

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΓΡΑΜΜΩΝ TRAM

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
50001	ΧΑΡΑΞΗ ΤΡΟΧΙΟΔΡΟΜΙΚΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ	3
A1.	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	3
A2.	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	3
A3.	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΔΩΝ ΚΑΙ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ	15
B1.	ΓΕΝΙΚΑ.....	22
B2.	ΚΑΜΠΥΛΑ ΤΜΗΜΑΤΑ.....	23
B3.	ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ	24
B4.	ΤΟΞΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ	26
B5.	ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ (ΡΑΜΠΕΣ).....	28
B6.	ΜΗΚΟΤΟΜΕΣ	29
B7.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΛΟΓΩ ΧΑΡΑΞΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ	30

ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν τεύχος προδιαγραφών περιλαμβάνει συγκεντρωμένες τις προδιαγραφές οι οποίες ακολουθούνται στην εκπόνηση της μελέτης χάραξης επέκτασης του τραμ.

Στο Α μέρος δίνονται οι αρχές για την μελέτη της χάραξης και της αποκατάστασης των οδών, οδοστρωμάτων, πεζοδρόμων και περιοχών υψηλών φορτίσεων. (Πηγή: Προδιαγραφές μελετών και επιδόσεων, TRAM Α.Ε., 2001).

Στο Β μέρος δίνονται οι βασικές παράμετροι μελέτης χάραξης γραμμών μέσων σταθερής τροχιάς για ταχύτητες μικρότερες από 100km/h. (Πηγή: Οδηγίες χαράξεων Σ.Γ. χαμηλών ταχυτήτων, NAMA Α.Ε., Απρίλιος 2002).

ΧΑΡΑΞΗ ΤΡΟΧΙΟΔΡΟΜΙΚΟΥ ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ

ΜΕΡΟΣ Α

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΤΡΟΧΙΟΔΡΟΜΟΥ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΟΔΩΝ ΚΑΙ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

A1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Οι βασικές αρχές και απαιτήσεις της μελέτης θα συμφωνούν με τους Εγκεκριμένους Κανονισμούς & Προδιαγραφές που περιγράφονται στην συνέχεια:

- Π.Δ. 696/74: Τεχνικές προδιαγραφές εκπόνησης μελετών
- Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές Εργων Οδοποιίας του Υπουργείου Δημοσίων Εργων
- Διαμόρφωση Διατομών Ελληνικών Οδών Αρ. 103/1.Ε 60-62, Υπουργείο Δημοσίων Εργων - Υπηρεσία Συγκοινωνιακών Εργων - Δ/νση Γ.2
- A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS. American Association of State Highway and transportation Officials, (AASHTO), Washington D.C., 1994.
- Βασικές αρχές σχεδιασμού, όπως αναφέρονται παρακάτω.

A2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ

Σε κάθε καμπύλη ακτίνας r αναπτύσσεται πλευρική επιτάχυνση a_q (και στο όχημα και στους επιβάτες) ίση με :

$$a_q = \frac{V^2}{11,8} * (r - u) / 153 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

όπου a_q	πλευρική επιτάχυνση [m/s ²]
v	ταχύτητα [kph]
r	ακτίνα καμπύλης [m]
u	επίκλιση [mm]

Για λόγους άνεσης η πλευρική επιτάχυνση a_q δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0.65 m/s². Η TRAM ΑΕ σε κρίσιμα τμήματα αποδέχεται και πλευρική επιτάχυνση της τάξεως των 0.98 m/s². Η πλευρική επιτάχυνση επίσης σχετίζεται και με τον υπολογισμό της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας:

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{r}{11.8}} (u + 150) \quad [kph].$$

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ (ΚΛΩΘΟΕΙΔΗΣ)

Η διαφορά των πλευρικών επιταχύνσεων Δa_q κατά την μετάβαση από την ευθυγραμμία σε καμπύλο τμήμα δεν πρέπει να ξεπερνά για λόγους άνεσης τα $c_{\max} = 0.67 \text{ m/s}^3$

Υπολογισμός της Δa_q :

- Σε ομόρροπες καμπύλες : $\Delta a_q = a_{q2} - a_{q1}$
- Σε αντίρροπες καμπύλες : $\Delta a_q = a_{q1} + a_{q2}$

Το μήκος κάθε κλωθοειδούς πρέπει να είναι :

$$l_u \geq v * \Delta a_q / 2.4 \quad [m]$$

Εφόσον εφαρμόζεται επίκλιση(υπερύψωση) σε μια καμπύλη, καλό θα ήταν η μεταβολή της επικλίσεως να γίνεται μέσα στο μήκος της κλωθοειδούς. Επίσης ισχύει για μια κλωθοειδή η ακόλουθη σχέση:

$$A^2 = R * l_u$$

όπου A	=	σταθερά κλωθοειδούς [m]
R	=	ακτίνα κυκλικού τόξου [m]
l_u	=	μήκος κλωθοειδούς [m]

Εφόσον η εφαρμογή κλωθοειδούς δεν είναι δυνατή μεταξύ δυο καμπυλών, η μέγιστη ταχύτητα που επιτρέπεται είναι :

$$\text{(για LRT standards)} \quad V_{\max} = 6.8 \sqrt[3]{\frac{1000}{R_1 * R_2}} (R_1 - R_2) \quad [kph].$$

Από ευθυγραμμία σε καμπύλη και αντίστροφα:

$$\text{(για LRT standards)} \quad V_{\max} = 6.8 \sqrt[3]{R} \quad [kph]$$

Η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών καμπυλών θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 11 μ.

$$l_u \geq 11 \quad [m] \text{ για LRT standard.}$$

Εάν αυτό το κριτήριο δεν ικανοποιείται, θα πρέπει να υπολογιστεί η επιτρεπόμενη ταχύτητα σαν να μην υπάρχει καθόλου ευθυγραμμία μεταξύ των καμπυλών.

ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑΣ

Για την εξισορρόπηση των πλευρικών επιταχύνσεων απαιτείται η εφαρμογή επικλίσεων (υπερύψωσης) στα καμπύλα τμήματα της χάραξης. Η υπερύψωση προφανώς είναι σε συνάρτηση με την ταχύτητα του συρμού.

Η τιμή της θεωρητικής υπερύψωσης δίνεται από τον τύπο:

$$U = 11.8 * v^2 / r \text{ [mm]}$$

Μια κανονική υπερύψωση U_{reg} δεν πρέπει να οδηγεί σε πλευρικές επιταχύνσεις μεγαλύτερες από $a_q \approx 0.2 \text{ m/s}^2$. Η μαθηματική σχέση είναι τότε:

$$U_{reg} = 11.8 * v^2 / r - 152 * a_q \Rightarrow U_{reg} = 11.8 * v^2 / r - 30 \text{ [mm]}$$

Η απόλυτα ελάχιστη υπερύψωση που οδηγεί σε πλευρικές επιταχύνσεις ίσες με $a_q = 0.65 \text{ m/s}^2$ δίδεται από την μαθηματική σχέση:

$$reg \ u_{min} = 11.8 * v^2 / r - 100 \text{ [mm]}$$

Η TRAM AE αποδέχεται σε κρίσιμα μόνο τμήματα ως απόλυτα ελάχιστη υπερύψωση εκείνη που ανταποκρίνεται σε πλευρικές επιταχύνσεις $a_q = 0.98 \text{ m/s}^2$ και υπολογίζεται από την ακόλουθη μαθηματική σχέση:

$$min \ u_{min} = 11.8 * v^2 / r - 150 \text{ [mm]}$$

όπου

$v =$ Ταχύτητα [kph]
 $r =$ ακτίνα καμπύλης [m]

Η μέγιστη υπερύψωση μεταξύ των δυο σιδηροτροχιών είναι 150 mm.

Στους σταθμούς και στις στάσεις η υπερύψωση πρέπει να είναι μηδενική. Η υπερύψωση στις ισόπεδες διασταυρώσεις δεν πρέπει να ξεπερνά τα 30 mm.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει συνοπτικά για συγκεκριμένες ακτίνες, πλευρικές επιταχύνσεις και υπερυψώσεις τις ταχύτητες που αντιστοιχούν.

R Radius [m]	v speed [kph]											
	u = 0 [mm]			u = 50 [mm]			u = 100 [mm]			u = 150 [mm]		
	$a_q \text{ [m/s}^2\text{]}$			$a_q \text{ [m/s}^2\text{]}$			$a_q \text{ [m/s}^2\text{]}$			$a_q \text{ [m/s}^2\text{]}$		
	0.20	0.65	0.98	0.20	0.65	0.98	0.20	0.65	0.98	0.20	0.65	0.98
25	8	15	18	13	18	21	17	21	23	20	23	25
35	10	17	21	15	21	24	20	24	27	23	27	30
50	11	21	25	18	25	29	24	29	33	28	33	36
100	16	29	36	26	36	41	33	41	46	39	46	50
150	20	36	44	32	44	50	41	50	56	48	56	62
190	22	40	49	36	49	57	46	57	63	54	63	69
300	28	50	62	45	62	71	58	71	80	68	80	87
400	32	58	71	52	71	82	67	82	92	78	92	101

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΧΑΡΑΞΗΣ TRAM

500	36	65	80	58	80	92	74	92	103	87	103	113
------------	----	----	-----------	----	----	-----------	----	----	------------	----	-----	------------

ΤΜΗΜΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑΣ (ΡΑΜΠΑ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ)

Κατά την μετάβαση από ένα τμήμα χωρίς επίκλιση (υπερύψωση) σε ένα άλλο τμήμα με επίκλιση ή από ένα τμήμα σε άλλο με διαφορετικές επικλίσεις απαιτείται να παρεμβληθεί ένα τμήμα όπου η κατά μήκος κλίση είναι σταθερή. Επίσης καλό θα ήταν το τμήμα αυτό να ταυτίζεται με το μήκος της κλωθοειδούς. Το μήκος του τμήματος όπου γίνεται η μεταβολή της υπερύψωσης προσδιορίζεται από τον τύπο:

όπου

l_R	=	$m \cdot u / 1000 [m]$
u	=	επίκλιση [mm]
$1/m$	=	κλίση του τμήματος όπου μεταβάλλεται η επίκλιση

Η συνήθης κλίση του τμήματος όπου μεταβάλλεται η υπερύψωση ισούται με:

όπου $1/m = 1 / (10 * v)$
 $v =$ μέγιστη ταχύτητα λειτουργίας [kph]

Η μέγιστη κλίση του τμήματος όπου μεταβάλλεται η υπερύψωση ισούται με:

$$1/m = 1 / (6 * v)$$

Η μέγιστη κλίση επίσης δεν πρέπει να ξεπερνά 1:300.

