

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-07-01-01-10:2009

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ
HELLENIC TECHNICAL
SPECIFICATION**



Χάραξη Σιδηροδρομικής Γραμμής

Rail tracks alignment

Κλάση τιμολόγησης: 11

Πρόλογος

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-07-01-01-10 «**Χάραξη Σιδηροδρομικής Γραμμής**» βασίζεται στην Προσωρινή Εθνική Τεχνική Προδιαγραφή (ΠΕΤΕΠ) που συντάχθηκε από το Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών (ΙΟΚ) υπό την εποπτεία της 2^{ης} Ομάδας Διοίκησης Έργου (2^η ΟΔΕ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ).

Την επεξεργασία και την έκδοση της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-07-01-01-10, ανέλαβε η Ειδική Ομάδα Έργου ΕΟΕ Ε της ΕΛΟΤ ΤΕ 99 «Προδιαγραφές τεχνικών έργων», την γραμματεία της οποίας έχει η Διεύθυνση Τυποποίησης του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

Το κείμενο της παρούσας Ελληνικής Τεχνικής Προδιαγραφής ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-07-01-01-10 εγκρίθηκε την 23^η Δεκεμβρίου 2009 από την ΕΛΟΤ ΤΕ 99 σύμφωνα με τον κανονισμό σύνταξης και έκδοσης Ελληνικών Προτύπων και Προδιαγραφών.

© ΕΛΟΤ 2009

Όλα τα δικαιώματα έχουν κατοχυρωθεί. Εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά, κανένα μέρος αυτού του Προτύπου δεν επιτρέπεται να αναπαραχθεί ή χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε μορφή ή με οποιοδήποτε τρόπο, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, περιλαμβανομένων φωτοαντιγράφων και μικροφίλμ, δίχως γραπτή άδεια από τον εκδότη.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	4
1 Αντικείμενο	5
2 Τυποποιητικές παραπομπές.....	5
3 Όροι και ορισμοί	5
4 Απαιτήσεις.....	5
5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών	6
5.1 Χαρακτηριστικά στοιχεία στις καμπύλες	6
5.2 Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες στις καμπύλες, συναρτήσει της ακτίνας R της καμπύλης	8
5.3 Υπερυψώσεις	9
5.4 Πρανή υπερύψωσης (μεταβολές της υπερύψωσης ανά μονάδα μήκους)	10
5.5 Μεταβολές της ανεπάρκειας της υπερύψωσης.....	11
5.6 Οριζόντιες συναρμογές.....	11
5.7 Στρογγυλεύσεις στα άκρα τόξων συναρμογής.....	21
5.8 Κατακόρυφες συναρμογές.....	23
5.9 Μέγιστη κατά μήκος κλίση	25
5.10 Αξονικά φορτία.....	26
5.11 Αξονική απόσταση σιδηροδρομικών γραμμών	26
Βιβλιογραφία.....	27

Εισαγωγή

Η παρούσα Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή εντάσσεται στη σειρά των Π.Ε.ΤΕ.Π που έχουν προετοιμασθεί από το ΥΠΕΧΩΔΕ και το ΙΟΚ και οι οποίες πρόκειται να εφαρμοστούν στην κατασκευή των δημοσίων τεχνικών έργων στην χώρα, με σκοπό την παραγωγή έργων άριτων και ικανών να ανταποκριθούν και να ικανοποιήσουν τις ανάγκες που υπέδειξαν την κατασκευή τους και να αποβούν επωφελή για το κοινωνικό σύνολο.

Ο ΕΛΟΤ ανέλαβε την υποχρέωση να επεξεργασθεί και να εκδώσει τις ΠΕΤΕΠ ως Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΛΟΤ ΤΠ - ΕΤΕΠ) σύμφωνα με τις διαδικασίες που προβλέπονται στον Κανονισμό σύνταξης και έκδοσης Ελληνικών Προτύπων και Προδιαγραφών και στον Κανονισμό σύστασης και λειτουργίας Τεχνικών Οργάνων Τυποποίησης.

Χάραξη Σιδηροδρομικής Γραμμής

1 Αντικείμενο

Οι εργασίες που προδιαγράφονται στην παρούσα Προδιαγραφή αφορούν στις γενικές αρχές για την χάραξη κανονικού εύρους γραμμής.

2 Τυποποιητικές παραπομπές

Η παρούσα Προδιαγραφή δεν ενσωματώνει, μέσω παραπομπών, προβλέψεις άλλων δημοσιεύσεων, χρονολογημένων ή μη.

3 Όροι και ορισμοί

3.1 Δ.Γ.

Εννοείται η διεύθυνση γραμμής.

3.2 Σύμβολα

Στον παρακάτω Πίνακα 1 απεικονίζονται τα σύμβολα διαφόρων μεγεθών και οι μονάδες μέτρησης τους.

Πίνακας 1 – Χρησιμοποιούμενα σύμβολα

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

4 Απαιτήσεις

Οι εργασίες της παρούσας Προδιαγραφής δεν απαιτούν την ενσωμάτωση υλικών με συγκεκριμένες απαιτήσεις.

5 Μεθοδολογία εκτέλεσης εργασιών

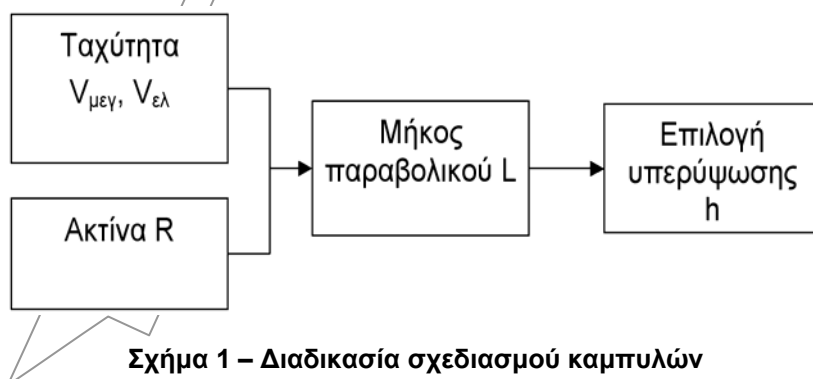
5.1 Χαρακτηριστικά στοιχεία στις καμπύλες

