



# Οδοποιία Ι

Ενότητα **11**: Εφαρμογές – Οδοποιία Ι

Γεώργιος Μίντσης  
Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

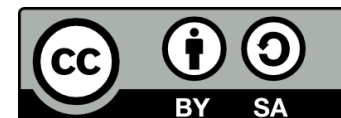


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΧΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



# Εφαρμογές – Οδοποιία Ι

# Περιεχόμενα ενότητας (1/2)

1. Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές
2. Εφαρμογή 2: Κατακόρυφες συναρμογές
3. Εφαρμογή 3: Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών
4. Εφαρμογή 4: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας
5. Εφαρμογή 5: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας
6. Εφαρμογή 6: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας



# Περιεχόμενα ενότητας (2/2)

---

- 7. Εφαρμογή 7: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας
- 8. Εφαρμογή 8: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας
- 9. Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας



# Σκοπός ενότητας

- Σκοπός της Θεματικής Ενότητας είναι να βοηθήσει τους φοιτητές/τριες στην κατανόηση, μέσω απλών εφαρμογών, των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των γεωμετρικών και δυναμικών παραμέτρων της χάραξης των οδών καθώς και των τεχνικών αναπαράστασης της χάραξης σε οριζόντια και κατακόρυφη προβολή.



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (1/31)

- Δίδεται κυρτή κατακόρυφη καμπύλη συναρμογή  $A_1M_1S_1B_1$ , κορυφής γωνίας  $K_1$ , με κλίση  $s_1=3\%$  και κλίση  $s_2=-6\%$  και ακτίνα συναρμογής  $R_1=4.000m$ .
- Το απόλυτο υψόμετρο στην ερυθρά της οδού στο σημείο αλλαγής κλίσεων  $S_1$  είναι  $H_s=100m$ . Δίδονται σημεία  $N_1$  και  $P_1$  επί της ερυθράς της οδού σε απόσταση από την αρχή της κυρτής κατακόρυφης συναρμογής  $A_1N_1=120m$  και  $A_1P_1=250m$ .
- Στη συνέχεια της κυρτής συναρμογής  $A_1M_1S_1B_1$  εγγράφεται κοίλη κατακόρυφη συναρμογή  $B_1M_2S_2A_2$  κορυφής γωνίας  $K_2$  με κλίσεις  $s_3=-6\%$  και  $s_4=-3\%$  και ακτίνα συναρμογής  $H_2=10.000m$ . Δίδονται επίσης σημεία  $N_2$  και  $P_2$  επί της ερυθράς της οδού σε απόσταση από την αρχή της κοίλης κατακόρυφης συναρμογής  $B_1N_2=60m$  και  $B_1P_2=170m$ .





# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (2/31)

Ζητείται να υπολογισθούν

- Οι τιμές των βασικών παραμέτρων των δύο συναρμογών  $T$ ,  $f$ , θέσεις και κλίσεις των σημείων  $M$  και  $S$ .
- Τα απόλυτα υψόμετρα των σημείων  $A_1, M_1, K_1, S_1, B_1, N_1, P_1, N_2, P_2, K_2, M_2, S_2, A_2$ .
- **Χρήσιμοι τύποι**

$$s(x) = s_1 + \frac{x}{H} \cdot 100$$

$$T = \frac{H}{2} \cdot \frac{(s_2 - s_1)}{100}$$

$$x_s = -\frac{s_1}{100} \cdot H$$

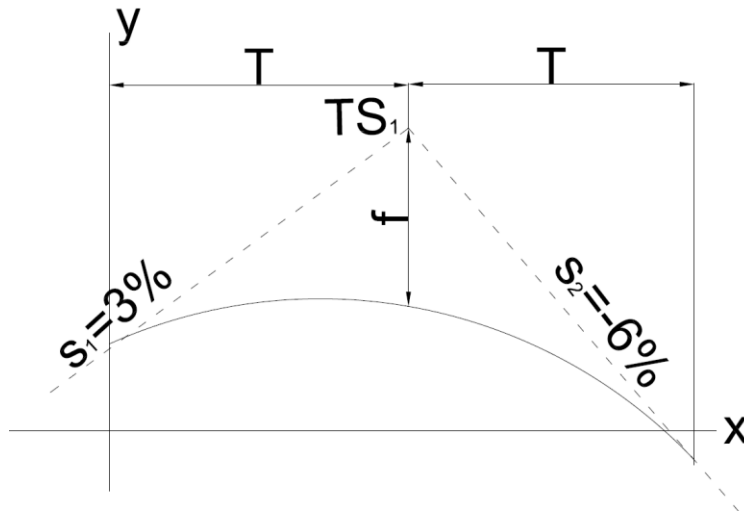
$$y(x) = \frac{s_1}{100} \cdot x + \frac{x^2}{2H}$$

$$f = \frac{T^2}{2H}$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (3/31)

- Εξετάζουμε την 1<sup>η</sup> κατακόρυφη συναρμογή.



- Από τα πρόσημα των κλίσεων  $S_1$  και  $S_2$  προκύπτει ότι πρόκειται για **κυρτή καμπύλη**. Από το τυπολόγιο της σελίδας 50 του τεύχους **ΟΜΟΕ-Χ**, θα υπολογίσουμε τις βασικές παραμέτρους  $T, f$  καθώς και την τετμημένη και τεταγμένη οποιουδήποτε σημείου επί της καμπύλης.



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (4/31)

- Επομένως θα έχουμε:  $T_1 = \frac{H_1 \cdot S_2 - S_1}{2 \cdot 100}$
- Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην αναγνώριση των μεγεθών καθώς και στη χρήση των προσήμων για τις κλίσεις  $S_1$  και  $S_2$ . Εφόσον από την εκφώνηση μας δίδεται  $S_1 = +3\%$  και  $S_2 = -6\%$ , βάσει του κανόνα των προσήμων στη σελίδα 50 του τεύχους ΟΜΟΕ-Χ, θα υπολογίσουμε την παράμετρο  $T_1$  ως εξής:

$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{H_1 \cdot S_2 - S_1}{2 \cdot 100} = \frac{H_1 \cdot S_2 - S_1}{2 \cdot 100} = \frac{-4000 \cdot (-6) - (+3)}{2 \cdot 100} = \\ &= -2000 \cdot \frac{(-6 - 3)}{100} = -2000 \cdot \left(-\frac{9}{100}\right) = 180 \rightarrow T_1 = 180m \end{aligned}$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (5/31)

- Από τη σελίδα 50 του τεύχους ΟΜΟΕ-Χ προκύπτει επίσης ότι η ακτίνα κυρτής συναρμογής  $H_k$  λαμβάνεται ως αρνητική ( $-H$ ), δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση  $H_1=4000$  θα ληφθεί ως  $H_1 = H_k = -4000m$ .
- Στο επόμενο βήμα υπολογίζουμε την παράμετρο  $f$ , βάσει του τύπου (8.7) και πάντα προσέχοντας την ορθή επιλογή των προσήμων  $S_1, S_2$  και  $H$ .
- Άρα 
$$f_1 = \frac{T_1^2}{2 \cdot H_1} = \frac{(180)^2}{2 \cdot (-4000)} = \frac{(180)^2}{-8000} = \frac{32400}{-8000}$$
$$\rightarrow f_1 = -4,05m$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (6/31)

- Από την εκφώνηση, ζητείται ο υπολογισμός των κλίσεων των σημείων **M** και **S**. Από τη σελίδα 50 του τεύχους ΟΜΟΕ-Χ και συγκεκριμένα τον τύπο (8.4) θα υπολογίσουμε τις κλίσεις των σημείων **M** και **S** έχοντας υπόψη τον κανόνα των προσήμων. Επομένως:

$$S_{(M_1)} = S_1 + \frac{x_{M_1}}{H_1} \cdot 100$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (7/31)

- Το σημείο  $M_1$  από τη σελίδα 50 του τεύχους ΟΜΟΕ-Χ, προκύπτει πως απέχει από το σύστημα ορθογωνίων αξόνων που εγκαθιστούμε, απόσταση  $T_1$ . Επομένως το  $x_{M_1}=T_1=180m$ .
- Σε κάθε περίπτωση οι αποστάσεις που υπολογίζονται, αναφέρονται σε «τοπικό» σύστημα ορθογωνίων αξόνων (αρχή άξονα το σημείο αρχής της καμπύλης) που ορίζεται με σκοπό τον υπολογισμό των συντεταγμένων οποιουδήποτε σημείου επί της κατακόρυφης συναρμογής.



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (8/31)

- Επομένως για το σημείο  $M_1$  θα ισχύει:

$$S_{(M_1)} = S_1 + \frac{x_{M_1}}{H_1} \cdot 100 \rightarrow S_{(M_1)} = (+3) + \frac{180}{(-4000)} \cdot 100 \rightarrow$$

$$\rightarrow S_{(M_1)} = (+3) - 0,045 \cdot 100 \rightarrow S_{(M_1)} = +3 - 4,5 \rightarrow S_{(M_1)} = -1,5\%$$

- Ενώ για το σημείο  $S_1$ :

$$S_{(S_1)} = S_1 + \frac{x_{S_1}}{H_1} \cdot 100$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (9/31)



Είναι σημαντικό να θυμόμαστε πως στους τύπους, χρησιμοποιούμε την αριθμητική τιμή των κλίσεων παρότι αναφέρονται ως τιμές επί τοις εκατό (%). Δηλαδή στους τύπους της σελίδας 50 του τεύχους ΟΜΟΕ-Χ όπου  $S_1$  και  $S_2$ , χρησιμοποιούνται οι αριθμητικές τους τιμές που στην προκειμένη περίπτωση είναι  $S_1 = +3\%$  και  $S_2 = -6\%$ , οπότε θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές  $S_1 = +3$  και  $S_2 = -6$ . Ωστόσο κατά τον υπολογισμό των κλίσεων τυχαίων σημείων, η τιμή που θα υπολογισθεί, αναφέρεται ως επί τοις εκατό (%), δηλαδή για το σημείο  $M_1$  όπως υπολογίσθηκε ανωτέρω  $S_{M_1} = -1,5\%$ .





# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (10/31)

- Θα πρέπει ωστόσο αρχικά να υπολογίσουμε την τετμημένη  $x_{S_1}$ . Επομένως θα έχουμε:  
$$x_{S_1} = -\frac{S_1}{100} \cdot H_1 \rightarrow x_{S_1} = -\frac{(+3)}{100} \cdot (-4000) \rightarrow$$
$$\rightarrow x_{S_1} = -\frac{(+3)}{100} \cdot (-4000) \rightarrow x_{S_1} = 120m$$
- Άρα: 
$$S_{(S_1)} = S_1 + \frac{x_{S_1}}{H_1} \cdot 100 \rightarrow S_{(M_1)} = (+3) + \frac{120}{(-4000)} \cdot 100 \rightarrow$$
$$\rightarrow S_{(M_1)} = +3 - 3 \rightarrow S_{(M_1)} = 0\%$$
- Όπου  $S_{M_1}=0\%$ , σημαίνει ότι το σημείο  $S_1$  συμπίπτει με το σημείο αλλαγής της κλίσης στην κυρτή συναρμογή.



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (11/31)

- Ακολουθεί το στάδιο υπολογισμού των απολύτων υψομέτρων των σημείων. Πρέπει όμως πρώτα να υπολογισθεί η τεταγμένη του  $S_1$  (μέγεθος  $y_{S_1}$ ) βάσει του τύπου (8.5) της σελίδας 50 του τεύχους ΟΜΟΕ-Χ. **Υπενθυμίζεται ότι η τεταγμένη  $y_{S_1}$  αναφέρεται στο «τοπικό» σύστημα ορθογωνίων αξόνων που εγκαταστήσαμε εμείς.** Άρα:

$$y_{S_1} = \frac{S_1}{100} \cdot x_{S_1} + \frac{x_{S_1}^2}{2 \cdot H_1} \rightarrow y_{S_1} = \frac{+3}{100} \cdot 120 + \frac{(120)^2}{2 \cdot (-4000)} \rightarrow$$
$$\rightarrow y_{S_1} = 3,6 - 1,8 \rightarrow y_{S_1} = 1,8m$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (12/31)

- Στην εκφώνηση της εφαρμογής, δίδεται το απόλυτο υψόμετρο του σημείου  $S_1$ . Τα απόλυτα υψόμετρα των υπολοίπων σημείων θα υπολογίζονται με βάση το υψόμετρο του σημείου  $S_1$ . Το σημείο  $A_1$ , το οποίο αποτελεί την αρχή του «τοπικού» συστήματος ορθογωνίων αξόνων που εγκαταστήσαμε, θα έχει ως απόλυτο υψόμετρο ως προς το σημείο  $S_1$ , ίσο με τη διαφορά του απόλυτου υψομέτρου του σημείου μείον την τεταγμένη του σημείου  $S_1$ . Δηλαδή,

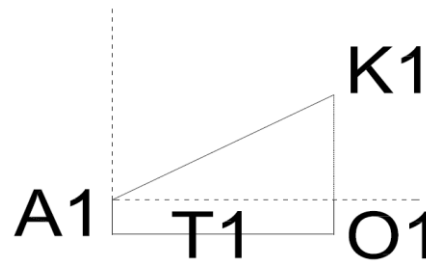
$$H_{A_1} = H_{S_1} - y_{S_1} = 100 - 1,8 \rightarrow H_{A_1} = 98,2m$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (13/31)

- Για το σημείο  $K_1$  θα βασισθούμε σε απλές αρχές γεωμετρίας.  
Δηλαδή εφόσον

- για το τρίγωνο  $A_1K_1O_1$



γνωρίζουμε την απόσταση  $T_1$  και την κλίση  $S_1$ , είναι δυνατόν να υπολογίσουμε το μήκος  $K_1O_1$ , όπου

$$K_1O_1 = T_1 \cdot S_1 = 180 \cdot \frac{3}{100} \rightarrow K_1O_1 = 5,4m$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (14/31)

- Δηλαδή η τεταγμένη του σημείου  $K_1$  ως προς το σημείο  $A_1$  είναι 5,4m. Το απόλυτο υψόμετρο του σημείου  $K_1$  θα υπολογισθεί ως προς το απόλυτο υψόμετρο του σημείου  $A_1$ . Επομένως:

$$\begin{aligned}H_{K_1} &= H_{A_1} + K_1O_1 \rightarrow H_{K_1} = 98,2 + 5,4 \rightarrow \\ &\rightarrow H_{K_1} = 103,6m\end{aligned}$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (15/31)

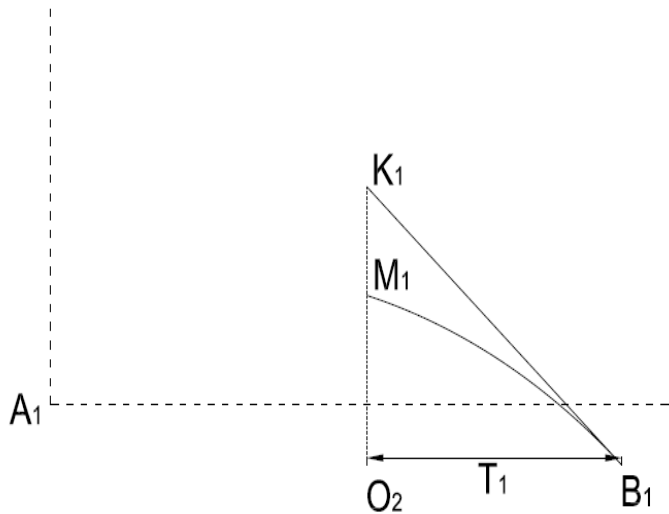
- Για το σημείο  $M_1$  γνωρίζουμε την κατακόρυφη απόστασή του από το σημείο  $K_1$  που είναι ίση με το μήκος  $f$ . Επομένως το απόλυτο υψόμετρο του σημείου  $M_1$  θα υπολογισθεί ως προς το απόλυτο υψόμετρο του σημείου  $K_1$ . Επομένως:

$$H_{M_1} = H_{K_1} - f \rightarrow H_{M_1} = 103,6 - 4,05 \rightarrow \\ \rightarrow H_{M_1} = 99,55m$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (16/31)

- Για το σημείο  $B_1$  ακολουθούμε παρόμοια διαδικασία με το σημείο  $A_1$ . Αυτό συμβαίνει διότι τα σημεία  $A_1$  και  $B_1$  είναι τα σημεία αρχής και τέλους της κατακόρυφης συναρμογής. Για το τρίγωνο  $B_1K_1O_2$  ισχύει:

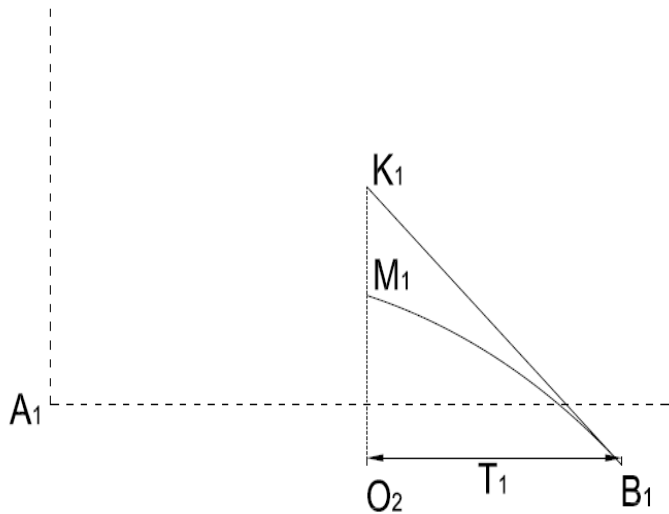


$$O_2K_1 = T_1 \cdot S_2 = 180 \cdot \frac{6}{100} \rightarrow O_2K_1 = 10,8m$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (17/31)

