



ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΠΕΤΕΠ 07-01-01-10

-
- 07 Σιδηροδρομικά έργα
 - 01 Γενικά θέματα και χαρακτηριστικά επιδομής
 - 01 Γενικά θέματα και χαρακτηριστικά επιδομής
 - 10 Χάραξη Σιδηροδρομικής Γραμμής**

Το έργο της σύνταξης των ΠΕΤΕΠ υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του "Προγράμματος Δράσεων για τον εκσυγχρονισμό της παραγωγής των Δημοσίων Έργων" (Action Plan του ΥΠΕΧΩΔΕ), υπό την εποπτεία και καθοδήγηση της 2ης Ομάδας Διοίκησης Έργου (2η ΟΔΕ).

Πίνακας μεταβολών, αναθεωρήσεων, ενημερώσεων, συμπληρώσεων

Περιγραφή	Ημερομηνία	Παρατηρήσεις
Πρώτη έκδοση	05/2006	Κείμενο 2 ^{ης} ΟΔΕ/ΙΟΚ, όπως διαμορφώθηκε μετά από παρατηρήσεις Επιτροπής στελεχών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ

Η εκάστοτε τελευταία έκδοση, αντικαθιστά όλες τις προηγούμενες, οι οποίες πρέπει να καταστρέφονται.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	1
1.1. ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ - ΟΡΙΣΜΟΙ - ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ.....	1
1.2. ΣΥΜΒΟΛΑ	1
2. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	2
2.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΙΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ.....	2
2.2. ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΣΤΙΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ, ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΑΣ R ΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ.....	4
2.3. ΥΠΕΡΥΨΩΣΕΙΣ	4
2.4. ΠΡΑΝΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ (ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΜΗΚΟΥΣ).....	6
2.5. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ.....	7
2.6. ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ.....	7
2.6.1. Γενικά.....	7
2.6.2. Υπολογισμός καμπύλης συναρμογής.....	8
2.6.3. Οριζοντιογραφική συναρμογή ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης.....	8
2.6.4. Υπολογισμός του μήκους του τόξου συναρμογής.....	10
2.6.5. Οριζοντιογραφική συναρμογή δύο ομόστροφων, συνεχόμενων, κυκλικών καμπυλών ...	10
2.6.6. Σύνδεση δύο ομόστροφων κυκλικών καμπυλών, που μεταξύ τους μεσολαβεί μια μικρή ευθυγραμμία.....	12
2.6.7. Οριζοντιογραφική συναρμογή δύο αντίστροφων κυκλικών καμπυλών.....	13
2.6.8. Υψομετρική συναρμογή ομόστροφων κυκλικών καμπυλών.....	14
2.6.9. Εφαρμογή των τόξων συναρμογής.....	15
2.6.10. Διόρθωση της χάραξης σε υφιστάμενες καμπύλες.....	15
2.6.11. Συναρμογές σε αλλαγές τροχιάς.....	16
2.7. ΣΤΡΟΓΓΥΛΕΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΑΚΡΑ ΤΩΝ ΤΟΞΩΝ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ.....	16
2.8. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ.....	17
2.9. ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ.....	19
2.9.1. Ελεύθερη (εκτός σταθμών) γραμμή.....	20
2.9.2. Σήραγγες (νεοκατασκευαζόμενες).....	20
2.9.3. Σταθμοί (νεοκατασκευαζόμενοι).....	20
2.10. ΑΞΟΝΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ	20
2.11. ΑΞΟΝΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ	20

ΠΡΟΧΕΙΡΙΔΙΟ

Χάραξη Σιδηροδρομικής Γραμμής

ΠΕΤΕΠ

07-01-01-10

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ¹

Η παρούσα ΠΕΤΕΠ αφορά γενικές αρχές για την χάραξη κανονικού εύρους γραμμής.

1.1. ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ - ΟΡΙΣΜΟΙ - ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ

Στην παρούσα ΠΕΤΕΠ γίνεται αναφορά στους ακόλουθους όρους - ορισμούς:

- Δ.Γ.: Διεύθυνση Γραμμής

1.2. ΣΥΜΒΟΛΑ

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΜΟΝΑΔΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
h	mm	Η εφαρμοζόμενη υπερύψωση
R	m	Η ακτίνα της καμπύλης σε μέτρα
v	km/h	Η εφαρμοζόμενη ταχύτητα
L	m	Το μήκος της καμπύλης συναρμογής
i	mm/m	Η κλίση του πρηνούς υπερύψωσης (η μεταβολή της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης h ανά μονάδα μήκους, στις παραβολικές συναρμογές)
α	mm	Η ανεπάρκεια της υπερύψωσης
π	mm	Το πλεόνασμα της υπερύψωσης
μ	mm/sec	Η μεταβολή της ανεπάρκειας της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης h, ανά μονάδα χρόνου, στις παραβολικές συναρμογές
γ	m/sec ²	Μη εξισορροπούμενη πλευρική επιτάχυνση

¹ Η παρούσα ΠΕΤΕΠ βασίσθηκε στον Νέο Κανονισμό Επιδομής Γραμμής (2000), αλλά και άλλες συμπληρώσεις

2. ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

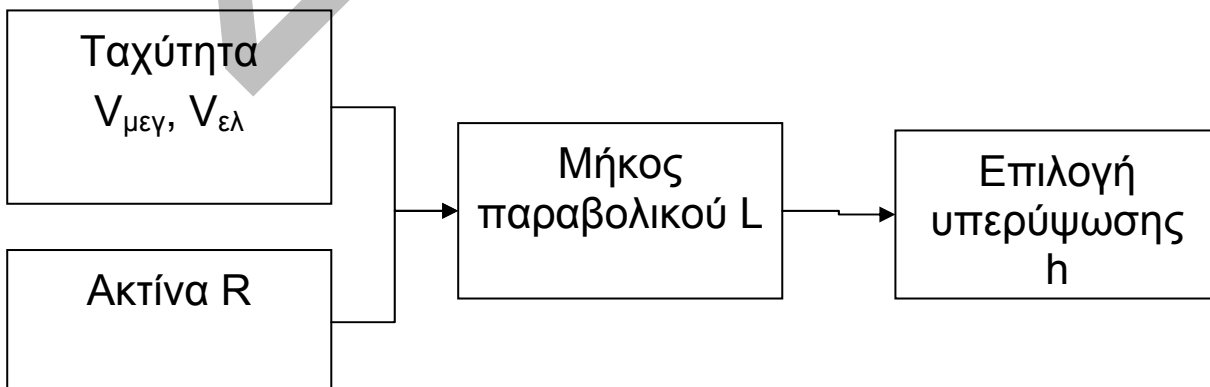
2.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΤΙΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία στις καμπύλες είναι τα εξής:

1. Η ακτίνα καμπύλης R	
2. Το παραβολικό L	$L \leq \frac{R}{3,5}$
3. Η εφαρμοζόμενη υπερύψωση h	
4. Η ανεπάρκεια α της υπερύψωσης	ισούται με την διαφορά της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης h από τη θεωρητική $h_{\theta}^{V_{μεγ}}$, που αντιστοιχεί στη μέγιστη ταχύτητα $V_{μεγ}$ των ταχυκίνητων (επιβατικών) αμαξοστοιχιών. $\alpha = h_{\theta}^{V_{μεγ}} - h$
5. Το πλεόνασμα π της υπερύψωσης	ισούται με την διαφορά της θεωρητικής υπερύψωσης $h_{\theta}^{V_{ελ}}$ που αντιστοιχεί στη, θεωρούμενη σαν ελάχιστη, ταχύτητα $V_{ελ}$ των βραδυκίνητων (εμπορικών) αμαξοστοιχιών, από την εφαρμοζόμενη υπερύψωση h. $\pi = h - h_{\theta}^{V_{ελ}}$
6. Η μεταβολή της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης h ανά μονάδα μήκους, στις παραβολικές συναρμογές	που εκφράζεται με την κλίση i του πρσανούς υπερύψωσης
7. Η μεταβολή $\mu = \Delta\alpha / \Delta x$ της ανεπάρκειας της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης h, ανά μονάδα χρόνου, στις παραβολικές συναρμογές	

Για κάθε ένα από τα προηγούμενα στοιχεία θεσπίζονται οριακές τιμές, που πρέπει να τηρούνται. Ο συσχετισμός των οριακών αυτών τιμών οδηγεί, για κάθε ακτίνα καμπύλης και για κάθε συνδυασμό μέγιστης και ελάχιστης ταχύτητας, σε ορισμένο περιθώριο διακύμανσης, μέσα στο οποίο πρέπει να επιλεγεί η υπερύψωση, που θα εφαρμοσθεί.

Από την τελική αυτή υπερύψωση θα προκύψει, στην συνέχεια, ένα ελάχιστο μήκος παραβολικής συναρμογής, που πρέπει επίσης να τηρηθεί (Σχήμα 1).