Πίνακας 2 – Χαρακτηριστικά στοιχεία καμπυλών

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 $h_{\theta}^{V_{MEY}}$, που αντιστοιχεί στη μέγιστη ταχύτητα V_{MEY} των ταχυκίνητων (επιβατικών) αμαξοστοιχιών. $\alpha = h_{\theta}^{V_{MEY}} - h$
5.	Το πλεόνασμα π της υπερύψωσης	ισούται με την διαφορά της θεωρητικής υπερύψωσης $h_{\theta}^{V_{EL}}$ που αντιστοιχεί στη, θεωρούμενη σαν ελάχιστη, ταχύτητα V_{EL} των βραδυκίνητων (εμπορικών) αμαξοστοιχιών, από την εφαρμοζόμενη υπερύψωση h. $\pi = h - h_{\theta}^{V_{EL}}$
6.	Η μεταβολή της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης h ανά μονάδα μήκους, στις παραβολικές συναρμογές	που εκφράζεται με την κλίση i του πρानούς 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 – Διαδικασία σχεδιασμού καμπυλών

Ισχύουν οι οριακές τιμές του Πίνακα 3:

Πίνακας 3 – Οριακές τιμές στοιχείων καμπυλών

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΟΡΙΑΚΗ ΤΙΜΗ	ΟΡΙΑΚΗ ΤΙΜΗ ΚΑΤ' ΕΞΑΙΡΕΣΗ
Οριακή τιμή της υπερύψωσης h στην ελεύθερη γραμμή	$h_{\text{μεγ}} = 160 \text{ mm}$	
Οριακή τιμή της υπερύψωσης h σε σταθμούς	$h_{\text{μεγ}} = 100 \text{ mm}$	
Οριακή τιμή της ανεπάρκειας a της υπερύψωσης	$a_{\text{μεγ}} = h_{\theta}^{V_{\text{μεγ}}} - h = 105 \text{ mm}$	
Οριακή τιμή του πλεονάσματος π της υπερύψωσης	$\pi_{\text{μεγ}} = h - h_{\theta}^{V_{\text{ελ}}} = 100 \text{ mm}$	
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 πρανούς υπερύψωσης	$i = \frac{144}{V_{\text{μεγ}}}$ (με παραδοχή μέγιστου ρυθμού αύξησης της υπερύψωσης $r = 40 \text{ mm/sec}$)	με απόφαση της Δ.Γ.: $i = \frac{216}{V_{\text{μεγ}}}$, με ανώτατο όριο : $i_{\text{μεγ}} = 2,5 \text{ mm/m}$ (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 ($h_{\text{μεγ}} = 160 \text{ mm}$).

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 ($V_{\text{μεγ}}$ για τις επιβατικές αμαξοστοιχίες και $V_{\text{ελ}}$ για τις εμπορικές):

* δεν περιλαμβάνεται στον Νέο Κανονισμό Επιδομής Γραμμής (2000)

Πίνακας 4 – Οριακές ταχύτητες αμαξοστοιχιών

	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	$140 < V_{\mu\epsilon\gamma} \leq 200 \text{ km/h}$	$V_{\epsilon\lambda} = 80 \text{ km/h}$

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

5.2 Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες στις καμπύλες, συναρτήσει της ακτίνας R της καμπύλης

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 πρηνούς υπερύψωσης κτλ, θα υπολογίζεται με τον τύπο¹:

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

Ο τύπος (1) ισχύει για τους α και β, συνδυασμούς ταχυτήτων $V_{\mu\epsilon\gamma}$ και $V_{\epsilon\lambda}$ του Πίνακα 4 της παραγράφου 5.1, ανεξάρτητα από την ακτίνα.

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

$$V_{\mu\epsilon\gamma} = \sqrt{\frac{205R}{11,8} + 80^2} \quad (2)$$

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

$$V_{\mu\epsilon\gamma} = 4,25\sqrt{R} \quad (3)$$

με οριακή τιμή $V_{\mu\epsilon\gamma} \leq 120 \text{ km/h}$

3. Από την επίλυση των εξισώσεων (1) και (2) ως προς το R προκύπτουν οι ακόλουθοι τύποι που δίνουν την ελάχιστη ακτίνα $R_{\epsilon\lambda}$ συναρτήσει της μέγιστης ταχύτητας $V_{\mu\epsilon\gamma}$. Για τους α και β συνδυασμούς των $R_{\mu\epsilon\gamma}$ και $V_{\epsilon\lambda}$ της παραγράφου 2.1.4 καθώς και για τον συνδυασμό γ εφόσον $V_{\mu\epsilon\gamma} \leq 170 \text{ km/h}$ ισχύει:

$$R_{\epsilon\lambda} = \frac{11,8V_{\mu\epsilon\gamma}^2}{265} = 0,045V_{\mu\epsilon\gamma}^2 \quad (4)$$

Για $170 < V_{\mu\epsilon\gamma} \leq 200 \text{ km/h}$ ισχύει:

¹ λαμβάνεται υπόψη η μεγαλύτερη υπερύψωση $h=160 \text{ mm}$

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

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

5.3 Υπερυψώσεις

1. Στα ευθύγραμμα τμήματα των γραμμών, οι επιφάνειες κυλίσεως των σιδηροτροχιών τοποθετούνται στο ίδιο ύψος και για τις δύο τροchioσειρές.
2. Στις καμπύλες, η εξωτερική τροchioσειρά 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:

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

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

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

και το πλεόνασμα υπερυψώσεως π από τον τύπο:

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

όπου $V_{ελ}$ η τιμή, που προκύπτει από τον συνδυασμό ταχυτήτων του Πίνακα 4 της παραγράφου 5.1.

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, 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.