- Το απόλυτο υψόμετρο του σημείου  $B_1$  θα υπολογισθεί ως προς το απόλυτο υψόμετρο του σημείου  $K_1$ :



$$H_{B_1} = H_{K_1} - O_2K_1 \rightarrow H_{B_1} = 103,6 - 10,8 \rightarrow \\ \rightarrow H_{B_1} = 92,80m$$





# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (18/31)

- Για το σημείο  $N_1$  θα πρέπει να υπολογιστεί η τεταγμένη  $y$  καθότι γνωρίζουμε την τετμημένη του από την εκφώνηση της εφαρμογής. Επομένως:

$$y_{N_1} = \frac{S_1}{100} \cdot x_{N_1} + \frac{x_{N_1}^2}{2 \cdot H_1} \rightarrow y_{N_1} = \frac{+3}{100} \cdot 120 + \frac{(120)^2}{2 \cdot (-4000)} \rightarrow$$
$$\rightarrow y_{N_1} = 3,6 - 1,8 \rightarrow y_{N_1} = 1,8m$$

- Προκύπτει λοιπόν πως το σημείο  $N_1$  συμπίπτει με το σημείο  $S_1$ , δηλαδή:
- $N_1 \equiv S_1$  και κατά συνέπεια  $H_{N_1} = H_{S_1} = 100m$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (19/31)

- Για το σημείο  $P_1$  ομοίως πρέπει να υπολογίσουμε την τεταγμένη του καθότι από την εκφώνηση γνωρίζουμε την τετμημένη του. Επομένως:

$$y_{P_1} = \frac{S_1}{100} \cdot x_{P_1} + \frac{x_{P_1}^2}{2 \cdot H_1} \rightarrow y_{P_1} = \frac{+3}{100} \cdot 250 + \frac{(250)^2}{2 \cdot (-4000)} \rightarrow$$

$$\rightarrow y_{P_1} = 7,5 - 7,81 \rightarrow y_{P_1} = -0,31m$$

- Το απόλυτο υψόμετρο του  $P_1$  υπολογίζεται ως προς το απόλυτο υψόμετρο του σημείου  $A_1$ . Επομένως:

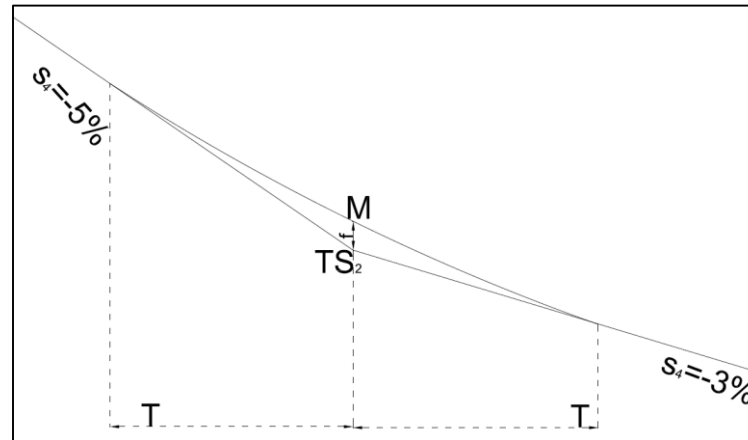
$$H_{P_1} = H_{A_1} + y_{P_1} \rightarrow H_{P_1} = 98,2 - 0,31 \rightarrow$$

$$\rightarrow H_{P_1} = 97,89m$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (20/31)

- Για την 2<sup>η</sup> καμπύλη, τα δεδομένα που μας δίδονται προσδιορίζουν μία κοίλη καμπύλη με κλίσεις  $S_3 = -6\%$  και  $S_4 = -3\%$ .



- Και πάλι με οδηγό τη σελίδα 50 του τεύχους ΟΜΟΕ-Χ, για την κατωφέρεια οι κλίσεις  $S_3$  και  $S_4$  θα χρησιμοποιηθούν ως  $-S_3$  και  $-S_4$ .



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (21/31)



Εάν στην εκφώνηση οι κλίσεις της κοίλης καμπύλης μας δίδονται ως απόλυτες τιμές, για παράδειγμα  $S_i=6\%$  και  $S_j=3\%$  και ταυτόχρονα από την εκφώνηση ορίζεται πως αφορούν σε κοίλη καμπύλη, τότε θα χρησιμοποιηθούν ως  $-S_i$  και  $-S_j$ , δηλαδή ως  $S_i=-6\%$  και  $S_j=-3\%$ . Εάν στην εκφώνηση οι κλίσεις της κοίλης καμπύλης μας δίδονται ως  $S_i=-6\%$  και  $S_j=-3\%$  ακόμη και εάν δεν αναφέρεται ότι αφορούν σε κοίλη καμπύλη (οι **κλίσεις** καθορίζουν το είδος της καμπύλης) τότε στους τύπους θα χρησιμοποιηθούν ως  $S_i=-6\%$  και  $S_j=-3\%$ .



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (22/31)

- Η ακτίνα  $H_w$  ισχύει πως θα χρησιμοποιηθεί ως θετική, δηλαδή  $H_w = +H_2$ .
- Το πρώτο βήμα και πάλι απαιτεί τον υπολογισμό της παραμέτρου  $T_2$ . Επομένως:

$$T_2 = \frac{H_2 \cdot S_2 - S_1}{2 \cdot 100} = \frac{H_2 \cdot S_4 - S_3}{2 \cdot 100} \rightarrow T_2 = \frac{10000 \cdot (-3) - (-6)}{2 \cdot 100} \rightarrow$$
$$\rightarrow T_2 = 50 \cdot (+3) \rightarrow T_2 = 150m$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (23/31)

- Ακολουθεί ο υπολογισμός της παραμέτρου  $f_2$

$$f_2 = \frac{T_2^2}{2 \cdot H} = \frac{T_2^2}{2 \cdot R} \rightarrow f_2 = \frac{(150)^2}{2 \cdot 10000} \rightarrow f_2 = 1,125m$$

- Από τη στιγμή που αναφερόμαστε σε κοίλη καμπύλη, δεν υπάρχει σημείο  $S_2$ . Ακόμη και εάν επιχειρήσουμε να υπολογίσουμε την τετμημένη, όπως παρακάτω θα αποδειχθεί, το σημείο  $S_2$  θα είναι εκτός καμπύλης.

$$x_{S_2} = -\frac{S_3}{100} \cdot H_1 \rightarrow x_{S_2} = -\frac{(-6)}{100} \cdot (10000) \rightarrow$$
$$\rightarrow x_{S_2} = 600m$$

– Άρα το σημείο  $S_2$  θα ήταν εκτός καμπύλης.



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (24/31)

- Για το σημείο  $M_2$  θα ισχύει:

$$S_{(M_2)} = S_1 + \frac{x_{M_2}}{H} \cdot 150 \rightarrow S_{(M_2)} = S_3 + \frac{x_{M_2}}{R_2} \cdot 150 \rightarrow$$

$$\rightarrow S_{(M_2)} = -6 + \frac{150}{10000} \cdot 100 \rightarrow S_{(M_2)} = -4,5\%$$

– Όπου  $x_{M_2} = T_2 = 150\text{m}$ .



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (25/31)

- Το σημείο  $S_2$  βρίσκεται εκτός καμπύλης επομένως δεν είναι δυνατόν να υπολογισθεί η κλίση του.
- Τα απόλυτα υψόμετρα των σημείων υπολογίζονται ακολούθως:
  - Για το σημείο  $K_2$  ακολουθώντας τη γεωμετρία της καμπύλης θα ισχύει

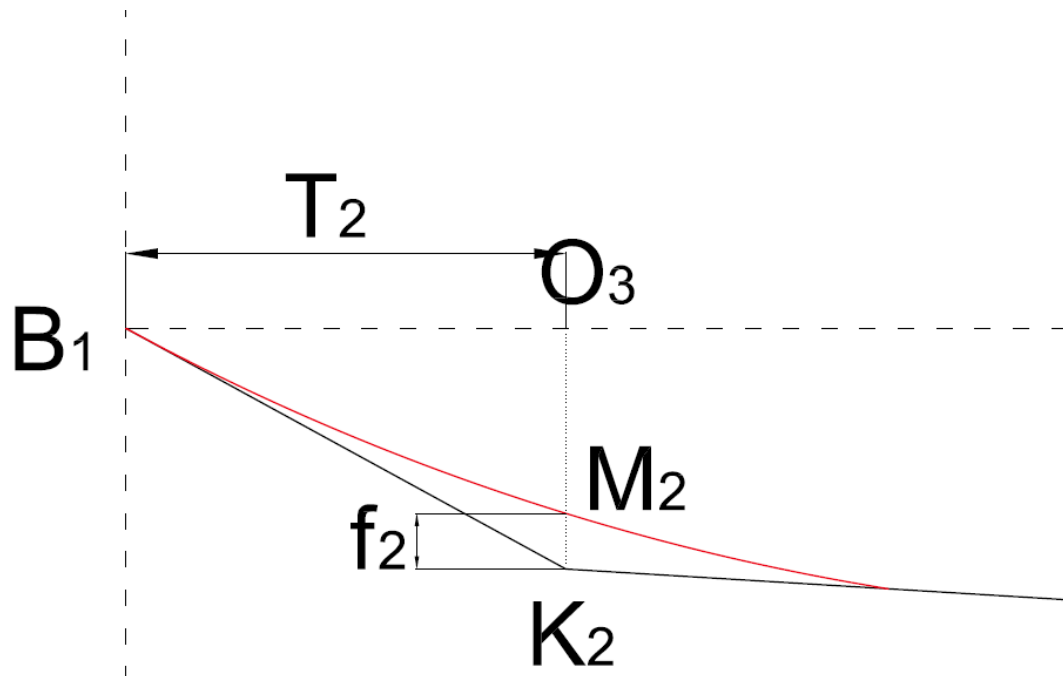
$$H_{K_2} = H_{B_1} - T_2 \cdot S_3 \rightarrow H_{K_2} = 92,8 - 150 \cdot \frac{6}{100} \rightarrow$$

$$\rightarrow H_{K_2} = 92,8 - 9 = 83,8m$$





# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (26/31)



- Από το παραπάνω σχήμα, έχουμε:

$$O_3K_2 = T_2 \cdot S_3 = 150 \cdot \frac{6}{100} \rightarrow O_3K_2 = 9m$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (27/31)

- Επομένως το απόλυτο υψόμετρο του σημείου  $M_2$  θα υπολογισθεί ως προς το απόλυτο υψόμετρο του σημείου  $K_2$ .

$$\begin{aligned}H_{M_2} &= H_{K_2} + f_2 \rightarrow H_{M_2} = 83,8 + 1,125 \rightarrow \\ &\rightarrow H_{M_2} = 84,925m\end{aligned}$$

- Το απόλυτο υψόμετρο του σημείου  $B_1$  από την κυρτή καμπύλη έχει υπολογισθεί πως είναι ίσο με  $H_{B_1}=92,8m$ . Από την εκφώνηση ορίζεται πως στο τέλος της κυρτής καμπύλης εκκινεί η κοίλη καμπύλη, δηλαδή το τέλος της κυρτής καμπύλης και η αρχή της κοίλης καμπύλης συμπίπτουν.



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (28/31)

- Για το σημείο  $N_2$  υπολογίζουμε αρχικά την τεταγμένη  $y_{N_2}$  ως εξής

$$y_{N_2} = \frac{S_3}{150} \cdot x_{N_2} + \frac{x_{N_2}^2}{2 \cdot H} \rightarrow y_{N_2} = \frac{(-6)}{150} \cdot 60 + \frac{(60)^2}{2 \cdot (10000)} \rightarrow$$

$$\rightarrow y_{N_2} = -2,22m$$

- Η τετμημένη  $x_{N_2}$  δίνεται από την εκφώνηση.



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (29/31)

- Για τα υπόλοιπα σημεία θα ενεργήσουμε με όμοιο τρόπο:

$$y_{P_2} = \frac{S_3}{150} \cdot x_{P_2} + \frac{x_{P_2}^2}{2 \cdot H} \rightarrow y_{P_2} = \frac{(-6)}{150} \cdot 170 + \frac{(170)^2}{2 \cdot (10000)} \rightarrow$$

$$\rightarrow y_{P_2} = -5,355m$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (30/31)

- Τέλος για το σημείο  $A_2$  ισχύει:

$$y_{A_2} = \frac{S_3}{150} \cdot x_{A_2} + \frac{x_{A_2}^2}{2 \cdot H} \rightarrow y_{P_2} = \frac{(-6)}{150} \cdot 200 + \frac{(200)^2}{2 \cdot (10000)} \rightarrow$$

$$\rightarrow y_{P_2} = -6,00m$$

$$- \text{Όπου } x_{A_2} = 2 \cdot T_2 = 2 \cdot 150 = 300m$$



# Εφαρμογή 1: Κατακόρυφες συναρμογές (31/31)

- Επομένως τα απόλυτα υψόμετρα των σημείων  $N_2$ ,  $P_2$  και  $A_2$ , θα υπολογισθούν ως προς το απόλυτο υψόμετρο του σημείου  $B_1$ .

$$H_{N_2} = H_{B_1} - y_{N_2} = 92,8 - 2,22 \rightarrow H_{N_2} = 90,58m$$

$$H_{P_2} = H_{B_1} - y_{P_2} = 92,8 - 5,355 \rightarrow H_{P_2} = 87,445m$$

$$H_{A_2} = H_{B_1} - y_{A_2} = 92,8 - 6,00 \rightarrow H_{A_2} = 86,80m$$



## Εφαρμογή 2: Κατακόρυφες συναρμογές (1/11)

- Δίδεται τμήμα ΑΓ υπεραστικής δίστιβης οδού με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας κατηγορίας **AIII** και ταχύτητα μελέτης  $V_e=80\text{km/h}$  το οποίο αποτελείται από δύο συνεχόμενες αντίρροπες κατακόρυφες συναρμογές. Η πρώτη κατακόρυφη συναρμογή ΑΒ, με κορυφή  $K_1$ , η οποία είναι κυρτή με κλίσεις πλευρών  $s_1=-3\%$  και  $s_2=-6\%$  και ακτίνα συναρμογής  $H_1=8000\text{m}$ . Η δεύτερη κατακόρυφη καμπύλη ΒΓ, με κορυφή  $K_2$ , η οποία είναι κοίλη με κλίσεις πλευρών  $s_3=-6\%$  και  $s_4=-2\%$  και ακτίνα συναρμογής  $H_2=6000\text{m}$ . Το απόλυτο υψόμετρο του σημείου Γ είναι  $H_\Gamma=100\text{m}$ .



# Εφαρμογή 2: Κατακόρυφες συναρμογές (2/11)

- Ζητείται να υπολογισθούν:
  - Οι τιμές των βασικών παραμέτρων των δύο κατακόρυφων συναρμογών και οι κλίσεις της ερυθράς στα σημεία A, M<sub>1</sub>, S<sub>1</sub>, B, M<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, Γ.
  - Τα υψόμετρα της ερυθράς σε όλα τα χαρακτηριστικά σημεία των κατακόρυφων καμπυλών και σε σημεία του άξονα που διατάσσονται από το A έως το Γ σε αποστάσεις μεταξύ τους 30m.