Σχήμα 1

Ισχύουν οι εξής οριακές τιμές:

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΟΡΙΑΚΗ ΤΙΜΗ	ΟΡΙΑΚΗ ΤΙΜΗ ΚΑΤ' ΕΞΑΙΡΕΣΗ
Οριακή τιμή της υπερύψωσης h στην ελεύθερη γραμμή	$h_{\mu\epsilon\gamma} = 160 \text{ mm}$	
Οριακή τιμή της υπερύψωσης h σε σταθμούς	$h_{\mu\epsilon\gamma} = 100 \text{ mm}$	
Οριακή τιμή της ανεπάρκειας α της υπερύψωσης	$\alpha_{\mu\epsilon\gamma} = h_{\theta}^{V_{\mu\epsilon\gamma}} - h = 105 \text{ mm}$	
Οριακή τιμή του πλεονάσματος π της υπερύψωσης	$\pi_{\mu\epsilon\gamma} = h - h_{\theta}^{V_{\epsilon\lambda}} = 100 \text{ mm}$	
Οριακή τιμή της μεταβολής της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης h, στις παραβολικές συναρμογές, ανά μονάδα μήκους. Η οριακή αυτή τιμή, ισοδυναμεί με τη μέγιστη ανεκτή κλίση i του πρσανούς υπερύψωσης	$i = \frac{144}{V_{\mu\epsilon\gamma}}$ (με παραδοχή μέγιστου ρυθμού αύξησης της υπερύψωσης $r = 40 \text{ mm/sec}$)	με απόφαση της Δ.Γ.: $i = \frac{216}{V_{\mu\epsilon\gamma}}$, με ανώτατο όριο : $i_{\mu\epsilon\gamma} = 2,5 \text{ mm/m}$ (με παραδοχή μέγιστου ρυθμού αύξησης της υπερύψωσης $r = 60 \text{ mm/sec}$)
Οριακή τιμή της μεταβολής της ανεπάρκειας της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης, στις παραβολικές συναρμογές, ανά μονάδα χρόνου	$\mu = \frac{\Delta\alpha}{\Delta\chi} = 60 \text{ mm/sec}$	
Οριακή τιμή της μη εξισορροπούμενης πλευρικής επιτάχυνσης*	$\gamma = 0,7 \text{ m/sec}^2$	
Οριακή τιμή της μέγιστης κατακόρυφης επιτάχυνσης*	κυρτές καμπύλες $\gamma_k = 0,2 \text{ m/sec}^2$	
	κοίλες καμπύλες $\gamma_k = 0,3 \text{ m/sec}^2$	

Από τις καθοριζόμενες στην προηγούμενη παράγραφο οριακές τιμές, επιτρέπεται, ύστερα από έγκριση της Δ.Γ., υπέρβαση μέχρι 5% και για μία μόνο από τις ανωτέρω οριακές τιμές σε κάθε καμπύλη, εκτός της μέγιστης τιμής της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης ($h_{\mu\epsilon\gamma} = 160 \text{ mm}$).

Για τον προσδιορισμό της υπερύψωσης h, καθώς και του μήκους της παραβολικής συναρμογής L, που θα εφαρμοσθούν, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι συνδυασμοί μέγιστων και ελάχιστων ταχυτήτων V ($V_{\mu\epsilon\gamma}$ για τις επιβατικές αμαξοστοιχίες και $V_{\epsilon\lambda}$ για τις εμπορικές):

	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ
α	$V_{\mu\epsilon\gamma} \leq 100 \text{ km/h}$	$V_{\epsilon\lambda} = 60 \text{ km/h}$
β	$100 < V_{\mu\epsilon\gamma} \leq 140 \text{ km/h}$	$V_{\epsilon\lambda} = 70 \text{ km/h}$
γ	$140 < V_{\mu\epsilon\gamma} \leq 200 \text{ km/h}$	$V_{\epsilon\lambda} = 80 \text{ km/h}$

* δεν περιλαμβάνεται στον Νέο Κανονισμό Επιδομής Γραμμής (2000)

Αν το επιβάλλουν τοπικές συνθήκες, επιτρέπεται, ύστερα από έγκριση της Δ.Γ., να χρησιμοποιηθεί για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση διαφορετικός συνδυασμός τιμών $V_{μεγ}$ και $V_{ελ}$.

2.2. ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΣΤΙΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ, ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΑΣ R ΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ

1. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα, συναρτήσει της ακτίνας R των κυκλικών καμπυλών, που είναι επακριβώς πασσαλωμένες, εφ' όσον δεν συντρέχουν άλλοι περιορισμοί, λόγω κατά μήκος κλίσεως της γραμμής, κλίσεως του πρानούς υπερύψωσης κτλ, θα υπολογίζεται με τον τύπο²:

$$V_{μεγ} = \sqrt{\frac{265R}{11,8}} = 4,74\sqrt{R} \quad (1)$$

Ο τύπος (1) ισχύει για τους α και β, συνδυασμούς ταχυτήτων $V_{μεγ}$ και $V_{ελ}$ της παρ. 2.1.4, ανεξάρτητα από την ακτίνα.

Για τον συνδυασμό γ της ίδιας παραγράφου, ο τύπος (1) ισχύει εφόσον $R \leq 1250$ m, ενώ για $R > 1250$ m ο τύπος:

2. Για τις ατμήλατες αμαξοστοιχίες, η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα θα υπολογίζεται με τον τύπο:

$$V_{μαγ} = 4,25\sqrt{R} \quad (3)$$

με οριακή τιμή $V_{μεγ} \leq 120$ km/h

3. Από την επίλυση των εξισώσεων (1) και (2) ως προς το R προκύπτουν οι εξής αντίστοιχοι τύποι που δίνουν την ελάχιστη ακτίνα $R_{ελ}$ συναρτήσει της μέγιστης ταχύτητας $V_{μεγ}$:

Για τους α και β συνδυασμούς των $R_{μεγ}$ και $V_{ελ}$ της παραγράφου 2.1.4 καθώς και για τον συνδυασμό

$$R_{ελ} = \frac{11,8V_{μεγ}^2}{265} = 0,045V_{μεγ}^2 \quad (4)$$

γ εφόσον $V_{μεγ} \leq 170$ km/h ισχύει:

Για $170 < V_{μεγ} \leq 200$ km/h ισχύει:

$$R_{ελ} = \frac{11,8}{205}(V_{μεγ}^2 - 80^2) \quad (5)$$

Οι επιτρεπόμενες από τον Κανονισμό Κινήσεως μέγιστες ταχύτητες δεν πρέπει να υπερβαίνουνται.

2.3. ΥΠΕΡΥΨΩΣΕΙΣ

1. Στα ευθύγραμμα τμήματα των γραμμών, οι επιφάνειες κυλίσεως των σιδηροτροχιών τοποθετούνται στο ίδιο ύψος και για τις δύο τροχιοσειρές.
2. Στις καμπύλες, η εξωτερική τροχιοσειρά τοποθετείται ψηλότερα από την εσωτερική κατά την υπερύψωση h, δηλ. η υπερύψωση δίδεται πάντα στην εξωτερική σιδηροτροχιά. Η εσωτερική σιδηροτροχιά ακολουθεί τα υψόμετρα της μηκοτομής.
3. Η κανονική υπερύψωση h που θα εφαρμοσθεί, υπολογίζεται με τον τύπο :

² λαμβάνεται υπόψη η μεγαλύτερη υπερύψωση h=160 mm

$$a = \frac{105}{265} \cdot \frac{11,8V^2}{R} = \frac{4,68V^2}{R} \quad (7)$$

Στην περίπτωση αυτή, η ανεπάρκεια υπερύψωσης a δίνεται από τον τύπο :

$$\pi = \frac{160}{265} \cdot \frac{11,8V^2}{R} - \frac{11,8V_{ελ}^2}{R} = \frac{11,8}{R} \cdot (0,60V^2 - V_{ελ}^2) \quad (8)$$

και το πλεόνασμα υπερύψωσης π από τον τύπο:

όπου $V_{ελ}$ η τιμή, που προκύπτει από τον συνδυασμό ταχυτήτων της παρ. 2.1.4.

4. Κατ' εξαίρεση, σε ορισμένες καμπύλες, στις οποίες οι τοπικές συνθήκες δεν επιτρέπουν την εφαρμογή της υπερύψωσης, που προκύπτει από τον τύπο (6), είτε γιατί δεν είναι δυνατή η εφαρμογή παραβολικής συναρμογής του απαιτούμενου μήκους, είτε γιατί το μήκος του κυκλικού τόξου της καμπύλης είναι ανεπαρκές (παρ. 2.7), επιτρέπεται, ύστερα από έγκριση - για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση - της Δ.Γ., να εφαρμοσθεί μικρότερη υπερύψωση, με ελάχιστη τιμή, υπολογιζόμενη από τον τύπο:

$$h = \frac{11,8V^2}{R} - 105 \quad (9)$$

Στις περιπτώσεις, που από τον τύπο (9) προκύπτουν αρνητικές τιμές (δηλαδή υποβιβασμοί - πράγμα απαράδεκτο), θα εφαρμόζεται μηδενική υπερύψωση.

$$V_{μεγ} = 0,375\sqrt{R \cdot h} \quad (10)$$

$$V_{μεγ} = \sqrt{\frac{R}{11,8} (h + 105)} \quad (11)$$

5. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{μεγ}$, για μια καμπύλη με ακτίνα R , συναρτήσει μόνο της υπερύψωσης, δίνεται από τον τύπο:

Η μέγιστη δυνατή ταχύτητα - επιτρεπτή μόνο ύστερα από έγκριση της Δ.Γ.- σε μια καμπύλη με ακτίνα R , συναρτήσει μόνο της υπερύψωσης, δίνεται από τον τύπο:

Ο τύπος (11) για $h=0$ γίνεται: $V_{μεγ} = 2,98\sqrt{R} \quad (11α)$

και για $h=160$: $V_{μεγ} = 4,74\sqrt{R}$

6. Όπως ορίστηκε στην παράγραφο 2.1, η μέγιστη επιτρεπόμενη υπερύψωση είναι:

$$h_{μεγ} = 160 \text{ mm}$$

Οι εφαρμοζόμενες υπερυψώσεις στρογγυλεύονται στα 5 mm

$$h = \frac{160}{265} \cdot \frac{11,8V^2}{R} = \frac{7,12V^2}{R} \quad (6)$$

7. Στις κύριες γραμμές μέσα σε σταθμούς, η εφαρμοζόμενη υπερύψωση δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει την τιμή $h = 100 \text{ mm}$.
8. Σε ειδικές περιπτώσεις, επιτρέπεται η εφαρμογή μεγαλύτερων υπερυψώσεων, ύστερα από έγκριση της Δ.Γ.
9. Σε αλλαγές τροχιάς, τοποθετημένες σε καμπύλες κυρίας γραμμής, δίδεται η κανονική υπερύψωση στον κλάδο τους, που ανήκει στην κύρια γραμμή, όπως προκύπτει από τον τύπο (6), για την αποδεκτή ταχύτητα διελεύσεως του κλάδου αυτού.
10. Αρνητική υπερύψωση, που τυχόν θα προκύψει στον άλλο κλάδο της αλλαγής, μπορεί να γίνει δεκτή, ύστερα από έγκριση της Δ.Γ.
11. Σε τμήματα με διπλή γραμμή και μεγάλες κλίσεις, εξαιτίας των οποίων προβλέπεται διαφορετική ταχύτητα για κάθε γραμμή, πρέπει να εφαρμόζεται αντίστοιχα και διαφορετική υπερύψωση.
12. Δεν επιτρέπεται όμως, η υπερύψωση στην γραμμή, που διατρέχεται με μικρότερη ταχύτητα, να είναι μικρότερη από εκείνη, που δίνει ο τύπος (9) για τη μεγαλύτερη ταχύτητα της άλλης γραμμής.

