

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗΣ
TR_S_DP340000	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΜΕΛΕΤΩΝ, ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ, ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ

**Περιεχόμενα :**

<b>1.</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>5</b>
1.1	Γενικά .....	5
1.2	Αντικείμενο .....	5
1.3	Ειδικά θέματα για την Επέκταση του Αμαξοστασίου Τραμ στο Ελληνικό .....	5
<b>2</b>	<b>ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</b> .....	<b>8</b>
2.1	Γενικά .....	8
2.2	Εκπόνηση και υποβολή μελετών για Σιδηροδρομική Επιδομή .....	9
2.3	Πρότυπα χάραξης τροχιάς .....	12
2.4	Μελέτη τροχιάς.....	12
2.4.1	Φορτία Μελέτης.....	12
2.4.2	Εύρος Τροχιάς.....	12
2.4.3	Διατομή και Ποιότητα Σιδηροτροχιών .....	12
2.4.4	Επικλίση σιδηροτροχιάς .....	13
2.4.5	Τροχιές χωρίς έρμα .....	13
2.4.6	Τροχιές της Κύριας Γραμμής σε Έρμα .....	14
2.4.7	Τροχιές σε έρμα στα αμαξοστάσια .....	15
2.4.8	Ειδικές μορφές τροχιών σε αμαξοστάσιο .....	17
2.4.9	Μεταβολή Ελαστικότητας Τροχιών .....	19
2.4.10	Προστασία Σταθερού Εξοπλισμού και Κτιρίων παραπλεύρως των τροχιών.....	20
2.4.11	Υποδομή τροχιάς .....	20
2.4.12	Αποστάσεις στρωτήρων .....	20
2.4.13	Αρμοί Σιδηροτροχιών .....	21
2.4.14	Ηλεκτρική Μόνωση .....	22
2.4.15	Γείωση, γεφυρώσεις και αντιδιαβρωτική προστασία.....	22
2.5	Προδιαγραφές εξαρτημάτων .....	23
2.5.1	Σιδηροτροχιές.....	23
2.5.2	Σύστημα Στερέωσης των Σιδηροτροχιών (προσήλωση) .....	23
2.5.3	Αλλαγές / Διακλαδώσεις.....	24
2.5.4	Αρμοί διαστολής των σιδηροτροχιών .....	25
2.5.5	Προσκρουστήρες / συσκευές στάσης τροχών .....	25
2.5.6	Αμφιδέτες και κοχλίες.....	26
2.5.7	Μονωμένοι Αρμοί Σιδηροτροχιάς.....	26
2.5.8	Ξύλινοι στρωτήρες και ξύλινοι φορείς Αλλαγών .....	26
2.5.9	Έρμα Τροχιάς.....	27
2.5.10	Τσιμέντο, αδρανή και νερό για σκυρόδεμα .....	27
2.5.11	Στρωτήρες και φορείς από σκυρόδεμα.....	27
2.5.12	Σήματα και Δείκτες.....	27
2.5.13	Μεταλλικά Στοιχεία .....	27
2.5.14	Προδιαγραφές Υλικών και Εργασιών .....	28
<b>3</b>	<b>ΕΔΑΦΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΣ ΘΟΥΡΥΒΟΣ ΚΑΙ ΔΟΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΤΡΑΜ</b> .....	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΣ ΘΟΥΡΥΒΟΣ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΤΡΑΜ</b> .....	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ</b> .....	<b>36</b>
<b>6</b>	<b>ΠΑΡΟΧΗ, ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ</b> .....	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</b> .....	<b>39</b>
7.1	Γενικά .....	39
7.2	Χαραξη και Πασσαλωση (setting out) .....	39
7.3	Εύρος τροχιας και Υπερύψωση.....	39
7.4	Σιδηροτροχιές.....	39
7.5	Συγκολλημένοι αρμοί σιδηροτροχιάς.....	40

7.6	Αρμοί σιδηροτροχιών με αμφιδέτες .....	41
7.7	Κολλητοί μονωμένοι αρμοί σιδηροτροχιάς.....	41
7.8	Σύστημα βελόνων .....	42
7.9	Συνεχώς Συγκολλημένες Σιδηροτροχιές (ΣΣΣ/CWR).....	42
7.10	Συσκευή αρμού διαστολής σιδηροτροχιών .....	42
7.11	Σταθερότητα τροχιάς σε έρμα.....	42
<b>8</b>	<b>ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΡΟΧΙΩΝ ΣΕ ΕΡΜΑ .....</b>	<b>44</b>
8.1	Γενικά .....	44
8.2	Υποδομή τροχιάς και πρώτη στρώση έρματος.....	44
8.3	Τοποθέτηση τροχιάς .....	44
8.4	Συμπύκνωση της επιφανειακής στρώσης του έρματος .....	45
<b>9</b>	<b>ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΗΜΕΝΩΝ ΤΡΟΧΙΩΝ .....</b>	<b>46</b>
<b>10</b>	<b>ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΕ ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΕΠΙΔΟΜΗ.....</b>	<b>46</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΧΑΡΑΞΗ ΤΡΟΧΙΟΔΡΟΜΟΥ - ΠΡΟΤΥΠΑ ΧΑΡΑΞΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ .....</b>	<b>47</b>
1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	47
2	ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	47
3	ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	47
4	ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ .....	47
4.1	Οριζοντιογραφία – κυκλικές καμπύλες .....	47
4.2	Πλευρική επιτάχυνση σε καμπύλες .....	48
4.3	Οριζοντιογραφία – καμπύλες συναρμογής.....	49
4.4	Οριζοντιογραφία – Καμπύλες χωρίς συναρμογή.....	49
4.5	Υπερύψωση τροχιάς.....	51
4.6	Οριζοντιογραφία – Τμήμα μεταβολής της υπερύψωσης τροχιάς.....	52
4.7	Μηκοτομή – κατά μήκος κλίσεις & κατακόρυφες καμπύλες.....	53
4.8	Διακλαδώσεις και Αλλαγές τροχιών .....	54
4.9	Περιτύπωμα οχήματος.....	56
4.10	Διεύρυνση περιτυπωμάτων λόγω οριζόντιων καμπυλών (τινάγματα).....	58
4.11	Επαύξηση τινάγματος λόγω υπερύψωσης .....	61
4.12	Τινάγματα και καμπύλες συναρμογής .....	61
4.13	Διάδρομος ασφαλείας.....	62
4.14	Στύλοι εναέριας γραμμής τροφοδοσίας.....	62
4.15	Αποστάσεις από οδούς .....	63
4.16	Δεδομένα οχήματος, κατασκευαστικών ανοχών & ανοχών συντήρησης τροχιάς .....	63
4.17	Παράμετροι μελέτης χάραξης τροχιάς.....	64
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΡΟΧΙΟΔΡΟΜΟΥ – ΦΟΡΤΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ.....</b>	<b>67</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ : ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ .....</b>	<b>75</b>

T-02450	ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΕΣ.....	75
T-02451	ΥΛΙΚΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΩΝ .....	78
T-02454	ΔΙΜΕΡΕΙΣ ΣΤΡΩΤΗΡΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ .....	87
T-02455	ΞΥΛΙΝΟΙ ΣΤΡΩΤΗΡΕΣ.....	94
T-02456	ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΩΝ (ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ Ή ΠΡΟΣΗΛΩΣΗ) .....	96
T-02457	ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΥΡΙΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ – ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΗ (VIGNOLE) ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑ.....	99
T-02458	ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΥΡΙΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ – ΕΓΚΟΙΛΗ (GROOVED) ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑ .....	110
T-02459	ΜΟΝΟΜΕΡΕΙΣ ΣΤΡΩΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΦΟΡΕΙΣ ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ .....	117
T-02460	ΑΛΛΑΓΕΣ ΤΡΟΧΙΩΝ ΣΤΟ ΑΜΑΞΟΣΤΑΣΙΟ – ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΗ (VIGNOLE) ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑ.....	124
T-02461	ΑΛΛΑΓΕΣ ΤΡΟΧΙΩΝ ΣΤΟ ΑΜΑΞΟΣΤΑΣΙΟ – ΕΓΚΟΙΛΗ (GROOVED) ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑ.....	131
T-02462	ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ ("ΚΑΡΔΙΑ") ΑΛΛΑΓΗΣ ΑΠΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥΧΟ ΧΥΤΟΧΑΛΥΒΑ.....	138
T-02464	ΣΥΛΛΟΓΗ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΔΙΑΦΥΓΗΣ.....	141
T-02465	ΤΡΟΧΙΑ ΣΕ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	146
T-02470	ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΤΡΟΧΙΩΝ .....	155

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

- 1.1.1** Οι παρούσες προδιαγραφές συσχετίζονται με τη Συγγραφή Υποχρεώσεων, την Τεχνική Περιγραφή, τις Γενικές Προδιαγραφές και με τα λοιπά τεύχη που αποτελούν τμήματα της Σύμβασης.
- 1.1.2** Το παρόν έγγραφο περιλαμβάνει ένα βασικό κείμενο, τρία Παραρτήματα και σχετικά Σχέδια Λεπτομερειών. Σε περίπτωση ασυμφωνίας μεταξύ των απαιτήσεων του βασικού κειμένου και των απαιτήσεων των Παραρτημάτων ή και των Σχεδίων Λεπτομερειών, θα υπερισχύει το βασικό κείμενο προδιαγραφών.
- 1.1.3** Το τεύχος αυτό των προδιαγραφών καλύπτει όλο το αντικείμενο της Σιδηροδρομικής Επιδομής του Τραμ ως έργο γενικά και δεν αφορά μόνο την Επέκταση του Αμαξοστασίου του Τραμ στο Ελληνικό. Συνεπώς, οι αναφορές/περιεχόμενα των προδιαγραφών σε συστήματα τροχιών που δε σχετίζονται με το παρόν Έργο (π.χ. τροχίες σε πλωτή πλάκα, κ.λπ.) και την παρούσα σύμβαση, όπως αυτή ορίζεται στο τεύχος Τεχνικής Περιγραφής, καθώς και ό,τι άλλο αναφέρεται ειδικά σε αυτήν (π.χ. μελέτες, υλικά, θέματα ποιότητας, μεθοδολογίες κατασκευής, συντήρηση κ.λπ.), δεν ισχύουν και δεν έχουν εφαρμογή στην παρούσα Επέκταση του Αμαξοστασίου.

### 1.2 Αντικείμενο

- 1.2.1** Η παρούσα Προδιαγραφή καλύπτει τις μελέτες, τα υλικά και εξαρτήματα, την κατασκευή και τα κριτήρια αποδοχής για την Σιδηροδρομική Επιδομή για τις Επεκτάσεις των Γραμμών του Τροχιοδρόμου και αφορά:
1. την κατασκευή κλίνης τροχιάς,
  2. το σύστημα συλλογής διαφυγόντων ρευμάτων,
  3. την τροχιά και τα εξαρτήματα της,
  4. τις αλλαγές/διακλαδώσεις τροχιάς και τα εξαρτήματά τους
- 1.2.2** Οι προδιαγραφές του σχεδιασμού και της εγκατάστασης του υλικού επικάλυψης της τροχιάς (δαπεδόστρωση) εξαιρούνται από τις προδιαγραφές Σιδηροδρομικής Επιδομής, όπου όμως απαιτείται, θα μελετηθεί και κατασκευαστεί σε συμφωνία με αυτές τις προδιαγραφές.
- 1.2.3** Οποιοσδήποτε απαιτήσεις, περιορισμοί, κριτήρια ή πρότυπα που αναφέρονται εδώ και αφορούν την μελέτη της Σιδηροδρομικής Επιδομής θεωρείται ότι εφαρμόζονται απευθείας στην πραγματική κατασκευή της Σιδηροδρομικής Επιδομής.

### 1.3 Ειδικά θέματα για την Επέκταση του Αμαξοστασίου Τραμ στο Ελληνικό

- 1.3.1** Η Επέκταση του Αμαξοστασίου τραμ στο Ελληνικό θα καταλάβει επιφάνεια περίπου 5.000m<sup>2</sup> στη ΒΑ πλευρά του υφιστάμενου αμαξοστασίου και αφορά στην κατασκευή τροχιών για δυνατότητα στάθμευσης επιπλέον είκοσι δύο (22) οχημάτων τραμ σε στεγασμένο χώρο εναπόθεσης συρμών. Οι τροχίες της Επέκτασης θα ενσωματωθούν στην υπάρχουσα γραμμολογία του Αμαξοστασίου, στο ίδιο Επίπεδο Κύλισης Σιδηροτροχιάς \_ToR (υψόμετρο +33,80), διατηρώντας την ανθρωπολογιακή κυκλική λειτουργία αυτού.
- 1.3.2** Στην Επέκταση του Αμαξοστασίου, η κλίση τροχιάς θα κατασκευαστεί σύμφωνα με τα σχέδια, σε έρμα ή σε σκυρόδεμα. Η κατασκευή της υποδομής της τροχιάς, δηλ. των

στρώσεων κάτω απ' το έρμα ή απ' το σκυρόδεμα κλίνης τροχιάς θα γίνουν σύμφωνα με το Κεφάλαιο "Κατασκευή Στρώσεων Υποδομής Τροχιών" των Προδιαγραφών Υλικών και Εργασιών Έργων Πολιτικού Μηχανικού.

- 1.3.3** Η πρόσβαση των συρμών (οχημάτων τραμ) (κατά την ανθρωπολογιακή φορά κίνησης) στις τροχιές εναπόθεσης συρμών, γίνεται διαμέσου μίας συστοιχίας μηχανοκίνητων Διακλαδώσεων, εγκατεστημένων σε έρμα, με εξαίρεση τις Διακλαδώσεις 1 & 2, που εγκιβωτίζονται σε σκυρόδεμα με τελείωμα άνω στρώσης από άσφαλτο (ώστε να διατηρηθεί η υπάρχουσα κυκλοφορία οχημάτων δρόμου). Η έξοδος από το χώρο εναπόθεσης συρμών θα γίνεται διαμέσου Διακλαδώσεων που δεν θα είναι μηχανοκίνητες. Όλες οι Διακλαδώσεις θα έχουν τη δυνατότητα υπέρβασης από πτέρνα, χωρίς πρόκληση βλάβης του μηχανισμού τους (*trailable*). Η ειδική Σιδηροδρομική Επιδομή (Αλλαγές/Διακλαδώσεις) θα μελετηθεί και εγκατασταθεί σύμφωνα με τον πίνακα:

A/A	Τύπος	Φορά	Μηχανισμοί
1	Διακλάδωση τροχιάς _Σε σκυρόδεμα T/O R=25m (Tg 1:2,28)	Αριστερό- στροφή	11 Ηλεκτροκίνητοι, παραβίασιμοι με μηχανική μανδάλωση και ανίχνευση θέσης
2	Διακλάδωση τροχιάς _Σε σκυρόδεμα T/O R=25m (Tg 1:4)	Αριστερό- στροφή	
3	Σειριακή Διακλάδωση τροχιάς _9 εξόδων σε έρμα Ladder T/O R=25m (Tg 1:2,035 _9 exits)	Αριστερό- στροφες	
4	Διακλάδωση τροχιάς _Σε έρμα T/O R=25m (Tg 1:2,28)	Αριστερό- στροφή	Πρόβλεψη για μελλοντική εγκατάσταση Ηλεκτροκίνητου Μηχανισμού
5	Σειριακή Διακλάδωση τροχιάς _7+1 εξόδων _σε έρμα Ladder T/O R=25m (Tg 1:2,035 & 1:2,28 _7+1 exits)	Δεξιόστροφή	11 Χειροκίνητοι ελεύθερης παραβίασης από πτέρνα με συσκευές- μηχανισμούς απόσβεσης
6	Διακλάδωση τροχιάς _Σε έρμα T/O R=25m (Tg 1:4)	Δεξιόστροφή	
7	Διακλάδωση τροχιάς _Σε έρμα T/O R=25m (Tg 1:4)	Δεξιόστροφή	
8	Διακλάδωση τροχιάς _Σε έρμα T/O R=25m (Tg 1:4)	Αριστερό- στροφή	

Οι μηχανισμοί Αλλαγών/Διακλαδώσεων προδιαγράφονται αναλυτικά στην Τεχνική Προδιαγραφή του Συστήματος Σηματοδότησης.

- 1.3.4** Οι σιδηροτροχιές σε περιοχές με άσφαλτο θα είναι έγκοιλου τύπου 60R2. Επίσης, ίδιος τύπος σιδηροτροχιών θα χρησιμοποιηθεί και στις σειριακές Διακλαδώσεις (ladder turnouts). Οι σιδηροτροχιές των υπόλοιπων Διακλαδώσεων που θα εγκατασταθούν, καθώς και οι σιδηροτροχιές των τροχιών εναπόθεσης, θα είναι συμμετρικού τύπου (*vignole*) 49E1. Οι σιδηροτροχιές της Επέκτασης του Αμαξοστασίου που θα εγκατασταθούν σε έρμα, θα τοποθετηθούν επί στρωτήρων: (α) μονομερών, προεντεταμένου σκυροδέματος, για απλές τροχιές, και (β) ξύλινων για τις Αλλαγές/Διακλαδώσεις τροχιών.

- 1.3.5** Όλες οι αναφορές που απαιτούν εκπόνηση Μελέτης Θορύβου και Δονήσεων, σύμφωνα με τα Κεφάλαια 3 και 4, δεν θα ισχύουν για την Επέκταση του Αμαξοστασίου. Στο Αντικείμενο του Αναδόχου όμως περιλαμβάνεται η επεξεργασία των σιδηροτροχιών έναντι συριγμού καθώς και η διενέργεια μετρήσεων μετά το τέλος

των εργασιών και τη λειτουργία των οχημάτων του τραμ σε 2 θέσεις, που θα υποδειχθούν από την ΑΜ, για την επαλήθευση της αποτελεσματικότητας της κατασκευής και της τήρησης των ορίων σύμφωνα με τους περιορισμούς Θορύβου και Δονήσεων των Κεφ. 3 & 4. Η οργάνωση και η μεθοδολογία τέτοιων μετρήσεων επαλήθευσης υπόκεινται σε έγκριση από την ΑΜ.

- 1.3.6** Το τεύχος αυτό των προδιαγραφών καλύπτει όλο το αντικείμενο Σιδηροδρομικής Επιδομής του Τραμ και το οποίο εξ ολοκλήρου δεν αφορά την επέκταση του Αμαξοστασίου του Ελληνικού. Όπως προαναφέρθηκε στην Παρ.1.1.4, οι αναφορές των προδιαγραφών σε συστήματα τροχιών που δεν αφορούν αυτή την Επέκταση, όπως τροχιές σε πλωτή πλάκα, τροχιές σε προκατασκευασμένες πλάκες, κ.λπ. δεν έχουν εφαρμογή.
- 1.3.7** Στο Αντικείμενο του Αναδόχου περιλαμβάνονται και οι εργασίες εντός του υπάρχοντος κτιρίου Συντήρησης/Επισκευών - ορύγματα επιθεώρησης όπως αυτές περιγράφονται στην Τεχνική Περιγραφή του Έργου.
- 1.3.8** Το Αντικείμενο του Αναδόχου, επίσης, θα περιλαμβάνει και την επαναδιάταξη και αποκατάσταση όλων των περιοχών σύνδεσης της Επέκτασης με το υπάρχον έργο. Θα περιλαμβάνει ενδεικτικά, αλλά όχι περιοριστικά, τα εξής:
- Τις εργασίες καθαίρεσης που απαιτούνται για την αποκατάσταση των τροχιών στα σημεία σύνδεσης, η αποκοπή των σιδηροτροχιών, η συγκόλληση νέων τμημάτων σιδηροτροχιάς, και ό,τι άλλο απαιτείται για ένα πλήρως λειτουργικό σύστημα τροχιών ενιαίου Αμαξοστασίου.
  - Την οργάνωση των εργασιών του Αναδόχου στο υπό λειτουργία αμαξοστάσιο με όλους τους αυστηρούς κανόνες ασφαλείας και με τρόπο που να περιοριστεί η διακοπή στη λειτουργία του τραμ στη μικρότερη δυνατή περιοχή και στο ελάχιστο χρονικό διάστημα, όπως αυτό ορίζεται στα Συμβατικά Τεύχη.

## 2 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1 Γενικά

**2.1.1** Οι μελέτες για την Σιδηροδρομική Επιδομή θα βασιστούν σε κατασκευασθέντα έργα τραμ και πρακτικές κατασκευής τροχιόδρομου, καθώς και στην σύγχρονη γνώση της τεχνολογίας Σιδηροδρομικής Επιδομής. Το εύρος τροχιάς θα είναι το «τυποποιημένο εύρος» των 1435mm. Η μέγιστη ταχύτητα λειτουργίας θα είναι 80km/h και εντός Αμαξοστασίου 20km/h. Η μελέτη για κάθε ένα από τα διάφορα συστήματα που αποτελούν τη Σιδηροδρομική Επιδομή (αναφέρονται στο Άρθρο 1.2.1) πρέπει να περιλαμβάνουν τεχνικές λύσεις, πρότυπα, υλικά και εξαρτήματα, τα οποία έχουν εφαρμοσθεί επιτυχώς σαν σύνολο -με έργα αναφοράς- σε παρόμοιες συγκοινωνιακές και λειτουργικές συνθήκες άλλων σύγχρονων δικτύων τραμ, για περίοδο τουλάχιστον 5 ετών.

Ο Ανάδοχος θα υποβάλλει στην ΑΜ βεβαιώσεις και αναφορές καλής εκτέλεσης/λειτουργίας από Οργανισμούς Μετρό ή Τραμ, με σκοπό την απόδειξη της συμμόρφωσης με τις προαναφερόμενες απαιτήσεις.

**2.1.2** Ο σχεδιασμός της Σιδηροδρομικής Επιδομής πρέπει να βασίζεται στις ακόλουθες αρχές:

- A. Κατασκευή Σιδηροδρομικής Επιδομής, η οποία εύκολα μπορεί να συντηρηθεί κατά το διάστημα των ωρών συντήρησης.
- B. Ελαχιστοποίηση των απαιτήσεων και του κόστους, για τη υλοποίηση της συντήρησης στις τροχιές και στο Τροχαίο Υλικό.
- Δ. Εξασφάλιση μακροχρόνιας διαθεσιμότητας υλικών και εξαρτημάτων για μελλοντικές αντικαταστάσεις.
- E. Περιορισμό, στο ελάχιστο δυνατό, του αριθμού διαφορετικών υλικών και εξαρτημάτων, που θα αποθηκεύονται από την ΑΜ σαν ανταλλακτικά. Για αυτό το σκοπό, ο Ανάδοχος πρέπει να γνωρίσει τους τύπους και τους κατασκευαστές των υλικών και εξαρτημάτων της Σιδηροδρομικής Επιδομής στο υπάρχον σύστημα και να επιλέξει -όπου είναι δυνατόν- τη χρήση τους στα πλαίσια της παρούσας Σύμβασης, υπό την προϋπόθεση ότι η τεχνολογία τους παραμένει επίκαιρη κατά το χρόνο εκτέλεσης της Σύμβασης.
- ΣΤ. Ελαχιστοποίηση της εκπομπής, της εξάπλωσης και της μετάδοσης του αερομεταφερόμενου θορύβου και των εδαφομεταφερόμενων δονήσεων που δημιουργούνται από την επαφή τροχών με σιδηροτροχιά, ώστε να τηρηθούν οι περιορισμοί που αναφέρονται στις Προδιαγραφές της Σύμβασης.
- Z. Πρόβλεψη επαρκούς ηλεκτρικής μόνωσης μεταξύ τροχιάς και γης, με σκοπό την ελάττωση της διαφυγής των επιστρεφόμενων ρευμάτων της έλξης, ώστε να ικανοποιηθούν οι περιορισμοί που καθορίζονται στις Προδιαγραφές της Σύμβασης.
- H. Πρόβλεψη ικανής ηλεκτρικής μόνωσης μεταξύ τροχιάς και γης για την αποδοτική λειτουργία του εξοπλισμού σηματοδότησης και έλεγχου κίνησης των συρμών (οχημάτων τραμ).
- Θ. Επιβεβαίωση της συμβατότητας της Σιδηροδρομικής Επιδομής με εργασίες και μελέτες όλων των άλλων συστημάτων και ειδικοτήτων.



- I. Επιβεβαίωση της συμβατότητας και της καταλληλότητας των ενσωματούμενων υλικών και εξαρτημάτων με εκείνα της υπάρχουσας Σιδηροδρομικής Επιδομής και των άλλων συστημάτων, τα οποία έχουν ήδη εγκατασταθεί στα πλαίσια προγενέστερων έργων.
- K. Επιβεβαίωση ότι το Κατασκευαστικό Περιτύπωμα του οχήματος, όπως ορίζεται στο Παράρτημα Α, όταν αυξηθεί σύμφωνα με τις ποικίλες παραμέτρους της προτεινόμενης μελέτης χάραξης της τροχιάς και με τις ελεύθερες αποστάσεις που απαιτούνται, είναι συμβατό με τις υπάρχουσες κατασκευές.
- Λ. Επιβεβαίωση της προβλεπόμενης διάρκειας ζωής και της κατασκευαστικής πληρότητας της Σιδηροδρομικής Επιδομής.
- 2.1.3** Τα εφαρμοζόμενα πρότυπα στις Μελέτες και την Κατασκευή θα εναρμονίζονται με τις απαιτήσεις της Συγγραφής Υποχρεώσεων.
- 2.1.4** Ο Ανάδοχος θα επιλέγει πάντοτε την λύση που παρέχει υψηλότερο βαθμό ασφαλείας/ποιότητας για το σύνολο των μελετών, υλικών, μεθοδολογιών κατασκευής, κ.λπ.
- 2.1.5** Οι πλέον πρόσφατες εκδόσεις όλων των Προτύπων και Κωδίκων θα ισχύσουν για το σύνολο του Έργου.
- 2.1.6** Όλες οι μελέτες, τα σχέδια και οι υπολογισμοί, που θα υποβληθούν για έγκριση, θα χρησιμοποιούν το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (Système International d'Unités).
- 2.1.7** Τα σχέδια θα έχουν κατάλληλη κλίμακα, θα καταδεικνύουν πλήρεις διαστάσεις και όλες τις ανοχές. Όλα τα σχέδια και τα τεύχη θα φέρουν πινακίδα τίτλου σχεδίου και σχετικό αριθμό, θα συντάσσονται και υποβάλλονται σύμφωνα με το Εγχειρίδιο Σχεδιασμού και την Κωδικοποίηση εγγράφων της ΑΜ.
- 2.1.8** Όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα, που φαίνονται στα σχέδια, θα καθορίζονται σαφώς και θα αναφέρονται τα σχετικά πρότυπα και η κατηγορία του υλικού κατασκευής τους. Θα γίνεται επίσης παραπομπή σε άλλα έγγραφα, σχέδια/μελέτες, όπου χρειάζεται.
- 2.1.9** Δε θα παραγγελθούν υλικά και εξαρτήματα και δε θα αρχίσει η εγκατάσταση της Σιδηροδρομικής Επιδομής μέχρι την έγκριση των σχετικών μελετών από την ΑΜ.
- 2.1.10** Ο Ανάδοχος θα υποβάλει όλα τα σχέδια και τα τεύχη των Μελετών Σιδηροδρομικής Επιδομής, των Φύλλων Υποβολής Υλικού αλλά και των Μεθοδολογιών, σε ψηφιακή μορφή συμβατή με τα μέσα που διαθέτει η ΑΜ.

## **2.2 Εκπόνηση και υποβολή μελετών για Σιδηροδρομική Επιδομή**

- 2.2.1** Οι μελέτες σχετικά με το σύστημα Σιδηροδρομικής Επιδομής θα εκπονηθούν και υποβληθούν με τεχνική πληρότητα κι αρτιότητα, με έναρξη από το συνολικό σύστημα προς τα επιμέρους εξαρτήματα και τις μεθοδολογίες εγκατάστασης.
- 2.2.2** Ο Ανάδοχος θα υποβάλει τις μελέτες που αφορούν τις εργασίες αυτές στην ΑΜ για έγκριση. Οι μελετητικές εργασίες της Σιδηροδρομικής Επιδομής θα συμπεριλαμβάνουν ενδεικτικά κι όχι περιοριστικά τα κάτωθι:
- Μελετητικά Τεύχη για κάθε τύπο τροχιάς και για κάθε αντικείμενο (τροχιές, αποστράγγιση, Πλέγμα Διαφυγόντων Ρευμάτων, διαβάσεις πεζών, κ.λπ.), που θα περιλαμβάνουν και υπολογισμούς φορτίσεων όπου απαιτείται,
  - Στατικές μελέτες πλακών τροχιάς/Αλλαγών,
  - Μελέτες -προσδιορισμού δυναμικής συμπεριφοράς και στατικές- πλωτών πλακών,

- Μελέτη εξαρτημάτων και στοιχείων, όπου απαιτείται (φορτίσεις, έλεγχοι φθορών, έλεγχοι αστοχίας και κόπωσης υλικών, αναλύσεις πεπερασμένων στοιχείων σε ειδικές περιπτώσεις, κ.λπ.),
- Φύλλα Υποβολής Υλικών κι Εξαρτημάτων (ΦΥΥ),
- Εργοστασιακές δοκιμές αποδοχής υλικών,
- Μεθοδολογίες/διαδικασίες κατασκευής, εγκατάστασης και ελέγχου,
- Σχέδιο Ποιοτικού Ελέγχου,
- Διαδικασίες & Δοκιμές Θέσης σε Λειτουργία,
- Εκθέσεις δοκιμών,
- Έκθεση/αποτελέσματα μετρήσεων Θορύβου & Δονήσεων,
- Εγχειρίδια Εκπαίδευσης, Λειτουργίας και Συντήρησης,
- Μελέτη ανταλλακτικών.

Οι παραπάνω μελέτες θα συνοδεύονται, ενδεικτικά κι όχι περιοριστικά, από τα σχέδια που αναφέρονται στις Γενικές Προδιαγραφές του Έργου.

### 2.2.3 Φύλλο Υποβολής Υλικού (ΦΥΥ)

Το Φύλλο Υποβολής Υλικού (ΦΥΥ) θα συντάσσεται από τον Ανάδοχο ως αυτοτελές έγγραφο, που θα περιγράφει λεπτομερώς το προϊόν το οποίο προτίθεται να ενσωματώσει ο Προμηθευτής/Κατασκευαστής. Τα ΦΥΥ που αφορούν Σιδηροδρομική Επιδομή, θα υποβάλλονται στην ΑΜ και σε ηλεκτρονική μορφή.

Το ΦΥΥ θα περιλαμβάνει τουλάχιστον τα εξής:

- Το όνομα και τον τύπο του προϊόντος/εξαρτήματος και το πεδίο εφαρμογής του στο Έργο,
- Αναλυτική περιγραφή του Προμηθευτή/Κατασκευαστή,
- Τον τόπο κατασκευής,
- Αναλυτική τεχνική περιγραφή του προϊόντος,
- Αντίγραφα Πιστοποιητικών Ποιότητας του Προμηθευτή/Κατασκευαστή,
- Λεπτομερή κατάλογο των Εργοστασιακών Δοκιμών Αποδοχής, σύμφωνα με τους σχετικούς κώδικες, πρότυπα και το Πρόγραμμα Ποιοτικού Ελέγχου του Κατασκευαστή, συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων δειγματοληψίας, των κριτηρίων αποδοχής, κ.λπ. Ο κατάλογος αυτός θα αποκαλείται Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών,
- Διαδικασίες Εργοστασιακών Δοκιμών Αποδοχής από τα στελέχη της ΑΜ,
- Τόπος επιθεώρησης ή/και δοκιμής,
- Λεπτομερή σχέδια του προϊόντος/εξαρτήματος.

### 2.2.4 Διαδικασίες Εγκατάστασης και Ελέγχου / Σχέδια εγκατάστασης

Οι διαδικασίες εγκατάστασης και ελέγχου (μεθοδολογίες εργασιών) για το σύστημα Σιδηροδρομικής Επιδομής θα υποβάλλονται προς έγκριση στην ΑΜ ως μεμονωμένα τεύχη στα πλαίσια του Προγράμματος Ποιότητας Έργου, τα οποία θα παρουσιάζουν κάθε μία από τις κύριες δραστηριότητες, όπως: τοπογραφική αποτύπωση, συναρμολόγηση τροχιάς και Αλλαγών, ρύθμιση, κατασκευή κλίνης τροχιάς και Αλλαγών, κ.λπ.

Τα Σχέδια Εγκατάστασης θα παρασχεθούν στην ΑΜ, ως συντονισμένα σχέδια που αναλύονται σε σχέδια εγκατάστασης υποσυστημάτων, υπό τέτοια μορφή και κλίμακα, ώστε να απεικονίζεται με ευχέρεια η γεωγραφική θέση όλων των τύπων της τροχιάς και όλων των εξαρτημάτων της Σιδηροδρομικής Επιδομής.

Σε όσες μεθοδολογίες εργασιών απαιτείται πιστοποιημένο προσωπικό θα υποβάλλονται οι σχετικές πιστοποιήσεις του.

### 2.2.5 Πρόγραμμα Ποιότητας Εργασιών Σιδηροδρομικής Επιδομής

Το Πρόγραμμα Ποιότητας Εργασιών Σιδηροδρομικής Επιδομής αποτελεί τμήμα του Προγράμματος Ποιότητας Έργου και συντάσσεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΦΕΚ 1013 Β/01-08-2001. Στο Πρόγραμμα Ποιότητας Εργασιών Σιδηροδρομικής Επιδομής **δίνεται** ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο Οργανόγραμμα του τμήματος κατασκευής Σιδηροδρομικής Επιδομής του Αναδόχου, στις διαδικασίες επίβλεψης και ελέγχου των εργασιών του, τα χρησιμοποιούμενα ειδικά έντυπα και θα συμπεριλαμβάνονται όλες οι δοκιμές αποδοχής που απαιτούνται, προκειμένου να επαληθευθεί και αιτιολογηθεί η συμμόρφωση των εργασιών προς τις Συμβατικές απαιτήσεις επιδόσεων.

Ειδικότερα, οι δοκιμές που αναφέρονται στην Προδιαγραφή Υλικών και Εργασιών Τ-02470 με τίτλο «Παραλαβή Εγκατεστημένων Τροχιών» πρέπει να περιλαμβάνονται αναλυτικά στο προαναφερόμενο Πρόγραμμα.

### 2.2.6 Εγχειρίδιο Εκπαίδευσης / Εγχειρίδιο Λειτουργίας και Συντήρησης

Τα ανωτέρω τεύχη θα αναπτυχθούν λεπτομερώς με στόχο την παροχή όλων των απαραίτητων στοιχείων στους εκπροσώπους της ΑΜ προκειμένου να σχεδιάσουν, προγραμματίσουν και εκτελέσουν τις δραστηριότητες συντήρησης του συστήματος τροχιάς. Τα τεύχη αυτά θα βασισθούν σε στατιστικά στοιχεία, πρότυπα και διαδικασίες που ακολουθούνται από δίκτυα Τραμ με συναφή εξοπλισμό και θα συμπεριλάβουν τουλάχιστον τα εξής:

- κατάλογο προγραμματισμένης επιθεώρησης και προγραμματισμένων εργασιών (όπως: επισκευή, αντικατάσταση, κ.λπ. των εξαρτημάτων)
- κατάλογο μη προγραμματισμένων δραστηριοτήτων με αναφορά σε συγκεκριμένα όρια (π.χ. φθοράς/αλλαγής γεωμετρικών μεγεθών, κ.λπ. που σχετίζονται με αποφάσεις συντήρησης)
- χρονικά διαστήματα μεταξύ δραστηριοτήτων συντήρησης (όπως: επιθεωρήσεις, επισκευή, αντικατάσταση, γενική επισκευή, κ.λπ.)
- διαδικασίες εργασιών για την εκτέλεση δραστηριοτήτων συντήρησης.
- λεπτομερή κατάλογο εργαλείων και εξοπλισμού (επιπρόσθετα από αυτά που περιλαμβάνονται στο αντικείμενο του Έργου) που θα αγοραστούν και θα φυλάσσονται από την ΑΜ, για να εκτελούνται όλες οι εργασίες συντήρησης του συστήματος Σιδηροδρομικής Επιδομής.

Αποτελεί αντικείμενο του Αναδόχου η διεξαγωγή εκπαιδευτικών μαθημάτων, στις σχετικές θεματικές ενότητες, στους εκπροσώπους της ΑΜ.

### 2.2.7 Μελέτη ανταλλακτικών

Η μελέτη ανταλλακτικών θα αναπτυχθεί λεπτομερώς με στόχο την παροχή στους εκπροσώπους της ΑΜ όλων των απαραίτητων στοιχείων προκειμένου να προγραμματίσουν την προμήθεια των απαραίτητων ανταλλακτικών και εξαρτημάτων της τροχιάς, που θα εξασφαλίσουν την απρόσκοπτη λειτουργία του δικτύου. Η μελέτη αυτή θα βασισθεί σε στατιστικά στοιχεία άλλων δικτύων Τραμ -τα οποία θα

εναρμονισθούν στις ιδιαιτερότητες του Τραμ της Αθήνας- και θα καλύψει δεκαετή περίοδο από την έναρξη λειτουργίας.

Η μελέτη αυτή θα αναφέρεται στο σύνολο των κύριων εξαρτημάτων τροχιάς, στις ποσότητες των εξαρτημάτων που θα αποθηκεύονται από την ΑΜ για να καλυφθούν οι ανάγκες της συνήθους συντήρησης και τυχόν αστοχίες υλικών καιβλάβες.

### 2.3 Πρότυπα χάραξης τροχιάς

2.3.1 Στο Παράρτημα Α του παρόντος εγγράφου περιέχεται λεπτομερής περιγραφή των προτύπων χάραξης της τροχιάς της ΑΜ, μαζί με τον καθορισμό των περιτυπωμάτων των οχημάτων Τραμ της ΑΜ.

### 2.4 Μελέτη τροχιάς

#### 2.4.1 Φορτία Μελέτης

2.4.1.1 Στο Παράρτημα Β «Κινητά Φορτία Τροchioδρόμου» περιλαμβάνονται όλα τα κριτήρια υπολογισμών.

2.4.1.2 Στην περίπτωση που ο προτεινόμενος, από τον Ανάδοχο, σχεδιασμός τροχιάς αποτελείται από αλληλουχία διακριτών πλακών έδρασης τροχιών, με ελεύθερες σχετικές κατακόρυφες μετακινήσεις μεταξύ τους, τότε η μοντελοποίηση Πεπερασμένων Στοιχείων που θα ακολουθήσει ο Ανάδοχος, θα πρέπει να προσδιορίζει την επίδραση των διαδοχικών κινούμενων αξόνων στη βύθιση των σιδηροτροχιών και των πλακών, τις μηχανικές τάσεις που αναπτύσσονται σε αυτές και στα υλικά εγκιβωτισμού/στερέωσης των σιδηροτροχιών.

#### 2.4.2 Εύρος Τροχιάς

2.4.2.1 Το ονομαστικό εύρος τροχιάς θα είναι 1435mm.

2.4.2.2 Το εύρος τροχιάς θα μετρηθεί μεταξύ των εσωτερικών πλευρών των σιδηροτροχιών σε σημείο ευρισκόμενο 14mm κάτω από την επιφάνεια κυλίσεως της σιδηροτροχιάς.

#### 2.4.3 Διατομή και Ποιότητα Σιδηροτροχιών

2.4.3.1 Οι τύποι σιδηροτροχιών των τροχιών κύριας γραμμής και Αμαξοστασίου αποτυπώνονται στα σχέδια του Έργου και θα συμμορφώνονται με τις παρακάτω κατηγορίες:

Τύπος	Διατομή	Ποιότητα	Πρότυπο	Παρατηρήσεις
Συμμετρικός ( <i>vignole</i> )	49E1	R260	EN 13674-1	Θα εφαρμοστεί ειδική επεξεργασία έναντι συριγμού και φθοράς, στις σιδηροτροχιές σε καμπύλες ακτίνας $R \leq 80m$ (περιλαμβανομένων των κλωθειδών)
Έγκοιλος ( <i>grooved</i> )	60R2	R260	EN 14811	

2.4.3.2 Η επεξεργασία έναντι συριγμού και φθοράς επιτυγχάνεται μέσω αυλακώσεων που δημιουργούνται στην ακμή του εύρους της σιδηροτροχιάς (*gauge corner*) -έναντι

φθοράς- και στην επιφάνεια κύλισης -έναντι συριγμού-, στη συνέχεια γίνεται η πλήρωσή τους με ειδικό υλικό σκλήρυνσης (*strain-hardening material*).

- 2.4.3.3 Η διαδικασία πλήρωσης των αυλακών θα πρέπει να υλοποιηθεί με χρήση μηχανικών μέσων, πριν από κάθε προκαμπύλωση σιδηροτροχιών.

#### **2.4.4 Επίκλιση σιδηροτροχιάς**

Οι σιδηροτροχιές θα είναι κάθετες στο επίπεδο των τροχιών, δηλαδή ο κατακόρυφος άξονας των σιδηροτροχιών δεν θα έχει καμία κλίση σε σχέση με αυτόν του επιπέδου τροχιάς.

#### **2.4.5 Τροχιές χωρίς έρμα**

- 2.4.5.1 Οι τροχιές χωρίς έρμα σχεδιάζονται για να διευκολύνουν τη διαδρομή του τροchioδρόμου μέσα από υπάρχουσες ή νέες οδούς ή να παρέχουν έναν διάδρομο διαφυγής έκτακτης ανάγκης για ασθενοφόρα και πυροσβεστικά οχήματα, διατηρώντας παράλληλα το κόστος συντήρησης των τροχιών σε χαμηλά επίπεδα.

Τα φορτία των τροχών, επαυξημένα με όλους τους δυναμικούς συντελεστές, εφαρμόζονται στην κεφαλή σιδηροτροχιάς και κατανέμονται στη στρώση υπόβασης (*subbase*), μέσω της πλάκας τροχιάς και της σκυροδετημένης βάσης της.

Ο Ανάδοχος θα παρέχει ένα σχεδιασμό τροχιάς χωρίς έρμα, ο οποίος θα περιλαμβάνει ελάχιστο πάχος σκυροδέματος 38cm κάτω από το πέλμα της σιδηροτροχιάς.

- 2.4.5.2 Οι τροχιές χωρίς έρμα θα σχεδιαστούν έτσι ώστε να περιορίζεται ο εδαφομεταφερόμενος θόρυβος και οι δονήσεις που δημιουργούνται από την επαφή τροχού και σιδηροτροχιάς.

- 2.4.5.3 Ο Ανάδοχος θα εκπονήσει Μελέτη Θορύβου και Δονήσεων για να ερευνήσει το φαινόμενο του εδαφομεταφερόμενου θορύβου και των δονήσεων σε κτίρια που βρίσκονται κοντά στη διαδρομή του τροchioδρόμου και να καθορίσει περιοχές, όπου πρέπει να προβλεφθούν και να εφαρμοσθούν τεχνικές μείωσης θορύβου και δονήσεων.

- 2.4.5.4 Τα ακόλουθα μέτρα μείωσης θορύβου και δονήσεων, σε συστήματα τροχιών χωρίς έρμα, θα εξεταστούν σαν αποτέλεσμα της παραπάνω μελέτης, όπου είναι απαραίτητο να περιοριστούν ο εδαφομεταφερόμενος θόρυβος και οι δονήσεις:

A. Μεταβολή της δυναμικής ακαμψίας τροχιάς (εισαγωγή λωρίδας από ελαστικό υλικό κάτω από τη σιδηροτροχιά) μειώνοντας το επίπεδο των δονήσεων κατά 10dB τουλάχιστον σε συχνότητα 63Hz και άνω (σε σύγκριση με τον σχεδιασμό άκαμπτης τροχιάς).

Αν η μείωση αυτή αποδειχθεί μη αποτελεσματική, τότε θα εφαρμοστεί κάποιο από τα ακόλουθα μέτρα, με κατ' ελάχιστο εξασθένιση δονήσεων κατά 20dB σε συχνότητα 63Hz και πάνω (σε σύγκριση με τον σχεδιασμό άκαμπτης τροχιάς):

B1. Τροχιές σε συνεχείς πλωτές πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος.

B2. Τροχιές σε ασυνεχείς πλωτές πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος.

- 2.4.5.5 Όλα τα συστήματα τροχιών χωρίς έρμα πρέπει να συμφωνούν με τις ακόλουθες απαιτήσεις:

A. Γειώσεις και Αντιδιαβρωτική Προστασία, όπως καθορίζεται στις Συμβατικές Προδιαγραφές.

B. Συμβατότητα με τις απαιτήσεις του Συστήματος Σηματοδότησης.

Γ. Ελαχιστοποίηση της δημιουργίας κυματοειδούς φθοράς των σιδηροτροχιών (*rail corrugation*), μέσω μελέτης της αλληλεπίδρασης τροχών και

σιδηροτροχιών, από εγκεκριμένο ειδικό σύμβουλο, και υλοποίηση του συνόλου των συνιστώμενων μέτρων.

Δ. Συμμόρφωση με το σύστημα αποστράγγισης στο σύνολο του.

Ε. Εξασφάλιση δυνατότητας συντήρησης όλων των εξαρτημάτων του συστήματος.

ΣΤ. Ανάλυση όλων των στατικών, κινητών και τυχαίων φορτίων, όπως ορίζονται στις Συμβατικές Προδιαγραφές, με ένα περιθώριο κατασκευαστικής ασφάλειας, όπως θα εγκριθεί από την ΑΜ.

2.4.5.6 Τα επιφανειακά ύδατα θα πρέπει να οδηγούνται προς τα αυλάκια των σιδηροτροχιών, από όπου θα συλλέγονται ανά διαστήματα (στα χαμηλά σημεία της χάραξης του τροχιοδρόμου) μέσω κιβωτίων αποστράγγισης ή μικρών αυλακιών και θα μεταφέρονται στο εγγύτερο φρεάτιο αποστράγγισης/συλλεκτήρα οδού κ.λπ.

2.4.5.7 Οι σιδηροτροχιές των τροχιών σε σκυρόδεμα θα είναι ενθυλακωμένες σε ηλεκτρομονωτικό υλικό για τη μείωση των ρευμάτων διαφυγής. Το ελαστικό πέλημα των σιδηροτροχιών θα πρέπει κι αυτό να περιλαμβάνεται ενθυλακωμένο στο παραπάνω -ηλεκτρομονωτικό- υλικό.

2.4.5.8 Η κλίση τροχιάς με πλωτή πλάκα και τα εξαρτήματά της θα μονωθεί κατασκευαστικά από τις παρακείμενες κατασκευές, μέσω της παρεμβολής ελαστομερών υλικών που απορροφούν τις δονήσεις και δεν θα υπάρχει επαφή σκυροδέματος με σκυρόδεμα, σκυροδέματος με χάλυβα ή χάλυβας με χάλυβα και γενικά επαφή μεταξύ κλίσης τροχιάς και γειτονικών κατασκευών. Αυτή η κατασκευαστική μόνωση θα ακολουθηθεί και από την επικάλυψη/δαπεδόστρωση της περιοχής των τροχιών. Για την υδατοστεγάνωση, αρμοί πολυουρεθάνης θα σφραγίσουν όλα τα σημεία από όπου μπορεί να διεισδύσει νερό.

2.4.5.9 Η κλίση τροχιάς με πλωτή πλάκα θα σχεδιαστεί έτσι ώστε οι καμπτικές και στρεπτικές παραμορφώσεις της τροχιάς να μην υπερβαίνουν τα ασφαλή και ανεκτά όρια, τόσο κατά την εμπορική λειτουργία όσο και κατά την εκτέλεση εργασιών συντήρησης.

2.4.5.10 Η σχεδίαση όλων των σκυροδετημένων στοιχείων των τροχιών θα συμφωνεί με τις γενικές απαιτήσεις που καθορίζονται στις Προδιαγραφές της Σύμβασης και στις απαιτήσεις του Ελληνικού Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ-2016).

2.4.5.11 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει στην ΑΜ, προς εξέταση και έγκριση, εναλλακτικές προτάσεις μείωσης του εδαφομεταφερόμενου θορύβου και δονήσεων, μαζί με το σύνολο της τεκμηρίωσης που θα θεωρηθεί αναγκαία από την ΑΜ, ώστε να αποδειχθεί η συμμόρφωση με αυτήν, καθώς και με άλλες σχετικές προδιαγραφές.

#### **2.4.6 Τροχιές της Κύριας Γραμμής σε Έρμα**

2.4.6.1 Όταν προβλέπεται από την Τεχνική Περιγραφή του Έργου και/ή το προηγούμενο Άρθρο 1.3, ο Ανάδοχος θα μελετήσει και θα κατασκευάσει τροχιές της κύριας γραμμής σε έρμα.

2.4.6.2 Οι τροχιές κύριας γραμμής σε έρμα θα μελετηθούν και κατασκευαστούν με βάση τα κριτήρια των τροχιών σε έρμα του αμαξοστασίου, με εξαίρεση αυτών που διατυπώνονται στα παρακάτω άρθρα.

2.4.6.3 Οι στρωτήρες των απλών τροχιών σε έρμα της κύριας γραμμής θα είναι είτε διμερείς είτε μονομερείς στρωτήρες σκυροδέματος.

2.4.6.4 Όλοι οι στρωτήρες θα παραδοθούν επιτόπου με στερεωμένα τα πέγματα. Ο συντελεστής έδρασης αυτών των πελμάτων των στρωτήρων θα καθοριστεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ΑΜ, ενώ, θα παρασχεθούν τα σχετικά αποδεικτικά στοιχεία για προηγούμενες επιτυχείς εφαρμογές, όπως απαιτηθεί από την ΑΜ. Ο

συντελεστής έδρασης των πελμάτων των στρωτήρων που θα παρασχεθούν στην ΑΜ θα προκύψει από τις φορτίσεις που δημιουργούνται από το υφιστάμενο Τροχαίο Υλικό της ΑΜ.