- Χρήσιμοι τύποι:

$$x_s = -\frac{s_1}{100} \cdot H, s(x) = s_1 + \frac{x}{H} \cdot 100, y(x) = \frac{s_1}{100} \cdot x + \frac{x^2}{2 \cdot H},$$
$$T = \frac{H}{2} \cdot \frac{(s_2 - s_1)}{100}, f = \frac{T^2}{2 \cdot H}$$

\* Πρόσημα: ανωφέρεια (+s<sub>1</sub>, +s<sub>2</sub>), κατωφέρεια (-s<sub>1</sub>, -s<sub>2</sub>), κοίλη καμπύλη (+H), κυρτή καμπύλη (-H)





# Εφαρμογή 2: Κατακόρυφες συναρμογές (3/11)

- Υπεραστική οδός ΑΙΙΙ,  $V_e=80\text{km/h}$ ,  $H_r=100\text{m}$ 
  - Κυρτή κατακόρυφη καμπύλη  $s_1=-3\%$ ,  $s_2=-6\%$ ,  $H_1=8000\text{m}$

$$T_1 = \frac{H_1}{2} \cdot \frac{(s_2 - s_1)}{100} = \frac{8000}{2} \cdot \frac{(-6 - (-3))}{100} = 120,00\text{m}$$

$$f_1 = \frac{T^2}{2 \cdot H_1} = \frac{120^2}{2 \cdot (-8000)} = -0,9\text{m}$$

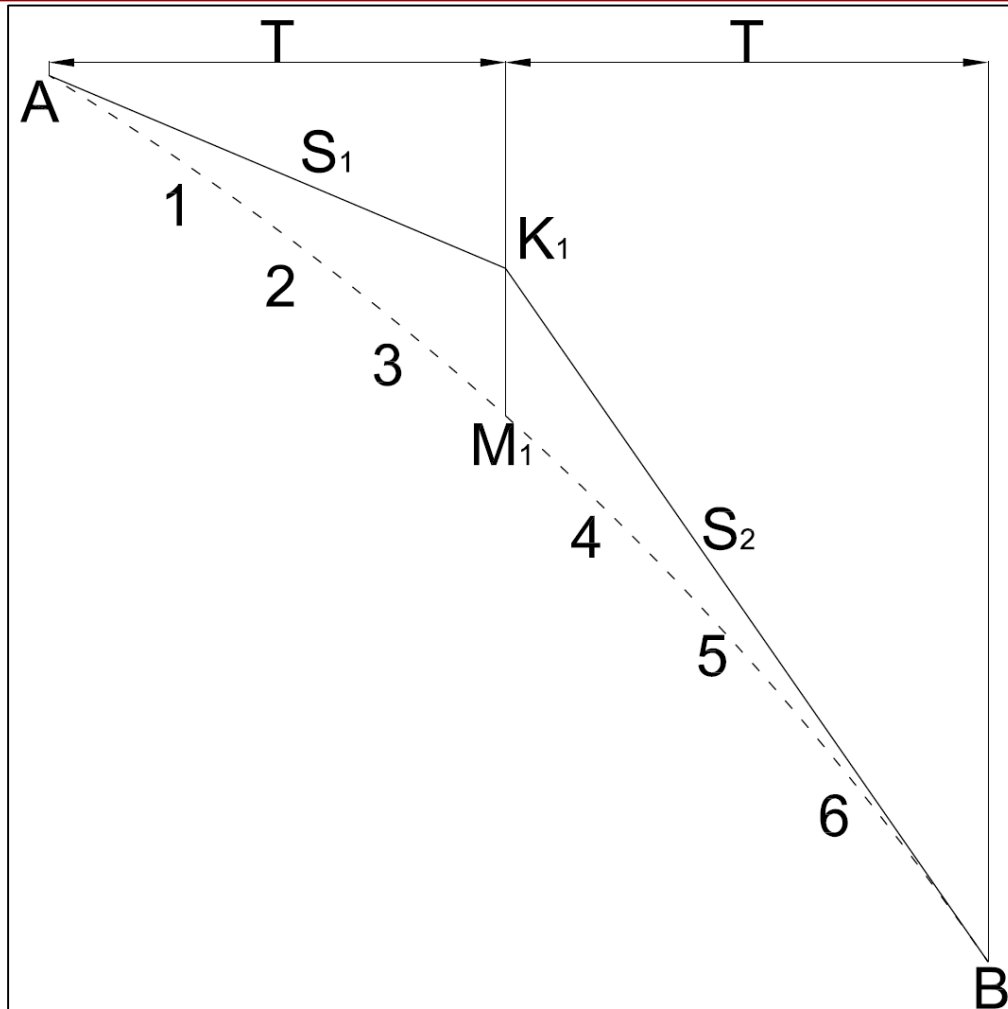
$$x_{M_1} = T_1$$

$$y(M_1) = \frac{s_1}{100} \cdot x_{M_1} + \frac{x_{M_1}^2}{2 \cdot H_1} = \frac{-3}{100} \cdot 120 + \frac{120^2}{-2 \cdot 8000} = -4,5\text{m}$$

$$x_{s_1} = -\frac{s_1}{100} \cdot H_1 = \frac{-3}{100} \cdot (-8000) = 240,00\text{m} \text{ δεν υπάρχει σημείο αλλαγής κλίσης}$$



# Εφαρμογή 2: Κατακόρυφες συναρμογές (4/11)



Σχήμα 1: Κυρτή κατακόρυφη καμπύλη

# Εφαρμογή 2: Κατακόρυφες συναρμογές (5/11)

- Διατομές ανά 30m: A, 1, 2, 3, M<sub>1</sub>, 4, 5, 6, B

$$y(A) = 0$$

$$y(1) = \frac{-3}{100} \cdot 30 + \frac{30^2}{2 \cdot (-8000)} = -0,96m$$

$$y(2) = \frac{-3}{100} \cdot 60 + \frac{60^2}{2 \cdot (-8000)} = -2,03m$$

$$y(3) = \frac{-3}{100} \cdot 90 + \frac{90^2}{2 \cdot (-8000)} = -3,21m$$

$$y(M_1) = -4,50m$$

$$y(4) = \frac{-3}{100} \cdot 150 + \frac{150^2}{2 \cdot (-8000)} = -5,91m$$

$$y(5) = \frac{-3}{100} \cdot 180 + \frac{180^2}{2 \cdot (-8000)} = -7,43m$$

$$y(6) = \frac{-3}{100} \cdot 210 + \frac{210^2}{2 \cdot (-8000)} = -9,06m$$

$$y(B) = \frac{-3}{100} \cdot 240 + \frac{240^2}{2 \cdot (-8000)} = -10,80m$$



## Εφαρμογή 2: Κατακόρυφες συναρμογές (6/11)

– Κοίλη συναρμογή  $s_3 = -6\%$ ,  $s_4 = -2\%$ ,  $H_2 = 6000\text{m}$

$$T_2 = \frac{H_2}{2} \cdot \frac{(s_3 - s_4)}{100} = \frac{6000}{2} \cdot \frac{(-2 - (-6))}{100} = 120,00\text{m}$$

$$f_2 = \frac{T_2^2}{2 \cdot H_2} = \frac{120^2}{2 \cdot 6000} = 1,2\text{m}$$

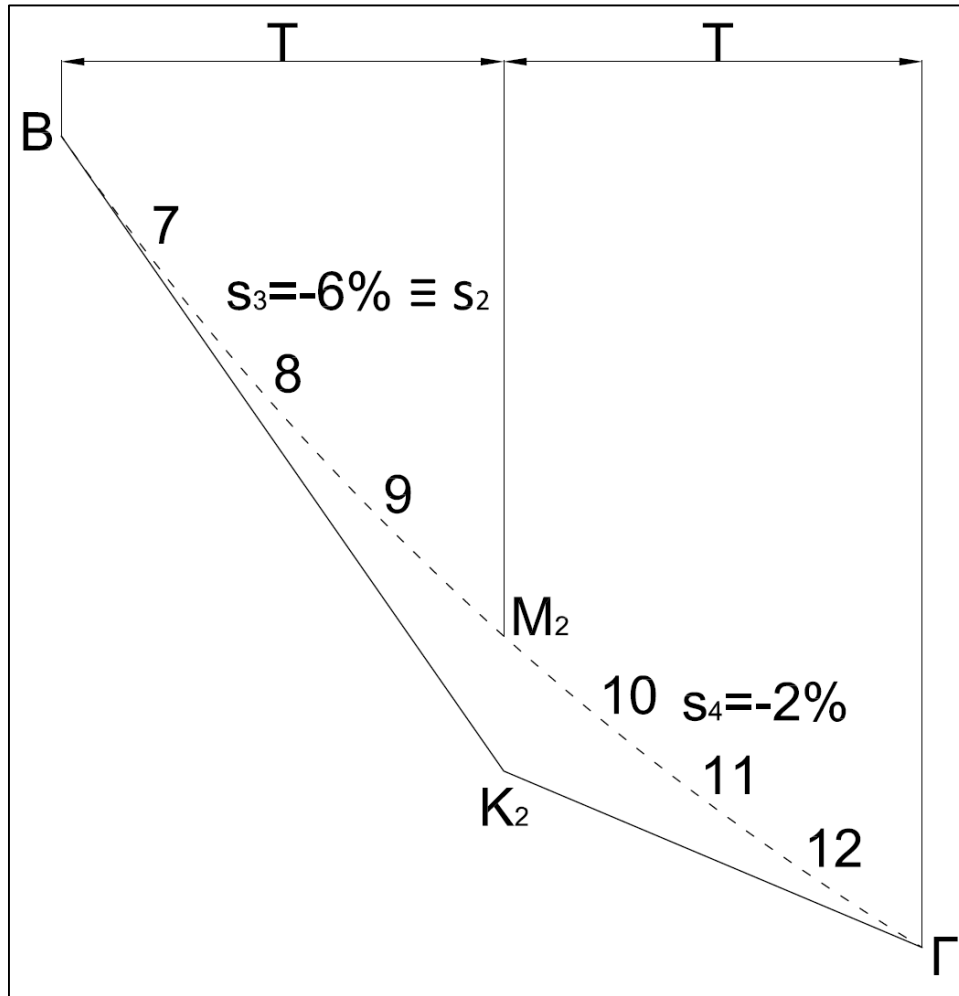
$$x_{M_2} = T_2$$

$$y(M_2) = \frac{s_3}{100} \cdot x_{M_2} + \frac{x_{M_2}^2}{2 \cdot H_2} = \frac{-6}{100} \cdot 120 + \frac{120^2}{2 \cdot 6000} = -6,0\text{m}$$

$$x_{s_2} = -\frac{s_3}{100} \cdot H_2 = \frac{-6}{100} \cdot 6000 = 360,00\text{m} \text{ δεν υπάρχει σημείο αλλαγής κλίσης}$$



# Εφαρμογή 2: Κατακόρυφες συναρμογές (7/11)



Σχήμα 2: Κοίλη κατακόρυφη καμπύλη



# Εφαρμογή 2: Κατακόρυφες συναρμογές (8/11)

- Διατομές ανά 30m: Β, 7, 8, 9, Μ<sub>2</sub>, 10, 11, 12, Γ

$$y(B) = 0$$

$$y(7) = \frac{-6}{100} \cdot 30 + \frac{30^2}{2 \cdot 6000} = -1,73m$$

$$y(8) = \frac{-6}{100} \cdot 60 + \frac{60^2}{2 \cdot 6000} = -3,30m$$

$$y(9) = \frac{-6}{100} \cdot 90 + \frac{90^2}{2 \cdot 6000} = -4,73m$$

$$y(M_2) = \frac{-6}{100} \cdot 120 + \frac{120^2}{2 \cdot 6000} = -6,00m$$

$$y(10) = \frac{-6}{100} \cdot 150 + \frac{150^2}{2 \cdot 6000} = -7,13m$$

$$y(11) = \frac{-6}{100} \cdot 180 + \frac{180^2}{2 \cdot 6000} = -8,10m$$

$$y(12) = \frac{-6}{100} \cdot 210 + \frac{210^2}{2 \cdot 6000} = -8,93m$$

$$y(\Gamma) = \frac{-6}{100} \cdot 240 + \frac{240^2}{2 \cdot 6000} = -9,60m$$



# Εφαρμογή 2: Κατακόρυφες συναρμογές (9/11)

- Κλίσεις σημείων ερυθράς

$$s(A) = -3,0 + \frac{0}{8000} \cdot 100 = -3\%$$

$$s(M_1) = -3,0 + \frac{120}{-8000} \cdot 100 = -4,5\%$$

$$s(B) = -3,0 + \frac{240}{-8000} \cdot 100 = -6\%$$

$$s(M_2) = -6,0 + \frac{120}{6000} \cdot 100 = -4\%$$

$$s(\Gamma) = -6,0 + \frac{240}{6000} \cdot 100 = -2\%$$



# Εφαρμογή 2: Κατακόρυφες συναρμογές (10/11)

- Υψόμετρα Διατομών

$$H_{\Gamma} = 100m$$

$$H_{K_2} = H_{\Gamma} + 120 \cdot 2\% = 102,4m$$

$$H_B = H_{K_2} + 120 \cdot 6\% = 109,6m$$

$$H_{K_1} = H_B + 120 \cdot 6\% = 116,8m$$

$$H_A = H_{K_1} + 120 \cdot 3\% = 120,4m$$

$$H_1 = H_A - y_1 = 119,44m$$

$$H_2 = H_A - y_2 = 118,37m$$

$$H_3 = H_A - y_3 = 117,19m$$

$$H_4 = H_A - y_4 = 114,49m$$

$$H_{M_1} = H_A - y_{M_1} = 115,90m$$

$$H_5 = H_A - y_5 = 112,97m$$

$$H_6 = H_A - y_6 = 111,34m$$

Οδοποιία Ι





# Εφαρμογή 2: Κατακόρυφες συναρμογές (11/11)

- Υψόμετρα Διατομών

$$H_7 = H_B - y_7 = 107,87m$$

$$H_8 = H_B - y_8 = 106,30m$$

$$H_9 = H_B - y_9 = 104,87m$$

$$H_{10} = H_B - y_{10} = 102,47m$$

$$H_{11} = H_B - y_{11} = 101,50m$$

$$H_{12} = H_B - y_{12} = 100,67m$$

$$H_{M_2} = H_B - y_{M_2} = 103,60m$$

$$H_{\Gamma} = H_B - y_{\Gamma} = 100,00m$$



# Εφαρμογή 3: Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (1/39)

- Δίδεται τμήμα AZ υπεραστικής δίστιβης οδού με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας κατηγορίας AIII και ταχύτητα μελέτης  $V_e=80\text{km/h}$ . Αποτελείται από ευθύγραμμο τμήμα AB μήκους 150m, κλωθοειδή κορυφής ΒΓ, κορυφής γωνίας  $K_1$  και ακτίνας  $R_1$ , ευθύγραμμο τμήμα ΓΔ μήκους 100m, αντίρροπο κυκλικό τόξο ΔΕ κορυφής γωνίας  $K_2$ , μήκους 150m και ακτίνα  $R_2$  και ευθύγραμμο τμήμα ΕΖ μήκους 100m.
- Τα στοιχεία των συναρμογών είναι:
  - $R_1=200\text{m}$ ,  $A_1=140$ ,  $q_{1\epsilon\phi}=5\%$
  - $R_2=700\text{m}$ ,  $q_{2\epsilon\phi}=4\%$  (μήκος συναρμογής επικλίσεων στο κυκλικό τόξο το ελάχιστο επιτρεπόμενο από τις ΟΜΟΕ)
  - Πλάτος οδοστρώματος 7,50m, πλάτος λωρίδας καθοδήγησης 0,25m.

$$\Delta_S = \frac{q_{\epsilon\phi} - q_q}{L} \cdot a, \Delta S_{\min} = 0,10 \cdot a, L_{\sigma\tau\alpha\theta} = 0,30 \cdot V_e$$



# Εφαρμογή 3: Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (2/39)

## Ζητείται

- Ο υπολογισμός των τιμών όλων των παραμέτρων σχεδιασμού του διαγράμματος οριογραμμών με άξονα περιστροφής τον άξονα της οδού (χωριστά για κάθε διακριτό τμήμα της οδού).
- Ο υπολογισμός των επικλίσεων των δύο λωρίδων κυκλοφορίας, στις θέσεις N και P οι οποίες βρίσκονται επί της ερυθράς της οδού σε αποστάσεις από τις εισόδους των δύο καμπυλών  $BN=70m$  και  $\Delta P=10m$ .



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (3/39)

Πίνακας 9-5 : Οριακές τιμές πρόσθετης κλίσης οριογραμμών  $\Delta s$ . - Ομάδες οδών Α και Β

$V_e$ [km/h]	$\Delta s_{max}$ [%] για		$\Delta s_{min}$ [%]
	$\sigma < 4,00$ m	$\sigma \geq 4,00$ m	
50	0,50 · $\sigma$	2,0	0,10 · $\sigma$ ( $\leq \Delta s_{max}$ )
60...70	0,40 · $\sigma$	1,6	
80...90	0,25 · $\sigma$	1,0	
100...130	0,20 · $\sigma$	0,9	



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (4/39)

- Για τον υπολογισμό των παραμέτρων σχεδιασμού για το διάγραμμα οριογραμμών, εξετάζονται χωριστά οι ευθυγραμμίες και οι οριζόντιες συναρμογές. Σε κάθε περίπτωση είναι επιβεβλημένο να αναγνωρίζονται οι οριζόντιες συναρμογές ως προς τις εξής κατηγορίες:
  - Κλωθοειδής
  - Κλωθοειδής κορυφής
  - Κυκλικό τόξο
  - Άλλος τύπος οριζόντιας καμπύλης.
- Για τις διαφορετικές κατηγορίες οριζόντιας συναρμογής, η μεταβολή των επικλίσεων ορίζεται με διαφορετικό τρόπο.



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (5/39)

- Εξίσου σημαντικό είναι να καταστεί σαφές και κατανοητό, πως η εσωτερική και η εξωτερική οριογραμμή **ΔΕΝ** μεταβάλλονται **ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΑ** με τον ίδιο τρόπο (ποσοστιαία μεταβολή της επίκλισης, μήκος μεταβολής της επίκλισης). Επομένως η εσωτερική και η εξωτερική οριογραμμή θα πρέπει να εξετάζονται ανεξάρτητα.
- Κατά συνέπεια, όταν ζητείται ο υπολογισμός των παραμέτρων σχεδιασμού του διαγράμματος οριογραμμών για τυχαίο σημείο (και όχι μόνο), θα πρέπει να πραγματοποιείται τόσο για την εξωτερική όσο και για την εσωτερική οριογραμμή.



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (6/39)

- Για τα ευθύγραμμα τμήματα (ευθυγραμμίες), η παράμετρος που θα πρέπει να υπολογίζεται, είναι η υψομετρική διαφορά μεταξύ του άξονα της οδού και των οριογραμμών,  $\Delta H$ . Η παράμετρος  $\Delta H$  υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\Delta H = \frac{b}{2} \cdot q_{\alpha}$$

- όπου
  - $b$  = το πλάτος του οδοστρώματος
  - $q_{\alpha}$  = επίκλιση σε ευθυγραμμία, ορίζεται βάσει των ΟΜΟΕ – Χ σε -2,5% αμφικλινά (περί τον άξονα της οδού), εκτός και αν ορίζεται διαφορετικά.