2.4. ΠΡΑΝΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ (ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΜΗΚΟΥΣ)

1. Η μετάβαση από ένα τμήμα γραμμής με μηδενική υπερύψωση, σε άλλο με υπερύψωση h , καθώς και η μετάβαση από τμήμα γραμμής με υπερύψωση h_1 σε τμήμα με υπερύψωση h_2 (μεγαλύτερη ή μικρότερη), πραγματοποιείται με ευθύγραμμο πρανές υπερύψωσης.
2. Η μεταβολή της υπερύψωσης ανά μονάδα μήκους ονομάζεται κλίση του πρανούς υπερύψωσης και εκφράζεται με το λόγο: $i = \frac{\Delta h}{\Delta L}$ όπου Δh η μεταβολή υπερύψωσης, που αντιστοιχεί σε μήκος συναρμογής ΔL .
3. Για την κλίση i του πρανούς υπερύψωσης ισχύει:

$$i \leq \frac{144}{V_{\text{μεγ}}} \leq 2,5 \text{ mm / m} \quad (12)$$

4. Όπως αναπτύσσεται στην παράγραφο 2.6.1.3, τα πρανή υπερύψωσης πρέπει να συμπίπτουν με τις παραβολικές συναρμογές.
5. Πρέπει να επιδιώκεται, τα πρανή υπερύψωσης να βρίσκονται, ολόκληρα, έξω από αλλαγές τροχιάς, συσκευές διαστολής και, γενικά, συσκευές γραμμής. Όπου αυτό δεν είναι δυνατό, λόγω τοπικών συνθηκών, επιβάλλεται περιορισμός στην ταχύτητα, που ορίζεται από τη Δ.Γ. κατά περίπτωση.
6. Από την κυκλοφορία των συρμών, εμφανίζονται τοπικές μεταβολές στην κλίση του πρανούς υπερύψωσης, κατά μήκος της συναρμογής.
7. Σαν ανοχές επεμβάσεως, για τη διόρθωση των ανωμαλιών αυτών, ορίζονται για τις διάφορες μέγιστες ταχύτητες κυκλοφορίας, οι εξής τιμές, που προκύπτουν από μετρήσεις σε φορτιζόμενη γραμμή, με βάση τμήμα μήκους 3,0 m:

Πίνακας Ανοχές επεμβάσεως για μεταβολή της υπερύψωσης και την στρεβλότητα

ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ [mm/m]	ΤΙΜΗ μεταξύ σημείων που απέχουν 3 m
$V \leq 60$ km/h	6 mm/m	18 mm
60 km/h < $V \leq 80$ km/h	5 mm/m	15 mm
80 km/h < $V \leq 100$ km/h	4 mm/m	12 mm
100 km/h < $V \leq 120$ km/h	3,3 mm/m	10 mm
$V > 120$ km/h	3 mm/m	9 mm

8. Παρόμοιες ανωμαλίες εμφανίζονται επίσης στις ευθυγραμμίες και τα κυκλικά τόξα, από ανομοιόμορφες υποχωρήσεις των σιδηροτροχιών, που δημιουργούν τοπικές στρεβλότητες της γραμμής.

Για τις στρεβλότητες αυτές, ισχύουν οι ίδιες ανοχές επεμβάσεως του πίνακα 1.

2.5. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ

1. Η μεταβολή μ της ανεπάρκειας υπερύψωσης ανά μονάδα χρόνου, εκφράζεται με το λόγο:

$$\mu = \frac{\Delta\alpha}{\Delta\chi} \quad (\text{σε mm/sec})$$

όπου $\Delta\alpha$ η μεταβολή της ανεπάρκειας υπερύψωσης σε χρονικό διάστημα $\Delta\chi$.

Η μεταβολή αυτή, υπολογίζεται, συναρτήσει της αντίστοιχης μεταβολής της ανεπάρκειας υπερύψωσης μήκους ανά μονάδα μήκους με τη σχέση :

$$\frac{\Delta\alpha}{\Delta\chi} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta L} \cdot \frac{V_{\mu\epsilon\gamma}}{3,6} \quad (13)$$

και έχει σταθερή τιμή, ίση με: $\mu = \frac{a}{L} \cdot \frac{V_{\mu\epsilon\gamma}}{3,6} \quad (13\alpha)$

2. Η μέγιστη τιμή της μεταβολής της ανεπάρκειας υπερύψωσης ανά μονάδα χρόνου, που ορίζεται με την παρ. 2.1.2 ίση με 60 mm/sec, για την μέγιστη εφαρμοζόμενη ταχύτητα της γραμμής, θεωρείται ανεκτή, από άποψη ανέσεως των επιβατών.

2.6. ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

2.6.1. Γενικά

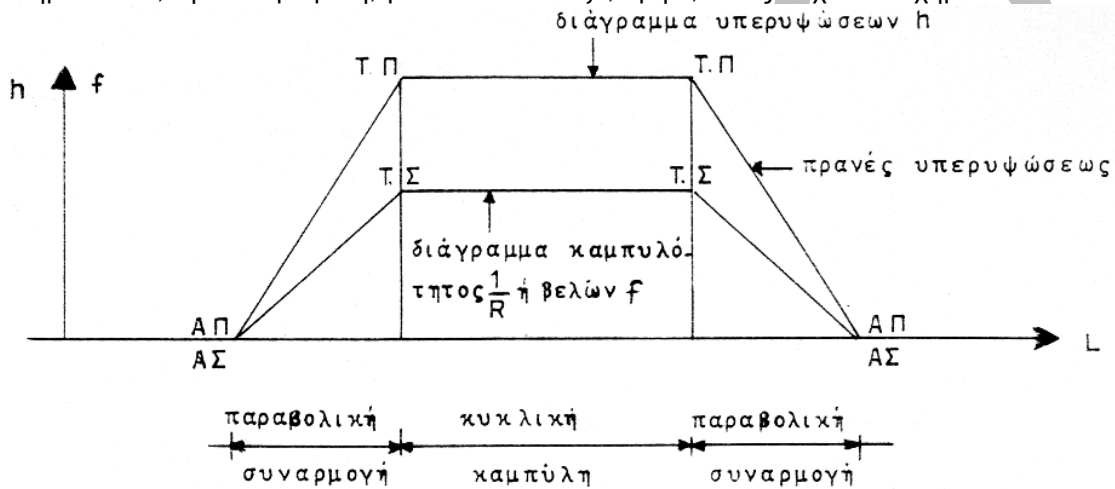
1. Μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης (με ακτίνα R) ή μεταξύ δύο συνεχόμενων, ομόστροφων κυκλικών καμπυλών (με ακτίνες R_1 και R_2), πρέπει να παρεμβάλλεται καμπύλη συναρμογής, για να εξασφαλίζεται βαθμιαία και ομαλή μεταβολή της ακτίνας καμπυλότητας, από την τιμή ∞ που έχει για την ευθυγραμμία στην τιμή R, ή από R_1 σε R_2 , κατά την μετάβαση από τη μια καμπύλη στην άλλη.

2. Κατά μήκος της καμπύλης συναρμογής, μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης, η καμπυλότητα πρέπει να μεταβάλλεται γραμμικά, από την μηδενική τιμή, που έχει στην αρχή της (δηλαδή στο σημείο επαφής της με την ευθυγραμμία), ως την τελική τιμή $\frac{1}{R}$, που αντιστοιχεί στην

ακτίνα R της κυκλικής καμπύλης, στο τέλος της καμπύλης συναρμογής (δηλαδή το σημείο επαφής της με το κυκλικό τόξο).

Γραμμική επίσης πρέπει να είναι η μεταβολή καμπυλότητας της καμπύλης συναρμογής, όταν παρεμβάλλεται μεταξύ δύο συνεχόμενων ομόστροφων κυκλικών καμπυλών.

Για την ομαλή κύλιση των συρμών, πρέπει το πραινές υπερύψωσης να εκτείνεται στο μήκος της παραβολικής συναρμογής. Δηλαδή η υπερύψωση πρέπει να αρχίζει στο ίδιο σημείο με την παραβολική συναρμογή και, αυξάνοντας γραμμικά ως το τέλος της συναρμογής, να φθάνει στο σημείο αυτό, την καθορισμένη, για το κυκλικό τόξο, τιμή h, όπως δείχνει το σχήμα 2.