- 2.4.6.5 Οι σιδηροτροχιές θα συγκολλούνται ώστε να σχηματίζεται μία Συνεχής Συγκολλημένη Σιδηροτροχιά, που θα συμμορφώνεται με τα θερμοκρασιακά όρια της γεωγραφικής περιοχής του Έργου. Η εργασία αυτή θα εκτελείται από κατάλληλα πιστοποιημένους συγκολλητές.
- 2.4.6.6 Όλοι οι Μονωμένοι Αρμοί Σιδηροτροχιών, που απαιτούνται για λόγους σηματοδότησης, θα είναι κολλητού τύπου, κατασκευασμένοι σε εργοστάσιο ή εργοταξιακό συνεργείο, ικανοί να φέρουν τις τάσεις που μεταφέρονται σε αυτούς από τις Συνεχώς Συγκολλημένες Σιδηροτροχιές.
- 2.4.6.7 Το έρμα θα διαμορφώνεται κατά τρόπο ώστε να μην είναι ορατή καμία κατακόρυφη παρειά οποιοδήποτε στρωτήρα. Σε όλα τα τμήματα της κύριας γραμμής σε έρμα, θα διατηρούνται πρηνή από συμπυκνωμένο έρμα σε πλάτος της τάξεως των 450mm από το άκρο του κάθε στρωτήρα, υπερυψωμένο κατά 150mm πάνω από το επίπεδο του στρωτήρα.

#### **2.4.7 Τροχιές σε έρμα στα αμαξοστάσια**

2.4.7.1 Οι τροχιές στα Αμαξοστάσια θα εδράζονται σε έρμα εκτός από τις παρακάτω περιπτώσεις:

- A. Συνεργεία.
- B. Κτήρια Επισκευών.
- Γ. Ορύγματα επιθεώρησης.
- Δ. Πλυντήρια οχημάτων.
- Ε. Τροχιές ειδικών εργασιών στα συνεργεία του Αμαξοστασίου (π.χ. τórνοι τροχών).
- ΣΤ. Ισόπεδες διαβάσεις δρόμων
- Z. Εναλλακτικές κατασκευαστικές προτάσεις που θα εγκριθούν από την ΑΜ.

Τα παραπάνω καθορίζονται στη Προδιαγραφή αυτή υπό τον τίτλο «Ειδικές Μορφές Τροχιών στο Αμαξοστάσιο», (Παράγραφος 2.4.8). Οι τροχιές πρόσβασης στο αμαξοστάσιο, μπορούν να εδράζονται είτε σε έρμα είτε όχι.

- 2.4.7.2 Οι στρωτήρες για τις απλές τροχιές σε έρμα θα είναι του τύπου και της μελέτης που εμφανίζεται στο σχετικό σχέδιο εφαρμογής ή/και στα τεύχη της Τεχνικής Περιγραφής.
- 2.4.7.3 Τα προτιμητέα μέσα στήριξης Καρδιών (Διασταυρούμενων Τμημάτων) και Βελονών είναι με ξύλινους φορείς από ένα εγκεκριμένο τύπο σκληρής ξυλείας.
- 2.4.7.4 Οι αποστάσεις των στρωτήρων και των φορέων των Αλλαγών θα σχεδιαστούν έτσι, ώστε οι σιδηροτροχιές, το Σύστημα Στερέωσης τους και οι στρωτήρες και φορείς να μην υφίστανται υπερβολικές τάσεις και συγχρόνως να προσδίδουν στην τροχιά την αναγκαία πλευρική αντίσταση.
- 2.4.7.5 Το πάχος του έρματος και της υποδομής της τροχιάς (δηλ. της βάσης και της υπόβασης) θα σχεδιαστούν έτσι ώστε να διανέμει τα ωφέλιμα φορτία στον εδαφικό σχηματισμό χωρίς υπέρβαση της ανεκτής φέρουσας ικανότητάς του. Οι μέγιστες καμπτικές ροπές της σιδηροτροχιάς και οι κατακόρυφες κάμψεις θα υπολογισθούν με την θεωρία της οιονεί στατικής φόρτισης, σύμφωνα με την οποία η σιδηροτροχιά θεωρείται ότι είναι μια απείρου μήκους δοκός επί μίας συνεχούς γραμμικής ελαστικής θεμελιώσεως.

- 2.4.7.6 Το ελάχιστο βάθος του έρματος κάτω από τον πυθμένα του στρωτήρα θα είναι 250mm εκτός αν απαιτείται μεγαλύτερο από τα σχέδια της Σύμβασης.
- 2.4.7.7 Η διατομή του έρματος θα σχεδιασθεί έτσι ώστε να παρέχει στην τροχιά την αναγκαία πλευρική αντίσταση και θα είναι σύμφωνα με τον Κώδικα UIC 605. Όπου είναι αναγκαίο, θα προσαρμοσθούν πλευρικές τερματικές πλάκες στους στρωτήρες και την ξυλεία Αλλαγών για να επαυξήσουν την πλευρική αντίσταση της τροχιάς. Όπου έχει προδιαγραφεί τύπος τροχιάς σε έρμα για τις τροχιές πρόσβασης στα αμαξοστάσια, οι τροχιές αυτές θα εφοδιασθούν με πλευρικές τερματικές πλάκες. Τερματικές πλάκες, για πλευρική αντίσταση, δεν απαιτούνται σε στρωτήρες από σκυρόδεμα.
- 2.4.7.8 Για τροχιές με έρμα σε ανοιχτό χώρο, πάνω σε πλάκα από σκυρόδεμα, η «απόλυτη» ελάχιστη υψομετρική διαφορά μεταξύ επιπέδου Επιφάνειας Κύλισης Σιδηροτροχιάς (*Top of Rail - ToR*) και του τελειωμένου επιπέδου της σκυροδετημένης πλάκας θα είναι 610mm, συνυπολογισμένων των ανοχών κατασκευής.
- 2.4.7.9 Για να μεγαλώσει η αντίσταση στον ερπυσμό της σιδηροτροχιάς, πέραν των προβλεπόμενων από το Σύστημα Στερέωσης όπως έχει προδιαγραφεί, θα τοποθετηθούν επί της σιδηροτροχιάς αντιερπυστικές διατάξεις από ελατηριωτό χάλυβα, ώστε να αποφευχθεί η μετακίνηση/ερπυσμός λόγω των θερμικών τάσεων, των δυνάμεων επιτάχυνσης/πέδησης ή κύλισης, οι οποίες εμφανίζονται στις σιδηροτροχιές. Οι αντιερπυστικές διατάξεις θα εγκατασταθούν σε κάθε στρωτήρα, και στις δύο σιδηροτροχιές της τροχιάς σε έρμα, όπου η μηκοτομική κλίση είναι μεγαλύτερη του 3%.
- 2.4.7.10 Ο σχεδιασμός των αντιερπυστικών διατάξεων θα συμφωνεί με τις απαιτήσεις της ηλεκτρικής μόνωσης τροχιάς προς γη και τις απαιτήσεις των ρευμάτων διαφυγής όπως έχουν προδιαγραφεί.
- 2.4.7.11 Σε καμπύλες τροχιές σε έρμα με ακτίνα 200m ή λιγότερο, θα τοποθετηθούν πλευρικές τερματικές πλάκες αντίστασης, στα άκρα των ξύλινων στρωτήρων και φορέων των Αλλαγών σύμφωνα με την θέση της τροχιάς και την ακτίνα. Οι στρωτήρες από σκυρόδεμα δε θα εφοδιαστούν με πλευρικές πλάκες αντίστασης. Οι πλάκες θα τοποθετηθούν σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

Θέσεις	Ακτίνα Τροχιάς	Αποστάσεις μεταξύ πλακών	Θέσεις των πλακών
Τροχιές σύνδεσης με αμαξοστάσιο	<135 m	Κάθε 2° στρωτήρα	Στα δυο άκρα του
Τροχιές σύνδεσης με αμαξοστάσιο	<80m	Σε κάθε στρωτήρα	Στα δυο άκρα του
Εναποθέσεις οχημάτων	<200m	Κάθε 4° στρωτήρα	Εσωτερικό άκρο του
Εναποθέσεις οχημάτων	<100m	Κάθε 3° στρωτήρα	Εσωτερικό άκρο του
Εναποθέσεις οχημάτων	<80m	Κάθε 2° στρωτήρα	Εσωτερικό άκρο του
Διακλαδώσεις στα αμαξοστάσια	<100 m	Κάθε 2° στρωτήρα	Στα δυο άκρα του
Τροχιές ελέγχου στο αμαξοστάσιο	<200 m	Κάθε 2° στρωτήρα	Στα δυο άκρα του

Οι πλάκες θα φέρουν πιστοποίηση για την αντοχή τους σε πλευρικά φορτία. Ο προτεινόμενος τύπος θα υποβληθεί στην ΑΜ για έγκριση.

- 2.4.7.12 Αν σε τροχιές με έρμα μελετηθούν διμερείς στρωτήρες, τότε οι συνδετήρες ράβδοι των διμερών στρωτήρων θα καλυφθούν με έρμα, αλλά το έρμα αυτό δε θα πλησιάζει λιγότερο από 20mm την κάτω επιφάνεια της σιδηροτροχιάς.
- 2.4.7.13 Στις Διακλαδώσεις όπου η εφελκόμενη ράβδος και η ράβδος οδήγησης του μηχανισμού βρίσκονται μεταξύ στρωτήρων, το έρμα δε θα πλησιάζει λιγότερο από 20mm τέτοιο εξοπλισμό.



## 2.4.8 Ειδικές μορφές τροχιών σε αμαξοστάσιο

### 2.4.8.1 Γενικά

- 2.4.8.1.1 Ειδικές μορφές τροχιών θα προβλεφθούν σε αμαξοστάσια στις ακόλουθες θέσεις:
- A. Εγκαταστάσεις πλυντηρίου οχημάτων τραμ.
  - B. Προσπελάσεις στους υποδαπέδιους τόνους τροχών.
  - Γ. Υπερυψωμένες περιοχές επιθεώρησης ή ορύγματα επιθεώρησης σε συνεργεία ή σε επίσταθμους.
  - Δ. Περιοχές συνεργείων με δάπεδα.
  - Ε. Ορύγματα επιθεώρησης σε τροχιές δοκιμών συντήρησης.
  - ΣΤ. Ισόπεδες διαβάσεις δρόμων
- 2.4.8.1.2 Οι προαναφερόμενες ειδικές μορφές τροχιών θα είναι ηλεκτρικά μονωμένες και θα ικανοποιούν τα φορτία της μελέτης που προδιαγράφονται με την παρούσα Προδιαγραφή.
- 2.4.8.1.3 Εκτός αν περιγράφεται διαφορετικά στα σχέδια του Έργου, θα χρησιμοποιηθεί Σιδηροτροχιά διατομής 49E1 ή 60R2 για όλες τις τροχιές ειδικής μορφής σε αμαξοστάσια.
- 2.4.8.1.4 Κατά την τοποθέτηση τροχιών ειδικής μορφής σε σκυρόδεμα ή σε υπερυψωμένες κατασκευές, οι σιδηροτροχιές θα αγκυρωθούν στα φέροντα στοιχεία με μέθοδο άμεσης στερέωσης, χρησιμοποιώντας κατά περίπτωση εγκεκριμένο Σύστημα Στερέωσης, που θα περιλαμβάνει ελαστικό πέλμα κάτω από τη σιδηροτροχιά και ηλεκτρικό μονωτήρα μεταξύ σιδηροτροχιάς και συνδετήρα. Το σύστημα θα έχει την δυνατότητα εγκάρσιας ρύθμισης των σιδηροτροχιών μετά την αρχική εγκατάσταση.
- 2.4.8.1.5 Η μελέτη και η μέθοδος εγκατάστασης τροχιών ειδικής μορφής σε περιοχές αμαξοστασίου θα εξασφαλίζει ότι η τροχιά θα συγκρατείται με ακρίβεια ως προς το εύρος τροχιάς, την ευθυγραμμία και το υψόμετρό της. Οποιοδήποτε σύστημα στερέωσης σιδηροτροχιάς ή μελέτη πλακών έδρασης θα παρέχει τη δυνατότητα πλευρικής και καθ' ύψος ρύθμισης των κοχλιών αγκύρωσης και θα επιτρέπει τη μόνιμη στερέωσή τους, με χρήση χημικού υλικού πλήρωσης των σχηματιζόμενων διακένων.

### 2.4.8.2 Τροχιά σε εγκαταστάσεις πλυντηρίου

- 2.4.8.2.1 Οι τροχιές σε εγκαταστάσεις πλυντηρίου θα εδράζονται σε κλίνη από σκυρόδεμα.
- 2.4.8.2.2 Η κλίνη από σκυρόδεμα θα επεκτείνεται καθ' όλο το μήκος της εγκατάστασης και 20m πέραν του σημείου εξόδου των οχημάτων από το πλυντήριο.
- 2.4.8.2.3 Το πλάτος της κλίνης από σκυρόδεμα θα είναι τέτοιο ώστε να περισσεύει τουλάχιστον 0,5m πέρα από την κάθε πλευρά του πλατύτερου οχήματος που πρόκειται να χρησιμοποιήσει την εγκατάσταση.
- 2.4.8.2.4 Η κλίνη τροχιάς από σκυρόδεμα θα σχεδιαστεί με πρόβλεψη της κατάλληλης αποστράγγισης ώστε να μην πλημμυρίζουν οι γεινιάζουσες περιοχές.
- 2.4.8.2.5 Οι ελεύθερες επιφάνειες της κλίνης από σκυρόδεμα και όλα τα μηχανικά συστήματα στερέωσης σιδηροτροχιάς θα διαθέτουν κατάλληλη προστασία έναντι των απορρυπαντικών και άλλων χημικών ουσιών που θα χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις πλυντηρίου.

#### 2.4.8.3 Τροχιά σε εγκαταστάσεις υποδαπέδιου τόννου τροχών

- 2.4.8.3.1 Σε ένα μήκος τουλάχιστον 5m από κάθε πλευρά του υποδαπέδιου τόννου τροχών θα προβλεφθεί τροχιά σε κλίνη από σκυρόδεμα.
- 2.4.8.3.2 Ο λεπτομερής σχεδιασμός της μορφής της τροχιάς σε τόννους τροχών θα είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κατασκευαστή του τόννου.

#### 2.4.8.4 Τροχίες σε περιοχές επιθεώρησης

- 2.4.8.4.1 Όπου προβλέπεται στα σχέδια της Σύμβασης, το δάπεδο σε περιοχές επιθεώρησης θα είναι υποβιβασμένο και οι τροχίες θα εγκατασταθούν πάνω σε δοκούς από σκυρόδεμα ή σε χαλύβδινες μορφοδοκούς στηριγμένες σε χαλύβδινους ορθοστάτες. Οι ορθοστάτες θα στερεώνονται στο δάπεδο με τέσσερις κοχλίες αγκύρωσης. Η χαλύβδινη κατασκευή θα συνδεθεί ηλεκτρικά στην γείωση του κτηρίου.
- 2.4.8.4.2 Όπου προβλέπονται (ή δεικνύονται στα σχέδια της Σύμβασης) ορύγματα επιθεώρησης μεταξύ των σιδηροτροχιών, οι σιδηροτροχίες θα εγκατασταθούν πάνω σε πλάκες έδρασης που θα στηρίζονται στα τοιχία από σκυρόδεμα.
- 2.4.8.4.3 Για την συμμόρφωση με τις ανάγκες ηλεκτρικής μόνωσης και τη διαχείριση των ρευμάτων διαφυγής, οι τροχίες σε περιοχές επιθεώρησης θα είναι ηλεκτρικά μονωμένες με την χρήση μονωμένων αρμών σιδηροτροχιάς. Οι ανάγκες γειώσεως, ηλεκτρικών συνδέσμων και αντιδιαβρωτικής προστασίας θα ληφθούν υπόψη στη διαμόρφωση της προτεινόμενης τεχνικής λύσης.
- 2.4.8.4.4 Στις περιοχές επιθεώρησης θα υπάρξουν επαρκείς προβλέψεις για την συλλογή και απόρριψη επιφανειακών υδάτων.
- 2.4.8.4.5 Όλες οι διαστρωμένες με δάπεδο περιοχές επιθεώρησης θα έχουν ειδική αντιολισθηρή και ανθεκτική επιφάνεια στα βιομηχανικά λάδια. Σε χώρους συνεργείων με υποβαθμισμένα επίπεδα ή ορύγματα επιθεώρησης, οι εξωτερικές επιφάνειες θα οριοθετηθούν με κίτρινη ειδική αντανακλαστική βαφή οδοποιίας, πλάτους 75mm.

#### 2.4.8.5 Τροχίες σε Περιοχές Συνεργείου με Δάπεδο

- 2.4.8.5.1 Η Επιφάνεια Κύλισης Σιδηροτροχιάς (ToR) των τροχιών, σε περιοχές με (τελειωμένο) δάπεδο δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 5mm πάνω από το υψόμετρο του τελειωμένου δαπέδου (Finished Floor Level - FFL).
- 2.4.8.5.2 Οι τροχίες σε περιοχές με δάπεδο θα έχουν ειδικούς αύλακες (flangeways), που θα είναι συμβατοί με τη διατομή των επισώτρων και τις διαστάσεις του σετ τροχών. Επαρκείς προβλέψεις θα γίνουν για την διέλευση τροχών με φθαρμένη διατομή, ώστε το πέλμα των επισώτρων να μην καταστρέφει τις προσκείμενες τελικές επιφάνειες του σκυροδέματος.
- 2.4.8.5.3 Για την συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της ηλεκτρικής μόνωσης και των ρευμάτων διαφυγής, οι τροχίες σε περιοχές με (τελειωμένο) δάπεδο θα είναι ηλεκτρικά μονωμένες και θα περιβάλλονται από συνθετικά ελαστικά υλικά, ειδικά για τον εγκιβωτισμό σιδηροτροχιών, προκατασκευασμένα ή έγχυτα επί τόπου.
- 2.4.8.5.4 Σε εκτεθειμένες περιοχές θα υπάρχουν επαρκείς προβλέψεις για την συλλογή και απόρριψη επιφανειακών υδάτων.
- 2.4.8.5.5 Όλες οι περιοχές με τελειωμένο δάπεδο θα έχουν ειδική αντιολισθηρή επιφάνεια. Οι περιοχές θα οριοθετούνται με κίτρινη ειδική αντανακλαστική βαφή οδοποιίας, πλάτους 75mm κατ' ελάχιστον.

#### 2.4.8.6 Ισόπεδες Διασταυρώσεις με οδούς

- 2.4.8.6.1 Σε περιοχές ισόπεδων διασταυρώσεων, η Επιφάνεια Κύλισης της Σιδηροτροχιάς (ToR) θα τοποθετείται έτσι ώστε να μην υπερβαίνει τα 3mm πάνω από το υψόμετρο της τελειωμένης επιφάνειας.
- 2.4.8.6.2 Οι σιδηροτροχιές σε ισόπεδες διασταυρώσεις με οδούς θα έχουν ειδικούς αύλακες (flangeways) που θα είναι συμβατές με τη διατομή των επισώτρων και τις διαστάσεις του σετ τροχών. Οι διατομές αυτές θα συμμορφώνονται με τις ανάγκες γειώσεως, μονωτικών συνδέσμων και αντιδιαβρωτικής προστασίας.
- 2.4.8.6.3 Επαρκείς προβλέψεις θα γίνουν για την διέλευση τροχών με φθαρμένη διατομή, ούτως ώστε το πέγμα των επισώτρων να μην καταστρέφει τις προσκείμενες τελικές επιφάνειες.
- 2.4.8.6.4 Για δρόμους που διασχίζουν τροχιές τοποθετημένες σε έρμα θα χρησιμοποιηθεί σύστημα διάβασης από προκατασκευασμένο φάτνωμα ελαστικού.
- 2.4.8.6.5 Για την συμμόρφωση με τις ανάγκες ηλεκτρικής μόνωσης της τροχιάς με τη γη, που προδιαγράφονται, ειδικές μορφές τροχιάς σε διασταυρώσεις με οδούς θα περιλαμβάνουν συνθετικά ελαστικά υλικά, ειδικά για τον εγκιβωτισμό σιδηροτροχιών προκατασκευασμένα ή έγχυτα επί τόπου.
- 2.4.8.6.6 Στις ισόπεδες διασταυρώσεις με οδούς θα υπάρξουν επαρκείς προβλέψεις για την συλλογή και απόρριψη επιφανειακών υδάτων.
- 2.4.8.6.7 Όλες οι ισόπεδες διασταυρώσεις με οδούς θα έχουν αντιολισθηρή επιφάνεια. Οι περιοχές θα οριοθετούνται με κίτρινη ειδική αντανακλαστική βαφή οδοποιίας, πλάτους 75mmκατ' ελάχιστον.

#### 2.4.8.7 Διαβάσεις πεζών

- 2.4.8.7.1 Οι διαβάσεις των πεζών θα προβλεφθούν από τον Ανάδοχο στο Αμαξοστάσιο όπου το προσωπικό συντήρησης χρειάζεται να διασχίσει τις τροχιές. Οι διαβάσεις πεζών θα έχουν πλάτος σύμφωνα με τα σχέδια (το λιγότερο 1m πλάτος) και φορτίο μελέτης 5kN/m<sup>2</sup>. Όλες οι διαβάσεις που διασχίζουν τις τροχιές θα έχουν αντιολισθηρή επιφάνεια. Οι δύο άκρες της διάβασης θα επισημανθούν με κίτρινη αντανακλαστική βαφή ελάχιστου πλάτους 75mm.
- 2.4.8.7.2 Ο σχεδιασμός των διαβάσεων πεζών στο Αμαξοστάσιο θα αποτελείται από σειρά πλακών από σκυρόδεμα, τοποθετημένων επάνω σε συμπυκνωμένη στρώση από υλικά υπόβασης και διαχωρισμένη με γεωύφασμα από το έρμα για να αποφευχθεί η ρύπανση του έρματος. Στις διαβάσεις πεζών θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλα υλικά ενθυλάκωσης σιδηροτροχιών με σκοπό την εξασφάλιση της απαραίτητης ηλεκτρικής μόνωσης (μεταξύ τροχιάς και γης) και την απρόσκοπτη διέλευση των επισώτρων των τροχών.

#### 2.4.9 Μεταβολή Ελαστικότητας Τροχιών

- 2.4.9.1 Σε όλα τα όρια μεταξύ μίας τροχιάς σε έρμα με στρωτήρες από σκυρόδεμα και μίας τροχιάς σε έρμα με ξύλινους στρωτήρες η ελαστικότητα της τροχιάς με τους σκυροδετημένους στρωτήρες θα ελαττωθεί βαθμιαία με την ελάττωση των αποστάσεων των ξύλινων στρωτήρων όσο πλησιάζουμε το σημείο διεπαφής. Οι αποστάσεις μεταξύ των αξόνων των ξύλινων στρωτήρων δε θα είναι μεγαλύτερες των 550mm..
- 2.4.9.2 Στις θέσεις αρμών με αμφιδέτες σε τροχιά με έρμα, οι δύο στρωτήρες οι πλησιέστεροι στον αρμό θα είναι του ίδιου τύπου.

- 2.4.9.3 Η ελαστικότητα της τροχιάς πάνω σε πλωτή πλάκα είναι διαφορετική από την ελαστικότητα των γειτονικών απλών τροχιών. Μια μεταβατική ελαστική τροχιά θα σχεδιαστεί και θα κατασκευαστεί και στα δύο άκρα της πλωτής πλάκας ή εναλλακτικά η ελαστικότητα της τροχιάς πάνω στη πλωτή πλάκα θα ρυθμιστεί έτσι ώστε να ταιριάζει με την ελαστικότητα των απλών τροχιών.
- 2.4.9.4 Γενικά, όποτε η ελαστικότητα ποικίλει από τον ένα τύπο στήριξης τροχιάς σε άλλον, ο Ανάδοχος θα μελετήσει και θα εφαρμόσει μετάβαση κατά την οποία η ελαστικότητα θα αλλάζει βαθμιαία.
- 2.4.9.5 Το μήκος της βαθμιαίας μεταβολής της ελαστικότητας της τροχιάς, δηλαδή το μήκος της μεταβατικής ζώνης, θα καθοριστεί σε σχέση με την κανονική ταχύτητα λειτουργίας των συρμών στις συγκεκριμένες θέσεις (της μεταβολής της ελαστικότητας).

#### **2.4.10 Προστασία Σταθερού Εξοπλισμού και Κτιρίων παραπλεύρως των τροχιών**

- 2.4.10.1 Σε μερικές θέσεις του συστήματος, ο εκτροχιασμός ενός συρμού (οχήματος) ή η πρόσκρουσή του στο τέρμα της τροχιάς, θα προξενούσε δυναμικά σύγκρουση των οχημάτων με κρίσιμα δομικά στοιχεία, μόνιμο εξοπλισμό ή κτίρια με ανθρώπινες δραστηριότητες σ' αυτά. Τυπικά παραδείγματα αποτελούν τα υποστυλώματα των κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα, φέροντα τοιχεία, τεχνικά δωμάτια μετασχηματιστών και εξοπλισμού σηματοδότησης.
- 2.4.10.2 Σε τέτοιες θέσεις οι μελέτες πρέπει να συμπεριλαμβάνουν στοιχεία για την συγκράτηση ή εκτροπή πορείας των προς εκτροχιασμό ή/και τερματική κρούση συρμών. Αυτά τα στοιχεία θα περιλαμβάνουν ενδεικτικά, αλλά όχι περιοριστικά, τα ακόλουθα:
- A. Αντιτροχιές σε κλίση τροχιάς από έρμα.
  - B. Κατασκευές προστασίας.
  - Γ. Προσκρουστήρες στα τέρματα των τροχιών.
- 2.4.10.3 Η ενεργητική πλευρά της αντιτροχιάς θα τοποθετηθεί σε μια οριζόντια απόσταση 90mm, μετρούμενης σε σημείο ευρισκόμενο 14mm κάτω από την επιφάνεια κύλισης της σιδηροτροχιάς. Το κατακόρυφο ύψος της αντιτροχιάς θα είναι 25mm±5mm πάνω από την επιφάνεια κύλισης της σιδηροτροχιάς,
- 2.4.10.4 Οι βραχίονες στήριξης της αντιτροχιάς θα κατασκευαστούν εργοστασιακά από χάλυβα και η σχεδιάσή τους θα συμπεριλαμβάνει διατάξεις συγκράτησης του πέλματος της σιδηροτροχιάς ώστε να εξασφαλιστεί η θέση της εσωτερικής πλευράς της σιδηροτροχιάς ενώ οι συνδετήρες της σιδηροτροχιάς θα μπορούν να τοποθετούνται και να απομακρύνονται χωρίς απομάκρυνση της αντιτροχιάς.

#### **2.4.11 Υποδομή τροχιάς**

Η μελέτη, προετοιμασία και κατασκευή της υποδομής της τροχιάς με έρμα και της τροχιάς με σκυρόδεμα ορίζονται στις Προδιαγραφές Υλικών & Εργασιών Έργων Πολιτικού Μηχανικού, στο Κεφάλαιο "Κατασκευή Στρώσεων Υποδομής Τροχιών".

#### **2.4.12 Αποστάσεις στρωτήρων**

- 2.4.12.1 Στη μελέτη απλής τροχιάς χωρίς έρμα οι βασικές αποστάσεις στρωτήρων θα είναι αυτές που καθορίζονται στην Προδιαγραφή Υλικών και Εργασιών υπ' αριθμ. Τ-02465 «Τροχιά σε Σκυρόδεμα»
- 2.4.12.2 Στις απλές τροχιές σε έρμα στο Αμαξοστάσιο, η απόσταση στρωτήρων δε θα ξεπερνά τα 75cm.

- 2.4.12.3 Η απόσταση των στρωτήρων θα μετρηθεί μεταξύ των κατά μήκος αξόνων δύο γειτονικών στρωτήρων.
- 2.4.12.4 Στους αρμούς με αμφιδέτες, στις συσκευές αρμών διαστολής, στις πλάκες συναρμογής και όπου κρίνεται απαραίτητο να αυξηθεί η κατακόρυφη ακαμψία της τροχιάς, η διαμήκης ή η εγκάρσια ευστάθεια, η απόσταση μεταξύ των στρωτήρων θα μειωθεί σε 550mm.
- 2.4.12.5 Το μέγεθος της μέγιστης κατακόρυφης ελαστικής βύθισης (deflection) της τροχιάς κάτω από το βάρος συρμού συνδέεται άμεσα με την διάρκεια ζωής της. Για προστασία λόγω κόπωσης, οι τροχιές θα σχεδιαστούν έτσι ώστε η υπολογιζόμενη μέγιστη κατακόρυφη ελαστική βύθιση της τροχιάς να μην υπερβαίνει τα παρακάτω:
- A. 2mm για τροχιές σε σκυρόδεμα.
  - B. 5mm για τροχιές σε έρμα.
  - Γ. 1mm σε Αλλαγές/Διακλαδώσεις

#### **2.4.13 Αρμοί Σιδηροτροχιών**

- 2.4.13.1 Όλοι οι αρμοί σιδηροτροχιών στις κύριες γραμμές θα είναι συγκολλημένοι με βάση είτε την αλουμινοθερμική διαδικασία συγκόλλησης, είτε την διαδικασία της μετωπικής αυτογενούς κόλλησης (flash butt) ώστε να διαμορφώνονται Συνεχώς Συγκολλημένες Σιδηροτροχιές (ΣΣΣ/CWR), με εξαίρεση τις περιπτώσεις όπου θα προβλεφθούν μονωμένοι αρμοί σιδηροτροχιών. Οι μονωμένοι αρμοί σιδηροτροχιών στην κύρια γραμμή θα είναι κολλητού τύπου.
- 2.4.13.2 Σε τροχιές σε έρμα της κύριας γραμμής ο Ανάδοχος θα υποβάλει αναλυτική μελέτη, προκειμένου να καθορισθούν οι κανόνες που πρέπει να τηρούνται ώστε οι τροχιές μικρής ακτίνας να ενσωματωθούν στις ΣΣΣ χωρίς κίνδυνο λυγισμού. Οι κανόνες αυτοί θα τηρούνται αυστηρά επί τόπου.
- 2.4.13.3 Οι αρμοί σιδηροτροχιών στις ειδικές τροχιές και στις άλλες σκυροδετημένες τροχιές θα είναι συγκολλημένοι.
- 2.4.13.4 Στις τροχιές σε έρμα στα αμαξοστάσια, συμπεριλαμβανομένων των τροχιών ελέγχου, συντήρησης και πρόσβασης στο αμαξοστάσιο, όπου είναι δυνατόν, θα ενωθούν με αμφιδέτες σιδηροτροχιές μήκους 36m (αποτελούμενες από δυο τεμάχια 18m μήκους συγκολλημένα μεταξύ τους).
- 2.4.13.5 Όλες οι μέθοδοι συγκολλησεως θα χρήζουν έγκρισης από την ΑΜ.
- 2.4.13.6 Οι μη συγκολλημένοι αρμοί σιδηροτροχιάς στις τροχιές ελέγχου, συντήρησης και στις τροχιές πρόσβασης στο Αμαξοστάσιο που είναι επί έρματος, θα είναι εφοδιασμένοι με αμφιδέτες έξι οπών, ενώ όλες οι άλλες τροχιές σε έρμα στα Αμαξοστάσια θα έχουν αμφιδέτες τεσσάρων οπών.
- 2.4.13.7 Ηλεκτρικές συνδέσεις από χαλκό θα προβλέπονται σε όλους τους μη μονωμένους αρμούς με αμφιδέτες, σε Αλλαγές και όπου κρίνεται απαραίτητο προκειμένου να διασφαλιστεί η ηλεκτρική συνέχεια των σιδηροτροχιών.
- 2.4.13.8 Οι μη μονωμένοι αρμοί με αμφιδέτες θα μελετώνται με τρόπο ώστε να επιτρέπουν τη διαστολή των σιδηροτροχιών. Το άνοιγμα των αρμών κατά τη διάρκεια του χειμώνα θα μελετάται με τρόπο ώστε να φθάνει τα 20mm κατά μέγιστο χωρίς υπερκαταπόνηση των κοχλιών των αμφιδετών.
- 2.4.13.9 Οι συσκευές αρμών διαστολής σιδηροτροχιών (οι οποίες καλούνται και διαστολικές βελόνες) θα μελετώνται και θα τοποθετούνται, όπου απαιτείται, ώστε να πραγματοποιούνται οι αναμενόμενες σχετικές μετακινήσεις μεταξύ δύο παρακείμενων ζευγών σιδηροτροχιών χωρίς να καταπονείται η τροχιά ή τα

εξαρτήματά της. Η μελέτη των εν λόγω βελόνων διαστολής θα διασφαλίζει την ύπαρξη συνέχειας στη γραμμή επαφής τροχού/σιδηροτροχιάς.

#### **2.4.14 Ηλεκτρική Μόνωση**

- 2.4.14.1 Οι τροχιές σε σκυρόδεμα θα είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να ενσωματώνουν χαρακτηριστικά ηλεκτρικής μόνωσης σιδηροτροχιών ενθυλακώνοντας τη σιδηροτροχιά στις πλευρές και το πέλμα της (ελαστικός ή ρητινούχος τύπος υλικού). Ο Ανάδοχος θα εφαρμόσει ένα σχεδιασμό τροχιάς που θα συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις για Γειώσεις, Ηλεκτρικές Συνδέσεις και Αντιδιαβρωτική Προστασία όπως καθορίζονται στις Προδιαγραφές της Σύμβασης. Παρόμοια ενθυλάκωση θα πρέπει να εφαρμοσθεί μεταξύ όλων των σχετιζόμενων -με τις σιδηροτροχιές- εξαρτημάτων (βελόνες και Διασταυρούμενο Τμήμα (καρδιά), μηχανισμός Αλλαγής, κυτία ηλεκτρικών συνδέσεων, μετρητές αξόνων, αποστράγγιση κ.λπ.).
- 2.4.14.2 Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται αφρώδη υλικά για την ενθυλάκωση των σιδηροτροχιών, αυτά θα επικολλούνται στις σιδηροτροχιές και μεταξύ τους. Η πυκνότητά τους θα επιλέγεται ώστε να είναι συμβατή με την κατασκευαστική μεθοδολογία της επικάλυψης αλλά και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του συγκεκριμένου κυκλοφοριακού διαδρόμου (αποκλειστικός ή μικτής κυκλοφορίας).
- 2.4.14.3 Σε κάθε περίπτωση, το υλικό ενθυλάκωσης/εγκιβωτισμού σιδηροτροχιών θα εμφανίζει υψηλή αντίσταση έναντι χημικών παραγόντων (π.χ. έλαια, πετρέλαιο, γράσο, αραιά οξέα), υψηλή αντίσταση στην υπεριώδη ακτινοβολία, απορρόφηση νερού μικρότερη του 1% αναλογικά με το βάρος του, και θα αντέχει χωρίς βλάβη σε θερμοκρασία μέχρι 300°C, που θα μπορούσε να εμφανιστεί κατά τη διάρκεια της φάσης συντήρησης των σιδηροτροχιών.
- 2.4.14.4 Σε τροχιές με έρμα, η ηλεκτρική μόνωση μεταξύ τροχιάς και γης θα επιτυγχάνεται μέσω του Συστήματος Στερέωσης Σιδηροτροχιών. Τα Συστήματα Στερέωσης που θα προταθούν από τον Ανάδοχο θα πρέπει να εξασφαλίζουν, συνολικά, ηλεκτρική μόνωση μεταξύ σιδηροτροχιάς και στρωτήρα.
- 2.4.14.5 Η ειδική ηλεκτρική αντίσταση της τροχιάς μεταξύ σιδηροτροχιάς και γης δεν θα είναι μικρότερη των 40Ω\*km για ένα ζεύγος σιδηροτροχιών μονής τροχιάς ή ισοδύναμα με 0,025S/km (ειδική ηλεκτρική αγωγιμότητα).
- 2.4.14.6 Η ειδική ηλεκτρική αντίσταση κλίνης τροχιάς (έρμα ή σκυρόδεμα), δηλαδή η αντίσταση μεταξύ ενός ζεύγους σιδηροτροχιών δε θα είναι μικρότερη των 10Ω\*km απλής τροχιάς ή ισοδύναμα με 0,1S/km.

#### **2.4.15 Γείωση, γεφυρώσεις και αντιδιαβρωτική προστασία**

- 2.4.15.1 Ένα κατάλληλο συνεχές χαλύβδινο πλέγμα, ξεχωριστό από το δομικό οπλισμό της πλάκας τροχιάς, θα γεφυρωθεί με τον κύριο αγωγό γείωσης των 95mm<sup>2</sup> του δικτύου, ώστε να σχηματιστεί μία συνεχής ηλεκτρική διαδρομή ικανή να περιορίσει και να καθοδηγήσει τα ρεύματα διαφυγής. Η γεφύρωση αυτή θα επαναλαμβάνεται σε τακτικά διαστήματα σε όλο το μήκος της γραμμής.
- 2.4.15.2 Για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της παρεμβολής στο Σύστημα Σηματοδότησης και στα κωδικοποιημένα σήματά του (που μεταδίδονται διαμέσου των σιδηροτροχιών κύλισης), οι ράβδοι οπλισμού που σχηματίζουν το πλέγμα ρευμάτων διαφυγής, θα τοποθετηθούν σε προκαθορισμένη απόσταση κάτω από το πέλμα των σιδηροτροχιών κύλισης. Συνεπώς, ο σχεδιασμός της κλίνης τροχιάς θα εξαρτάται από τις επιπτώσεις του Πλέγματος Διαφυγόντων Ρευμάτων στο Σύστημα Σηματοδότησης. Εάν οι ράβδοι δομικού οπλισμού απαιτείται (λόγω του

σχεδιασμού των δομικών στοιχείων) να είναι εγγύτερα στο πέλμα της σιδηροτροχιάς από την ελάχιστη προβλεπόμενη -από το Σύστημα Σηματοδότησης- απόσταση, τότε θα ισχύουν τα παρακάτω, σχετικά με το σχηματισμό βρόχων και ηλεκτρικών συνδέσεων:

- 2.4.15.3 Εκτός από τις γεφυρωμένες ράβδους του Πλέγματος Ρευμάτων Διαφυγής, που αναφέρθηκαν παραπάνω, δεν επιτρέπεται να συνδεθούν άλλες ράβδοι οπλισμού, με αυτό (όπως π.χ. οι ράβδοι οποιουδήποτε κτιστού τοιχίου εκτροχιάσεως). Δεν επιτρέπεται ο σχηματισμός ηλεκτρικών βρόχων από τις γεφυρωμένες ράβδους οπλισμού, μεταξύ μιας σιδηροτροχιάς και μίας άλλης, ή μεταξύ των δύο τροχιών, πέραν του βρόχου που σχηματίζεται σε κάθε εγκάρσια σύνδεση, εκτός αν εγκριθεί διαφορετική διάταξη από την ΑΜ για τεχνικούς λόγους. Για ράβδους οπλισμού σε βάθος 200mm ή μεγαλύτερο, κάτω από το πέλμα της σιδηροτροχιάς, αυτές οι επιδράσεις μπορούν να αγνοηθούν.
- 2.4.15.4 Το Πλέγμα Ρευμάτων Διαφυγής θα είναι συντονισμένο με τις απαιτήσεις των έργων Πολιτικού Μηχανικού, Σιδηροδρομικής Επιδομής, Σηματοδότησης, Παροχής Ισχύος Έλξης, Τηλεπικοινωνιών και Επιτήρησης, που έχουν αλληλεπίδραση με το Σύστημα Συλλογής Ρευμάτων Διαφυγής. Επομένως, για κάθε τύπο τροχιάς που θα εφαρμόζεται, ο Ανάδοχος θα ελέγχει και εξετάζει τα σημεία διεπαφής με τις άλλες ειδικότητες και θα υπόκεινται σε έγκριση από την ΑΜ.

## 2.5 Προδιαγραφές εξαρτημάτων

### 2.5.1 Σιδηροτροχιές

- 2.5.1.1 Οι σιδηροτροχιές θα μελετηθούν, θα κατασκευασθούν και θα παραδοθούν σε άριστη ποιότητα, σε μήκη όχι μικρότερα των 18m. Κατ' εξαίρεση, για κάθε διατομή της σιδηροτροχιάς, ο Ανάδοχος θα έχει την άδεια να προμηθεύσει το πολύ 5% σιδηροτροχιές μικρού μήκους, δηλαδή σιδηροτροχιές με μήκος 9m ως 18m για να εγκατασταθούν μόνο σε ειδικές θέσεις, δηλ. στις συνδέσεις των Αλλαγών και των προσκρουστήρων και για την κατασκευή κολλητών μονωμένων αρμών.
- 2.5.1.2 Ο Ανάδοχος επιτρέπεται να προτείνει σιδηροτροχιές μεγαλύτερου των 18 μέτρων μήκους προβλέποντας ότι η μεταφορά και ο χειρισμός αυτών δεν θα έχει ως αποτέλεσμα σημαντικά μειονεκτήματα.
- 2.5.1.3 Σε καμία περίπτωση δε θα επιτραπεί η προμήθεια σιδηροτροχιών συγκολλημένων οιαδήποτε τύπου και καμία σιδηροτροχιά δε θα έχει παραχθεί σε χρονικό διάστημα μεγαλύτερο του ενός έτους από την ημέρα παράδοσής της στο εργοτάξιο.

### 2.5.2 Σύστημα Στερέωσης των Σιδηροτροχιών (προσήλωση)

- 2.5.2.1 Το Σύστημα Στερέωσης των σιδηροτροχιών θα είναι ελαστικού τύπου, θα διαθέτει κατάλληλες πιστοποιήσεις και θα έχει χρησιμοποιηθεί σε συνθήκες λειτουργίας Τραμ σε Συνεχώς Συγκολλημένες Σιδηροτροχιές.
- 2.5.2.2 Η προσήλωση της σιδηροτροχιάς θα είναι αυτοταυτόμενου τύπου, που θα παρέχει μία σταθερή δύναμη σύσφιξης και αντίσταση σε ερπυσμό στη σιδηροτροχιά ενώ θα διατηρεί τα προαναφερόμενα χαρακτηριστικά σχεδιασμού της κατά τη διάρκεια της λειτουργίας χωρίς οποιαδήποτε συντήρηση.
- 2.5.2.3 Το Σύστημα Στερέωσης των σιδηροτροχιών θα αποτελείται από όσο το δυνατόν λιγότερα επί μέρους στοιχεία και τα στοιχεία αυτά θα διακρίνονται εύκολα μεταξύ τους, ώστε να είναι αδύνατον να συναρμολογηθούν λανθασμένα.

- 2.5.2.4 Ο σχεδιασμός της στερέωσης της σιδηροτροχιάς θα είναι τέτοιος, ώστε η εγκατάσταση και η αφαίρεσή του να μπορούν να γίνουν από ανειδίκευτο προσωπικό, με χρήση φτηνών και απλών εργαλείων και με την ελάχιστη επίβλεψη. Οι προσηλώσεις της σιδηροτροχιάς θα μπορούν επίσης να εγκατασταθούν και να αφαιρεθούν με μηχανικά μέσα.
- 2.5.2.5 Με σκοπό να διευκολύνεται η αντικατάσταση των σιδηροτροχιών και η εκ νέου τάνυση των Συνεχώς Συγκολλημένων Σιδηροτροχιών, οι προσηλώσεις πρέπει εύκολα να απομακρύνονται και να επανατοποθετούνται χωρίς μεταβολή των ιδιοτήτων σχεδιασμού τους.
- 2.5.2.6 Σε πλάκες τροχιάς, όταν επιτρέπεται ή απαιτείται από τα συμβατικά σχέδια, η στερέωση των σιδηροτροχιών μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση καταλλήλων -για το σκοπό αυτό- υλικών ενθυλάκωσης/εγκιβωτισμού, που θα εξασφαλίζουν, μεταξύ άλλων, ότι:
- η εγκάρσια μετακίνηση των σιδηροτροχιών, κατά τη λειτουργία, θα είναι κατά μέγιστο 2mm,
  - αποτρέπεται η κάμψη των σιδηροτροχιών.
- 2.5.2.7 Σε διάφορους τύπους τροχιάς, θα χρησιμοποιηθεί ο ίδιος τύπος Συστήματος Στερέωσης, εκτός των περιπτώσεων όπου απαιτείται διαφοροποίηση με σκοπό την απλοποίηση της εγκατάστασης σε συγκεκριμένες περιοχές, ή τη διαφοροποίηση της ελαστικότητας της τροχιάς.

### **2.5.3 Αλλαγές / Διακλαδώσεις**

- 2.5.3.1 Η γεωμετρία των Αλλαγών θα είναι αυτή που περιγράφεται στα σχέδια χάραξης τροχιάς. Τα πρότυπα γεωμετρίας Αλλαγών της ΑΜ βρίσκονται στο Παράρτημα Α.
- 2.5.3.2 Ο σχεδιασμός των Αλλαγών για τις γραμμές λειτουργίας, τις τροχιές στους επιστάθμους και τις τροχιές εναπόθεσης συρμών στα αμαξοστάσια, θα διαμορφώνει ένα ενιαίο τμήμα του συνεχώς συγκολλημένου συστήματος τροχιών.
- 2.5.3.3 Ο σχεδιασμός των Αλλαγών, στο Αμαξοστάσιο - με συμμετρικές σιδηροτροχιές Vignole - θα είναι κατάλληλος για σιδηροτροχιές συνδεδεμένες με αμφιδέτες.
- 2.5.3.4 Οι σιδηροτροχιές για τις Αλλαγές θα πληρούν τις προδιαγραφές του Παραρτήματος Γ.
- 2.5.3.5 Οι αρμοί σιδηροτροχιών των Αλλαγών στις γραμμές λειτουργίας και στις τροχιές ελιγμών των συρμών στους επιστάθμους θα είναι συγκολλημένες εκτός των περιπτώσεων όπου απαιτούνται για σκοπούς σηματοδότησης ηλεκτρικά μονωμένοι αρμοί σιδηροτροχιάς.
- 2.5.3.6 Όλες οι Αλλαγές και οι Διακλαδώσεις σε τροχιές λειτουργίας θα είναι ικανές να ενσωματωθούν σε τροχιές με Συνεχώς Συγκολλημένες Σιδηροτροχιές, χωρίς να προβλεφθούν αρμοί διαστολής μεταξύ των σιδηροτροχιών των Αλλαγών και των σιδηροτροχιών των απλών γειτονικών τροχιών.
- 2.5.3.7 Όλα τα Διασταυρούμενα Τμήματα ("καρδιές") των Αλλαγών και των Διακλαδώσεων της κυρίας γραμμής θα είναι έγχυτα σε ένα τεμάχιο από ωστενιτικό μαγγανιούχο χάλυβα. Θα σχεδιασθούν και θα κατασκευαστούν σύμφωνα με τον Κώδικα UIC 866.
- 2.5.3.8 Όλα τα εξαρτήματα των βελονών και καρδιών της κύριας γραμμής θα είναι με σιδηροτροχιά χωρίς επίκλιση.



#### **2.5.4 Αρμοί διαστολής των σιδηροτροχιών**

- 2.5.4.1 Οι αρμοί διαστολής των σιδηροτροχιών (ή διαστολικές βελόνες) θα σχεδιαστούν έτσι ώστε να εξασφαλίζουν την πλήρη ελευθερία κίνησης στις σιδηροτροχιές τις οποίες θα συνδέουν.
- 2.5.4.2 Συσκευές αρμών διαστολής των σιδηροτροχιών θα προβλεφθούν σε ειδικές θέσεις (π.χ. γέφυρες, ειδικές κατασκευές), όπου οι συνεχώς συγκολλημένες τροχιές συναντούν τροχιές με αρμούς ή όπου θεωρείται αναγκαίο να εξασφαλισθεί ότι η σιδηροτροχιά δε θα υποστεί μεταβολές από την αρχική χάραξη λόγω ακραίων θερμοκρασιών.
- 2.5.4.3 Όταν προβλέπεται αρμός διαστολής σιδηροτροχιάς, θα μειώνονται στο ελάχιστο οι αποστάσεις μεταξύ των στηρίξεων κοντά στον αρμό, ώστε να αντισταθμίζεται η ελάττωση της ακαμψίας της κύριας σιδηροτροχιάς στην περιοχή των αρμών, που οφείλεται στη διακοπή της συνέχειας της σιδηροτροχιάς. Οι γειτονικές στηρίξεις δεν θα απέχουν περισσότερο από 550mm απόστασης, μετρούμενης μεταξύ αξόνων των στηρίξεων.

#### **2.5.5 Προσκρουστήρες / συσκευές στάσης τροχών**

- 2.5.5.1 Όπως απαιτείται ή απεικονίζεται στα σχέδια, σταθεροί ή ολισθαίνοντες προσκρουστήρες ή συσκευές στάσης τροχών (wheel stop blocks) θα εγκατασταθούν σ' όλα τα τέρματα των τροχιών του συστήματος.

Για όλους τους τύπους των προσκρουστήρων, πρέπει να δεχτούμε ότι τα οχήματα δεν προσκρούουν με την μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα στο ειδικό τερματικό τμήμα χωρίς πέδηση. Σύμφωνα με αυτό, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθες ταχύτητες σύγκρουσης:

- A. Για οχήματα που κινούνται στις τροχιές ελιγμών Αμαξοστασίου 10km/h
- B. Για οχήματα που κινούνται στις τροχιές ελέγχου συντήρησης και στην κύρια γραμμή 15km/h

Οι προσκρουστήρες θα είναι ικανοί για απορροφήσουν την ενέργεια σύγκρουσης από τα οχήματα, στις ταχύτητες πρόσκρουσης που αναφέρθηκαν παραπάνω, χωρίς ζημιές στα οχήματα ή στους προσκρουστήρες.

Η ελάχιστη απόσταση πέδησης θα υπολογισθεί με ένα μέγιστο βαθμό επιβράδυνσης  $3\text{m}/\text{sec}^2$ . Η δύναμη πέδησης των στοιχείων τριβής ή των υδραυλικών εμβόλων θα είναι σταθερή σε όλο το μήκος ολίσθησης.

- 2.5.5.2 Και οι δύο τύποι προσκρουστήρων ή συσκευών στάσης τροχών θα είναι κατάλληλοι για εγκατάσταση στις γραμμές κυκλοφορίας ή ελιγμών των οχημάτων και κατάλληλοι για τις σιδηροτροχιές και την επίκλιση των σιδηροτροχιών του Έργου. Η πρόσωση των προσκρουστήρων θα εφοδιαστεί με πλάκες πρόσκρουσης.
- 2.5.5.3 Οι προσκρουστήρες ολίσθησης θα συνδεθούν στις σιδηροτροχιές με πέδιλα (σφιγκτήρες) τριβής. Τα πέδιλα τριβής θα στερεωθούν επί των σιδηροτροχιών με μία ροπή (όπως ορίζεται από τον κατασκευαστή) εφαρμοζόμενη στους κοχλίες του σφιγκτήρα. Η ορμή του οχήματος θα απορροφηθεί από τους σφιγκτήρες τριβής, οι οποίοι ολισθαίνουν επί των σιδηροτροχιών. Αυτοί οι σφιγκτήρες θα σφίχτούν με μια καθορισμένη ροπή, η οποία σχετίζεται με το ρυθμό επιβράδυνσης του οχήματος.
- 2.5.5.4 Οι σταθεροί προσκρουστήρες με υδραυλικά έμβολα, θα εγκατασταθούν όπου ορίζεται από τα συμβατικά τεύχη. Στις τροχιές εναπόθεσης ή στα Συνεργεία, όπου υπάρχουν ορύγματα επιθεώρησης με σκαλοπάτια προσπέλασης στο πίσω μέρος

των προσκρουστήρων, η μελέτη τέτοιων προσκρουστήρων θα προβλέπει αυτή τη διάταξη.