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

$$V_{μεγ} = 0,375\sqrt{Rh} \quad (10)$$

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:

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

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 5.1, η μέγιστη επιτρεπόμενη υπερύψωση είναι:

$$h_{μεγ} = 160 \text{ mm}$$

Οι εφαρμοζόμενες υπερυψώσεις στρογγυλεύονται στα 5 mm.

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.

5.4 Πρανή υπερύψωσης (μεταβολές της υπερύψωσης ανά μονάδα μήκους)

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 πρηνές υπερύψωσης.
2. Η μεταβολή της υπερύψωσης ανά μονάδα μήκους ονομάζεται κλίση του πρηνούς 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 πρηνούς υπερύψωσης ισχύει:

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

4. Τα πρηνή υπερύψωσης πρέπει να συμπίπτουν με τις παραβολικές συναρμογές.

5. Πρέπει να επιδιώκεται, τα πρηνή 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 πρηνούς 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 5 – Ανοχές επεμβάσεως για μεταβολή της υπερύψωσης και την στρεβλότητα

TACHYTHTA	TIMH [mm/m]	TIMH μεταξύ σημείων που απέχουν 3 m
$V \leq 60 \text{ km/h}$	6 mm/m	18 mm
$60 \text{ km/h} < V \leq 80 \text{ km/h}$	5 mm/m	15 mm
$80 \text{ km/h} < V \leq 100 \text{ km/h}$	4 mm/m	12 mm
$100 \text{ km/h} < V \leq 120 \text{ km/h}$	3,3 mm/m	10 mm
$V > 120 \text{ km/h}$	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 5.

5.5 Μεταβολές της ανεπάρκειας της υπερύψωσης

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, συνάρτησε της αντίστοιχης μεταβολής της ανεπάρκειας υπερύψωσης μήκους ανά μονάδα μήκους με τη σχέση:

$$\frac{\Delta\alpha}{\Delta\chi} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta L} \cdot \frac{V_{\text{μεγ}}}{3,6} \quad (13)$$

και έχει σταθερή τιμή, ίση με:

$$\mu = \frac{a}{L} \cdot \frac{V_{\text{μεγ}}}{3,6} \quad (13\alpha)$$

2. Η μέγιστη τιμή της μεταβολής της ανεπάρκειας υπερύψωσης ανά μονάδα χρόνου, που ορίζεται με τον Πίνακα 3 της παραγράφου 5.1 ίση με 60 mm/sec, για την μέγιστη εφαρμοζόμενη ταχύτητα της γραμμής, θεωρείται ανεκτή, από άποψη ανέσεως των επιβατών.

5.6 Οριζόντιες συναρμογές

5.6.1 Γενικά

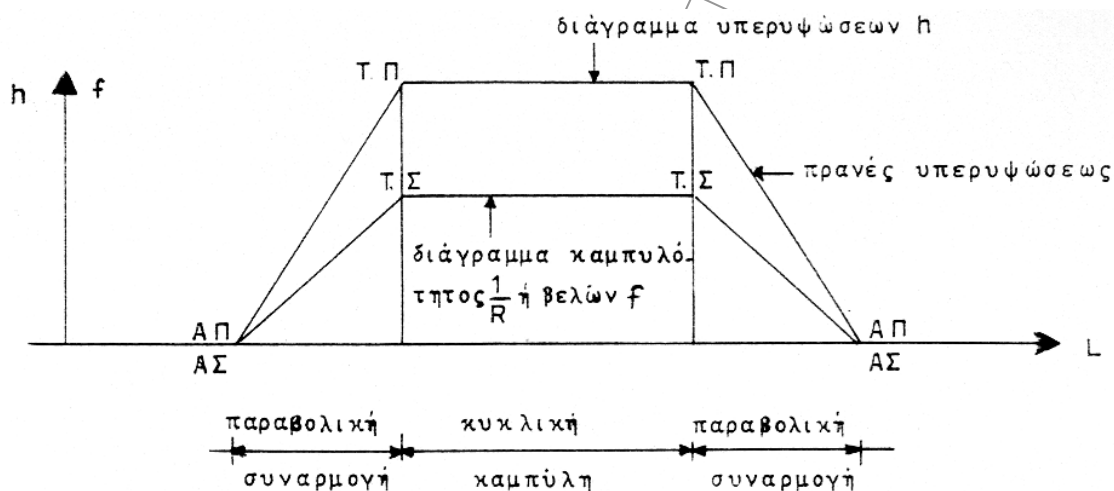
1. Μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης (με ακτίνα R) ή μεταξύ δύο συνεχόμενων, ομόστροφων κυκλικών καμπυλών (με ακτίνες R_1 και R_2), πρέπει να παρεμβάλλεται καμπύλη συναρμογής, για να

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 πρανές 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.



Α.Π. = αρχή πρανούς υπερυψώσεως

Τ.Π. = τέλος πρανούς υπερυψώσεως

Α.Σ. = αρχή παραβολικής συναρμογής

Τ.Σ. = τέλος παραβολικής συναρμογής

Σχήμα 2 – Διάγραμμα βελών και υπερυψώσεων

5.6.2 Υπολογισμός καμπύλης συναρμογής

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

$$y = K x^3$$

Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

5.6.3 Οριζοντιογραφική συναρμογή ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης

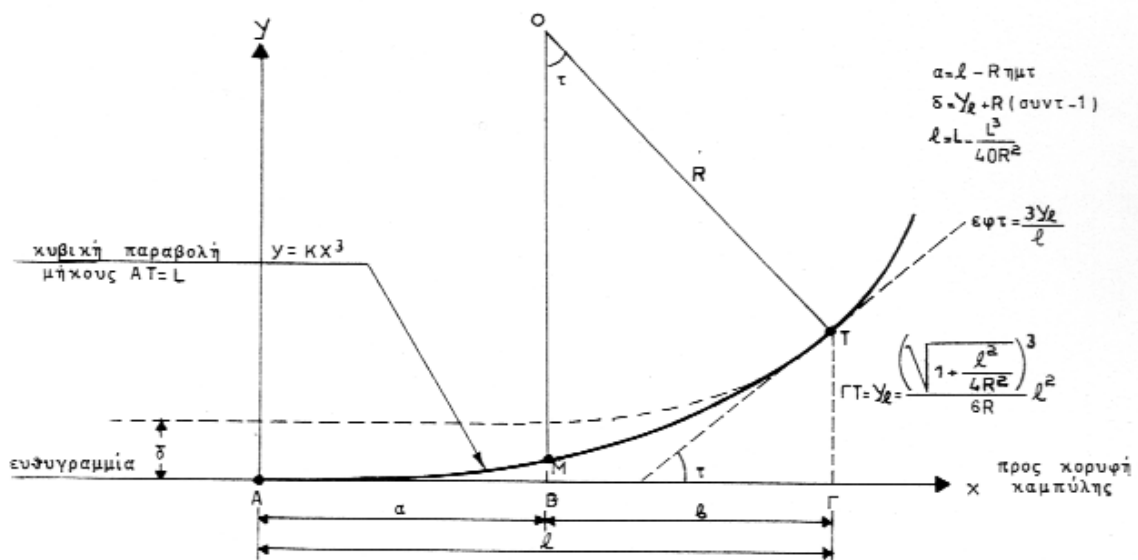
Για την περίπτωση συναρμογής ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης, ο σταθερός συντελεστής K ορίζεται:

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

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. Σχήμα 3).

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

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



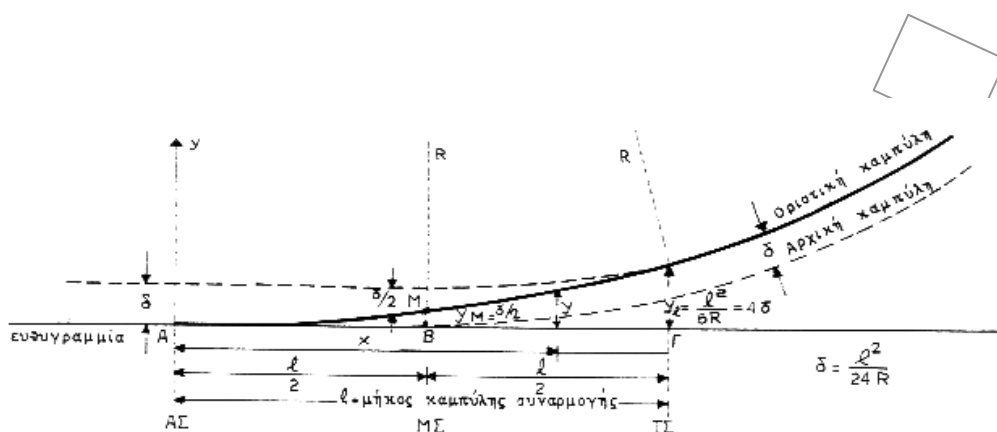
Σχήμα 3 – Παραβολική συναρμογή μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης

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 $L \leq R/3,5$)

5.6.4 Υπολογισμός του μήκους του τόξου συναρμογής

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

1. Υπολογισμός υπερύψωσης βάσει του τύπου $h=7,12 \cdot v^2/R$ (βλ. παράγραφο 5.3)²:

Πίνακας 6 – Υπολογισμός μήκους τόξου συναρμογής

TACHYTHTA	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, παράγραφος 5.3)³:

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

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

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

² Εφ' όσον η υπερύψωση που θα εφαρμοσθεί υπολογίζεται με τον τύπο (6) όπως κατά κανόνα πρέπει να γίνεται (βλ. παρ. 5.3), 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 $L_{ελ}$).

³ βλ. προηγούμενη υποσημείωση

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

5.6.5 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*⁴.

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. Σχήμα 4):

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

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

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

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

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

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

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

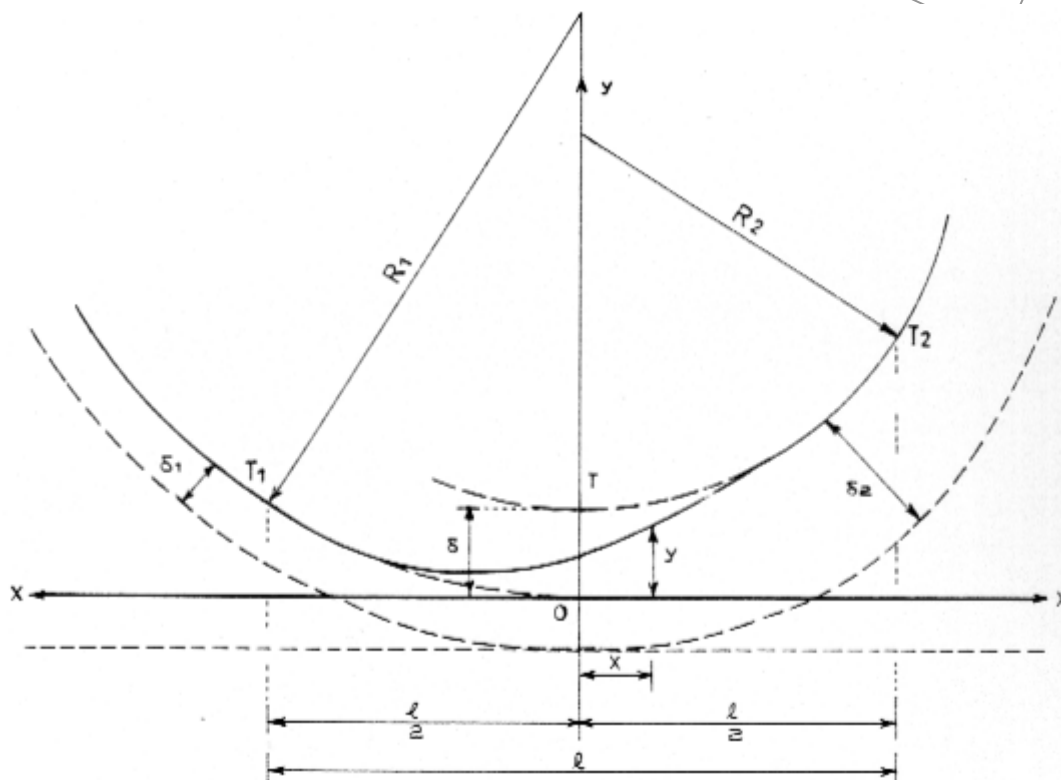
Όπως δείχνει το Σχήμα 4, σαν αρχή των συντεταγμένων ορίζεται το σημείο 0