A.Π = αρχή πραινούς υπερυψώσεως

T.Π = τέλος πραινούς υπερυψώσεως

A.Σ = αρχή παραβολικής συναρμογής

T.Σ = τέλος παραβολικής συναρμογής

Σχήμα 2: Διάγραμμα βελών και υπερυψώσεων

2.6.2. Υπολογισμός καμπύλης συναρμογής

Η καμπύλη συναρμογής, που θα εφαρμόζεται, είναι κυβική παραβολή της μορφής

$$y = K x^3$$

Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

2.6.3. Οριζοντιογραφική συναρμογή ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης

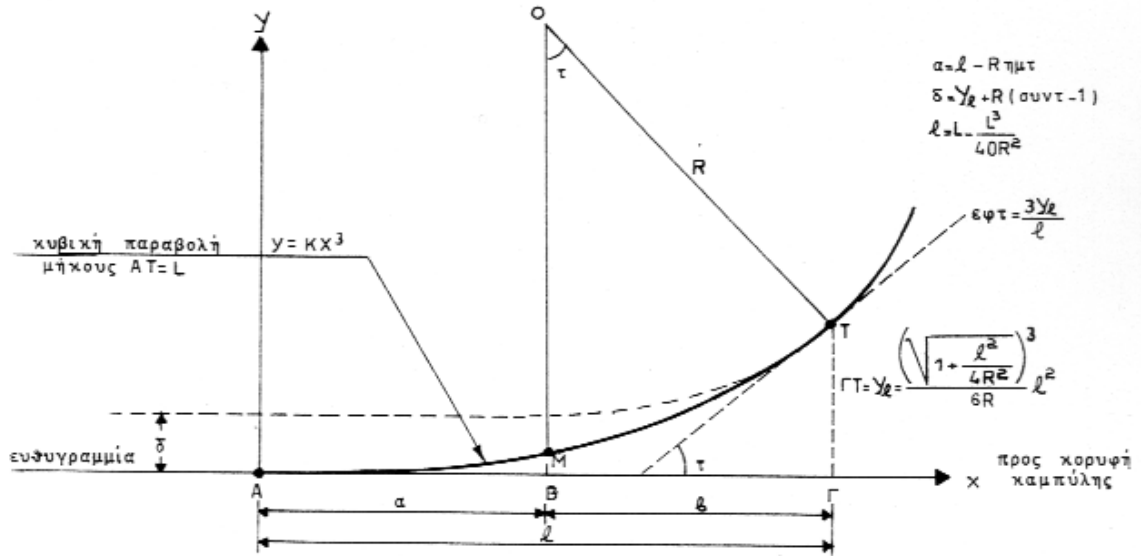
Για την περίπτωση συναρμογής ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης, ο σταθερός συντελεστής K ορίζεται

$$K = \frac{1}{6lR \sigma \nu \tau^3}$$

όπου: l η προβολή στην ευθυγραμμία του μήκους L της καμπύλης συναρμογής, R η ακτίνα της καμπύλης και τ η γωνία, που σχηματίζει με την ευθυγραμμία η κοινή εφαπτόμενη της καμπύλης συναρμογής και του κυκλικού τόξου, στο σημείο επαφής τους (βλ. σχ. 3).

Με βάση τα ανωτέρω, η εξίσωση της καμπύλης συναρμογής γίνεται:

$$y = \frac{X^3}{6LR\sigma\nu^3\tau} \quad (14)$$



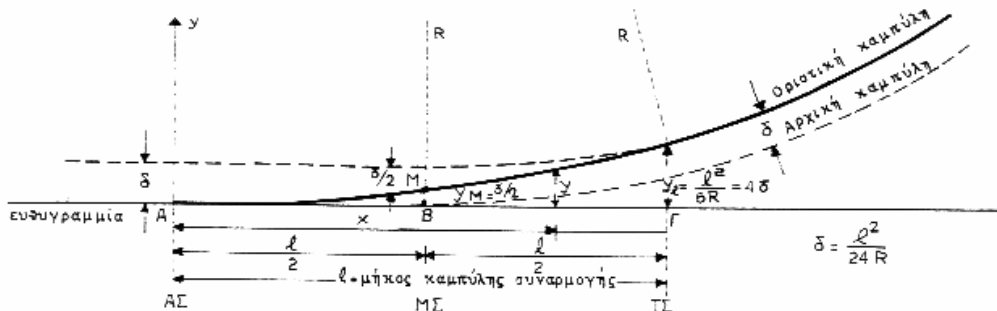
Σχήμα 3 : Παραβολική συναρμογή μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης.

Στις περιπτώσεις που το μήκος της καμπύλης συναρμογής είναι: $L \leq \frac{R}{3,5}$,

επιτρέπεται να εφαρμόζεται, αντί του τύπου (14), ο απλοποιημένος τύπος της κυβικής παραβολής:

$$y = \frac{X^3}{6LR} \quad (15)$$

όπου δεχόμαστε ότι : $L = l$ (βλ. σχήμα 3α)



Σχήμα 3α: Παραβολική συναρμογή μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης (περίπτωση $L \leq \frac{R}{3,5}$)

2.6.4. Υπολογισμός του μήκους του τόξου συναρμογής

Διακρίνονται δύο περιπτώσεις, ανάλογα με τον τρόπο υπολογισμού της υπερύψωσης:

1. Υπολογισμός υπερύψωσης βάσει του τύπου $h=7,12 \cdot v^2/R$ (παρ.2.3.3)³:

ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΜΗΚΟΣ ΤΟΞΟΥ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ
$V \geq 57,6 \text{ km/h}$	$L_{ελ} = \frac{h \cdot V}{144} \quad (20)$
$V < 57,6 \text{ km/h}$	$L_{ελ} = \frac{h}{2,5} \quad (20α)$

2. Υπολογισμός υπερύψωσης βάσει του τύπου $h=7,12 \cdot v^2/R-105$ (κατ' εξαίρεση περίπτωση, παρ 2.3.4)⁴:

Το ελάχιστο μήκος της παραβολικής συναρμογής θα είναι το μεγαλύτερο που προκύπτει από τους εξής τρεις τύπους:

$$L_{ελ} = \frac{h \cdot V}{144} \quad (20)$$

$$L_{ελ} = \frac{a \cdot V}{216} \quad (22)$$

$$L_{ελ} = \frac{h}{2,5} \quad (20α)$$

2.6.5. Οριζοντιογραφική συναρμογή δύο ομόστροφων, συνεχόμενων, κυκλικών καμπυλών

1. Εάν η διαφορά της επιτάχυνσης μεταξύ δύο ομόστροφων, συνεχόμενων, κυκλικών καμπυλών είναι $< 0,2 \text{ m/sec}^2$, τότε παραλείπεται η συναρμογή αυτών με παραβολικό τόξο*⁵.

³ Εφ' όσον η υπερύψωση που θα εφαρμοσθεί υπολογίζεται με τον τύπο (6) όπως κατά κανόνα πρέπει να γίνεται (βλ. παρ. 2.3.3), θα λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό του ελάχιστου μήκους $L_{ελ}$ της παραβολικής συναρμογής, μόνο η οριακή τιμή της μεταβολής της υπερύψωσης ανά μονάδα μήκους ($i \leq \frac{144}{V_{μεγ}}$ και $i \leq 2,5 \text{ mm/m}$) γιατί δίνει

δυσμενέστερα αποτελέσματα, (μεγαλύτερα μήκη του $L_{ελ}$).

⁴ βλ. προηγούμενη υποσημείωση

* Δεν προβλέπεται στον Νέο Κανονισμό Επιδομής Γραμμής (2000)

⁵ η πλευρική επιτάχυνση υπολογίζεται ως εξής:

$$\gamma = \frac{v^2}{R} - g \cdot \frac{h}{S}$$

όπου v [m/sec], R [m], $g=9,81 \text{ m/sec}^2$, h [mm], $S=1500$ [mm]

2. Για την περίπτωση σύνδεσης δύο ομόστροφων, συνεχόμενων, κυκλικών καμπυλών, με ακτίνες R_1 και R_2 (όπου $R_1 > R_2$), οι οποίες έχουν αντίστοιχα με τις εκατέρωθεν ευθυγραμμίες, καμπύλες συναρμογής μήκους L_1 και L_2 , με προβολές l_1 και l_2 και μετατοπίσεις δ_1 και δ_2 , η παραβολική συναρμογή ορίζεται από τις εξισώσεις (βλ. σχ. 4):

α. Για την πλευρά προς την καμπύλη με ακτίνα R_1 :

$$y = \frac{X^2}{2R_1} + \frac{\delta}{2} - \frac{1}{6l\rho} \left[\left(\frac{l}{2}\right)^3 - \left(\frac{l}{2} - x\right)^3 \right] \quad (16\alpha)$$

β. Για την πλευρά προς την καμπύλη με ακτίνα R_2 :

$$y = \frac{X^2}{2R_2} + \frac{\delta}{2} + \frac{1}{6l\rho} \left[\left(\frac{l}{2}\right)^3 - \left(\frac{l}{2} - x\right)^3 \right] \quad (16\beta)$$

όπου:

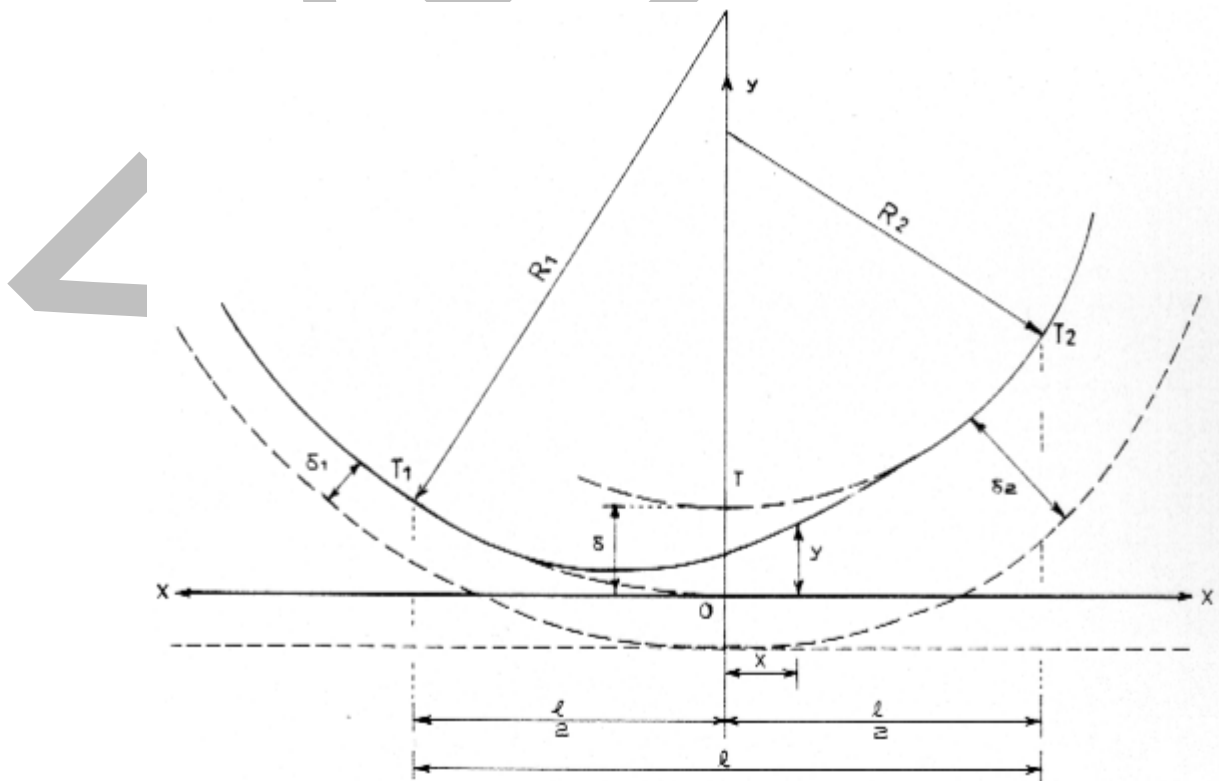
$$\delta = \delta_2 - \delta_1 = \frac{l_2^2}{24R_2} - \frac{l_1^2}{24R_1} \quad (17)$$

$$\rho = \frac{R_1 R_2}{R_1 - R_2} \quad (18)$$

και

$$l = \sqrt{24\rho \cdot \delta} \quad (19)$$

Όπως δείχνει το σχήμα 4, σαν αρχή των συντεταγμένων ορίζεται το σημείο 0



Σχήμα 4: Παραβολική συναρμογή μεταξύ δύο συνεχόμενων κυκλικών καμπυλών

2.6.6. Σύνδεση δύο ομόστροφων κυκλικών καμπυλών, που μεταξύ τους μεσολαβεί μια μικρή ευθυγραμμία

Για την περίπτωση δύο ομόστροφων κυκλικών καμπυλών, με ακτίνες R_1 και R_2 ($R_1 > R_2$), που μεταξύ τους μεσολαβεί μια μικρή ευθυγραμμία, της οποίας το μήκος δεν είναι αρκετό, για να τοποθετηθεί, στην κάθε καμπύλη, κανονική παραβολική συναρμογή, με στρογγυλεύσεις, και να παραμείνει το απαιτούμενο ενδιάμεσο ευθύγραμμο τμήμα (μήκους τουλάχιστον 30m^6) (παρ. 2.7, σχήμα 9), η σύνδεση των δύο καμπυλών γίνεται με μια ενιαία παραβολική συναρμογή $T_1 - T_2$ (σχήμα 6), χωρίς μεσολάβηση ευθύγραμμου τμήματος. Οι συντεταγμένες της ενιαίας αυτής συναρμογής δίνονται από την εξίσωση:

$$y = \frac{X^3}{6l_2 R_2 \sigma \nu^3 \tau_2} \quad (20)$$

εφόσον $L_2 > \frac{R_2}{3,5}$,

ή από την απλοποιημένη μορφή της:

$$y = \frac{X^3}{6l_2 R_2} \quad (20\alpha)$$

εφ' όσον $L_2 \leq \frac{R_2}{3,5}$

Στις εξισώσεις αυτές και το σχ. 6 είναι:

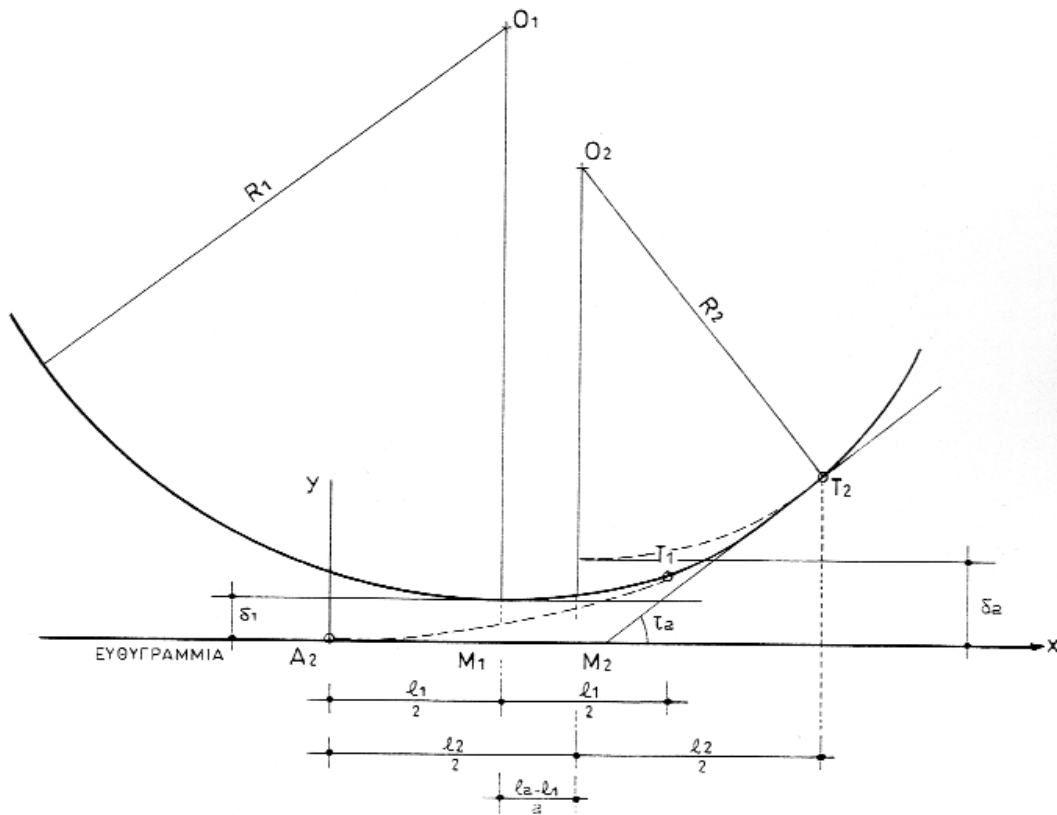
- L_1, L_2 τα απαιτούμενα μήκη τόξων συναρμογής της ευθυγραμμίας με τις δύο κυκλικές καμπύλες (αντίστοιχων ακτινών R_1, R_2).
 - l_1, l_2 τα αντίστοιχα μήκη προβολών των δύο αυτών τόξων συναρμογής επί της ευθυγραμμίας.
 - δ_1, δ_2 οι μετατοπίσεις των δύο κυκλικών καμπυλών, που αντιστοιχούν στα μήκη συναρμογής L_1, L_2 .
 - M_1, M_2 τα σημεία επαφής των αρχικών καμπυλών με την ενδιάμεσή τους ευθυγραμμία.
 - Οι εξισώσεις (20) και (20α) εφαρμόζονται με τις εξής προϋποθέσεις:
 - Οι τιμές του χ πρέπει να μεταβάλλονται μεταξύ l_1 και l_2 , δηλαδή
- $$l_1 \leq \chi \leq l_2$$
- Η αρχική ενδιάμεση ευθυγραμμία M_1, M_2 πρέπει να έχει μήκος:

$$(M_1 M_2) \geq \frac{l_{2ελ} - l_{1ελ}}{2}$$

όπου $l_{1ελ}$ και $l_{2ελ}$ είναι τα ελάχιστα μήκη προβολών των τόξων συναρμογής, που αντιστοιχούν στη μέγιστη επιτρεπτή κλίση του πρानούς υπερύψωσης:

⁶ προτείνεται η τοποθέτηση ευθύγραμμου τμήματος μήκους ίσου με V (km/h) με ελάχιστο μήκος τα 30 m χωρίς τις στρογγυλεύσεις.

- Τα μήκη l_1 και l_2 πρέπει να υπολογισθούν για την ίδια ταχύτητα V και την ίδια κλίση i του πρσανούς υπερύψωσης: $i = \frac{144}{V}$



Σχήμα 6: Παραβολική συναρμογή μεταξύ δύο αντίστροφων κυκλικών καμπυλών ακτίνων R_1 & R_2 ($R_1 > R_2$) με μικρή ενδιάμεση ευθυγραμμία

2.6.7. Οριζοντιογραφική συναρμογή δύο αντίστροφων κυκλικών καμπυλών

Μεταξύ δύο αντίστροφων κυκλικών καμπυλών της κύριας γραμμής πρέπει οπωσδήποτε, να μεσολαβεί ένα ευθύγραμμο τμήμα, αρκετά μεγάλο, ώστε να μπορούν να παρεμβληθούν από μια παραβολική συναρμογή προς την κάθε κυκλική καμπύλη.

Μεταξύ των δύο αυτών συναρμογών πρέπει να παραμένει ευθύγραμμο τμήμα, ελάχιστου μήκους 30m⁷, στο οποίο δεν συμπεριλαμβάνονται οι στρογγυλεύσεις στις άκρες των συναρμογών, που απαιτούνται σύμφωνα με την επόμενη παράγραφο 2.7.