- 2.5.5.5 Όπου υποδεικνύεται, θα εγκατασταθούν συσκευές στάσης τροχών για να αποφευχθεί η ακούσια υπέρβαση του τέλους τροχιάς από τους οδηγούς. Αυτές θα είναι σταθερού τύπου, βιδωμένες στη σιδηροτροχιά και διαστασιοποιημένες σύμφωνα με τη διάμετρο των τροχών των οχημάτων και τη γεωμετρία των σιδηροτροχιών. Θα είναι δε τυποποιημένα προϊόντα και δοκιμασμένα στην πράξη.

#### **2.5.6 Αμφιδέτες και κοχλίες**

- 2.5.6.1 Το προφίλ των Αμφιδετών θα ταιριάζει με αυτό των σιδηροτροχιών και θα κατασκευαστεί από χάλυβα σύμφωνα με τον Κώδικα UIC 864-4 και θα έχει ελάχιστη τάση εφελκυσμού 450 έως 570N/mm<sup>2</sup>.
- 2.5.6.2 Οι αμφιδέτες για το προφίλ σιδηροτροχιάς θα έχουν 4 ή 6 σπές κοχλιών σύμφωνα με τις απαιτήσεις. Τρόχισμα και διάνοιξη σπών θα γίνονται σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα.
- 2.5.6.3 Οι κοχλίες θα είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με τον Κώδικα UIC 864-2 και κατηγορίας αντοχής 8.8.
- 2.5.6.4 Ο τύπος διάτρησης των αμφιδετών για μηχανικούς συνδέσμους πρέπει να είναι ίδιος με αυτόν των αμφιδετών για μηχανικούς μονωμένους αρμούς, για να επιτρέπεται εύκολα πιθανή διαφοροποίηση/βελτίωση της σηματοδότησης.

#### **2.5.7 Μονωμένοι Αρμοί Σιδηροτροχιάς**

- 2.5.7.1 Ο Ανάδοχος σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Συστήματος Σηματοδότησης θα καθορίσει τον αριθμό και τον τύπο των μονωμένων αρμών σιδηροτροχιάς, που θα προμηθευτούν και εγκατασταθούν σε αυτή την σύμβαση. Οι μονωμένοι αρμοί σιδηροτροχιάς θα είναι κολλητού τύπου, κατάλληλοι να χρησιμοποιηθούν σε σιδηροτροχιές συνεχώς συγκολλημένες και θα είναι ένα τυποποιημένο προϊόν δοκιμασμένο στην πράξη.
- 2.5.7.2 Στις Μελέτες και στις μεθόδους εγκατάστασης, ο Ανάδοχος θα μπορεί να εγκαθιστά προκατασκευασμένους μονωμένους κολλητούς αρμούς σιδηροτροχιάς, με ένα ελάχιστο μήκος ενωμένων σιδηροτροχιών 12m.
- 2.5.7.3 Κατ' εξαίρεση, στις τροχιές και στις Διακλαδώσεις στα αμαξοστάσια, αντί των κολλητών μονωμένων αρμών των σιδηροτροχιών, θα εγκατασταθούν μηχανικοί αρμοί με μόνωση, οι οποίοι θα αποτελούνται από μονωμένους αμφιδέτες και τερματικά ένθετα μεταξύ των άκρων των σιδηροτροχιών.
- 2.5.7.4 Η βιομηχανική σήμανση του σώματος της σιδηροτροχιάς θα απομακρυνθεί με τρόχισμα στη θέση των μονωμένων αρμών.

#### **2.5.8 Ξύλινοι στρωτήρες και ξύλινοι φορείς Αλλαγών**

Οι ξύλινοι στρωτήρες ή οι ξύλινοι φορείς Αλλαγών προδιαγράφονται σε αυτήν την Προδιαγραφή ή στα έγγραφα της σύμβασης και πρέπει να βρίσκονται σε συμφωνία με τα ακόλουθα άρθρα:

- 2.5.8.1 Οι ξύλινοι στρωτήρες και οι ξύλινοι φορείς των Αλλαγών θα συμφωνούν με το Πρότυπο EN 13145+A1. Η διατομή τους θα είναι σύμφωνη με την Ομάδα 2, του Πίνακα Α.2, του Παραρτήματος Α.
- 2.5.8.2 Τα άκρα των στρωτήρων και ξύλινων φορέων δε θα καλυφθούν κατά τη διάρκεια της ξήρανσης, έτσι ώστε οποιαδήποτε ειδική διαδικασία εμποτισμού του ξύλου να είναι περισσότερο αποτελεσματική.

- 2.5.8.3 Μετά την ξήρανση θα εφαρμόζεται στους στρωτήρες και τους ξύλινους φορείς μια προστατευτική επεξεργασία, κατάλληλη για το συγκεκριμένο τύπο της ξυλείας.
- 2.5.8.4 Για προστασία έναντι απόσχισης, θα τοποθετηθούν γαλβανισμένες χαλύβδινες πλάκες εγκεκριμένου τύπου και στα δύο άκρα των στρωτήρων και των ξύλινων φορέων. Εάν έχει καθοριστεί προστατευτική επεξεργασία του ξύλου, οι πλάκες θα τοποθετηθούν μετά από αυτήν.
- 2.5.8.5 Οι στρωτήρες και οι ξύλινοι φορείς θα είναι από εγκεκριμένο τύπο σκληρού ξύλου και θα έχουν ανοιχτεί από πριν διαμπερείς οπές για βίδες.

### **2.5.9 Έρμα Τροχιάς**

- 2.5.9.1 Το έρμα θα αποτελείται από θραυστά σκύρα, προερχόμενα από υγιή πυριγενή (κατά προτίμηση) πετρώματα, που δε θρυμματίζονται. Το έρμα θα αποτελείται από γωνιώδεις κόκκους χωρίς λεπτά ή φολιδοειδή τεμάχια και θα είναι απαλλαγμένο από σκόνη και βλαβερές ουσίες. Το έρμα τροχιάς θα πληροί την Προδιαγραφή EN 13450 και υποχρεωτικά θα διαθέτει πιστοποίηση CE.
- 2.5.9.2 Ένα δείγμα 50kg θα ληφθεί από κάθε συνολικό φορτίο έρματος 1000m<sup>3</sup>, που προσκομίζεται στο εργοτάξιο, και θα ελεγχθεί σύμφωνα με τις δηλωθείσες ιδιότητες επίδοσής του. Σε περίπτωση που τα δείγματα αποτύχουν στην ικανοποίηση των καθορισμένων απαιτήσεων, η ποσότητα του έρματος από την οποία έχουν ληφθεί τα δείγματα, θα απορρίπτεται και θα απομακρύνεται από το Εργοτάξιο.

### **2.5.10 Τσιμέντο, αδρανή και νερό για σκυρόδεμα**

Αυτά τα υλικά θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις των Προδιαγραφών Υλικών και Εργασιών Έργων Πολιτικού Μηχανικού και τον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος ΚΤΣ-2016.

### **2.5.11 Στρωτήρες και φορείς από σκυρόδεμα**

Όπου έχουν καθορισθεί στρωτήρες και φορείς από σκυρόδεμα, αυτοί θα συμφωνούν με τις Προδιαγραφές Υλικών και Εργασιών T-02454 & T-02459 για στρωτήρες και φορείς από σκυρόδεμα.

### **2.5.12 Σήματα και Δείκτες**

- 2.5.12.1 Σήματα για οριακό περιτύπωμα θα τοποθετηθούν σε όλες τις θέσεις όπου οι ελεύθερες αποστάσεις είναι μικρότερες από τις προτιμητέες αποδεκτές, που καθορίστηκαν στα «Πρότυπα Χάραξης Τροχιάς»
- 2.5.12.2 Οι Δείκτες Στάσης ("στάντζες"/fouling points) θα τοποθετηθούν σε όλες τις συμβολές τροχιών και μεταξύ αυτών. Θα είναι ορατοί ημέρα και νύχτα σε όλες τις συνθήκες φωτισμού.
- 2.5.12.3 Δείκτες Στάσης θα τοποθετηθούν σε αμφότερα τα άκρα των τροχιών, όπου τα οχήματα σταθμεύουν ή συντηρούνται.

### **2.5.13 Μεταλλικά Στοιχεία**

- 2.5.13.1 Γενικά όλα τα μεταλλικά στοιχεία που θα εγκατασταθούν μέσα στο αντικείμενο της Σιδηροδρομικής Επιδομής - οι σιδηροτροχιές και τα λοιπά εξαρτήματα τροχιάς εξαιρούνται - θα είναι γαλβανισμένα εν θερμώ, με εγκεκριμένες διαδικασίες από την ΑΜ, ανάλογα με τον τύπο του στοιχείου.

2.5.13.2 Τα παραπάνω μεταλλικά στοιχεία και κατασκευές θα είναι ηλεκτρικά μονωμένα όπου υπάρχει κίνδυνος επαφής ηλεκτρικού δυναμικού από πρόσωπα, περιλαμβανομένων των καταστάσεων λειτουργικών σφαλμάτων οχημάτων και λοιπού εξοπλισμού. Σε περιοχές μηδενικού κινδύνου επαφής ηλεκτρικού δυναμικού, οι μεταλλικές κατασκευές μπορούν να γειωθούν.

#### **2.5.14 Προδιαγραφές Υλικών και Εργασιών**

Όπου οι παραπάνω προδιαγραφές συγκρούονται με τις απαιτήσεις των Προδιαγραφών Υλικών και Εργασιών, οι παραπάνω προδιαγραφές θα υπερισχύουν.

### 3 ΕΔΑΦΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ ΚΑΙ ΔΟΝΗΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΤΡΑΜ

- 3.1 Κατά τη διέλευση των οχημάτων κατά μήκος μίας διαδρομής προκαλούνται δονήσεις, οι οποίες μεταδίδονται, μέσω του εδάφους, στα κοντινά κτίρια. Η δόνηση της κατασκευής του κτιρίου δημιουργεί εδαφομεταφερόμενο θόρυβο, ο οποίος μπορεί να προκαλέσει αναστάτωση στους ενοίκους. Ο Ανάδοχος θα προβλέψει με κατάλληλη Μελέτη τα επίπεδα εδαφομεταφερόμενου Θορύβου και Δονήσεων εντός κτιρίων και θέσεων ευρισκόμενων κοντά στις διαδρομές των γραμμών του τραμ. Η ακρίβεια της πρόβλεψης εξαρτάται από την κατά το δυνατόν ακριβέστερη προσέγγιση της συνάρτησης μεταφοράς. Ο Ανάδοχος θα πραγματοποιήσει μετρήσεις στις υφιστάμενες σε λειτουργία γραμμές του τραμ, ούτως ώστε να εκτιμήσει μία αξιόπιστη συνάρτηση μεταφοράς των δονήσεων, αποδεκτή στην προαναφερθείσα μελέτη από την ΑΜ. Επιπλέον, η μεταφορά του θορύβου μέσω εδάφους ποικίλλει, λόγω της ανομοιογένειας και της ανισοτροπίας του και της ύπαρξης τεχνικών έργων σε μικρό βάθος από την επιφάνεια.

Ο εδαφομεταφερόμενος θόρυβος οφείλεται, μεταξύ άλλων, στις επιφανειακές ανωμαλίες (τραχύτητα) των τροχών και των σιδηροτροχιών. Τροχοί με επιπεδώσεις (*wheel flats*), φθαρμένες σιδηροτροχιές και χαλαρές συνδέσεις των σιδηροτροχιών είναι στοιχεία που αυξάνουν σημαντικά τις δονήσεις, σε σύγκριση με τις νέες συγκολλημένες σιδηροτροχιές και τους καινούριους τροχούς. Ασυνέχειες στις τροχιές, όπως και στις Διακλαδώσεις τους, προκαλούν επίσης αύξηση του επιπέδου δονήσεων.

Η κατά φάσμα συχνοτήτων προκληθείσα δόνηση εξαρτάται από τη μορφή του Συστήματος Στερέωσης Σιδηροτροχιών, τα χαρακτηριστικά και την ταχύτητα των οχημάτων τραμ.

Τα οχήματα αποτελούνται από δύο κύρια μέρη, το αμάξωμα και τα φορεία (*bogies*). Το αμάξωμα του οχήματος εδράζεται στα φορεία με τη δευτερεύουσα ανάρτηση, ενώ η πρωτεύουσα ανάρτηση στηρίζει το πλαίσιο του φορείου στους άξονες των τροχών.

Η κοινή αρχή σε όλα τα συστήματα απόσβεσης δονήσεων είναι η στήριξη της μάζας του συστήματος τροχιάς με δυνατότητα ελαστικής κίνησης. Τα συστήματα ελαστικής μάζας τροχιάς ενεργούν ως ένα φράγμα στις δονήσεις με συχνότητα μεγαλύτερη από  $\sqrt{2}$  φορές τη φυσική συχνότητα του συστήματος.

Μία πρακτική λύση στο πρόβλημα της αποτελεσματικής απόσβεσης των δονήσεων και του ελέγχου των επιπέδων θορύβου σε ευαίσθητες περιοχές κάτω από τους οριζόμενους περιορισμούς, είναι η έδραση της απλής τροχιάς ή/και των Αλλαγών/Διακλαδώσεων -αναλόγως της περίπτωσης- σε πλωτή πλάκα (*floating slab*). Η βελτίωση της απόδοσης των πλωτών πλακών -στην απορρόφηση δονήσεων- στηρίζεται στην αρχή της αύξησης της ελαστικά αναρτημένης μάζας τροχιάς και ως εκ τούτου στη μείωση της φυσικής συχνότητάς της.

- 3.2 Μέσω μιας ειδικής μελέτης, ο Ανάδοχος θα εντοπίσει συγκεκριμένες κατασκευές, κτήρια, συγκροτήματα ή θέσεις κατά μήκος της διαδρομής της Επέκτασης, όπου τα επίπεδα θορύβου και δονήσεων ενδέχεται να αποδειχθούν μη αποδεκτά, σε σχέση με τα μέγιστα επιτρεπτά επίπεδα της παρούσας Προδιαγραφής.

Η μελέτη θα περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια:

- α) Προσδιορισμό του βασικού φάσματος δονήσεων, που παράγονται από τη διέλευση των οχημάτων.
- β) Προσαρμογή του βασικού φάσματος, ώστε να ληφθεί υπόψη το πεδίο ταχύτητας των οχημάτων.

- γ) Προσαρμογή του φάσματος, ώστε να ληφθεί υπόψη η ειδική Σιδηροδρομική Επιδομή (διαφορετική της απλής τροχιάς).
- δ) Προσαρμογή του φάσματος ώστε να ληφθούν υπόψη οι διαφορετικοί τύποι κατασκευής και διατομών.
- ε) Εφαρμογή μειώσεων που προκαλούνται στις στάθμες των δονήσεων από γεωμετρική διασπορά και απόσβεση μέσω του εδάφους.
- στ) Προσαρμογή του φάσματος για να ληφθούν υπόψη οι απώλειες μεταξύ του εδάφους και της υπό θεώρηση κατασκευής.
- ζ) Προσαρμογή του φάσματος, ώστε να ληφθεί υπόψη η εξασθένηση ή η ενίσχυση των δονήσεων από τη θεμελίωση της κατασκευής στους ανώτερους ορόφους.
- η) Οι προκύπτουσες τιμές επιπέδων δονήσεων μετατρέπονται σε επίπεδα ηχητικής πίεσεως, λαμβάνοντας υπόψη τα αρχιτεκτονικά τελειώματα των δωματίων της κατασκευής του κτιρίου.
- θ) Τα επίπεδα ηχητικής πίεσεως μετατρέπονται σε επίπεδα ήχου, μετρούμενα σε dB(A).
- ι) Εφαρμόζονται τα επιτρεπόμενα επίπεδα θορύβου στις υπό θεώρηση κατασκευές.
- κ) Τα προβλεπόμενα επίπεδα συγκρίνονται με τα επιτρεπόμενα.

Αν για τους υπολογισμούς, που περιλαμβάνονται στην εφαρμογή της μεθόδου πρόβλεψης του εδαφομεταφερόμενου θορύβου, απαιτείται η χρήση λογισμικού Η/Υ ή/και αναλυτικών αριθμητικών μοντέλων, τότε:

- α) Το λογισμικό/μοντέλο Η/Υ θα δηλωθεί ευκρινώς, καθώς και οι εγγενείς παραδοχές, και θα προσδιοριστούν το εύρος και οι περιορισμοί του.
- β) Θα αποδειχθεί η ικανοποιητική απόδοση και αξιοπιστία του εν χρήσει λογισμικού/μοντέλου.
- γ) Οι εκτυπώσεις του Η/Υ θα συνοδεύονται από φύλλα προετοιμασίας των αρχικών δεδομένων.

Ο Ανάδοχος θα φέρει την αποκλειστική ευθύνη της ακρίβειας και της ορθότητας των αποτελεσμάτων του λογισμικού/μοντέλου.

Υπολογίζοντας τον εδαφομεταφερόμενο θόρυβο σύμφωνα με την παραπάνω περιγραφείσα μέθοδο, ο Ανάδοχος, θα αιτιολογήσει, προς έγκριση από την ΑΜ, την ορθότητα των παραδοχών που αφορούν τις συνθήκες εδάφους, δηλαδή το δυναμικό δείκτη ελαστικότητας ή τις παραμέτρους ταχύτητας κύματος του εδάφους που βρίσκεται ανάμεσα στην τροχιά και τις θεμελιώσεις της υπό εξέταση κατασκευής/κτιρίου.

Σε περίπτωση αβεβαιότητας των αρχικών δεδομένων, και ειδικότερα αβεβαιότητας των συνθηκών εδάφους, η ευαισθησία του λογισμικού/μοντέλου του Η/Υ θα ελεγχθεί ως προς την απόκλιση των προκυπτουσών τιμών, ως αποτέλεσμα της απόκλισης των αρχικών δεδομένων. Η ΑΜ ενδέχεται να δώσει εντολή στον Ανάδοχο να πραγματοποιήσει όσους υπολογισμούς είναι απαραίτητο, ώστε να αποδείξει ότι η ευαισθησία του λογισμικού/μοντέλου δεν επηρεάζει σημαντικά την ορθότητα των αποτελεσμάτων.

- 3.3 Οι υπολογισμοί θορύβου και δονήσεων θα πραγματοποιούνται, εκ μέρους του Αναδόχου/Διαγωνιζομένων, από εξειδικευμένο σύμβουλο.
- 3.4 Οι μέγιστες τιμές του εδαφομεταφερόμενου θορύβου, λόγω λειτουργίας του συρμού που θα εφαρμοστούν στο σύνολο της μελέτης και της εκτέλεσης της Σιδηροδρομικής Επιδομής, θα είναι αυτές που γίνονται αποδεκτές από την ισχύουσα Ελληνική Νομοθεσία, τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα ή -όπου είναι πιο αυστηρά- αυτά που

συνιστώνται από την Αμερικανική Εταιρεία Δημοσίων Μεταφορών. Αυτές οι παγκοσμίως αποδεκτές στάθμες, σε dB(A), δίνονται στους παρακάτω πίνακες:

**ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΤΕΣ ΣΤΑΘΜΕΣ ΕΔΑΦΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ [dB(A)]  
ΛΟΓΩ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

<b>Κατηγορία περιοχής</b>	<b>Μονοκατοικίες</b>	<b>Πολυκατοικίες</b>	<b>Ξενοδοχεία</b>
Περιοχές κατοικίας με χαμηλή πυκνότητα	30	35	40
Περιοχές κατοικίας με μέση πυκνότητα	35	40	45
Περιοχές κατοικίας με υψηλή πυκνότητα	35	40	45
Εμπορικές περιοχές	40	45	50
Βιομηχανικές περιοχές	40	45	50

<b>Τύπος κτηρίου ή χώρου</b>	<b>Μέγιστες επιτρεπτές στάθμες εδαφομεταφερόμενου θορύβου κατά περίπτωση [dB(A)]</b>
Αίθουσες Συναυλιών	16
Studio Ραδιοφώνου και Τηλεόρασης	25
Μουσεία, Αίθουσες Ακροάσεως και Μουσικής	30*
Εκκλησίες και Θέατρα	35
Νοσοκομειακοί χώροι επεμβάσεων και ασθενών	35-40
Δικαστήρια και Κοινοβούλιο	35
Σχολεία και Βιβλιοθήκες	40
Κτίρια Πανεπιστημίων	35-40
Γραφεία	35-45
Εμπορικά κτίρια	45-55

\* Σε περίπτωση αρχαιολογικών μουσείων, πρόσθετα με τις απαιτήσεις της οριζόμενης μέγιστης στάθμης του εδαφομεταφερόμενου θορύβου, το μέγιστο επίπεδο δόνησης πρέπει να είναι 25μm/s rms.

**Σημείωση:**

Τα παραπάνω οριζόμενα επίπεδα αφορούν το μέγιστο επιτρεπτό επίπεδο θορύβου, καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και νύχτας, ενός μεμονωμένου ή επαναλαμβανόμενου συμβάντος και ομαλής ή κατ' εξαίρεση λειτουργίας.

3.5 Σε περίπτωση που η προαναφερθείσα μελέτη υποδείξει θέσεις κατά μήκος των διαδρομών των γραμμών του τροχιοδρόμου, όπου υπάρχει υπέρβαση των περιορισμών θορύβου και δονήσεων, αλλά και όπου η απόκλιση μεταξύ των προβλεπόμενων επιπέδων θορύβου και δονήσεων και των οριζόμενων περιορισμών εμπίπτει στο περιθώριο λάθους της μεθόδου πρόβλεψης, τότε σε αυτές τις θέσεις ο Ανάδοχος θα μελετήσει και θα ενσωματώσει στον τύπο τροχιάς μέτρα μείωσης της δόνησης, για έλεγχο του θορύβου και των δονήσεων.

Μία τέτοια μελέτη πρέπει να προετοιμασθεί από τον Ανάδοχο και να υποβληθεί στην ΑΜ για έγκριση, σε ένα επαρκώς νωρίτερο στάδιο, προκειμένου να επιτρέψει ικανοποιητικό χρόνο ελέγχου της μελέτης, πριν από την αρχή των σχετικών κατασκευαστικών έργων. Εκτός από τα θέματα μείωσης των δονήσεων και τα κατασκευαστικά, στην επιλογή των πιο κατάλληλων μέτρων προς εφαρμογή θα ληφθούν υπόψη και οι μελλοντικές απαιτήσεις συντήρησης.

Η έγκριση της παραπάνω μελέτης από την ΑΜ δεν απαλλάσσει τον Ανάδοχο από την υποχρέωσή του να επιτύχει τους περιορισμούς σε θόρυβο και δονήσεις που έχουν καθοριστεί με την παρούσα, σε όλες τις θέσεις κατά μήκος του δικτύου Τραμ.

- 3.6 Προκειμένου να εφαρμόσει και να ενσωματώσει τα απαιτούμενα μέτρα μείωσης των δονήσεων, και κατά συνέπεια να συμμορφωθεί προς τους αναφερόμενους περιορισμούς θορύβου και δονήσεων, ο Ανάδοχος θα προβεί σε όλες τις απαραίτητες τροποποιήσεις του σχεδιασμού/μελέτης του συστήματος τροχιάς και των αντίστοιχων κατασκευαστικών σχεδίων του.
- 3.7 Αν η πρόβλεψη της Μελέτης Θορύβου και Δονήσεων, όπως περιγράφηκε ανωτέρω, αποδείξει ότι δεν υπάρχει επαρκής ελαστικότητα του συστήματος στήριξης τροχιάς για να ελέγξει τα επίπεδα θορύβου και δονήσεων κάτω από τους οριζόμενους περιορισμούς, τότε ο Ανάδοχος θα προτείνει στην ΑΜ την εφαρμογή ενός συστήματος συνεχούς ή ασυνεχούς πλωτής πλάκας.
- 3.8 Στις συνεχείς πλωτές πλάκες, η πλάκα κλίνης τροχιάς είναι συνεχής κατά μήκος της απλής τροχιάς ή ενιαία σε Αλλαγές και Διακλαδώσεις. Στις ασυνεχείς πλωτές πλάκες, η πλάκα κλίνης τροχιάς αποτελείται από προκατασκευασμένα ή έγχυτα στοιχεία. Και στους δύο τύπους πλωτών πλακών, η πλάκα της κλίνης τροχιάς από σκυρόδεμα ή η σειρά των σκυροδετημένων στοιχείων της κλίνης τροχιάς απομονώνονται από τον περιβάλλοντα χώρο ή την υπόλοιπη κατασκευή με τη χρήση ελαστικών υλικών που απορροφούν τις δονήσεις.
- 3.9 Με την ολοκλήρωση των σχετικών έργων και υπό την προϋπόθεση της λειτουργίας των οχημάτων -τουλάχιστον για τη φάση της δοκιμαστικής λειτουργίας του Συστήματος (Trial Run Test - TRT)- η αποδοχή των εκτελεσθεισών εργασιών της Σιδηροδρομικής Επιδομής, ως προς τη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής, θα βασιστεί σε επιτόπιες μετρήσεις επαλήθευσης, που θα πραγματοποιηθούν από τον Ανάδοχο. Η οργάνωση και η μεθοδολογία τέτοιων μετρήσεων επαλήθευσης υπόκεινται σε έγκριση από την ΑΜ. Αν οι μετρήσεις θορύβου και δονήσεων, που προκαλούνται από την λειτουργία των οχημάτων του τραμ, καταλήξουν σε υπέρβαση των οριζόμενων περιορισμών, τότε ο Ανάδοχος άμεσα και χωρίς πρόσθετο κόστος θα πρέπει να λάβει μέτρα μείωσης θορύβου και δονήσεων και να τροποποιήσει ή/και κατασκευάσει εκ νέου όσα κατασκευασμένα τμήματα του Έργου απαιτείται, προκειμένου να υπάρξει συμμόρφωση προς τους περιορισμούς θορύβου και δονήσεων.
- 3.10 Διευκρινίζεται ότι όλες οι δαπάνες που σχετίζονται με τις μετρήσεις, τη μελέτη, την εφαρμογή και εξακρίβωση της απόδοσης των μέτρων μείωσης θορύβου και δονήσεων, που κρίνονται αναγκαία για την συμμόρφωση στους παραπάνω περιορισμούς, περιλαμβάνονται στο αντικείμενο του Αναδόχου μαζί με τις σχετικές εργασίες για την κατασκευή όλων των μέτρων μείωσης δονήσεων που απορρέουν από την εφαρμογή αυτής της Προδιαγραφής.

Ενδεικτικά, και προς διευκόλυνση των διαγωνιζόμενων στις ενέργειες κοστολόγησης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η επόμενη ανάλυση σχεδιασμού τροχιάς (αναφορά της SSE & Environment - Μάιος 2008):

- $L > 30m$  : Δεν απαιτούνται συγκεκριμένα μέτρα περιορισμού των δονήσεων
- $10 < L \leq 30m$  : Απαιτείται σχεδιασμός περισσότερο ελαστικής τροχιάς για μείωση δονήσεων κατά 10dB·
- $L \leq 10m$  : Απαιτείται σχεδιασμός ελαστικής τροχιάς για μείωση δονήσεων κατά 20dB (πλωτή πλάκα).



Όπου το “L” αντιπροσωπεύει την απόσταση της θεμελίωσης του υπό διερεύνηση κτιρίου από την παρακείμενη τροχιά.

Οι πλωτές πλάκες τροχιών/Αλλαγών δε θα εγκατασταθούν πριν εγκριθεί από την ΑΜ η σχετική μελέτη.

- 3.11 Στην πράξη, το βασικό φάσμα διέγερσης του οχήματος είναι αυτό που παράγει τα μέγιστα επίπεδα δονήσεων στα γειτονικά κτίρια της γραμμής του τραμ, μεταξύ των τιμών της μέτρησης από τον Ανάδοχο και του φάσματος του ακόλουθου πίνακα, που έχει εξαχθεί από τη μελέτη “*Groundborne noise and vibrations emitted by Athens Tramway*” (έχει συνταχθεί τον Μάρτιο του 2003 από τον Σύμβουλο SSE & Environment):

Hz	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
dBv	99,8	97,46	93,00	89,84	86,39	84,65	83,50	85,50	88,50	91,50	93,00	94,00	94,00	94,00

Σημείωση: Οι τιμές dBv παρέχονται με αναφορά τα  $10^{-9}$ m/s

#### 4 ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ ΑΠΟ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ TRAM

- 4.1 Ο Ανάδοχος με κατάλληλη μελέτη, θα προβλέψει τα επίπεδα αερομεταφερόμενου θορύβου και θα προσδιορίσει συγκεκριμένες κατασκευές, κτίρια ή τοποθεσίες, που βρίσκονται κοντά σε τροχιές εξωτερικού χώρου και σε αμαξοστάσια της ΑΜ, όπου τα επίπεδα του θορύβου μπορεί να αποδειχθούν μη αποδεκτά, σε σχέση με τα μέγιστα επιτρεπτά επίπεδα που ορίζονται στην παρούσα Προδιαγραφή. Μέτρα μείωσης του αερομεταφερόμενου θορύβου θα μελετηθούν και θα ενσωματωθούν σε αυτές τις περιοχές, για να περιορίσουν τα επίπεδα του θορύβου, κάτω από τα οριζόμενα επιτρεπτά, στην παρούσα Προδιαγραφή.
- 4.2 Ο θόρυβος από τις τροχιές εξωτερικού χώρου και τα αμαξοστάσια, μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως εξής:
- α) Θόρυβος από συρμούς κινούμενους σε απλή τροχιά.
  - β) Θόρυβος από συρμούς κινούμενους σε ειδική Σιδηροδρομική Επιδομή (δηλ. διαφορετική από τις απλές τροχιές).
  - γ) Θόρυβος από συρμούς κινούμενους σε καμπύλη τροχιά μικρής ακτίνας.
  - δ) Θόρυβος από κίνηση συρμού πάνω από ασυνέχειες ή ανομοιογένειες (πχ. αρμούς σιδηροτροχιάς ή ελαττωματική Σιδηροδρομική Επιδομή).
  - ε) Θόρυβος από διάφορες άλλες πηγές.
- 4.3 Στα αμαξοστάσια, η κυριότερη πηγή θορύβου είναι οι κινητήρες των κινούμενων οχημάτων, εξαιτίας των χαμηλών ταχυτήτων τους, που περιορίζονται στα 20km/h. Η λειτουργία, κατά την επιτάχυνση και επιβράδυνση των συρμών, στις τροχιές ελέγχου και συντήρησης των συρμών, είναι μία σημαντική πηγή θορύβου.
- 4.4 Θόρυβος δημιουργείται από συρμούς κινούμενους επί ειδικής ή ελαττωματικής Σιδηροδρομικής Επιδομής, όπως οι Αλλαγές/Διακλαδώσεις, ή από φθαρμένες σιδηροτροχιές ή από ανεπαρκώς συντηρημένους αρμούς σιδηροτροχιών. Αυτός ο θόρυβος προκαλείται από τις κρούσεις των τροχών κατά τη διέλευσή τους από τις ασυνέχειες των σιδηροτροχιών σε βελόνες ή καρδιές Αλλαγών και αρμούς σιδηροτροχιών, που δεν είναι συνεχώς συγκολλημένοι. Σε άλλες τροχιές εξωτερικού χώρου, όπου τα οχήματα πλησιάζουν τα 70km/h, αυτός ο θόρυβος μπορεί να πλησιάσει υψηλά επίπεδα και θα απαιτηθούν ειδικές μελετητικές λύσεις.
- 4.5 Ο θόρυβος από συρμούς κινούμενους σε καμπύλες τροχιές μικρής ακτίνας προκαλείται από τις εναλλαγές κύλισης κι ολίσθησης των τροχών. Ο θόρυβος αυτός είναι ιδιαίτερα ενοχλητικός, λόγω της υψηλής συχνότητάς του (1000÷4000Hz).
- 4.6 Θόρυβος προκαλείται, επίσης, από διάφορες πηγές στα αμαξοστάσια, όπως:
- α) Κρουστικά εργαλεία και μηχανήματα.
  - α) Φωνασκίες τεχνιτών.
  - γ) Πλυντήρια οχημάτων.
  - δ) Πετρελαιοκίνητα οχήματα έλξεως.
  - ε) Μηχανήματα αποκομιδής απορριμμάτων.
  - στ) Λειτουργίες συνεργείων.
  - ζ) Λειτουργίες συντήρησης.
- 4.7 Ο Ανάδοχος θα προβλέψει, με κατάλληλη μελέτη, τα επίπεδα του αερομεταφερόμενου θορύβου, που παράγεται από τις προαναφερθείσες πηγές, για να αποδείξει συμμόρφωση με τα οριζόμενα μέγιστα επιτρεπτά επίπεδα. Αν τα προβλεπόμενα επίπεδα θορύβου υπερβούν τους περιορισμούς του θορύβου, όπως θεσπίζονται στην παρούσα Προδιαγραφή, τότε ο Ανάδοχος θα σχεδιάσει και θα

εφαρμόσει μέτρα μείωσης του θορύβου, αποδεκτά από την ΑΜ. Η απόδοση των μέτρων, σε σχέση με την ικανοποίηση των ορίων του θορύβου, θα γίνει αντικείμενο επαλήθευσης, μετά την ολοκλήρωση των σχετικών έργων, με μετρήσεις στο εργοτάξιο, που θα πραγματοποιηθούν από τον Ανάδοχο.

Διευκρινίζεται ότι όλες οι δαπάνες που σχετίζονται με την προαναφερόμενη επαλήθευση περιλαμβάνονται στο αντικείμενο του Αναδόχου, όπως και κάθε σχετική εργασία για την κατασκευή όλων των μέτρων μείωσης αερομεταφερόμενου θορύβου, που απορρέουν από την εφαρμογή αυτής της Προδιαγραφής.

Διευκρινίζεται ότι η επεξεργασία των σιδηροτροχιών έναντι του συριγμού, που παράγεται σε καμπύλες μικρής ακτίνας και η οποία αναφέρεται σε άλλα σημεία αυτής της Προδιαγραφής, θα εφαρμοστούν ανεξαρτήτως των αποτελεσμάτων της μελέτης προσδιορισμού αερομεταφερόμενου θορύβου.

- 4.8 Τα μέγιστα επίπεδα αερομεταφερόμενου θορύβου θα είναι αυτά που γίνονται αποδεκτά από την ισχύουσα Ελληνική Νομοθεσία, τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα ή αυτά που συνιστώνται από την Αμερικανική Εταιρεία Δημοσίων Μεταφορών (ΑΡΤΑ), επιλέγοντας το κατά περίπτωση αυστηρότερο κριτήριο. Αυτές οι παγκοσμίως αποδεκτές στάθμες, σε dB(A), δίνονται στους παρακάτω πίνακες:

**ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΤΕΣ ΣΤΑΘΜΕΣ ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ  
 ΛΟΓΩ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

Κατηγορία περιοχής	Μέγιστη επιτρεπτή στάθμη αερομεταφερόμενου θορύβου κατά περίπτωση [dB(A)]		
	Μονοκατοικίες	Πολυκατοικίες	Εμπορικά Κέντρα Ξενοδοχεία
Περιοχές κατοικίας με χαμηλή πυκνότητα	70	75	80
Περιοχές κατοικίας με μέση πυκνότητα	75	75	80
Περιοχές κατοικίας με υψηλή πυκνότητα	75	80	85
Εμπορικές περιοχές	80	80	85
Βιομηχανικές περιοχές	80	85	85

Σημείωση:

Τα παραπάνω οριζόμενα επίπεδα αφορούν το μέγιστο επιτρεπτό επίπεδο θορύβου, καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και νύχτας, ενός μεμονωμένου ή επαναλαμβανόμενου συμβάντος και ομαλής ή κατ' εξαίρεση λειτουργίας.

- 4.9 Με την ολοκλήρωση των σχετικών έργων και υπό την προϋπόθεση της λειτουργίας των οχημάτων -τουλάχιστον για τη φάση της δοκιμαστικής λειτουργίας του Συστήματος (Trial Run Test - TRT)- η αποδοχή των εκτελεσθεισών εργασιών της Σιδηροδρομικής Επιδομής, ως προς τη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής, θα βασιστεί σε επιτόπιες μετρήσεις επαλήθευσης, που θα πραγματοποιηθούν από τον Ανάδοχο. Η οργάνωση και η μεθοδολογία τέτοιων μετρήσεων επαλήθευσης υπόκειται σε έγκριση από την ΑΜ. Αν οι μετρήσεις θορύβου, που προκαλούνται από την λειτουργία των οχημάτων του τραμ, καταλήξουν σε υπέρβαση των οριζόμενων περιορισμών, τότε ο Ανάδοχος άμεσα και χωρίς πρόσθετο κόστος θα πρέπει να λάβει μέτρα μείωσης θορύβου και να τροποποιήσει ή/και να επανακατασκευάσει όσα κατασκευασμένα τμήματα του Έργου είναι αναγκαίο για να συμμορφωθεί με τους περιορισμούς θορύβου.

## 5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

### 5.1 Γενικά

- 5.1.1** Τα υλικά και εξαρτήματα θα συμμορφώνονται με την εγκριμένη μελέτη, τις Προδιαγραφές Υλικών και Εργασιών, τα πρότυπα και τους κανονισμούς.
- 5.1.2** Για όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα που πρόκειται να ενσωματωθούν στη Σιδηροδρομική Επιδομή, ο Ανάδοχος θα προσκομίσει πίνακα συμμόρφωσης από τον Κατασκευαστή για τη συμφωνία αυτών με τις προδιαγραφές της Σύμβασης.

### 5.2 Κατασκευαστές και Προμηθευτές

- 5.2.1** Τα υλικά και εξαρτήματα της Σιδηροδρομικής Επιδομής θα κατασκευασθούν από πιστοποιημένους κατασκευαστές με μακροχρόνια παρουσία στην αγορά.
- 5.2.2** Η επιλογή των Προμηθευτών/Κατασκευαστών των εξαρτημάτων του Συστήματος Τροχιάς υπόκειται σε έγκριση από την ΑΜ. Για κάθε ένα από τα εξαρτήματα του Συστήματος Τροχιάς, ο Ανάδοχος θα ετοιμάζει Φύλλο Υποβολής Υλικού (ΦΥΥ), το οποίο θα περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον τα εξής:
- Στοιχεία του Προμηθευτή,
  - Στοιχεία του Κατασκευαστή με σαφή αναφορά στο εργοστάσιο κατασκευής,
  - Παρουσίαση του Κατασκευαστή,
  - Πιστοποιητικό Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας, κατά ISO9001:2015 και IRIS (International Railway Industry Standard, όπου είναι διαθέσιμο),
  - Τεχνικά χαρακτηριστικά του προϊόντος από τον Κατασκευαστή,
  - Στοιχεία παραγωγής και Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών,
  - Πιστοποιητικά ελέγχου από Ανεξάρτητους Διαπιστευμένους/Κοινοποιημένους Φορείς,
  - Οδηγίες εγκατάστασης και συντήρησης του προϊόντος.
- 5.2.3** Ο στόχος των ανωτέρω δικαιολογητικών είναι να καταδειχθεί ότι οι πηγές προμήθειας του Αναδόχου είναι αξιόπιστες και ότι οι εγκαταστάσεις και τα μεγέθη τους τις καθιστούν ικανές να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις χρόνου και ποιότητας του Έργου.
- 5.2.4** Η απόρριψη ενός Προμηθευτή/Κατασκευαστή από την ΑΜ δεν δίδει στον Ανάδοχο δικαίωμα να εγείρει οποιεσδήποτε αξιώσεις.

## **6 ΠΑΡΟΧΗ, ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ**

### **6.1 Γενικά**

**6.1.1** Όλα τα υλικά και εξαρτήματα για την Σιδηροδρομική Επιδομή θα είναι καινούργια και χωρίς ελαττώματα.

**6.1.2** Πλήρεις τεχνικές λεπτομέρειες για όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα της Σιδηροδρομικής Επιδομής θα υποβληθούν στην ΑΜ για έγκριση. Η έγκριση της ΑΜ απαιτείται πριν παραγγελθεί οποιοδήποτε σχετικό υλικό και εξάρτημα.

### **6.2 Επιθεώρηση και δοκιμές**

**6.2.1** Τα υλικά και τα εξαρτήματα θα επιθεωρηθούν και θα δοκιμαστούν στα εργοστάσια παραγωγής τους, για να διαπιστωθεί η συμφωνία τους με τα σχετικά Πρότυπα, την παρούσα Προδιαγραφή, τις Προδιαγραφές Υλικών και Εργασιών και τις λεπτομέρειες που παρουσιάζονται στα εγκριμένα σχέδια και μελέτες.

**6.2.2** Ανεξαρτήτως της αρχικής αποδοχής των υλικών και εξαρτημάτων προς αποστολή στο Έργο, μετά από επιθεώρηση και έλεγχο, η ΑΜ διατηρεί το δικαίωμα να απορρίψει σε επόμενο στάδιο, οποιαδήποτε όμοια υλικά ή εξαρτήματα παρουσιάζουν ενδείξεις μη συμμόρφωσης προς τις Προδιαγραφές της Σύμβασης και τα εγκεκριμένα σχέδια, μη αποδεκτές αλλοιώσεις, γήρανση ή βλάβες. Οποιοδήποτε υλικό ή εξάρτημα απορριπτόμενο από την ΑΜ θα αντικαθίσταται από τον Ανάδοχο χωρίς πρόσθετο κόστος.

**6.2.3** Η κατασκευή και η προμήθεια των υλικών και εξαρτημάτων θα γίνεται στα πλαίσια του Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας του Έργου, του Προγράμματος Ποιότητας της Σιδηροδρομικής Επιδομής και του Σχεδίου Ελέγχων και Δοκιμών των εργοστασίων παραγωγής.

### **6.3 Πιστοποιητικά επιθεωρήσεων**

**6.3.1** Κανένα υλικό ή εξάρτημα δε θα χρησιμοποιηθεί στο Έργο, αν δε συνοδεύεται από σχετικά πιστοποιητικά ποιότητας, δοκιμών σε ανεξάρτητα διαπιστευμένα/κοινοποιημένα εργαστήρια και από τις εκθέσεις εργαστηριακών δοκιμών, όπου απαιτούνται.

### **6.4 Παραλαβή και Διαχείριση Υλικών**

**6.4.1** Ο Ανάδοχος θα κάνει τις απαιτούμενες ενέργειες για την παραλαβή όλων των υλικών και των εξαρτημάτων σε επαρκείς ποσότητες και με κατάλληλο προγραμματισμό, ώστε να είναι συμβατές με το χρονοδιάγραμμα κατασκευής της Σιδηροδρομικής Επιδομής.

**6.4.2** Τα υλικά και εξαρτήματα δε θα ετοιμάζονται προς αποστολή από το εργοστάσιο εάν δεν επιθεωρηθούν στα πλαίσια εργοστασιακών δοκιμών και γίνουν αποδεκτά από τη ΑΜ.

**6.4.3** Τα υλικά και εξαρτήματα θα υπόκεινται και σε νέα επιθεώρηση και αποδοχή στο εργοτάξιο, πριν ενσωματωθούν στο Έργο.

**6.4.4** Η διαχείριση των υλικών και εξαρτημάτων θα γίνεται σε κατάλληλες εγκαταστάσεις και με τον κατάλληλο εξοπλισμό, σύμφωνα με τις υποδείξεις και οδηγίες των κατασκευαστών ή των προμηθευτών τους.

- 6.4.5** Τα υλικά και εξαρτήματα θα προστατεύονται έναντι αλλοίωσης και φθοράς, θα έχουν συσκευασία και σήμανση, βάσει εγκριμένων μεθόδων και διαδικασιών.
- 6.4.6** Οποιοδήποτε υλικό ή εξάρτημα, που εμφανίζει σημεία μη αποδεκτής ζημιάς ή αλλοίωσης οφειλόμενης σε ακατάλληλο χειρισμό, θα απομακρυνθεί και αντικατασταθεί με ευθύνη του Αναδόχου.
- 6.5 Αποθήκευση**
- 6.5.1** Τα υλικά και εξαρτήματα θα αποθηκεύονται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να αποφεύγονται οι ζημιές, οι παραμορφώσεις και οι αλλοιώσεις και θα προστατεύονται πλήρως από τις κλιματολογικές συνθήκες της Αθήνας. Όπου απαιτείται από την ΑΜ ή βάσει συστάσεων του προμηθευτή, τα υλικά και εξαρτήματα θα αποθηκεύονται σε στεγασμένους χώρους. Σε αυτούς θα γίνουν κατάλληλες διαμορφώσεις, ώστε να προφυλάσσονται τα εύφλεκτα υλικά από πυρκαγιά.
- 6.5.2** Ο Ανάδοχος θα υποβάλει για έγκριση από την ΑΜ λεπτομέρειες των προτεινόμενων μεθόδων για την αποθήκευση των υλικών και εξαρτημάτων, τουλάχιστον ένα μήνα πριν την παράδοσή τους στο εργοτάξιο ή τους χώρους εργασίας.
- 6.5.3** Τα υλικά και τα εξαρτήματα θα αποθηκευτούν σύμφωνα με τις υποδείξεις και οδηγίες των κατασκευαστών ή προμηθευτών.
- 6.5.4** Υλικά που απαιτούν διαδικασία επιθεώρησης και αποδοχής από την ΑΜ θα αποθηκευτούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε η προσπέλαση σ' αυτά να είναι δυνατή στο σύνολό τους.

## 7 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

### 7.1 Γενικά

**7.1.1** Τα υλικά και εξαρτήματα της Σιδηροδρομικής Επιδομής, όταν μεταφερθούν στο χώρο εργασιών για τοποθέτηση και εγκατάσταση, πρέπει να είναι ελεύθερα από κάθε ελάττωμα, απαράδεκτη ζημιά ή αλλοίωση. Επίσης πρέπει να είναι ελεύθερα και καθαρά από σκουριά, κατάλοιπα σκουριάς εξέλασης, βρωμιά, λάδια, γράσο ή οποιαδήποτε άλλη βλαβερή ουσία.

**7.1.2** Τα υλικά και εξαρτήματα της Σιδηροδρομικής Επιδομής, όταν τοποθετηθούν, πρέπει να έχουν ακρίβεια στη συναρμολόγηση και σύνδεση μεταξύ τους σύμφωνα με τις Προδιαγραφές και τις εγκεκριμένες μελέτες. Κατά τη διάρκεια της συναρμολόγησης, όλες οι επιφάνειες σύνδεσης μεταξύ των εξαρτημάτων, πρέπει να είναι καθαρές και στεγνές.

### 7.2 Χάραξη και Πασσαλωση (setting out)

**7.2.1** Οι χαράξεις και πασσαλώσεις (εγκατάσταση σημείων ρύθμισης τροχιάς) της Σιδηροδρομικής Επιδομής θα συνδεθούν με το Δίκτυο Τριγωνισμού και Χωροστάθμισης του Έργου, όπως καθορίζεται στις σχετικές Προδιαγραφές της Σύμβασης.

**7.2.2** Οι οριζόντιες συντεταγμένες της χάραξης θα αναφέρονται στον άξονα της τροχιάς. Τα υψόμετρα σιδηροτροχιάς μίας καμπύλης τροχιάς με υπερυψώσεις θα αναφέρονται στην εσωτερική σιδηροτροχιά της καμπύλης.

**7.2.3** Ο Ανάδοχος θα εγκαθιδρύσει και διατηρήσει μόνιμα εγκεκριμένα σημεία αναφοράς σ' όλο το Έργο για την εγκατάσταση σημείων ρύθμισης τροχιάς και για τον έλεγχο της χάραξης της τροχιάς.

**7.2.4** Η ακριβής θέση όλων των χαρακτηριστικών σημείων της χάραξης της τροχιάς θα επισημανθεί καθαρά μέσω ειδικών τοπογραφικών δεικτών, μόνιμα εγκιβωτισμένων στη επιφανειακή στρώση της.

### 7.3 Εύρος τροχίας και Υπερύψωση

**7.3.1** Το εύρος τροχιάς θα μετρηθεί κάθετα στον άξονα της τροχιάς και 14mm κάτω από την Επιφάνεια Κύλισης Σιδηροτροχιάς (ToR), αναφερόμενη επίσης και σαν επιφάνεια κεφαλής σιδηροτροχιάς.

**7.3.2** Η υπερύψωση θα εφαρμοσθεί με ανύψωση της εξωτερικής σιδηροτροχιάς στις καμπύλες και διατήρησης της εσωτερικής σιδηροτροχιάς στην Επιφάνεια Κύλισης Σιδηροτροχιάς (ToR). Η υπερύψωση θα πραγματοποιηθεί γραμμικά σ' όλο το μήκος της σπειροειδούς καμπύλης συναρμογής. Η υπερύψωση θα μετρηθεί ως η διαφορά ύψους επιπέδων σε mm μεταξύ των επιφανειών κεφαλής των δύο σιδηροτροχιών και κάθετα στον άξονα της τροχιάς.

**7.3.3** Ο βαθμός αύξησης της υπερύψωσης θα εφαρμοσθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης της Σιδηροδρομικής Επιδομής.

### 7.4 Σιδηροτροχιές

**7.4.1** Το ελάχιστο μήκος οιασδήποτε σιδηροτροχιάς δε θα είναι μικρότερο των 6m, ενώ στις Αλλαγές/Διακλαδώσεις τροχιάς δεν θα είναι μικρότερο των 3,5m.