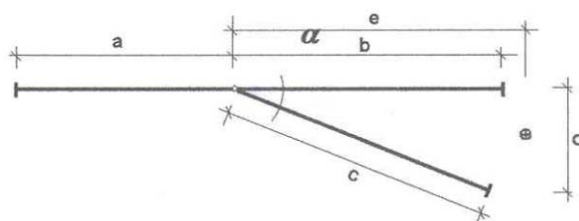
Τέλος η μέγιστη κλίση δεν πρέπει να εφαρμόζεται στα άκρα των σταθμών και στάσεων.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίδεται για διαφορετικές ταχύτητες και υπερυψώσεις το απαιτούμενο μήκος μεταβολής της υπερύψωσης.

Speed	l_R [m]						
v	u = 0 [mm]		u = 50 [mm]		u = 100 [mm]		u = 150 [mm]
[kph]	minimum	regular	minimum	regular	minimum	regular	minimum
25	7	15	15	30	30	45	45
30	8	15	15	30	30	45	45
35	9	18	15	35	30	53	45
40	11	20	15	40	30	60	45
45	12	23	15	45	30	68	45
50	14	25	15	50	30	75	45
55	15	28	17	55	33	83	50
60	16	30	18	60	36	90	54
65	18	33	20	65	39	98	59
70	19	35	21	70	42	105	63
75	20	38	23	75	45	113	68
80	22	40	24	80	48	120	72

ΑΛΛΑΓΕΣ ΓΡΑΜΜΩΝ

Οι συνήθεις αλλαγές για διαφορετικές λειτουργικές ταχύτητες παρουσιάζονται παρακάτω:

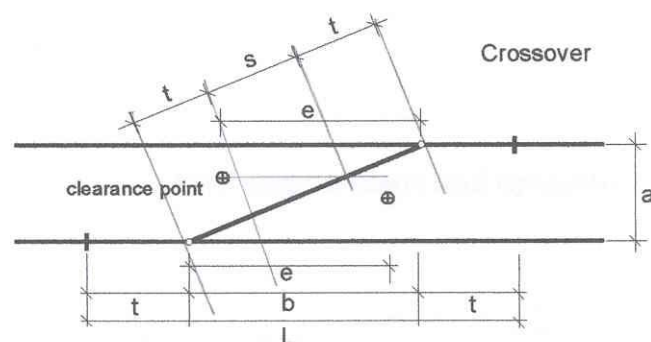


ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΤΡΑΜ

Designation	EW 500 - 1:12	EW 300 - 1:9	EW 100 - 1:5	EW 50 - 1:3,5
<u>Speed</u> LRT	50 [kph]	45 [kph]	30 [kph]	25 [kph]
Radius [m]	500	300	100	50
Angle α [1:]	1:12	1:9	1:5	1:3,5
Length a [m]	20.797	16.615	9.902	7.003
Length b [m]	20.797	16.615	9.902	7.003
Length c [m]	20.797	16.615	9.902	7.003
Length d [m]	1.727	1.835	1.942	1.924
Length e [m]	≥ 34.00	≥ 25.80	≥ 15.00	≥ 11.00

Αλλαγές με καμπύλη:

Designation	EW 190 - 1:9	EW 140 - 1:7	EW 100 - 1:6	EW 50 - 1:6
<u>Speed</u> LRT	35 [kph]	35 [kph]	30 [kph]	25 [kph]
Radius [m]	190	140	100	50
Angle α [1:]	1:9	1:7	1:6	1:6
Length a [m]	10.523	9.950	8.276	4.138
Length b [m]	16.483	13.224	11.528	10.989
Length c [m]	16.483	13.224	11.528	10.898
Length d [m]	1.820	1.870	1.895	1.800
Length e [m]	≥ 23.50	≥ 19.40	≥ 16.70	≥ 13.90



ΣΥΝΔΕΣΗ ΓΡΑΜΜΩΝ

Η σύνδεση γραμμών για διαφορετικές ταχύτητες λειτουργίας παρουσιάζονται παρακάτω:
Τα γράμματα σε πλάγια γραφή αναφέρονται στις μικρότερες αποστάσεις σιδηροτροχιών χωρίς επιπλέον μείωση ταχύτητας (ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ καμπυλών 11 μ). Οι προτεινόμενες εφαρμογές παρουσιάζονται με έντονη γραφή.

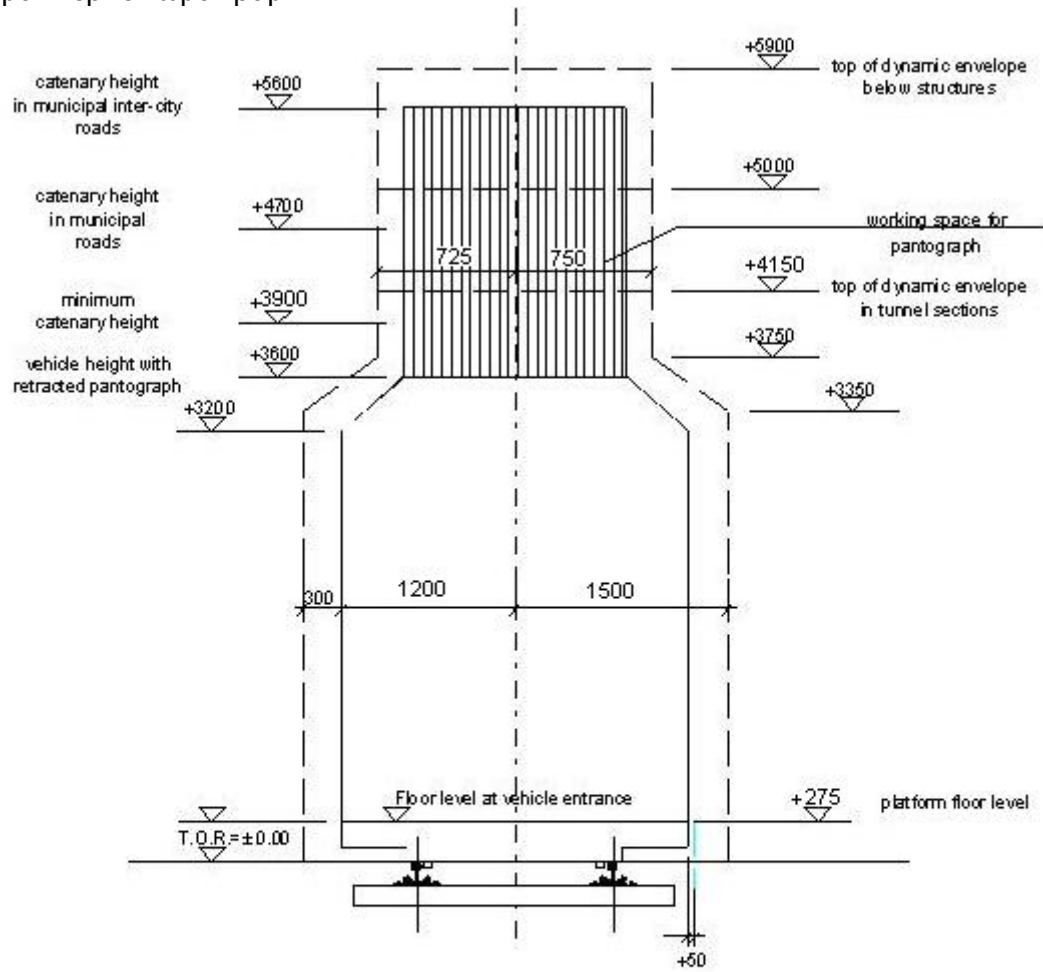
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΧΑΡΑΞΗΣ TRAM

Designation	R 190 - 1:9	R 140 - 1:7	R 100 - 1:6	R 50 - 1:6	R 50 - 1:6	R 25 - 1:4
Speed	35 [kph]	35 [kph]	30 [kph]	25 [kph]	25[kph]	15 [kph]
Radius [m]	190	140	100	50	50	25
Angle α [1:]	1:9	1:7	1:6	1:6	1:6	1:4
Track distance a [m]	3.65	≥ 4.46	≥ 4.40	3.65	3.25	3.15
Total length L [m]	53.896	≥ 51.120	≥ 47.352	30.176	27.776	19.755
Tangent t [m]	10.523	9.950	8.276	4.138	4.138	3.078
Straight c [m]	11.732	≥ 11.000	≥ 11.000	13.926	11.493	6.833
Length b [m]	32.850	≥ 31.220	≥ 30.800	21.90	19.500	12.600
Length e [m]	≥ 23.5	≥ 19.4	≥ 16.6	≥ 13.9	≥ 13.9	≥ 27.0