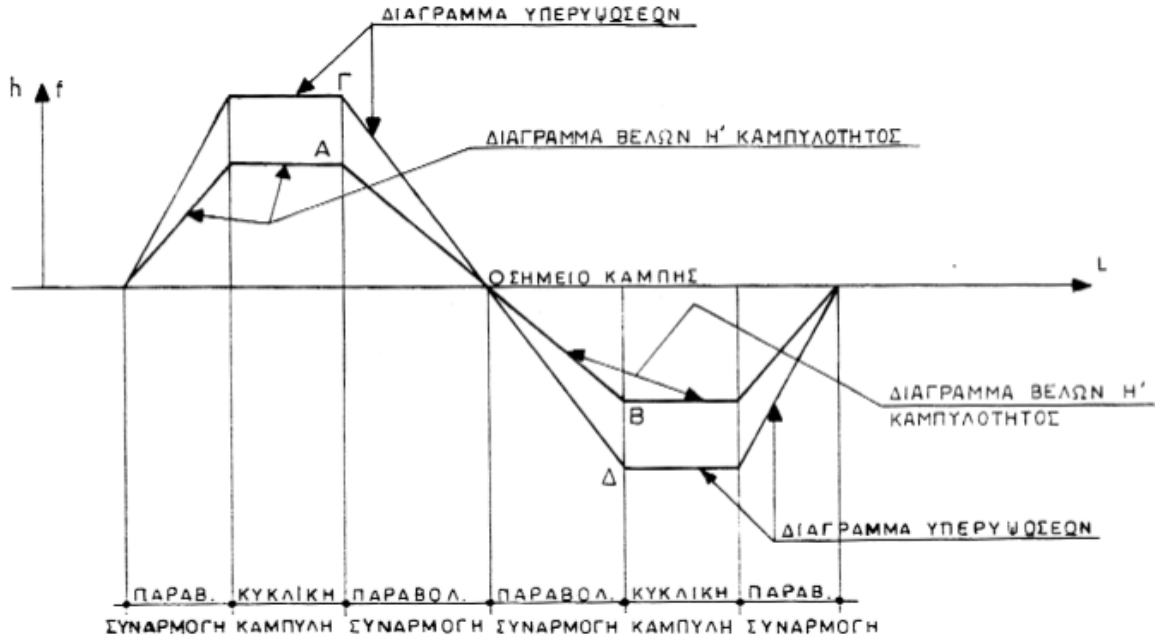
Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατή η παρεμβολή του ελάχιστου ευθύγραμμου τμήματος, θα πρέπει το τμήμα αυτό να παραλείπεται και οι δύο συναρμογές να έχουν κοινή αρχή, κοινή επαπτομένη και την ίδια μεταβολή καμπυλότητας.

Μεταξύ δύο αντίστροφων καμπυλών, με κοινή αρχή καμπύλης συναρμογής, όπου η μεταβολή της καμπυλότητας είναι η ίδια σε όλο το μήκος των δύο συναρμογών, θα πρέπει επίσης η υπερύψωση να μεταβάλλεται ομοιόμορφα, σε όλο το μήκος των δύο συναρμογών και να μηδενίζεται στην κοινή αρχή των (σημείο καμπής).

⁷ προτείνεται η τοποθέτηση ευθύγραμμου τμήματος μήκους ίσου με $V/2$ (km/h) με ελάχιστο μήκος τα 30m χωρίς τις στρογγυλεύσεις

Στη γραφική παράσταση αυτών των καμπυλών, η γραμμική μεταβολή των βελών και των υπερυψώσεων απεικονίζονται, αντίστοιχα, με τα ευθύγραμμα τμήματα ΑΟΒ και ΓΟΔ.

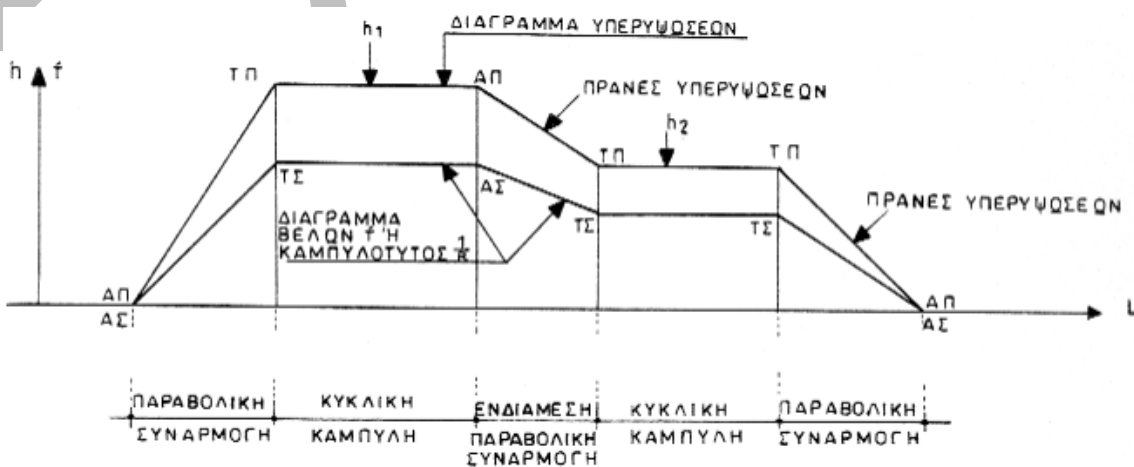
Στην περίπτωση σύνδεσης δύο αντίστροφων καμπυλών, με κοινή αρχή καμπύλης συναρμογής, θα πρέπει οι δύο συνεχόμενες παραβολικές συναρμογές να έχουν ελάχιστο μήκος που υπολογίζεται, για την κάθε μια, σύμφωνα με όσα ορίζονται στις προηγούμενες παραγράφους 2.6.2.1, και να συνδυάζονται κατά τρόπο ώστε να αποτελούν ενιαία συναρμογή, με σταθερή μεταβολή καμπυλότητας και υπερύψωσης, όπως περιγράφεται ανωτέρω.



Σχήμα 7: Διάγραμμα βελών και υπερυψώσεων δύο διαδοχικών αντίστροφων κυκλικών καμπυλών

2.6.8. Ύψομετρική συναρμογή ομόστροφων κυκλικών καμπυλών

Μεταξύ δύο ομόστροφων, συνεχόμενων καμπυλών, με ακτίνες R_1 και R_2 και αντίστοιχες υπερυψώσεις h_1 και h_2 , η ενδιάμεση παραβολική συναρμογή θα έχει, στην αρχή της, υπερύψωση h_1 και στο τέλος h_2 , με ενδιάμεση γραμμική μεταβολή (βλ. σχήμα 5).



Σχήμα 5: Διάγραμμα βελών και υπερυψώσεων δύο διαδοχικών κυκλικών καμπυλών

Το ελάχιστο μήκος του τόξου συναρμογής υπολογίζεται ως εξής:

Διακρίνονται δύο περιπτώσεις, ανάλογα με τον τρόπο υπολογισμού της υπερύψωσης:

1. Υπολογισμός υπερύψωσης βάσει του τύπου $h=7,12 \cdot v^2/R$ (παρ.2.3.3)⁸:

ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΜΗΚΟΣ ΤΟΞΟΥ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ
$V \geq 57,6 \text{ km/h}$	$L_{ελ} = \frac{(h_2 - h_1)V}{144} \quad (21)$
$V < 57,6 \text{ km/h}$	$L_{ελ} = \frac{h_2 - h_1}{2,5} \quad (21α)$

2. Υπολογισμός υπερύψωσης βάσει του τύπου $h=7,12 \cdot v^2/R-105$ (κατ' εξαίρεση περίπτωση) (παρ. 2.3.4)⁹:

$$L_{ελ} = \frac{(h_2 - h_1)V}{144} \quad (21)$$

$$L_{ελ} = \frac{(a_2 - a_1)V}{216} \quad (23)$$

$$L_{ελ} = \frac{h_2 - h_1}{2,5} \quad (21α)$$

2.6.9. Εφαρμογή των τόξων συναρμογής

Η εφαρμογή των τύπων των προηγούμενων παραγράφων, για τον προσδιορισμό των συντεταγμένων χαράξεως της παραβολικής συναρμογής, γίνεται κυρίως, σε αρχικές χαράξεις γραμμής, ενώ για τις διορθώσεις καμπυλών στις υπάρχουσες γραμμές, χρησιμοποιείται σπανιότερα.

Σε υφιστάμενες γραμμές, και για ταχύτητες μέχρι 100 km/h, επιτρέπονται εξαιρέσεις από όσα ορίζονται στις παραγράφους 2.6.1.3, 2.6.2.3.1, 2.6.2.5 και 2.7, όταν οι τοπικές συνθήκες εμποδίζουν την εφαρμογή τους και ύστερα από έγκριση της Δ.Γ.¹⁰

2.6.10. Διόρθωση της χάραξης σε υφιστάμενες καμπύλες

Για την διόρθωση της χάραξης σε υφιστάμενες καμπύλες, χρησιμοποιείται η μέθοδος των βελών, κατά την οποία, με πολύ ικανοποιητική προσέγγιση, τα βέλη θεωρούνται ανάλογα προς την καμπυλότητα, τόσο κατά μήκος της συναρμογής, όσο και της κυκλικής καμπύλης.

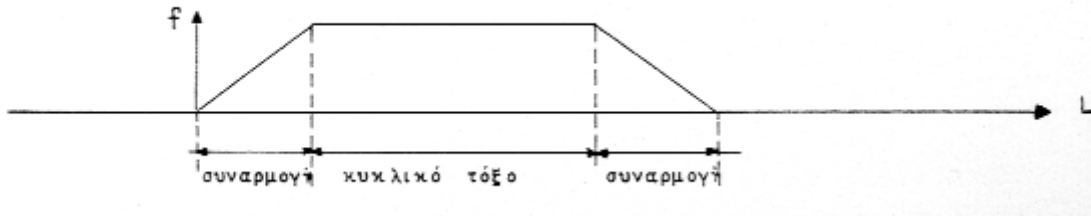
⁸ Εφ' όσον η υπερύψωση που θα εφαρμοσθεί υπολογίζεται με τον τύπο (6) όπως κατά κανόνα πρέπει να γίνεται, θα λαμβάνεται υπόψη για τον υπολογισμό του ελάχιστου μήκους $L_{ελ}$ της παραβολικής συναρμογής, μόνο η οριακή τιμή της μεταβολής της υπερύψωσης ανά μονάδα μήκους ($i \leq \frac{144}{V_{μεγ}}$ και $i \leq 2,5 \text{ mm/m}$) γιατί

δίνει δυσμενέστερα αποτελέσματα, (μεγαλύτερα μήκη του $L_{ελ}$).