- 7.4.2** Όλα τα κοψίματα των σιδηροτροχιών θα επιτευχθούν με πριόνι αμφίδρομης κίνησης ή με λειαντικό δίσκο κοπής, σύμφωνα με τις οδηγίες του Κατασκευαστή των σιδηροτροχιών. Η συσκευή κοπής θα στηρίζεται σταθερά με σφιγκτήρες πάνω στη σιδηροτροχιά κατά την διαδικασία κοψίματος ώστε να εξασφαλισθεί κάθετη και γεωμετρικά ακριβής επιφάνεια τομής.
- 7.4.3** Τα άκρα των σιδηροτροχιών που πρόκειται να συγκολληθούν δε θα τρυπηθούν για αμφιδέτες ή για εκφόρτωση στο εργοτάξιο. Στις σιδηροτροχιές που προορίζονται για αρμό με αμφιδέτες δε θα υπάρχουν οπές πέραν αυτών που απαιτούνται για την τοποθέτηση των αμφιδετών.
- 7.4.4** Οι οπές στις σιδηροτροχιές θα ανοιχτούν σύμφωνα με τις οδηγίες του Κατασκευαστή των σιδηροτροχιών με ένα εγκεκριμένο οδηγό. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας τρυπήματος, η συσκευή τρυπήματος θα στηρίζεται σταθερά με σφιγκτήρες, πάνω στην σιδηροτροχιά, ώστε να εξασφαλισθεί μία κάθετη και γεωμετρικά ακριβής οπή.
- 7.4.5** Οι σιδηροτροχιές που πρόκειται να εγκατασταθούν σε καμπύλες με ακτίνα μικρότερη των 310m, θα υποστούν προ-καμπύλωση στα άκρα, σε μήκος 1500mm, για να αποκτήσουν μια κατάλληλη καμπυλότητα.
- 7.4.6** Σιδηροτροχιές που πρόκειται να εγκατασταθούν σε καμπύλες με ακτίνα  $\leq 150m$ , θα προκαμπυλωθούν στο εργοστάσιο, σε όλο τους το μήκος.
- 7.4.7** Η προκαμπύλωση των σιδηροτροχιών θα επιτευχθεί με ένα κατάλληλο για τον σκοπό αυτό υδραυλικό μηχάνημα κάμψεως σιδηροτροχιών, χωρίς την εφαρμογή θερμότητας. Η συσκευή και οι διαδικασίες θα εγκριθούν από την ΑΜ.
- 7.4.8** Στις τροχιές σε έρμα του Αμαξοστασίου, οι σιδηροτροχιές που πρόκειται να εγκατασταθούν σε μεγάλου μήκους καμπύλες ακτίνας  $\leq 150m$ , θα συγκολληθούν σε ζεύγη σιδηροτροχιών 18m, ώστε να σχηματιστούν μήκη που δε θα υπερβαίνουν τα 36m.
- 7.4.9** Όποιες σιδηροτροχιές απομακρυνθούν λόγω ελαττωμάτων, θα σημανθούν κατάλληλα σε όλο το μήκος του ελαττωματικού τμήματος, με σκοπό να εμποδιστεί η επαναχρησιμοποίησή τους.
- 7.4.10** Όλες οι ανωμαλίες στην μορφή της σιδηροτροχιάς και οι αιχμές που δημιουργήθηκαν στη σιδηροτροχιά κατά την διάρκεια του κοψίματος, του τρυπήματος ή της συγκόλλησης θα ομαλοποιηθούν με το τρόχισμα για να αποφευχθεί έναρξη ρωγμών.
- 7.5 Συγκολλημένοι αρμοί σιδηροτροχιάς**
- 7.5.1** Οι συγκολλημένοι αρμοί σιδηροτροχιάς θα γίνουν με αλουμινοθερμική ή με μετωπική αυτογενή κόλληση (flash butt), διαμορφωμένοι σύμφωνα με τις οδηγίες του προμηθευτή και όπως εγκρίθηκαν από την ΑΜ.
- 7.5.2** Οι συγκολλήσεις θα πρέπει να γίνονται από πιστοποιημένους τεχνίτες, σύμφωνα με το πρότυπο EN 14730-2 και έμπειρους στην τεχνική και την ειδική διαδικασία συγκόλλησης. Όλοι οι τεχνίτες που εκτελούν την εργασία θα είναι πιστοποιημένοι από ανεξάρτητο διαπιστευμένο φορέα ή τα ειδικά τμήματα πιστοποίησης των εργοστασίων παραγωγής των συγκολλήσεων. Τα πιστοποιητικά καταλληλότητας των συγκολλητών θα υποβληθούν για έγκριση από την ΑΜ.
- 7.5.3** Τα μήκη της σιδηροτροχιάς δε θα είναι μικρότερα των 6m μεταξύ κολλήσεων ή μεταξύ κόλλησης και μονωμένου/μη μονωμένου αρμού. Στις Αλλαγές/Διακλαδώσεις τροχιάς το αντίστοιχο μήκος δε θα είναι μικρότερο των 3,5m.
- 7.5.4** Η χρήση συγκόλλησης «μεγάλου εύρους», για την επιδιόρθωση τυχόν αστοχιών, απαγορεύεται αυστηρά, εκτός εάν έχει ζητηθεί γραπτώς απ τον Ανάδοχο για ειδικές περιπτώσεις και εγκριθεί επισήμως από την ΑΜ.



## 7.6 Αρμοί σιδηροτροχιών με αμφιδέτες

- 7.6.1** Στις συνηθισμένες ευθείες τροχιές οι αρμοί των σιδηροτροχιών με αμφιδέτες δεν πρέπει να τοποθετούνται σε εναλλασσόμενες θέσεις ή με απόκλιση κάθετη των σιδηροτροχιών μεγαλύτερη από 10mm. Για να ελαττωθεί η καταπόνηση της σιδηροτροχιάς, και ως εκ τούτου οι απαιτήσεις συντήρησης σε όλες τις απλές καμπύλες τροχιές, ακτίνας μικρότερης ή ίσης των 150m, οι μηχανικοί αρμοί με αμφιδέτες θα τοποθετούνται εναλλάξ ανά 9m.
- 7.6.2** Οι αμφιδέτες θα είναι προσωρινά τοποθετημένοι έως την ολοκλήρωση των εργασιών της ανύψωσης και πλήρωσης (ή εγκιβωτισμού) της κλίνης τροχιάς.
- 7.6.3** Όταν ολοκληρωθεί η τοποθέτηση του έρματος, οι αμφιδέτες πρέπει να βγουν και οι επιφάνειες των σιδηροτροχιών και των αμφιδετών πρέπει να βουρτσιστούν με συρμάτινη βούρτσα και να καλυφθούν με εγκεκριμένο λάδι. Με το λάδι θα λιπανθούν και οι κοχλίες των αμφιδετών και μετά θα γίνει η επανατοποθέτηση των αμφιδετών και των κοχλίων τους με την καθορισθείσα ροπή σύσφιξης.
- 7.6.4** Οι κοχλίες του αμφιδέτη πρέπει να τοποθετηθούν έτσι ώστε τα περικόχλια να βρίσκονται στην εξωτερική μεριά της τροχιάς.
- 7.6.5** Οι κοχλίες του αμφιδέτη πρέπει να βιδώνονται προοδευτικά και με τέτοια ακολουθία, ώστε να μην παραμορφωθούν ή υπερκαταποννηθούν τόσο οι αμφιδέτες όσο και οι σιδηροτροχιές.
- 7.6.6** Για τις διαστολές των σιδηροτροχιών πρέπει να τοποθετούνται στους αρμούς εγκεκριμένες μεταλλικές σφήνες μεταξύ των άκρων των σιδηροτροχιών. Οι σφήνες αυτές θα απομακρύνονται όταν σφίχτούν οι κοχλίες των αμφιδετών. Το εύρος των κενών στους αρμούς διαστολής θα πρέπει να εγκρίνεται από την ΑΜ.
- 7.6.7** Μαζί με την ρύθμιση του κενού για τις διαστολές της σιδηροτροχιάς και το σφίξιμο των κοχλίων των αμφιδετών, οι συνδέσεις επιστροφής ρεύματος έλξης, θα γίνουν με κόλληση στην εξωτερική πλευρά της τροχιάς στο σώμα της σιδηροτροχιάς. Οι συνδέσεις θα καταλαμβάνουν τμήμα σιδηροτροχιάς έως 20mm.
- 7.6.8** Όταν υπάρχουν αρμοί σιδηροτροχιάς με αμφιδέτες, η απόσταση των γειτονικών στρωτήρων στον αρμό θα ελαττωθεί σε μία ελάχιστη τιμή, με σκοπό να αντισταθμίσει την ελάττωση της ακαμψίας της σιδηροτροχιάς στην περιοχή των αρμών που οφείλεται στην ασυνέχεια της σιδηροτροχιάς. Η απόσταση των στρωτήρων δε θα είναι μεγαλύτερη των 550mm.

## 7.7 Κολλητοί μονωμένοι αρμοί σιδηροτροχιάς

- 7.7.1** Οι κολλητοί μονωμένοι αρμοί σιδηροτροχιών, σε απλή τροχιά με Συνεχώς Συγκολλημένη Σιδηροτροχιά, θα κατασκευάζονται στο συνεργείο, όπου θα χρησιμοποιούνται σιδηροτροχιές μήκους 12m ή μεγαλύτερου. Θα επιτραπεί στην μέθοδο μελέτης και κατασκευής των Αλλαγών ή προμήθεια προκατασκευασμένων στο εργοστάσιο κολλητών μονωμένων αρμών.
- 7.7.2** Ο αρμός θα γίνει με ένα κόψιμο της σιδηροτροχιάς, για να επιτευχθεί το ολικό μήκος της σιδηροτροχιάς, το οποίο απαιτείται από την ιδιαίτερη εγκατάσταση στην θέση αυτή, αλλά δε θα είναι λιγότερο των 6m από οποιοδήποτε άκρο της. Στην περίπτωση Αλλαγών/Διακλαδώσεων, αν η απόσταση των 6m, μεταξύ Κολλητού Μονωμένου Αρμού και οποιουδήποτε άλλου αρμού, δε μπορεί να επιτευχθεί, μετά από έγκριση από την ΑΜ, η απόσταση αυτή μπορεί να μειωθεί μέχρι το μήκος των 3,5m. Οι όψεις επαφής του κοψίματος θα απέχουν μεταξύ τους, όσο το ακραίο μονωτικό ένθετο.
- 7.7.3** Οι αποκλίσεις από τις καθορισμένες θέσεις των αρμών αυτών θα πρέπει να είναι συμβατές με το Σύστημα Σηματοδότησης και να εγκρίνονται από την ΑΜ.

**7.7.4** Οι αρμοί αυτοί θα πρέπει να συναρμολογούνται αυστηρά σύμφωνα με τα σχέδια, τις προδιαγραφές και τις οδηγίες του κατασκευαστή και θα εγκρίνονται από την ΑΜ.

### **7.8 Σύστημα βελόνων**

**7.8.1** Τα κινητά κομμάτια των βελόνων πρέπει να είναι σταθερά προσαρμοσμένα στις αντιβελόνες, μέχρις ότου οι βελόνες εγκατασταθούν οριστικά στη τροχιά.

**7.8.2** Όταν οι συνδετήριες ράβδοι έχουν τοποθετηθεί, οι βελόνες πρέπει:

- A. Να εφαρμόζουν ομοιόμορφα σε όλες τις πλάκες ολίσθησης.
- B. Να εφάπτονται με τη αντιβελόνη σε όλο το μήκος που απαιτείται και να εφαρμόζουν ομοιόμορφα σε όλους τους αποστάτες, όταν βρίσκονται στην κλειστή θέση.
- Γ. Να επιτυγχάνουν το προδιαγεγραμμένο άνοιγμα στην αιχμή τους και το προδιαγεγραμμένο διάκενο για τον όνυχα του τροχού, όταν βρίσκονται στην ανοιχτή θέση.

### **7.9 Συνεχώς Συγκολλημένες Σιδηροτροχιές (ΣΣΣ/CWR)**

**7.9.1** Οι Συνεχώς Συγκολλημένες Σιδηροτροχιές πρέπει να τοποθετούνται με τάνυση και επανατάνυση σύμφωνα με εγκεκριμένη μέθοδο.

**7.9.2** Τα όρια θερμοκρασιών τοποθέτησης των Συνεχώς Συγκολλημένων Σιδηροτροχιών πρέπει να εγκρίνονται από την ΑΜ.

**7.9.3** Οι Συνεχώς Συγκολλημένες Σιδηροτροχιές μπορεί αρχικά να συνδεθούν με θερμοκρασία εκτός των εγκεκριμένων ορίων. Στη συνέχεια, πρέπει οπωσδήποτε να αποσυναρμολογηθούν και επαναπροσδεθούν, με τρόπο που θα εγκριθεί από την ΑΜ, και σύμφωνα με τα όρια θερμοκρασιών της τελικής εγκατάστασης.

### **7.10 Συσσκευή αρμού διαστολής σιδηροτροχιών**

**7.10.1** Οι συσκευές αρμού διαστολής των σιδηροτροχιών πρέπει να τοποθετούνται με το σωστό διάκενο, για την αντίστοιχη θερμοκρασία κατά το χρόνο σύνδεσης των γειτονικών Συνεχώς Συγκολλημένων Σιδηροτροχιών, που πρέπει να προσδένονται μέσα στα όρια θερμοκρασίας που προδιαγράφονται.

**7.10.2** Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο ότι οι συσκευές αρμού διαστολής θα πρέπει να συναρμολογούνται και να τοποθετούνται σύμφωνα με τα εγκεκριμένα σχέδια. Πρέπει να σχετίζονται με την κατεύθυνση της κυκλοφορίας, και να τοποθετούνται σε εύρος τροχιάς όχι στενότερο από το εύρος της τροχιάς μπροστά από αυτές.

**7.10.3** Όλες οι επιφάνειες που ολισθαίνουν πρέπει να καλύπτονται με εγκεκριμένο λιπαντικό.

### **7.11 Σταθερότητα τροχιάς σε έρμα**

**7.11.1** Οι πλευρικές πλάκες αντίστασης στα άκρα των στρωτήρων θα τοποθετηθούν όπου έχει καθοριστεί, σε συμφωνία με τις λεπτομερείς απαιτήσεις της Παραγράφου 2.4.7.11 παραπάνω. Για να συμφωνούν με τις απαιτήσεις του ελέγχου των ρευμάτων διαφυγής, τα προσαρτήματα των στρωτήρων δε θα πλησιάζουν τις πλάκες έδρασης των σιδηροτροχιών ή τα στηρίγματα των αντιπροχιών/σιδηροτροχιών ελέγχου.

**7.11.2** Οι αγκυρώσεις της σιδηροτροχιάς για τον ερπυσμό θα εγκατασταθούν, όπου προδιαγράφεται, σύμφωνα με τις απαιτήσεις που αναφέρονται λεπτομερώς. Για να συμφωνούν με τις απαιτήσεις ελέγχου των ρευμάτων διαφυγής δεν πρέπει οποιοδήποτε τμήμα των αγκυρώσεων να έρχεται σε επαφή με το έρμα της τροχιάς.

Όλες οι αγκυρώσεις θα εγκατασταθούν στην εσωτερική πλευρά (ως προς την τροχιά) των σιδηροτροχιών.

**7.11.3** Όμοι έρματος (υπερυψωμένα πρηνή) θα προβλεφθούν σ' όλες τις θέσεις όπου η ακτίνα της καμπύλης τροχιάς είναι  $\leq 200\text{m}$ . Οι κύριες γραμμές σε έρμα θα κατασκευαστούν με συμπυκνωμένους ώμους έρματος που θα συμφωνούν με την Παράγραφο 2.4.6.7. Στα αμαξοστάσια θα εφαρμοσθούν τα ακόλουθα:

Τύπος Τροχιάς	Ακτίνα τροχιάς [m]	Πλάτος ώμου έρματος [mm]
Απλή τροχιά με στρωτήρες από σκυρόδεμα	<200	500
	<100	550
	<80	600
Απλή τροχιά με στρωτήρες σκληρού ξύλου	<200	550
	<100	600
	<80	650
Διακλαδώσεις	όλες	650

## 8 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΡΟΧΙΩΝ ΣΕ ΕΡΜΑ

### 8.1 Γενικά

- 8.1.1** Η προτεινόμενη από τον Ανάδοχο μεθοδολογία εργασίας που θα περιλαμβάνει λεπτομέρειες της συναρμολόγησης της Σιδηροδρομικής Επιδομής και της σταθεροποίησης της επιφάνειας του έρματος, θα υποβληθεί στην ΑΜ για έγκριση. Η μεθοδολογία κατασκευής των στρώσεων της υποδομής των τροχιών, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο Κεφ. "Κατασκευή Στρώσεων Υποδομής Τροχιών" των Προδιαγραφών Υλικών & Εργασιών Έργων Πολιτικού Μηχανικού, θα υποβληθεί στην ΑΜ για έγκριση. Η εγκατάσταση των τροχιών σε έρμα δε θα αρχίσει, πριν εγκριθούν οι προαναφερόμενες μεθοδολογίες.
- 8.1.2** Ο Ανάδοχος, κατά την κρίση της ΑΜ, θα κατασκευάσει και επιδείξει σε μήκος 36m τροχιάς, ολόκληρη ή τμήμα από την προτεινόμενη μέθοδο κατασκευής τροχιάς σε έρμα και θα τοποθετήσει την τροχιά σύμφωνα με τις καθορισμένες ανοχές.
- 8.1.3** Εν συνέχεια του παραπάνω δείγματος, ο Ανάδοχος θα βελτιώσει και τροποποιήσει τις αρχικά προταθείσες μεθόδους εγκατάστασης των τροχιών σε έρμα, όπου είναι αναγκαίο, με σκοπό να εγκαταστήσει την Σιδηροδρομική Επιδομή σε συμφωνία με τις προδιαγραφές της Σύμβασης και τις εγκεκριμένες Μελέτες.

### 8.2 Υποδομή τροχιάς και πρώτη στρώση έρματος

- 8.2.1** Αναλυτικά οι απαιτήσεις για την κατασκευή των στρώσεων της υποδομής της τροχιάς περιγράφονται στο Κεφ. "Κατασκευή Στρώσεων Υποδομής Τροχιών" των Προδιαγραφών Υλικών & Εργασιών Έργων Πολιτικού Μηχανικού. Ο Ανάδοχος δε θα καλύψει καμία στρώση υποδομής τροχιάς χωρίς την έγκριση της ΑΜ.
- 8.2.2** Η διαμόρφωση έδρασης, η υπόβαση, η βάση και η πρώτη στρώση έρματος θα στρώνονται και συμπυκνώνονται σε επίπεδα και με τις απαιτούμενες κλίσεις. Οχήματα δρόμου με ελαστικά δεν πρέπει να περάσουν πάνω από κανένα τελικό επίπεδο της διαμόρφωσης των στρώσεων, μέχρις ότου η επόμενη στρώση να έχει προσωρινά διαστρωθεί.
- 8.2.3** Η μέθοδος εργασίας του Ανάδοχου, για τοποθέτηση και διαμόρφωση στρώσεων υποδομής τροχιάς και πρώτης στρώσης έρματος, πρέπει να μη διαταράσσει τη διαμόρφωση των στρώσεων, το έρμα ή καταστρέφει φρεάτια επίσκεψης, αγωγούς ή καλυμμένες σωληνώσεις/καλωδιώσεις.
- 8.2.4** Η πρώτη στρώση έρματος θα τοποθετηθεί και συμπυκνωθεί σε επίπεδο 50mm πιο κάτω από το επίπεδο έδρασης των στρωτήρων και φορέων ή ξυλείας Αλλαγών που προβλέπει η μελέτη. Το υπόλοιπο του έρματος θα διανεμηθεί μετά την τοποθέτηση της τροχιάς.

### 8.3 Τοποθέτηση τροχιάς

- 8.3.1** Η τροχιά θα πρέπει να συναρμολογηθεί πλήρως στο απαιτούμενο επίπεδο, χάραξη και εύρος τροχιάς, σε σχέση με το τελικό επίπεδο της πρώτης στρώσης έρματος.
- 8.3.2** Οι στρωτήρες και οι φορείς ή η ξυλεία των Αλλαγών θα πρέπει να τοποθετηθούν στις μελετημένες θέσεις και αποστάσεις.
- 8.3.3** Οι στρωτήρες θα πρέπει να τοποθετηθούν κάθετα στον άξονα της τροχιάς με μέγιστη επιτρεπόμενη απόκλιση 10mm, μετρημένη κάθετα προς το εύρος της τροχιάς.

- 8.3.4** Η επιφανειακή στρώση του έρματος δε θα διανεμηθεί, μέχρις ότου έχει πλήρως συναρμολογηθεί η τροχιά.
- 8.4 Συμπύκνωση της επιφανειακής στρώσης του έρματος**
- 8.4.1** Η επιφανειακή στρώση του έρματος πρέπει να συμπυκνώνεται κάτω από τους στρωτήρες με δονητικά μηχανήματα (μπουρέζες), ικανά να πετύχουν τις καθορισμένες ανοχές της τροχιάς και κατάλληλα για το προδιαγεγραμμένο μέγεθος έρματος. Τα δονητικά μηχανήματα θα πρέπει να χειρίζονται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή τους.
- 8.4.2** Ο Ανάδοχος θα καθορίσει τις μεταβλητές δόνησης, που θα περιλαμβάνουν: ρυθμό προόδου, αριθμό περασμάτων, αριθμό διεισδύσεων ανά στρωτήρα ή ξύλινο φορέα, μήκος και αριθμός λεπίδων και συχνότητα δόνησης του μηχανήματος, ώστε να σταθεροποιείται ομοιόμορφα και ολοκληρωτικά το έρμα κατά τη διάρκεια της προρύθμισης και της τελικής ρύθμισης της τροχιάς, υψομετρικά και οριζοντιογραφικά.
- 8.4.3** Το έρμα στην απλή τροχιά πρέπει να συμπυκνώνεται ολοκληρωτικά για πλάτος 450mm και από τις δύο πλευρές των σιδηροτροχιών. Το έρμα κάτω από κάθε σιδηροτροχιά στερεωμένη σε στρωτήρες ή ξύλινους φορείς Αλλαγών θα πρέπει να δονείται ταυτόχρονα και από τις δύο πλευρές. Το έρμα κάτω από το κέντρο των στρωτήρων δε θα συμπυκνωθεί.
- 8.4.4** Το έρμα κάτω από τους ξύλινους φορείς Αλλαγής πρέπει να δονείται ομοιόμορφα κάτω από όλες τις σιδηροτροχιές.
- 8.4.5** Όταν χρησιμοποιούνται γρύλοι για να ανασηκώσουν τη τροχιά, πρέπει η τροχιά να στηρίζεται σε ικανοποιητικό αριθμό γρύλων, πολύ κοντά μεταξύ τους, ώστε να αποφεύγεται αδικαιολόγητη κάμψη της σιδηροτροχιάς ή παραμόρφωση στους αρμούς ή αλλαγή του σχήματος των διαφόρων τμημάτων των Αλλαγών. Όλες οι σιδηροτροχιές πρέπει να ανασηκώνονται συγχρόνως και κατά το δυνατόν ομοιόμορφα.
- 8.4.6** Οι στρωτήρες και οι ξύλινοι φορείς, που έχουν μετακινηθεί από τη θέση τους κατά τη διάρκεια της ανύψωσης, πρέπει να επαναφέρονται σε αυτήν.
- 8.4.7** Το Σύστημα Στερέωσης των Σιδηροτροχιών στις πλάκες έδρασης, που έχει χαλαρώσει κατά τη διάρκεια της ανύψωσης, πρέπει να επανατανύεται.
- 8.4.8** Όταν η τροχιά έχει τοποθετηθεί σωστά στον άξονα, με σωστό εύρος και υψόμετρο, και το έρμα κάτω από τους στρωτήρες και τους ξύλινους φορείς έχει σταθεροποιηθεί ολοκληρωτικά, τότε πρέπει να γίνει σταθεροποίηση του έρματος στα πρηνή και στις κλίσεις.
- 8.4.9** Το έρμα θα πρέπει να διαμορφώνεται σύμφωνα με τις διατομές που φαίνονται στα σχέδια. Το έρμα δεν πρέπει να πλησιάζει σε απόσταση μικρότερη από 20mm το κάτω μέρος των σιδηροτροχιών.
- 8.4.10** Τα υπερυψωμένα πρηνή (ώμοι) του έρματος θα προβλεφθούν σε θέσεις στο αμαξοστάσιο, όπου η ακτίνα της τροχιάς είναι μικρότερη ή ίση από 200m, όπως περιγράφεται παραπάνω.
- 8.4.11** Οι σιδηροτροχιές, οι προσηλώσεις και οι άνω επιφάνειες των στρωτήρων και των ξύλινων φορέων πρέπει να καθαρίζονται από περιττό έρμα, σκόνη και βλαβερά υλικά στο τέλος των εργασιών.

## 9 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΗΜΕΝΩΝ ΤΡΟΧΙΩΝ

- 9.1 Ο Ανάδοχος θα ελέγξει παρουσία εκπροσώπων της ΑΜ τις εγκατεστημένες τροχιές, σύμφωνα με τις εγκεκριμένες μεθοδολογίες εργασίας και ελέγχου του Προγράμματος Ποιότητας Έργου και με διακριβωμένα όργανα και εξοπλισμό. Οι έλεγχοι θα γίνονται σε τακτά διαστήματα κατά την πρόοδο των εργασιών και θα τηρούνται πλήρη στοιχεία, που θα παρέχονται στην ΑΜ και θα αποδεικνύουν ότι η εγκατεστημένη τροχιά συμφωνεί με τις Προδιαγραφές της Σύμβασης.
- 9.2 Η παρουσία των εκπροσώπων της ΑΜ δεν απαλλάσσει τον Ανάδοχο από τις συμβατικές υποχρεώσεις του, σε περίπτωση εμφάνισης ελαττωμάτων, ατελειών ή κακοτεχνιών του ελεγχόμενου συστήματος τροχιών.
- 9.3 Για την Παραλαβή Εγκατεστημένων Τροχιών θα πρέπει να ικανοποιείται η Προδιαγραφή Υλικών και Εργασιών της ΑΜ.

## 10 ΑΝΤΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΣΕ ΕΦΕΔΡΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΕΠΙΔΟΜΗ

Θα πρέπει να προβλεφθεί ικανός αριθμός ανταλλακτικών για εφεδρεία, ώστε να εξασφαλισθεί η διαθεσιμότητα για την Σιδηροδρομική Επιδομή και η ασφαλής κι αξιόπιστη λειτουργία του Τραμ. Ο Ανάδοχος θα προμηθεύσει αναλώσιμα ανταλλακτικά και σημαντικά ανταλλακτικά εφεδρείας, για τα συστήματα Σιδηροδρομικής Επιδομής, όπως απαιτείται από τις Γενικές Προδιαγραφές. Στην αρχή της περιόδου εγγύησης και στο τέλος της περιόδου αυτής, μετά από κανονική φθορά και αντικατάσταση, η ΑΜ θα έχει ως εφεδρεία (“αποθήκη”) ανταλλακτικά τεμάχια ποσότητας τουλάχιστον 1% αυτής των εγκατεστημένων. Σε καμιά περίπτωση στο τέλος της περιόδου εγγύησης δε θα υπάρχει λιγότερο από ένα τεμάχιο για κάθε εξάρτημα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α : ΧΑΡΑΞΗ ΤΡΟΧΙΟΔΡΟΜΟΥ - ΠΡΟΤΥΠΑ ΧΑΡΑΞΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ

### 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν τεύχος προδιαγραφών περιλαμβάνει τις απαιτήσεις που θα ληφθούν υπόψη στην εκπόνηση της μελέτης χάραξης του τροχιοδρόμου.

### 2 ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η χάραξη των τροχιών πρέπει να μελετηθεί για τις παρακάτω μέγιστες ονομαστικές ταχύτητες κίνησης.

Ταχύτητες Λειτουργίας σε Κύρια Γραμμή	
Σε αποκλειστικό διάδρομο	70km/h
Σε διαμόρφωση αστικής οδού	50km/h
Σε πεζόδρομους	40km/h

### 3 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Οπουδήποτε είναι εφαρμόσιμο, η Αττικό Μετρό ΑΕ (ΑΜ) έχει καθορίσει τρεις διαφορετικές ομάδες τιμών, σε σχέση με τις διάφορες παραμέτρους της χάραξης τροχιάς:

- Οι *Προτιμώμενες* τιμές, οι οποίες κρίνεται ότι παρέχουν καλή άνεση επιβατών, συνδυαζόμενη με υψηλότερες ταχύτητες λειτουργίας. Οι τιμές αυτές θα επιλέγονται οποτεδήποτε είναι εφαρμόσιμες.
- Οι *Αποδεκτές* τιμές, οι οποίες θα μπορούσαν να επιτευχθούν με μία χαλάρωση ορισμένων παραμέτρων λειτουργίας, όπως η άνεση των επιβατών και/ή ταχύτητα λειτουργίας, σε συγκεκριμένο τμήμα της χάραξης. Η ΑΜ θα επιτρέψει στον Ανάδοχο/Μελετητή την επιλογή αποδεκτών (αντί προτιμώμενων) τιμών, για κάποιες παραμέτρους της χάραξης τροχιάς, κατόπιν διεξαγωγής και υποβολής από τον Ανάδοχο/Μελετητή, πλήρους μελέτης χάραξης, όπου θα αποδεικνύεται ότι οι Προτιμώμενες τιμές δε μπορούν να επιτευχθούν.
- Οι *Απόλυτες* τιμές, είναι οι τιμές με τις οποίες οι συνθήκες λειτουργίας των οχημάτων δε μπορούν να χαρακτηρισθούν ευνοϊκές. Η χρήση των απόλυτων τιμών θα γίνει μόνο μετά από έγκριση της ΑΜ και κατόπιν διεξαγωγής και υποβολής, από τον Ανάδοχο/Μελετητή, πλήρους μελέτης χάραξης, όπου θα αποδεικνύεται, με επαρκή αιτιολόγηση, ότι οι Αποδεκτές τιμές δε μπορούν να επιτευχθούν και υπό την προϋπόθεση ότι θα έχουν διερευνηθεί πλήρως εναλλακτικές λύσεις. Επιπλέον, η επιλογή τους δεν πρέπει να παραβιάζει κανένα κανόνα ασφαλείας.

### 4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

#### 4.1 Οριζοντιογραφία – κυκλικές καμπύλες

Οι κυκλικές καμπύλες που εφαρμόζονται στη χάραξη θα έχουν τις ακόλουθες ελάχιστες τιμές ακτίνας:

Ελάχιστες Ακτίνες σε Κυκλικές Καμπύλες			
	Προτιμώμενες Τιμές	Αποδεκτές Τιμές	Απόλυτες Τιμές
Τροχιές λειτουργίας	-	50m	25m
Αμαξοστάσια	-	25m	20m
Αποβάθρες Στάσεων	R=∞	-	500m

Το ελάχιστο μήκος κυκλικού τόξου υπολογίζεται ως εξής:

$$L_c = 0.4 * V$$

όπου:  $L_c$  μήκος κυκλικού τόξου [m]  
 $V$  ταχύτητα [km/h]

Με εφαρμογή του παραπάνω τύπου, για μέγιστη ταχύτητα λειτουργίας 70km/h, θα είναι:

$$L_c \approx 30m$$

Στις οριζόντιες καμπύλες θα εφαρμοσθούν οι ακόλουθοι ορισμοί:

- Η θετική (+) οριζόντια καμπύλη θα στρέφεται προς την κατεύθυνση των δεικτών του ρολογιού με αναφορά στην κατεύθυνση κίνησης του οχήματος.
- Η αρνητική (-) οριζόντια καμπύλη θα στρέφεται αντίθετα προς την κατεύθυνση των δεικτών του ρολογιού με αναφορά στην κατεύθυνση κίνησης του οχήματος.

#### 4.2 Πλευρική επιτάχυνση σε καμπύλες

Κατά την κίνηση του οχήματος από ευθεία τροχιά σε καμπύλη, δημιουργείται πλευρική επιτάχυνση που μειώνει το αίσθημα άνεσης των επιβατών και δημιουργεί φυγόκεντρες δυνάμεις, που ασκούνται στο όχημα. Με σκοπό τη μερική ισοστάθμιση της προηγούμενης δύναμης, εφαρμόζεται επίκλιση στην τροχιά, μεταβάλλοντας τις υψομετρικές θέσεις μίας ή και των δύο σιδηροτροχιών. Η διαφορά υψομέτρου των δύο σιδηροτροχιών καλείται εφαρμοσμένη υπερύψωση τροχιάς.

Για κυκλικό τόξο ακτίνας R, η παραπάνω αναπτυσσόμενη πλευρική επιτάχυνση  $a_q$  (στο όχημα και στους επιβάτες) είναι ίση με:

$$a_q = \frac{11.8 \times V^2}{R} - E$$

όπου:  $a_q$  πλευρική επιτάχυνση [ $m/s^2$ ]  
 $V$  ταχύτητα [km/h]  
 $R$  ακτίνα κυκλικού τόξου [m]  
 $E$  εφαρμοσμένη υπερύψωση της τροχιάς [mm], που εφεξής θα αποκαλείται απλά "υπερύψωση"

Για λόγους άνεσης η πλευρική επιτάχυνση  $a_q$  δεν πρέπει να ξεπερνά τα  $0,65m/s^2$ . Η ΑΜ σε κρίσιμα τμήματα αποδέχεται και πλευρική επιτάχυνση της τάξεως των  $0,98m/s^2$ . Συνεπώς, για πλευρική επιτάχυνση  $0,98m/s^2$ , σε κρίσιμα τμήματα, υπολογίζεται η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα ως εξής:

$$V_{max} = \sqrt{\frac{R \times (153 * 0.98 + E)}{11.8}} = \sqrt{\frac{R \times (150 + E)}{11.8}} \quad [km/h]$$



#### 4.3 Οριζοντιογραφία – καμπύλες συναρμογής

Οι κυκλικές καμπύλες (εκτός από εκείνες των Αλλαγών/Διακλαδώσεων και εκείνες με μεγάλη ακτίνα), συνδέονται με την ευθύγραμμη τροχιά μέσω κλωθοειδών ελικοειδών καμπυλών συναρμογής, όπου η ακτίνα είναι αντιστρόφως ανάλογη με την απόσταση κατά μήκος της καμπύλης.

Η διαφορά των πλευρικών επιταχύνσεων  $\Delta a_q$ , κατά τη μετάβαση από την ευθυγραμμία σε καμπύλο τμήμα, δεν πρέπει να ξεπερνά, για λόγους άνεσης, το  $c_{max}=0,65m/s^2$

Υπολογισμός της  $\Delta a_q$ :

- Μετάβαση από καμπύλη σε ευθεία κι αντίστροφα:  $\Delta a_q=0,65m/s^2$
- Διαδοχικές 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:

$$L_u \geq \frac{V \times \Delta a_q}{2.4} \quad [m]$$

Εφόσον εφαρμόζεται υπερύψωση σε μια καμπύλη, το μήκος της καμπύλης συναρμογής συμπίπτει με το μήκος στο οποίο μεταβάλλεται η υπερύψωση. Επίσης ισχύει για μια κλωθοειδή η ακόλουθη σχέση:

$$A^2 = R \times L_u$$

όπου:            A        σταθερά της κλωθοειδούς [m]  
                     R        ακτίνα κυκλικού τόξου [m]  
                     L<sub>u</sub>     μήκος κλωθοειδούς [m]

Σε περιπτώσεις σύνδεσης αντίρροπων κυκλικών τόξων, όταν παρεμβάλλονται δύο καμπύλες συναρμογής, θα πρέπει μεταξύ των κλωθοειδών να παρεμβάλλεται ευθυγραμμία με προτιμώμενο ελάχιστο μήκος:

$$L_s \geq 0,4 * V$$

όπου:            L<sub>s</sub>     μήκος του ευθύγραμμου τμήματος [m]  
                     V        ταχύτητα [km/h]

Το αποδεκτό όριο του ελάχιστου μήκους θα είναι:

$$L_s \geq 11m$$

Σε απόλυτη περίπτωση που δε μπορεί να ακολουθηθεί το παραπάνω όριο, τότε οι δύο αντίρροπες καμπύλες συναρμογής μπορούν να είναι ακόμα και συνεχείς, με δεδομένο ότι έχουν τον ίδιο (κατά μήκος) ρυθμό μεταβολής της υπερύψωσης (βλ. παράγραφο “Υπερύψωση Τροχιάς”).

#### 4.4 Οριζοντιογραφία – Καμπύλες χωρίς συναρμογή

Εάν, για διάφορους λόγους, η εφαρμογή κλωθοειδούς δεν είναι δυνατή μεταξύ δυο κυκλικών τόξων με ακτίνες R<sub>1</sub> και R<sub>2</sub> [m], τότε ακολουθείται η αρχή της «εικονικής συναρμογής» (*virtual transition*), όπου θεωρείται ότι για το μήκος “x” του ευθύγραμμου τμήματος -που ενδεχομένως συνδέει τις δύο καμπύλες- η μεταβολή της πλευρικής επιτάχυνσης πραγματοποιείται μέσα σε διάστημα L+x, όπου “L” η

απόσταση μεταξύ των κέντρων δυο διαδοχικών φορείων του οχήματος. Στην περίπτωση αυτή επικρατεί το κριτήριο της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής τινάγματος (jerk), όπου Τίναγμα ( $J$  [ $m/s^3$ ]) ορίζεται η παράγωγος της πλευρικής επιτάχυνσης ως προς το χρόνο.

Πρακτικά, τίναγμα είναι ο ρυθμός αύξησης της πλευρικής επιτάχυνσης, που γίνεται αντιληπτή από τους επιβάτες ενός οχήματος, όταν αυτό μεταβαίνει από μία οριζόντια κυκλική καμπύλη ακτίνας  $R_1$  σε μία άλλη οριζόντια κυκλική καμπύλη ακτίνας  $R_2$  (με  $R_2 < R_1$ ), χωρίς την χρησιμοποίηση ενδιάμεσης καμπύλης συναρμογής. Το τίναγμα δίνεται από τον τύπο:

- με  $x < L$ :

$$J = \frac{V^3}{3 \cdot 6^3 \cdot (L + x)} * \left( \frac{1}{R_2} \pm \frac{1}{R_1} \right)$$

- με  $x \geq L$ :

$$J = \frac{V^3}{3 \cdot 6^3 \cdot L} * \left( \frac{1}{R_2} \pm \frac{1}{R_1} \right)$$

με το θετικό πρόσημο να χρησιμοποιείται σε αντίρροπες καμπύλες και το αντίστροφο.

όπου:	J	τίναγμα [ $m/s^3$ ]
	V	ταχύτητα του οχήματος [ $km/h$ ]
	$R_1$	ακτίνα της πρώτης καμπύλης [ $m$ ]
	$R_2$	ακτίνα της δεύτερης καμπύλης [ $m$ ]
	x	το μήκος ευθύγραμμου τμήματος, που μπορεί να υπάρχει μεταξύ των δύο κυκλικών καμπυλών [ $m$ ]
	L	η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των κέντρων δυο διαδοχικών φορείων του οχήματος [ $m$ ]

Στην περίπτωση των οχημάτων τραμ της Αθήνας, λαμβάνεται  $L=11m$ , ενώ ως μέγιστη τιμή του τινάγματος, σε σιδηροδρομικά οχήματα χαμηλών ταχυτήτων, μπορεί να θεωρηθούν τα  $0,6m/s^3$ .

Για απευθείας σύνδεση παρακείμενων κυκλικών τόξων, χωρίς παρεμβαλλόμενο ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ τους ( $x=0$ ), και εφαρμογή των προηγούμενων τιμών στον πρώτο από τους παραπάνω τύπους, προκύπτει η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα μετάβασης από την καμπύλη ακτίνας  $R_1$  στην καμπύλη ακτίνας  $R_2$ :

$$V_{max} = 6,8 \times \sqrt[3]{\frac{R_1 \times R_2}{R_1 \pm R_2}} \quad [km/h]$$

με το θετικό πρόσημο να χρησιμοποιείται σε αντίρροπες καμπύλες και το αντίστροφο.

Στην περίπτωση που έχουμε διαδοχή ευθείας τροχιάς με κυκλική καμπύλη (δηλαδή  $x \geq L$ ) που έχει ακτίνα  $R_2$ , τότε θεωρώντας  $R_1 = \infty$ , στο δεύτερο από τους παραπάνω τύπους υπολογισμού του τινάγματος, η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα προκύπτει:

$$V_{max} = 6,8 \times \sqrt[3]{R_2} \quad [km/h]$$

Για τους παραπάνω λόγους και με σκοπό την ελαχιστοποίηση της επίδρασης της πλευρικής επιτάχυνσης στους επιβάτες, η αποδεκτή τιμή της απόστασης μεταξύ δυο διαδοχικών κυκλικών καμπυλών δεν επιτρέπεται να είναι μικρότερη από 11m.

$$L_s \geq 11m$$

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

#### 4.5 Υπερύψωση τροχιάς

Για την εξισορρόπηση των πλευρικών επιταχύνσεων απαιτείται η εφαρμογή υπερύψωσης στα καμπύλα τμήματα της χάραξης. Η υπερύψωση εφαρμόζεται με υψομετρική μετατόπιση της μίας ή και των δύο σιδηροτροχιών και εξαρτάται από την ταχύτητα του οχήματος. Η *θεωρητική τιμή της* δίνεται από τον τύπο:

$$E + D = 11,8 \times \frac{V^2}{R}$$

όπου: E (εφαρμοσμένη) υπερύψωση της τροχιάς [mm]  
D ανεπάρκεια υπερύψωσης  
V ταχύτητα [km/h]  
R ακτίνα κυκλικού τόξου [m]

Η ανεπάρκεια υπερύψωσης είναι ένα τμήμα της θεωρητικής τιμής υπερύψωσης (για δεδομένη ταχύτητα και ακτίνα κυκλικού τόξου), που δεν εφαρμόζεται στη χάραξη της τροχιάς με σκοπό τη διατήρηση της ομαλότερης πορείας των οχημάτων. Είναι προφανές ότι στην εναπομείνουσα μη εφαρμοσμένη τιμή της θεωρητικής υπερύψωσης (δηλ. την ανεπάρκεια υπερύψωσης) οφείλονται και οι πλευρικές επιταχύνσεις που νοιώθουν οι επιβάτες κατά τη διέλευση από καμπύλη με τη θεωρητική τιμή ταχύτητας.

Η προτιμώμενη τιμή υπερύψωσης  $E_{reg}$  δεν πρέπει να οδηγεί σε πλευρικές επιταχύνσεις μεγαλύτερες από  $a_q \approx 0,2 \text{ m/s}^2$ . Έτσι, από τον τύπο που δίνεται η πλευρική επιτάχυνση προκύπτει:

$$E_{reg} = \frac{11,8 \times V^2}{R} - 153 \times a_q = \frac{11,8 \times V^2}{R} - 153 \times 0,2 = \frac{11,8 \times V^2}{R} - 30 \text{ [mm]}$$

και έτσι προκύπτει ότι η ανεπάρκεια υπερύψωσης για αυτή την τιμή πλευρικής επιτάχυνσης είναι  $D_{reg} = 30 \text{ mm}$

Η αποδεκτή τιμή υπερύψωσης, που οδηγεί σε πλευρικές επιταχύνσεις ίσες με  $a_q = 0,65 \text{ m/s}^2$ , δίδεται από την σχέση:

$$E_{acc} = \frac{11,8 \times V^2}{R} - 153 \times 0,65 = \frac{11,8 \times V^2}{R} - 100 \text{ [mm]}$$

και αντίστοιχα θα είναι  $D_{acc} = 100 \text{ mm}$

Η ΑΜ αποδέχεται, σε κρίσιμα μόνο τμήματα, ως απόλυτη τιμή υπερύψωσης εκείνη που οδηγεί σε πλευρικές επιταχύνσεις  $a_q = 0,98 \text{ m/s}^2$  και υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$E_{lim} = \frac{11,8 \times V^2}{R} - 153 \times 0,98 = \frac{11,8 \times V^2}{R} - 150 \text{ [mm]}$$

ενώ θα έχουμε  $D_{lim} = 150 \text{ mm}$

όπου: V ταχύτητα [km/h]  
R ακτίνα κυκλικού τόξου [m]

Επιπλέον, τονίζεται ότι η μέγιστη επιτρεπόμενη υπερύψωση είναι 150mm, ενώ η μέγιστη ανεπάρκεια υπερύψωσης είναι 100mm. Ελάχιστη τιμή ανεπάρκεια υπερύψωσης ορίζονται τα 30mm.

Στις στάσεις, η υπερύψωση πρέπει να είναι μηδενική, ενώ στα υπόλοιπα σημεία του δικτύου θα εφαρμόζεται κατά τον βέλτιστο τρόπο σε σχέση με την ταχύτητα λειτουργίας, τη διέλευση οδών από τον τροχιόδρομο και τις απαιτήσεις αποστράγγισης των όμβριων υδάτων.

Η υπερύψωση στις ισόπεδες διασταυρώσεις δεν πρέπει να ξεπερνά τα 30mm.

Για λόγους ευκολίας της κατασκευής, οι τιμές της υπερύψωσης στρογγυλεύονται σε πολλαπλάσια του ακέραιου αριθμού 5.

Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει συνοπτικά τις ταχύτητες που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες τιμές ακτινών, πλευρικών επιταχύνσεων και υπερύψωσης.

Επιτρεπόμενες Τιμές Ταχυτήτων κατά μήκος καμπύλης τροχιάς												
R [m]	E=0 [mm]			E=50 [mm]			E=100 [mm]			E=150 [mm]		
	a <sub>q</sub> [m/s <sup>2</sup> ]			a <sub>q</sub> [m/s <sup>2</sup> ]			a <sub>q</sub> [m/s <sup>2</sup> ]			a <sub>q</sub> [m/s <sup>2</sup> ]		
	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	16	21	24	20	24	27	23	27	30
50	11	21	25	19	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	70
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
500	36	65	80	59	80	92	74	92	103	88	103	113

#### 4.6 Οριζοντιογραφία – Τμήμα μεταβολής της υπερύψωσης τροχιάς

Κατά τη μετάβαση από ένα τμήμα χωρίς υπερύψωση σε ένα άλλο τμήμα με υπερύψωση ή από ένα τμήμα σε άλλο με διαφορετικές τιμές υπερυψώσεων μεταξύ τους, απαιτείται να παρεμβληθεί ένα τμήμα όπου λαμβάνει χώρα η μεταβολή της υπερύψωσης. Σαν τέτοιο τμήμα, κατά μήκος του οποίου εφαρμόζεται η υπερύψωση, επιλέγεται η καμπύλη συναρμογής, που κατά κανόνα είναι κλωθοειδής καμπύλη. Η μεταβολή της υπερύψωσης και της ανεπάρκειας υπερύψωσης, ως προς την απόσταση, εντός της καμπύλης συναρμογής, πρέπει να περιορισθεί σε ένα μέγιστο αποδεκτό -για την ανάρτηση του οχήματος- βαθμό. Αυτή η μεταβολή θα πρέπει να έχει προτιμώμενο όριο το 1/400.

Το μήκος του τμήματος όπου γίνεται η μεταβολή της υπερύψωσης προσδιορίζεται από τον τύπο:

$$L_R = m \times \frac{E}{1000}$$

όπου:  $L_R$  Μήκος τμήματος μεταβολής της υπερύψωσης [m]  
 $E$  υπερύψωση της τροχιάς [mm]  
 $1/m$  ρυθμός μεταβολής της υπερύψωσης ως προς την απόσταση

Η αποδεκτή τιμή του ρυθμού μεταβολής της υπερύψωσης, ως προς την απόσταση, ισούται με:

$$1/m = \frac{1}{10 \times V}$$

όπου:  $V$  μέγιστη ταχύτητα λειτουργίας [km/h]

Η απόλυτη μέγιστη τιμή του ρυθμού μεταβολής της υπερύψωσης, ως προς την απόσταση, ισούται με:

$$1/m = \frac{1}{6 \times V}$$

Τέλος, η απόλυτη τιμή του ρυθμού μεταβολής της υπερύψωσης δεν πρέπει να εφαρμόζεται στα άκρα των σταθμών και των στάσεων. Ρυθμός μεταβολής μεγαλύτερος από 1/300 δεν επιτρέπεται.

Όλα τα παραπάνω ισχύουν και για το ρυθμό μεταβολής της ανεπάρκειας υπερύψωσης.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίδεται, με βάση τους παραπάνω τύπους και για διαφορετικές ταχύτητες και υπερυψώσεις, το απαιτούμενο μήκος μεταβολής της υπερύψωσης:

V [km/h]	L <sub>R</sub> [m]					
	E=50 [mm]		E=100 [mm]		E=150 [mm]	
	προτιμώμενη τιμή	απόλυτη τιμή	προτιμώμενη τιμή	απόλυτη τιμή	προτιμώμενη τιμή	απόλυτη τιμή
25	13	8	25	15	38	23
30	15	9	30	18	45	27
35	18	11	35	21	53	32
40	20	12	40	24	60	36
45	23	14	45	27	68	41
50	25	15	50	30	75	45
55	28	17	55	33	83	50
60	30	18	60	36	90	54
65	33	20	65	39	98	59
70	35	21	70	42	105	63
75	38	23	75	45	113	68
80	40	24	80	48	120	72

#### 4.7 Μηκοτομή – κατά μήκος κλίσεις & κατακόρυφες καμπύλες

Η προτιμώμενη μέγιστη κατά μήκος κλίση του τροχιοδρόμου θα είναι 4%, ενώ η απόλυτη μέγιστη κλίση για περιορισμένο μήκος μπορεί να φθάσει και το 9%. Είναι προτιμώμενο η τελευταία τιμή να αποφεύγεται, εφόσον αυτό δύναται να επιτευχθεί χωρίς σημαντική αύξηση του κόστους.

Στις στάσεις η μέγιστη αποδεκτή τιμή της κατά μήκος κλίσης θα είναι 4,0%.

Οι τροχιές έκτακτης ανάγκης συνίσταται να χωροθετούνται σε σημεία με μέγιστη κλίση 0,3%.

Σε αμαξοστάσια, οι τροχιές ελιγμών πρέπει να είναι, κατά προτίμηση, επίπεδες, αλλά μπορούν να έχουν απόλυτη μέγιστη κλίση της τάξεως του 0,2%, αν αυτό είναι απαραίτητο.

Για τις κατά μήκος κλίσεις, θα ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί:

- Η θετική (+) κατά μήκος κλίση είναι ανηφορική προς την κατεύθυνση της κανονικής κυκλοφορίας.

- Η αρνητική (-) κατά μήκος κλίση είναι κατηφορική προς την κατεύθυνση της κανονικής κυκλοφορίας.

Όταν η διαφορά των τιμών των κατά μήκος κλίσεων δύο συνεχόμενων τμημάτων τροχιοδρόμου είναι  $\Delta_i \geq 0,1\%$ , τότε αυτά θα πρέπει να συνδεθούν μέσω κατακόρυφης καμπύλης.