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (7/39)

- Για τις οριζόντιες συναρμογές, οι παράμετροι που θα πρέπει να υπολογίζονται είναι οι ακόλουθες:
  - Η ελάχιστη επιτρεπόμενη, κατά ΟΜΟΕ-Χ, μεταβολή της πρόσθετης κλίσης της οριογραμμής,  $\Delta S_{\min}$ . Η παράμετρος  $\Delta S_{\min}$  υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\Delta S_{\min} = 0,1 \cdot \alpha$$

Το πλάτος κυκλοφορίας υπολογίζεται ως εξής:  $\alpha = b/2 - \Lambda.Κ.$ , δηλαδή ισούται με τη διαφορά του ημιπλάτους του οδοστρώματος και του πλάτους της Λωρίδας Καθοδήγησης.





# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (8/39)

- Στην περίπτωση που η οριζόντια συναρμογή είναι κλωθοειδής, η παράμετρος που υπολογίζεται αρχικώς, είναι το μήκος της κλωθοειδούς  $L$  από τη σχέση:

$$L = \frac{A^2}{R} (m)$$

- Στην περίπτωση που η οριζόντια συναρμογή είναι κλωθοειδής κορυφής, δηλαδή απουσιάζει το κυκλικό τόξο που συνδέει τις 2 κλωθοειδείς, είναι αναγκαίο να υπολογιστεί το μήκος  $L_{\sigma\tau\alpha\theta}$ . Η παράμετρος  $L_{\sigma\tau\alpha\theta}$  υπολογίζεται από τη σχέση:

$$L_{\sigma\tau\alpha\theta} = 0,3 \cdot V_e (m)$$

- Όπου  $V_e$  = η ταχύτητα μελέτης σε km/h.



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (9/39)

- Η παράμετρος  $L_{\sigma\tau\alpha\theta}$  εκφράζει εκείνο το μήκος στο οποίο θα εφαρμοσθεί ενιαία η μέγιστη εφαρμοζόμενη επίκλιση στην καμπύλη. Το μήκος αυτό επιμερίζεται ισόποσα ως προς την κορυφή της κλωθοειδούς κορυφής, μειώνοντας εξίσου το μήκος της κλωθοειδούς στο οποίο θα εφαρμοσθεί η μεταβολή της επίκλισης.
- Τονίζεται και πάλι πως η παράμετρος  $L_{\sigma\tau\alpha\theta}$  αφορά σε περιπτώσεις κλωθοειδούς κορυφής **ΜΟΝΟ**.
- Το μήκος επομένως κατά το οποίο θα μεταβάλλεται η επίκλιση των οριογραμμών υπολογίζεται από τη σχέση:

$$L' = L - \frac{L_{\sigma\tau\alpha\theta}}{2} (m)$$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (10/39)

- Στο επόμενο βήμα, υπολογίζεται η μεταβολή της επίκλισης των οριογραμμών  $\Delta S$  από τη σχέση:

$$\Delta S = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{L} (\%)$$

- Όπου
  - $\alpha$  = το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας που όμως προαναφέρθηκε υπολογίζεται από τη σχέση  $\alpha = b/2 - \Lambda.K.$
  - $q_{\tau}$  = η τελική τιμή της επίκλισης για συγκεκριμένο μήκος το οποίο εξετάζεται και η οποία λαμβάνεται στην περίπτωση οριζόντιας συναρμογής ως η τιμή της μέγιστης εφαρμοζόμενης επίκλισης. Αυτό συμβαίνει διότι στο τέλος της κλωθοειδούς και πριν την έναρξη του κυκλικού τόξου, η επίκλιση έχει λάβει τη μέγιστη εφαρμοζόμενη τιμή της. Εξάλλου αυτός είναι και ο ρόλος της κλωθοειδούς. Σε κάθε περίπτωση η τιμή της  $q_{\tau}$  στον παραπάνω τύπο χρησιμοποιείται ως θετική.
  - $q_{\alpha}$  = η αρχική τιμή της επίκλισης στην αρχή του μήκους μεταβολής των επικλίσεων.
  - $L$  = το μήκος μεταβολής της επίκλισης – συνήθως το μήκος της κλωθοειδούς.



## Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (11/39)

- Στο επόμενο βήμα υπολογίζεται η πρόσθετη κλίση της οριογραμμής τόσο για την εξωτερική όσο και για την εσωτερική οριογραμμή. Για να γίνει πιο κατανοητό, ας εξετάσουμε ένα αριθμητικό παράδειγμα όπου η μέγιστη εφαρμοζόμενη επίκλιση είναι 5% και η επίκλιση στην αρχή της κλωθοειδούς είναι -2,5%.



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (12/39)

- Για την εξωτερική οριογραμμή θα ισχύει:

$$\Delta S = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{L} = \alpha \cdot \frac{5 - (-2,5)}{L} = \alpha \cdot \frac{7,5\%}{L} = \alpha \cdot \frac{0,075}{L}$$

- Για την εσωτερική οριογραμμή θα ισχύει:

$$\Delta S = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{L} = \alpha \cdot \frac{-5 - (-2,5)}{L} = \alpha \cdot \frac{-2,5\%}{L} = \alpha \cdot \frac{-0,025}{L}$$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (13/39)

- Όπως προαναφέρθηκε, η εσωτερική οριογραμμή υποβαθμίζεται ως προς τον άξονα της οδού. Σε αυτή την περίπτωση, ενώ η τιμή  $\Delta S$  είναι θετική, γνωρίζουμε ότι πρόκειται για την εσωτερική οριογραμμή η οποία εκκινεί και τερματίζει σε αρνητική επίκλιση (δηλαδή κάτω από το επίπεδο του άξονα της οδού).
- Έτσι μπορούμε να υπολογίσουμε την παράμετρο  $\Delta S$  για την εσωτερική οριογραμμή ως εξής:

$$\Delta S = \alpha \cdot \frac{q_\tau - q_\alpha}{L} = \alpha \cdot \frac{5 - (2,5)}{L} = \alpha \cdot \frac{2,5\%}{L} = \alpha \cdot \frac{0,025}{L}$$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (14/39)

- Εφόσον υπολογισθεί η τιμή της πρόσθετης κλίσης της οριογραμμής  $\Delta S$  κατά μήκος του τμήματος μεταβολής της επίκλισης γίνεται ο έλεγχός της σε σχέση με την ελάχιστη επιτρεπόμενη τομή  $\Delta S_{\min}$ . Επομένως για την εξωτερική οριογραμμή θα ελέγξουμε εάν ισχύουν τα παρακάτω:
  - Εάν  $\Delta S_{\varepsilon\xi} > \Delta S_{\min}$ , τότε η υπολογισθήσα από τα προηγούμενα  $\Delta S_{\varepsilon\xi}$  εφαρμόζεται σε όλο το μήκος της κλωθοειδούς.
  - Εάν  $\Delta S_{\varepsilon\xi} < \Delta S_{\min}$ , τότε η  $\Delta S_{\varepsilon\xi}$  δε θα εφαρμοσθεί για όλο το μήκος της κλωθοειδούς. Στην περίπτωση αυτή είμαστε υποχρεωμένοι να υπολογίσουμε το απαραίτητο μήκος της κλωθοειδούς ( $l$ ), κατά το οποίο θα εφαρμοσθεί η ελάχιστη μεταβολή της επίκλισης  $\Delta S_{\min}$ . Οι κανόνες της οδοποιίας ορίζουν πως η  $\Delta S_{\min}$  θα πρέπει να εφαρμοσθεί για εκείνο το μήκος κατά το οποίο η επίκλιση της εξωτερικής οριογραμμής θα μεταβληθεί από την οριακή τιμή (-2,5%) στην οριακή τιμή (+2,5%). Επομένως βάσει των παραπάνω το μήκος ( $l$ ) θα υπολογισθεί από τη σχέση:

$$l = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{\Delta S_{\min}} \rightarrow l = \alpha \cdot \frac{2,5 - (-2,5)}{\Delta S_{\min}} \rightarrow$$
$$\rightarrow l = \alpha \cdot \frac{5}{\Delta S_{\min}} (m)$$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (15/39)

- Ο έλεγχος αυτός αφορά τόσο στην περίπτωση οριζόντιας συναρμογής με κλωθοειδή όσο και στην περίπτωση οριζόντιας συναρμογής με κλωθοειδή κορυφής. Στην περίπτωση της κλωθοειδούς κορυφής και εφόσον υπολογισθεί το μήκος μεταβολής της επίκλισης, υπολογίζεται βάσει αυτού η τιμή της πρόσθετης κλίσης της οριογραμμής.





# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (16/39)

- Δηλαδή για την περίπτωση της κλωθοειδούς υπολογίζονται τα κάτωθι μεγέθη:
  - Η πρόσθετη κλίσης της οριογραμμής για την εξωτερική οριογραμμή  $\Delta S_{\varepsilon\xi}$  για το μήκος της κλωθοειδούς  $L$ .
  - Γίνεται ο έλεγχος  $\Delta S_{\varepsilon\xi}$  ως προς τη  $\Delta S_{\min}$ . Εάν  $\Delta S_{\varepsilon\xi} > \Delta S_{\min}$  τότε εφαρμόζεται η  $\Delta S_{\varepsilon\xi}$ . Εάν όμως  $\Delta S_{\varepsilon\xi} < \Delta S_{\min}$ , τότε
  - Υπολογίζεται το μήκος  $l$ .
  - Τέλος για το μήκος  $L'=L-l$ , υπολογίζεται η νέα  $\Delta S_{\varepsilon\xi}'$  που θα εφαρμοσθεί για το μήκος  $L'$  από τη σχέση:

$$\Delta S'_{\varepsilon\xi} = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{L'} = \alpha \cdot \frac{5 - (2,5)}{L'} = \alpha \cdot \frac{2,5}{L'} (\%)$$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (17/39)

- Για την περίπτωση κλωθοειδούς κορυφής θα ισχύουν τα εξής:
  1. Υπολογίζεται το μήκος της κλωθοειδούς κορυφής  $L$ .
  2. Υπολογίζεται το μήκος  $L_{\sigma\tau\alpha\theta}$
  3. Υπολογίζεται το μήκος  $L' = L - \frac{L_{\sigma\tau\alpha\theta}}{2}$  (m)
  4. Υπολογίζεται το  $\Delta S_{\varepsilon\xi} = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{L} = \alpha \cdot \frac{5 - (-2,5)}{L} = \alpha \cdot \frac{7,5}{L}$  (%)
  5. Υπολογίζεται το  $\Delta S_{\min} = 0,1 * \alpha$  και εάν  $\Delta S_{\varepsilon\xi} < \Delta S_{\min}$  τότε
  6. Υπολογίζεται το  $l = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{\Delta S_{\min}} \rightarrow l = \alpha \cdot \frac{2,5 - (-2,5)}{\Delta S_{\min}} \rightarrow l = \alpha \cdot \frac{5}{\Delta S_{\min}}$  (m)



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (18/39)

7. Υπολογίζεται το  $L'' = L - \frac{L_{\sigma\tau\alpha\theta}}{2} - l$

8. Υπολογίζεται το  $\Delta S'_{\varepsilon\xi} = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{L''} = \alpha \cdot \frac{5 - (2,5)}{L''} = \alpha \cdot \frac{2,5}{L''} (\%)$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (19/39)

- Οι διαφορές στις δύο περιπτώσεις εφόσον  $\Delta S_{\varepsilon\xi} < \Delta S_{\min}$  είναι οι εξής:
  - Για την **κλωθοειδή**: το μήκος στο οποίο αναπτύσσεται η μεταβολή της επίκλισης Από +2,5% έως  $q_{\max}$  γίνεται σε μήκος  $L'$  το οποίο ισούται με  $L' = L - l(m)$ .
  - Για την **κλωθοειδή κορυφής**: το μήκος στο οποίο αναπτύσσεται η μεταβολή της επίκλισης Από +2,5% έως  $q_{\max}$  γίνεται σε μήκος  $L''$  το οποίο ισούται με

$$L'' = L - L_{\sigma\tau\alpha\theta} - l(m)$$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (20/39)

- Για την εσωτερική οριογραμμή η πρόσθετη κλίση της οριογραμμής υπολογίζεται και πάλι από τη σχέση

$$\Delta S_{\varepsilon\sigma} = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{L} (\%)$$

- Και για την εσωτερική οριογραμμή το μήκος L που θα χρησιμοποιηθεί διαφοροποιείται με το εάν η οριζόντια συναρμογή είναι κλωθοειδής ή κλωθοειδής κορυφής με παρόμοιο τρόπο όπως περιγράφηκε στα ανωτέρω.
- Ωστόσο η διαφορά έγκειται στο εάν θα υπάρξει έλεγχος της  $\Delta S_{\varepsilon\sigma}$  με τη  $\Delta S_{\min}$ . Εάν πρόκειται για αντίρροπες κυκλικές συναρμογές, τότε απαιτείται ο έλεγχος και για την εσωτερική οριογραμμή. Σε διαφορετική περίπτωση ο έλεγχος αυτός δεν απαιτείται. Στην περίπτωση όμως της κλωθοειδούς κορυφής, η  $\Delta S_{\varepsilon\sigma}$  ελέγχεται για το μήκος  $L_{\sigma\tau\alpha\theta}$  κατά το οποίο όπως προαναφέρθηκε εφαρμόζεται η μέγιστη επίκλιση λόγω απουσίας κυκλικού τόξου.



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (21/39)

- Κατά συνέπεια για οποιοδήποτε σημείο ζητηθεί, είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε την επίκλισή του, τόσο για την εσωτερική όσο και για την εξωτερική λωρίδα κυκλοφορίας. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να εντοπίσουμε επάνω στην κλωθοειδή, πού ακριβώς βρίσκεται το δεδομένο σημείο.
- Στο επόμενο βήμα από τη σχέση  $\Delta S = \alpha \cdot \frac{q_r - q_\alpha}{L}$  υπολογίζουμε την επίκλιση του τυχαίου σημείο σύμφωνα με τον εξής τύπο:

$$\Delta S = \alpha \cdot \frac{q_r - q_\alpha}{L} \rightarrow q_r = \frac{\Delta S \cdot L}{\alpha} + q_\alpha (\%) \cdot \alpha$$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (22/39)

- Η σχέση χρησιμοποιείται τόσο για τον υπολογισμό της επίκλισης της εξωτερικής λωρίδας κυκλοφορίας όσο και για τον υπολογισμό της επίκλισης της εσωτερικής λωρίδας κυκλοφορίας.
- Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίδεται στις παραμέτρους  $q_\alpha$  και  $L$  που χρησιμοποιούνται στην παραπάνω σχέση, διότι ανάλογα με το σημείο αναφοράς που θα χρησιμοποιείται (στην πραγματικότητα η θέση του σημείου επάνω στην κλωθοειδή ή στην κλωθοειδή κορυφής καθορίζει το σημείο αναφοράς) υπολογίζονται και οι τιμές τους.



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (23/39)

- Στη συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθείται στην περίπτωση που η οριζόντια συναρμογή είναι κυκλικό τόξο. Στο κυκλικό τόξο μεταβάλλεται η επίκλιση κατά τη σειρά των στοιχείων «ευθυγραμμία – κυκλικό τόξο» κατά το ήμισυ στην ευθυγραμμία και κατά το ήμισυ στο κυκλικό τόξο, όπως αναφέρεται και στην παράγραφο §9.4.1 της σελίδας 59 του τεύχους ΟΜΟΕ-Χ.





# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (24/39)

- Σε ειδικές περιπτώσεις και **ΜΟΝΟ** επιτρέπεται η προσαρμογή της επίκλισης να λάβει χώρα εξ ολοκλήρου στην ευθυγραμμία ή στο κυκλικό τόξο. Αυτές οι ειδικές περιπτώσεις προκύπτουν όταν το απαιτούμενο ελάχιστο μήκος για την προσαρμογή της επίκλισης δεν εξασφαλίζονται από το μήκος της ευθυγραμμίας ή του κυκλικού τόξου.
- Για λόγους δυναμικής της κυκλοφορίας και λόγους οπτικής, η μέγιστη τιμή της πρόσθετης κλίσης των οριογραμμών  $\Delta S_{\max}$  δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 9-5 της σελίδας 59 του τεύχους ΟΜΟΕ-Χ, για τις ομάδες οδών **A** και **B**.



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (25/39)

- Για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, αρχικά υπολογίζεται για το **ευθύγραμμο τμήμα ΑΒ** που προηγείται του κυκλικού τόξου η παράμετρος  $\Delta H$ , η υψομετρική δηλαδή διαφορά των οριογραμμών από τον άξονα της οδού.

$$\Delta H = \frac{b}{2} \cdot q_{\alpha}$$

όπου

- $b$  = το πλάτος του οδοστρώματος ίσο με 7,5m
- $q_{\alpha}$  = επίκλιση σε ευθυγραμμία η οποία βάσει των κανόνων της Οδοποιίας ισούται με 2,5%
- επομένως το  $\Delta H$  θα είναι ίσο με  **$\Delta H = 0,094m$** .