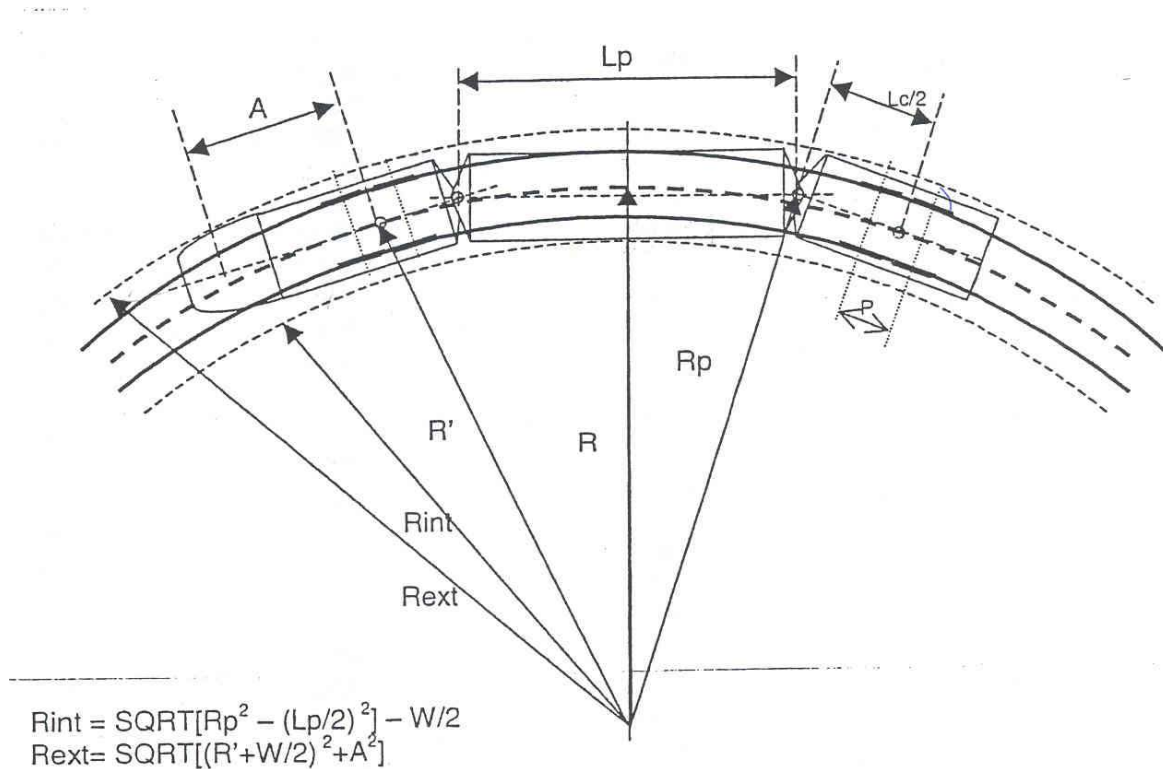
ΠΕΡΙΤΥΠΩΜΑ

Το επιλεγμένο πλάτος οχημάτων είναι 2.40 μ. Περιμετρικά του οχήματος (στατικό περιτύπωμα) απαιτείται ένα κενό διάστημα εξαιτίας των κάθετων μετακινήσεων των οχημάτων και των πιθανών αστοχιών. Μερικές από τις αστοχίες είναι η προβληματική ανάρτηση, όπως επίσης πιθανές κατακόρυφες και οριζόντιες μετακινήσεις κατά την διάρκεια της κατασκευής. Το πλάτος αυτό των ανοχών πρέπει να είναι της τάξεως των 300 mm (και των 400 mm όταν το όχημα βρίσκεται σε 'τούνελ' ή κάτω από γέφυρα). Το τελευταίο ονομάζεται δυναμικό περιτύπωμα.

Σχήμα: Περιτύπωμα τραμ



ΔΙΑΠΛΑΤΥΝΣΗ ΣΤΑ ΚΑΜΠΥΛΑ ΤΜΗΜΑΤΑ*



R	Curve radius (at center line)	
W	Car Body width	=2400mm
A	distance between the bogie centre and the front mask bending point	=3900mm
P	Distance between the Bogie Axles	=1700mm
Lp	Suspended Body Length (bearing to bearing)	=7100mm
Lc	Trailer Body Length (bearing to bearing)	=4000mm
Rp	Bearing Radius	$R_p = \sqrt{R'^2 + (L_c/2)^2}$
R'	Centre Bogie Radius	$R' = \sqrt{R^2 + (P/2)^2}$

*Πηγή: Τεύχος Line Interface Data, AnsaldoBreda, 2002

Στα καμπύλα τμήματα θα πρέπει να λαμβάνεται εκατέρωθεν του πλάτους των οχημάτων ένα επιπλέον πλάτος λόγω του μεγαλύτερου εκτοπίσματος που καταλαμβάνει το όχημα στη θέση της καμπύλης.

Οι αποστάσεις αυτές (στατικό περιτύπωμα), εκατέρωθεν του άξονα της σιδηροτροχιάς και για όχημα πλάτους 2.40 (στατικό περιτύπωμα), δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Το επιπλέον του δυναμικού περιτυπώματος θα πρέπει να προστεθεί στις τιμές που ακολουθούν.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΧΑΡΑΞΗΣ TRAM

Πίνακας: Πλάτος στατικού περιτυπώματος για τα οχήματα σε καμπύλη, χωρίς υπερύψωση

Ακτίνα (m)	Μέγιστη Διαπλάτυνση	
	Εσωτερική καμπύλη (mm)	Εξωτερική καμπύλη (mm)
25	1388	1475
26	1380	1465
27	1374	1455
28	1367	1447
29	1361	1439
30	1356	1431
31	1351	1424
32	1346	1417
33	1342	1411
35	1334	1399
36	1330	1394
38	1323	1384
40	1317	1375
42	1311	1367
44	1306	1360
45	1304	1356
48	1297	1347
50	1294	1341
60	1278	1318
75	1262	1295
80	1258	1289
90	1252	1279
100	1247	1272
150	1231	1248
200	1224	1236
300	1216	1224
400	1212	1218
500	1210	1215
750	1207	1210
1000	1205	1208
2000	1203	1204
4000	1202	1202

ΔΙΑΠΛΑΤΥΝΣΗ ΛΟΓΩ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ

Στα καμπύλα τμήματα με υπερύψωση u [mm] μια επιπλέον διαπλάτυνση t_s θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο εσωτερικό της καμπύλης:

- $t_s = 2.13 \times u$ [mm] για LRT οχήματα

Δίπλα από διάδρομο ασφαλείας το πλάτος μειώνεται σε:

- $t_s = 1.43 \times u$ [mm] για LRT οχήματα

ΔΙΑΠΛΑΤΥΝΣΗ ΚΑΙ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ

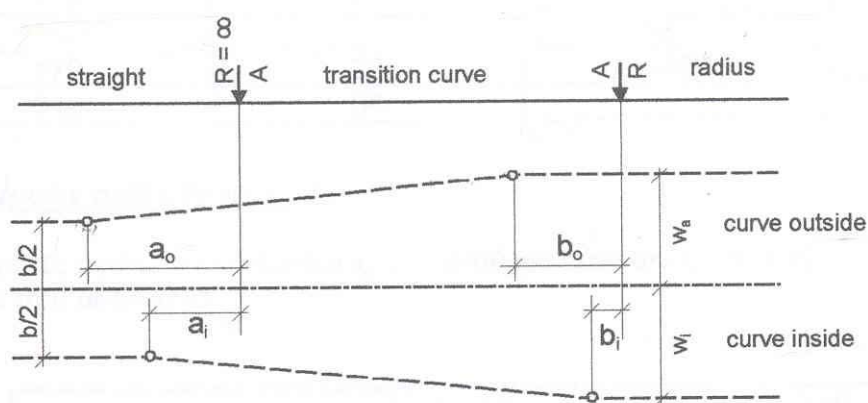
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΧΑΡΑΞΗΣ TRAM

Η διαπλάτυνση εξαρτάται από την κινηματική του οχήματος και ξεκινά πριν από το σημείο έναρξης της καμπύλης συναρμογής και φτάνει στην μέγιστη διαπλάτυνση πριν από το καμπύλο τμήμα. Η διαπλάτυνση μπορεί να θεωρηθεί ότι αυξάνεται γραμμικά.

Ελάχιστη απόσταση		a [m]	b [m]
LRT	Εξωτερική καμπύλη	15.00	4.00
	Εσωτερική καμπύλη	11.00	0.00

Αρχή και τέλος διαπλάτυνσης στατικού περιτυπώματος σε καμπύλο τμήμα

Παρατήρηση: Οριζόντια απόσταση μεταξύ αποβάθρας στάσεως και οχήματος 50 mm δεν επιτρέπεται. Σε LRT αποβάθρα όπου η οριζοντιογραφική ακτίνα είναι μικρότερη των 500 μ., θα πρέπει να κρατηθεί η απόσταση 'a' από το τέλος της υποχρεωτικής περιοχής.



ΔΙΑΤΟΜΕΣ

Σε περιπτώσεις εκκένωσης των οχημάτων λόγω ανάγκης και για την ασφάλεια των εργατών που εργάζονται επί των σιδηροτροχιών, απαιτείται ένας διάδρομος ασφαλείας (safety path) πλάτους 0.70 και καθαρού ύψους 2.00.