Ως ελάχιστο μήκος της κατακόρυφης καμπύλης θα τίθεται η τιμή:

$$L_a \geq 20m$$

Η ελάχιστη ακτίνα κατακόρυφης καμπύλης θα είναι:

$$K_v = 0.4 * V$$

όπου:  $K_v$  ελάχιστη ακτίνα κατακόρυφης καμπύλης [m]  
 $V$  μέγιστη ταχύτητα λειτουργίας [km/h]

Επιπλέον, η απόλυτη ελάχιστη ακτίνα των κατακόρυφων καμπυλών θα είναι 650m.

Οι Διακλαδώσεις τροχιών θα βρίσκονται κατά προτίμηση σε σταθερή κατακόρυφη κλίση και σε ελάχιστη απόσταση 11m από άκρο παρακείμενης κατακόρυφης καμπύλης. Διακλάδωση τροχιών επιτρέπεται να βρίσκεται εντός κατακόρυφης καμπύλης, εφόσον η τελευταία έχει ελάχιστη ακτίνα 5000m.

Οι κατακόρυφες καμπύλες δεν πρέπει να συμπίπτουν με οριζοντιογραφικές καμπύλες συναρμογής. Κατακόρυφες καμπύλες επιτρέπονται κατά μήκος καμπυλών συναρμογής, υπό τον όρο ότι η ακτίνα της κατακόρυφης καμπύλης δεν είναι μικρότερη από 5000m.

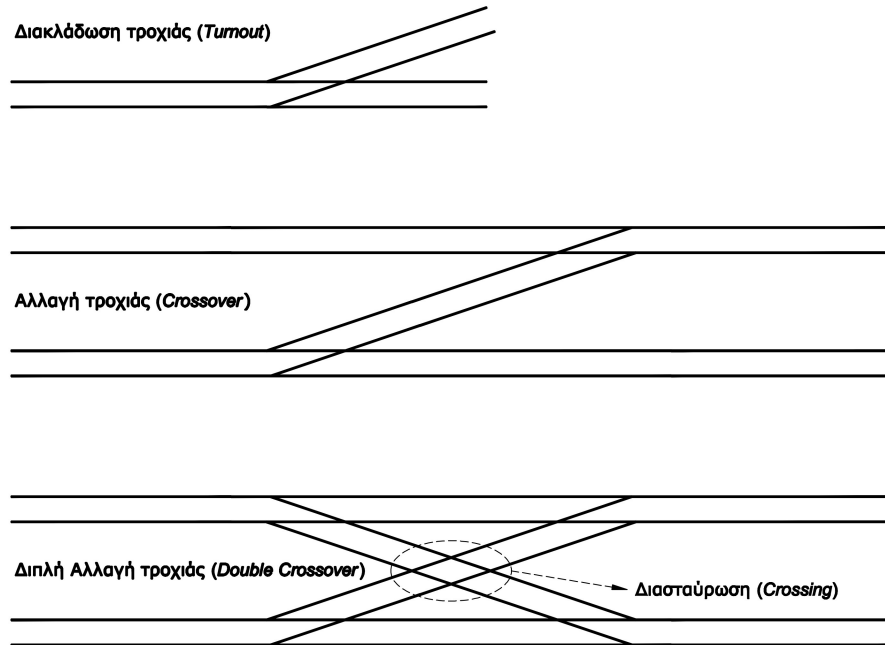
Οι ακόλουθοι ορισμοί θα ισχύουν για κατακόρυφες καμπύλες:

- Η θετική (+) κατακόρυφη καμπύλη είναι κυρτή.
- Η αρνητική (-) κατακόρυφη καμπύλη είναι κοίλη.

#### 4.8 Διακλαδώσεις και Αλλαγές τροχιών

*Διακλάδωση Τροχιάς (turnout)* είναι η συσκευή γραμμής που επιτρέπει τη μετάβαση των οχημάτων από την τρέχουσα τροχιά κυκλοφορίας (κύριος κλάδος της Διακλάδωσης) σε διαφορετική τροχιά (κλάδος εκτροπής της Διακλάδωσης με τη συνέχειά του). Είναι προφανές ότι οι Διακλαδώσεις είναι αριστερόστροφες ή δεξιόστροφες, ανάλογα με την πλευρά που κείται ο κλάδος εκτροπής τους. Επιπλέον, υφίστανται συμμετρικές Διακλαδώσεις, όπου δεν έχουμε κύριο κλάδο, αλλά δύο κλάδους εκτροπής αντίθετης -μεταξύ τους- κατεύθυνσης.

Στις περιπτώσεις που οι κλάδοι εκτροπής δύο ομόροπων Διακλαδώσεων συνδέονται απευθείας, το όχημα που θα τους ακολουθήσει οδηγείται από την μία τροχιά στην άλλη. Αυτός ο συνδυασμός εγκατάστασης δύο Διακλαδώσεων ονομάζεται *Αλλαγή Τροχιάς (crossover)*, ενώ στην περίπτωση που δύο Αλλαγές τροχιάς συνυπάρχουν στην ίδια περιοχή, με τα ζεύγη των κλάδων εκτροπής τους να διασταυρώνονται, τότε πρόκειται για μία *Διπλή Αλλαγή Τροχιάς (double crossover)*. Το τμήμα της διασταύρωσης των κλάδων εκτροπής ονομάζεται *Διασταύρωση (crossing)*. Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζονται οι προαναφερόμενες συσκευές γραμμής με τις διατάξεις τους που συχνά αναφέρονται γενικά ως "Αλλαγές".



*Συνήθεις συσκευές γραμμής και διατάξεις τους*

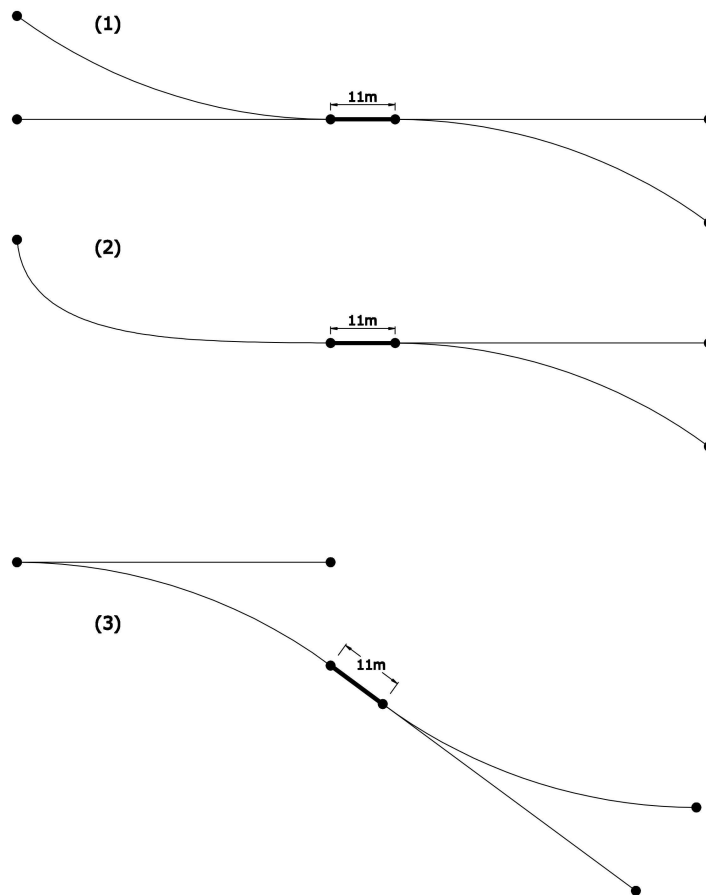
Οι συνήθεις τύποι Διακλαδώσεων τροχιών, και οι αποδεκτές τιμές ταχυτήτων στην κατεύθυνση εκτροπής παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Τύπος Διακλάδωσης	EW 500 - 1:12	EW 300 - 1:9	EW 190 - 1:9	EW 140 - 1:7	EW 100 - 1:6	EW 100 - 1:5	EW 50 - 1:6
Μέγιστη αποδεκτή ταχύτητα [km/h]	50	45	35	35	30	30	25
Ακτίνα [m]	500	300	190	140	100	100	50
Εφαπτομένη γωνίας εκτροπής	1:12	1:9	1:9	1:7	1:6	1:5	1:6

Οι Αλλαγές/Διακλαδώσεις τροχιών τοποθετούνται σε ευθύγραμμο τμήμα τροχιάς με σταθερή κατά μήκος κλίση.

Στην τοποθέτηση των Διακλαδώσεων, σε σχέση με οριζόντιες καμπύλες, θα περιλαμβάνεται μεταξύ τους ευθύγραμμο τμήμα, ελάχιστου μήκους 11m, στις εξής περιπτώσεις (βλ. παρακάτω σχήμα):

- 1) Σε περίπτωση δύο Διακλαδώσεων με τροχιά εκτροπής ομόρροπης κατεύθυνσης, μόνο όταν τοποθετηθούν “όψη προς όψη”, δηλαδή με τα ζεύγη βελόνων απέναντι το ένα στο άλλο.
- 2) Σε περίπτωση όπου το άκρο μίας καμπύλης συναρμογής ή κυκλικής καμπύλης μίας συγκεκριμένης κατεύθυνσης τοποθετηθεί στην όψη (δηλ. την πλευρά βελόνων) Διακλάδωσης που έχει τροχιά εκτροπής αντίρροπης κατεύθυνσης.
- 3) Στην περίπτωση δύο παρακείμενων Διακλαδώσεων με τροχιές εκτροπής αντίρροπης κατεύθυνσης, όπου η τροχιά εκτροπής της πρώτης Διακλάδωσης συνδέεται με την όψη της δεύτερης Διακλάδωσης.



*Περιπτώσεις που απαιτείται η ύπαρξη ευθύγραμμου τμήματος μήκους 11m δίπλα από Διακλαδώσεις τροχιών*

Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις, η διαμόρφωση των Διακλαδώσεων και των καμπυλών συναρμογών ή των κυκλικών καμπυλών μπορούν να τοποθετηθούν σε σειρά η μία έπειτα από την άλλη.

#### 4.9 Περιτύπωμα οχήματος

Για να εξασφαλισθεί η ασφαλής διέλευση των οχημάτων παραπλεύρως όλων των μόνιμων κατασκευών, αλλά και για λόγους ασφαλείας των διερχομένων ατόμων παρακείμενα στον τροχιοδρόμο, είναι απαραίτητο να καθορισθούν επακριβώς οι ελεύθερες αποστάσεις, που θα διατηρούνται πέριξ και μεταξύ των οχημάτων και παρακείμενων κατασκευών. Αυτό επιτυγχάνεται, καθορίζοντας έναν αριθμό από περιτυπώματα και περιγράμματα, τις σχέσεις μεταξύ τους και τις ελεύθερες αποστάσεις των διάφορων κατασκευών και εξοπλισμού.

Οι διαστάσεις όλων των περιτυπωμάτων και περιγραμμάτων αναφέρονται σε ευθύγραμμη και επίπεδη τροχιά (χωρίς υπερύψωση). Σε οριζόντιες και κατακόρυφες καμπύλες ή/και τροχιά με υπερύψωση, πρέπει να προβλεφθούν πρόσθετα περιθώρια, στις θέσεις όλου του σταθερού εξοπλισμού και των κατασκευών, λόγω του τινάγματος των οχημάτων (αναφέρεται σε επόμενο εδάφιο) και της υπερύψωσης του τροχιοδρόμου.

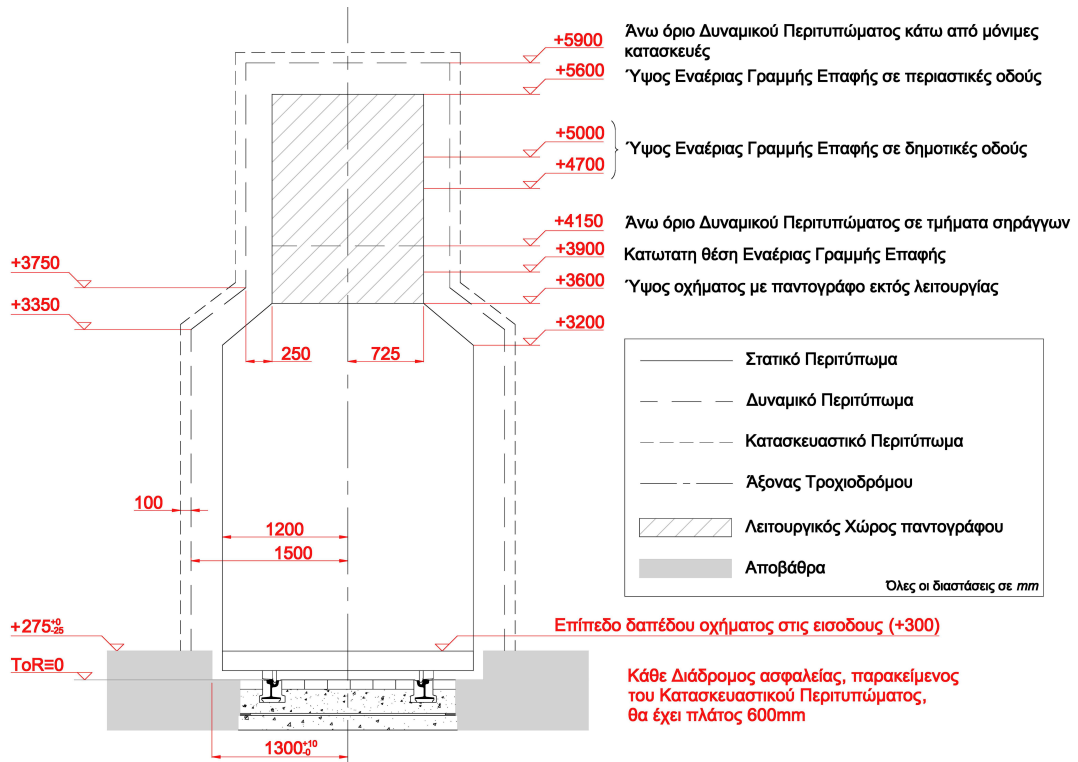


Ισχύουν οι παρακάτω ορισμοί των περιτυπωμάτων:

- **Κανονικοί Συντεταγμένοι Άξονες** - Ορθογώνιοι άξονες επί κατακόρυφου επιπέδου για τον διαμήκη άξονα της τροχιάς. Ο πρώτος άξονας είναι η κοινή επαπτομένη των επάνω επιφανειών των σιδηροτροχιών. Ο δεύτερος άξονας είναι κάθετος στον πρώτο και κεντρικός μεταξύ των σιδηροτροχιών.
- **Στατικό Περιτύπωμα** - Οι μέγιστες επιτρεπόμενες διαστάσεις διατομής των οχημάτων και, όπου ισχύει για υπηρεσιακά οχήματα, λαμβάνοντας υπόψη τα φορτία τους, όταν βρίσκονται σε στάση και τοποθετούνται κεντρικά σε ευθύγραμμη και οριζόντια τροχιά. Για την περίπτωση των οχημάτων τραμ Σειράς TA1 το πλάτος αυτών είναι 2400mm.
- **Κινηματικό Περιτύπωμα** - Το Στατικό Περιτύπωμα φορτίου διευρυμένο ώστε να επιτρέπει τη μεγαλύτερη δυνατή μετατόπιση του οχήματος όταν βρίσκεται σε στάση ή σε κίνηση ως προς τις σιδηροτροχιές, λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά της ανάρτησης και αφήνοντας περιθώρια για τις μέγιστες επιτρεπόμενες ανοχές για την κατασκευή και την συντήρηση των οχημάτων. Επίσης περιλαμβάνονται τα όρια φθοράς και οι έμμεσες επιπτώσεις των ανοχών κατασκευής και συντήρησης της τροχιάς. Οι επιδράσεις του ακραίου και του κεντρικού τινάγματος του οχήματος, οι οποίες προκύπτουν και από τις δύο καμπυλότητες της τροχιάς (οριζόντια και κατακόρυφη), δεν λαμβάνονται υπόψη στην ανάπτυξη του Κινηματικού Περιτυπώματος φορτίου, αλλά θα ληφθούν υπόψη στον καθορισμό των ελευθέρων αποστάσεων (επιτρεπόμενων περιθωρίων).
- **Δυναμικό Περιτύπωμα** - Το Κινηματικό Περιτύπωμα φορτίου, διευρυμένο προκειμένου να λάβει υπόψη την άμεση επίδραση των μέγιστων επιτρεπόμενων ανοχών της εγκατάστασης του εύρους και της υπερύψωσης της τροχιάς, συμπεριλαμβανομένων των επιδράσεων της φθοράς των σιδηροτροχιών, αλλά εξαιρουμένης της επίδρασης των τινάγματων στις καμπύλες. Το Δυναμικό Περιτύπωμα επομένως, περιλαμβάνει ολόκληρη τη διατομή των οχημάτων και, κατά περίπτωση, τα φορτία τους υπό οποιεσδήποτε συνθήκες λειτουργίας και συντήρησης, τόσο των οχημάτων όσο και της τροχιάς. Για την περίπτωση των οχημάτων τραμ Σειράς TA1 το επιπλέον πλάτος που περιλαμβάνει όλες τις προκύπτουσες ανωτέρω “ανοχές” κι έτσι μας οδηγεί από το Στατικό στο Δυναμικό Περιτύπωμα είναι 300mm.
- **Κατασκευαστικό Περιτύπωμα** - Το περίγραμμα που ορίζεται σε σχέση με τους Κανονικούς Συντεταγμένους Άξονες της τροχιάς, **στο οποίο κανένα μέρος οποιασδήποτε κατασκευής ή σταθερού εξοπλισμού δεν θα υπεισέρχεται**, συμπεριλαμβανομένου και του συνυπολογισμού των ελαστικών και μη ελαστικών κινήσεων. Υπάρχουν ειδικές προβλέψεις ώστε να επιτρέπεται η διείσδυση της άκρης της αποβάθρας, της εναέριας γραμμής παροχής ισχύος έλξης και ορισμένων άλλων στοιχείων στο Κατασκευαστικό Περιτύπωμα. Στην περίπτωση τροχιάς χωρίς έρμα το προαναφερόμενο περίγραμμα απέχει (περιμετρικά) 100mm από το Δυναμικό Περιτύπωμα. Για τροχιά σε έρμα η απόσταση αυτή είναι 150mm.
- Για να προβλεφθούν ενδεχόμενες μελλοντικές ανάγκες μελέτης μόνο σε τμήματα τροχιοδρόμου κάτω από γέφυρες ή σε περιπτώσεις σηράγγων, παρέχεται ένα επιπλέον «περίβλημα» 100mm (*Easement*) γύρω από ολόκληρο το Κατασκευαστικό Περιτύπωμα, εκτός από το κάτω μέρος του κατά τον κατακόρυφο άξονα. Αυτό το περίβλημα δεν πρέπει να συγχέεται με τις κατασκευαστικές ανοχές των κατασκευών, που γειτνιάζουν στον τροχιόδρομο, οι οποίες θα παρέχονται έξω από όλα τα περιτυπώματα, τα επιτρεπόμενα περιθώρια και τις ελεύθερες αποστάσεις, που περιγράφονται στο κεφάλαιο αυτό.

Σε σε διαδρόμους διαφυγής έκτακτης ανάγκης, ο ελάχιστος διατιθέμενος για τους πεζούς χώρος θα είναι τέτοιος ώστε το περιτύπωμά τους (“*Περιτύπωμα Επιβάτη*”, με θεωρούμενες διαστάσεις 2000mmx700mm) δεν θα παραβιάζεται σε καμία περίπτωση από το Δυναμικό Περιτύπωμα του οχήματος.

Η απόλυτη ελεύθερη απόσταση διέλευσης μεταξύ παρακείμενων Δυναμικών Περιτυπωμάτων οχημάτων είναι 100mm για τροχιά σε σκυροδέμα και 150mm για τροχιά σε έρμα.



*Περιτυπώματα οχήματος τραμ της Αθήνας - Σειρά TA1, σε τροχιοδρόμο σκυροδέματος*

Η απόσταση της ακμής της αποβάθρας από τον άξονα του τροχιοδρόμου σε ευθεία τροχιά είναι 1300<sup>+10</sup><sub>-0</sub> mm.

#### 4.10 Διεύρυνση περιτυπωμάτων λόγω οριζόντιων καμπυλών (τινάγματα)

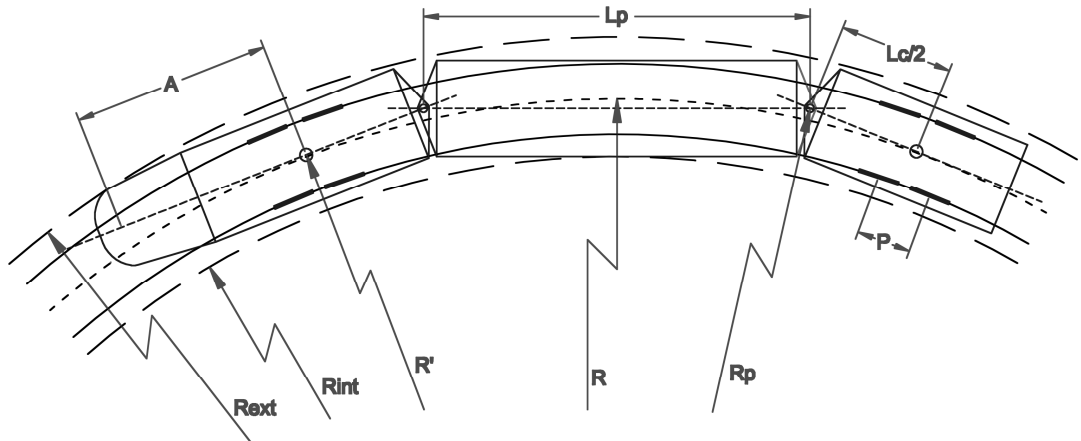
Καθώς ένα όχημα με ευθύγραμμες πλευρές κινείται επάνω σε μία καμπύλη, μέρη του οχήματος απομακρύνονται ή αλλιώς «τινάζονται» από τον άξονα της τροχιάς. Οι τροχοφόροι άξονες του οχήματος θεωρείται ότι βρίσκονται στο μέσον της τροχιάς, με τις ανοχές (τζόγο) ομοιόμορφα κατανεμημένες, και το όχημα ότι είναι συμμετρικό και δεν έχει επίκλιση λόγω ανάρτησης. Το τίναγμα συμβαίνει τόσο σε οριζόντιες όσο και σε κατακόρυφες καμπύλες.

Το μέγιστο τίναγμα στο εσωτερικό της καμπύλης συμβαίνει στο κέντρο του αναρτημένου αρθρώματός<sup>1</sup> του οχήματος (όχημα Σειράς TA1 του τραμ της Αθήνας), και καλείται Κεντρικό Τίναγμα (*Center Throw*). Το μέγιστο τίναγμα στο εξωτερικό της καμπύλης συμβαίνει στο σημείο εκείνο της πλευρικής επιφάνειας του εμπρόσθιου αρθρώματος του οχήματος, όπου αρχίζει μία κωνική λέπτυνση (όχημα Σειράς TA1 του τραμ της Αθήνας) και καλείται Ακραίο Τίναγμα (*End Throw*).

<sup>1</sup> Το άρθρωμα αυτό δε διαθέτει φορείο

Είναι προφανές ότι οπουδήποτε γίνεται αναφορά μη παραβίασης περιτυπωμάτων, στα περιτυπώματα θα προστίθενται και οι ενδεχόμενες τιμές των τιναγμάτων, εφόσον η προς μελέτη περίπτωση περιλαμβάνει καμπύλες. Ομοίως σε περιοχή αποβάθρας σε καμπύλη τροχιά, η απόσταση της αποβάθρας από τον άξονα της τροχιάς θα αυξηθεί κατά την τιμή του αντίστοιχου τινάγματος και σε όσο μήκος αυτό επηρεάζει.

Στο επόμενο σχήμα δείχνονται οι κρίσιμες διαστάσεις και θέσεις του οχήματος, που παίζουν ρόλο στον υπολογισμό και την τιμή των τιναγμάτων.



Υπολογισμός τιναγμάτων σε όχημα τραμ της Αθήνας - Σειρά TA1

όπου:	R	Ακτίνα της κυκλικής καμπύλης [mm]
	W	2400 - Πλάτος οχήματος [mm]
	A	3900 - Διαμήκης απόσταση μεταξύ πείρου του φορείου και του σημείο έναρξης της κωνικότητας στην πλευρική επιφάνεια του οχήματος [mm]
	P	1700 - Απόσταση μεταξύ αξόνων του φορείου [mm]
	L <sub>p</sub>	7100 - Μήκος αναρτημένου αρθρώματος οχήματος [mm]
	L <sub>c</sub>	4000 - Μήκος ενδιάμεσου αρθρώματος οχήματος, που διαθέτει φορείο (από άρθρωση σε άρθρωση) [mm]

Σημειώνεται ότι οι ανωτέρω αριθμητικές τιμές αφορούν τα οχήματα σειράς TA1 του Τραμ της Αθήνας, ενώ -για διαφορετικά οχήματα- χρησιμοποιούνται πάντα οι δυσμενέστερες τιμές στους υπολογισμούς.

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι:

$$R_p = \sqrt{R^2 + \left(\frac{L_c}{2}\right)^2} \quad \& \quad R' = \sqrt{R^2 - \left(\frac{P}{2}\right)^2}$$

και υπολογίζονται τα τινάγματα του οχήματος κατά μήκος κυκλικής καμπύλης:

- Ακραίο Τίναγμα (*End Throw*):

$$ET = \sqrt{\left(R' + \frac{W}{2}\right)^2 + A^2} - \frac{W}{2} - R$$

- Κεντρικό Τίναγμα (*Center Throw*):

$$CT = R - \sqrt{R_p^2 - \left(\frac{L_p}{2}\right)^2}$$

Οι τιμές των τριγωνάτων, για όχημα με διαστάσεις όμοιες με των οχημάτων της Σειράς TA1 του Τραμ της Αθήνας, δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Ακτίνα Κυκλικής Καμπύλης [m]	Ακραίο Τρίγωνο [mm]	Κεντρικό Τρίγωνο [mm]
18	372	261
19	354	247
20	338	234
21	323	223
22	309	213
23	297	204
24	285	195
25	274	187
26	264	180
27	255	173
28	247	167
29	238	161
30	231	156
31	224	151
32	217	146
33	211	142
35	199	133
36	194	130
38	184	123
40	175	117
42	167	111
44	160	106
45	156	104
48	147	97
50	141	93
60	118	78
75	95	62
80	89	58
90	79	52
100	72	47
150	48	31
200	36	23
300	24	16
400	18	12
500	14	9
750	10	6
1000	7	5
2000	4	2
4000	2	1
5000	1	1

#### 4.11 Επαύξηση τινάγματος λόγω υπερύψωσης

Στα καμπύλα τμήματα με υπερύψωση  $E$  [mm] μια επιπλέον διαπλάτυνση  $t_s$  θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο εσωτερικό της καμπύλης και κατά συνέπεια το Κεντρικό Τίναγμα διευρύνεται κατά την τιμή της. Αυτή υπολογίζεται ως εξής:

$$t_s = 2.13 * E \text{ [mm]}$$

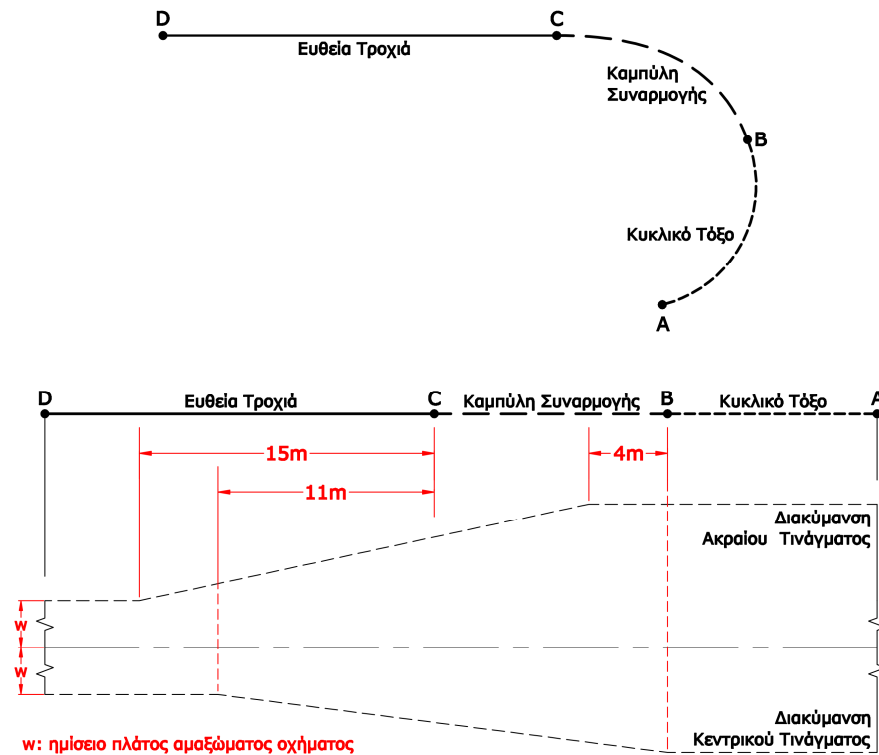
Σε διαδρόμους έκτακτης ανάγκης η παραπάνω διεύρυνση είναι ίση προς:

$$t_s = 1.43 * E \text{ [mm]}$$

#### 4.12 Τινάγματα και καμπύλες συναρμογής

Η διεύρυνση των περιτυπωμάτων λόγω τινάγματος εξαρτάται από τη γεωμετρία του οχήματος και στην πραγματικότητα ξεκινά πριν από το σημείο έναρξης κάθε καμπύλης, συναρμογής (εφόσον υπάρχει τέτοια) ή κυκλικής. Έτσι, η ύπαρξη τινάγματος δεν περιορίζεται μόνο κατά μήκος της καμπύλης, αλλά υφίσταται τίναγμα και επί της ευθύγραμμης τροχιάς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τόσο το κεντρικό όσο και το ακραίο τίναγμα συμβαίνουν στο ευθύγραμμο τμήμα μόλις ένας άξονας εισέρχεται στην καμπύλη. Το τίναγμα στην ευθεία αρχίζει την ανάπτυξή του από ένα σημείο που βρίσκεται σε απόσταση "a" πριν από την έναρξη της καμπύλης συναρμογής (ή της κυκλικής καμπύλης, εφόσον υφίσταται μόνο τέτοια). Για παρόμοιους λόγους, το μέγιστο τίναγμα επιτυγχάνεται σε απόσταση "b" πριν από την έναρξη της κυκλικής καμπύλης. Η προαναφερόμενη ανάπτυξη του τινάγματος μπορεί να θεωρηθεί ότι λαμβάνει χώρα γραμμικά, ενώ ανάλογα με την πλευρά του οχήματος διαφοροποιούνται και οι παραπάνω διαστάσεις, σύμφωνα με τον επόμενο πίνακα:

Απόσταση διακύμανσης τινάγματος	a [m] (μηδενικό τίναγμα)	b [m] (μέγιστο τίναγμα)
Εξωτερικό καμπύλης (Ακραίο Τίναγμα)	15	4
Εσωτερικό καμπύλης (Κεντρικό Τίναγμα)	11	0



*Μεταβολή τιναγμάτων κατά μήκος οριζοντιογραφικών καμπυλών.*

*Σε περίπτωση μη ύπαρξης καμπύλης συναρμογής, τα σημεία C και B ταυτίζονται*

Όταν οι αποβάθρες των σταθμών βρίσκονται σε καμπύλες τροχιές, μπορεί να δημιουργηθούν μεγάλα διάκενα μεταξύ του κατωφλιού των θυρών των οχημάτων και της ακμής της αποβάθρας. Προκειμένου να διασφαλισθεί ότι αυτά τα διάκενα δεν θα έχουν τέτοιο εύρος ώστε να αποτελούν κίνδυνο για τους επιβάτες, η ακτίνα της οριζόντιας καμπύλης σε σταθμούς πρέπει να περιορισθεί στο απόλυτο ελάχιστο όριο των 500m. Επιπλέον, η εφαρμογή των τιναγμάτων για καμπύλες θα πρέπει να κρατηθεί εκτός της περιοχής της αποβάθρας.

#### 4.13 Διάδρομος ασφαλείας

Ο διάδρομος ασφαλείας (safety path) πλησίον του τροχιοδρόμου, που χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις έκτακτης και επακόλουθης εκκένωσης των οχημάτων, ορίζεται από το Περιτύπωμα Επιβάτη που έχει διατομή 2000mm x 700mm. Ο διάδρομος αυτός θα μπορεί να βρίσκεται εκατέρωθεν των τροχιών ή και μεταξύ αυτών. Το πλάτος του μπορεί να μειωθεί σε 450mm για μέγιστο μήκος 6m. Ο διάδρομος θα πρέπει να είναι επίπεδος και το υψόμετρό του θα ταυτίζεται με αυτό της Επιφάνειας Κύλισης Σιδηροτροχιάς (ToR), εκτός εάν βρίσκεται εκτός Κατασκευαστικού Περιτυπώματος, οπότε και ένα ύψος μέχρι και ToR+300mm είναι αποδεκτό.

#### 4.14 Στύλοι εναέριας γραμμής τροφοδοσίας

Οι στύλοι της εναέριας γραμμής παροχής ισχύος έλξης θα βρίσκονται εκτός του Κατασκευαστικού Περιτυπώματος, μεταξύ των τροχιών ή και εκατέρωθεν αυτών. Οι στύλοι μπορεί να απέχουν σε ευθυγραμμία μεταξύ τους μέχρι και 60m. Σε καμπύλα τμήματα, ακτίνας  $R_{min}$  θα πρέπει, κατά κανόνα, να ακολουθείται η πύκνωση στην εγκατάσταση των στύλων, διαμορφώνοντας την κατά μήκος μεταξύ τους απόσταση  $L$  όπως παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα:

R <sub>min</sub> [m]	L [m]	R <sub>min</sub> [m]	L [m]	R <sub>min</sub> [m]	L [m]	R <sub>min</sub> [m]	L [m]
20	10	65	18	240	32	800	48
24	11	75	19	280	34	900	50
28	12	85	20	330	36	980	52
32	13	100	22	380	38	1050	54
38	14	120	24	450	40	1120	56
44	15	150	26	520	42	1210	58
50	16	170	28	610	44	1290	60
60	17	210	30	700	46		

#### 4.15 Αποστάσεις από οδούς

Οι ελάχιστες ελεύθερες οριζόντιες αποστάσεις του Κατασκευαστικού Περιτυπώματος, από σταθερά εμπόδια ή οδική κυκλοφορία, παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

	Στύλοι φωτισμού	Στηθαία Ασφαλείας	Βάθρα γεφυρών
Τοπική Οδός	0,4m	0,2 - 0,4m	-
Κύρια Οδός	0,6m	0,2 - 0,4m	1,0m
Υπεραστική Οδός	0,8m	0,2 - 0,4m	1,2m

Επί ενός τροchioδρόμου μπορούν να κινούνται και οδικά οχήματα (κοινός διάδρομος κυκλοφορίας). Στις περιπτώσεις που τα οχήματα του τραμ κινούνται σε αποκλειστικό διάδρομο, ισχύουν οι ακόλουθες αποστάσεις ασφαλείας μεταξύ του άξονα του τροchioδρόμου και του εγγύτερου άκρου της οδού:

Αποστάσεις μεταξύ του άξονα τροchioδρόμου και άκρου διαδρόμου οδικής κυκλοφορίας		
	Με διαχωριστικά στοιχεία	Χωρίς διαχωριστικά στοιχεία
Παράλληλη κίνηση ίδιας κατεύθυνσης	1,95m	1,95m
Παράλληλη κίνηση αντίθετης κατεύθυνσης	1,95m	2,95m

#### 4.16 Δεδομένα οχήματος, κατασκευαστικών ανοχών & ανοχών συντήρησης τροχιάς

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά κάποιες κύριες παράμετροι του οχήματος τραμ (Σειράς TA1) και των στάσεων, που απαιτούνται για τη Μελέτη Χάραξης Τροchioδρόμου, καθώς και διαστασιολογικά στοιχεία σε σχέση με τη διεπαφή του παραπάνω οχήματος με την τροχιά.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕΙΡΑΣ TA1	
Μέγιστο μήκος οχήματος απλού/συζευγμένου (διπλού)	32,7m / 65,0m
Ύψος δαπέδου στην περιοχή εισόδου	0,30m
Μέγιστη οριζόντια απόσταση μεταξύ των εισόδων και των αποβαθρών σε ευθεία	0,10m
Βάρος κενού / πλήρως έμφορτου οχήματος (6 όρθιοι επιβάτες/m <sup>2</sup> , 75kg/επιβάτη)	42,5t / 70,0t προσεγγιστικά
Μέγιστο φορτίο ανά άξονα	12t

<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΤΑΣΕΩΝ</b>	
Μήκος Αποβάθρας (για απλό / συζευγμένο (διπλό) όχημα)	35,0m / 70,0m
Ύψος αποβάθρας (από Επιφάνεια Κύλισης Σιδηροτροχιάς - ToR)	275 <sup>+0</sup> <sub>-25</sub> mm
Ελάχιστο πλάτος αποβάθρας - πλαϊνή αποβάθρα - κεντρική αποβάθρα	2,60m 4,20m
Εύρος τροχιάς Κατασκευαστικό όριο Όριο συντήρησης (από οδηγίες της STIB, 14/12/2007)	1435 <sup>+2</sup> <sub>-1</sub> mm 1435 <sup>+25</sup> <sub>-7</sub> mm
Ταχύτητα μελέτης	70km/h
<b>ΠΛΕΥΡΙΚΕΣ ΑΝΟΧΕΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕΙΡΑΣ ΤΑ1 &amp; ΤΡΟΧΙΑΣ</b>	
Πλευρική μετατόπιση άξονα οχήματος εντός εύρους τροχιάς με καινούρια επισώτρα και σιδηροτροχιές	±4,5mm
Μέγιστη πλευρική μετατόπιση επισώτρου λόγω ελαστικότητας τροχού	1mm
Μέγιστη επιτρεπόμενη πλευρική μετατόπιση λόγω φθοράς όνυχα επισώτρου τροχών και σιδηροτροχιών σε γραμμή εκτός στάσης	15mm
Μέγιστη επιτρεπόμενη πλευρική μετατόπιση λόγω φθοράς όνυχα επισώτρου τροχών και σιδηροτροχιών κατά μήκος στάσης	9mm
Μέγιστη πλευρική μετατόπιση πρωτεύουσας ανάρτησης	5mm
Μέγιστη πλευρική μετατόπιση δευτερεύουσας ανάρτησης	20mm
<b>ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΑΝΟΧΕΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕΙΡΑΣ ΤΑ1 &amp; ΤΡΟΧΙΑΣ</b>	
Μέγιστη επιτρεπόμενη κατακόρυφη φθορά επισώτρου τροχών	25mm
Μέγιστη επιτρεπόμενη κατακόρυφη φθορά σιδηροτροχιών	10mm
Μέγιστη κατακόρυφη μετατόπιση πρωτεύουσας ανάρτησης	±20mm
Μέγιστη κατακόρυφη μετατόπιση δευτερεύουσας ανάρτησης	+25mm/-40mm
<b>ΛΟΙΠΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΞΟΝΑ &amp; ΤΡΟΧΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΣΕΙΡΑΣ ΤΑ1</b>	
Ελάχιστη κατακόρυφη απόσταση Επιφάνειας Κύλισης Σιδηροτροχιάς και οχήματος	60mm
Πλευρική κατασκευαστική ανοχή οχήματος	+4mm
Διάμετρος νέου/πλήρως φθαρμένου τροχού	660mm / 610mm
Απόσταση μεταξύ εσωτερικών πλευρών τροχών άξονα	1382 <sup>+1.5</sup> <sub>-0.5</sub> mm
Πλάτος επισώτρου	105mm
Ύψος όνυχα επισώτρου	22mm
Κωνικότητα επισώτρου	1:20 - 1:40

#### 4.17 Παράμετροι μελέτης χάραξης τροχιάς

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται οι βασικές παράμετροι που θα ακολουθηθούν στη εκπόνηση της μελέτης χάραξης τροχιάς.



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΧΑΡΑΞΗΣ	ΠΡΟΤΙΜΩΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ	ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΤΙΜΕΣ	ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΤΙΜΕΣ
Ταχύτητα λειτουργίας - σε αποκλειστικό διάδρομο - σε διαμόρφωση αστικής οδού - σε πεζόδρομους	70km/h 50km/h 40km/h	- - -	- - -
<b>ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>			
Μέγιστη τιμή μη εξισορροπημένης φυγόκεντρης επιτάχυνσης	0,20m/s <sup>2</sup>	0,65m/s <sup>2</sup>	0,98m/s <sup>2</sup>
Ελάχιστη ακτίνα κυκλικής καμπύλης - σε τροχιές λειτουργίας - σε Αμαξοστάσιο	- -	50m 25m	25m 20m
Μέγιστη υπερύψωση - γενικά - σε ισόπεδες διασταυρώσεις	- -	120mm -	150mm 30mm
Εφαρμοσμένη υπερύψωση	Βλ. αντίστοιχες εξισώσεις υπολογισμού και τον πίνακα "Επιτρεπόμενες Τιμές Ταχυτήτων κατά μήκος καμπύλης τροχιάς"		
Ανεπάρκεια υπερύψωσης	30mm	100mm	150mm
Μέγιστη αρνητική υπερύψωση	0mm	-	-20mm
Μέγιστη τιμή ρυθμού μεταβολής της υπερύψωσης (V [km/h])	$\geq \frac{1}{400}$	$\frac{1}{10 * V}$	$\frac{1}{6 * V} \left[ \text{max: } \frac{1}{300} \right]$
Μέγιστη στρέβλωση τροχιάς	2,5mm/m	3,0mm/m	4,0mm/m
Ελάχιστο μήκος ευθύγραμμου τμήματος μεταξύ κλωθοειδών	-	11m	0m
Ελάχιστη απόσταση μεταξύ κλωθοειδούς και βελόνων (από αιχμής) Διακλάδωσης	-	11m	5m
<b>ΜΗΚΟΤΟΜΗ</b>			
Ελάχιστη ακτίνα κατακόρυφης καμπύλης (K <sub>v</sub> ) σε Διακλαδώσεις	K <sub>v</sub> =∞	K <sub>v</sub> =∞	K <sub>v</sub> ≥5000m
Ελάχιστη ακτίνα κατακόρυφης καμπύλης (K <sub>v</sub> ), λόγω περιτυπώματος και τεχνικών προδιαγραφών οχήματος	-	-	K <sub>v</sub> =650m
Μέγιστη κλίση τροχιάς	4%	6%	9%
Μέγιστη κλίση σε Διακλαδώσεις	-	-	5%
Μέγιστη κλίση σε περιοχές εναπόθεσης	-	0,5%	-
Ελάχιστη κλίση (για αποστράγγιση)	1,0%	0,5%	0,2%
Μήκος τμήματος τροχιάς με σταθερή κλίση μεταξύ κατακόρυφων καμπύλων	-	30m	11m

Ελάχιστη απόσταση μεταξύ κατακόρυφης καμπύλης και βελόνων (από αιχμής) Διακλάδωσης	-	11m	0m
<b>ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ</b>			
Κατακόρυφες και οριζόντιες καμπύλες	δεν επιτρέπεται συνδυασμός τους	$K_v \geq 3000m$ για $40m < R < 70m$ & $K_v \geq 1500m$ για $70m < R < 200m$	-
<b>ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΕ ΑΠΟΒΑΘΡΕΣ ΣΤΑΣΕΩΝ</b>			
Ακτίνα οριζοντιογραφικής καμπύλης	$R = \infty$	-	$R \geq 500m$
Μέγιστη τιμή οριζόντιου διακένου μεταξύ ακμής αποβάθρας στάσης και κατωφλιού οχήματος σε ευθείες	100mm	-	-
Ακτίνα κατακόρυφης καμπύλης	$K_v = \infty$	-	$K_v \geq 1500m$
Μέγιστη μηκοτομική κλίση εντός στάσεων	2%	-	4%

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΚΙΝΗΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΡΟΧΙΟΔΡΟΜΟΥ – ΦΟΡΤΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 1. Κινητά Φορτία Συρμών

#### 1.1. Φορτία οχήματος τραμ

Το τυπικό όχημα του τραμ που κυκλοφορεί στο υφιστάμενο δίκτυο της Αθήνας, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Κάθε όχημα έχει 3 ζεύγη αξόνων (φορεία), με μεταξύ τους απόσταση 11,10m. Η απόσταση των αξόνων ενός φορείου είναι 1,70m. Στην εγκάρσια διεύθυνση, η θεωρητική απόσταση των σημείων επιβολής του φορτίου των τροχών είναι ίση με το εύρος της τροχιάς, δηλαδή 1435mm, ωστόσο κατά την προσομοίωση μπορεί αυτή να θεωρηθεί με απλοποίηση ίση με 1500mm.

Το φορτίο ανά άξονα φορείου είναι 120kN (12t), δηλαδή ανά τροχό 60kN, πολλαπλασιαζόμενο με το δυναμικό συντελεστή προσαύξησης Φ3, σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 1991-2, Παράγραφος 6.4.5.2, τύπος 6.5 και το αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα παρ. 2.54.

Στον παραπάνω τύπο 6.5, ως καθοριστικό μήκος  $L_{\phi}$  θα λαμβάνεται το μήκος της γραμμής επιρροής για την κατακόρυφη παραμόρφωση της πλάκας σταθερής επιδομής (ΕΛΟΤ EN 1991-2, Παράγραφος 6.4.5.3). Πρακτικά, αυτό ισούται με το μήκος μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων μηδενικής βύθισης της πλάκας, όταν αυτή φορτίζεται με τους δύο άξονες ενός φορείου, χωρίς συντελεστές επαύξησης φορτίου. Το φορτίο ανά τροχό είναι τελικά  $\Phi 3 \cdot 60\text{kN}$  και εφαρμόζεται στους υπολογισμούς, ως σημειακό φορτίο επί των ράβδων προσομοίωσης της σιδηροτροχιάς. Σε απλούστερες προσομοιώσεις, δύναται να ασκηθεί ως κατανεμημένο γραμμικό ή επιφανειακό φορτίο απευθείας επί της πλάκας επιδομής, μετά από κατάλληλες και αιτιολογημένες παραδοχές.

Εάν το καθοριστικό μήκος  $L_{\phi}$  είναι μικρότερο της απόστασης μεταξύ δύο διαδοχικών φορείων, τότε επαρκεί να εφαρμοσθεί στις επιλύσεις μόνο ένα φορείο επί της πλάκας σταθερής επιδομής. Σε διαφορετική περίπτωση, θα πρέπει να γίνει ταυτόχρονη εφαρμογή δύο διαδοχικών φορείων.

Τα φορτία των αξόνων, σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση, θα εφαρμοσθούν σε διαδοχικές θέσεις, επαρκούς πλήθους, κατά το μήκος των πλακών επιδομής της προσομοίωσης, ώστε να προκύψουν τα δυσμενέστερα εντατικά μεγέθη σε όλα τα κρίσιμα σημεία του φορέα.

#### 1.2. Φορτίο εκτροχιασμού του οχήματος Τραμ

Εφαρμόζονται απευθείας επί της πλάκας επιδομής, τέσσερα φορτία τροχών 120kN έκαστο, σύμφωνα με την γεωμετρία του φορείου, όπως αυτή αναλύθηκε παραπάνω. Θα τοποθετηθούν έκκεντρα πάνω στην πλάκα, στην πιο ακραία, κατά πλάτος, δυνατή θέση.

Το πλήθος των θέσεων εφαρμογής τους θα είναι το ίδιο ή ανάλογο με αυτό των στατικών φορτίων του συρμού Τραμ.

Πρόκειται για τυχηματική δράση και συμμετέχει μόνο στον τυχηματικό συνδυασμό φορτίσεων.

#### 1.3. Φορτίο του συρμού λόγω εκκεντρότητας (lurching)

Η πιθανή πλευρική μετατόπιση των κατακόρυφων φορτίων του συρμού, προκαλεί έκκεντρη κατανομή του αξονικού φορτίου. Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 1991-2,

Παρ.6.3.5, η τελική σχέση μεταξύ των φορτίων των δύο τροχών, δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από 1,25. Από αυτό προκύπτει ότι η μέγιστη ανακατανομή φορτίου είναι  $\pm 11\%$ .

Στους υπολογισμούς, αυτό μπορεί να εκφραστεί με την θεώρηση ζεύγους αντίθετων δυνάμεων ανά άξονα, με κατακόρυφο φορτίο  $+0,11 \cdot 60 \cdot \Phi 3 \text{ kN}$  στον ένα τροχό και  $-0,11 \cdot 60 \cdot \Phi 3 \text{ kN}$  στον άλλο.

Το φορτίο αυτό ασκείται μαζί με το κινητό φορτίο του οχήματος, επομένως, το πλήθος των θέσεων εφαρμογής του θα είναι το ίδιο με αυτό των στατικών φορτίων του οχήματος τραμ.

Η εκκεντρότητα των κατακόρυφων φορτίων μπορεί να παραλείπεται κατά την εξέταση της κόπωσης, σύμφωνα με την ίδια Παράγραφο 6.3.5.

#### 1.4. Φορτίο πλευρικής κρούσης ή δύναμης ρύγχους (nosing)

Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 1991-2, Παράγραφο 6.5.2, από την οφιοειδή κίνηση του οχήματος προκαλείται οριζόντιο φορτίο, ασκούμενο στον πρώτο τροχό του φορείου και μέτρου  $0,5 \cdot 100,0 = 50,0 \text{ kN}$ .

Η τιμή των  $100,0 \text{ kN}$  ισχύει κατά τον παραπάνω κανονισμό για την Πρότυπη Φόρτιση LM71, αλλά η αναλογία του αξονικού φορτίου του οχήματος Τραμ με το αντίστοιχο της LM71, υπολογίζεται υπέρ της ασφάλειας σε  $0,50$  ( $\approx 120 \text{ kN} / 250 \text{ kN}$ ).

Το πλήθος των θέσεων εφαρμογής του θα είναι το ίδιο ή ανάλογο με αυτό των στατικών φορτίων του οχήματος τραμ.