* δεν προβλέπεται στον Νέο Κανονισμό Επιδομής Γραμμής (2000)

⁴ 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]



Σχήμα 4 – Παραβολική συναρμογή μεταξύ δύο συνεχόμενων κυκλικών καμπυλών

5.6.6 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 30m⁵), η σύνδεση των δύο καμπυλών γίνεται με μια ενιαία παραβολική συναρμογή $T_1 - T_2$ (Σχήμα 5), χωρίς μεσολάβηση ευθύγραμμου τμήματος. Οι συντεταγμένες της ενιαίας αυτής συναρμογής δίνονται από την εξίσωση:

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

$$\text{εφόσον } L_2 > \frac{R_2}{3,5},$$

ή από την απλοποιημένη μορφή της:

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

⁵ προτείνεται η τοποθέτηση ευθύγραμμου τμήματος μήκους ίσου με V (km/h) με ελάχιστο μήκος τα 30 m χωρίς τις στρογγυλεύσεις.

$$\text{εφ' όσον } L_2 \leq \frac{R_2}{3,5}$$

Στις εξισώσεις αυτές και το Σχήμα 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

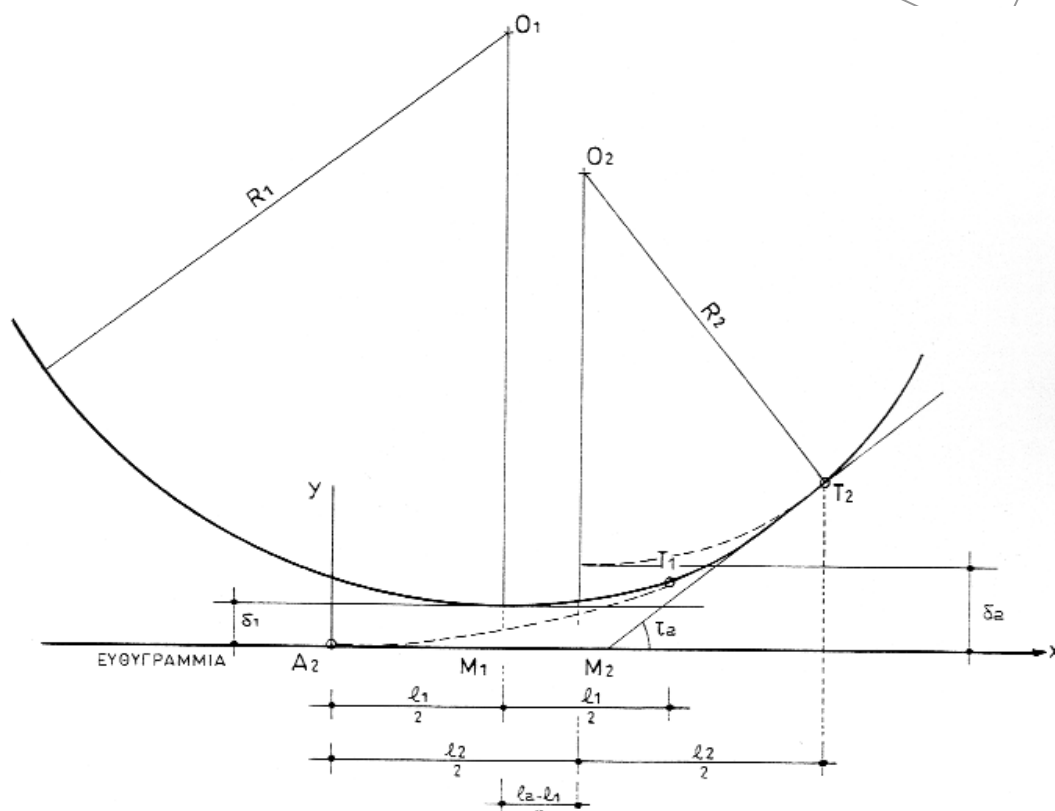
$$l_1 \leq \chi \leq l_2$$

- 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 πρανούς υπερύψωσης:

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



Σχήμα 5 – Παραβολική συναρμογή μεταξύ δύο ομόστροφων κυκλικών καμπυλών ακτίνων R1 & R2 (R1 > R2) με μικρή ενδιάμεση ευθυγραμμία

5.6.7 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 συναρμολόγηση προς την κάθε κυκλική καμπύλη.

Μεταξύ των δύο αυτών συναρμογών πρέπει να παραμένει ευθύγραμμο τμήμα, ελάχιστου μήκους 30m⁶, στο οποίο δεν συμπεριλαμβάνονται οι στρογγυλεύσεις στις άκρες των συναρμογών.

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 εφαπτομένη και την ίδια μεταβολή καμπυλότητας.