Ο διάδρομος αυτός θα μπορεί να βρίσκεται εκατέρωθεν των σιδηροτροχιών ή και μεταξύ των. Ο διάδρομος αυτός μπορεί να μειωθεί σε 0.45 μ. (πλάτος) για 6 μ. μήκος. Ο διάδρομος θα πρέπει να είναι επίπεδος και το υψόμετρο του διαδρόμου αυτού θα πρέπει να είναι η κεφαλή της σιδηροτροχιάς (Top of Rail). Τέλος ένα ύψος μέχρι και TOR+300 mm είναι αποδεκτό.

ΣΤΥΛΟΙ

Για τους στύλους ένα ελάχιστο πλάτος 0,40 μ. πρέπει να προβλεφθεί μεταξύ των σιδηροτροχιών ή και εκατέρωθεν αυτών. Οι στύλοι μεταξύ τους μπορεί να απέχουν σε ευθυγραμμία μέχρι και 60 μ. Σε καμπύλα τμήματα θα πρέπει κατά κανόνα να ακολουθείται η πύκνωση όπως παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί:

R_{min} / m	L / m	R_{min} / m	L / m
20	10	240	32
24	11	280	34
28	12	330	36
32	13	380	38
38	14	450	40
44	15	520	42
50	16	610	44

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΧΑΡΑΞΗΣ TRAM

60	17	700	46
65	18	800	48
75	19	900	50
85	20	980	52
100	22	1050	54
120	24	1120	56
150	26	1210	58
170	28	1290	60
210	30		

ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΟΔΟΥΣ

Οι ελάχιστες οριζόντιες αποστάσεις από σταθερά εμπόδια ή οδική κυκλοφορία παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

	Στύλοι φωτισμού	Στηθαία Ασφαλείας	Βάθρα Γεφυρών
Τοπική Οδός	0.4 m	0.2 - 0.4 m	-
Κύρια Οδός	0.6 m	0.2 - 0.4 m	1.0 m
Υπεραστική Οδός	0.8 m	0.2 - 0.4 m	1.2 m

Οι κενές αποστάσεις (clearance) μεταξύ των οχημάτων του TRAM και της οδικής κυκλοφορίας μπορεί να αλληλοκαλύπτονται. Όταν το TRAM και η κυκλοφορία κινούνται παράλληλα δεν πρέπει όμως να έχουν απόσταση μικρότερη των 0.60 μ. συνολικά.

Συνοπτική παρουσίαση των κριτηρίων Σχεδιασμού

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ		LRT
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ		
Μέγιστο μήκος οχήματος		35m
Μέγιστο μήκος συζευγμένου οχήματος (διπλό)		70m
Πλάτος οχήματος		2.40m
Υψος δαπέδου στην περιοχή εισόδου		0.30m
Αριθμός θυρών		12 ανά όχημα
Οριζόντια απόσταση μεταξύ των εισόδων και των αποβαθρών		0.10m
Υψος οχημάτων		3.60m
Βάρος ενός άδειου οχήματος / πλήρως φορτωμένου (5 standees /sqm, 75 kg per person)		Προσεγγιστικά 42.5t/70t
Μέγιστο φορτίο ανά άξονα		12t
Σώμα οχήματος		1.7-2.0m
Μέγιστη μεταφορική ικανότητα	Καθήμενοι/όρθιοι/συνολικοί [4 ατ./m ²]	54+2 / 143 / 197
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΤΑΘΜΟΥ-ΣΤΑΣΗΣ		
Μήκος Αποβάθρας		70m
Μικρότερο απαιτούμενο πλάτος αποβάθρας	πλαϊνής	2.60m
	Κεντρικής	4.20m

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΧΑΡΑΞΗΣ TRAM

Υψος αποβάθρας (TOR to platform)		30mm
Καμπύλη χάραξης	Οριζόντια	$\geq 500m$
	Κατακόρυφη	1.500m
Συνιστώμενη μέγιστη κλίση		4%
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΧΑΡΑΞΗΣ		
Πλάτος Γραμμής		1.435m
Ταχύτητα μελέτης		50 Km/h
Ελάχιστη οριζοντιογραφική καμπύλη		50m
Προτεινόμενη ελάχιστη οριζοντιογραφική καμπύλη σε κρίσιμες περιοχές		35m
Απόλυτη ελάχιστη οριζοντιογραφική καμπύλη		25m
Ελάχιστη απόσταση αποβάθρας από αρχή/τέλος καμπύλης ή αλλαγής		11.0 m
Ελάχιστη κατακόρυφη ακτίνα [m]	γενικά	650m
	Αλλαγής/καμπύλη συναρμογής υπερύψωσης γραμμής	$\geq 5.000m$
Μέγιστη κλίση		4%
Απόλυτα μέγιστη κλίση σε κρίσιμες διατομές		9%
Μέγιστη υπερύψωση		150mm
Μέγιστη υπερύψωση σε ισόπεδες διασταυρώσεις		30mm
Τύπος σιδηροτροχιάς		Υφιστάμενο έργο: Ri60N, S49 Νέο έργο (Πειραιά): Ri53N

A3 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΔΩΝ ΚΑΙ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Η αποκατάσταση και βελτίωση των οδών και οδοστρωμάτων θα συνάδει ακριβώς με την προϋπάρχουσα χάραξη και γεωμετρία, εκτός αν δοθούν διαφορετικές οδηγίες.

Η αποκατάσταση ή βελτίωση μιας περιοχής θα βελτιστοποιεί την οριζοντιογραφία, τη μηκοτομή και τις διατομές μεταξύ των σταθερών σημείων των ορίων της περιοχής που αποκαθίσταται. Όταν αποκαθίστανται κράσπεδα σημαντικού μήκους (περισσότερο από 20 μ.) τα κρασπεδόρειθρα που θα παρέχονται θα έχουν 16 εκ. ύψος και θα είναι σύμφωνα με τα πρότυπα του Δήμου στον οποίο γεωγραφικά ανήκει το τμήμα του έργου.

Οι ασφαλτοστρωμένες επιφάνειες που θα διαταραχθούν λόγω κυκλοφοριακών παρακάμψεων, εργοταξιακών καταλήψεων, παρακάμψεων δικτύων κλπ θα αποκαθίστανται προσεκτικά χωρίς ανωμαλίες κατά μήκος των αρμών σύνδεσης. Οπου η διατάραξη είναι σημαντική και πολύ ανομοιόμορφη, μια ασφαλική επίστρωση θα προβλεφθεί σε όλο το πλάτος της οδού.

Στη μελέτη εφαρμογής που θα συνταχθεί από τον Ανάδοχο του Έργου και θα εγκριθεί από την TRAM ΑΕ, θα πρέπει να υπάρχει σαφής διαχωρισμός μεταξύ των λωρίδων κυκλοφορίας οχημάτων και την λωρίδα κυκλοφορίας του TRAM, με μέσα κατάλληλα (κύλινδροι, υπερυψωμένα πεζοδρόμια κλπ) που θα απαγορεύουν με οποιοδήποτε τρόπο την πρόσβαση των οχημάτων στη λωρίδα κυκλοφορίας του Τραμ.

A3.1. Οδοί και οδοστρώματα

Ο πίνακας 6.1 δίνει τα βασικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά και τυπικές διατομές οδών διαφόρων κατηγοριών. Αυτά συμφωνούν με τρέχουσες Ελληνικές πρακτικές και δίδονται διότι δεν υπάρχουν σχετικοί Ελληνικοί Κώδικες και Κανονισμοί.

Όπου δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που αναφέρονται στην παρούσα παράγραφο είτε λόγω της τοπογραφίας, είτε λόγω προϋπαρχουσών συνθηκών, άλλα χαρακτηριστικά, λιγότερο ικανοποιητικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ύστερα από την έγκριση της TRAM ΑΕ.

Ο υπολογισμός του πάχους των εύκαμπτων οδοστρωμάτων θα βασίζεται στις παρακάτω παραδοχές:

- Διάρκεια ζωής = 20 έτη
- Δείκτης CBR (California Bearing Ratio) = 5

Όπου είναι απαραίτητο να εξετασθούν τα αποτελέσματα ασυνήθων φορτίων τροχών, θα λαμβάνεται υπόψη το DIN 1072 (Beton Kalender, Greek Publication 1984, Μελέτη γεφυρών, φορτία).

Οι αρμοί στα δύσκαμπτα οδοστρώματα και στις ενώσεις με τα υφιστάμενα οδοστρώματα θα σχεδιασθούν για να προσαρμόζονται στις συγκεκριμένες συνθήκες στην εξεταζόμενη περιοχή.

Οδοστρώματα

Στην περίπτωση αποκατάστασης και βελτίωσης υφισταμένων οδών ως και στην περίπτωση κατασκευής νέων οδών, το οδόστρωμα θα κατασκευάζεται με τις εξής στρώσεις:

Στρώσεις οδοστρωσίας:

- α. στρώσεις υπόβασης της ΠΤΠ 0-150 με πάχος μετά τη συμπύκνωση 0.10 μ. η κάθε μια.
- β. στρώσεις βάσης της ΠΤΠ 0-155 με πάχος μετά τη συμπύκνωση 0.10 μ. η κάθε μια.

Ασφαλτικές στρώσεις:

- α. στρώσεις ασφαλτικής βάσης της ΠΤΠ Α-260 με πάχος 0,05 μ. μετά τη συμπύκνωση η κάθε μια.
- β. στρώσεις ασφαλτικού σκυροδέματος της ΠΤΠ Α-265 με πάχος 0,05 μ. μετά την συμπύκνωση.
- γ. αντιολισθηρή στρώση με πάχος 0,04 μ.

