κανόνας θα μπορούσε να τεθεί ότι διαδοχικές ακτίνες θα πρέπει να βρίσκονται στα όρια διπλασιασμού και υποδιπλασιασμού. Έτσι από το Α προς Β η ακτίνα στο 5 είναι οριακά αποδεκτή σε σχέση με την ακτίνα στο 4. Πηγαίνοντας από το Β στο Α χτυπάει η ακτίνα στο 2, όπως αναμένονταν. Άλλος τρόπος να ελεγχθεί η αλληλουχία διαδοχικών καμπυλών είναι με υπολογισμό της V_{85} μιας εκάστης.

Θα συγκρίνω τις τιμές A και R. Γνωρίζω από το 14 των παραμέτρων ότι οι τιμές της παραμέτρου κλωθοειδούς A θα πρέπει να βρίσκονται μεταξύ R και R/3. Στην κορυφή 2 η κλωθοειδής είναι μεγαλύτερη της R. Βρίσκεται εκτός προδιαγραφών. Ωστόσο, τι σημαίνει μια τόσο μεγάλη A; Με βάσει τον τύπο $L=A^2/R$, προκύπτει μια αντίστοιχα πολύ μεγάλο μήκους κλωθοειδής. Συγκεκριμένα, προκύπτει μήκος 72m. Μπορεί να έχει ασύμμετρα μεγάλο μήκος σε σχέση με το απότομο κυκλικό τόξο, μπορούμε όμως να εκλάβουμε αυτή την υπέρβαση ως μια προσπάθεια (μέσω της αφύσικα μακριάς κλωθοειδούς) να ειδοποιηθούν οι οδηγοί για την εκτός προδιαγραφών απότομη στροφή που ακολουθεί. Επίσης στην κορυφή 5 η κλωθοειδής θα προκύψει πολύ μικρή.

Από το κριτήριο της άνεσης (Οδοποιία Ι) γνωρίζουμε ότι $A_{min}=0,169V(Ve^3) = 60m$, προβληματική η μικρή κλωθοειδής στην κορυφή 5. [Υπάρχει επίσης και ο τύπος $A_{min}=0,207V(Ve^3)$, αλλά ο πρώτος είναι προτιμητέος].

Κατόπιν θα σχολιάσουμε τις τιμές των επικλίσεων. Στις σελίδες 55, 56 και 57 των ΟΜΟΕ-Χ δίνονται οι πρόσφορες τιμές των επικλίσεων ανάλογα με το απότομο της στροφής, την V_{85} και το είδος του εδάφους. Οι τιμές δεν βοηθούν για την άσκηση που διερευνούμε. Θα χρησιμοποιήσουμε ένα παλιότερο και ευρύτερο νομογράφημα.

Διαφοροποιήσει 0,5% θεωρούνται ανεκτές. Προκύπτει ότι η 5 θάπρεπε να έχει τιμή 5.7% αντί της 5% που δίνει. Επίσης η 2 έχει τιμή μεγαλύτερη της μέγιστης του νομογραφήματος (9%), το οποίο σχολιάζεται. Επίσης, σχολιάζεται ότι η μεγάλη αυτή τιμή της επίκλισης εν προκειμένω, αποτελεί μια προσπάθεια εξισορρόπησης κάπως μεγαλύτερου ποσοστού της φυγοκέντρου, δεδομένου ότι πρόκειται για εξαιρετικά απότομη στροφή.