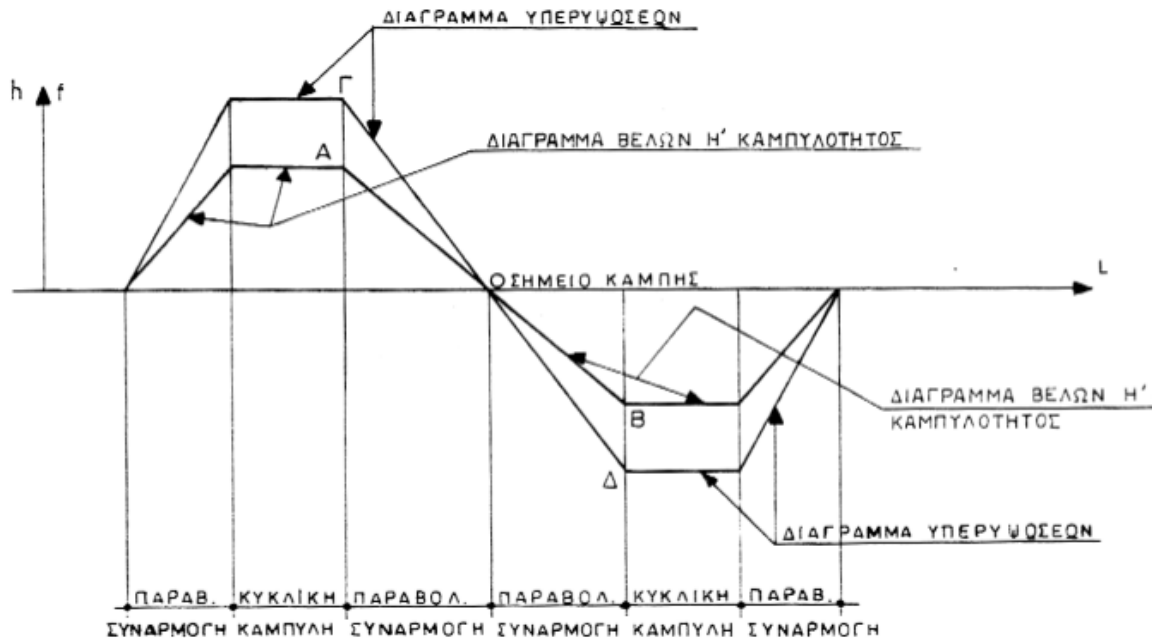
Μεταξύ δύο αντίστροφων καμπυλών, με κοινή αρχή καμπύλης συναρμογής, όπου η μεταβολή της καμπυλότητας είναι η ίδια σε όλο το μήκος των δύο συναρμογών, θα πρέπει επίσης η υπερύψωση να μεταβάλλεται ομοιόμορφα, σε όλο το μήκος των δύο συναρμογών και να μηδενίζεται στην κοινή αρχή των (σημείο καμπής).

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 και

⁶ προτείνεται η τοποθέτηση ευθύγραμμου τμήματος μήκους ίσου με $V/2$ (km/h) με ελάχιστο μήκος τα 30m χωρίς τις στρογγυλεύσεις

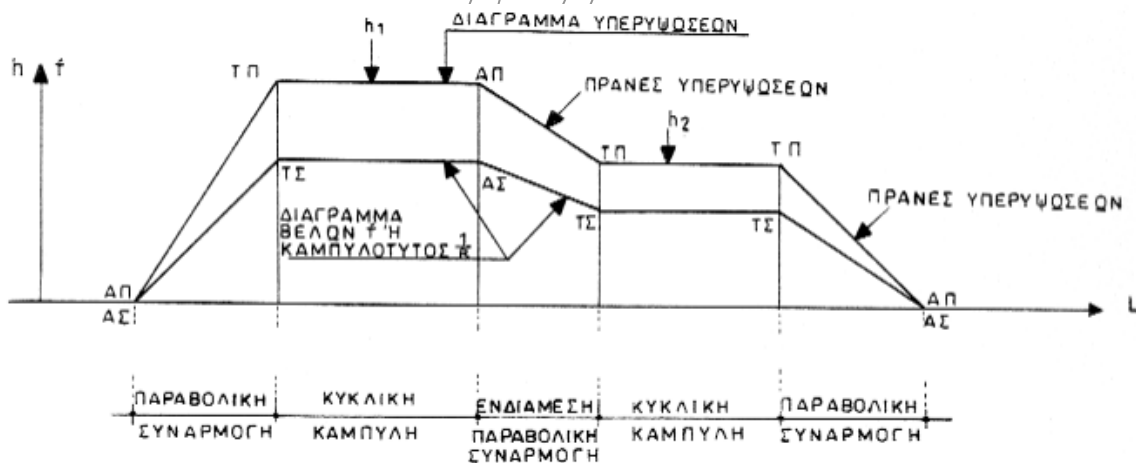
να συνδυάζονται κατά τρόπο ώστε να αποτελούν ενιαία συναρμογή, με σταθερή μεταβολή καμπυλότητας και υπερύψωσης, όπως περιγράφεται ανωτέρω.



Σχήμα 6 – Διάγραμμα βελών και υπερυψώσεων δύο διαδοχικών αντίστροφων κυκλικών καμπυλών

5.6.8 Υψομετρική 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 7).



Σχήμα 7 - 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 $h=7,12 \cdot v^2/R$ (παράγραφος 5.3)⁷:

Πίνακας 7 – Μήκος τόξου συναρμογής συναρτήσει της ταχύτητας

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) (παράγραφος 5.3)⁸:

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

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

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

5.6.9 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 5.6.1, 5.6.2 και 5.7, όταν οι τοπικές συνθήκες εμποδίζουν την εφαρμογή τους και ύστερα από έγκριση της Δ.Γ.⁹

⁷ 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 $L_{ελ}$).

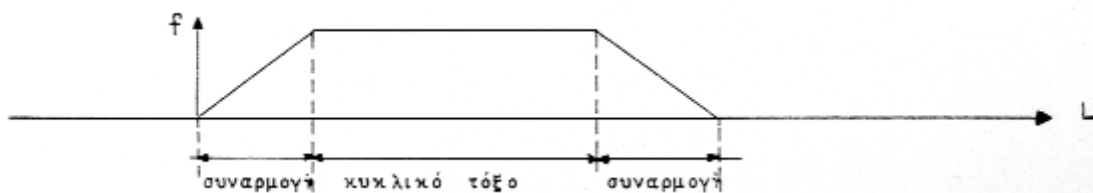
⁸ βλ. προηγούμενη υποσημείωση

⁹ Στις περιπτώσεις αυτές, θα εφαρμόζεται ότι ορίζουν αντίστοιχα οι καταργούμενοι ΚΕΓ (Κανονισμοί Επιδομής Γραμμής, 1953) και ΣΚΕΓ (Συμπλήρωμα Κανονισμών Επιδομής Γραμμής, 1953).