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (26/39)

- Για την εφαρμογή της εκφώνησης τα βήματα που θα ακολουθηθούν για την **κλωθοειδή κορυφής ΒΓ** και με βάση όλα τα παραπάνω είναι τα εξής:
  - Υπολογίζεται αρχικά το μήκος της κλωθοειδούς  $L$ .

$$L = \frac{A^2}{R} (m) \rightarrow L = \frac{140^2}{200} \rightarrow L = 98m$$

- Υπολογίζεται το μήκος  $L_{\sigma\tau\alpha\theta}$  κατά το οποίο θα εφαρμοστεί η επίκλιση  $\alpha_{1\varepsilon\phi} = 5\%$  από την ακόλουθη σχέση:

$$L_{\sigma\tau\alpha\theta} = 0,3 \cdot V_e (m) \rightarrow L_{\sigma\tau\alpha\theta} = 0,3 \cdot 80 \rightarrow L_{\sigma\tau\alpha\theta} = 24(m)$$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (27/39)

- Το μήκος λοιπόν της κλωθοειδούς  $L'$  για την **εξωτερική οριογραμμή** στο οποίο είναι δυνατόν να μεταβληθεί η επίκλιση είναι πλέον:  $L' = L - \frac{L_{\sigma\tau\alpha\theta}}{2} (m) \rightarrow L' = 98 - \frac{24}{2} = 86(m)$

- Υπολογίζεται η  $\Delta S_{\varepsilon\xi}$  από τη σχέση:

$$\Delta S_{\varepsilon\xi} = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{L} \rightarrow \Delta S_{\varepsilon\xi} = 3,5 \cdot \frac{5 - (-2,5)}{86} \rightarrow \Delta S_{\varepsilon\xi} = 0,305(\%)$$

- Ακολουθώς υπολογίζεται το  $\Delta S_{\min}$  από τη σχέση

$$\Delta S_{\min} = 0,1 \cdot \alpha \rightarrow \Delta S_{\min} = 0,1 \cdot 3,5 \rightarrow \Delta S_{\min} = 0,35(\%)$$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (28/39)

- Πραγματοποιείται ο απαραίτητος έλεγχος μεταξύ των  $\Delta S_{\varepsilon\xi}$  και  $\Delta S_{\min}$  από όπου προκύπτει πως  $\Delta S_{\varepsilon\xi} < \Delta S_{\min}$ . Άρα υπολογίζεται το μήκος:

$$l = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{\Delta S_{\min}} \rightarrow l = \alpha \cdot \frac{2,5 - (-2,5)}{\Delta S_{\min}} \rightarrow l = \alpha \cdot \frac{5}{\Delta S_{\min}} (m) \rightarrow l = 3,5 \cdot \frac{5}{0,35} \rightarrow l = 50(m)$$

- Για το υπολειπόμενο μήκος  $L'' = L - \frac{L_{\sigma\tau\alpha\theta}}{2} - l \rightarrow L'' = 86 - 50 = 36(m)$  υπολογίζεται η εφαρμοζόμενη μεταβολή της επίκλισης από τη σχέση

$$\Delta S'_{\varepsilon\xi} = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{L''} = \alpha \cdot \frac{5 - (2,5)}{L''} = \alpha \cdot \frac{2,5}{L''} (\%) \rightarrow \Delta S'_{\varepsilon\xi} = 3,5 \cdot \frac{2,5}{36} \rightarrow \Delta S'_{\varepsilon\xi} = 0,24(\%)$$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (29/39)

– Για την εσωτερική οριογραμμή υπολογίζεται η μεταβολή της επίκλισης:

$$\Delta S_{\varepsilon\sigma} = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{L} \rightarrow \Delta S_{\varepsilon\sigma} = 3,5 \cdot \frac{5 - (2,5)}{86} \rightarrow \Delta S_{\varepsilon\sigma} = 0,102(\%)$$

- Τα παραπάνω ισχύουν και για τις δύο κλωθοειδείς καθότι εκατέρωθεν αυτών υπάρχει ευθύγραμμο τμήμα επαρκούς μήκους.



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (30/39)

- Για το ευθύγραμμο τμήμα ΓΔ που προηγείται του κυκλικού τόξου η παράμετρος ΔΗ, η υψομετρική δηλαδή διαφορά των οριογραμμών από τον άξονα της οδού είναι:

$$\Delta H = \frac{b}{2} \cdot q_{\alpha}$$

όπου

- b = το πλάτος του οδοστρώματος ίσο με 7.5 μέτρα
- $q_{\alpha}$  = επίκλιση σε ευθυγραμμία η οποία βάσει των κανόνων της Οδοποιίας ισούται με 2,5%
- επομένως το ΔΗ θα είναι ίσο με **ΔΗ = 0,094m.**



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (31/39)

- Για την εφαρμογή της εκφώνησης τα βήματα που θα ακολουθηθούν για το **κυκλικό τόξο ΔΕ** είναι τα εξής:

- Για το κυκλικό τόξο, υπολογίζεται η μέγιστη (οριακή) τιμή της πρόσθετης κλίσης των οριογραμμών, από τη σχέση:

$$\Delta S_{\max} = 0,25 \cdot \alpha(\%) \rightarrow \Delta S_{\max} = 0,25 \cdot 3,5 \rightarrow \Delta S_{\max} = 0,875(\%)$$

- Για τη συναρμογή των επικλίσεων στην **εξωτερική λωρίδα κυκλοφορίας** θα χρησιμοποιηθεί ως  $\Delta S$  η μέγιστη μεταβολή της επίκλισης  $\Delta S_{\max}$ .





## Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (32/39)

- Εάν ζητείται να υπολογισθεί το ελάχιστο επιτρεπόμενο από τις ΟΜΟΕ μήκος συναρμογής των επικλίσεων σε κυκλικό τόξο, τότε ως  $\Delta S$  θα χρησιμοποιηθεί το  $\Delta S_{\max}$ . Ο υπολογισμός του ελάχιστου μήκος στο οποίο θα εφαρμοστεί η μέγιστη μεταβολή της επίκλισης  $\Delta S_{\max}$  στην εξωτερική οριογραμμή βασίζεται στην ακόλουθη σχέση:

$$L_{\varepsilon\xi_{\min}} = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{\Delta S_{\max}} = 3,5 \cdot \frac{4 - (-2,5)}{0,875} \rightarrow L_{\varepsilon\xi_{\min}} = 26(m)$$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (33/39)

- Το επόμενο βήμα απαιτεί τον έλεγχο της επάρκειας του μήκους του κυκλικού τόξου και της ευθυγραμμίας που βρίσκεται πριν και μετά το κυκλικό τόξο. Το αποτέλεσμα του ελέγχου θα καθορίσει το πώς θα κατανεμηθεί το μήκος αυτό στις ευθυγραμμίες και στο κυκλικό τόξο, επιλέγοντας κατά σειρά προτεραιότητας τις ακόλουθες λύσεις:
  - Επιμερισμός κατά 50% του μήκους στην ευθυγραμμία και κατά 50% στο κυκλικό τόξο. Να σημειωθεί ότι το μήκος αυτό αφορά και στα **ΔΥΟ ΑΚΡΑ** του κυκλικού τόξου.
  - Εξ ολοκλήρου εφαρμογή του μήκους **ΕΚΤΟΣ** του κυκλικού τόξου, δηλαδή στην ευθυγραμμία.
  - Εξ ολοκλήρου εφαρμογή του μήκους **ΕΝΤΟΣ** του κυκλικού τόξου.



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (34/39)

- Εφόσον ολοκληρωθεί ο έλεγχος αυτός, τότε υπολογίζεται το υπολειπόμενο μήκος του κυκλικού τόξου, στο οποίο θα εφαρμοσθεί η επίκλιση όπως ορίζεται στην εκφώνηση της εφαρμογής (μέγιστη εφαρμοζόμενη επίκλιση).
- Βάσει όλων των προαναφερθέντων το μήκος της συναρμογής θα κατανεμηθεί κατά 50% στο ευθύγραμμο τμήμα ΓΔ και κατά 50% στο κυκλικό τόξο. Ομοίως το 50% θα κατανεμηθεί στο τέλος του κυκλικού τόξου και κατά 50% στο ευθύγραμμο τμήμα 50% ΕΖ. Άρα το μήκος εφαρμογής της επίκλισης  $q_{2εφ} = 4\%$  θα είναι:  $150 - 26 = 124(m)$ .



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (35/39)

- Για την **εσωτερική οριογραμμή** η πρόσθετη κλίση της οριογραμμής  $\Delta S_{\varepsilon\sigma}$  υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\Delta S_{\varepsilon\sigma} = \alpha \cdot \frac{q_{\tau} - q_{\alpha}}{L} \rightarrow \Delta S_{\varepsilon\sigma} = 3,5 \cdot \frac{4 - (2,5)}{26} \rightarrow \Delta S_{\varepsilon\sigma} = 0,2(\%)$$

- Από την εκφώνηση ζητείται ο υπολογισμός της επίκλισης στο σημείο N. Αρχικά θα πρέπει να αναγνωριστεί σε ποιο σημείο του κυκλικού τόξου βρίσκεται το σημείο N. Μας δίδεται από την εκφώνηση το μήκος BN=70m, επομένως αντιλαμβανόμαστε πως το σημείο βρίσκεται εντός της κλωθοειδής εισόδου στην καμπύλη ΒΓ.



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (36/39)

- Επομένως θα ισχύουν τα εξής:
  - Για την εξωτερική οριογραμμή υπολογίζεται η επίκλιση στο σημείο N από τη σχέση:

$$q_{N_{\varepsilon\xi}} = \frac{\Delta S \cdot L}{\alpha} + q_{\alpha} \rightarrow q_{N_{\varepsilon\xi}} = \frac{\Delta S'_{\varepsilon\xi} \cdot (70 - l)}{\alpha} + q_{\alpha} \rightarrow q_{N_{\varepsilon\xi}} = \frac{0,24 \cdot 20}{3,5} + 2,5 \rightarrow q_{N_{\varepsilon\xi}} = 3,87(\%)$$

- Για την εσωτερική οριογραμμή υπολογίζεται η επίκλιση στο σημείο N από τη σχέση:

$$q_{N_{\varepsilon\sigma}} = \frac{\Delta S \cdot L}{\alpha} + q_{\alpha} \rightarrow q_{N_{\varepsilon\sigma}} = \frac{\Delta S_{\varepsilon\sigma} \cdot 70}{\alpha} + q_{\alpha} \rightarrow q_{N_{\varepsilon\sigma}} = \frac{0,102 \cdot 70}{3,5} + 2,5 \rightarrow q_{N_{\varepsilon\sigma}} = 4,54(\%)$$



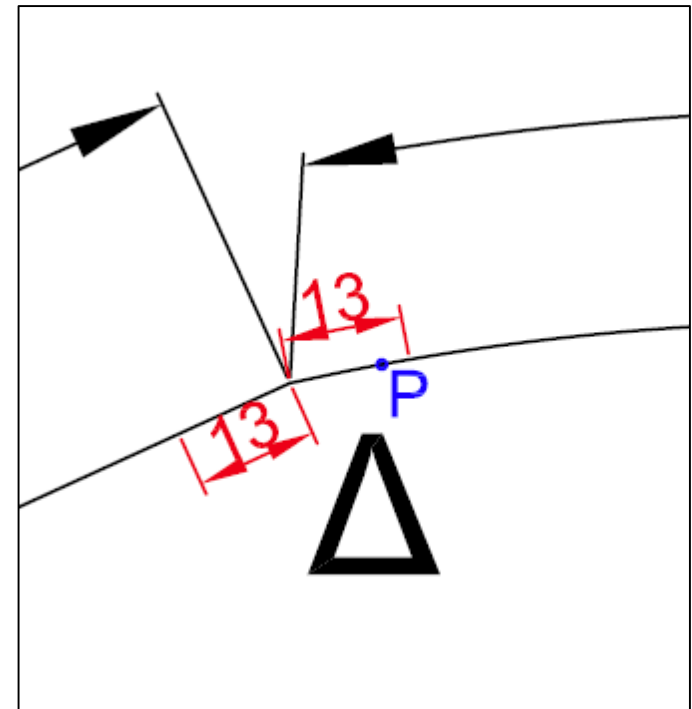
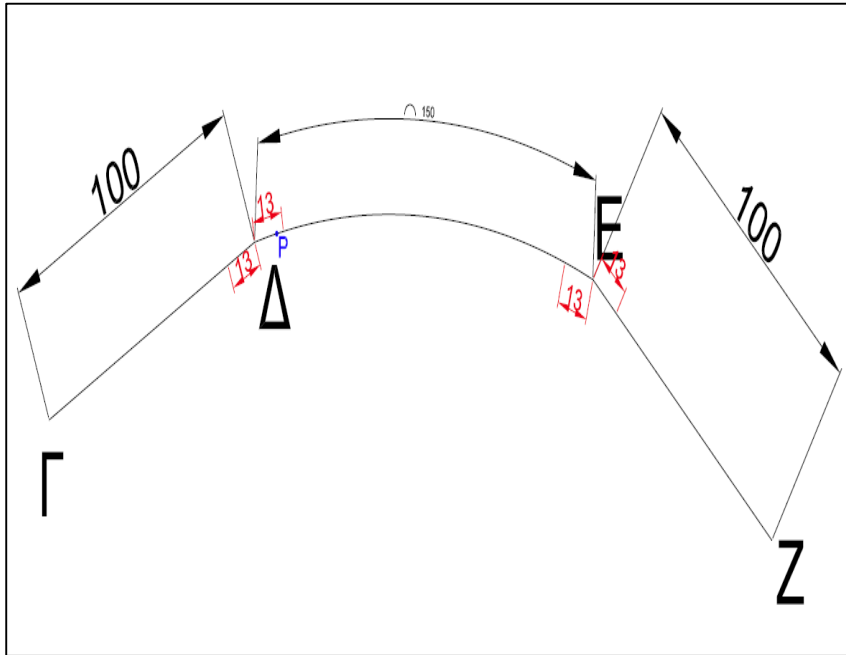
# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (37/39)

- Ομοίως για το σημείο P, προκύπτει από τον έλεγχο πως βρίσκεται εντός του κυκλικού τόξου και μάλιστα εντός του μήκους  $L_{\xi\min}$ . Επομένως το μήκος L που θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της επίκλισης στο σημείο P θα έχει ως αρχικό σημείο (σημείο αναφοράς) την αρχή του μήκους συναρμογής των επικλίσεων όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα που ακολουθεί ενώ η επίκλιση στην **εξωτερική λωρίδα κυκλοφορίας** στο σημείο P θα υπολογισθεί από τη σχέση:

$$q_{P_{\xi}} = \frac{\Delta S \cdot L}{a} + q_a = \frac{\Delta S_{\max} \cdot L}{a} + q_a = \frac{0,875 \cdot (13+10)}{3,5} + (-2,5) \rightarrow$$
$$\rightarrow q_{P_{\xi}} = 3,25(\%)$$



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (38/39)



# Εφαρμογή 3 : Επικλίσεις – Διάγραμμα οριογραμμών (39/39)

- Για την εσωτερική λωρίδα κυκλοφορίας ομοίως η επίκλιση στο σημείο P θα υπολογισθεί από τη σχέση:

$$q_{P_{\varepsilon\sigma}} = \frac{\Delta S \cdot L}{a} + q_a = \frac{\Delta S_{\varepsilon\sigma} \cdot L}{a} + q_a = \frac{0,2 \cdot (13+10)}{3,5} + (2,5) \rightarrow$$
$$\rightarrow q_{P_{\varepsilon\sigma}} = 3,81(\%)$$

- **ΣΗΜΕΙΩΣΗ**: Η μετάβαση από αρνητική επίκλιση στο αρχικό σημείο σε θετική επίκλιση στο τελικό σημείο, σημαίνει πως οι επικλίσεις του αρχικού και του τελικού σημείου αθροίζονται. Η μετάβαση από αρνητική επίκλιση στο αρχικό σημείο σε αρνητική επίκλιση στο τελικό σημείο, σημαίνει πως οι επικλίσεις του αρχικού και του τελικού σημείο αφαιρούνται.