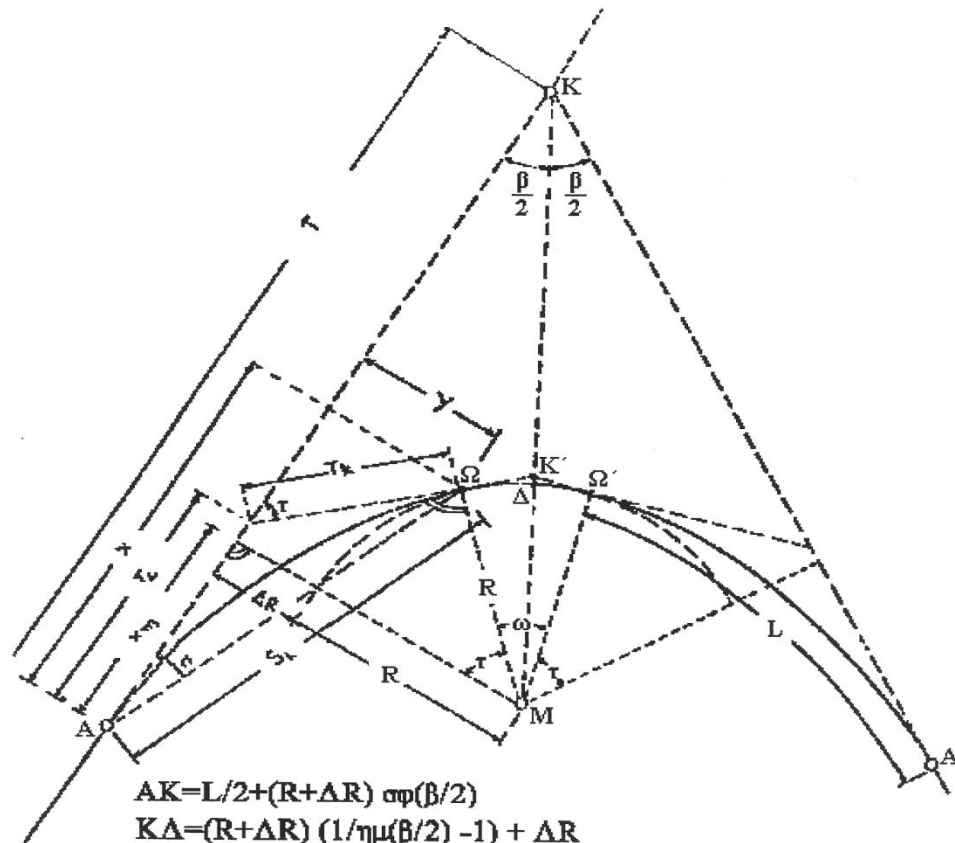
Θα πρέπει τώρα να δούμε αν κάποιες μικρές κλωθοειδείς επαρκούν για να μεταβληθεί στο μήκος τους η επίκλιση. Η μικρότερη κλωθοειδής, όπως σχολιάστηκε, είναι στην κορυφή 5. Έχει μήκος: $A^2/R=30^2/100=9m$. Στα 9 αυτά μέτρα θα πρέπει η μια οριογραμμή, που έχει ήδη έρθει στο ύψος του άξονα (υποστήριξη βελτιστοποίησης) και θα πρέπει να ανέβει κατά 5%. Έχουμε ότι το ημιπλάτος είναι $7/2=3.5m$, άρα θα πρέπει να ανέβει η εξωτερική οριογραμμή σε σχέση με το υψόμετρο του άξονα κατά $350 \times 0,05=17,5cm$. Ακόμα και με 1% αν έχουμε κ (σχετική κλίση οριογραμμής με άξονα) απαιτούνται 17,5m, ενώ έχουμε διαθέσιμα 9m. Άρα, η οριακά προβληματική (μικρή) κλωθοειδής, όπως είχε επισημανθεί με το κριτήριο A και R/3, φαίνεται ότι όντως δεν επαρκεί. Τώρα μπορούμε να σχολιάσουμε ότι θα πρέπει να αυξήσουμε την παράμετρο A τουλάχιστον στο 40, ώστε να προκύψει επαρκές μήκος L (16m).

Θα πρέπει να σχολιασθεί ότι σε όσες καμπύλες η ακτίνα είναι μικρότερη των 150m θα πρέπει να υπάρχει διαπλάτυνση του οδοστρώματος. Στις κορυφές 2 και 5 θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ο τύπος της διαπλάτυνσης $w=L^2/2R$.

Ευθυγραμμίες και προσπεράσεις. Η μεγαλύτερη ευθυγραμμία του σκαριφήματος είναι 600μ και είναι μικρότερη των $20Ve=20 \times 50=1000μ$. Για το διαθέσιμο μήκος προσπέρασης μπορούμε μόνο να εικάσουμε. Θα πρέπει να διατίθεται στο 20-25% του μήκους ανεμπόδιστη ορατότητα προσπέρασης, η οποία είναι της τάξης των 400μ. Το τμήμα 234 μπορεί να θεωρηθεί ότι παρέχει ανεμπόδιστη ορατότητα και έχει μήκος $350+400=750μ$, παρέχει ευκαιρία προσπέρασης κατά $750-400=350μ$. Θα πρέπει να προστεθεί και το $600-400=200μ$. Συνεπώς έχουμε για $(350+200)/(300+300+350+400+600+300)=550/2250 \approx 25\%$ αποδεκτό ποσοστό.