⁹ βλ. προηγούμενη υποσημείωση

¹⁰ Στις περιπτώσεις αυτές, θα εφαρμόζεται ότι ορίζουν αντίστοιχα οι καταργούμενοι ΚΕΓ (Κανονισμοί Επιδομής Γραμμής, 1953) και ΣΚΕΓ (Συμπλήρωμα Κανονισμών Επιδομής Γραμμής, 1953).

Με αφετηρία την παραδοχή αυτή, μετρώνται επί τόπου και καταγράφονται σε διάγραμμα τα βέλη μιας χορδής, σταθερού μήκους $2l = 20 \text{ m}$, που μετατοπίζεται διαδοχικά, ανά 10 m , και κατόπιν –στο γραφείο– με κατάλληλη επεξεργασία του διαγράμματος (αναλυτικά ή με τη βοήθεια ειδικών διορθωτικών συσκευών) προσδιορίζεται η απαιτούμενη μετάθεση της γραμμής στις άκρες της κάθε χορδής, ώστε το διάγραμμα βελών να αποκτήσει την επιθυμητή μορφή του σχήματος 8, δηλαδή να εξισωθούν τα βέλη σε όλο το μήκος του κυκλικού τόξου και να μεταβάλλονται γραμμικά, στο μήκος της καμπύλης συναρμογής.



Σχήμα 8: Διάγραμμα βελών

2.6.11. Συναρμογές σε αλλαγές τροχιάς

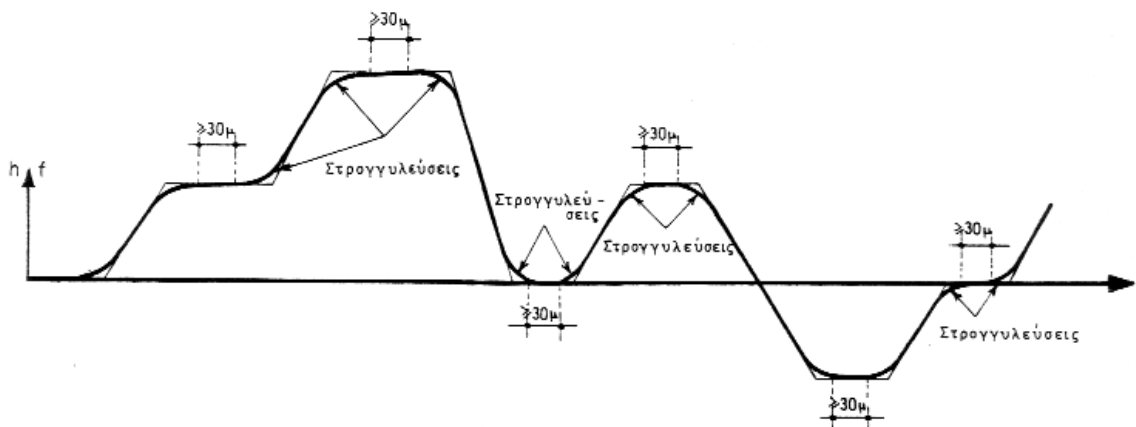
Οι οριζόντιες συναρμογές των προηγούμενων παραγράφων, επιτρέπεται να μην εφαρμόζονται σε δευτερεύοντες κλάδους αλλαγών τροχιάς, σε συνδέσεις αλλαγών μεταξύ τους, καθώς επίσης και σε παρακαμπτήριες γραμμές σταθμών, βιομηχανικών συνδέσεων, λιμένων, κ.λπ.

Ειδική τεχνική οδηγία της Δ.Γ. θα καθορίσει τους όρους χαράξεως και περιορισμού ταχύτητας, που θα εφαρμόζονται στις περιπτώσεις αυτές.

2.7. ΣΤΡΟΓΓΥΛΕΥΣΕΙΣ ΣΤΑ ΑΚΡΑ ΤΩΝ ΤΟΞΩΝ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ

Στις άκρες των οριζοντιογραφικών συναρμογών των κυκλικών καμπυλών, τόσο προς την ευθεία, όσο και προς το κυκλικό τμήμα της καμπύλης, δημιουργούνται, υποχρεωτικά, στρογγυλεύσεις, όπως δείχνει το σχήμα 9, για να γίνει η κύλιση ομαλότερη.

Αντίστοιχες στρογγυλεύσεις εφαρμόζονται και στις υπερυψώσεις. Η μορφή αυτών των στρογγυλεύσεων, καθορίζεται με τεχνική οδηγία της Δ.Γ.



Σχήμα 9

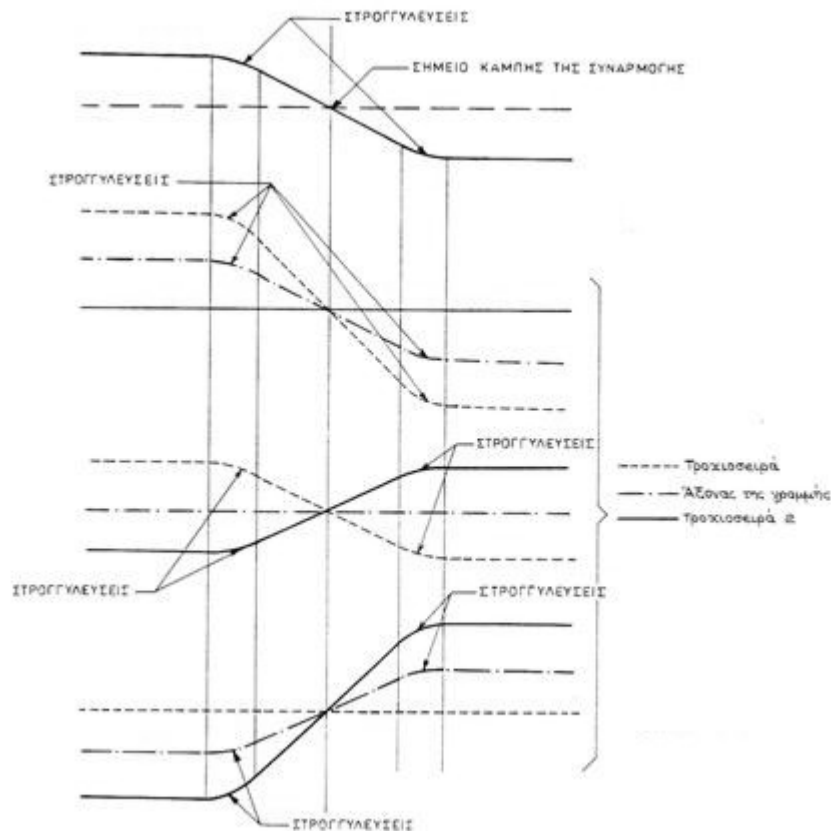
Στρογγυλεύσεις στα άκρα οριζόντιων συναρμογών και πρανών υπερυψώσεων

Στην περίπτωση δύο αντίστροφων καμπυλών, με κοινή αρχή καμπύλης συναρμογής, που μορφώνονται σύμφωνα με την παρ. 12, δεν γίνονται στρογγυλεύσεις στο σημείο καμπής της συναρμογής (βλ. σχήμα 9 και 10).

Για τη μόρφωση του πρανούς υπερύψωσης των δύο τροχιοσειρών, μπορεί να εφαρμοσθεί οποιαδήποτε από τις τρεις διατάξεις του σχήματος 10 και εκλέγεται, κατά περίπτωση, εκείνη, που συνεπάγεται τις λιγότερες εργασίες ανυψώσεως ή υποβιβασμού γραμμής.

Οι ανωμαλίες που προκαλούνται από την είσοδο ή έξοδο σε μια παραβολική συναρμογή (ή πρανές υπερύψωσης) δεν αποσβένονται αμέσως και επομένως, αν δύο συναρμογές βρίσκονται κοντά η μια στην άλλη, είναι πιθανό οι ανωμαλίες να επαυξηθούν.

Γι' αυτό το λόγο επιβάλλεται, να αφήνεται ένα διάστημα, τουλάχιστον 30 m, -ανεξάρτητα από την ταχύτητα- ανάμεσα στα σημεία περατώσεως των στρογγυλεύσεων δύο διαδοχικών συναρμογών (ή πρανών υπερύψωσης), τόσο στο μεταξύ των δύο καμπυλών ευθύγραμμο τμήμα, όσο και στο καθαρό κυκλικό τόξο, που απομένει στην κάθε καμπύλη (βλ. σχ. 9)



Σχήμα 10: Μηκοτομή τροχιοσειρών

2.8. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

1. Στην κατά μήκος τομή της γραμμής, τα τμήματα της ερυθράς με διαφορετικές κλίσεις, πρέπει να συναρμολογούνται στα σημεία αλλαγής κλίσεων, με κατάλληλα κυκλικά τόξα (κατακόρυφες κυκλικές συναρμογές), εφ' όσον η διαφορά των αντίστοιχων κλίσεων –αν είναι ομόρροπες- ή το άθροισμά τους – αν είναι αντίρροπες- προκύπτει μεγαλύτερο από 0,0025.
2. Για την άνεση της κυκλοφορίας, πρέπει να επιδιώκεται, η ακτίνα της κατακόρυφης κυκλικής συναρμογής να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερη.