#### 1.5. Φορτία φυγόκεντρης δύναμης

Στις θέσεις οριζοντιογραφικών καμπυλών της χάραξης, ασκούνται στην πλάκα σταθερής επιδομής πρόσθετα φορτία λόγω ανάπτυξης φυγόκεντρης δύναμης.

Αυτά αναλύονται σε μία οριζόντια δύναμη ασκούμενη επί της εξωτερικής σιδηροτροχιάς και ταυτόχρονα, λόγω της ροπής ανατροπής που δημιουργείται, σε ένα κατακόρυφο ζεύγος αντίθετων δυνάμεων, πολλαπλασιασμένο με τον δυναμικό συντελεστή  $\Phi 3$ .

Ο τρόπος υπολογισμού των παραπάνω δυνάμεων ακολουθεί τα οριζόμενα στον ΕΛΟΤ EN 1991-2, Παράγραφο 6.5.1. Κατά τους υπολογισμούς αυτούς, δύναται ως ταχύτητα οχήματος να θεωρηθεί η καθορισμένη Μέγιστη Τοπική Ταχύτητα Σιδηροδρομικής Γραμμής στην δεδομένη καμπύλη και να συνυπολογισθεί η ευνοϊκή επίδραση της υπερύψωσης της γραμμής, εφόσον υπάρχει.

Τα φορτία αυτά ασκούνται μαζί με το κινητό φορτίο του οχήματος, επομένως, το πλήθος των θέσεων εφαρμογής τους θα είναι το ίδιο με αυτό των στατικών φορτίων του οχήματος τραμ.

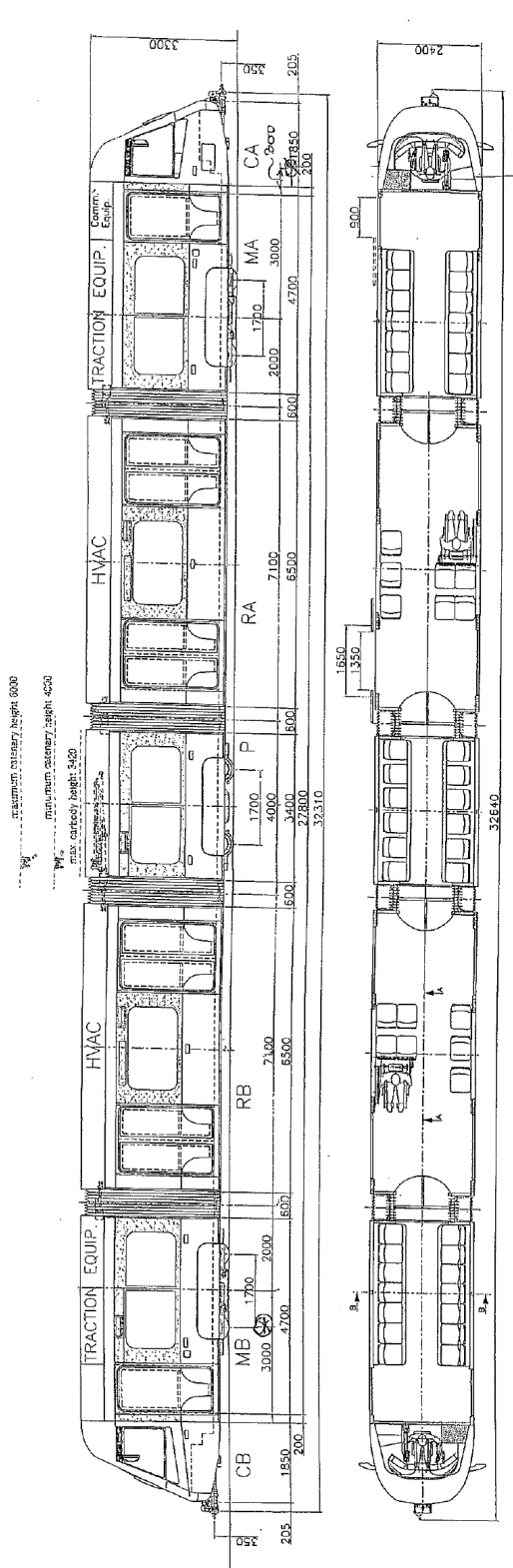
#### 1.6. Φορτία έλξης / πέδησης

Σύμφωνα με την κρίση του Μελετητή, στις περιπτώσεις που αυτό μπορεί να οδηγήσει σε δυσμενή αποτελέσματα, συνυπολογίζονται και τα οριζόντια, διαμήκη φορτία από επιτάχυνση (έλξη) και επιβράδυνση (πέδηση) του οχήματος.

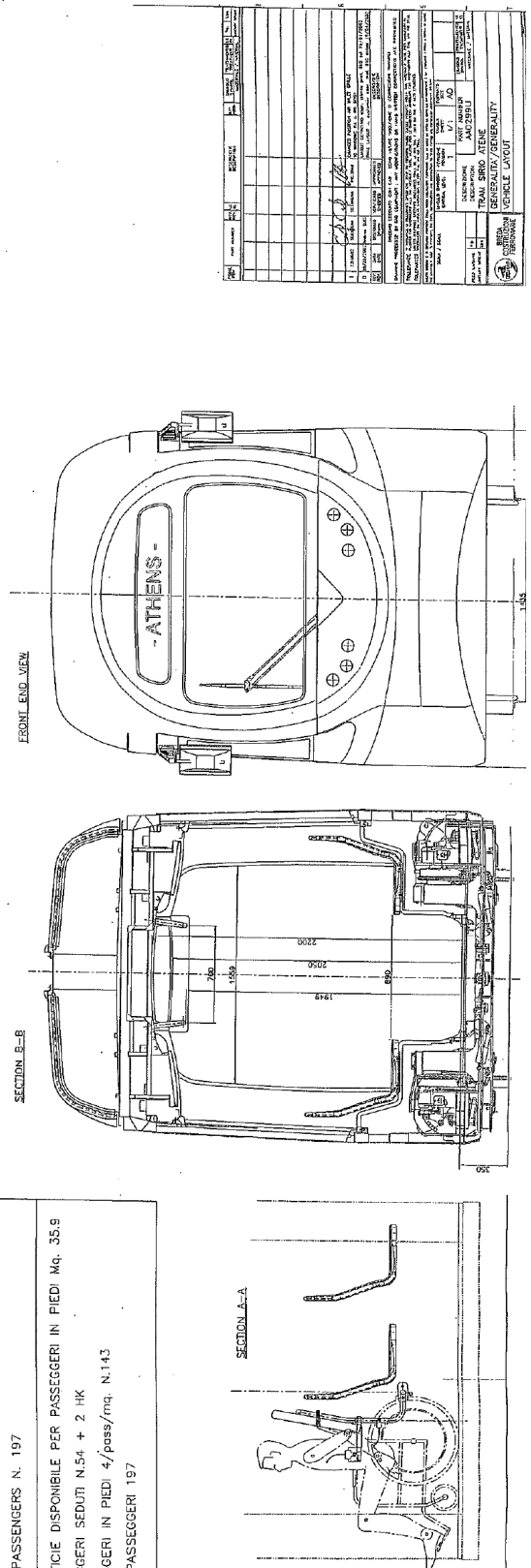
Ο τρόπος υπολογισμού των παραπάνω δυνάμεων ακολουθεί τα οριζόμενα στον ΕΛΟΤ EN 1991-2, Παράγραφο 6.5.3 λαμβάνοντας υπόψη όμως αναλογικά το αξονικό φορτίο του οχήματος Τραμ.

Τα φορτία αυτά ασκούνται μαζί με το κατακόρυφο κινητό φορτίο του οχήματος, επομένως, το πλήθος των θέσεων εφαρμογής τους θα είναι το ίδιο με αυτό των στατικών φορτίων του οχήματος τραμ.





AVAILABLE SURFACE FOR STANDING PASSENGERS Sqm. 35.9
SEATED PASSENGERS N.54 + 2 HK
STANDING PASSENGERS (4 PASS. Sqm.) N. 143
TOTAL PASSENGERS N. 197
SUPERFICIE DISPONIBILE PER PASSEGGI IN PIEDI Mq. 35.9
PASSEGGI SEDUTI N.54 + 2 HK
PASSEGGI IN PIEDI 4/pass/mq. N.143
TOTALEPASSEGGI 197



PROJECT NO.	REV.	DATE	BY	APP.
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				

## 2 Φορτία Οδικής Κυκλοφορίας

- 2.1 Η φόρτιση οδικής κυκλοφορίας θα προκύπτει από τον ΕΛΟΤ EN 1991-2, Παράγραφο 4.3 και το Εθνικό Προσάρτημα. Συγκεκριμένα, εφαρμόζονται η Πρότυπη Φόρτιση 1 (LM1) και η Πρότυπη Φόρτιση 2 (LM2).  
Με φορτία οδικής κυκλοφορίας θα διαστασιολογηθούν όσα τμήματα τροchioδρόμου βρίσκονται σε ζώνες μικτής κυκλοφορίας με οδικά οχήματα ή επηρεάζονται από αυτά.  
Σημειώνεται, ότι θα θεωρηθεί ότι μπορεί να υπάρξει κίνηση οχημάτων ακόμα και σε πεζοδρομημένες ζώνες, όπου η πρόσβαση των οχημάτων δεν παρεμποδίζεται με τεχνητά αποτρεπτικά μέσα ή γίνεται περιστασιακά.
- 2.2 Ειδικότερα, για την μελέτη των πλακών του Τροchioδρομικού διαδρόμου, θα ληφθούν υπόψη και οι δύο παραπάνω πρότυπες φορτίσεις, με εφαρμογή τους σε διαδοχικές κρίσιμες θέσεις, που αντιστοιχούν στην διέλευση των οδικών οχημάτων, τόσο κατά την διαμήκη διεύθυνση του διαδρόμου, όσο και κατά την εγκάρσια.  
Τα οδικά φορτία δεν μπορούν να εφαρμοστούν ταυτόχρονα με τα φορτία του συρμού.

## 3 Φορτία Ανέμου και Χιονιού

- 3.1 Φορτία ανέμου και χιόνος θα ληφθούν υπόψη στην μελέτη κατασκευών επηρεαζόμενων από αυτό το είδος φορτίων, όπως υπέργειες μεταλλικές κατασκευές, ικριώματα κ.λπ.
- 3.2 Τα εφαρμοζόμενα φορτία ανέμου θα εκτιμηθούν με βάση τον κώδικα EN 1991-1-4.
- 3.3 Τα εφαρμοζόμενα φορτία χιονιού θα εκτιμηθούν με βάση τον κώδικα EN 1991-1-3.
- 3.4 Ειδικότερα, για την μελέτη των πλακών του τροchioδρομικού διαδρόμου, θα ληφθεί υπόψη η ταυτόχρονη δράση ανέμου επί του οχήματος, σύμφωνα με την Παράγραφο 8.1.(4) του κώδικα EN 1991-1-4.
- Κατά την μελέτη της σταθερής επιδομής του Τραμ της Αθήνας, δεν απαιτείται ο συνυπολογισμός των φορτίων χιονιού.

## 4 Θερμοκρασιακή Μεταβολή, Ερπυσμός και Συστολή Ξηράνσεως

- 4.1 Φορτία θερμοκρασιακής μεταβολής θα ληφθούν υπόψη στην μελέτη των διάφορων μόνιμων κατασκευών, όπως απαιτείται ανάλογα με το είδος του φορέα, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 1991-01-05 και το σχετικό Εθνικό Προσάρτημα.
- Ο ερπυσμός και η συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος θα λαμβάνονται υπόψη σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 1992-01-01 και το σχετικό Εθνικό Προσάρτημα.
- 4.2 Η σταθερή επιδομή του τραμ, καθώς βρίσκεται άμεσα εκτεθειμένη στις περιβαλλοντικές συνθήκες, ενδέχεται να δεχθεί κατά την διάρκεια ζωής της, σημαντικές καταπονήσεις από τις παραπάνω δράσεις και επομένως οφείλει να ελεγχθεί για αυτές και να εκτιμηθούν κατά το δυνατόν οι εντάσεις που προκαλούνται. Θα ληφθούν υπόψη τριών ειδών θερμοκρασιακές φορτίσεις: η συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος, η ομοίμορφη εποχική θερμοκρασιακή μεταβολή σε συνθήκες καλοκαιριού-χειμώνα και η διαφορική (παρειών) εποχική θερμοκρασιακή μεταβολή, επίσης σε συνθήκες καλοκαιριού-χειμώνα.  
Ειδικά στη περίπτωση χρήσης προκατασκευασμένων πλακών έδρασης των σιδηροτροχιών, λόγω της δέσμευσης που προκαλούν τα βλήτρα μεταξύ των πλακών

στην κατακόρυφη και στην εγκάρσια διεύθυνση, πρέπει να εφαρμοσθούν και οι θερμοκρασιακές δράσεις επί του φορέα και να εκτιμηθούν κατά το δυνατόν οι εντάσεις που αυτές προκαλούν.

Ο Μελετητής οφείλει να αναζητήσει μετεωρολογικά δεδομένα από αξιόπιστες πηγές, ικανού στατιστικού δείγματος και από κατά το δυνατόν κοντινούς σταθμούς. Ενδεικτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η Τεχνική Οδηγία του ΤΕΕ 20701-3, η οποία περιλαμβάνει στατιστικώς επεξεργασμένα δεδομένα πολλών μετεωρολογικών σταθμών της χώρας.

## 5 Σεισμική Φόρτιση

### 5.1 Γενικές Προϋποθέσεις

Οι σεισμικές δράσεις θα υπολογίζονται σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 1998 και το σχετικό Εθνικό Προσάρτημα, καθώς και τις μεθόδους που αναφέρονται σε αυτό το άρθρο, λαμβάνοντας υπόψη τον τύπο, τις προδιαγραφές και τη σπουδαιότητα της κάθε κατασκευής.

Η περιοχή του Έργου ανήκει στη σεισμική ζώνη Ζ1, κατά το Εθνικό Προσάρτημα του ΕΛΟΤ EN 1998-1, με μέγιστη εδαφική επιτάχυνση αναφοράς  $a_{gR}/g=0,16$  (σε έδαφος κατηγορίας Α). Θα θεωρηθεί κατ' ελάχιστον κατηγορία εδάφους C (συντελεστής εδάφους  $S=1.15$  σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN1998-1 και το αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα). Η κατηγορία εδάφους θα προκύψει από τη Γεωτεχνική Έρευνα στις Εκθέσεις Αξιολόγησης Παραμέτρων Σχεδιασμού.

Οι κατασκευές του Έργου εντάσσονται σε Κατηγορία Σπουδαιότητας III, κατά τον κώδικα EN 1998, με συντελεστή  $\gamma=1,20$ .

### 5.2 Πλάκες έδρασης σιδηροτροχιών τραμ

Ειδικά για τη μελέτη των πλακών έδρασης των σιδηροτροχιών, θα ληφθούν τα ακόλουθα:

Α) συντελεστής φασματικής ενίσχυσης  $\beta_0$  ίσος με 2,50 για τα φορτία του συρμού, ενώ για τα ίδια βάρη της πλάκας, καθώς αυτή είναι άκαμπτη και εγκιβωτισμένη στο έδαφος, ίσος με 1,00.

β) οι σεισμικές δυνάμεις θα είναι οι εξής:

i) σεισμός στα ίδια βάρη κατά +X. Τα ίδια βάρη πολλαπλασιάζονται με  $0,16*1,15*1,20$ .

ii) σεισμός στα ίδια βάρη κατά +Z. Τα ίδια βάρη πολλαπλασιάζονται με  $0,7*0,16*1,15*1,20$

iii) σεισμικά φορτία του συρμού κατά X. Εφαρμόζεται το συνολικό οριζόντιο φορτίο μόνο στην μία σιδηροτροχιά, συνέπεια του τρόπου εμπλοκής των τροχών με τις ράγες. Άρα το οριζόντιο φορτίο στην μία σιδηροτροχιά θα είναι  $0,7*0,16*2,50*1,15*1,20*120$  kN, όπου 0,7 είναι ο συντελεστής συμμετοχής  $\psi_2$  των κινητών του συρμού στον σεισμικό συνδυασμό.

Ταυτόχρονα, λόγω της ροπής ανατροπής που δημιουργείται από την οριζόντια εκτροπή του συρμού, ασκείται στις σιδηροτροχιές και ένα κατακόρυφο ζεύγος αντίθετων δυνάμεων, μέτρου ίσου με  $F_{seis} \times h / 1.50$ , όπου  $F_{seis}$  είναι η οριζόντια σεισμική δύναμη ίση με:  $0,3*0,16*2,50*1,15*1,20*120$ , h είναι η απόσταση του Κ.Β. του συρμού από την κεφαλή της σιδηροτροχιάς, ίση με 1,80 m σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 1991-2 Παρ. 6.5.1.(2) και 1,50 είναι η θεωρητική απόσταση μεταξύ των σιδηροτροχιών.

Από τον τύπο προκύπτει ότι τελικά εφαρμόζεται ζεύγος αντίθετων δυνάμεων, με κατακόρυφο φορτίο +23,85 kN στον ένα τροχό και -23,85 kN στον άλλο.



iv) σεισμικά φορτία του συρμού κατά +Z. Ομοίως με τα στατικά φορτία του συρμού, ασκούνται μόνο στην κατακόρυφη διεύθυνση, με μέτρο ίσο με  $0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,16 \cdot 1,15 \cdot 1,20 \cdot 60 \cdot 2,50 = 6,96$  KN.

## 6 Συνδυασμοί Φόρτισης

6.1 Οι συνδυασμοί φόρτισης θα είναι αυτοί που προβλέπονται στους Εγκεκριμένους Ευρωκώδικες. Οι συνδυασμοί φόρτισης που δίδουν τα πλέον κρίσιμα αποτελέσματα, θα αποτελέσουν τη βάση της μελέτης όλων των δομικών μελών του Έργου. Γενικώς ακολουθούνται τα προβλεπόμενα στον κώδικα EN 1990 σχετικά με τους κρίσιμους συνδυασμούς ελέγχου και τους συντελεστές συμμετοχής των δράσεων σε αυτούς.

6.2 Στη στατική μελέτη των πλακών έδρασης των σιδηροτροχιών θα λαμβάνονται υπόψη όλα τα πιθανά -κατά περίπτωση- φορτία, μόνιμα, κινητά από τα οχήματα και την οδική κυκλοφορία και σεισμικά φορτία, όπως αναλύθηκαν σε προηγούμενες παραγράφους.

Επίσης, σε όποιες φορτίσεις ασκείται ζεύγος αντίθετων κατακόρυφων δυνάμεων στις δύο σιδηροτροχιές, αυτό εφαρμόζεται με την ίδια φορά σε κάθε φόρτιση, ώστε να προκύπτει τελικά συνδυαστική δυσμένεια στην ίδια πλευρά της πλάκας.

Τα οδικά φορτία συμμετέχουν σε όλους τους συνδυασμούς, αλλά δεν συνδυάζονται με τα φορτία του οχήματος, καθώς δε μπορούν να ασκηθούν και τα δύο ταυτόχρονα σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

Αντίστοιχα με τα φορτία του οχήματος, τα οδικά φορτία ασκούνται ένα κάθε φορά και αποκλείεται ο συνδυασμός μεταξύ τους. Δεν είναι δυνατόν, δηλαδή, να επαλληλισθούν διαδοχικές θέσεις εφαρμογής της Πρότυπης Φόρτισης 1 μεταξύ τους, αλλά ούτε μπορούν να συνδυασθούν μία Πρότυπη Φόρτιση 1 μαζί με μία Πρότυπη Φόρτιση 2.

Οι θερμοκρασιακές δράσεις αποτελούν κινητές φορτίσεις και συνδυάζονται με τις φορτίσεις του οχήματος ή τις οδικές, με την εφαρμογή του κατάλληλου συντελεστή συμμετοχής  $\psi$ . Όταν λαμβάνονται ταυτόχρονα τόσο η ομοιόμορφη εποχική θερμοκρασιακή μεταβολή ( $\Delta T_N$ ), όσο και η διαφορική (παρειών) εποχική θερμοκρασιακή μεταβολή ( $\Delta T_M$ ), χρησιμοποιείται η ακόλουθη έκφραση (που έχει την έννοια συνδυασμού φορτίσεων):  $\Delta T_M + 0,35 \Delta T_N$  ή  $0,75 \Delta T_M + \Delta T_N$  (κατά τον ΕΛΟΤ EN 1991-1-5).

6.3 Οι οριακές καταστάσεις σχεδιασμού, για τις οποίες θα γίνει διαστασιολόγηση των φορέων και για τις οποίες θα σχηματιστούν οι αντίστοιχοι συνδυασμοί φορτίσεων, είναι οι εξής:

## 7 Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (ΟΚΑ)

Εφαρμόζεται ο τύπος 6.10 του κώδικα ΕΛΟΤ EN 1990, ως βασικός συνδυασμός ελέγχου αντοχής στην οριακή κατάσταση αστοχίας:

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

## 8 Οριακή Κατάσταση Σεισμικού Σχεδιασμού (ΣΕΙΣ)

Εφαρμόζεται ο τύπος 6.12b του κώδικα ΕΛΟΤ EN 1990, ως βασικός συνδυασμός ελέγχου αντοχής στην οριακή κατάσταση σεισμικού σχεδιασμού:

$$\sum G_{k,j} + P + A_{ED} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

**9 Οριακή Κατάσταση Τυχηματικού Σχεδιασμού (ACCI)**

Εφαρμόζεται ο τύπος 6.11b του ΕΛΟΤ EN 1990, ως βασικός συνδυασμός ελέγχου ανοχής στην οριακή κατάσταση τυχηματικού σχεδιασμού (Accidental):

$$\Sigma G_{k,j} "+" P "+" A_d "+" (\psi_{1,1} \acute{\eta} \psi_{2,1}) Q_{k,1} "+" \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

**10 Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας (OKL)**

Στην Οριακή Κατάσταση Λειτουργικότητας ελέγχεται το επιτρεπόμενο εύρος ρηγμάτωσης ή/και οι παραμορφώσεις. Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 1992-2, Παράγραφοι 7.4 & 7.4, εφαρμόζεται ο οιονεί στατικός συνδυασμός δράσεων, επομένως ισχύει ο τύπος 6.16b του κώδικα EN 1990:

$$\Sigma G_{k,j} "+" P "+" \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

**11 Οριακή Κατάσταση Κόπωσης (FAT)**

Ειδικά για τη μελέτη των πλακών έδρασης των σιδηροτροχιών, θα διενεργηθεί και έλεγχος κόπωσης. Σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 1992-1 εφαρμόζεται ο συχνός συνδυασμός δράσεων, επομένως ισχύει ο τύπος 6.69 του κώδικα:

$$\left( \sum_{j \geq 1} G_{k,j} "+" P "+" \psi_{1,1} Q_{k,1} "+" \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \right) "+" Q_{fat}$$

Κατά τον έλεγχο κόπωσης, ο συντελεστής Φ για τα φορτία του οχήματος, όπως ορίζει το Παράρτημα Δ του κώδικα EN 1991-2, δεν είναι ο Φ3 αλλά ο Φ=1+0,5x(φ'+ 0,5φ"). Ο έλεγχος θα πραγματοποιηθεί για N=2x10<sup>6</sup> κύκλους φόρτισης και για θεωρητική διάρκεια ζωής σχεδιασμού (για το συγκεκριμένο έλεγχο) 100 έτη.

Θα διενεργηθεί έλεγχος κόπωσης και για τα οδικά φορτία που καταπονούν την σταθερή επιδομή του τραμ. Οι κύκλοι φόρτισης υπολογίζονται με βάση τον Πίνακα 4.5 του ΕΛΟΤ EN 1991-2, για θεωρούμενη κατηγορία κυκλοφορίας 3 και για θεωρητική διάρκεια ζωής σχεδιασμού (για τον συγκεκριμένο έλεγχο) 100 έτη.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ : ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

### T-02450 ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΕΣ

#### 1 ΓΕΝΙΚΑ

##### 1.1 Περιγραφή Εργασιών

- 1.1.1 Στο άρθρο αυτό παρουσιάζονται οι απαιτήσεις που αφορούν την ποιότητα και την κατασκευή των σιδηροτροχιών, συμπεριλαμβανομένου του χρησιμοποιούμενου χάλυβα, καθώς και οι απαιτήσεις για την αποδοχή της προμήθειας σιδηροτροχιών στο Έργο.
- 1.1.2 Η κατεργασία των σιδηροτροχιών και η επεξεργασία έναντι συριγμού και φθοράς δε θίγονται στην παρούσα Προδιαγραφή. Ο Ανάδοχος θα συντάξει μία ειδική μεθοδολογία για αυτόν το σκοπό.

##### 1.2 Παραπομπές

Θα ισχύουν τα ακόλουθα πρότυπα:

- EN 13674-1 Railway applications - Track - Rail - Part 1: Vignole railway rails +A1 46kg/m and above.
- EN 13674-2 Railway applications - Track - Rail - Part 2: Switch and crossing rails used in conjunction with Vignole railway rails 46kg/m and above.
- EN 13674-3 Railway applications - Track - Rail - Part 3: Check rails.
- EN 14811 Railway applications - Track - Special purpose rail - Grooved rails and associated construction profiles.

#### 2 ΥΛΙΚΑ

- 2.1 Οι σιδηροτροχιές θα παρασχεθούν σε μήκος όχι μικρότερο από 18m. Κατ' εξαίρεση, ο Ανάδοχος μπορεί να παράσχει για κάθε προφίλ σιδηροτροχιές μικρού μήκους σε ποσοστό το πολύ 5% του συνολικού αριθμού τους. Το μήκος των εν λόγω σιδηροτροχιών θα είναι 9 έως 18m και οι σιδηροτροχιές αυτές θα τοποθετηθούν μόνο σε συγκεκριμένες θέσεις, όπως αυτό εγκριθεί από την ΑΜ.
- 2.2 Όλες οι σιδηροτροχιές θα είναι καινούριες και θα έχουν κατασκευαστεί με συνεχή διαμόρφωση. Οι λεπτομερείς κατασκευαστικές διαδικασίες, η χημική σύνθεση και τα μηχανικά χαρακτηριστικά θα υποβληθούν προς έγκριση. Η παράδοση των σιδηροτροχιών θα περιλαμβάνει, επιπλέον, δύο σετ εργαλείων γεωμετρικού ελέγχου σιδηροτροχιών για την ΑΜ.

#### 3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ, ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ & ΔΟΚΙΜΕΣ

- 3.1 Οι σιδηροτροχιές θα παραχθούν από αξιόπιστους κατασκευαστές. Από τον Ανάδοχο, θα ζητηθεί να αποδείξει ότι έχει αναπτυχθεί και υλοποιηθεί κατάλληλο σύστημα ποιότητας στις εγκαταστάσεις κατασκευής του Προμηθευτή/Κατασκευαστή. Η συμμόρφωση με την απαίτηση αυτή θα αποδεικνύεται μέσω ενός ή περισσοτέρων από τα ακόλουθα τεύχη:
- α) Έγκυρο πιστοποιητικό ISO 9001:2015.

- β) Πιστοποίηση των σιδηροτροχιών από ανεξάρτητο κοινοποιημένο φορέα.
- 3.2 Το σύστημα ποιότητας του κατασκευαστή θα υποβληθεί, στα πλαίσια του ΦΥΥ, για έγκριση από την ΑΜ.
- 3.3 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση και το Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών του εργοστασίου κατασκευής, το οποίο θα περιλαμβάνει, τουλάχιστον, για κάθε μία από τις δραστηριότητες επιθεώρησης και δοκιμών, τα ακόλουθα:
- α) Περιγραφή της επιθεώρησης/δοκιμής που θα πραγματοποιηθεί
  - β) Τη συχνότητα με την οποία θα πραγματοποιηθεί η επιθεώρηση/δοκιμή
  - γ) Τα κριτήρια αποδοχής
  - δ) Τα εσωτερικά έντυπα τεκμηρίωσης
- 3.4 Οι Επιθεωρήσεις και οι Δοκιμές θα είναι σύμφωνες με τα EN 13674-1/EN 14811 κατά περίπτωση. Επιπλέον, σημειώνεται ότι οι αποτυπώσεις θείου από D1 έως D7 είναι αποδεκτές, αντίθετα οι αποτυπώσεις D8 έως D11 δεν είναι αποδεκτές, για το σκοπό του άρθρου αυτού.
- 3.5 Ο Ανάδοχος θα παράσχει στην ΑΜ αποδεικτικά στοιχεία συμμόρφωσης με το προαναφερόμενο πρότυπο, κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Τα στοιχεία θα περιλαμβάνουν κατ' ελάχιστο:
- α) Χημική ανάλυση, συμπεριλαμβανόμενης της περιεκτικότητας σε υδρογόνο,
  - β) Έλεγχο της σήμανσης, των διαστάσεων και της διάτρησης των σιδηροτροχιών (αν απαιτείται),
  - γ) Δοκιμές αντοχής σε εφελκυσμό,
  - δ) Δοκιμές σκληρότητας,
  - ε) Δοκιμή ηλεκτρικής αντίστασης σιδηροτροχιάς,
  - στ) Μακροσκοπικές δοκιμές, συμπεριλαμβανομένων των δοκιμών αποτύπωσης θείου με τη μέθοδο Baumann,
  - ζ) Συνεχείς μη καταστροφικές δοκιμές κατά την παραγωγή,
  - η) Έλεγχο ευθύτητας της σιδηροτροχιάς,
  - θ) Έλεγχο της ακραίας συστροφής σιδηροτροχιάς.
- 3.6 Η περιεκτικότητα σε υδρογόνο, που μετράται στον κάδο χύτευσης, δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 2,5ppm (μέρη ανά εκατομμύριο).
- 3.7 Η ηλεκτρική αντίσταση σιδηροτροχιάς θα πρέπει να είναι χαμηλότερη των 40mΩ ανά χιλιόμετρο καινούργιας σιδηροτροχιάς, όταν η μέτρηση πραγματοποιείται σε θερμοκρασία 20°C.
- 3.8 Η επιθεώρηση σε συνεχή βάση θα διασφαλίζεται μέσω εξοπλισμού δοκιμών με υπερήχους για τον εντοπισμό εσωτερικών ελαττωμάτων της σιδηροτροχιάς και με χρήση της μεθόδου δινορευμάτων (eddy currents) για τον εντοπισμό επιφανειακών ελαττωμάτων, σύμφωνα με τα παρακάτω:
- α) Τα εσωτερικά ελαττώματα εντοπίζονται, μέσω εξοπλισμού δοκιμών με υπερήχους, ο οποίος πραγματοποιεί ελέγχους στα ακόλουθα:
    - κεφαλή σιδηροτροχιάς,
    - ιστό σιδηροτροχιάς,
    - πέλμα σιδηροτροχιάς
- Ο εξοπλισμός με υπερήχους θα διακριβώνεται, στα προβλεπόμενα χρονικά διαστήματα, από τον κατασκευαστή του με στατική και δυναμική μέθοδο.
- β) Επιθεώρηση επιφανειακού ελαττώματος

Η επιθεώρηση για την εξεύρεση επιφανειακών ελαττωμάτων πραγματοποιείται με:

- εξοπλισμό δινορευμάτων (eddy currents) με κεφαλές ανίχνευσης για το πέλμα, την κεφαλή και τα άκρα της σιδηροτροχιάς.
- οπτική επιθεώρηση των τεσσάρων πλευρών των σιδηροτροχιών.

Δεν επιτρέπεται ύπαρξη καμίας επιφανειακής ρωγμής στη σιδηροτροχιά.

Τα ελαττωματικά τμήματα της σιδηροτροχιάς διαχειρίζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου και τις εσωτερικές διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου του εργοστασίου παραγωγής.

- 3.9 Η ΑΜ θα πρέπει να ενημερωθεί 90 ημέρες πριν την προτεινόμενη ημερομηνία παραγωγής και τις ημερομηνίες πραγματοποίησης των Επιθεωρήσεων/Δοκιμών. Η ΑΜ διατηρεί το δικαίωμα να παρίσταται σε οποιεσδήποτε δοκιμές πραγματοποιηθούν στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή. Η οριστική επιθεώρηση των σιδηροτροχιών θα θεωρηθεί ως σημείο αποδέσμευσής τους. Ο Κατασκευαστής δε θα αποστείλει τις σιδηροτροχιές μέχρι την πραγματοποίηση της οριστικής επιθεώρησης, στην οποία θα παραστούν εκπρόσωποι της ΑΜ, οι οποίοι θα συνυπογράψουν το τελικό πιστοποιητικό. Το τελικό πιστοποιητικό θα επιβεβαιώνει ότι το προϊόν συμμορφώνεται πλήρως με τις απαιτήσεις που περιλαμβάνονται στην Προδιαγραφή αυτή. Ο Ανάδοχος θα παράσχει αποδεικτικά στοιχεία, σύμφωνα με τα οποία το σύνολο των υλικών και οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν πληρούν τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής.

#### **4 ΣΗΜΑΝΣΗ, ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ, ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ, ΜΕΤΑΦΟΡΑ & ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ**

- 4.1 Η σήμανση των σιδηροτροχιών θα είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις των προτύπων.
- 4.2 Οι σιδηροτροχιές θα συσκευάζονται σε δέματα για μεταφορά στο εξωτερικό.
- 4.3 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει για έγκριση μια λεπτομερή περιγραφή της διαδικασίας συσκευασίας, διαχείρισης, μεταφοράς και αποθήκευσης των σιδηροτροχιών. Ο Ανάδοχος θα λάβει όλες τις απαραίτητες προφυλάξεις προκειμένου να διασφαλίσει ότι δε θα καμφθούν ή υποστούν ζημιές κατά τη διαχείριση, μεταφορά και αποθήκευσή τους.

## T-02451 ΥΛΙΚΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΩΝ

### 1 ΓΕΝΙΚΑ

#### 1.1 Περιγραφή Εργασιών

- 1.1.1 Το άρθρο αυτό αφορά την παροχή όλων των υλικών, εξαρτημάτων και εργαλείων που απαιτούνται για την εκτέλεση αλουμινοθερμικών συγκολλήσεων των Συνεχών Συγκολλημένων Σιδηροτροχιών (ΣΣΣ/CWR).
- 1.1.2 Το αντικείμενο αυτής της Προδιαγραφής δεν περιλαμβάνει την εκτέλεση των συγκολλήσεων. Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση λεπτομερή περιγραφή της μεθοδολογίας εκτέλεσης των συγκολλήσεων του Έργου.
- 1.1.3 Επιπλέον, η παρούσα Προδιαγραφή δε θίγει την κατεργασία των σιδηροτροχιών και την επεξεργασία έναντι συριγμού και φθοράς, η οποία θα αποτελέσει ειδική μεθοδολογία, που θα συνταχτεί από τον Ανάδοχο.

#### 1.2 Παραπομπές

Θα ισχύουν οι ακόλουθοι κωδικοί και πρότυπα:

- |            |  |
|------------|--|
| EN 14730-1 | Railway applications - Track - Aluminothermic welding of rails - Approval of welding processes.  |
| EN 14730-2 | Railway applications - Track - Aluminothermic welding of rails - Qualifications of aluminothermic welders, approval of contractors and acceptance of welds |
| EN 16771   | Railway applications - Infrastructure - Aluminothermic welding of grooved rails.   |

### 2 ΥΛΙΚΑ

- 2.1 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει πιστοποιητικό συμμόρφωσης των συγκολλήσεων, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ανωτέρω προτύπων από ανεξάρτητο κοινοποιημένο φορέα.
- 2.2 Ο Ανάδοχος θα παράσχει όλα τα υλικά για την εκτέλεση συγκολλήσεων σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο άρθρο αυτό. Τα ανωτέρω θα περιλαμβάνουν, κατ' ελάχιστον, τα ακόλουθα για καθεμία από τις απαιτούμενες διατομές και κατηγορίες σιδηροτροχιών, που παρουσιάζονται στην παρούσα:
- α) Καλούπια
  - β) Τμήματα
  - γ) Ρυθμιζόμενοι δακτύλιοι
  - δ) Πάστα στεγάνωσης
  - ε) Χοάνες
  - στ) Πυρσοί ανάφλεξης
- 2.3 Ο τύπος συγκόλλησης και το διάκενο, αναφέρονται κατωτέρω:
- α) Τύπος συγκόλλησης: περιορισμένης προθέρμανσης
  - β) Τύπος διακένου: κανονικό (23 έως 30mm με ανοχή  $\pm 2\text{mm}$ )
  - γ) Η θερμικά επηρεαζόμενη ζώνη της σιδηροτροχιάς, σε κάθε πλευρά της συγκόλλησης, θα είναι μικρότερη των 30mm.

- 2.4 Ο Ανάδοχος θα επιβεβαιώσει ότι αυτές οι παράμετροι θα οδηγήσουν στην ορθή εκτέλεση συγκολλήσεων και σύμφωνα με τις εργοταξιακές συνθήκες, που περιγράφονται στη συνέχεια.
- 2.5 Οι σιδηροτροχιές θα συγκολληθούν σε ευθύγραμμες και καμπύλες (ελάχιστη οριζόντια ακτίνα 18m) τροχιές, μετά τη διαδικασία προκαμπύλωσης, η οποία θα πρέπει να έχει εγκριθεί από την ΑΜ.
- 2.6 Οι επικρατούσες συνθήκες εκτέλεσης εργασιών συγκόλλησης σιδηροτροχιών είναι οι ακόλουθες:

- α) Οι εργασίες συγκόλλησης θα εκτελούνται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, κατά το οποίο η ελάχιστη/μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος και η υγρασία θα κυμαίνονται στα ακόλουθα επίπεδα:

	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
Θερμοκρασία	-10°C	+50°C
Υγρασία	0%	90%

- β) Οι εργασίες συγκόλλησης θα εκτελούνται σε ανοικτούς χώρους.
- γ) Οι ελάχιστες απαιτήσεις του υλικού και εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση των συγκολλήσεων είναι:
- Το υλικό συγκόλλησης θα αποτελείται κυρίως από μίγμα κόνεως σιδήρου, αλουμινίου και άλλων υλικών, που έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με τις σιδηροτροχιές, και η σύνθεσή του θα εξαρτάται από τη διατομή της σιδηροτροχιάς, την κατηγορία του χάλυβα, το διάκενο και το χρόνο προθέρμανσης. Το υλικό συγκόλλησης θα παρέχεται σε ταυτοποιήσιμες και ιχνηλάσιμες παρτίδες, έτοιμο προς χρήση.
  - Τα καλούπια θα κατασκευάζονται από πυράντοχο υλικό, ανθεκτικό στη θερμότητα της προθέρμανσης και της συγκόλλησης. Θα είναι προκατασκευασμένα, ώστε να ταιριάζουν με τις διατομές των σιδηροτροχιών που θα συγκολληθούν. Τα καλούπια θα αυτοσφραγίζονται ή θα έχουν τη δυνατότητα να σφραγίζονται με πάστα στεγάνωσης. Σύστημα στεγάνωσης με άμμο δεν είναι αποδεκτό. Τα καλούπια θα παρέχονται σε ταυτοποιήσιμες και ιχνηλάσιμες παρτίδες.
  - Οι δακτύλιοι θα είναι αυτορυθμιζόμενου τύπου.
  - Οι χοάνες θα είναι μίας (single-use crucible) ή πολλαπλών (standard long life) χρήσεων.
- δ) Το σύστημα συγκόλλησης θα διαθέτει επαρκή και κατάλληλα διαμορφωμένα υλικά, ώστε να διευκολύνεται η συναρμολόγησή του και η στερέωσή του στη σιδηροτροχιά.
- ε) Ο Ανάδοχος θα αναφέρει λεπτομερώς τα κύρια χαρακτηριστικά και τις φυσικές ιδιότητες όλων των υλικών και συστατικών που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη διαδικασία συγκόλλησης, δηλ. καλούπια, εξαρτήματα, αυτορυθμιζόμενοι δακτύλιοι, σφραγιστική πάστα, χοάνες, πυρσοί ανάφλεξης και θα περιγράψει τα στάδια της διαδικασίας, στα πλαίσια του ΦΥΥ, το οποίο θα υποβληθεί για έγκριση από την ΑΜ.

### 3 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ, ΤΗΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΤΙΣ ΔΟΚΙΜΕΣ

- 3.1 Τα υλικά συγκόλλησης θα παρασχεθούν από εγκεκριμένους αναγνωρισμένους κατασκευαστές. Θα απαιτηθεί από τον Ανάδοχο να αποδείξει την ανάπτυξη κι αποτελεσματική λειτουργία κατάλληλου συστήματος ποιότητας στις εγκαταστάσεις κατασκευής του Προμηθευτή/Κατασκευαστή. Τα αποδεικτικά στοιχεία, αναφορικά με τη συμμόρφωση προς την απαίτηση αυτή, θα είναι τα παρακάτω:
- α) Έγκυρο πιστοποιητικό διαχείρισης ποιότητας, κατά ISO 9001:2015.
  - β) Πιστοποίηση των κολλήσεων από ανεξάρτητο κοινοποιημένο φορέα.
- 3.2 Το Σύστημα Ποιότητας του κατασκευαστή θα υποβάλλεται στα πλαίσια του ΦΥΥ για έγκριση από την ΑΜ.
- 3.3 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει και το Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών του εργοστασίου κατασκευής, το οποίο θα περιλαμβάνει τουλάχιστον για καθεμία από τις δραστηριότητες επιθεώρησης και δοκιμών, τα ακόλουθα:
- α) Περιγραφή της επιθεώρησης/δοκιμής που θα πραγματοποιηθεί,
  - β) Τη συχνότητα με την οποία θα πραγματοποιηθεί η επιθεώρηση/δοκιμή,
  - γ) Τα κριτήρια αποδοχής,
  - δ) Τα εσωτερικά έντυπα τεκμηρίωσης.
- 3.4 Οι Επιθεωρήσεις και Δοκιμές θα είναι σύμφωνες με τα πρότυπα EN 14730-1 & EN 16771.
- 3.4 Ο Ανάδοχος θα παράσχει στην ΑΜ αποδεικτικά στοιχεία συμμόρφωσης με τα προαναφερόμενα πρότυπα κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας.
- 3.5 Η ΑΜ θα ειδοποιηθεί 90 ημέρες πριν από την ημερομηνία εκτέλεσης των Επιθεωρήσεων/Δοκιμών. Η ΑΜ διατηρεί το δικαίωμα να παρίσταται σε οποιοσδήποτε δοκιμές στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή. Ο Κατασκευαστής δε θα αποστέλλει τα υλικά συγκόλλησης μέχρι την πραγματοποίηση της οριστικής επιθεώρησης, παρουσία εκπροσώπων της ΑΜ, και την υπογραφή του τελικού Πιστοποιητικού. Το τελικό πιστοποιητικό θα επιβεβαιώνει ότι το προϊόν συμμορφώνεται πλήρως με τις απαιτήσεις που περιλαμβάνονται στην Προδιαγραφή αυτή.
- 3.6 Ο Ανάδοχος θα παράσχει τεκμηριωμένα αποδεικτικά στοιχεία ότι όλα τα υλικά και οι δοκιμές που εκτελούνται ικανοποιούν τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής

### 4. ΣΗΜΑΝΣΗ, ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ, ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ, ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

- 4.1 Η αναφορά και σήμανση των υλικών συγκόλλησης θα είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ανωτέρω προτύπων.
- 4.2 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση λεπτομερή διαδικασία για τη σήμανση, συσκευασία, μεταφορά, διακίνηση και αποθήκευση των υλικών συγκόλλησης.
- 4.3 Η σήμανση και τοποθέτηση ετικετών σε όλα τα συστατικά υλικών θα πρέπει να είναι ευανάγνωστη, ανθεκτική και θα πρέπει να διατηρείται ανέπαφη από τη στιγμή της παραγωγής έως την παράδοση στο εργοτάξιο.
- 4.4 Ο Ανάδοχος θα λάβει όλα τα απαραίτητα προληπτικά μέτρα προκειμένου να διασφαλίσει ότι τα υλικά συγκόλλησης δε θα καταστρέφονται κατά τη διακίνηση, τη μεταφορά και αποθήκευση.
- 4.5 Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να ελέγχει την ημερομηνία λήξης της παρτίδας του υλικού συγκόλλησης πριν την ενσωμάτωση του στο Έργο. Οι παρτίδες που έχουν λήξει δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν.



## T-02452 ΜΟΝΩΜΕΝΟΙ ΑΡΜΟΙ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΩΝ

### 1 ΓΕΝΙΚΑ

#### 1.1 Περιγραφή Εργασιών

- 1.1.1 Το άρθρο αυτό αφορά προδιαγραφές για την εγκατάσταση Μονωμένων Αρμών Σιδηροτροχιάς (ΜΑΣ), συμπεριλαμβανομένης της παροχής όλων των απαιτούμενων υλικών και εξαρτημάτων. Οι μονωμένοι αρμοί είναι απαραίτητοι σε κυκλωματικές οδεύσεις τροχιάς, ώστε να καθίσταται εφικτή η μηχανική σύνδεση δύο παρακείμενων σιδηροτροχιών, χωρίς ηλεκτρική συνέχεια.
- 1.1.2 Σε απλές τροχιές, καθώς και σε Αλλαγές/Διακλαδώσεις, οι αρμοί σιδηροτροχιάς θα συγκολληθούν ώστε να διαμορφώνουν σύστημα Συνεχούς Συγκολλημένης Σιδηροτροχιάς (ΣΣΣ/CWR). Ωστόσο, βάσει των απαιτήσεων σηματοδότησης, ενδέχεται να απαιτηθεί ηλεκτρική μόνωση μεταξύ δύο παρακείμενων σιδηροτροχιών, έτσι ώστε να μπορεί ένα σύστημα ΣΣΣ μεγάλους μήκους να διαχωρίζεται σε διάφορα τμήματα κυκλώματος τροχιάς.
- 1.1.3 Οι ΜΑΣ θα τοποθετηθούν σε σιδηροτροχιές όπως ορίζεται στην Παράγραφο 2.4.3.1 των Προδιαγραφών Μελετών και Επιδόσεων Σιδηροδρομικής Επιδομής. Ο Ανάδοχος, κατά τη μελέτη των κυκλωμάτων της τροχιάς, θα εντοπίσει τα μέρη όπου απαιτείται να εγκατασταθούν οι Μονωμένοι Αρμοί.
- 1.1.4 Ο Ανάδοχος θα μελετήσει και εγκαταστήσει τους Μονωμένους Αρμούς σύμφωνα με τις απαιτήσεις που ορίζονται στη Μελέτη και στις Προδιαγραφές Επιδόσεων για Σιδηροδρομική Επιδομή.

#### 1.2 Παραπομπές

Το σύνολο των εργασιών που θα εκτελεστούν, καθώς και όλα τα υλικά και εξαρτήματα που θα παρασχεθούν από τον Ανάδοχο, θα πρέπει να συμμορφώνονται τουλάχιστον με τα παρακάτω πρότυπα:

UIC 864-4	Technical specification for the supply of spring steel washers for use in permanent way.
EN 14399	High-strength structural bolting assemblies for preloading.
ISO 68-1	ISO general purpose screw threads - Basic profile - Metric screw threads.
ISO 262	ISO general purpose metric screw threads - Selected sizes for screws, bolts and nuts.
ISO 965-2	ISO general purpose metric screw threads - Tolerances - Part 2: limits of sizes for general purpose external and internal screw threads - Medium quality.
ISO 4042	Fasteners - Electroplated coatings.
ISO 4759-1	Tolerances for fasteners - Bolts, screws, studs and nuts - Part 1: product grades A, B and C.
ISO 885	General purpose bolts and screws - Metric series - Radii under the head.
ΕΛΟΤ EN 10025	Προϊόντα θερμής έλασης για χάλυβες κατασκευών.

#### 1.3 Κριτήρια Μελέτης

- 1.3.1 Η μελέτη Μονωμένων Αρμών που θα εκπονηθεί από τον Ανάδοχο θα διέπεται από τα ακόλουθα κριτήρια:

- Γεωμετρικά στοιχεία τροχιάς
  - Χαρακτηριστικά τροχαίου υλικού
  - Δεδομένα λειτουργίας
  - Ενεργά φορτία τροχιάς
  - Θερμικές συνθήκες
  - Ηλεκτρική αντίσταση Μονωμένου Αρμού
  - Απαιτήσεις σχετικά με τη Σηματοδότηση και την Παροχή Ισχύος
  - Συμβατότητα με άλλα εξαρτήματα Σιδηροδρομικής Επιδομής
  - Σημεία αλληλεπίδρασης με άλλες ειδικότητες
- 1.3.2 Ο Ανάδοχος, κατά τη μελέτη των Μονωμένων Αρμών Σιδηροτροχιάς, θα έχει υπόψη του τις απαιτήσεις για υψηλή αξιοπιστία όσον αφορά τη Σιδηροδρομική Επιδομή και το χαμηλό κόστος συντήρησης.
- 1.3.3 Ένας μονωμένος αρμός αποτελείται από αρμό σιδηροτροχιάς στερεωμένο σε αμφιδέτες 6 οπών, όπου ακραίο ένθετο, πάχους 5mm, τοποθετείται στο κενό μεταξύ παρακείμενων σιδηροτροχιών. Μόνωση επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας συνθετικό πρόσθεμα μεταξύ των αμφιδετών και των σιδηροτροχιών. Οι κοχλίες και τα περικόχλια έχουν επίσης μονωθεί από τους αμφιδέτες μέσω δακτυλίων και ροδελών μόνωσης.
- 1.3.4 Ο προτιμώμενος τύπος μονωμένου αρμού θα είναι κολλητού τύπου (ΚΜΑ/ΓΙJ) προκατασκευαζόμενος σε εργοστάσιο, όπου ένα τμήμα σιδηροτροχιάς μήκους τουλάχιστον 12m θα κοπεί σε απόσταση τουλάχιστον 6m από κάθε πλευρά της. Οι προς ένωση όψεις του κομμένου στοιχείου θα εφάπτονται στο μονωτικό ακραίο ένθετο. Στη συνέχεια, το τμήμα της σιδηροτροχιάς που θα έχει μονωμένο αρμό θα συγκολληθεί στην τροχιά ΣΣΣ με αλουμινοθερμική συγκόλληση.
- 1.3.5 Όπου (λόγω περιορισμών μελέτης ή κατασκευής) δεν μπορεί να διατεθεί τεμάχιο σιδηροτροχιάς 12m, τότε μπορεί να προταθεί για έγκριση από την ΑΜ, Κολλητός Μονωμένος Αρμός (ΚΜΑ/ΓΙJ) κατασκευασμένος στο εργοτάξιο ή Μηχανικός Μονωμένος Αρμός.