5.6.10 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.

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

5.6.11 Συναρμογές σε αλλαγές τροχιάς

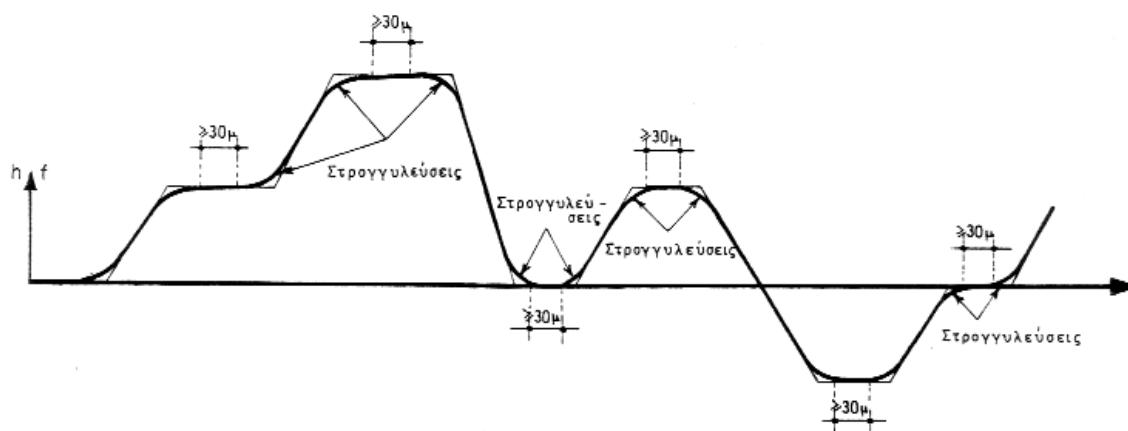
Οι οριζόντιες συναρμογές των προηγούμενων παραγράφων, επιτρέπεται να μην εφαρμόζονται σε δευτερεύοντες κλάδους αλλαγών τροχιάς, σε συνδέσεις αλλαγών μεταξύ τους, καθώς επίσης και σε παρακαμπτήριες γραμμές σταθμών, βιομηχανικών συνδέσεων, λιμένων, κτλ.

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

5.7 Στρογγυλεύσεις στα άκρα τόξων συναρμογής

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.



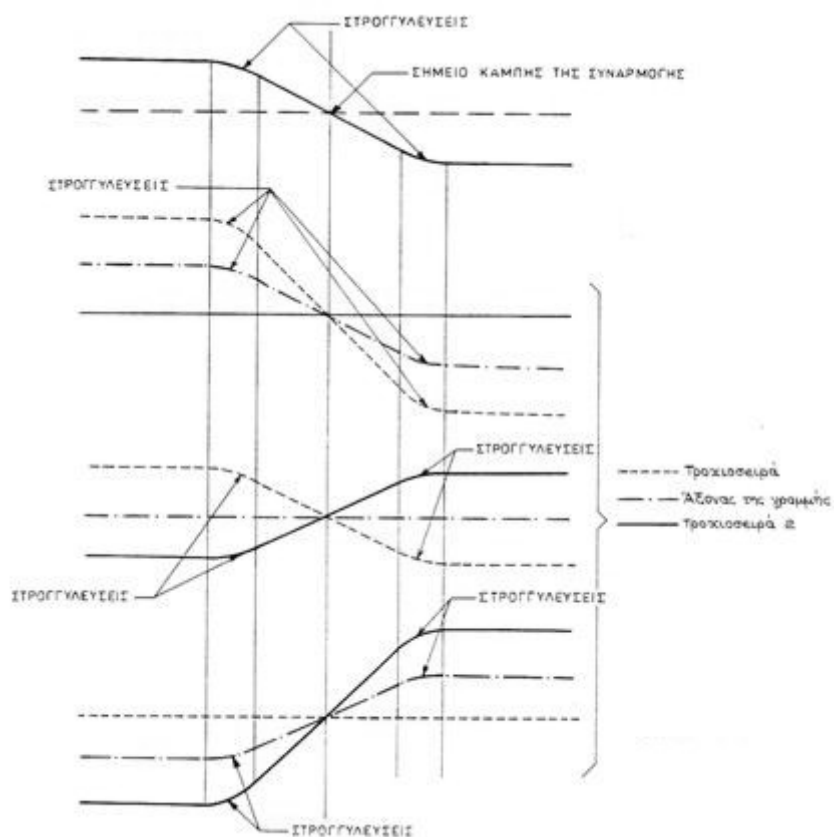
Σχήμα 9 – Στρογγυλεύσεις στα άκρα οριζοντίων συναρμογών και πρανών υπερυψώσεων

Στην περίπτωση δύο αντίστροφων καμπυλών, με κοινή αρχή καμπύλης συναρμογής, που μορφώνονται σύμφωνα με την παράγραφο 5.6.7, δεν γίνονται στρογγυλεύσεις στο σημείο καμπής της συναρμογής (βλ. Σχήματα 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 ή μια στην άλλη, είναι πιθανό οι ανωμαλίες να επηρεαστούν.

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. Σχήμα 9).



Σχήμα 10 – Μηκοτομή τροχιοσειρών

5.8 Κατακόρυφες συναρμογές

1. Στην κατά μήκος τομή της γραμμής, τα τμήματα της ερυθράς με διαφορετικές κλίσεις, πρέπει να συναρμόζονται 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 8 – Ελάχιστες επιτρεπόμενες ακτίνες της κατακόρυφης συναρμογής

ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΚΤΙΝΑ R [m]	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΚΤΙΝΑ R [m] Κατ' εξαίρεση
$V \leq 100 \text{ km/h}$	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 υπερύψωσης. 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 κτλ.).