# Εφαρμογή 4: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (1/11)

- Δίδεται τμήμα AB υπεραστικής δίστιβης οδού κατηγορίας ΑΙV, ταχύτητας μελέτης  $V_e = 70\text{km/h}$ . Αποτελείται από ευθύγραμμο τμήμα  $AA_1$ , τυπική συναρμογή  $A_1A'_1$ , αντίρροπη τυπική συναρμογή  $A_2A'_2$ , ευθύγραμμο τμήμα  $A'_2A_3$ , τυπική συναρμογή  $A_3A'_3$ , αντίρροπη τυπική συναρμογή  $A_4A'_4$ , αντίρροπη τυπική συναρμογή  $A_5A'_5$  και ευθύγραμμο τμήμα  $A'_5B$ . Η οδός αναπτύσσεται σε έδαφος λοφώδες. Τα στοιχεία της γεωμετρίας του τμήματος AB είναι:
  - $L_{AA_1} = 150\text{m}$ ,  $L_{A'_2A_3} = 500\text{m}$ ,  $L_{A'_5B} = 500\text{m}$
  - $K_1: \gamma_1=60^\circ$ ,  $R_1 = 300\text{m}$ ,  $L_1 = 200\text{m}$ ,  $\Omega_1\Omega'_1=50\text{m}$ ,  $q_1=4\%$
  - $K_2: \gamma_2=80^\circ$ ,  $R_2 = 200\text{m}$ ,  $L_2 = 150\text{m}$ ,  $\Omega_2\Omega'_2=50\text{m}$ ,  $q_2=5\%$
  - $K_3: \gamma_3=50^\circ$ ,  $R_3 = 150\text{m}$ ,  $L_3 = 100\text{m}$ ,  $\Omega_3\Omega'_3=45\text{m}$ ,  $q_3=6\%$
  - $K_4: \gamma_4=80^\circ$ ,  $R_4 = 150\text{m}$ ,  $L_4 = 60\text{m}$ ,  $\Omega_4\Omega'_4=50\text{m}$ ,  $q_4=7\%$
  - $K_5: \gamma_5=60^\circ$ ,  $R_5 = 400\text{m}$ ,  $L_5 = 150\text{m}$ ,  $\Omega_5\Omega'_5=80\text{m}$ ,  $q_5=4\%$
  - $s_{AA_3} = 4\%$ ,  $s_{A_3B} = 6\%$
  - $b=7,50\text{m}$  & Λωρίδα καθοδήγησης =  $0,25\text{m}$



# Εφαρμογή 4: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (2/11)

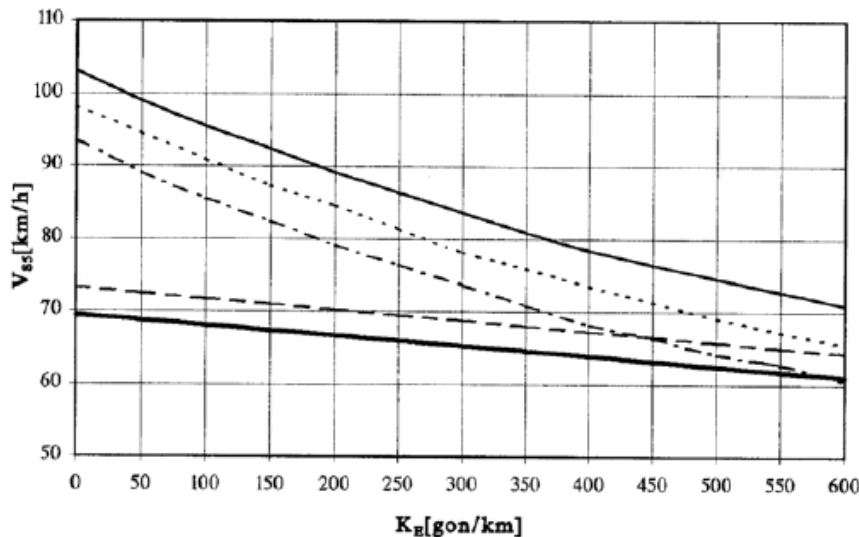
- Ζητείται να γίνει γεωμετρικός και λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας στο τμήμα ΑΒ.

## Χρήσιμοι τύποι

$$A^2 = R \cdot L, \quad k_\varepsilon = \frac{|\gamma|}{L}, \quad \max f_{T_{\varepsilon\pi\tau\eta}} = 0,30$$

$$\max f_{R_{\varepsilon\pi\tau\eta}} = 0,218 - 1,795 \cdot 10^{-3} \cdot V + 0,559 \cdot 10^{-5} \cdot V^2 \quad (V \equiv V_{85})$$

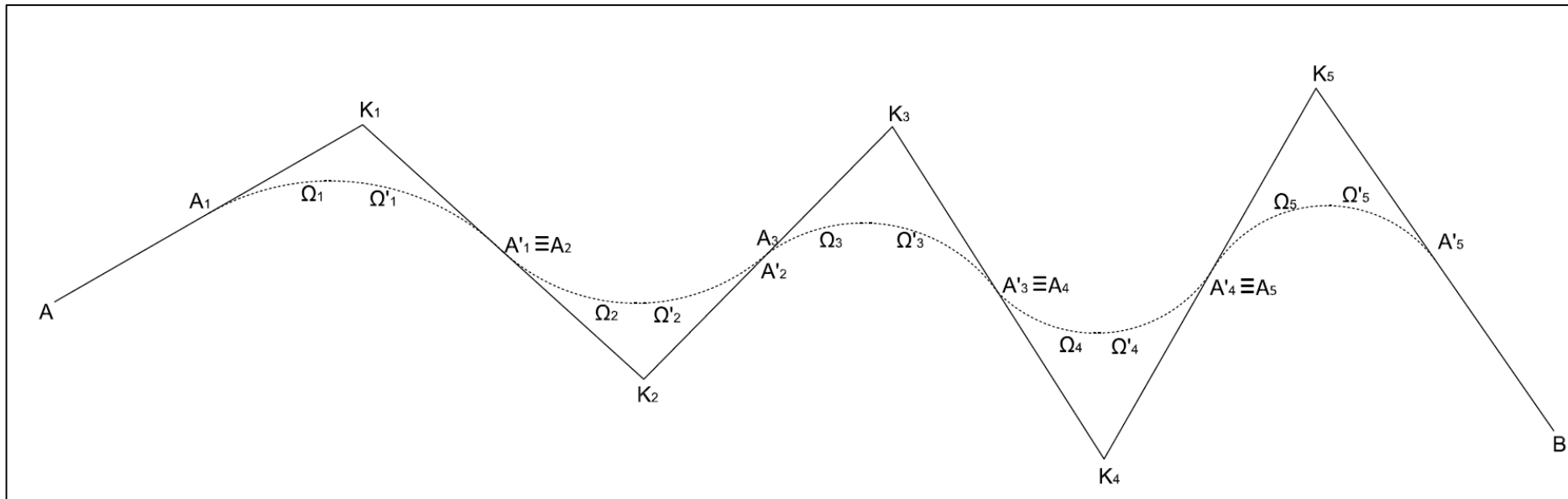
$$f_R = 0,70 \cdot f_{R_{\varepsilon\pi\tau\eta}}, \quad f_{R_A} = \frac{V_{85}^2}{127 \cdot R} - q$$



Υπόμνημα:

Σύμβολο	Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας	Κατά μήκος κλίση οδού (s)
—	3,75	s ≤ 5%
⋯	3,50	
- - -	3,25	
- · - · -	3,25-3,75	5% < s ≤ 7%
—	3,25-3,75	7% < s < 10%

# Εφαρμογή 4: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (3/11)



Σχήμα 3: Ενδεικτικό σχήμα Εφαρμογής 4



# Εφαρμογή 4: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (4/11)

- Γεωμετρικός Έλεγχος

- Σε όλες τις συναρμογές ισχύει:

$$\frac{R}{3} < A < R \quad (A_1 = 245m, A_2 = 173m, A_3 = 123m, A_4 = 95m, A_5 = 245m)$$

- $\Omega\Omega'_{\text{ελαχ}} = \frac{70.000}{3.600} \cdot 2 = 38,89m < \text{από τα μήκη } \Omega\Omega' \text{ σε όλες τις καμπύλες}$



# Εφαρμογή 4: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (5/11)

- Λειτουργικός Έλεγχος:

- $K_1$

$$K_{E_1} = \frac{60}{0,45} = 133,34, \text{ Π.Λ.Κ.} = \frac{7,5}{2} - 0,25 = 3,5m, s=4\%, V_{85_{K_1}} = 88km/h$$

$$\text{Άρα } \max f_{R_{\text{επιτρ}1}} = 0,103 \rightarrow f_{R_1} = 0,072, f_{RA_1} = \frac{88^2}{127.300} - 4 = 0,203 \rightarrow f_{RA_1} = 0,163$$

Π.Λ.Κ. = Πλάτος Λωρίδας Κυκλοφορίας

- $K_2$

$$K_{E_2} = \frac{80}{0,35} = 229, \text{ Π.Λ.Κ.} = \frac{7,5}{2} - 0,25 = 3,5m, s=4\%, V_{85_{K_2}} = 83km/h$$

$$\text{Άρα } \max f_{R_{\text{επιτρ}2}} = 0,11 \rightarrow f_{R_2} = 0,08, f_{RA_2} = \frac{83^2}{127.300} - 0,05 = 0,27 - 0,05 \rightarrow f_{RA_2} = 0,22$$



# Εφαρμογή 4: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (6/11)

–  $K_3$

$$K_{E_3} = \frac{50}{0,245} = 204,0, \text{ Π.Λ.Κ.} = \frac{7,5}{2} - 0,25 = 3,5m, s=6\%, V_{85_{K_3}} = 70km/h$$

$$\text{Άρα } \max f_{E\Pi_3} = 0,12 \rightarrow f_{R_3} = 0,08, f_{RA_3} = \frac{70^2}{127.150} - 0,06 = 0,26 - 0,06 \rightarrow f_{RA_3} = 0,20$$

–  $K_4$

$$K_{E_4} = \frac{80}{0,17} = 471, \text{ Π.Λ.Κ.} = \frac{7,5}{2} - 0,25 = 3,5m, s=6\%, V_{85_{K_4}} = 66km/h$$

$$\text{Άρα } \max f_{E\Pi_4} = 0,12 \rightarrow f_{R_4} = 0,08, f_{RA_4} = \frac{66^2}{127.150} - 0,07 = 0,23 - 0,07 \rightarrow f_{RA_4} = 0,16$$



# Εφαρμογή 4: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (7/11)

–  $K_5$

$$K_{E_5} = \frac{60}{0,38} = 158, \text{ Π.Λ.Κ.} = \frac{7,5}{2} - 0,25 = 3,5m, s=6\%, V_{85_{K_5}} = 71km/h$$

$$\text{Άρα } \max f_{E\Pi_5} = 0,12 \rightarrow f_{R_5} = 0,08, f_{RA_5} = \frac{71^2}{127.400} - 0,04 = 0,10 - 0,04 \rightarrow f_{RA_5} = 0,06$$

– Ευθυγραμμία  $AA_1$

$$L_{AA_1} = 150m, V_{85_{AA_1}} = 98km/h$$

$$\text{για } V_{85_{K_1}} = 88km/h \rightarrow TL_S = 165m > 150m \rightarrow \text{ευθυγραμμία } AA_1 \approx \text{εξαρτημένη}$$



# Εφαρμογή 4: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (8/11)

## – Ευθυγραμμία $A'_2A_3$

$$L_{A'_2A_3} = 500m, V_{85_{A'_2A_3}} = 98km/h$$

για  $V_{85_{K_2}} = 83km/h \rightarrow TL_L = 165m, 2 \cdot TL_L = 2 \cdot 165 = 330m < 500m \rightarrow$  ευθυγραμμία  $A'_2A_3 \approx$  ανεξάρτητη

## – Ευθυγραμμία $A'_3B$

$$L_{A'_3B} = 500m, V_{85_{A_3B}} = 73km/h$$

για  $V_{85_{K_5}} = 71km/h \rightarrow TL_L = 235m, 2 \cdot TL_L = 2 \cdot 235 = 470m < 500m \rightarrow$  ευθυγραμμία  $A'_3B \approx$  ανεξάρτητη





# Εφαρμογή 4: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (9/11)

$$\overline{K}_E = \frac{450 \cdot 134 + 350 \cdot 229 + 245 \cdot 204 + 170 \cdot 471 + 380 \cdot 158}{450 + 350 + 245 + 170 + 380} = 207,24 \text{ gon / km}$$

$$\overline{K}_{E_1} = \frac{450 \cdot 134 + 350 \cdot 229}{450 + 350} = 175,56 \text{ gon / km}$$

$$\overline{K}_{E_2} = \frac{245 \cdot 204 + 170 \cdot 471 + 380 \cdot 158}{245 + 170 + 380} = 239,10 \text{ gon / km}$$



# Εφαρμογή 4: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (10/11)

- Κριτήριο Ασφαλείας I

Στοιχεία Χάραξης	Μήκος L (m)	$K_E$ (gon/km)	$V_{85}$ (km/h)	$V_e$ (km/h)	$ V_{85}-V_e $ (km/h)	$ V_{85ki}-V_{85ki+1} $ (km/h)	Ποιότητα Σχεδιασμού (Κρ. Ασφ. I)	Ποιότητα Σχεδιασμού (Κριτ.Ασφ. II)
Ευθυγραμμία AA <sub>1</sub>	150	-	98	70	28		Απαράδεκτη	
K <sub>1</sub>	450	134	88	70	18	-	Μέτρια	-
K <sub>2</sub>	350	229	83	70	13	5	Μέτρια	Καλή
Ευθυγραμμία A' <sub>2</sub> A <sub>3</sub>	500	-	98	70	28	15	Απαράδεκτη	Μέτρια
K <sub>3</sub>	245	204	70	70	0	28	Καλή	Απαράδεκτο
K <sub>4</sub>	170	471	66	70	4	4	Καλή	Καλή
K <sub>5</sub>	380	158	71	70	1	5	Καλή	Καλή
Ευθυγραμμία A' <sub>3</sub> B	500	-	73	70	3	2	Καλή	Καλή
Μέση Τιμή	$\overline{K_{E_1}}$	175,56	86	70	16		Μέτρια	
	$\overline{K_{E_2}}$	239,1	89	70	1		Καλή	



# Εφαρμογή 4: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (11/11)

- Κριτήριο Ασφάλειας II:

$$K_1 : f_{R_1} - f_{RA_1} = 0,07 - 0,16 = -0,09 \rightarrow \text{Απαράδεκτη}$$

$$K_2 : f_{R_2} - f_{RA_2} = 0,08 - 0,22 = -0,14 \rightarrow \text{Απαράδεκτη}$$

$$K_3 : f_{R_3} - f_{RA_3} = 0,08 - 0,20 = -0,12 \rightarrow \text{Απαράδεκτη}$$

$$K_4 : f_{R_4} - f_{RA_4} = 0,08 - 0,16 = -0,08 \rightarrow \text{Απαράδεκτη}$$

$$K_5 : f_{R_5} - f_{RA_5} = 0,08 - 0,06 = 0,04 \rightarrow \text{Καλή}$$



# Εφαρμογή 5: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (1/6)

- Δίδεται τμήμα AZ δίστιβης, υφιστάμενης υπεραστικής οδού, κατηγορίας AIII, ταχύτητας μελέτης  $V_e=80\text{km/h}$ . Περιλαμβάνει ευθύγραμμο τμήμα AB μήκους 90m, τυπική συναρμογή ΒΓ κορυφής  $K_1$ , ευθύγραμμο τμήμα ΓΔ μήκους 350m, κλωθοειδή κορυφής ΔΕ κορυφής  $K_2$  και αντίρροπη κλωθοειδή κορυφής ΕΖ κορυφής  $K_3$ .
- Τα στοιχεία της χάραξης είναι:
  - $K_1$ :  $R_1=300\text{m}$ ,  $A_1=150$ ,  $\Omega_1\Omega'_1=60\text{m}$ ,  $\gamma_1=40^\circ$
  - $K_2$ :  $R_2=250\text{m}$ ,  $A_2=150$ ,  $\gamma_2=25^\circ$
  - $K_3$ :  $R_3=320\text{m}$ ,  $A_3=160$ ,  $\gamma_3=20^\circ$
  - Κατά μήκος κλίση: Τμήμα ΑΔ=3%, Τμήμα ΔΖ = -6%
  - Μήκος εξαρτημένης ευθυγραμμίας 100m
  - Μήκος ανεξάρτητης ευθυγραμμίας 300m
  - Πλάτος οδοστρώματος  $b=7,50\text{m}$
  - Πλάτος λωρίδας καθοδήγησης  $\alpha = 2,50\text{m}$



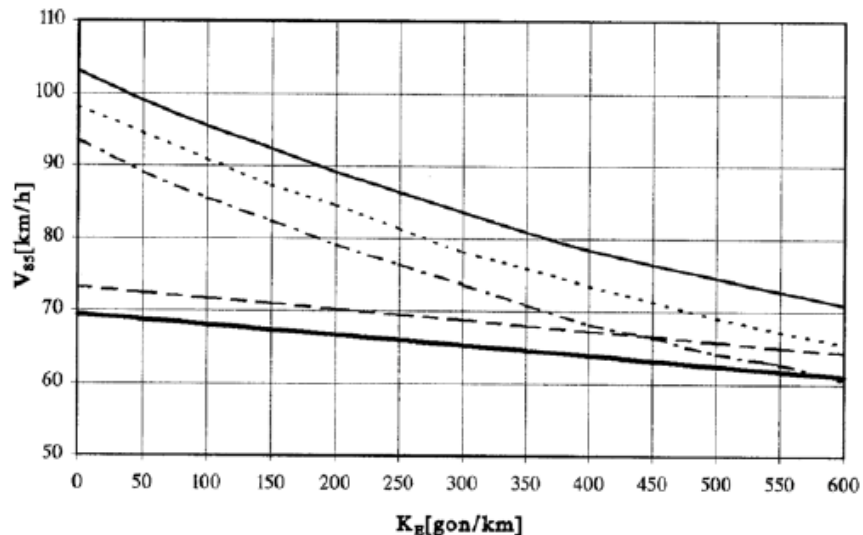
# Εφαρμογή 5: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (2/6)

Ζητείται ο λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας στο τμήμα ΑΖ.