Προσωρινές οδοί

Για προσωρινά οδοστρώματα όπου υπάρχουν παρακάμψεις δρόμων η κατασκευή θα πρέπει να σχεδιαστεί κατάλληλα για την περίοδο της προσωρινής παράκαμψης, αλλά ως ελάχιστο το οδόστρωμα θα έχει επιφανειακή στρώση πάχους 30 mm από εν θερμώ ασφαλτό ή μίγμα ασφάλτου πάνω σε βάση πάχους 50 cm από θραυστό υλικό. Ο Ανάδοχος θα είναι πλήρως υπεύθυνος για την ποιότητα και συντήρηση αυτού του οδοστρώματος.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΧΑΡΑΞΗΣ TRAM

Πίνακας 6.1 Βασικά χαρακτηριστικά και γεωμετρικά πρότυπα αστικών οδών

Χαρακτηριστικά, Γεωμετρικά πρότυπα	Κατηγορία οδού				
	Ελεύθερη λεωφόρος	Λοιπές κύριες αρτηρίες	Δευτερεύουσα αρτηρία	Συλλεκτήρια οδός	Τοπική οδός προς αμαξοστάσιο
Εξυπηρετούμενες μετακινήσεις	Υπεραστικές και μεγάλου μήκους αστικές	Μεγάλου και μέσου μήκους αστικές	Μέσου μήκους αστικές	Μικρού μήκους αστικές και κινήσεις πρόσβασης	Κινήσεις πρόσβασης
Παράπλευροι οδοί	Ναι	Συχνά	Όχι	Όχι	Όχι
Μεσαία διαχωριστική νησίδα	Πάντοτε	Κατά κανόνα	Επιθυμητή	Όχι	Όχι
Ανοίγματα μεσαίας διαχωριστικής νησίδας	Δεν επιτρέπονται	Επιτρέπονται. Απαιτείται λωρίδα για αριστερές στροφές	-	-	-
Ταχύτητες μελέτης (χλμ/ώρα)	120	80	70	50	40
Κυκλοφοριακή ικανότητα (επιβατικά αυτοκίνητα ανά ώρα και λωρίδα)	1400-1600	800-1000	600-800	300-600	200-400
Αριθμός λωρίδων κυκλοφορίας	4-8	4-8	2-4	2	2
"Εύρος κατάληψης" (μέτρα): (Ελάχιστο - Επιθυμητό)	36-60	17-30	10-18	9-15	7-9
Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις	4%	5%	6%	12%	15%
Ελάχιστη ακτίνα οριζόντιας καμπύλης	700	300	200	75	40
Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας	3,75	3,50	3,50	3,25	2,50-3,00
Στάθμευση επί της οδού	Απαγορεύεται	Απαγορεύεται	Μη επιθυμητή	Επιτρέπεται	Επιτρέπεται
Λεωφορειακές γραμμές και στάσεις	Συνήθως υπεραστικές ή προαστιακές Καμία στάση επί της Λεωφόρου	Ναι. Στάσεις πάντοτε σε εσοχή	Ναι. Επιθυμητή η διαμόρφωση στάσεων σε εσοχή	Ακρα λεωφορειακών γραμμών	Όχι
Κόμβοι					
-Με τοπική οδό	Καμία σύνδεση	Σήμα STOP χωρίς διακοπή μεσαίας νησίδας	Σήμα STOP	Σήμα STOP ή καμία ρύθμιση	Συνήθως καμία ρύθμιση
-Με συλλεκτήρια οδό	Καμία σύνδεση	Σήμα STOP, συνήθως χωρίς διακοπή μεσαίας νησίδας	Σήμα STOP	Σήμα STOP	
-Με δευτερεύουσα αρτηρία	Απλή ανισόπεδη διασταύρωση χωρίς συνδέσεις ή ανισόπεδους κόμβους	Σηματοδότηση	Σήμα STOP ή σηματοδότηση		
-Με λοιπές κύριες αρτηρίες	Ανισόπεδος κόμβος	Σηματοδότηση με διοχετευτικές νησίδες και λωρίδες για αριστερές στροφές			
-Με ελεύθερη λεωφόρο	Ανισόπεδος κόμβος με υψηλά πρότυπα				

A3.2. Περιοχές οδοστρωμάτων με υψηλές φορτίσεις

Η μελέτη των οδοστρωμάτων για περιοχές με υψηλές φορτίσεις θα επηρεασθεί κυρίως από τα μέγιστες τιμές των στατικών φορτίων που ασκούνται στο οδόστρωμα, και όχι σε επαναλήψεις χαμηλότερων φορτίων. Αν δεν δοθούν συγκεκριμένες οδηγίες, η μελέτη θα βασισθεί στο δυσμενέστερο φορτίο ή σε συνδυασμούς φορτίων που είναι πιθανό να ασκηθούν στην υπόψη περιοχή υψηλών φορτίσεων.

Η ανάλυση των περιοχών με υψηλές φορτίσεις θα γίνεται με οποιαδήποτε αναγνωρισμένη μέθοδο προσδιορισμού της μέγιστης παραμόρφωσης υπό φορτίο. Η μέγιστη παραμόρφωση θα είναι μικρότερη ή ίση από 2 χλστ.

A3.4. Πεζοδρόμοι - Επιστρωμένες επιφάνειες

Η φόρτιση των πεζοδρόμων και άλλων επιστρωμένων επιφανειών θα είναι σύμφωνη με το DIN 1072.

Οι μέθοδοι υπολογισμού που θα εφαρμοσθούν θα είναι όπως περιγράφεται για τις περιοχές υψηλών φορτίσεων.

Αρμοί θα τοποθετούνται σε κατάλληλες αποστάσεις όπου χρησιμοποιούνται δύσκαμπτα οδοστρώματα, υλικά.

Η μελέτη θα βασίζεται σε διάρκεια ζωής 20 ετών και σε CBR = 5.

A3.5. Σηματοδότηση, Οριζόντια και Κατακόρυφη Σήμανση

Η μελέτη σηματοδότησης, οριζόντιας και κατακόρυφης σήμανσης θα βασισθεί στα παρακάτω:

- "Οδηγίες Σήμανσης Ελληνικών Οδών", Υπουργείο Συγκοινωνιών και Δημοσίων Εργων, Γενική Διεύθυνση Δημοσίων Εργων, 1960.
- "Πινακίδες Σήμανσης Οδών", Υπουργείο Δημοσίων Εργων, Γενική Διεύθυνση Δημοσίων Εργων, Τμήμα Κυκλοφορίας (Α6), Νοέμβριος 1974.
- "Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας", Νόμος 2696/1999 (ΦΕΚ 57Α/23.03.1999).
- "Διαγραμμίσεις Οδοστρωμάτων", Υπουργείο Δημοσίων Εργων, Γενική Διεύθυνση Δημοσίων Εργων, Τμήμα Κυκλοφορίας (Α6), 1975.
- "Τεχνικές Οδηγίες για την Σήμανση Τυπικών οδικών Δικτύων", Υπουργείο Δημοσίων Εργων, Διεύθυνση Κυκλοφορίας και Ασφάλειας (Δ2), Τμήμα Σήμανσης (δ), Ιανουάριος 1992.

A3.6. Πετάσματα, στηθαία ασφαλείας

Πετάσματα ή προσωρινά στηθαία ασφαλείας, με ικανότητα ανάσχεσης ίση με αυτή των μόνιμων πετασμάτων, θα τοποθετηθούν όπου είναι απαραίτητο για να παρέχουν προστασία στην περίμετρο προσωρινών κυκλοφοριακών παρακάμψεων ή άλλων πιθανών κινδύνων από την κυκλοφορία κοντά στις περιοχές εκτέλεσης των έργων. Για κατάληψη χώρων και κυκλοφοριακές παρακάμψεις μακράς διάρκειας, θα τοποθετούνται πετάσματα διακοσμητικά και φιλικά προς το περιβάλλον πετάσματα,

όπου κριθεί απαραίτητο για αισθητικούς λόγους. Ελαφρού τύπου περίφραξη θα τοποθετείται μόνο για βραχυχρόνιες καταλήψεις ή κυκλοφοριακές παρακάμψεις (διάρκειας μικρότερης από μια εβδομάδα).

A3.7. Κρασπεδόρειθρα, πεζοδρόμια

Το τυπικό κράσπεδο θα έχει ύψος 16 εκ. σύμφωνα με τα Πρότυπα του Δήμου από τον οποίο διέρχεται. Τα πεζοδρόμια θα ακολουθούν επίσης τα Πρότυπα του Δήμου που ανήκει γεωγραφικά το τμήμα του Έργου. Τα κρασπεδόρειθρα θα κατασκευασθούν και στα αναδιαμορφούμενα πεζοδρόμια και στις προβλεπόμενες νησίδες. Η κατώτερη στρώση της υπόβασης του οδοστρώματος θα συνεχίζεται και κάτω από τη βάση των κρασπεδόρειθρων.

- Θα προβλέπονται διατάξεις απορρόφησης ενέργειας (όπως στηθαία ασφαλείας για τα οχήματα, κάγκελα για τους πεζούς κλπ ή συνδυασμούς τους) όπου απαιτείται για την αρτιότητα του έργου και τη συμμόρφωση με τους κανόνες ασφαλείας των πεζών και των τροχοφόρων.