#### 1.4 Υποβολές

Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση από την ΑΜ λεπτομερείς μελέτες, λεπτομερή σχέδια του κατασκευαστή και αποτελέσματα δοκιμών για όλα τα υλικά και εξαρτήματα που θα ενσωματωθούν, καθώς και μεθοδολογία κατασκευής για όλες τις κατασκευαστικές δραστηριότητες πριν από την ενσωμάτωση οποιουδήποτε υλικού ή εξαρτήματος. Καμιά κατασκευαστική δραστηριότητα δε θα ξεκινήσει έως ότου η ΑΜ εγκρίνει τις μελέτες και τη μεθοδολογία κατασκευής και αποδεχθεί τα αποτελέσματα δοκιμών που υποβλήθηκαν από τον Ανάδοχο.

## 2 ΥΛΙΚΑ

### 2.1 Γενικά

- 2.1.1 Όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν για τη συναρμολόγηση των Μονωμένων Αρμών Σιδηροτροχιάς θα είναι σύμφωνα με τις εγκεκριμένες μελέτες, πρότυπα και τις προδιαγραφές της σύμβασης και είναι απαλλαγμένα από φθορές, σκόνη, χαλαρή σκουριά, φλοιό σκουριάς πριν εγκατασταθούν στο Έργο και κατά το χρόνο τοποθέτησης αυτών. Τα υλικά και εξαρτήματα που δεν ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής θα απομακρυνθούν από το Εργοτάξιο και θα αντικατασταθούν από τον Ανάδοχο.

- 2.1.2 Σύμφωνα με τις απαιτήσεις κάθε μονωμένου αρμού μπορεί να αποτελείται από τα κάτωθι εξαρτήματα:
- 2 χαλύβδινοι αμφιδέτες
  - 2 μονωτικές επενδύσεις (όπου προδιαγράφεται)
  - 6 χαλύβδινοι κοχλίες και περικόχλια
  - 12 μεταλλικές ροδέλες από χάλυβα
  - 12 δακτύλιοι μόνωσης
  - 12 ροδέλες μόνωσης
  - 2 μονωτικές προσθήκες
  - 4 λωρίδες υλικού από υαλοβάμβακα (όπου προδιαγράφεται)
  - 1 ακραίο ένθετο
  - εποξειδική κόλλα (όπου προδιαγράφεται).

## 2.2. Χαλύβδινοι αμφιδέτες

Οι εν λόγω αμφιδέτες θα έχουν 6 οπές, επεξεργασμένοι μηχανικά στην απαιτούμενη διατομή και ανοχές ώστε να ταιριάζουν με τη διατομή της σιδηροτροχιάς, επιτρέποντας την ενσωμάτωση των μονωμένων προσθηκών.

## 2.3 Χαλύβδινοι Κοχλίες και Περικόχλια

- 2.3.1 Οι κοχλίες θα είναι τύπου M22 με κολάρα. Η ποιότητα του χάλυβα των κοχλιών θα είναι κατηγορίας 10.9.
- 2.3.2 Τα περικόχλια θα είναι εξάγωνα και η ποιότητα του χάλυβα των περικοχλίων θα είναι κατηγορίας 10.9.

## 2.4 Μεταλλικές Επίπεδες Ροδέλες

Οι μεταλλικές επίπεδες ροδέλες θα τοποθετηθούν μεταξύ των μονωτικών ροδελών και της κεφαλής του κοχλία/του περικοχλίου. Οι χαλύβδινες ροδέλες θα έχουν σκληρότητα 300÷360 στην κλίμακα Vickers (HV/30) ή ισοδύναμη.

## 2.5 Προσθήκες, Δακτύλιοι και Ροδέλες Μόνωσης

Τα μονωτικά μέρη θα συνοδεύονται από πιστοποιητικά, αναφορικά με τις ιδιότητες υγρασίας, μόνωσης, κάμψης τους.

## 2.6 Συνθετικό Μονωτικό Υλικό

Το υλικό αυτό θα έχει πάχος ελάχιστο 0,4mm και θα αποτελείται από λωρίδες υαλοβάμβακα μέσα σε πλέγμα -ή ισοδύναμο συνθετικό μονωτικό σύστημα- που έχουν κοπεί σε κατάλληλο μήκος και πλάτος και έχουν 6 οπές, που έχουν ήδη διατηρηθεί. Θα τοποθετείται απέναντι και από τις δύο όψεις των προσθηκών μόνωσης.

## 2.7 Ακραίο Μονωτικό Ένθετο

Το ακραίο ένθετο θα έχει πάχος τουλάχιστον 5mm, θα είναι τοποθετημένο μεταξύ των ακραίων όψεων των δύο παρακείμενων σιδηροτροχιών και θα αποτελείται από πολυμερές υλικό.

## 2.8 Εποξειδική Κόλλα

Η εποξειδική κόλλα θα χρησιμοποιηθεί, όπου προδιαγράφεται για την συγκόλληση των εξαρτημάτων του αρμού, όπως περιγράφεται στην διαδικασία συναρμογής. Η εποξειδική κόλλα που θα χρησιμοποιηθεί θα συνοδεύεται από αναφορές χρήσης της σε παρόμοιες εφαρμογές.

### 3 ΕΚΤΕΛΕΣΗ

- 3.1 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει στην ΑΜ λεπτομερή στοιχεία των προμηθευτών του, μέσω των απαιτούμενων ΦΥΥ. Πιθανή αλλαγή προμηθευτή απαιτεί υποβολή νέου ΦΥΥ.
- 3.2 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση από την ΑΜ λεπτομερή στοιχεία για τις προτεινόμενες μεθόδους για συσκευασία, χειρισμό και αποθήκευση όλων των υλικών και εξαρτημάτων, τουλάχιστον ένα μήνα πριν από την ημερομηνία παράδοσής τους στο Εργοτάξιο.
- 3.3 Τα υλικά και τα εξαρτήματα θα συσκευασθούν, μεταφερθούν και αποθηκευτούν σύμφωνα με τις προτάσεις και τις εντολές του Προμηθευτή/Κατασκευαστή.
- 3.4 Οποιοδήποτε υλικό ή εξάρτημα παρουσιάζει σημάδια μη αποδεκτής ζημιάς ή επιδείνωσης λόγω ακατάλληλης συσκευασίας, διακίνησης ή αποθήκευσης θα απομακρυνθεί ή αντικατασταθεί από άλλο καινούριο υλικό ή εξάρτημα.
- 3.5 Τα υλικά και εξαρτήματα θα σημαίνονται σύμφωνα με την πρόταση του Προμηθευτή/Κατασκευαστή, τα ισχύοντα πρότυπα και την παρούσα Προδιαγραφή.
- 3.6 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει την διαδικασία ηλεκτρικών δοκιμών του Μονωμένου Αρμού στην ΑΜ για έγκριση. Αυτή θα περιλαμβάνει, ως ελάχιστο, τον εξοπλισμό δοκιμών, τις σχετικές διακριβώσεις του, την αλληλουχία των δοκιμών και την προβλεπόμενη επιτυγχανόμενη ηλεκτρική αντίσταση του Μονωμένου Αρμού, κατάλληλη για το Σύστημα Σηματοδότησης και Ηλεκτροδότησης που χρησιμοποιείται στο δίκτυο του ΤΡΑΜ.
- 3.7 Αφού εγκριθεί η διαδικασία δοκιμών, ο Ανάδοχος θα πραγματοποιήσει δοκιμές σε κάθε Μονωμένο Αρμό Σιδηροτροχιάς, ώστε να επαληθεύσει ότι η προταθείσα αντίσταση επιτυγχάνεται μέσω της εγκεκριμένης διαδικασίας πριν από την παράδοσή των υλικών επί τόπου. Τα πιστοποιητικά δοκιμών θα υποβληθούν στην ΑΜ.

**T-02453 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΩΝ (ΓΕΦΥΡΩΣΕΙΣ)**

**1 ΓΕΝΙΚΑ**

**1.1 Περιγραφή Εργασιών**

1.1.1 Το άρθρο αυτό περιγράφει τις απαιτήσεις για την παροχή όλων των υλικών, στοιχείων και εργαλείων που απαιτούνται για την διαμήκη γεφύρωση με ηλεκτρικό καλώδιο των σιδηροτροχιών με αμφιδέτες. Η διαδικασία για τη σύνδεση του υλικού γεφύρωσης με τις σιδηροτροχιές θα περιγραφεί λεπτομερώς από τον Ανάδοχο.

**1.2 Παραπομπές**

Προδιαγραφές Ευρωπαϊκών σιδηροδρομικών δικτύων για την εγκατάσταση συγκολλητών γεφυρώσεων καλωδίων σε σιδηροτροχιές.

UIC 605 Protection from corrosion - Measures to be taken on direct current catenaries to reduce the risks on adjacent piping and cable systems

**1.3 Τεχνικές Απαιτήσεις**

1.3.1 Το καλώδιο θα συνδεθεί με την κεφαλή της σιδηροτροχιάς με διαδικασία αλουμινοθερμικής συγκόλλησης.

1.3.2 Ο Προμηθευτής/Κατασκευαστής θα παράσχει όλα τα υλικά για την γεφύρωση με ηλεκτρικό καλώδιο των σιδηροτροχιών με αμφιδέτες, σύμφωνα με το άρθρο αυτό.

1.3.3 Η γεφύρωση των καλωδίων θα ακολουθήσει την «άμεση» διαδικασία αλουμινοθερμικής συγκόλλησης. Με τον όρο «άμεση» νοείται η διαμήκης γεφύρωση σιδηροτροχιάς με σιδηροτροχιά με καλώδιο, που τοποθετείται απευθείας με αλουμινοθερμική συγκόλληση στην κεφαλή της σιδηροτροχιάς.

1.3.4 Το προφίλ και η κατηγορία του χάλυβα της σιδηροτροχιάς θα είναι σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην Προδιαγραφή T-02450 «Σιδηροτροχιές».

1.3.5 Οι αρμοί των σιδηροτροχιών έχουν συναρμολογηθεί με αμφιδέτες 4 ή 6 οπών, σύμφωνα με τις απαιτήσεις. Το μέγιστο επιτρεπόμενο διάκενο μεταξύ των σιδηροτροχιών στους αμφιδέτες θα είναι 20mm.

1.3.6 Στην περιοχή των τροχιών πρόσβασης στο αμαξοστάσιο, θα εγκατασταθούν δύο συνδέσεις ανά αρμό σιδηροτροχιάς.

**2 ΥΛΙΚΑ**

Στη συνέχεια περιγράφονται οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα βασικά στοιχεία των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την εγκατάσταση της καλωδίωσης.

**2.1 Καλώδια**

2.1.1 Τα καλώδια θα κατασκευαστούν ως ηλεκτρικές συνδέσεις σιδηροτροχιάς με σιδηροτροχιά και θα είναι διατομής 95mm<sup>2</sup>.

2.1.2 Το υλικό θα είναι κατά βάση χαλκός (Cu) και θα αποτελούν βιομηχανικά προϊόντα, έτοιμα προς χρήση.

2.1.3 Η τιμή της ηλεκτρικής αντίστασης της προς εγκατάσταση σύνδεσης θα είναι μικρότερη αυτής που αντιστοιχεί σε μήκος δύο μέτρων σιδηροτροχιάς (κατά UIC 605, Άρθρο 2.3).

## 2.2 Άκρα Συγκόλλησης

Τα άκρα συγκόλλησης θα είναι κατασκευασμένα κατά τρόπο ώστε να δημιουργείται μία ηλεκτρική γεφύρωση και η σύστασή τους θα είναι τέτοια ώστε να είναι συμβατή με τις κατηγορίες χάλυβα των σιδηροτροχιών.

## 2.3 Μήτρες

Το σχήμα και οι διαστάσεις των μητρών της κόλλησης θα είναι συμβατά με τις διαστάσεις των καλωδίων και τη γεωμετρία της κεφαλής της σιδηροτροχιάς. Οι μήτρες θα αποτελούν βιομηχανικά προϊόντα, έτοιμα προς χρήση.

## 2.4 Ειδικά εργαλεία

Τα υλικά γεφύρωσης καλωδίων θα παρασχεθούν με επαρκή και κατάλληλα εργαλεία, προκειμένου να καταστεί δυνατή η συναρμολόγηση της γεφύρωσης με καλώδια και η στερέωσή της στις σιδηροτροχιές.

Ο Ανάδοχος θα παρουσιάσει, μέσω ΦΥΥ, τα κύρια χαρακτηριστικά και τις φυσικές ιδιότητες όλων των υλικών και των στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν κατά την εκτέλεση της σύνδεσης.

## 3 ΕΚΤΕΛΕΣΗ

### 3.1 Απαιτήσεις ποιότητας, Επιθεώρηση και Δοκιμές

3.1.1. Οι ηλεκτρικοί σύνδεσμοι θα παρέχονται από πιστοποιημένους κατασκευαστές. Ο Ανάδοχος θα πρέπει να αποδείξει ότι έχει αναπτυχθεί και υλοποιηθεί κατάλληλο σύστημα ποιότητας στις εγκαταστάσεις κατασκευής του Προμηθευτή/Κατασκευαστή. Η συμμόρφωση με την απαίτηση αυτή θα αποδεικνύεται μέσω ενός ή περισσότερων από τα ακόλουθα στοιχεία:

α) Έγκυρο πιστοποιητικό ISO 9001:2015.

β) Έγκριση του προϊόντος από Ευρωπαϊκή Εθνική Αρχή Σιδηροδρόμων ή Ευρωπαϊκά σιδηροδρομικά δίκτυα.

3.1.2 Το σύστημα ποιότητας του κατασκευαστή θα υποβάλλεται, στα πλαίσια του ΦΥΥ, για έγκριση από την ΑΜ.

### 3.2 Σήμανση, Συσκευασία, Μεταχείριση, Μεταφορά και Αποθήκευση

3.2.1 Η σήμανση όλων των υλικών και των στοιχείων θα παραμείνει ανέπαφη από τον χρόνο παραγωγής μέχρι την παράδοση στον οριστικό προορισμό.

3.2.2 Ο Ανάδοχος/Κατασκευαστής θα υποβάλει προς έγκριση λεπτομερή στοιχεία και διαδικασία για τη σήμανση, συσκευασία, μεταχείριση, μεταφορά και αποθήκευση όλων των υλικών.

## T-02454 ΔΙΜΕΡΕΙΣ ΣΤΡΩΤΗΡΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

### 1 ΓΕΝΙΚΑ

#### 1.1 Περιγραφή Εργασιών

1.1.1 Το άρθρο αυτό περιλαμβάνει τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις για την μελέτη, κατασκευή, δοκιμές, παράδοση και αποθήκευση διμερών στρωτήρων από σκυρόδεμα με συνδετήρια ράβδο, οι οποίοι θα φέρουν προσηλώσεις, μονωτικά και πέλματα έδρασης σιδηροτροχιών. Μπορεί να απαιτηθούν 2 τύποι στρωτήρων λόγω της φύσης της κλίνης τροχιάς.

Οι πιθανοί τύποι είναι:

α) Στρωτήρες για τοποθέτηση της τροχιάς σε κλίνη τροχιάς με έρμα.

β) Στρωτήρες για τοποθέτηση τροχιάς σε κλίνη τροχιάς από σκυρόδεμα

Όλοι οι στρωτήρες που θα κατασκευασθούν για εγκατάσταση σε τροχιές με έρμα για την κύρια γραμμή λειτουργίας θα παραδοθούν επί τόπου με πέλματα στρωτήρων προσαρμοσμένων με ασφαλή τρόπο στο κάτω μέρος του στρωτήρα, σύμφωνα με τις παρακάτω απαιτήσεις.

1.1.2 Το ονομαστικό εύρος της τροχιάς θα είναι 1435mm για τις ευθύγραμμες και τις καμπύλες τροχιές.

#### 1.2 Παραπομπές

Τα σχετικά πρότυπα είναι τα ακόλουθα:

EN 13230-1	Railway applications - Track - Concrete sleepers and bearers - Part 1: General requirements.
EN 13230-3	Railway applications - Track - Concrete sleepers and bearers - Part 3: Twin-block reinforced sleepers.
EN 13230-5	Railway applications - Track - Concrete sleepers and bearers - Part 5: Special elements.
EN 13481-1	Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Part 1: Definitions.
EN 13481-2+A1	Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Part 2: Fastening systems for concrete sleepers.
EN 13146-1/10	Railway applications - Track - Test methods for fastening systems.
ISO 10846-2	Acoustics and vibration - Laboratory measurement of vibro-acoustic transfer properties of resilient elements - Direct method for determination of the dynamic stiffness of resilient supports for translatory motion.
ΦΕΚ 1561/B/2016	Ελληνικός Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ-2016).
ΦΕΚ 1416/B/2008 & ΦΕΚ 2113/B/2008	Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμένου Σκυροδέματος (ΚΤΧ-2008).
ΕΛΟΤ EN 10025	Προϊόντα θερμής έλασης για χάλυβες κατασκευών.

### 1.3 Απαιτήσεις Μελέτης

- 1.3.1 Απαιτείται η έγκριση της ΑΜ σχετικά με το στρωτήρα ή το φορέα που θα προταθεί από τον Ανάδοχο, βάσει των δοκιμών τύπου που θα έχουν πραγματοποιηθεί σε αυτόν. Οι απαιτούμενες δοκιμές θα είναι αυτές που περιγράφονται στο πρότυπο EN 13230-3 και θα εκτελεστούν σύμφωνα με τις γενικές απαιτήσεις που αναφέρονται στο πρότυπο EN 13230-1. Τα κριτήρια, οι υπολογισμοί και τα φορτία, που έχουν προκύψει από τις δοκιμές, περιγράφονται στη συνέχεια. Επίσης, στη συνέχεια αναφέρονται οι πρόσθετες υποχρεωτικές απαιτήσεις σχετικά με τις διαστάσεις. Στο άρθρο που αφορά τα υλικά περιλαμβάνονται λεπτομέρειες των συγκεκριμένων υλικών που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή των στρωτήρων.
- 1.3.2 Ο στρωτήρας που θα προταθεί από τον Ανάδοχο θα βασίζεται σε παρόμοια μελέτη και θα πληροί τα ακόλουθα:
- θα έχει υποβληθεί σε διαδικασίες δοκιμής τύπου, όπως αυτές περιγράφονται στο EN 13230-3 με τη χρήση ίσων ή υψηλότερων φορτίων δοκιμής, από ότι τα ελάχιστα φορτία που απαιτούνται κατωτέρω, και
  - θα έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε Ευρωπαϊκό σύστημα σιδηροδρόμου ή τροχιοδρόμου για τουλάχιστον πέντε χρόνια.

### 1.4 Κριτήρια Μελέτης

#### 1.4.1 Κριτήρια Υπολογισμού Φορτίου Δοκιμής

- 1.4.1.1 Τα ακόλουθα κριτήρια θα χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό των φορτίων δοκιμής. Η πηγή των τιμών αυτών είναι το Εγχειρίδιο Μελέτης της ΑΜ. Τα φορτία δοκιμής που θα προκύψουν, θα ισχύουν για όλους τους τύπους στρωτήρων που καλύπτονται από την Προδιαγραφή αυτή.

<b>Κριτήρια</b>	<b>Φορτίο</b>
Μέγιστο Δυναμικό Αξονικό Φορτίο	290kN και 185kN
Συντελεστής Πρόσκρουσης	50% Προσαύξηση στο Αξονικό Φορτίο
Συντελεστής Δυναμικής Συμπεριφοράς	Προσαύξηση 12% είτε στο κανονικό, είτε στο μέγιστο αξονικό φορτίο
Φυγόκεντρες Δυνάμεις	Εφαρμογή σε στάθμη 1,8m πάνω από την Επιφάνεια Κύλισης Σιδηροτροχιάς (ToR)

- 1.4.1.2 Σκοπός των υπολογισμών αυτών είναι ο καθορισμός των φορτίων  $F_{g,xxx}$ , που ορίζονται στην §3.2 του EN 13230-3 και υπολογίζονται/εφαρμόζονται βάσει των κανόνων του Κεφ.4 του ίδιου πρότυπου, κατά τη διάρκεια των δοκιμών που θα πραγματοποιηθούν για την έγκριση των στρωτήρων. Όλοι οι προηγούμενοι υπολογισμοί θα υποβληθούν αναλυτικά από τον Ανάδοχο, ενώ όλες οι επιλογές μεγεθών και οι παραδοχές θα συνοδεύονται από την αντίστοιχη τεκμηρίωση.
- 1.4.1.3 Επιπλέον, ο Ανάδοχος θα προβεί τεκμηριωμένα στο καθορισμό/επιλογή των τιμών στα πρωτογενή μεγέθη υπολογισμών, που αναφέρονται στην §4.4.2 του EN 13230-1, σε συμφωνία με τις ισχύουσες προδιαγραφές και σχεδιασμό του Έργου.



## 1.5 Υποχρεωτικές Απαιτήσεις Διαστάσεων

Όλες οι ανοχές των διαστάσεων θα πρέπει να είναι σύμφωνες με αυτές που αναφέρονται στον Πίνακα 1 του EN 13230-1 και σε σχέση με το σχέδιο της Εικόνας 2 του ίδιου πρότυπου.

## 1.6 Υποβολές

1.6.1 Τα Φύλλα Υποβολής Υλικού (ΦΥΥ) θα εκπονηθούν και θα υποβληθούν στην ΑΜ για έγκριση. Εκτός και αν ορίζεται διαφορετικά, κάθε ΦΥΥ θα περιλαμβάνει:

- α) Στοιχεία προϊόντος του κατασκευαστή,
- β) Σχέδια των στρωτήρων, συμπεριλαμβανομένων των πληροφοριών που απαιτούνται για την κατασκευή τους,
- γ) Διαστάσεις, βάρος, ανοχές, λεπτομέρειες, τελειώματα, σύνδεσμοι και άλλα εγκιβωτισμένα εξαρτήματα των στρωτήρων,
- δ) Διαδικασία για την τοποθέτηση και αντικατάσταση των εξαρτημάτων στερέωσης σιδηροτροχιάς,
- ε) Πιστοποιητικό του κατασκευαστή που δεικνύει τη συμμόρφωση με τα σχετικά πρότυπα και δοκιμές, συμπεριλαμβανομένων των αρχικών υπολογισμών και ερμηνεία των αποτελεσμάτων,
- στ) Μελέτες σύνθεσης σκυροδέματος κατά ΚΤΣ-2016,
- ζ) Πρότυπες κατασκευαστικές λεπτομέρειες για μέρη από σκυρόδεμα και στηρίξεις σιδηροτροχιών που θα χρησιμοποιηθούν,
- η) Διαδικασία για την αποθήκευση, ωρίμανση, φόρτωση και εκφόρτωση στρωτήρων.

## 2 ΥΛΙΚΑ

### 2.1 Γενικά

2.1.1 Κάθε στρωτήρας που καλύπτεται από την Προδιαγραφή αυτή θα αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά υλικά:

- α) Δύο μέρη από οπλισμένο σκυρόδεμα,
- β) Μία συνδετήρια ράβδος,
- γ) Τέσσερις θηλυκές προσθήκες που θα ταιριάζουν με τον κοχλία της προσήλωσης της σιδηροτροχιάς,
- ε) Τα πέλματα στρωτήρων, προσαρτημένα με ασφαλή τρόπο στην κάτω πλευρά των στρωτήρων, που θα χρησιμοποιηθούν σε κλίση τροχιάς με έρμα η οποία προορίζεται για λειτουργία κύριας γραμμής.

2.1.2 Όλα τα υλικά που θα ενσωματωθούν θα είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις των προτύπων EN 13230 και EN 13481, εκτός και αν ορίζεται διαφορετικά από πρόσθετες ή συγκεκριμένες απαιτήσεις του άρθρου αυτού. Όλα τα υλικά θα παρασχεθούν καινούρια στον κατασκευαστή στρωτήρων μαζί με τα πιστοποιητικά συμμόρφωσής τους με τα απαιτούμενα πρότυπα.

### 2.2 Σκυρόδεμα

2.2.1 Η σύνθεση του σκυροδέματος θα είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του EN 13230-1, §5.6.1 και του ΚΤΣ-2016.

- 2.2.2 Τα συστατικά στοιχεία του σκυροδέματος θα είναι σύμφωνα με τις ακόλουθες απαιτήσεις του EN 13230-1 και του ΚΤΣ-2016:
- α) Το τσιμέντο θα είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις της §5.2.
  - β) Τα αδρανή υλικά θα είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις της §5.3.
  - γ) Το νερό θα είναι σύμφωνο με τις απαιτήσεις της §5.4. Επιπλέον, θα πραγματοποιηθούν χημικές αναλύσεις του νερού του εργοστασίου παραγωγής των στρωτήρων σε ανεξάρτητο διαπιστευμένο εργαστήριο, σύμφωνα με το πρότυπο EN 1008.
  - δ) Πρόσθετα υλικά θα χρησιμοποιηθούν μόνο μετά από έγγραφη άδεια από την ΑΜ και σύμφωνα με τις απαιτήσεις της §5.5.
  - ε) Ο χαλύβδινος οπλισμός θα πληροί τουλάχιστον τις απαιτήσεις της §5.7.2 και του ΚΤΧ-2008.

- 2.1.1 Κατά την παραγωγή των στρωτήρων θα ακολουθούνται τα οριζόμενα στο Κεφ.7 του EN 13230-3.

### 2.3 Συνδετήρια Ράβδος

Οι συνδετήριες ράβδοι θα είναι σύμφωνες με τις απαιτήσεις του Κεφ.5 του EN 13230-3.

### 2.4 Θηλυκές Προσθήκες

Όλες οι θηλυκές προσθήκες θα είναι συμβατές με το επιλεγμένο Σύστημα Στερέωσης Σιδηροτροχιών και θα παρασχεθούν με προσωρινά αφαιρούμενα βύσματα, για την αποφυγή εισόδου σκόνης και ξένων υλικών.

### 2.5 Πέλματα στρωτήρων

- 2.5.1 Τα πέλματα των στρωτήρων για έρμα, θα είναι σύμφωνα με τα κριτήρια δοκιμής και τις ιδιότητες υλικών που ορίζονται για πέλμα έρματος στα πρότυπα EN 13481-1 και 13481-2.
- 2.5.2 Το πέλμα στρωτήρα έρματος θα μελετηθεί με συντελεστές στατικής και δυναμικής ακαμψίας κατάλληλους για τις αναμενόμενες φορτίσεις του άξονα των τροχών στο δίκτυο του Τραμ της Αθήνας. Ο Ανάδοχος θα διασφαλίσει ότι η προδιαγεγραμμένη ελαστική βύθιση της σιδηροτροχιάς υπό φορτίο δεν παραβιάζεται από την εφαρμογή του συστήματος πέλματος του στρωτήρα της επιλογής του.
- 2.5.3 Θα δοθούν στην ΑΜ ικανοποιητικά αποδεικτικά στοιχεία σχετικά με τη μακροχρόνια σταθερότητα των ιδιοτήτων του επιλεγμένου υλικού των πελμάτων και της μεθόδου στερέωσης αυτών στην κάτω πλευρά των στρωτήρων.
- 2.5.4 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει αποδεικτικά στοιχεία σχετικά με υφιστάμενες εφαρμογές του συστήματος πέλματος/στρωτήρα της επιλογής του. Αν δεν υπάρχουν τέτοια στοιχεία, ο Ανάδοχος θα υποβάλει στην ΑΜ τα αποδεικτικά στοιχεία που θα ζητηθούν σχετικά με επιτυχείς δοκιμές δυναμικής ακαμψίας του συστήματος πέλματος/στρωτήρα, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 10846-2.

## 3. ΕΚΤΕΛΕΣΗ

### 3.1 Κατασκευή

- 3.1.1 Οι εγκαταστάσεις του κατασκευαστή θα πληρούν τις απαιτήσεις που ορίζονται στο Κεφ.6.2 του EN 13230-1 και οι δυνατότητές τους θα είναι τέτοιες, ώστε να τηρηθούν οι προγραμματισμένες ημερομηνίες ολοκλήρωσης της παραγωγής.

- 3.1.2 Η κατασκευαστική μονάδα θα περιλαμβάνει τουλάχιστον τα ακόλουθα στοιχεία:
- α) Υδατοστεγανές αποθήκες τσιμέντου,
  - β) Καλυμμένες αποθήκες άμμου και αδρανών,
  - γ) Μονάδα ανάμειξης σκυροδέματος με τακτικά διακριβωμένο σύστημα ζύγισης,
  - δ) Διάταξη δόνησης,
  - ε) Μηχάνημα σημειακής συγκόλλησης οπλισμού,
  - στ) Εργαστήριο ελέγχου,
  - ζ) Όργανα μετρήσεων για γεωμετρική επιθεώρηση στρωτήρων,
  - η) Επίπεδο δάπεδο από σκυρόδεμα για το ξεκαλούπωμα στρωτήρων,
  - θ) Εξοπλισμός μεταχείρισης στρωτήρα.

### 3.2 Σήμανση

- 3.2.1 Κάθε στρωτήρας θα φέρει την ακόλουθη σήμανση:

- α) Τα γράμματα και οι αριθμοί θα έχουν αποτυπωθεί κατά τη σκυροδέτηση στην άνω επιφάνεια των μερών από σκυρόδεμα.
- β) Τα γράμματα και οι αριθμοί θα έχουν περίπου 17mm ύψος, 10mm πλάτος και 2mm βάθος.
- γ) Ο μήνας και ο χρόνος κατασκευής (σε μορφή ΜΜ-ΥΥ) θα αναγράφονται στην εξωτερική άνω επιφάνεια του ενός μέρους του στρωτήρα και το όνομα του κατασκευαστή του στην εσωτερική άνω επιφάνεια του ίδιου μέρους.
- δ) Ο αποτυπωμένος τύπος του στρωτήρα θα αναγράφεται στο εξωτερικό άκρο του άλλου μέρους του, ενώ στο εσωτερικό άκρο του ίδιου μέρους θα αναγράφεται η ένδειξη «ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ».
- ε) Η σήμανση δεν πρέπει να βρίσκεται κάτω από τη στήριξη της σιδηροτροχιάς ή τον σύνδεσμο.
- στ) Ο αριθμός της παρτίδας θα αναγράφεται προσωρινά με ανεξίτηλη σήμανση σε τέτοια θέση, ώστε να είναι ορατός όταν οι στρωτήρες βρίσκονται ο ένας επάνω στον άλλο.

### 3.3 Έλεγχος Ποιότητας

Ο Ανάδοχος θα υποβάλει ΦΥΥ για τους διμερείς στρωτήρες, στο οποίο θα γίνεται αναλυτική αναφορά στην παραγωγική δομή του εργοστασίου κατασκευής τους. Μεταξύ άλλων, θα πρέπει να περιλαμβάνονται τα εξής:

- α) Πιστοποιητικό συστήματος διαχείρισης ποιότητας κατά ISO 9001:2015,
- β) Πιστοποιητικά χρήσης του στρωτήρα σε άλλα Ευρωπαϊκά δίκτυα σιδηροδρόμων ή μετρό ή τραμ,
- γ) Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών της παραγωγικής διαδικασίας.

### 3.4 Σχέδιο Ελέγχου Ποιότητας

- 3.4.1 Ο κατασκευαστής θα εκπονήσει Σχέδιο Ελέγχου Ποιότητας, που θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις του Κεφ.8 του EN 13230-1 και το οποίο θα περιγράφει τα ακόλουθα, για κάθε επιθεώρηση και δοκιμή που ορίζεται στο προαναφερόμενο πρότυπο:

- α) Την επιθεώρηση/δοκιμή που θα πραγματοποιηθεί,
- β) Την συχνότητα με την οποία θα πραγματοποιηθεί η επιθεώρηση/δοκιμή,
- γ) Τα κριτήρια αποδοχής,
- δ) Τα σχετικά έντυπα τεκμηρίωσης.

- 3.4.2 Το Σχέδιο Ελέγχου Ποιότητας θα υποβληθεί προς έγκριση πριν την παραγωγή των στρωτήρων και θα χρησιμεύσει ως βάση για την παρακολούθηση των δραστηριοτήτων ελέγχου ποιότητας του εργοστασίου. Η μορφή του σχεδίου θα είναι σύμφωνη με το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας του Κατασκευαστή.

### 3.5 Δοκιμές Τύπου

- 3.5.1 Θα πραγματοποιηθούν οι δοκιμές τύπου που περιγράφονται στο Κεφ.7 του EN 13230-1 και το EN 13230-3.
- 3.5.2 Στην προετοιμασία και κατασκευή των πρωτότυπων στρωτήρων, θα παρίσταται εκπρόσωπος της ΑΜ, ο οποίος θα επιλέξει τους στρωτήρες που θα χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό. Η παραγωγή στρωτήρων δε θα συνεχιστεί πέραν της κατασκευής των πρωτοτύπων, μέχρις ότου έχουν ικανοποιηθεί οι απαιτήσεις των δοκιμών τύπου. Όλοι οι στρωτήρες, οι οποίοι θα παραχθούν για δοκιμή, πριν τους πρωτότυπους, θα αχρηστευτούν.
- 3.5.3 Ο Ανάδοχος θα ενημερώσει εγκαίρως την ΑΜ για τις ημερομηνίες των εν λόγω δοκιμών, προκειμένου ο εκπρόσωπος της ΑΜ να μπορέσει να παραστεί σε αυτές. Δοκιμές οι οποίες πραγματοποιούνται απουσία του εκπροσώπου της ΑΜ θα θεωρούνται άκυρες.

### 3.6 Δοκιμές Σειράς

Όπως περιγράφεται στο Κεφ.7 του EN 13230-1, ο κατασκευαστής θα πραγματοποιήσει όλες τις δοκιμές σειράς. Ο τύπος, η συχνότητα, η μεθοδολογία των δοκιμών και τα κριτήρια αποδοχής θα είναι σύμφωνα με το προαναφερόμενο πρότυπο. Ο κατασκευαστής μπορεί να πραγματοποιήσει τις δοκιμές στο δικό του ή σε ανεξάρτητο διαπιστευμένο εργαστήριο.

### 3.7 Χρονοδιάγραμμα Επιθεωρήσεων και Δοκιμών

Πέραν των συγκεκριμένων απαιτήσεων που περιγράφονται ανωτέρω αναφορικά με τις δοκιμές τύπου, ο κατασκευαστής θα υποβάλει χρονοδιάγραμμα άλλων επιθεωρήσεων και δοκιμών. Το χρονοδιάγραμμα θα υποβληθεί 90 ημέρες πριν από την πραγματοποίηση της επιθεώρησης και των δοκιμών. Η ΑΜ διατηρεί το δικαίωμα να παραστεί σε όλες τις δοκιμές που θα πραγματοποιηθούν στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή και μπορεί να ζητήσει από τον κατασκευαστή να αναστείλει τις κατασκευαστικές δραστηριότητες μέχρι την ολοκλήρωση των δοκιμών στις οποίες θα παραστεί.

### 3.8 Οριστική Επιθεώρηση και Αποστολή

- 3.8.1 Ο κατασκευαστής δεν θα αποστείλει στρωτήρες μέχρι να πραγματοποιηθεί η οριστική επιθεώρηση και ο εκπρόσωπος της ΑΜ να υπογράψει το Πιστοποιητικό Αποστολής.
- 3.8.2 Κατ' εξαίρεση, η απαίτηση αυτή μπορεί να μην ισχύσει μόνο με την πρότερη έγγραφη συναίνεση της ΑΜ.

### 3.9 Μητρώο Ποιότητας

- 3.9.1 Ο κατασκευαστής θα παράσχει τεκμηριωμένα στοιχεία ότι τα υλικά που έχουν ενσωματωθεί και οι δοκιμές που έχουν πραγματοποιηθεί πληρούν τις απαιτήσεις της Προδιαγραφής αυτής. Θα τηρούνται επίσης μητρώα υλικών που θα χρησιμοποιηθούν και των απορριπτόμενων στρωτήρων, λόγω μη συμμόρφωσης με τις προδιαγραφές.

- 3.9.2 Ο κατασκευαστής θα τηρεί μητρώο παραγωγής στρωτήρων, το οποίο θα ελέγχεται από την ΑΜ. Σε αυτό θα περιέχονται κατ' ελάχιστο:
- α) Η ταυτότητα της παρτίδας,
  - β) Ο αριθμός των στρωτήρων που περιλαμβάνονται σε κάθε παρτίδα,
  - γ) Η συμμόρφωση της παρτίδας με τις απαιτήσεις αυτής της Προδιαγραφής,
  - δ) Έντυπα διαστασιολογικών ελέγχων και δοκιμών,
  - ε) Τυχόν επισκευές στρωτήρων.

Τα πιστοποιητικά θα υπογράφονται από ένα εξουσιοδοτημένο εκπρόσωπο του Αναδόχου και θα συνυπογράφονται από τους εκπροσώπους της ΑΜ, κατά την παρουσία τους στο εργοστάσιο.

### 3.10 Χειρισμός/Μεταφορά

Ο χειρισμός και η μεταφορά των στρωτήρων θα γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του Εγχειριδίου Χειρισμού, Μεταφοράς κι Αποθήκευσης. Κατά το ξεκαλούπωμα, οι στρωτήρες θα διαχειρίζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε και τα δύο μέρη να ξεκαλουπωθούν ταυτόχρονα και να μην υφίστανται τραντάγματα, που θα μπορούσαν να προκαλέσουν παραμόρφωση ή ζημιά στο σκυρόδεμα. Μετά την πάροδο του απαιτούμενου χρονικού διαστήματος ωρίμανσης του σκυροδέματος, θα μπορούν να ανυψωθούν από γερανό ή ανυψωτικό μηχάνημα. Η ανύψωση των στρωτήρων θα πραγματοποιηθεί από τουλάχιστον δύο σημεία της συνδετήριας ράβδου, όσο πιο κοντά προς τα μέρη του στρωτήρα. Απαγορεύεται η χρήση προσθηκών για την ανύψωση.

### 3.11 Αποθήκευση στις Εγκαταστάσεις Κατασκευής

- 3.11.1 Απαγορεύεται η αποθήκευση των στρωτήρων εάν το σκυρόδεμα δεν έχει ωριμάσει για τουλάχιστον 20 ώρες. Καθ' όλο το χρονικό διάστημα της ωρίμανσης, οι στρωτήρες θα αποθηκεύονται ξεχωριστά και θα στηρίζονται σε όλο το μήκος των μερών από σκυρόδεμα.
- 3.11.2 Οι στρωτήρες θα είναι αποθηκευμένοι σε επίπεδη επιφάνεια, σε χώρο που δεν κινδυνεύει να πλημμυρίσει ή στον οποίο δεν μπορούν να συγκεντρωθούν ύδατα. Οι στρωτήρες θα είναι τοποθετημένοι ο ένας πάνω στον άλλο καθ' ύψος και με αριθμό τεμαχίων, σύμφωνα με το Εγχειρίδιο Χειρισμού, Μεταφοράς κι Αποθήκευσης. Οι στρώσεις των στρωτήρων θα χωρίζονται από ξύλινους τάκους, τοποθετημένους σε θέσεις κατάλληλες ώστε να μη δημιουργείται λυγισμός ή βλάβη στις συνδετήριες ράβδους κατά την αποθήκευση αλλά και κατά την μεταφορά τους.

**T-02455 ΞΥΛΙΝΟΙ ΣΤΡΩΤΗΡΕΣ**

**1 ΓΕΝΙΚΑ**

**1.1 Περιγραφή Εργασιών**

1.1.1 Το άρθρο αυτό περιγράφει τις απαιτήσεις για την προμήθεια ξύλινων στρωτήρων και ξύλινων στρωτήρων Αλλαγών, που θα τοποθετηθούν σε τροχιές σε έρμα.

**1.2 Παραπομπές**

EN 13145+A1 Railway applications - Track - Wood sleepers and bearers.

UIC 605 Protection from corrosion - Measures to be taken on direct current catenaries to reduce the risks on adjacent piping and cable systems.

**2 ΥΛΙΚΑ**

2.1 Όλοι οι ξύλινοι στρωτήρες και οι ξύλινοι στρωτήρες Αλλαγών θα είναι καινούριοι, κατασκευασμένοι από σκληρό ξύλο Azobe και θα έχουν παραχθεί σύμφωνα με το πρότυπο EN 13145+A1. Η διατομή τους θα είναι σύμφωνη με την Ομάδα 2, του Πίνακα Α.2, του Παραρτήματος Α. Το μήκος όλων των ξύλινων στρωτήρων θα είναι 2,6m, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στις λεπτομερείς μελέτες.

2.2 Προκειμένου να διασφαλιστεί η ηλεκτρική μόνωση των τροχιών, στους στρωτήρες θα έχουν ανοιχθεί «τυφλές» οπές, όπως απαιτείται από τον Κώδικα UIC 605. Η διάτρηση θα πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τη διάταξη των οπών των πλακών έδρασης που θα τοποθετηθούν στους στρωτήρες.

2.3 Ο μέγιστος χρόνος που θα μεσολαβήσει μεταξύ της κοπής και της παράδοσης θα είναι 12 μήνες. Οι στρωτήρες τύπου Azobe θα υποστούν ξήρανση για τουλάχιστον 4 μήνες πριν την παραλαβή τους.

2.4 Όταν απαιτηθεί, οι στρωτήρες θα κοπούν επιπλέον στο εργοστάσιο προκειμένου να διευκολυνθεί η στερέωση των βάσεων της αντιτροχιάς.

2.5 Τα Συστήματα Στερέωσης που θα χρησιμοποιηθούν με τους στρωτήρες τύπου Azobe και οι απαιτήσεις αναφορικά με τις διαστάσεις τους, θα είναι σύμφωνα με τη λεπτομερή μελέτη και την Προδιαγραφή Υλικών και Εργασιών T-02456 «Σύστημα Στερέωσης Σιδηροτροχιών (Σύνδεσμος ή Προσήλωση)».

2.6 Όταν δεν απαιτείται πλέον εμποτισμός, τα άκρα των ξύλινων στρωτήρων και οι ξύλινοι στρωτήρες Αλλαγών θα βαφούν με στρώση υλικού αποδεκτό από Αρχή Σιδηροδρόμων/Τραμ προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο τελικός έλεγχος κατά την ξήρανση.

2.7 Όλοι οι ξύλινοι στρωτήρες και οι ξύλινοι στρωτήρες Αλλαγών, οι οποίοι θα είναι στο ύπαιθρο, θα υποστούν επεξεργασία με κρεόζωτο, προκειμένου να διασφαλιστεί η προστασία από βιολογικούς παράγοντες. Η επεξεργασία με κρεόζωτο θα πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τη διαδικασία Bethell A2 ή ισοδύναμη.

2.8 Όλοι οι στρωτήρες θα φέρουν και στα δύο άκρα πλάκες από γαλβανισμένο χάλυβα κατά της ρηγμάτωσης. Οι πλάκες αυτές θα είναι τύπου αποδεκτού από Ευρωπαϊκή Αρχή Σιδηροδρόμων/Τραμ. Οι πλάκες κατά της ρηγμάτωσης θα είναι στερεωμένες κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ξήρανσης.

2.9 Όλοι οι στρωτήρες, οι οποίοι δε θα έχουν υποστεί επεξεργασία με κρεόζωτο, θα επενδύονται κατά τη φυσική ξήρανσή τους με ένα εγκεκριμένο προϊόν ομοίων ιδιοτήτων, ξεκινώντας από τα δύο άκρα προς τα μέσα και για μήκος τουλάχιστον 5cm.

### 3 ΕΚΤΕΛΕΣΗ

#### 3.1 Απαιτήσεις Ποιότητας, Επιθεώρηση και Δοκιμές

- 3.1.1 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει ΦΥΥ στο οποίο θα περιέχονται στοιχεία για το εργοστάσιο παραγωγής των στρωτήρων, με αναφορά σε προμήθειες αντίστοιχων προϊόντων σε δίκτυα σιδηροδρόμων, μετρό ή τραμ.
- 3.1.2 Ο Προμηθευτής δε θα αποστείλει τα προϊόντα πριν την οριστική επιθεώρησή τους από την ΑΜ και την υπογραφή του αντίστοιχου πιστοποιητικού από τον εκπρόσωπό της. Κατ' εξαίρεση, η απαίτηση αυτή δε θα ισχύσει μόνο με την πρότερη έγγραφη συναίνεση της ΑΜ.
- 3.1.3 Ο Ανάδοχος θα παράσχει αποδεικτικά στοιχεία ότι όλα τα υλικά που ενσωματώθηκαν πληρούν τις απαιτήσεις του άρθρου αυτού.

#### 3.2 Σήμανση, Συσκευασία, Μεταφορά και Αποθήκευση

- 3.2.1 Όλοι οι στρωτήρες θα φέρουν σήμανση στην οποία θα αναγράφεται ο μήνας και τα δύο τελευταία ψηφία του έτους κατασκευής τους. Μετά την επιτυχή ολοκλήρωση της επιθεώρησης, οι στρωτήρες που έχουν γίνει αποδεκτοί θα φέρουν σήμανση με πινακίδες του κατασκευαστή.
- 3.2.2 Οι στρωτήρες θα τοποθετούνται σε δέσμες έως 12 τεμαχίων για τη μεταφορά τους. Το πιστοποιητικό αποδοχής θα επισυνάπτεται στις δέσμες της παρτίδας.
- 3.2.3 Ο Ανάδοχος/Προμηθευτής θα υποβάλει προς έγκριση λεπτομερή διαδικασία για την σήμανση, συσκευασία, μεταφορά και αποθήκευση των στρωτήρων. Θα πρέπει να δοθεί προσοχή, ώστε να αποφευχθούν οι ζημιές στους στρωτήρες κατά την μεταχείριση, μεταφορά και αποθήκευση.
- 3.2.4 Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να τηρηθούν οι ακόλουθοι κανόνες:
- α) Οι στρωτήρες θα τοποθετηθούν σε οριζόντια θέση
  - β) Οι δέσμες των στρωτήρων θα αποθηκεύονται σε ντάνες, οι οποίες θα χωρίζονται κατακόρυφα με κομμάτια ξύλου (δοκάρια), τα οποία δεν θα έχουν ύψος μικρότερο από 10cm, προκειμένου να διευκολύνεται ο αερισμός και να περιορίζεται η υγρασία. Η κάτω δέσμη θα απέχει από το έδαφος τουλάχιστον 10cm με τη χρήση δοκαριών.
  - γ) Δεν θα τοποθετούνται περισσότερες από 4 δέσμες η μία πάνω στην άλλη, προκειμένου να διευκολυνθεί η μεταχείριση και να περιορισθεί το φορτίο στους κάτω στρωτήρες.
  - δ) Οι ντάνες θα χωρίζονται μεταξύ τους οριζόντια με απόσταση όχι μικρότερη από 50cm.
  - ε) Οι στρωτήρες που θα αποθηκεύονται για μεγάλο χρονικό διάστημα (περισσότερο από 3 μήνες) θα προστατεύονται σε υπόστεγα που θα αερίζονται καλά.

## T-02456 ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΩΝ (ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ Ή ΠΡΟΣΗΛΩΣΗ)

### 1. ΓΕΝΙΚΑ

#### 1.1 Περιγραφή Εργασίας

- 1.1.1 Αυτή η Προδιαγραφή περιγράφει με λεπτομέρειες την προμήθεια και εγκατάσταση των συνδέσμων των σιδηροτροχιών, οι οποίοι παρέχουν ένα μέσο στερέωσης της σιδηροτροχιάς στους στρωτήρες ή στην κλίνη τροχιάς, όταν έχουμε σύστημα άμεσης στερέωσης σε απλές τροχιές ή σε Αλλαγές/Διακλαδώσεις τροχιών. Το Σύστημα Στερέωσης Σιδηροτροχιών περιλαμβάνει όλα τα εξαρτήματα που από κοινού διαμορφώνουν την κατασκευαστική σύνδεση μεταξύ σιδηροτροχιάς και στρωτήρα ή κλίνης τροχιάς.
- 1.1.2 Το Σύστημα Στερέωσης θα προβλέπει ένα ελαστικό πέλμα σιδηροτροχιάς, με σκοπό την απόσβεση των δονήσεων και την ηλεκτρική μόνωση μεταξύ σιδηροτροχιάς και στρωτήρα ή χαλύβδινης πλάκας έδρασης. Άλλες σημαντικές λειτουργίες των προσηλώσεων είναι οι παρακάτω:
- Απορροφά τις δυνάμεις της σιδηροτροχιάς με ελαστικότητα και τις μεταφέρει στον στρωτήρα ή στην πλάκα έδρασης,
  - Παρέχει την αναγκαία διαμήκη αντίσταση μεταξύ σιδηροτροχιάς και στρωτήρα/πλάκας έδρασης,
  - Διατηρεί την απόσταση των σιδηροτροχιών και την κλίση αυτών μέσα στις καθορισμένες ανοχές,
  - Ρυθμίζει τη διεύρυνση του εύρους τροχιάς,
  - Συμβάλλει στην ικανοποίηση των κριτηρίων θορύβου και δονήσεων.
- 1.1.3 Το Σύστημα Στερέωσης Σιδηροτροχιών θα μελετηθεί και θα προσκομισθεί ως ενιαίο τεχνικό σύνολο, συμπεριλαμβανομένων των σφιγκτήρων σιδηροτροχιών, πελμάτων σιδηροτροχιών, μονωτών (πλακιδίων ρύθμισης εύρους), αγκυρίων, ελασμάτων έδρασης, κοχλιών για τους στρωτήρες, θηλυκών προσθηκών, κ.λπ., βάσει των συμβατικών απαιτήσεων και αφού διασφαλισθεί ότι διαθέτει στο σύνολό του πιστοποίηση από ανεξάρτητο κοινοποιημένο φορέα. Επιπλέον, θα διαθέτει αποδεδειγμένα καλή λειτουργικότητα σε παρόμοιες συνθήκες λειτουργίας σε γραμμές αστικού σιδηροδρομικού δικτύου (LRT lines), των οποίων η μελέτη είναι παρόμοια με αυτή των τροχιών που πρόκειται να εγκατασταθούν κατά μήκος του δικτύου του τροχιοδρόμου της Αθήνας, για χρονικό διάστημα όχι μικρότερο από πέντε χρόνια.
- 1.1.4 Το ελαστικό πέλμα σιδηροτροχιάς θα εισαχθεί μεταξύ της σιδηροτροχιάς και του στρωτήρα από σκυρόδεμα ή της χαλύβδινης πλάκας έδρασης, ώστε να δημιουργηθεί ηλεκτρική μόνωση, εξασθένιση στις κρούσεις και τις ταλαντώσεις και βελτίωση του συντελεστή τριβής μεταξύ σιδηροτροχιάς και στρωτήρα ή χαλύβδινης πλάκας έδρασης.
- 1.1.5 Θα προβλεφθούν ειδικά ελαστικά πέλματα σιδηροτροχιών για τις Αλλαγές, ώστε να ανταποκρίνονται στην διαμόρφωση μεγάλων πλακών έδρασης ή την επιφάνεια έδρασης της σιδηροτροχιάς.
- 1.1.6 Το σύστημα άμεσης στερέωσης θα περιλαμβάνει επίσης πλαστικά μονωτικά πέλματα πλάκας έδρασης πάχους 10÷15mm. Αυτά τα πέλματα θα εγκατασταθούν μεταξύ των ελαστικών πελμάτων της πλάκας έδρασης και της ρητίνης πλήρωσης και θα παρέχουν ηλεκτρική μόνωση, μεταξύ μεταλλικής πλάκας έδρασης και σκυροδέματος κλίνης τροχιάς.