Χρήσιμοι τύποι

$$A^2 = R \cdot L$$

$$k_\varepsilon = \frac{|\gamma|}{L}$$



Υπόμνημα:

Σύμβολο	Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας	Κατά μήκος κλίση οδού (s)
—	3,75	s ≤ 5%
⋯	3,50	
- - -	3,25	
- · - · -	3,25-3,75	5% < s ≤ 7%
—	3,25-3,75	7% < s < 10%

# Εφαρμογή 5: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (3/6)

- Ευθύγραμμο τμήμα AB: Μήκος  $90m < 100m \longrightarrow$   
 $\longrightarrow$  Εξαρτημένη ευθυγραμμία

- Καμπύλη κορυφή  $K_1$  - ΒΓ

$$L_1 = \frac{150^2}{300} = 75m, \text{ Μήκος καμπύλης} = 2 \cdot 75 + 60 = 210m$$

$$\text{Π.Λ.Κ.} = \frac{b}{2} - 0,25 = \frac{7,5}{2} - 0,25 = 3,75 - 0,25 = 3,50m, \text{ κατά μήκος κλίση } \Delta\Delta = 3\%$$

$$K_{E_1} = \frac{40}{0,210} = 190,48 \text{ gon} / \text{km} \rightarrow V_{85} = 87 \text{ km} / \text{h}$$

Π.Λ.Κ. = Πλάτος Λωρίδας Κυκλοφορίας



# Εφαρμογή 5: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (4/6)

- Ευθύγραμμο τμήμα ΓΔ: Μήκος  $350m < 300m \longrightarrow$   
 $\longrightarrow$  Ανεξάρτητη ευθυγραμμία, κλίση = 3%,  $K_E = 0$ ,  $V_{85} = 98km/h$
- Καμπύλη κορυφή  $K_2$  - ΔΕ

$$L_2 = \frac{150^2}{250} = 90m, \text{ Μήκος καμπύλης} = 2 \cdot 90 = 180m$$

$$\text{Π.Λ.Κ.} = \frac{b}{2} - 0,25 = \frac{7,5}{2} - 0,25 = 3,75 - 0,25 = 3,50m, \text{ κατά μήκος κλίση } 6\%$$

$$K_{E_2} = \frac{25}{0,180} = 138,89 \text{ gon} / km \rightarrow V_{85} = 71km / h$$



# Εφαρμογή 5: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (5/6)

- Καμπύλη κορυφής  $K_3$  - ΕΖ

$$L_3 = \frac{160^2}{320} = 80m, \text{ Μήκος καμπύλης} = 2 \cdot 80 = 160m$$

$$\text{Π.Λ.Κ.} = \frac{b}{2} - 0,25 = \frac{7,5}{2} - 0,25 = 3,75 - 0,25 = 3,50m, \text{ κατά μήκος κλίση } -6\%$$

$$K_{E_3} = \frac{20}{0,160} = 125 \text{ gon} / km \rightarrow V_{85} = 72 \text{ km} / h$$





# Εφαρμογή 5: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (6/6)

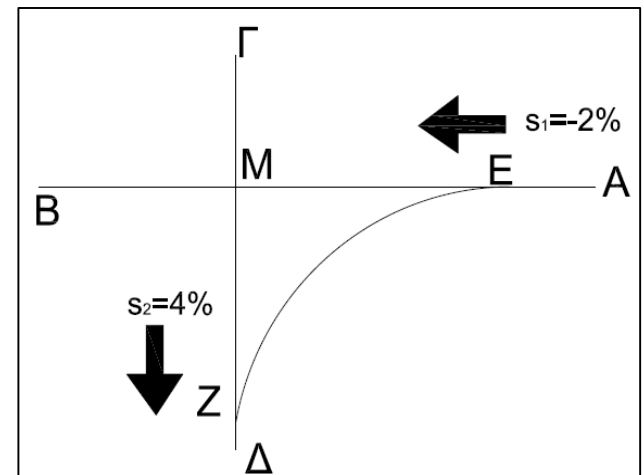
- Κριτήριο Ασφαλείας I

Στοιχεία Χάραξης	Μήκος L (m)	$K_E$ (gon/km)	$V_{85}$ (km/h)	$ V_{85}-V_e $ (km/h)	Ποιότητα Σχεδιασμού (Κρ. Ασφ. I)	$ V_{85K_i}-V_{85K_{i+1}} $ (km/h)	Ποιότητα Σχεδιασμού (Κριτ. Ασφ. II)
ΑΒ	-	-	-	-			
ΒΓ	210	190,48	87	7	Καλή	13	Μέτρια
ΓΔ	350	0	98	18	Μέτρια	27	Απαράδεκτη
ΔΕ	180	138,89	71	9	Καλή	1	Καλή
ΕΖ	160	125	72	8	Καλή		
Μέση Τιμή	154,55						



# Εφαρμογή 6: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (1/5)

- Δύο υπεραστικές οδοί AB και ΓΔ διασταυρώνονται ανισόπεδα στο σημείο M με κλίσεις  $s_{AB} = -2\%$  και  $s_{\Gamma\Delta} = +4\%$ . Μεταξύ των οδών σχεδιάζεται ράμπα EZ με ακτίνα κατακόρυφης συναρμογής  $H = 4000\text{m}$ . Τα υψόμετρα των σημείων E και Z είναι  $100\text{m}$  και  $104,80\text{m}$  αντίστοιχα.



# Εφαρμογή 6: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (2/5)

- Ζητούνται:

- Οι τιμές των παραμέτρων της γεωμετρίας της κατακόρυφης συναρμογής (ράμπα EZ):  $T$ ,  $f$ ,  $x_s$ ,  $s(S)$ ,  $s(M)$
- Το συνολικό μήκος της ράμπας.
- Το υψόμετρο σε σημείο P που απέχει 270m από το σημείο E.



# Εφαρμογή 6: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (3/5)

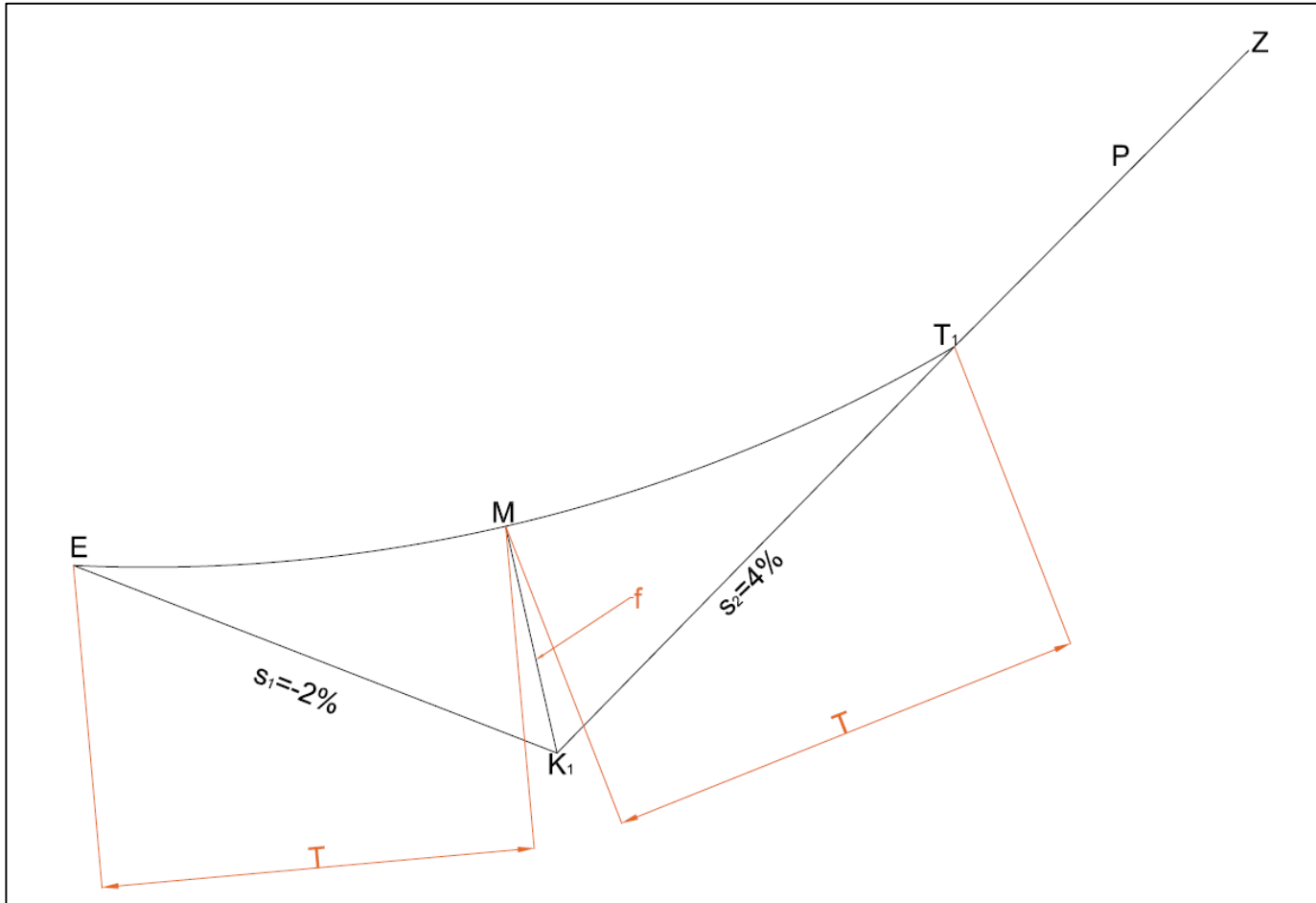
- Χρήσιμοι τύποι:

$$x_s = -\frac{s_1}{100} \cdot H, \quad s(x) = s_1 + \frac{x}{H} \cdot 100, \quad y(x) = \frac{s_1}{100} \cdot x + \frac{x^2}{2 \cdot H}$$

$$T = \frac{H}{2} \cdot \left( \frac{s_2 - s_1}{100} \right), \quad f = \frac{T^2}{2 \cdot H}$$



# Εφαρμογή 6: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (4/5)



# Εφαρμογή 6: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (5/5)

$$T = \frac{4000}{2} \cdot \frac{(4 - (-2))}{100} \rightarrow T = 120m$$

Μήκος καμπύλης συναρμογής =  $2 \cdot T = 2 \cdot 120 = 240m$

$$L_{EP} = 270 > 240m \rightarrow T_1P = 270 - 240 \rightarrow T_1P = 30m$$

$$H_{K_1} = H_E - T \cdot s_1 = 100 - 120 \cdot 0,02 \rightarrow H_{K_1} = 100 - 2,4 = 97,6m$$

$$L_{K_1Z} = \frac{104,8 - 97,6}{0,04} = 180m$$

Άρα οριζόντιο μήκος ράμπας =  $2 \cdot T + (180 - 120) = 240 + 60 = 300m$

$$H_p = 104,80 - 30 \cdot 0,04 = 104,80 - 1,2 = 103,6m$$

$$f = \frac{120^2}{2 \cdot 4000} = 1,8m$$

$$x_s = -\frac{-2}{100} \cdot 4000 = 80m$$

$$s(x) = -2 + \frac{80}{4000} \cdot 100 \rightarrow s(x) = 0\%, s(M) = -2 + \frac{120}{4000} \cdot 100 = 1\%$$



# Εφαρμογή 7: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (1/9)

- Δίδεται τμήμα ΑΗ δίστιβης υπεραστικής οδού με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας, κατηγορίας ΑΙΙΙ και ταχύτητα μελέτης  $V_e = 70\text{km/h}$ .
- Αποτελείται από ευθύγραμμο τμήμα ΑΒ, αριστερόστροφη τυπική συναρμογή ΒΓ, ευθύγραμμο τμήμα ΓΔ, δεξιόστροφη κλωθοειδή κορυφής ΔΕ, ευθύγραμμο τμήμα ΕΖ και αριστερόστροφο κυκλικό τόξο ΖΗ.



# Εφαρμογή 7: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (2/9)

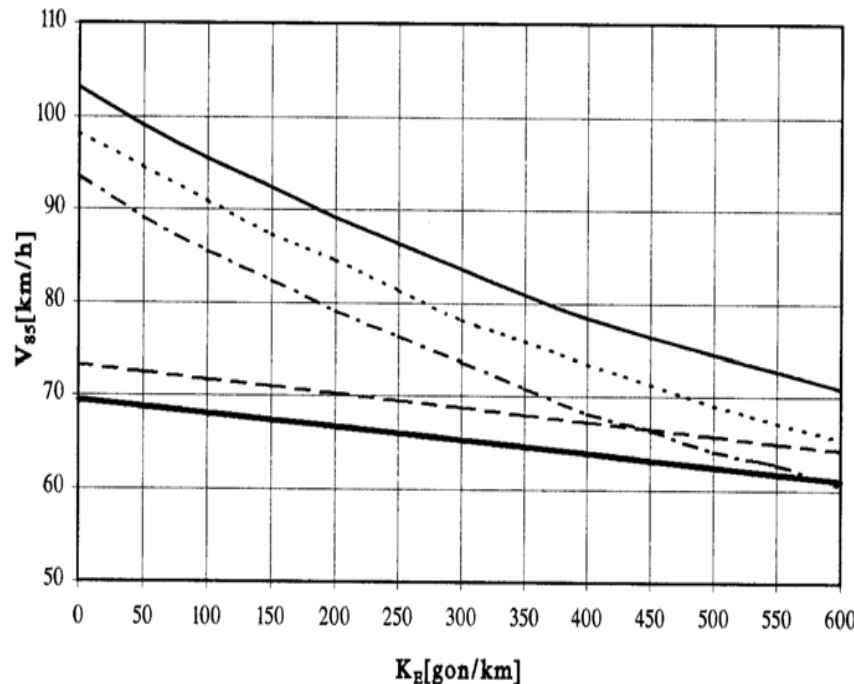
- Τα γεωμετρικά στοιχεία της χάραξης στον άξονα της οδού, είναι:  
 $AB: L_{AB} = 300m, s_{AB} = 4\%$   
 $B\Gamma: \gamma_{B\Gamma} = 50^s, L_{B\Gamma} = 150m, s_{B\Gamma} = 4\%, R_{B\Gamma} = 140m$   
 $\Gamma\Delta: L_{\Gamma\Delta} = 100m, s_{\Gamma\Delta} = 6\%$   
 $\Delta E: \gamma_{\Delta E} = 60^s, L_{\Delta E} = 100m, s_{\Delta E} = 6\%, R_{\Delta E} = 150m$   
 $EZ: L_{EZ} = 200m, s_{EZ} = 8\%$   
 $ZH: \gamma_{ZH} = 60^s, L_{ZH} = 150m, s_{ZH} = 8\%, R_{ZH} = 140m$
- Το πλάτος οδοστρώματος  $b=7,50m$  και το πλάτος λωρίδας καθοδήγησης είναι  $0,25m$ . Η εφαρμοζόμενη επίκλιση σε όλες τις καμπύλες είναι  $q=7\%$ .
- Το οριακό μήκος εξαρτώμενης ευθυγραμμίας είναι  $160m$  και το αντίστοιχο της ανεξάρτητης  $280m$ .





# Εφαρμογή 7: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (3/9)

- Να γίνει ο έλεγχος λειτουργικής ασφαλείας της χάραξης τόσο για τα μεμονωμένα τμήματα όσο και το σύνολο της χάραξης.



Υπόμνημα:

Σύμβολο	Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας	Κατά μήκος κλίση οδού (s)
	3,75	$s \leq 5\%$
	3,50	
	3,25	
	3,25-3,75	$5\% < s \leq 7\%$
	3,25-3,75	$7\% < s < 10\%$



# Εφαρμογή 7: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (4/9)

- Χρήσιμοι τύποι

$$k_\varepsilon = \frac{|\gamma|}{L},$$

$$\max f_{r_{\text{επιτρ}}} = 0,218 - 1,795 \cdot 10^{-3} \cdot V + 0,559 \cdot 10^{-5} \cdot V^2$$

$$f_R = 0,70 \cdot f_{r_{\text{επιτρ}}}$$

$$f_{RA} = \frac{V_{85}^2}{127 \cdot R} - q$$

$$TL_c = \frac{V_{85_1}^2 - V_{85_2}^2}{22,03}$$

$$V_{85_T} = V_{85_1} + \Delta V_{85_T}$$

$$\Delta V_{85_T} = \frac{-2 \cdot V_{85_1} \pm \sqrt{4 \cdot V_{85_1}^2 + 44,06 \cdot (TL - TL_c)}}{2}$$



# Εφαρμογή 7: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (5/9)

## • Κριτήριο Ασφαλείας I

Στοιχεία μελέτης	Μήκος (m)	$K_E$	$V_{85}$	$V_e$	$ V_{85}-V_e $	Ποιότητα σχεδιασμού
Ευθυγραμμία ΑΒ	300	0	98	70	28	Κακή
Τυπική συναρμογή ΒΓ	150	333	77	70	7	Καλή
Ευθυγραμμία ΓΔ	100	0	74	70	4	Καλή
Κλωθοειδής κορυφής ΔΕ	100	600	64	70	6	Καλή
Ευθυγραμμία ΕΖ	200	0	69	70	1	Καλή
Κυκλικό τόξο ΖΗ	150	400	63	70	7	Καλή
Μέση Τιμή		424,88	67	70	3	Καλή

$$K_E = \frac{333 \cdot 150 + 600 \cdot 100 + 400 \cdot 150}{150 + 100 + 150} = 424,88 \text{ για μέση κλίση } 6\%$$



# Εφαρμογή 7: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (6/9)

- Αξιολόγηση ευθυγραμμιών

$AB = 300m \succ 280m \rightarrow AB =$  ανεξάρτητη ευθυγραμμία

$\Gamma\Delta = 100m \prec 160m \rightarrow \Gamma\Delta =$  εξαρτημένη ευθυγραμμία