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 υψομετρική πασσάλωση των κατακόρυφων συναρμογών κλίσεως είναι υποχρεωτική.

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

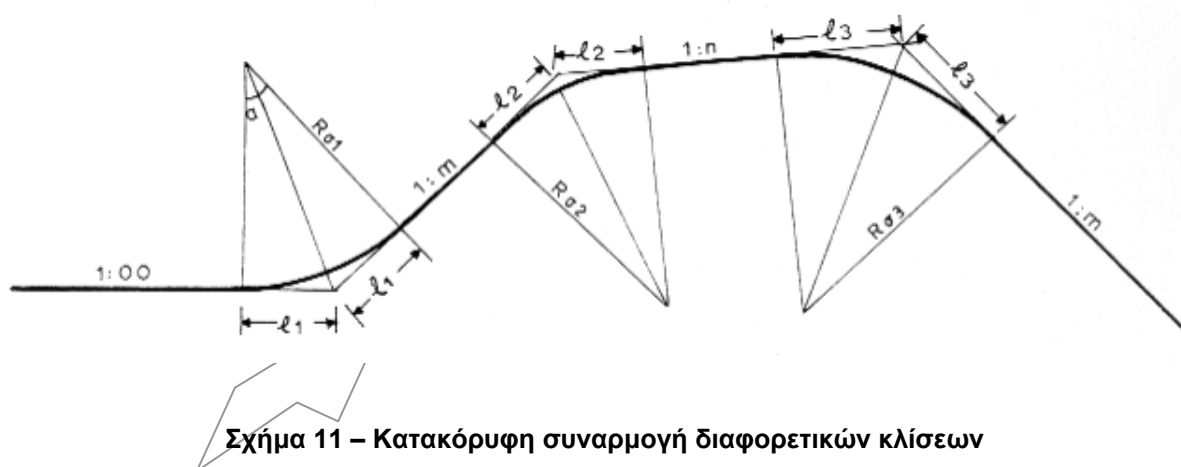
Σε κοίλα τόξα: 0,30 m/sec²

Σε κυρτά τόξα: 0,20 m/sec²

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

Πίνακας 9 – Μήκη κατακόρυφων συναρμογών

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)



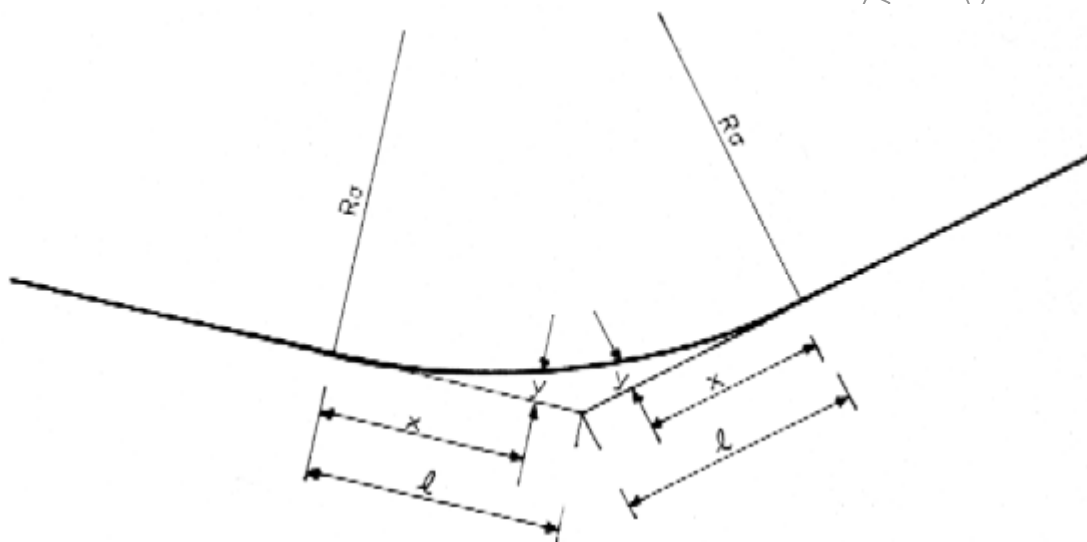
Σχήμα 11 – Κατακόρυφη συναρμογή διαφορετικών κλίσεων

* δεν προβλέπεται στον Νέο Κανονισμό Επιδομής Γραμμής (2000)

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

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

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



Σχήμα 12 – Συντεταγμένες κατακόρυφης συναρμογής

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

5.9 Μέγιστη κατά μήκος κλίση¹⁰

Η μέγιστη κατά μήκος κλίση ορίζεται σε:

5.9.1 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.)

5.9.2 Σήραγγες (νεοκατασκευαζόμενες)

- Μήκους ≤ 1.000 m: ≤ 2 ‰
- Μήκους > 1.000 m: ≤ 1 ‰

¹⁰ 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

Δεν προβλέπεται στον Νέο Κανονισμό Επιδομής Γραμμής (2000).

5.9.3 Σταθμοί (νεοκατασκευαζόμενοι)

- Έως 2,5‰

5.10 Αξονικά φορτία

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

5.11 Αξονική απόσταση σιδηροδρομικών γραμμών¹¹

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 $R_c > 250\text{m}$ 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.

Πίνακας 10 – Αξονική απόσταση γραμμών

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

¹¹ Για ταχύτητες άνω των 200 km/h θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι Τεχνικές Προδιαγραφές Διαλειτουργικότητας (ΤΠΔ).

Βιβλιογραφία

- 1. ΝΚΕΓ: Νέος Κανονισμός Επιδομής Γραμμής (2000).
- 2. Κανονισμός Κινήσεως
- 3. ΚΕΓ:Κανονισμοί Επιδομής Γραμμής (1953).
- 4. ΣΚΕΓ:Συμπλήρωμα Κανονισμών Επιδομής Γραμμής (1953).
- DB 800.0110 *Netzinfrastruktur Technik entwerfen; Linienführung* – Τεχνικές διαμόρφωσης υποδομής δικτύων. Χάραξη γραμμής.