A3.8. Δίκτυο αποχέτευσης

Οι τυπικές λεπτομέρειες για τα φρεάτια υδροσυλλογής θα συμφωνούν με τις απαιτήσεις της ΕΥΔΑΠ. Οι αγωγοί αποχέτευσης βρόχινων νερών, θα κατασκευαστούν από προκατασκευασμένους τσιμεντοσωλήνες σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΠΤΠ Τ. 110, ΦΕΚ 253/Β/84 και την εγκύκλιο Ε177/12.11.84 του ΥΠΕΧΩΔΕ/ΓΓΔΕ.

Τα στραγγιστήρια όπου προβλεφθούν, θα κατασκευαστούν σύμφωνα με την ΠΤΠ Τ. 110. Η όλη κατασκευή για περισυλλογή και αποστράγγιση των νερών της βροχής, πρέπει να είναι υδρομόνωση εξωτερικά (δηλ. στις επιφάνειες που θα δεχθούν ύδατα κάθε προέλευσης), με κατάλληλα υδρομονωτικά ώστε να αποκλείεται η διείσδυση υδάτων ή η παρουσία υγρασίας. Τα εξωτερικά ύδατα της κατασκευής πρέπει να συλλέγονται και να απάγονται κατευθείαν στο σύστημα συλλογής ομβρίων ανεξάρτητα από το αντίστοιχο σύστημα του υπόγειου σταθμού. Η απαγωγή των υδάτων θα γίνεται τμηματικά ή συνολικά στο σύστημα συλλογής ομβρίων των οδών. Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να ληφθεί στα ευπαθή σημεία των αρμών, ώστε να εξασφαλισθεί τελείως η απουσία ιχνών υγρασίας στις ορατές όψεις της κατασκευής. Οι αγωγοί αποχέτευσης των νερών θα κατασκευασθούν σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην παρούσα Τεχνική Περιγραφή.

A3.9. Ασφαλτος

Η προμήθεια ασφάλτου 80/100 θα γίνει από τον Ανάδοχο από το ελεύθερο εμπόριο χωρίς καμία δασμολογική απαλλαγή. Η ασφαλτος πρέπει να πληρεί τους όρους των Προτύπων Τεχνικών Προδιαγραφών (Π.Τ.Π.). Η ποιότητά της ελέγχεται από τα πιστοποιητικά ελέγχου των εργοστασίων παραγωγής ασφάλτου, τα οποία θα διαθέτει ο Ανάδοχος, καθώς και με τυχόν εκτελούμενους από την TRAM ΑΕ κατά την κρίση της κλπ ελέγχους, όπως η εγκύκλιος του Υπουργείου Δημοσίων Έργων Γ3/β/οικ/0337/13.2.70 ορίζει. Για τον έλεγχο της ποιότητας της ασφάλτου απόλυτα υπεύθυνος είναι ο Ανάδοχος.

Ενα μήνα πριν αρχίσουν οι ασφατικές εργασίες, ο Ανάδοχος υποχρεούται να υποβάλει μελέτες σύνθεσης των ασφαλτομιγμάτων, τα οποία προβλέπεται να χρησιμοποιηθούν στο υπόψη έργο. Η TRAM ΑΕ με βάση τις παραπάνω μελέτες

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΧΑΡΑΞΗΣ TRAM

σύνθεσης θα καθορίζει τον τύπο που θα χρησιμοποιηθεί για κάθε φάση εργασίας. Ο τάπητας κυκλοφορίας, όπου κατασκευαστεί, θα κατασκευαστεί αντισλίσθηρός με έμπτηξη προεππειλημμένης ψηφίδας αντισλίσθηρού αδρανούς 9 με p.s.v>65, επί της επιφάνειας της κατασκευαζόμενης ασφατικής στρώσης πριν τη συμπίκνωσή της.

ΜΕΡΟΣ Β

**ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΓΡΑΜΜΩΝ ΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ
ΓΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΜΙΚΡΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ 100 Km/h**

B1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι χαράξεις γραμμών προϋποθέτουν τον καθορισμό των εξής παραμέτρων:

- Ταχύτητα Μελέτης v_e
- Επιτρεπόμενη κατά Μήκος Κλίση
- Τύπο Οχήματος
- Μήκος Συρμού
- Ημερήσιο Τοννάζ (Τόννοι / Ημέρα)
- Είδος και Θέση των Χώρων Εκμετάλλευσης
- Διαστάσεις σχετικά με τη Χάραξη των Γραμμών
- Οργανόγραμμα Κατασκευής Έργου και Προοπτικές Ανάπτυξης του έργου

Κατά την επιλογή της ακολουθίας των στοιχείων μελέτης και των παραμέτρων τους τηρούνται σχετικές οριακές τιμές (βλ. Πίνακα 1-1).

Πίνακας 1-1: Ορισμός οριακών τιμών μελέτης

Περιοχή αποδεκτών τιμών	Κατασκευαστικό όριο
	Τυπική τιμή
	Οριακή τιμή
Περιοχή κατ' εξαίρεση τιμών	Τιμή κατ' εξαίρεση
	Απόλυτα ελάχιστη τιμή

Γενικά ισχύουν τα εξής:

- Η οριακή αποδεκτή τιμή προσδιορίζεται από τις αντίστοιχες προδιαγραφές και είναι η κατώτερη αποδεκτή τιμή.
- Το κατασκευαστικό όριο αναφέρεται στην κατασκευαστική δυνατότητα μιας τιμής καθώς και στη δυνατότητα διατήρησης της τιμής αυτής στο μέλλον μέσω της συντήρησης του έργου. Το κατασκευαστικό όριο αναφέρεται στη μέγιστη τιμή μιας παραμέτρου.
- Το εύρος των κατ' εξαίρεση τιμών μιας παραμέτρου αναφέρεται σε τιμές που εφαρμόζονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις κατόπιν τεκμηρίωσης και έγκρισης της Υπηρεσίας.
- Κατά κανόνα πρέπει να επιλέγονται ως τιμές μιας παραμέτρου οι τυπικές τιμές.
- Πρέπει να αποφεύγεται η συχνή εναλλαγή των στοιχείων μελέτης. Το ελάχιστο μήκος μιας ευθυγραμμίας ή ενός συνολικού τόξου, που πρέπει να αντιστοιχεί σε μήκος κίνησης 1,5 sec περίπου, είναι

$L = 0,4 \cdot v$, όπου L σε m και v σε [km/h]

- Οι τιμές για την εξισορροπημένη υπερύψωση και την ακτίνα του κυκλικού τόξου δίνονται στον Πίνακα 1-2.

Πίνακας 1-2: Τιμές μελέτης για u_0 και r

Περιοχή αποδεκτών τιμών	Γραμμές	Αλλαγές, διασταυρώσεις
	Κατασκευαστικό όριο $r \leq 30\,000\text{ m}$	
	Τυπική τιμή $u_0 = 170\text{ mm}$ Σε αποβάθρες: $u_0 = 130\text{ mm}$ $r \geq 300\text{ m}$ σε κύριες γραμμές $r \geq 180\text{ m}$ στις υπόλοιπες γραμμές Ειδικότερα για TRAM $r \geq 240\text{ m}$	
	Οριακή τιμή $u_0 = 290\text{ mm}$ Σε αποβάθρες: $u_0 = 230\text{ mm}$	$u_0 = 120\text{ mm}$ $u_0 = \text{επιτρ. } u + \text{επιτρ. } u_f$ βλ. Πίνακα 3-3
Περιοχή κατ' εξαίρεση τιμών	Κατ' εξαίρεση τιμή $u_0 = \text{επιτρ. } u + \text{επιτρ. } u_f$ (βλ. Πίνακες 4 και 5) Ειδικότερα για TRAM $r_{\min} = 25\text{ m}$	

όπου:

r [m] : ακτίνα κυκλικού τόξου
 u [mm] : υπερύψωση
 u_0 [mm] : εξισορροπημένη υπερύψωση (υπερύψωση σταθερή στο κυκλικό τόξο)
 επιτρ. u [mm] : επιτρεπόμενη υπερύψωση
 επιτρ. u_d [mm] : επιτρεπόμενο έλλειμμα υπερύψωσης

B2. ΚΑΜΠΥΛΑ ΤΜΗΜΑΤΑ

- Τα καμπύλα τμήματα διαμορφώνονται κατά κανόνα με τόξα συναρμογής και υπερυψώσεις
- Ως ελάχιστο μήκος κυκλικού τόξου και ευθυγραμμίας ορίζεται η τιμή $L = 0,4 \cdot v_e$ [m]
- Σε διαφορετική περίπτωση εφαρμόζεται τόξο κορυφής (τόξο με μηδενικό μήκος κυκλικού τόξου)
- Οι ακτίνες των κυκλικών τόξων υπολογίζονται ως συνάρτηση της ταχύτητας μελέτης v_e και της εξισορροπημένης υπερύψωσης u_0 :

$$r = \frac{11,8 \times v_e^2}{u_0} \text{ [m]}$$

όπου:

u_0 (υπερύψωση που εξισορροπεί την πλευρική επιτάχυνση)

- Οι αντίστοιχες τιμές μελέτης για την παράμετρο u_0 δίνονται στον Πίνακα 1-2
- Οι τιμές r του κυκλικού τόξου καλόν είναι να επιλέγονται ως $r \geq 150$ m
- Σε αποβάθρες στο εσωτερικό της καμπύλης η ακτίνα του κυκλικού τόξου οφείλει να υπερβαίνει την τιμή $r \geq 500$ m

B3. ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ

- Οι υπερυψώσεις υλοποιούνται με ανύψωση της εξωτερικής σιδηροτροχιάς μέσω κλάδων (ράμπες) υπερύψωσης.
- Σε κανιστροειδείς καμπύλες διατηρείται ομοιόμορφη υπερύψωση εφόσον οι τυπικές τιμές των υπερυψώσεων στα μεμονωμένα κυκλικά τόξα δεν διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά.
- Οι υπερυψώσεις στρογγυλεύονται σε τιμές διαιρούμενες δια του αριθμού 5.
- Οι τιμές μελέτης για την υπερύψωση δίνονται στον Πίνακα 3-1.