$EZ = 200m \succ 160m$

$200m \prec 280m$

} μερικά ανεξάρτητη ευθυγραμμία



# Εφαρμογή 7: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (7/9)

## • Κριτήριο Ασφαλείας II

$$V_{85_{AB}} - V_{85_{B\Gamma}} = 98 - 77 = 21 > 20 \rightarrow \text{κακή ποιότητα}$$

$$V_{85_{B\Gamma}} - V_{85_{\Delta E}} = 77 - 64 = 13 < 20 \rightarrow \text{μέτρια ποιότητα}$$

Για την ευθυγραμμία EZ ισχύει:

$$V_{85_{TEZ}} = V_{85_{ZH}} + \Delta V_{85_{TEZ}}, TL_c = \frac{64^2 - 63^2}{22,03} = 5,76 \text{ km / h}$$

$$\Delta V_{TEZ} = \frac{-126 \pm 156}{2} = \frac{30}{2} = 15 \text{ km / h}$$

$$\text{Άρα } V_{85_{TEZ}} = 63 + 15 = 78 \text{ km / h}$$

$$V_{85_{\Delta E}} - V_{85_{TEZ}} = |64 - 78| = 14 \rightarrow \text{μέτρια ποιότητα}$$

$$V_{85_{TEZ}} - V_{85_{ZH}} = |78 - 63| = 15 \rightarrow \text{μέτρια ποιότητα}$$



# Εφαρμογή 7: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (8/9)

## • Κριτήριο Ασφαλείας III

### – Τυπική συναρμογή

$$\begin{aligned} \max f_{R_{BG}} &= 0,218 - 1,795 \cdot 77 \cdot 10^{-3} + 0,559 \cdot 77^2 \cdot 10^{-5} = 0,113 \\ \text{Άρα } f_{R_{BG}} &= 0,7 \cdot 0,113 = 0,08 \\ f_{RA_{BG}} &= \frac{77^2}{127 \cdot 140} - 7\% = 0,26 \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} f_{R_{BG}} - f_{RA_{BG}} = -0,16 \rightarrow \text{κακή ποιότητα}$$

### – Κλωθοειδής κορυφής

$$\begin{aligned} \max f_{r_{\Delta E}} &= 0,218 - 1,795 \cdot 64 \cdot 10^{-3} + 0,559 \cdot 64^2 \cdot 10^{-5} = 0,126 \\ \text{Άρα } f_{R_{\Delta E}} &= 0,7 \cdot 0,126 = 0,09 \\ f_{RA_{\Delta E}} &= \frac{64^2}{127 \cdot 150} - 7\% = 0,22 - 0,07 = 0,15 \\ \text{Άρα } f_{r_{\Delta E}} - f_{RA_{\Delta E}} &= 0,09 - 0,15 = -0,06 \rightarrow \text{κακή ποιότητα} \end{aligned}$$



# Εφαρμογή 7: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (9/9)

## – Κυκλικό τόξο

$$\max f_{r_{ZH}} = 0,218 - 1,795 \cdot 63 \cdot 10^{-3} + 0,559 \cdot 63^2 \cdot 10^{-5} = 0,14$$

$$\text{Άρα } f_{R_{ZH}} = 0,7 \cdot 0,14 = 0,098$$

$$f_{RA_{ZH}} = \frac{63^2}{127 \cdot 140} - 7\% = 0,12$$

$$\text{Άρα } f_{r_{ZH}} - f_{RA_{ZH}} = 0,098 - 0,12 = -0,022 \rightarrow \text{μέτρια ποιότητα}$$



# Εφαρμογή 8: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (1/6)

- Δίδεται κοίλη κατακόρυφη καμπύλη (αντίθετα πρόσημα στα δύο σκέλη), κορυφής γωνίας  $K$ , η οποία αρχίζει στο  $A$  και τελειώνει στο  $B$  με κλίση  $s_1$  και  $s_2$  (διπλάσια της  $s_1$ ), ακτίνας  $H=4500\text{m}$  και  $f=2,5\text{m}$ .
- Το απόλυτο υψόμετρο της κορυφής της γωνίας  $K$  είναι  $97,5\text{m}$ . Δίδονται τα σημεία  $\Gamma$ ,  $\Delta$  και  $E$  επί της καμπύλης σε οριζόντια απόσταση από την αρχή της κατακόρυφης συναρμογής  $A\Gamma=50\text{m}$ ,  $\Gamma\Delta=120\text{m}$  και  $\Delta E=60\text{m}$ .





# Εφαρμογή 8: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (2/6)

- Ζητείται να υπολογισθούν οι τιμές των βασικών παραμέτρων της κοίλης συναρμογής, τα απόλυτα υψόμετρα των σημείων Α, Γ, Μ, Δ, Σ, Ε, και Β της ερυθράς της οδού.

$$x_s = -\frac{s_1}{100} \cdot H, \quad s(x) = s_1 + \frac{x}{H} \cdot 100, \quad y(x) = \frac{s_1}{100} \cdot x + \frac{x^2}{2 \cdot H}$$

$$T = \frac{H}{2} \cdot \left( \frac{s_2 - s_1}{100} \right), \quad f = \frac{T^2}{2 \cdot H}$$



# Εφαρμογή 8: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (3/6)

- Πρόσημα:
  - Ανωφέρεια ( $+s_1, +s_2$ )
  - Κατωφέρεια ( $-s_1, -s_2$ )
  - Κοίλη καμπύλη ( $+H$ )
  - Κυρτή καμπύλη ( $-H$ )



# Εφαρμογή 8: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (4/6)

$$f = \frac{T^2}{2 \cdot H} \rightarrow T = \sqrt{2 \cdot H \cdot f} = \sqrt{2 \cdot 4500 \cdot 2,5} = 150m$$

$$T = \frac{H}{2} \cdot \left( \frac{s_2 - s_1}{100} \right) = \frac{H}{2} \cdot \left( \frac{2 \cdot s_1 + s_1}{100} \right) = \frac{H}{2} \cdot \frac{s_1}{100} \rightarrow 3 \cdot s_1 = \frac{200 \cdot T}{H} = \frac{200 \cdot 150}{3 \cdot 4500} \rightarrow s_1 = 2,22\%$$

$$s_2 = 2 \cdot s_1 \rightarrow s_2 = 4,44\%$$

$$x_s = -\frac{-2,22}{100} \cdot 4500 = 99,9 \rightarrow x = 100m$$

$$s(S) = -2,22 + \frac{100}{4500} \cdot 100 \rightarrow s(S) = -2,22 + 2,22 \rightarrow s(x) = 0\%$$



# Εφαρμογή 8: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (5/6)

$$\text{Σημείο } \Gamma: y(x) = \frac{-2,22}{100} \cdot 50 + \frac{50^2}{2 \cdot 4500} = -1,11 + 0,28 \rightarrow y(\Gamma) = -0,83m$$

$$\text{Σημείο } \Delta: y(x) = \frac{-2,22}{100} \cdot 170 + \frac{170^2}{2 \cdot 4500} = -3,78 + 3,21 \rightarrow y(\Delta) = -0,57m$$

$$\text{Σημείο } \text{E}: y(x) = \frac{-2,22}{100} \cdot 230 + \frac{230^2}{2 \cdot 4500} = -5,11 + 5,88 \rightarrow y(\text{E}) = +0,77m$$

$$\text{Σημείο } \text{S}: y(s) = \frac{-2,22}{100} \cdot 100 + \frac{100^2}{2 \cdot 4500} = -2,22 + 1,11 \rightarrow y(s) = -1,11m$$



# Εφαρμογή 8: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (6/6)

$$H_K = 97,5m$$

$$H_M = 97,5 + 2,5 = 100m$$

$$H_A = H_K + T \cdot s_1 = 97,5 + 150 \cdot 0,0222 = 97,5 + 3,33 = 100,83m$$

$$H_\Gamma = H_A + y(\Gamma) = 100,83 - 0,83 = 100,0m$$

$$H_\Delta = H_A + y(A) = 100,83 - 0,57 = 100,26m$$

$$H_E = H_A + y(E) = 100,83 + 0,77 = 101,60m$$

$$H_B = H_K + T \cdot s_2 = 97,5 + 4,44\% \cdot 150 = 97,5 + 6,66 = 104,16m$$

$$H_s = H_A + y(s) = 100,83 - 1,11 = 99,72m$$



# Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (1/12)

- Δίδεται τμήμα ΑΗ δίστιβης υπεραστικής οδού (δύο (2) λωρίδες κυκλοφορίας) με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας, κατηγορίας ΑΙΙΙ και ταχύτητα μελέτης  $V_e = 80\text{km/h}$ .
- Αποτελείται από ευθύγραμμο τμήμα ΑΒ μήκους 50m, κυκλικό τόξο κορυφής  $K_1$  μήκους ΒΓ=40m, ακτίνας  $R_1$  και πολύ μικρής επίκεντρης γωνίας, ευθύγραμμο τμήμα ΓΔ μήκους 100m, τυπική συναρμογή  $K_2$ , ακτίνας  $R_2$ , μήκους ΔΕ, κλωθοειδής κορυφής  $K_3$ , ακτίνας  $R_3$ , μήκους ΕΖ και ευθύγραμμο τμήμα ΖΗ μήκους 100m.



# Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (2/12)

- Τα στοιχεία των συναρμογών δίδονται ως εξής:
  - $R_1=2000\text{m}$ ,  $q_{1\varepsilon\phi}=4\%$
  - $R_2=300\text{m}$ ,  $A_2=150$ ,  $q_{2\varepsilon\phi}=4\%$ ,  $\Omega_2\Omega'_2=30\text{m}$
  - $R_3=160\text{m}$ ,  $A_3=120$ ,  $q_{3\varepsilon\phi}=5\%$ ,  $\Omega_3\Omega'_3=\text{ελάχιστον}$
  - Πλάτος οδοστρώματος = 7,5m
  - Πλάτος λωρίδας καθοδήγησης  $a = 2,50\text{m}$

$$\Delta s = \frac{q_{\varepsilon\phi} - q_{\alpha}}{L} \cdot a, \Delta s_{\max} = 0,25 \cdot a, \Delta s_{\min} = 0,1 \cdot a$$



# Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (3/12)

- Ζητείται χωριστά για το κάθε διακριτό τμήμα της οδού να:
  - Προσδιορισθούν οι τιμές όλων των παραμέτρων που συνθέτουν το διάγραμμα μεταβολής των επικλίσεων και
  - Οι απαραίτητοι έλεγχοι ικανοποίησης των προδιαγραφών ΟΜΟΕ για την εφαρμογή των επικλίσεων.





# Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (4/12)

Τμήμα ΑΒ

Ευθυγραμμία

Επίκλιση = 2,5%

$$\Delta h = \frac{b}{2} \cdot 2,5\% = \frac{7,5}{2} \cdot 2,5\% = 0,094m$$



# Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (5/12)

Τμήμα ΒΓ → κυκλικό τόξο μικρής επίκεντρης γωνίας

$$\text{Έλεγχος μήκους ΒΓ} = \frac{80000}{3600} \cdot 2'' = 44m > 40m$$

Διαπίστωση → ανεπάρκεια μήκους κυκλικού τόξου

Κατανομή μήκους επίκλισης 50% στην ευθυγραμμία και 50% στο κυκλικό τόξο

$$\Delta s_{\max} = 0,25 \cdot a = 0,25 \cdot 3,5 = 0,875\%$$

$$\Delta s_{\min} = 0,10 \cdot a = 0,10 \cdot 3,5 = 0,35\%$$

Επιλογή  $\Delta s = 0,6\%$

$$\text{Τότε } L = \frac{q_{1_{\text{εφ}}} - q_a}{\Delta s} \cdot a = \frac{4 + 2,5}{0,6} \cdot 3,5 = 37,92m \rightarrow 38m$$

Κατανομή: 19m στην ευθυγραμμία και 19m στο κυκλικό τόξο

$$\Delta h_{\text{ευθ}} = 0,094m$$

$$\Delta h_{\text{κυκ}} = \frac{b}{2} \cdot 4\% = 0,15m$$



# Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (6/12)

Τμήμα ΓΔ

Ευθυγραμμία

$$\Delta h = 0,094m$$

Τμήμα ΔΕ

Τυπική συναρμογή

$$A_2^2 = R_2 \cdot L_2 \rightarrow L_2 = \frac{150^2}{300} = 75m$$

Έλεγχος μήκους  $\Omega_2\Omega'_2 = 30m < 44m \rightarrow$  ανεπάρκεια μήκους  $\Omega_2\Omega'_2$

$$\Delta s = \frac{q_{\varepsilon\varphi} - q_a}{L} \cdot a = \frac{4 - (-2,5\%)}{75} \cdot 3,5 = 0,30\%$$

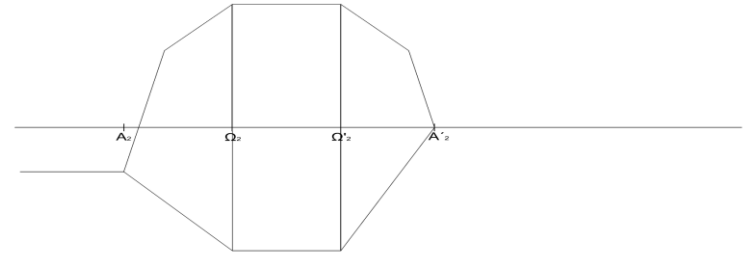
Έλεγχος  $\Delta s$ :  $\Delta s < \Delta s_{\max}$ ,  $\Delta s < \Delta s_{\min}$



# Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (7/12)

Εξωτερική οριογραμμή

$$A_2 \Omega_2 \left\{ \begin{array}{l} \Delta s_{\min} = 0,35\% \rightarrow L = \frac{2,5 + 2,5}{0,35} \cdot 3,5 = 50m \\ \Delta s = \frac{4 - 2,5}{75 - 50} \cdot 3,5 \rightarrow \Delta s = 0,21\% \end{array} \right.$$



$$A'_2 \Omega'_2 \left\{ \begin{array}{l} \Delta s_{\min} = 0,35\% \rightarrow L = \frac{2,5 + 0}{0,35} \cdot 3,5 = 25m \\ \Delta s = \frac{4 - 2,5}{75 - 25} \cdot 3,5 \rightarrow L = \frac{1,5}{50} \cdot 3,5 = 0,11\% \end{array} \right.$$



# Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (8/12)

Εσωτερική οριογραμμή

$$A_2\Omega_2 \rightarrow \Delta s = \frac{4 - 2,5}{75} \cdot 3,5 = 0,07\%$$

$$A'_2\Omega'_2 \rightarrow \Delta s = \frac{4 + 0}{75} \cdot 3,5 = 0,19\%$$

$$\Delta H = \frac{b}{2} \cdot 4\% = \frac{7,5}{2} \cdot 0,04 = 0,15m$$



# Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (9/12)

Τμήμα ΕΖ

Κλωθοειδής κορυφής

$$A_3^2 = R_3 \cdot L_3 \rightarrow L_3 = \frac{120^2}{160} = 90m$$

Μήκος κυκλικού τόξου=0

Μήκος εφαρμογής της  $a_{\max}$  :  $L_{\sigma\tau\alpha\theta} = 0,3 \cdot V_e$  ή  $L_{\sigma\tau\alpha\theta} \approx 2''$

$$L_{\sigma\tau\alpha\theta} = 0,3 \cdot 80 = 24m < L_{\sigma\tau\alpha\theta} = \frac{80000}{3600} \cdot 2 = 44,44m$$



# Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (10/12)

Κλωθειδής εισόδου  $A_3\Omega_3$  (εξωτερική και εσωτερική οριογραμμή)

$$\Delta S = \frac{5 - 0}{90 - 22,22} \cdot 3,5 = 0,19\% < \Delta S_{\min} = 0,35\%$$

Άρα σε μήκος  $L = \frac{2,5 - 0}{0,35} \cdot 3,5 = 25m$  εφαρμόζεται

$$\Delta S = \Delta S_{\min} = 0,35\%$$

Για το υπόλοιπο μήκος  $L = 90 - \frac{44,44}{2} - 25 = 42,78m$

εφαρμόζεται  $\Delta S = \frac{5 - 2,5}{42,78} \cdot 3,5 = 0,20\%$



# Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (11/12)

Κλωθοειδής εξόδου

$$\Delta S = \frac{5 - (-2,5)}{90 - 22,22} \cdot 3,5 = 0,38\% \succ \Delta S_{\min} = 0,35\%$$

$$\Delta S_{\varepsilon\sigma} = \frac{5 - 2,5}{90 - 22,22} \cdot 3,5 = 0,14\%$$





# Εφαρμογή 9: Λειτουργικός έλεγχος ασφαλείας (12/12)

Τμήμα ΖΗ

Ευθυγραμμία

$$\Delta h = \frac{b}{2} \cdot q_a = \frac{7,5}{2} \cdot 0,025 = 0,094m$$



# Βιβλιογραφία

- Γ. Μίντσης, «Πανεπιστημιακές Σημειώσεις μαθήματος Οδοποιία Ι», Τομέας Συγκοινωνιακών & Υδραυλικών Έργων, Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης



# Σημείωμα Αναφοράς

---

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γεώργιος Μίντσης.  
«Οδοποιία Ι - Εισαγωγή στην Οδοποιία». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

[http://opencourses.auth.gr/eclass\\_courses](http://opencourses.auth.gr/eclass_courses).



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λπ., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





# Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Ευστάθιος Μπουχουράς,  
Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2014

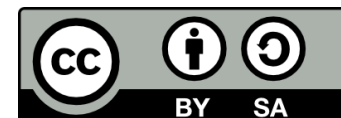


Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

---

# **Σημειώματα**

# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

---

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.00.



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