Ανάλογα με την εφαρμοζόμενη μέγιστη ταχύτητα, ορίζονται οι εξής ελάχιστες επιτρεπόμενες ακτίνες της κατακόρυφης συναρμογής:

Πίνακας: Ελάχιστες επιτρεπόμενες ακτίνες της κατακόρυφης συναρμογής

ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΚΤΙΝΑ R [m]	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΚΤΙΝΑ R [m] <u>Κατ' εξαίρεση</u>
$V \leq 100 \text{ km/h}$	5.000 m	2.500 m
$100 < V \leq 150 \text{ km/h}$	10.000 m	5.000 m
$150 < V \leq 200 \text{ km/h}$	20.000 m	10.000 m

3. Η κατακόρυφη συναρμογή πρέπει, όσο είναι δυνατό, ν' αποφεύγεται στα πρηνή υπερύψωση. Αν όμως αυτό δεν μπορεί να γίνει, θα εφαρμόζεται συναρμογή, με ακτίνα όσο το δυνατό μεγαλύτερη.

Επίσης η κατακόρυφη συναρμογή κλίσεων πρέπει να τερματίζεται σε απόσταση τουλάχιστον 6m από την αρχή ή το τέλος κάθε συσκευής γραμμής (αλλαγής τροχιάς, συσκευής διαστολής κ.λπ.).

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, και για ταχύτητες μέχρι 100 km/h, επιτρέπεται η ύπαρξη καμπύλης κατακόρυφης συναρμογής κλίσεων και σε συσκευές γραμμής, εφόσον η ακτίνα της κυκλικής αυτής συναρμογής είναι τουλάχιστον 5.000 m.

Τέλος οι κατακόρυφες συναρμογές πρέπει ν' αποφεύγονται στα, χωρίς έρμα, καταστρώματα μεταλλικών γεφυρών.

Η υπομετρική πασσάλωση των κατακόρυφων συναρμογών κλίσεως είναι υποχρεωτική.

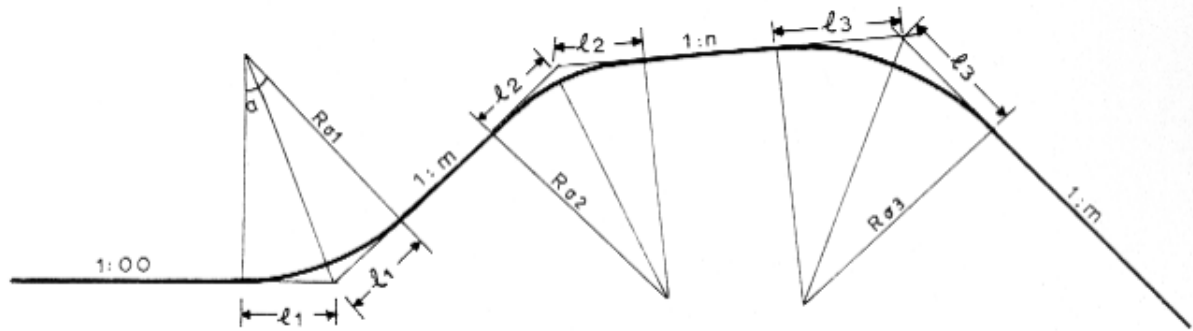
4. Στις κατακόρυφες συναρμογές οι επιτρεπόμενες αναπτυσσόμενες κατακόρυφες επιταχύνσεις ορίζονται*:

- Σε κοίλα τόξα: $0,30 \text{ m/sec}^2$
- Σε κυρτά τόξα: $0,20 \text{ m/sec}^2$

5. Το μήκος l των εφαπτόμενων των κατακόρυφων συναρμογών κλίσεως δίνεται, με ικανοποιητική προσέγγιση, από τους εξής τύπους (βλ. σχ. 11):

α. Συναρμογή, οριζόντιου τμήματος γραμμής με κεκλιμένο, κλίσεως 1:m	$l_1 = \frac{R\sigma_1}{2} \cdot \frac{1}{m}$	(24α)
β. Συναρμογή μεταξύ ομόσημων κλίσεων 1:m και 1:n:	$l_2 = \frac{R\sigma_2}{2} \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{n} \right)$	(24β)
γ. Συναρμογή μεταξύ ετερόσημων κλίσεων 1:m και 1:n	$l_3 = \frac{R\sigma_3}{2} \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{n} \right)$	(24γ)

* δεν προβλέπεται στον Νέο Κανονισμό Επιδομής Γραμμής (2000)

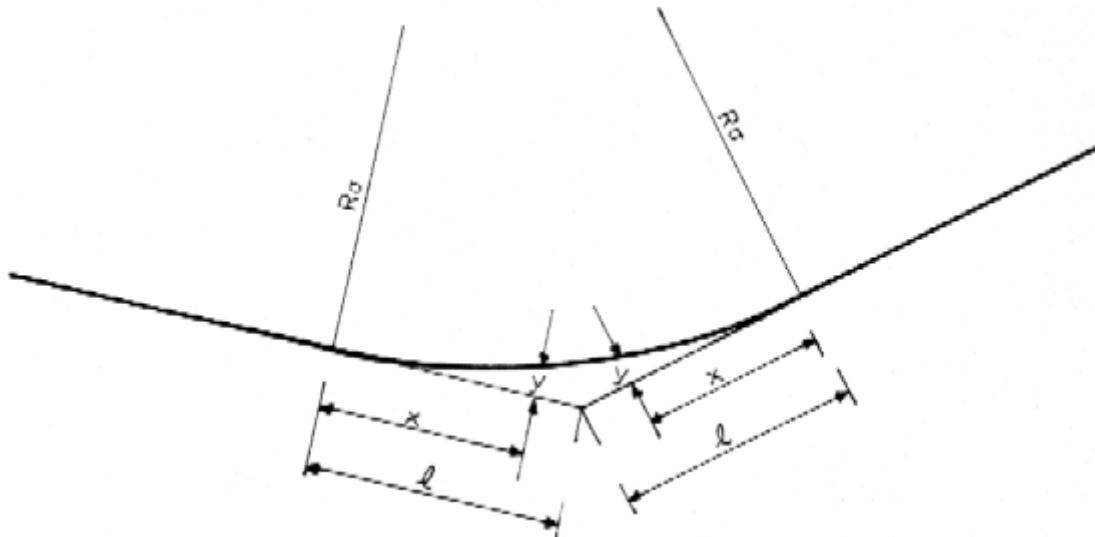


Σχήμα 11: Κατακόρυφη συναρμογή διαφορετικών κλίσεων

6. Οι τεταγμένες y , για την χάραξη της κυκλικής κατακόρυφης συναρμογής, δίνονται, με ικανοποιητική προσέγγιση, από τον τύπο:

$$y = \frac{X^2}{2R\sigma} \quad (25) \quad (\text{βλ. σχ. 12})$$

Σαν άξονας των τετμημένων x θεωρείται η κάθε μια από τις συναρμοζόμενες κλίσεις και οι τεταγμένες y μετρώνται κάθετα στις κλίσεις αυτές.



Σχήμα 12

Η αρχή των τετμημένων προσδιορίζεται από το μήκος l των εφαπτομένων, που υπολογίζεται με έναν από τους τύπους (24) της προηγ. παραγράφου.

2.9. ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ¹¹

Η μέγιστη κατά μήκος κλίση ορίζεται σε:

¹¹ Για ταχύτητες άνω των 200 km/h θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι Τεχνικές Προδιαγραφές Διαλειτουργικότητας (ΤΠΔ). Έχουν ληφθεί στοιχεία και από την Τεχνική Οδηγία των DB 800.0110 (Netzinfrastruktur Technik entwerfen; Linienführung – Τεχνικές διαμόρφωσης υποδομής δικτύων. Χάραξη γραμμής. (Προδιαγραφή Γερμανικών Σιδηροδρόμων (DB)). Δεν προβλέπεται στον Νέο Κανονισμό Επιδομής Γραμμής (2000).

2.9.1. Ελεύθερη (εκτός σταθμών) γραμμή

- Έως 25 ‰ σε υφιστάμενες γραμμές για ταχύτητες $v \leq 120$ km/h
- Έως 14 ‰ σε νέες γραμμές (έως 16‰ κατόπιν εγκρίσεως της Δ.Γ.)

2.9.2. Σήραγγες (νεοκατασκευαζόμενες)

- Μήκους ≤ 1.000 m: $\leq 2\%$
- Μήκους >1.000 m: $\leq 1\%$

2.9.3. Σταθμοί (νεοκατασκευαζόμενοι)

- Έως 2,5‰

2.10. ΑΞΟΝΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

Οι νέες γραμμές θα κατασκευάζονται για αξονικά φορτία 22,5 t.

2.11. ΑΞΟΝΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ¹²

Στην περίπτωση δύο ή περισσότερων παρακείμενων γραμμών η απόσταση μεταξύ των αξόνων δύο γραμμών καθορίζεται από:

- το στατικό περιτύπωμα του τροχαίου υλικού (μέγιστο περίγραμμα που καταλαμβάνει ο συρμός σε στάση),
- το δυναμικό περιτύπωμα του τροχαίου υλικού στις ευθυγραμμίες (μέγιστο περίγραμμα που καταλαμβάνει ο συρμός εν κινήσει), το επιπλέον διάστημα που επιβάλλει η κίνηση στις στροφές.

Στις ευθυγραμμίες και σε καμπύλες ακτίνας καμπυλότητας $R_c > 250$ m η απόσταση των αξόνων των δύο γραμμών κυμαίνεται σύμφωνα με την U.I.C., ανάλογα με την ταχύτητα κίνησης V από 3,57 m μέχρι 3,67 m, σύμφωνα με τον πίνακα 3.

Πίνακας Αξονική απόσταση γραμμών

ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΞΟΝΙΚΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ
$V \leq 80$ km/h	3,65 m (κατ' εξαίρεση 3,60 m)
$80 < V \leq 160$ km/h	4,00 m
$160 < V \leq 200$ km/h	4,20 m (κατ' εξαίρεση 4,00 m)
$V > 200$ km/h	4,20 m

¹² Για ταχύτητες άνω των 200 km/h θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι Τεχνικές Προδιαγραφές Διαλειτουργικότητας (ΤΠΔ). Δεν προβλέπεται στον Νέο Κανονισμό Επιδομής Γραμμής (2000)