Πίνακας 3-1: Τιμές μελέτης για υπερύψωση (u) εξωτερικής σιδηροτροχιάς

	Γραμμές	Αλλαγές, διασταυρώσεις
	Κατασκευαστικό όριο $u = 20$ mm	
Περιοχή αποδεκτών τιμών	Τυπική τιμή	
	$u = 100$ mm Σε αποβάθρες: $u = 60$ mm Ειδικότερα σε TPAM: $u = 0$ mm	$u = 60$ mm Ειδικότερα σε TPAM: $u = 0$ mm
	Οριακές τιμές	
	Ανωδομή με έρμα: επιτρ. $u = 160$ mm Σταθερό οδόστρωμα: επιτρ. $u = 160$ mm Σε αποβάθρες: επιτρ. $u = 100$ mm Ειδικότερα για TPAM: επιτρ. $u = 150$ (165) mm	επιτρ. $u = 120$ mm Αλλαγή με καρδιά χωρίς κινητά μέρη επιτρ. $u = 100$ mm
	Κατ' εξαίρεση τιμές	
Περιοχή κατ' εξαίρεση τιμών	$160 < \text{επιτρ. } u \leq 180$ mm $170 < \text{επιτρ. } u \leq 180$ mm	$120 < \text{επιτρ. } u \leq 150$ mm $100 < \text{επιτρ. } u \leq 130$ mm
	Απόλυτα ελάχιστη τιμή επιτρ. $u > 180$ mm	

Πίνακας 3-2: Τιμές μελέτης για u_f

	Γραμμές	Αλλαγές, διασταυρώσεις
	Κατασκευαστικό όριο	
Περιοχή αποδεκτών τιμών	Τυπική τιμή	
	$u_f = 70$ mm	$u_f = 60$ mm
Οριακές τιμές		

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΧΑΡΑΞΗΣ TRAM

	επιτρ. $u_f = 130 \text{ mm}$	επιτρ. u_f σύμφωνα με τον Πίνακα 3-3
Περιοχή κατ' εξαίρεση τιμών	Κατ' εξαίρεση τιμές $150 < \text{επιτρ. } u_f$	επιτρ. $u_f \leq 150 \text{ mm}$ σύμφωνα με τον Πίνακα 3-3
	Απόλυτα ελάχιστη τιμή —	επιτρ. u_f σύμφωνα με τον Πίνακα 3-3 με προσαύξηση 20%

- Σε τόξα με ακτίνα $r < 300 \text{ m}$ η μέγιστη τιμή της υπερύψωσης είναι:

$$\text{επιτρ. } u = \frac{r - 50}{1,5}$$

όπου:

$r \text{ [m]}$: ακτίνα

$u \text{ [mm]}$: υπερύψωση

- Σε καμπύλα τμήματα, σε σταθμούς και τμήματα με συχνές στάσεις η τιμή της υπερύψωσης επιλέγεται μεταξύ της ελάχιστης τιμής και της τυπικής τιμής ($\text{reg } u$).

$$\text{reg } u = \frac{7,1 \cdot v_e^2}{r}$$

όπου:

$r \text{ [m]}$: ακτίνα

$u \text{ [mm]}$: υπερύψωση

- Σε τμήματα με ομοιόμορφη ταχύτητα η τιμή της υπερύψωσης επιλέγεται μεταξύ της τυπικής τιμής $\text{reg } u$ και της εξισορροπημένης υπερύψωσης u_0 .
- Η εξισορροπημένη υπερύψωση u_0 είναι ίση με:

$$u_0 = \frac{11,8 \cdot v_e^2}{r}$$

όπου:

$r \text{ [m]}$: ακτίνα

$u \text{ [mm]}$: υπερύψωση

- Το έλλειμμα υπερύψωσης u_f ορίζεται ως:

$$u_f = u_0 - u$$

όπου:

u = η επιλεγείσα ή υπάρχουσα υπερύψωση

- Η ελάχιστη τιμή της υπερύψωσης ισούται με:

$$\min u = \frac{11,8 \cdot v_e^2}{r} - \text{επιτρ. } u_f$$

B4. ΤΟΞΑ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ

- Τόξα συναρμογής απαιτούνται όταν η διαφορά των τιμών ελλείμματος υπερύψωσης δυο στοιχείων μελέτης Δu_f είναι γενικά:

$$\Delta u_f \geq 40 \text{ mm}$$

- Η τιμή Δu_f υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\Delta u_f = \left(\frac{11,8 \cdot v_e^2}{r_1} - u_1 \right) \mp \left(\frac{11,8 \cdot v_e^2}{r_2} - u_2 \right)$$

όπου:

Το θετικό πρόσημο [+] ισχύει σε αντίρροπα τόξα

Το αρνητικό πρόσημο [-] ισχύει σε ομόρροπα τόξα

- Το μήκος του τόξου συναρμογής συμπίπτει με το μήκος του κλάδου συναρμογής της υπερύψωσης (ράμπτα υπερύψωσης).
- Ως τόξο συναρμογής επιλέγεται κατά κανόνα η κλωθοειδής.
- Όταν δεν είναι δυνατή η τήρηση των τιμών του Πίνακα 5-1, τότε επιλέγονται τόξα συναρμογής με σιγμοειδή συνάρτηση καμπυλότητας ή τόξα κατά BLOSS.
- Τα ελάχιστα μήκη των τόξων συναρμογής είναι

- Περίπτωση κλωθοειδούς:

$$\text{Min}l_u = \frac{4 \cdot v_e \cdot \Delta u_f}{1000} [m]$$

- Περίπτωση σιγμοειδούς τόξου:

$$\text{Minl}_{\text{US}} = \frac{6 \cdot v_e \cdot \Delta u_f}{1000} [m]$$

- Περίπτωση τόξου κατά BLOSS:

$$\text{Minl}_{\text{UB}} = \frac{4,5 \cdot v_e \cdot \Delta u_f}{1000} [m]$$

- Τα μήκη των τόξων συναρμογής πρέπει να επιλέγονται ώστε να δίνουν εκτροπή $f \geq 15$ mm.

- Οι εκτροπές f υπολογίζονται ως εξής:

- Περίπτωση κλωθοειδούς:

$$f = \frac{I_U^2 \cdot 1000}{24 \cdot r}$$

- Περίπτωση σιγμοειδούς τόξου:

$$f = \frac{I_{US}^2 \cdot 1000}{48 \cdot r}$$

- Περίπτωση τόξου κατά BLOSS:

$$f = \frac{I_{UB}^2 \cdot 1000}{40 \cdot r}$$

- Σε αντίρροπα τόξα παρεμβάλλονται δυο τόξα συναρμογής ως κλωθοειδείς όταν μεταξύ τους μπορεί να παρεμβληθεί ευθυγραμμία ελάχιστου μήκους L_g :

$$L_g \geq 0,4 \cdot v_e$$

- Όταν τα αντίρροπα τόξα βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, ώστε να μην είναι εφικτή η προηγούμενη λύση τότε:

- η υπερύψωση μεταβάλλεται γραμμικά από την τιμή u_1 στην τιμή u_2 (δημιουργία μορφής «ψαλιδιού» υπερύψωσης)

- παρεμβάλλονται δυο σιγμοειδή τόξα συναρμογής με αντίστοιχη συνάρτηση μεταβολής της υπερύψωσης

- Όταν κατασκευάζονται διαδοχικά κυκλικά τόξα απαιτείται η τήρηση μικρών μεταβολών της τιμής του ελλείμματος υπερύψωσης Δu_f με παρεμβολή ευθυγραμμιών ή άλλου τρίτου τόξου μήκους τουλάχιστον L :

$$L \geq 0,2 \cdot v_e$$

- Το ελάχιστο μήκος των παρεμβαλλόμενων τόξων ανέρχεται σε:

$$\min L = 0,10 \cdot v_e$$

και $\min L = 6 \text{ m}$ σε ομόρροπα ή

$$\min L = \frac{1000}{r_1} + \frac{1000}{r_2} > 9 \text{ m σε αντίρροπα}$$

- Κυκλικά τόξα και ευθυγραμμίες μεταξύ τόξων σε αλλαγές γραμμών έχουν ελάχιστο μήκος:

$$L = 0,10 \cdot v_e \text{ για } v_e \leq 70 \text{ km/h}$$

- Οι ελάχιστες τιμές μεταβολής του ελλείμματος υπερύψωσης Δu_f για $v_e \leq 100 \text{ km/h}$ είναι:

$$\text{επιτρ. } \Delta u_f = 106 \text{ mm}$$

- Κυκλικά τόξα μπορούν να ακολουθούν ευθυγραμμίες, όταν σύμφωνα με τον παραπάνω κανόνα, η ακτίνα r του κυκλικού τόξου είναι μεγαλύτερη από:

$$r = 180 \text{ m για } v_e = 40 \text{ km/h}$$

$$r = 280 \text{ m για } v_e = 50 \text{ km/h}$$

$$r = 400 \text{ m για } v_e = 60 \text{ km/h}$$

$$r = 550 \text{ m για } v_e = 70 \text{ km/h}$$

$$r = 710 \text{ m για } v_e = 80 \text{ km/h}$$

$$r = 900 \text{ m για } v_e = 90 \text{ km/h}$$

B5. ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ (ΡΑΜΠΕΣ)

- Η συνάρτηση μεταβολής των συναρμογών υπερύψωσης ταυτίζεται με τη συνάρτηση μεταβολής του τόξου συναρμογής.
- Μεταξύ γραμμικών συναρμογών υπερύψωσης διατηρείται σταθερή τιμή της υπερύψωσης (συμπεριλαμβανομένης και της μηδενικής τιμής) σε μήκος τουλάχιστον $L \geq 0,1 \cdot v_e$.
- Τα μήκη L_R και οι κλίσεις $1 : m$ των συναρμογών υπερύψωσης δίνονται από τον Πίνακα 5-1.