Τα ελάχιστα μήκη κυκλικών τόξων, όπως και τυχόν παρεμβαλόμενων ευθυγραμμιών θα πρέπει να είναι τόσα, ώστε οι οδηγοί να κινούνται επ' αυτών για τουλάχιστον 2sec. Παράλληλα, για λόγους άνεσης + αισθητικής, θα πρέπει $\Omega\Omega' > 0,15L$ (κριτήριο 19). Κυρίως θα πρέπει το σκαρίφημα οριζοντιογραφίας να είναι κατασκευάσιμο, δηλαδή οι διαδοχικές καμπύλες να μην 'χτυπάν' μεταξύ τους. Για όλα τα παραπάνω θα υπολογιστούν τα στοιχεία των καμπυλών

Οι υπολογισμοί είναι χρονοβόροι και δεν είναι αναγκαίο να γίνουν για κάθε κορυφή της πολυγωνικής. Θα επιλέξουμε 2 διαδοχικές κορυφές, με διαισθητικό κριτήριο να 'χτυπάν'. Αυτό σημαίνει σημαντικές στροφές με όχι μεγάλη ενδιάμεση ευθυγραμμία.



$$AK = L/2 + (R + \Delta R) \sigma\phi(\beta/2)$$

$$KA = (R + \Delta R) (1/\eta\mu(\beta/2) - 1) + \Delta R$$

$$\omega = 200 - \beta - 2\tau$$

$$KA' = R (1/\sigma\omega(\omega/2) - 1) \quad KK' = KA - KA'$$

$$L_{\text{καμπύλης}} = A\Omega\Delta\Omega'A' = 2L + \Omega\Delta\Omega' = 2L + R\omega \quad (\omega \text{ σε ακτίνια})$$

$$KM = \frac{(R + \Delta R)}{\eta\mu\beta/2}$$

Κλωθοειδής Καμπύλη Συναρμογής

1: $AK = R \chi\sigma\phi(\beta/2) + L/2 + \Delta R \sigma\phi(\beta/2)$,

όπου β η γωνία 100g (ιδιαίτερη προσοχή στο κομπιουτεράκι) και $\Delta R = L^2/24R$,
 $A^2 = LR \rightarrow L = A^2/R = 85^2/150 = 48,17\mu$, $\Delta R = 0,64m$,

οπότε $AK = 150 \chi\sigma\phi 50 + 48/2 + 0,64 \chi\sigma\phi 50 = 174,7\mu$

2: $\beta = 90$, $L = 72m$, $\Delta R = 4,32m$

οπότε $AK=50 \times \sigma\phi 45 + 72/2 + 4,32 \times \sigma\phi 45 = 99,6\mu$

αθροιζόμενα τα δύο δίνουν: $174,7 + 99,6 = 274,3 < 300$ άρα κατασκευάσιμη.

Κυκλικό τόξο στην 1: $R \times (\pi - \beta - L/R)$ σε rad = $150 \times (\pi - \pi/2 - 48,17/150) = 187,4\mu >> 0,15L$
(= $0,15 \times 48,17 = 7,2\text{m}$)

Ενδιάμεση ευθυγραμμία: $300 - 274,3 = 25,7\mu$. Σε χρόνο 2'' με ταχύτητα $50\text{km/h} = 14,9\text{m/sec}$, διανύει το όχημα $2 \times 14,9 = 29,8\mu$. Συνεπώς, η ενδιάμεση ευθυγραμμία είναι σχετικά μικρή. Πώς θα αυξηθεί; Θα πρέπει να μειωθεί η καμπύλη. Το ευκολότερο στοιχείο μείωσης της καμπύλης είναι μια μικρή μείωση της κλωθοειδούς, πχ η A να γίνει 80.

Δεν θα ξανακάνουμε τους υπολογισμούς.