Πίνακας 5.1: Τιμές μελέτης μήκους και κλίσεων κλάδων συναρμογής υπερυψώσεων

Περιοχή αποδεκτών τιμών	Ευθύγραμμη συναρμογή	Καμπύλη συναρμογή	
		σιγμοειδής	κατά BLOSS
	Κατασκευαστικό όριο		
	$1 : m = 1 : 3000$	$1 : m_M = 1 : 1500$	$1 : m_M = 1 : 1500$
	Τυπική τιμή		
	$l_R = 10v_e \frac{\Delta u}{1000}$	$l_{RS} = 10v_e \frac{\Delta u}{1000}$	$l_R = 7,5v_e \frac{\Delta u}{1000}$
	$1 : m \leq 1 : 600$ Ειδικότερα για TRAM	$1 : m \leq 1 : 600$	$1 : m \leq 1 : 600$

	$I_R = 6v_e \frac{\Delta u}{1000}$ $1 : m \leq 1 : 300$		
	$I_R = 8v_e \frac{\Delta u}{1000}$ $1 : m \leq 1 : 400$	<p>Οριακή τιμή</p> $I_{RS} = 10v_e \frac{\Delta u}{1000}$ $1 : m \leq 1 : 600$	$I_{RB} = 6v_e \frac{\Delta u}{1000}$ $1 : m \leq 1 : 400$
Περιοχή κατ' εξαίρεση τιμών	Κατ' εξαίρεση τιμή		
	$8v_e \frac{\Delta u}{1000} > I_R \geq 6$ $1 : m \leq 1 : 400$	—	—
	Απολύτως ελάχιστη τιμή		
	$6v_e \frac{\Delta u}{1000} > I_R \geq 5$ $1 : m \leq 1 : 400$	—	—

B6. ΜΗΚΟΤΟΜΕΣ

- Σε γραμμές TRAM, καθώς και σε δευτερεύουσες γραμμές, η μέγιστη κατά μήκος κλίση είναι 40‰ με απόλυτα μέγιστη κλίση σε κρίσιμες διατομές περιορισμένου μήκους 90‰.
- Τόξα στρογγύλευσης στη μηκοτομή τίθενται όταν η μεταβολή των τιμών των κατά μήκος κλίσεων ανέρχεται σε

$$\Delta I \geq 1\text{‰}$$

- Ως ελάχιστο μήκος του τόξου στρογγύλευσης τίθεται τιμή:

$$L_a \geq 20 \text{ m}$$

ελάχιστη κατακόρυφη ακτίνα: $r_a = 0,4 \cdot v_e^2 \leq 650$ σε αλλαγές $\min r_a = 5000 \text{ m}$

όπου

r_a [m]

v_e [km/h]

Οι τιμές μελέτης του κατακόρυφου τόξου στρογγύλευσης δίνονται τον Πίνακα 6-1.

Πίνακας 6-1: Τιμές μελέτης ακτίνας r_a τόξου στρογγύλευσης στη μηκοτομή

Περιοχή αποδεκτών τιμών	Κατασκευαστικό όριο $r_a \leq 30\,000 \text{ m}$
	Τυπική τιμή $r_a = 0,4 \cdot v_e^2$ [m]

	<p>Οριακή τιμή $r_a = 0,25 \cdot v_e^2$ [m] $r_a \geq 2\,000$ m</p>
Περιοχή κατ' εξαίρεση τιμών	<p>Τιμή κατ' εξαίρεση $r_a = 0,16 \cdot v_e^2$ [m] σε κυρτές καμπύλες $r_a = 0,13 \cdot v_e^2$ [m] σε κοίλες καμπύλες $r_a \geq 2\,000$ m</p>
	<p>Απόλυτα ελάχιστη τιμή —</p>

Β7. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΛΟΓΩ ΧΑΡΑΞΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ

Τα κατασκευασθέντα γεωμετρικά μεγέθη της χάραξης μιας γραμμής καθορίζουν τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα διέλευσης ενός μέσου σταθερής τροχιάς από μια καμπύλη.

Γενικά, όσον αφορά την ταχύτητα διέλευσης από μια καμπύλη, μετά από σύμφωνη γνώμη της αρμόδιας Υπηρεσίας διαχείρισης του έργου επιτρέπεται να τηρούνται οι γενικές αρχές:

- α. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα που προκύπτει από το υπάρχον έλλειμμα υπερύψωσης μπορεί να στρογγυλευθεί προς τα επάνω έως 1%.
- β. Τα ελάχιστα μήκη των τόξων συναρμογής μπορούν να μειωθούν κατά 20%.
- γ. Επιτρέπονται ράμπες γραμμικής υπερύψωσης μέχρι το μήκος

$$L_R = 6 \cdot v_e \cdot \frac{\Delta u}{1000}$$
ή 1:m = 1:400
- δ. Επιτρέπεται να αυξηθούν τα επιτρεπόμενα όρια μεταβολής του ελλείμματος υπερύψωσης Δu_f κατά 20%.

Για μέσα σταθερής τροχιάς με τεχνολογία κλίσεων του αμαξώματος ισχύουν ειδικότερα οι οριακές τιμές:

- Σε τόξα καμπυλών χωρίς υποχρεωτικά σημεία το έλλειμμα υπερύψωσης μπορεί να λάβει τιμές έως 300 mm

$$u_f \leq 300 \text{ mm}$$

- Σε τόξα με αλλαγές ή με υποχρεωτικά σημεία το έλλειμμα υπερύψωσης δεν επιτρέπεται να λάβει τιμές μεγαλύτερες από 150 mm

$$u_f \leq 150 \text{ mm}$$

- Σε ράμπες υπερύψωσης για την ταχύτητα v_N των οχημάτων με τεχνολογία κλίσεων του αμαξώματος ισχύουν τα εξής:

- α. εφόσον η μεταβολή των υπερυψώσεων είναι γραμμική τότε:

$$L_R = 6 \cdot v_N \cdot \frac{\Delta u}{1000} \quad (1:m \leq 1:400)$$

- β. Εφόσον η μεταβολή των υπερυψώσεων είναι παραβολική (σιγμοειδής) τότε:

$$L_{RS} = 8 \cdot v_N \cdot \frac{\Delta u}{1000} \quad (1:m \leq 1:400)$$

- γ. Εφόσον πρόκειται για τόξα BLOSS

$$L_{RB} = 9 \cdot v_N \cdot \frac{\Delta u}{1000} \quad (1:m \leq 1:400)$$

Οι σχέσεις υπολογισμού της επιτρεπόμενης μέγιστης ταχύτητας $\max v$ [km/h] διέλευσης ενός οχήματος από μια καμπύλη με βάση τα στοιχεία μελέτης του δίνονται στον Πίνακα 7-1. Από τις υπολογιζόμενες τιμές λαμβάνεται πάντοτε η μικρότερη τιμή.

Πίνακας 7-1: Επιτρεπόμενη μέγιστη ταχύτητα

#	Κριτήριο	Επιτρεπόμενη μέγιστη ταχύτητα max v [km/h]	Αναφορά
1	Ελλειμμα υπερύψωσης	$\sqrt{\frac{r}{11.8} \cdot (u + \epsilon\pi\tau\rho.u_f)}$	επιτρ. u_f Πίνακας 3-2
2	Μεταβολή καμπυλότητας σε διαδοχικά τόξα επιτρ. $\Delta u_f = 106 \text{ mm}$	<u>Περίπτωση:</u> Ευθυγραμμίες-Κυκλικά Τόξα $\sqrt{\frac{r}{11.8} \cdot \epsilon\pi\tau\rho.\Delta u_f}$ <u>Περίπτωση:</u> Διαδοχικά ομόρροπα ή αντίρροπα κυκλικά τόξα $\sqrt{\frac{r_1 \cdot r_2}{11.8(r_1 \pm r_2)}} \cdot \epsilon\pi\tau\rho.\Delta u_f$	Κεφάλαιο B4
3	Απόσταση μεταξύ ευθύγραμμων κλάδων συναρμογής (ράμπες) υπερύψωσης Κλάδοι συναρμογής (ράμπες) υπερύψωσης	$10 \cdot L$	Κεφάλαιο B5
4	Περίπτωση: ευθύγραμμη	$\frac{L_R \cdot 1000}{6 \cdot \Delta u}$	Πίνακας 5-1
	Περίπτωση: Παραβολική (σιγμοειδής)	$\frac{L_{RS} \cdot 1000}{8 \cdot \Delta u}$	
	Περίπτωση: BLOSS	$\frac{L_{RB} \cdot 1000}{6 \cdot \Delta u}$	
5	Τόξο στρογγύλευσης μηκοτομής	$2 \cdot \sqrt{r_a}$	Πίνακας 6-1