## 1.2 Σχετικά Πρότυπα

EN 13481-1	Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Part 1: Definitions.
EN 13481-2+A1	Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Part 2: Fastening systems for concrete sleepers.
EN 13481-3	Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Part 3: Fastening systems for wood sleepers.
EN 13481-5+A1	Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Part 4: Fastening systems for slab track with rail on the surface or rail embedded in a channel.
EN 13481-7	Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Part 7: Special fastening systems for switches and crossings and check rails.
EN 13146	Railway Applications - Track - Test Methods For Fastening Systems.

## 1.3 Υποβολές

Ο Ανάδοχος θα υποβάλει με ΦΥΥ, προς έγκριση από την ΑΜ, λεπτομερείς μελέτες, τα σχέδια του κατασκευαστή και αποτελέσματα δοκιμών για όλα τα υλικά και εξαρτήματα που πρόκειται να ενσωματωθούν στο Έργο, καθώς και μεθοδολογίες κατασκευής, πριν από την έναρξη της ενσωμάτωσης υλικών, εξαρτημάτων και των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων. Καμία κατασκευαστική δραστηριότητα δε θα ξεκινήσει μέχρι η ΑΜ να εγκρίνει τις μελέτες, τα ΦΥΥ και τις μεθοδολογίες κατασκευής, που θα υποβληθούν από τον Ανάδοχο.

## 1.4 Κριτήρια Μελέτης

- 1.4.1 Η μελέτη του Συστήματος Στερέωσης που θα κάνει ο Ανάδοχος πρέπει να καθοδηγείται από τα ακόλουθα κριτήρια:
- Γεωμετρικά στοιχεία της τροχιάς,
  - Χαρακτηριστικά του τροχαίου υλικού,
  - Στοιχεία λειτουργίας δικτύου,
  - Πραγματικά φορτία επί της τροχιάς,
  - Θερμικές συνθήκες,
  - Ηλεκτρική μόνωση τροχιάς,
  - Εξασθένιση θορύβου και δονήσεων,
  - Δύναμη σύσφιξης και αντίσταση ερπυσμού της σιδηροτροχιάς,
  - Εύρος τροχιάς και επίκλιση σιδηροτροχιών,
  - Συμβατότητα με άλλα εξαρτήματα της Σιδηροδρομικής Επιδομής,
  - Αλληλεξάρτηση με άλλα τμήματα του Έργου.
- 1.4.2 Ο Ανάδοχος, για το σχεδιασμό των προσηλώσεων, πρέπει να έχει υπόψη του τις απαιτήσεις για υψηλή αξιοπιστία της Σιδηροδρομικής Επιδομής και χαμηλό κόστος συντήρησης τόσο για την Σιδηροδρομική Επιδομή, όσο και για το τροχαίο υλικό.
- 1.4.3 Τα Συστήματα Στερέωσης των Σιδηροτροχιών θα διασφαλίζουν την ηλεκτρική μόνωση της τροχιάς από το έδαφος.
- 1.4.4 Το ονομαστικό εύρος της τροχιάς θα είναι 1435mm για τις απλές τροχιές και τις καμπύλες τροχιές.
- 1.4.5 Όλα τα μεταλλικά εξαρτήματα της προσήλωσης και κυρίως οι σφικτήρες προέντασης (tension clamps) θα παρασχεθούν με αντιδιαβρωτική προστασία (Cathodic Dip

Painting - KTL coating ή ισοδύναμη) για περιβάλλον έντονα διαβρωτικό, με μια διαδικασία που θα υποβληθεί στην ΑΜ για έγκριση.

- 1.4.6 Όπου απαιτούνται αμφιδέτες, για τους αρμούς σιδηροτροχιάς, αυτοί θα είναι συμβατού τύπου με το Σύστημα Στερέωσης.
- 1.4.7 Οι χαλύβδινοι κοχλίες των προσηλώσεων θα είναι συμβατοί με τις πλαστικές σπειρωτές προσθήκες των στρωτήρων σκυροδέματος.
- 1.4.8 Οι στερεώσεις σιδηροτροχιών θα έχουν τα παρακάτω ελάχιστα χαρακτηριστικά ανά έδραση σιδηροτροχιάς:
  - α) Δύναμη σύσφιξης: 20kN.
  - β) Αντίσταση σε ερπυσμό σιδηροτροχιάς υπό στατικό φορτίο 15kN
- 1.4.9 Τα εξαρτήματα των Συστημάτων Στερέωσης Σιδηροτροχιών θα είναι όμοια με το υποβληθέν πιστοποιημένο σύστημα και σύμφωνα με τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής.

## 2. ΥΛΙΚΑ

- 2.1 Όλα τα υλικά και εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν στο Σύστημα Στερέωσης Σιδηροτροχιών θα είναι σύμφωνα με τις εγκεκριμένες μελέτες και την παρούσα Προδιαγραφή και δε θα έχουν ζημιές, ρύπους, χαλαρή σκουριά, φολίδες από σκουριά και από μηχανική επεξεργασία, πριν μεταφερθούν στον τόπο εγκατάστασης και κατά το χρόνο τοποθέτησης. Τα υλικά και εξαρτήματα που δεν ικανοποιούν τις προαναφερόμενες απαιτήσεις θα απομακρύνονται από το εργοτάξιο και θα αντικαθίστανται από τον Ανάδοχο.
- 2.2 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει στην ΑΜ, στα πλαίσια του ΦΥΥ, τα στοιχεία των προμηθευτών του Συστήματος Στερέωσης των Σιδηροτροχιών. Κανένας προμηθευτής δε θα αλλάξει χωρίς την έγκριση της ΑΜ.
- 2.3 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει στην ΑΜ προς έγκριση τα στοιχεία των προτεινόμενων μεθόδων συσκευασίας, χειρισμού και αποθήκευσης όλων των υλικών και εξαρτημάτων, τουλάχιστον ένα μήνα πριν από την παράδοσή τους στο εργοτάξιο.
- 2.4 Τα υλικά και τα εξαρτήματα θα συσκευασθούν, χειριστούν και αποθηκευθούν σύμφωνα με τις οδηγίες του Προμηθευτή/Κατασκευαστή.
- 2.5 Οποιοδήποτε υλικό ή εξάρτημα, το οποίο παρουσιάζει σημεία απaráδεκτης ζημιάς ή φθοράς, λόγω ακατάλληλης συσκευασίας, χειρισμού και αποθήκευσης θα αποσύρεται και θα αντικαθίσταται από άλλο σε άρτια κατάσταση.
- 2.6 Τα υλικά και τα εξαρτήματα θα σημαίνονται σύμφωνα με τις οδηγίες του Προμηθευτή/Κατασκευαστή, τα ισχύοντα πρότυπα και θα εγκρίνονται από την ΑΜ.

## T-02457 ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΥΡΙΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ – ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΗ (VIGNOLE) ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑ

### 1 ΓΕΝΙΚΑ

#### 1.1 Περιγραφή Εργασιών

- 1.1.1 Το άρθρο αυτό περιγράφει λεπτομερώς τις προδιαγραφές για την μελέτη, κατασκευή, προμήθεια και εγκατάσταση ειδικής Σιδηροδρομικής Επιδομής και, συγκεκριμένα, Αλλαγών συνηθισμένου βιομηχανικού τύπου, συγκολλημένης σιδηροτροχιάς 49E1 ή όποιου άλλου τύπου διατομής (προφίλ) σιδηροτροχιάς απαιτείται από τις Προδιαγραφές Μελετών & Επιδόσεων Σιδηροδρομικής Επιδομής. Οι Αλλαγές θα παρασχεθούν ως απλές Διακλαδώσεις, ως μονές ή διπλές Αλλαγές κ.λπ. ή/και κάθε άλλη διάταξη όπως περιγράφεται στα σχέδια χάραξης και τις αντίστοιχες μελέτες. Στο τεύχος αυτό, η αναφορά "Αλλαγές" ή "Αλλαγές/Διακλαδώσεις" θα αφορά όλους τους τύπους διάταξης.
- 1.1.2 Η παροχή των Αλλαγών, στα πλαίσια της Σιδηροδρομικής Επιδομής, θα περιλαμβάνει:
- Όλα τα υλικά και εξαρτήματα που απαιτούνται για την συναρμολόγηση της Αλλαγής, από την κεφαλή της σιδηροτροχιάς λειτουργίας έως την κάτω πλευρά των φορέων (στρωτήρων) από σκυρόδεμα ή διαφορετικής στήριξης που θα προταθεί από τον Ανάδοχο.
  - Προσωρινούς φορείς με σκοπό να ρυθμισθεί και εξασφαλισθεί το εύρος της τροχιάς κατά τη συναρμολόγηση, σε περίπτωση Αλλαγής με άμεση στερέωση.
  - Όλες τις μηχανικές συσκευές για έλεγχο βελόνων, συμπεριλαμβανομένων των στηρίξεων των πλακών έδρασης των μηχανισμών. Οι απαιτήσεις για τους μηχανισμούς των Αλλαγών καθορίζονται στις Προδιαγραφές του Συστήματος Σηματοδότησης.
  - Την προμήθεια και την παράδοση σε χώρο που θα υποδείξει η ΑΜ των ανταλλακτικών εξαρτημάτων για κάθε τύπο Αλλαγής που προβλέπεται να ενσωματωθεί στο Έργο.
- 1.1.3 Ο Ανάδοχος θα προμηθεύσει και τοποθετήσει Αλλαγές και Διακλαδώσεις σύμφωνα με τις απαιτήσεις που ορίζονται στην Προδιαγραφή Μελετών και Επιδόσεων για Σιδηροδρομική Επιδομή.

#### 1.2 Παραπομπές

- 1.2.1 Το σύνολο των εργασιών που θα εκτελεστούν, καθώς και όλα τα υλικά και εξαρτήματα που θα παρασχεθούν από τον Ανάδοχο, θα πρέπει να συμμορφώνονται τουλάχιστον με τα παρακάτω πρότυπα:

EN 13674-1+A1	Railway applications - Track - Rail - Part 1: Vignole railway rails 46kg/m and above.
EN 13674-2+A1	Railway applications - Track - Rail - Part 2: Switch and crossing rails used in conjunction with Vignole railway rails 46kg/m and above.
EN 13674-3+A1	Railway applications - Track - Rail - Part 3: Check rails.
EN 13232-1	Railway applications - Track - Switches and crossings - Part 1: Definitions.
EN 13232-2+A1	Railway applications - Track - Switches and crossings - Part 2: Requirements for geometric design.

EN 13232-3+A1	Railway applications - Track - Switches and crossings - Part 3: Requirements for wheel/rail interaction.
EN 13232-4+A1	Railway applications - Track - Switches and crossings - Part 4: Actuation, locking and detection.
EN 13232-5+A1	Railway applications - Track - Switches and crossings - Part 5: Switches.
EN 13232-6+A1	Railway applications - Track - Switches and crossings - Part 6: Fixed common and obtuse crossings.
EN 13232-9+A1	Railway applications - Track - Switches and crossings - Part 9: Layouts.
EN 13230-1	Railway applications - Track - Concrete sleepers and bearers - Part 1: General requirements.
EN 13230-2	Railway applications - Track - Concrete sleepers and bearers - Part 2: Prestressed monoblock sleepers.
EN 13230-3	Railway applications - Track - Concrete sleepers and bearers - Part 3: Twin-block reinforced sleepers.
EN 13230-4	Railway applications - Track - Concrete sleepers and bearers - Part 4: Prestressed bearers for switches and crossings.
EN 13230-5	Railway applications - Track - Concrete sleepers and bearers - Part 5: Special elements.
EN 13145+A1	Railway applications - Track - Wood sleepers and bearers.
EN 13146-1	Railway applications - Track - Test methods for fastening systems - Determination of longitudinal rail restraint.
EN 13146-2	Railway applications - Track - Test methods for fastening systems - Determination of torsional resistance.
EN 13146-3	Railway applications - Track - Test methods for fastening systems - Determination of attenuation of impact loads.
EN 13146-4+A1	Railway applications - Track - Test methods for fastening systems - Effect of repeated loading.
EN 13146-5	Railway applications - Track - Test methods for fastening systems - Determination of electrical resistance.
EN 13146-7	Railway applications - Track - Test methods for fastening systems - Determination of clamping force.
EN 13146-8	Test methods for fastening systems - In service testing.
EN 13481-1	Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Definitions.
EN 13481-2+A1	Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Fastening systems for concrete sleepers.
EN 13481-3	Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Fastening systems for wood sleepers.
EN 13481-5+A1	Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Fastening systems for slab track with rail on the surface or rail embedded in a channel.
EN 13481-7	Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Special fastening systems for switches and crossings and check rails.
EN 13803	Railway applications - Track - Track alignment design parameters - Track gauges 1435mm and wider.

EN 14587-3	Railway applications - Track - Flash butt welding of rails - Welding in association with crossing construction.
EN 15689	Railway applications - Track - Switches and crossings - Crossing components made of cast austenitic manganese steel.
EN 16273	Railway applications - Track - Forged rail transitions.
EN 10204	Metallic products - Types of inspection documents.
EN 1559-1	Founding - Technical conditions of delivery - General.
EN 1559-2	Founding - Technical conditions of delivery - Additional requirements for steel castings.
EN 1559-3	Founding - Technical conditions of delivery - Additional requirements for iron castings.
EN 1559-4	Founding - Technical conditions of delivery - Additional requirements for aluminium alloy castings.
EN 1559-5	Founding - Technical conditions of delivery - Additional requirements for magnesium alloy castings.
EN 1559-6	Founding - Technical conditions of delivery - Additional requirements for zinc alloy castings.
EN 1560	Founding - Designation system for cast iron - Material symbols and material numbers.
EN 1561	Founding - Grey cast irons.
EN 1563	Founding - Spheroidal graphite cast irons.
EN 10025-1	Hot rolled products of structural steels - General technical delivery conditions.
EN 10025-2	Hot rolled products of structural steels - Technical delivery conditions for non-alloy structural steels.
EN 10029	Hot-rolled steel plates 3mm thick or above - Tolerances on dimensions and shape.
EN 10058	Hot rolled flat steel bars for general purposes - Dimensions and tolerances on shape and dimensions.
EN 10279	Hot rolled steel channels - Tolerances on shape, dimension and mass.
EN 10243-1	Steel die forgings - Tolerances on dimensions - Drop and vertical press forgings.
EN 10243-2	Steel die forgings - Tolerances on dimensions - Upset forgings made on horizontal forging machines.
EN 10089	Hot rolled steels for quenched and tempered springs - Technical delivery conditions.
EN 22768-1	General tolerances - Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications.
EN 22768-2	General tolerances - Geometrical tolerances for features without individual tolerance indications.
EN 14700	Welding consumables - Welding consumables for hard-facing.
EN 13906-1	Cylindrical helical springs made from round wire and bar - Calculation and design - Compression springs.
EN 15800	Cylindrical helical springs made of round wire - Quality specifications for cold coiled compression springs.

EN ISO 9013	Thermal cutting - Classification of thermal cuts - Geometrical product specification and quality tolerances.
EN ISO 10511	Prevailing torque type hexagon thin nuts (with non-metallic insert).
EN ISO 14001	Environmental management systems - Requirements with guidance for use.
EN ISO 9606-1	Qualification testing of welders - Fusion welding - Steels.
EN ISO 18275	Welding consumables - Covered electrodes for manual metal arc welding of high-strength steels - Classification.
EN ISO 683-1	Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels - Non-alloy steels for quenching and tempering.
EN ISO 683-2	Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels - Alloy steels for quenching and tempering.
EN ISO 4014	Hexagon head bolts - Product grades A and B.
EN ISO 4042	Fasteners - Electroplated coatings.
EN ISO 4287+A1	Geometrical product specification (GPS) - Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture parameters.
EN ISO 12944-1	Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems - General introduction.
EN ISO 12944-8	Paints and varnishes - Corrosion protection of steel structures by protective paint systems - Development of specifications for new work and maintenance.
EN ISO 1461	Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods.
EN ISO 5817	Welding - Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) - Quality levels for imperfections.
EN ISO 10683	Fasteners - Non-electrolytically applied zinc flake coatings.
EN ISO 2081	Metallic and other inorganic coatings - Electroplated coatings of zinc with supplementary treatments on iron or steel.
UIC Code 710	Minimum track gauge in curves.
UIC Code 716	Maximum permissible wear profiles for switches.
UIC Code 860	Technical specification for the supply of rails.
UIC Code 861-1	Standard 54kg/m rail profiles - Types UIC 54 and 54E.
UIC Code 861-2	Standard sections for points rails adapted to the UIC 54 and 60kg/m rail sections.
UIC Code 863	Technical specification for the supply of non-treated track support (wooden sleepers for standard and broad-gauge track and crossing timbers).
UIC Code 863-1	Use of non-European timbers for the manufacture of sleepers.
UIC Code 864-1	Technical specification for the supply of sleeper screws.
UIC Code 864-2	Technical specification for the supply of steel track bolts.
UIC Code 864-3	Technical specification for the supply of spring steel washers for use in permanent way.
UIC Code 864-4	Technical specification for the supply of fish-plates or sections for fish-plates made of rolled steel.

UIC Code 864-5	Technical specification for the supply of rail seat pads.
UIC Code 864-6	Technical specification for the supply of base-plates or sections for base-plates made of rolled steel.
UIC Code 864-7	Rolled profiles for base-plates for UIC rails.
UIC Code 864-8	Rolled profiles for fish-plates for 54kg/m and 60kg/m rails.
UIC Code 866	Technical specification for the supply of cast manganese steel crossings for switch and crossing work.
UIC Code 901	Use of polymeric materials for railway superstructure and infrastructure and in engineering structures.
UIC Technical and Research Report D72	Guiding principles for the design of points & crossings (UIC 54 and UIC 60 rail profiles).
DIN 50961	Electroplated coatings - Zinc coatings on iron or steel - Terms, testing and corrosion resistance.
DIN 59200 E	Hot rolled wide steel flats - Dimensions, mass and tolerances.

1.2.2 Ο ανωτέρω κατάλογος Κωδίκων και Προτύπων είναι ενδεικτικός και μη περιοριστικός.

### 1.3 Κριτήρια Μελέτης

1.3.1 Ο Ανάδοχος θα παράσχει έγγραφα αποδεικτικά στοιχεία με τα οποία θα αποδεικνύεται ότι ο προτεινόμενος σχεδιασμός των Αλλαγών/Διακλαδώσεων βασίζεται στην σύγχρονη τεχνολογία Σιδηροδρομικής Επιδομής καθώς και ότι διαθέτει αποδεδειγμένα καλή λειτουργικότητα σε παρόμοιες συνθήκες λειτουργίας (αξονικό φορτίο, συχνότητα διελεύσεων, κ.λπ.) σε άλλα σιδηροδρομικά συστήματα, συστήματα μετρό ή σε γραμμές αστικού σιδηροδρομικού δικτύου (LRT lines), για χρονικό διάστημα όχι μικρότερο από πέντε χρόνια. Ο Ανάδοχος θα παράσχει στην ΑΜ πιστοποιητικά και βεβαιώσεις καλής εκτέλεσης από άλλα δίκτυα, προκειμένου να αποδείξει την συμμόρφωσή του με την απαίτηση αυτή.

1.3.2 Οι Αλλαγές θα έχουν τα παρακάτω βασικά χαρακτηριστικά:

- α) Σιδηροτροχιά από χάλυβα ποιότητας R260, χωρίς επίκλιση ως προς την κατακόρυφο.
- β) Έγχυτα μονομερή Διασταυρούμενα Τμήματα (καρδιές) V Αλλαγών, από μαγγανιούχο χυτοχάλυβα, με άκρα ικανά να συγκολληθούν, σύμφωνα με την σχετική Προδιαγραφή Υλικών και Εργασιών της ΑΜ.
- γ) Ακτίνα της Διακλάδωσης, που είναι η ακτίνα του άξονα της καμπύλης τροχιάς της Αλλαγής/Διακλάδωσης, όπως ορίζεται στα εγχειρίδια σιδηροδρομικής τεχνολογίας, στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό.
- δ) Γωνία καρδιάς, που ορίζεται ως η γωνία "α" μεταξύ των αξόνων (ή των κεντρικών γραμμών) της ευθύγραμμης και της τροχιάς εκτροπής.
- ε) Εύρος τροχιάς 1435mm.
- στ) Όλες οι Διακλαδώσεις θα έχουν σχεδιασμό που θα επιτρέπει την υπέρβασή τους από πτέρνα, δίχως πρόκληση οποιασδήποτε βλάβης (*trailable*).
- ζ) Σε τροχιά με κλίνη έρματος θα χρησιμοποιηθούν προεντεταμένοι φορείς από σκυρόδεμα. Σε τροχιάς χωρίς έρμα θα χρησιμοποιηθούν προεντεταμένοι φορείς από σκυρόδεμα ή τύπος άμεσης στερέωσης ή ενθυλακωμένη σιδηροτροχιά, όπως θα εγκριθεί από την ΑΜ.
- η) Οι χαλύβδινες πλάκες έδρασης θα έχουν ελάχιστο πάχος 20mm και θα διαθέτουν όχι λιγότερα των τεσσάρων αγκύριων στερέωσης, που θα βιδώνουν πάνω στον στρωτήρα, τον φορέα ή άλλο προδιαγραφόμενο τύπο στήριξης.

- 1.3.3 Η μελέτη της Αλλαγής/Διακλάδωσης που θα εκπονηθεί από τον Ανάδοχο, θα λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα:
- Γεωμετρικά στοιχεία τροχιάς,
  - Συγκολλημένοι μονωμένοι αρμοί σιδηροτροχιάς προς ενσωμάτωση σε Συνεχή Συγκολλημένη Σιδηροτροχιά,
  - Χαρακτηριστικά τροχαίου υλικού,
  - Στοιχεία λειτουργίας δικτύου,
  - Κινητά φορτία τροχιάς,
  - Χαρακτηριστικά μηχανισμού Αλλαγής,
  - Ηλεκτρική μόνωση τροχιάς,
  - Απαιτήσεις Σηματοδότησης και Παροχής Ισχύος Έλξης,
  - Συμβατότητα με τα άλλα εξαρτήματα της Σιδηροδρομικής Επιδομής,
  - Αλληλεπίδραση με άλλα συστήματα.
- 1.3.4 Ο Ανάδοχος, κατά την εκπόνηση της μελέτης για Αλλαγές/Διακλαδώσεις, θα λάβει υπόψη του τις απαιτήσεις για υψηλή αξιοπιστία της Σιδηροδρομικής Επιδομής και χαμηλό κόστος συντήρησης, τόσο αυτής, όσο και του Τροχαίο Υλικού.
- 1.3.5 Κανένα τμήμα σιδηροτροχιάς μεταξύ 2 αρμών (αλουμινοθερμικών συγκολλήσεων, μονωμένων αρμών, είτε συνδυασμό αυτών) δε θα έχει μήκος μικρότερο από 3,5m.

#### **1.4 Σύστημα βελονών**

- 1.4.1 Οι βελόνες σιδηροτροχιές θα είναι εύκαμπτου τύπου πτέρνας και θα λειτουργούν με μηχανισμό Αλλαγής διπλής κατεύθυνσης, σύμφωνα με την Προδιαγραφή Επιδόσεων για Εξοπλισμό Σηματοδότησης.
- 1.4.2 Το συναρμολογημένο σύστημα βελόνων θα αποτελείται από δύο σταθερές σιδηροτροχιές (αντιβελόνες), δύο βελόνες, αποστάτες, αντierreπυστικούς ήλους, σταθερές πλάκες έδρασης, πλάκες έδρασης ολίσθησης, συνδετήριες ράβδους, πλάκες βελόνης και όλους τους σχετικούς κοχλίες και συνδετήρες. Οι βελόνες θα πρέπει να εφοδιασθούν με πλάκες έδρασης ολίσθησης ξηρού τύπου, εφοδιασμένες με κύλιστρα μηδενικής συντήρησης. Το σύστημα κλειδώματος βελόνων θα απαιτεί την ελάχιστη δυνατή συντήρηση και θα είναι κλειστού τύπου, είτε με ένσφαιρους τριβείς, είτε ενσωματωμένο στο κυτίο του ενεργοποιητή (actuator) του μηχανισμού Αλλαγής.
- 1.4.3 Οι βελόνες σιδηροτροχιές θα είναι ασύμμετρης διατομής, όπως προδιαγράφεται στο EN 13674-2 και θα ταιριάζουν στη διατομή σιδηροτροχιάς 49E1. Θα είναι κατασκευασμένες από χάλυβα ποιότητας R260. Το άνοιγμα στο έμπροσθεν άκρο της βελόνης θα είναι συμβατό με τις απαιτήσεις για το μηχανισμό λειτουργίας των βελόνων, αλλά δεν θα είναι μικρότερο από 100mm.
- 1.4.4 Η μετάβαση από το ειδικό τμήμα της βελόνης στο συμμετρικό προφίλ 49E1 θα επιτυγχάνεται με σφυρηλάτηση, η οποία δεν πρέπει να γίνεται μέσα στο εύκαμπτο μήκος της βελόνης.
- 1.4.5 Το σύστημα βελόνων θα εφοδιαστεί με επαρκή στηρίγματα/αποστάτες (stoppers), που θα εμποδίζουν την πλευρική κίνηση της βελόνης, κατά την κυκλοφορία των οχημάτων.
- 1.4.6 Η σχετική, κατά μήκος, μετακίνηση μεταξύ της βελόνης και της αντιβελόνης θα αποφευχθεί χρησιμοποιώντας αντierreπυστικούς ήλους, αντί στηριγμάτων φτέρνας. Οι αντierreπυστικοί ήλοι διευκολύνουν την αντικατάσταση της βελόνης και της αντιβελόνης.
- 1.4.7 Η ελάχιστη δίοδος για την διέλευση του όνυχου του τροχού, μεταξύ της αντιβελόνης και της ανοιχτής βελόνης, θα είναι τέτοια ώστε η πίσω πλευρά του τροχού να μη



χτυπά τη βελόνη. Το στοιχείο αυτό θα τεκμηριώνεται στη μελέτη των Αλλαγών/Διακλαδώσεων.

- 1.4.8 Ο σχεδιασμός κάθε πλάκας ολίσθησης θα περιλαμβάνει ελατηριωτούς εύκαμπτους συνδέσμους συγκράτησης της εσωτερικής πλευράς του πέλματος των αντιβελόνων.
- 1.4.9 Όλα τα εξαρτήματα του συστήματος βελονών των Αλλαγών θα είναι εφοδιασμένα με σήμανση αναγνώρισης, η οποία πρέπει να είναι ορατή όταν το σύστημα βελονών είναι συναρμολογημένο.

### 1.5 Διασταυρούμενο Τμήμα (“καρδιά”)

Το Διασταυρούμενο Τμήμα (καρδιά) των Αλλαγών/Διακλαδώσεων θα είναι έγχυτο σε ένα τεμάχιο (μονομερές). Οι καρδιές θα είναι κατασκευασμένες από μαγνανιούχο χάλυβα, σύμφωνα με τον Κώδικα UIC 866 και με την Προδιαγραφή Υλικών και Εργασιών, για Διακλαδώσεις από χυτό μαγνανιούχο χάλυβα, της ΑΜ. Τα άκρα της καρδιάς (από μαγνανιούχο χάλυβα) θα καταλήγουν σε μήκος συνήθους σιδηροτροχιάς που θα έχει συγκολληθεί, βάσει αποδεκτής βιομηχανικά διαδικασίας με την καρδιά σε συνθήκες εργοστασίου, καθιστώντας με τον τρόπο αυτό δυνατή τη συγκόλληση του τεμαχίου της καρδιάς στην απλή σιδηροτροχιά κίνησης 49E1.

### 1.6 Αντιτροχιές ή Σιδηροτροχιές Ελέγχου

- 1.6.1 Ο σχεδιασμός των αντιτροχιών (check rails) θα συμπεριλαμβάνει στοιχεία για τη ρύθμιση των διάκενων διέλευσης του όνυχια των τροχών, κατά τη συντήρηση του συστήματος.
- 1.6.2 Τα στηρίγματα στερέωσης (ή πλάκες έδρασης) των αντιτροχιών θα είναι χαλύβδινα, και ανεξάρτητα από τις γειτονικές πλάκες έδρασης της σιδηροτροχιάς. Επί πλέον ο σχεδιασμός τους θα:
  - A. έχει προβλέψεις για την αντιστάθμιση της φθοράς των αντιτροχιών, κατά την διάρκεια της συντήρησης, με την τοποθέτηση χαλύβδινων προσθηκών στο πίσω μέρος της αντιτροχιάς.
  - B. επιδεικνύει την καταλληλότητα του στηρίγματος αντιτροχιάς, για τις περιπτώσεις φορτίσεων της ΑΜ, μέσω: (α) πιστοποιητικών από παρόμοιο σύστημα τραμ ή σιδηροδρομικό φορέα, στον οποίο έχουν εγκατασταθεί και (β) θεωρητικής προσέγγισης για την καταλληλότητα, βάσει ελέγχων και υπολογισμών φορτίσεων κι ελέγχου κόπωσης, μέσω ανάλυσης πεπερασμένων στοιχείων. Σε περίπτωση που η ΑΜ το απαιτήσει, θα διεξαχθούν και οι απαιτούμενες δοκιμές κόπωσης με δοκίμια που θα περιλαμβάνουν όλα τα εξαρτήματα του Συστήματος Στερέωσης και τμήμα σκυροδέματος της πλάκας έδρασης της Αλλαγής. Οι έλεγχοι θα γίνουν βάσει των ισχυόντων προτύπων με εγκάρσια δύναμη στην αντιτροχιά 62,5kN, αποδεικνύοντας ικανοποιητική διάρκεια ζωής (για 7000 διελεύσεις αξόνων ανά ημέρα).
  - Γ. Κατά την κατασκευή θα συμπεριλαμβάνεται προσωρινή διάταξη ορθής τοποθέτησης του Στηρίγματος Στερέωσης της αντιτροχιάς, ώστε να εξασφαλίζει την ορθή θέση αυτής, σε σχέση με την πλευρά εύρους της κύριας σιδηροτροχιάς.
- 1.6.3 Στη περίπτωση που ο Ανάδοχος προτείνει ενιαία πλάκα έδρασης αντιτροχιάς και σιδηροτροχιάς, επιπλέον των Α, Β και Γ παραπάνω απαιτήσεων, θα πρέπει να τεκμηριώσει την αντοχή της πλάκας μέσω: ανάλυσης πεπερασμένων στοιχείων σε κόπωση και διεξαγωγής δοκιμής κόπωσης. Οι παραπάνω έλεγχοι θα πραγματοποιηθούν για τις περιπτώσεις φορτίσεων της ΑΜ, δηλαδή με ταυτόχρονη εφαρμογή εγκάρσιας δύναμης στην αντιτροχιά 62,5kN και κατακόρυφης δύναμης στη σιδηροτροχιά 50kN, τεκμηριώνοντας σταθερή και μόνιμη άριστη συμπεριφορά του συστήματος (για 7000 διελεύσεις αξόνων ανά ημέρα). Επιπλέον, θα εξετάζεται η

πλάκα έδρασης με το σύνολο του εξοπλισμού και του Συστήματος Στερέωσης (αντιπροχιά, σιδηροτροχιά, ελαστικά πέλματα πλάκας έδρασης, ρητίνη πλήρωσης, κ.λπ.). Όλα τα υλικά και εξαρτήματα θα είναι όμοια με αυτά που προτείνονται για εγκατάσταση.

- 1.6.4 Η απόσταση ασφάλειας μεταξύ καρδιάς και αντιπροχιάς θα είναι συμβατή με τα προφίλ και τις διαστάσεις του συστήματος των τροχών (καινούριων και φθαρμένων) και θα προστατεύει τη «μύτη» (αιχμή) της καρδιάς, σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας. Το στοιχείο αυτό θα τεκμηριώνεται στη μελέτη των Αλλαγών/Διακλαδώσεων.

## 1.7 Υποβολές

- 1.7.1 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει στην ΑΜ προς έγκριση λεπτομερείς μελέτες, λεπτομερή σχέδια και αποτελέσματα δοκιμών, που πραγματοποίησε ο κατασκευαστής, για όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα που θα πρέπει να ενσωματωθούν. Καμία κατασκευαστική δραστηριότητα δε θα αρχίσει αν η ΑΜ δεν έχει εγκρίνει τις μελέτες, το σχεδιασμό και τα αποτελέσματα των σχετικών δοκιμών.
- 1.7.2 Ο Ανάδοχος θα υποβάλλει τα λεπτομερή σχέδια του κατασκευαστή προκειμένου να καταστεί δυνατή η συναρμολόγηση των Αλλαγών/Διακλαδώσεων και η μελλοντική παραγγελία ανταλλακτικών. Ο Ανάδοχος θα υποβάλει τουλάχιστον, γενική διάταξη των Αλλαγών, συμπεριλαμβανομένης της διάταξης των φορέων/στρωτήρων, σχέδια διάταξης και τομών του συστήματος βελόνων και των Διασταυρούμενων Τμημάτων.
- 1.7.3 Παρακάτω δίνεται μια ταξινόμηση των τυπικών εξαρτημάτων, αναφορικά με τα λεπτομερή σχέδια, που θα πρέπει ο Ανάδοχος να συμπεριλάβει στις υποβολές του υποχρεωτικά και μη περιοριστικά:

<b>Εξάρτημα συστήματος βελόνων</b>	<b>Εξάρτημα καρδιάς Αλλαγής/Διακλάδωσης</b>	<b>Σύστημα Στερέωσης σιδηροτροχιών</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Αντιβελόνες</li> <li>- Βελόνες</li> <li>- Πλάκες έδρασης ολίσθησης</li> <li>- Πλάκες έδρασης</li> <li>- Αμφιδέτες ασφαλείας</li> <li>- Φέροντες κοχλίες</li> <li>- Συσσκευή μανδάλωσης βελόνων</li> <li>- Αντιερπυστικοί ήλοι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Η αιχμή (V) της καρδιάς</li> <li>- Σιδηροτροχιά κύλισης</li> <li>- Πλάκες έδρασης</li> <li>- Αντιπροχίες</li> <li>- Στηρίγματα αντιπροχιών</li> <li>- Χαλύβδινες προσθήκες αντιπροχιών</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Εντατικοί σφιγκτήρες</li> <li>- Ελατηριωτοί σύνδεσμοι</li> <li>- Πέλματα σιδηροτροχιάς</li> <li>- Κοχλίες στρωτήρων</li> <li>- Κοχλίες με κεφαλή σε σχήμα T και περικόχλια</li> <li>- Σφαιρικές ροδέλες</li> <li>- Ελατηριωτές ροδέλες</li> </ul>

- 1.7.4 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση στην ΑΜ όλες τις διαστάσεις, το εύρος και τις ανοχές όλων των εξαρτημάτων του συστήματος Αλλαγών/Διακλαδώσεων.
- 1.7.5 Ο Ανάδοχος υποχρεούται στην υποβολή μελέτης μεταβάσεων των τροχών μεταξύ των διαδοχικών τμημάτων του Διασταυρούμενου Τμήματος, με σκοπό την τεκμηρίωση της επάρκειας των μηκών μετάβασης για την πρόληψη φθορών στις αιχμές και τα πτερύγια του τμήματος, αλλά και κρούσεων και φθορών των τροχών του τροχαίου υλικού. Η μελέτη θα αφορά τροχαίο υλικό με καινούριους και με τη μέγιστη επιτρεπόμενη φθορά τροχούς, ενώ θα λαμβάνει υπόψη τις ακραίες εγκάρσιες θέσεις του άξονα επί της καρδιάς της Αλλαγής, τις κατασκευαστικές ανοχές του άξονα και τις ανοχές εγκατάστασης των εξαρτημάτων της Αλλαγής.
- 1.7.6 Ειδικότερα, στις περιπτώσεις όπου προδιαγράφεται ότι οι Αλλαγές κύριας γραμμής μπορούν να τοποθετηθούν σε προεντεταμένους φορείς από σκυρόδεμα, ο Ανάδοχος θα συντάξει και υποβάλει, προς έγκριση από την ΑΜ, όλα τα κατασκευαστικά σχέδια των προεντεταμένων φορέων από σκυρόδεμα (περιγράφοντας τη θέση των τενόντων, των κοχλιών αγκύρωσης, των παρεμβυσμάτων, κ.λπ.) και θα βασιστεί σε τεχνική λύση αποδεδειγμένης άριστης λειτουργίας, σε παρόμοια δίκτυα τροχιοδρόμων, επί τουλάχιστον 10 έτη.

## 2 ΥΛΙΚΑ

Όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν για τη συναρμολόγηση των Αλλαγών θα είναι εγκεκριμένα και σύμφωνα με τις συμβατικές προδιαγραφές. Επίσης, δε θα παρουσιάζουν ζημιές, συσώρευση σκόνης, χαλαρή σκουριά, φλοιό σκουριάς και χαλαρή αποφλοίωση στο εργοτάξιο και στην περιοχή τοποθέτησης. Τα υλικά και τα στοιχεία που δεν πληρούν τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής θα απομακρύνονται από το εργοτάξιο και θα αντικαθίστανται από τον Ανάδοχο.

## 3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

### 3.1 Ποιοτικός Έλεγχος

Ο κατασκευαστής θα πρέπει να αποδείξει ότι διαθέτει κι εφαρμόζει κατάλληλο σύστημα ποιότητας στις εγκαταστάσεις του. Τα αποδεικτικά στοιχεία συμμόρφωσης με την απαίτηση αυτή θα υποβληθούν στα πλαίσια του ΦΥΥ, και θα είναι κατ' ελάχιστον τα ακόλουθα έγγραφα:

- α) Πιστοποιητικό διαχείρισης ποιότητας κατά ISO 9001:2015.
- β) Πιστοποιητικά και βεβαιώσεις καλής εκτέλεσης από άλλα δίκτυα μετρό ή τραμ.
- γ) Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών της κατασκευής των Αλλαγών/Διακλαδώσεων.

### 3.2 Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών

- 3.2.1 Το Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών θα υποβληθεί προς έγκριση πριν την παραγωγή και θα αποτελέσει τη βάση για την παρακολούθησή της. Η μορφή του Προγράμματος Ελέγχων και Δοκιμών θα είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας του εργοστασίου παραγωγής και της παρούσας Προδιαγραφής.
- 3.2.2 Το πρόγραμμα θα περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον τα τμήματα της παρούσας Προδιαγραφής, που αφορούν μετρήσεις και ελέγχους, τα οποία θα συνοδεύονται από πιστοποιητικά συμμόρφωσης των εξαρτημάτων που ενσωματώνονται στις Αλλαγές/Διακλαδώσεις.
- 3.2.3 Η ΑΜ θα ειδοποιηθεί από τον Ανάδοχο 90 ημέρες πριν τη διεξαγωγή των σχετικών επιθεωρήσεων/δοκιμών αποδοχής. Η ΑΜ διατηρεί το δικαίωμα να παραστεί σε οποιαδήποτε δοκιμή στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή και μπορεί να ζητήσει από αυτόν να αναστείλει τις κατασκευαστικές δραστηριότητές του μέχρι την ολοκλήρωση των δοκιμών στις οποίες θα παρίσταται. Ο κατασκευαστής δε θα αποστέλλει τα υλικά έως την ολοκλήρωση των επιθεωρήσεων και την υπογραφή της σχετικής τεκμηρίωσης από τους εκπροσώπους της ΑΜ. Οι εργοστασιακές δοκιμές των Αλλαγών τροχιάς θα περιλαμβάνουν και τον έλεγχο συμβατότητας με τον μηχανισμό Αλλαγής.
- 3.2.4 Μετά την επιθεώρηση θα εκδοθούν πιστοποιητικά επιθεώρησης, που θα έχουν συμπληρωθεί από τον κατασκευαστή Αλλαγών και τα οποία θα πιστοποιούν ότι οι Αλλαγές/Διακλαδώσεις κατασκευάστηκαν σε συμφωνία με τα εγκεκριμένα σχέδια διάταξης και ότι η κατασκευή των επιμέρους στοιχείων και εξαρτημάτων είναι σε πλήρη συμφωνία με τις απαιτήσεις, που ορίζονται στα αντίστοιχα σχέδια και τις συμβατικές προδιαγραφές.
- 3.2.5 Το πιστοποιητικό επιθεώρησης Αλλαγών τροχιάς θα περιλαμβάνει μετρήσεις και ανοχές που σχετίζονται με την γεωμετρία και το εύρος τροχιάς όλων των μερών, χώρων ή συσκευών (δηλαδή συστήματος βελόνων, καρδιάς και ενδιάμεσων τμημάτων).

- 3.2.6 Πέραν του ελέγχου της πιστοποίησης ποιότητας των εξαρτημάτων και λοιπών ελέγχων, που θα πραγματοποιήσει η ΑΜ στον τόπο κατασκευής των Αλλαγών, θα διεξαχθούν Εργαστασιακές Δοκιμές Αποδοχής γεωμετρίας, σε όλες τις ενότητες των Αλλαγών, πλήρως συναρμολογημένων επί των φορέων τους (ή των προσωρινών φορέων τους, κατά περίπτωση), με τις σιδηροτροχιές στερεωμένες, ευθυγραμμισμένες και ισοσταθμισμένες. Ειδικότερα, θα πραγματοποιηθούν, κατ' ελάχιστον, οι ακόλουθες μετρήσεις/δοκιμές:
- A. Όλες οι ανοχές της συνολικής διάταξης και των επί μέρους τμημάτων θα πρέπει να ευρίσκονται εντός του εγκεκριμένου πεδίου ανοχών του κατασκευαστή.
  - B. Η βελόνη και η αντιβελόνη πρέπει να εφαρμόζουν ομοιόμορφα σε όλες τις πλάκες ολίσθησης.
  - Γ. Η βελόνη στην κλειστή της θέση πρέπει να στηρίζεται επί όλων των αποστατών.
  - Δ. Τα εμπρόσθια άκρα του συστήματος βελονών να είναι κάθετα (στον άξονα τροχιάς).
  - E. Το Διασταυρούμενο Τμήμα (καρδιά) να εφαρμόζει ομοιόμορφα πάνω σε όλες τις πλάκες έδρασης.
  - ΣΤ. Το τυπικό εύρος τροχιάς και η αύξησή του να τηρηθεί, σύμφωνα με τα εγκεκριμένα σχέδια, με ανοχές +2mm/-1mm.
- 3.2.7 Η σήμανση του κατασκευαστή των σιδηροτροχιών θα απομακρυνθεί με τρόχισμα, στις περιπτώσεις που θα καλυφθεί από τις όψεις των πτερυγίων.
- 3.2.8 Οι αποστάτες βελόνων πρέπει να τροχιστούν τόσο ώστε, όταν το σύστημα βελόνων συναρμολογηθεί, οι κάθετες αποστάσεις μεταξύ βελόνης και αντιβελόνης να είναι οι εγκεκριμένες και όλη η επιφάνεια επαφής του αποστάτη να είναι σε επαφή με τη σιδηροτροχιά, διατηρώντας το προδιαγραφόμενο εύρος της τροχιάς.
- 3.2.9 Η σφυρηλατημένη περιοχή της βελόνης θα ελεγχθεί για εσωτερικά ελαττώματα με την μέθοδο των υπέρηχων και για επιφανειακά ελαττώματα με την διαδικασία μαγνητικών σωματιδίων.
- 3.2.10 Μετά την επιθεώρηση η βελόνη και η αντιβελόνη θα δεθούν με ιμάντες μεταξύ τους, ώστε να αποκλεισθεί οποιαδήποτε μετακίνηση κατά την διάρκεια χειρισμών και μεταφορών.
- 3.3 Σήμανση**
- 3.3.1 Τα εξαρτήματα των Αλλαγών και Διακλαδώσεων θα φέρουν τουλάχιστον προσδιοριστική σήμανση και σήμανση συναρμολόγησης.
- 3.3.2 Η προσδιοριστική σήμανση θα είναι μόνιμη, θα φέρεται τουλάχιστον στα εξαρτήματα του συστήματος βελονών και θα είναι ορατή και μετά την τοποθέτηση της Αλλαγής. Στη σήμανση αυτή θα προσδιορίζεται τουλάχιστον ο τύπος της Αλλαγής και οι σχετικοί κωδικοί ιχνηλασιμότητας.
- 3.3.3 Η σήμανση συναρμολόγησης θα περιλαμβάνει τουλάχιστον:
- α) αρίθμηση των προσωρινών φορέων εγκατάστασης
  - β) αρίθμηση των εξαρτημάτων στερέωσης (ή/και στρωτήρων) σύμφωνα με το σχέδιο διάταξης
  - γ) ένδειξη της πλευράς στερέωσης του στρωτήρα (με κατεύθυνση το εμπρόσθιο άκρο ή την πτέρνα)
  - δ) ένδειξη της θέσης των εξαρτημάτων στερέωσης (ή/και στρωτήρων) σε σχέση με τις σιδηροτροχιές

3.3.4 Όλα τα εξαρτήματα θα φέρουν κατάλληλη σήμανση, προκειμένου να διευκολυνθεί η συναρμολόγηση των Αλλαγών/Διακλαδώσεων, χωρίς σφάλματα στο εργοτάξιο και κατά την μελλοντική συντήρησή τους. Τα εξαρτήματα θα φέρουν σήμανση, σύμφωνα με τις προτάσεις του κατασκευαστή, τα ισχύοντα πρότυπα και τις σχετικές εγκρίσεις της ΑΜ.

#### **3.4 Συσσκευασία, Χειρισμός και αποθήκευση**

- 3.4.1 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση στην ΑΜ λεπτομέρειες των προτεινόμενων μεθόδων για συσκευασία, χειρισμό και αποθήκευση όλων των υλικών και εξαρτημάτων, τουλάχιστον ένα μήνα πριν την προβλεπόμενη ημερομηνία παράδοσής τους στο Εργοτάξιο.
- 3.4.2 Τα υλικά και τα εξαρτήματα θα συσκευασθούν, θα μεταχειριστούν και θα αποθηκευθούν σύμφωνα με τις προτάσεις και οδηγίες του κατασκευαστή.
- 3.4.3 Όλα τα υλικά και τα στοιχεία, που παρουσιάζουν δείγματα απαράδεκτης ζημιάς ή φθοράς εξαιτίας ακατάλληλης συσκευασίας, μεταχείρισης ή αποθήκευσης, θα απομακρυνθούν και θα αντικατασταθούν με καινούρια.

## T-02458 ΑΛΛΑΓΕΣ ΚΥΡΙΑΣ ΓΡΑΜΜΗΣ – ΕΓΚΟΙΛΗ (GROOVED) ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑ

### 1 ΓΕΝΙΚΑ

#### 1.1 Περιγραφή Εργασιών

Το άρθρο αυτό περιγράφει λεπτομερώς τις προδιαγραφές για την μελέτη, κατασκευή, προμήθεια και εγκατάσταση ειδικής Σιδηροδρομικής Επιδομής και, συγκεκριμένα, Αλλαγών συνηθισμένου βιομηχανικού τύπου, συγκολλημένης έγκοιλης σιδηροτροχιάς 55R1 ή 60R2 ή όποιου άλλου τύπου διατομής (προφίλ) σιδηροτροχιάς απαιτείται από τις Προδιαγραφές Μελετών & Επιδόσεων Σιδηροδρομικής Επιδομής. Οι Αλλαγές θα παρασχεθούν ως απλές Διακλαδώσεις, ως μονές ή διπλές Αλλαγές κ.λπ., ή/και κάθε άλλη διάταξη, όπως περιγράφεται στα σχέδια χάραξης και τις αντίστοιχες μελέτες. Στο τεύχος αυτό, η αναφορά “Αλλαγές” ή “Αλλαγές/Διακλαδώσεις” θα αφορά όλους τους τύπους διάταξης.

##### 1.1.1 Η παροχή στα πλαίσια της Σιδηροδρομικής Επιδομής θα περιλαμβάνει:

- Τον εξοπλισμό και τη προμήθεια όλων των υλικών που απαρτίζουν τη διάταξη μιας Αλλαγής ή Διακλάδωσης, όπως σιδηροτροχιές οποιουδήποτε τύπου, βελόνες, αντιβελόνες, καρδιές, χειριστήρια, συγκολλήσεις σιδηροτροχιών, τον εξοπλισμό και τη προμήθεια όλων των υλικών για τον εγκιβωτισμό της Αλλαγής, όπως συνδετήριες ράβδους εξασφάλισης γεωμετρίας, ελαστομερή υλικά επένδυσης των σιδηροτροχιών και των λοιπών εξαρτημάτων της Αλλαγής, σύμφωνα με την οριστική ακουστική Μελέτη Εδαφομεταφερόμενου Θορύβου και Δονήσεων, σκυρόδεμα και σιδηρός οπλισμός σύμφωνα με τη στατική μελέτη, υλικά διαμόρφωσης τελικής επιφάνειας, σύμφωνα με τη μελέτη αστικού σχεδιασμού και λοιπά υλικά για την κατασκευή της προκατασκευασμένης πλάκας και κάθε υλικού που απαιτείται για την ολοκλήρωση του τροchioδρόμου.
- Την προμήθεια και την παράδοση, σε χώρο που θα υποδείξει η ΑΜ, των ανταλλακτικών εξαρτημάτων για κάθε τύπο Αλλαγής, που προβλέπεται να ενσωματωθεί στο Έργο.
- Την προμήθεια και εγκατάσταση των προκατασκευασμένων πλακών των τεμαχίων της Αλλαγής επί τόπου του Έργου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές της στατικής μελέτης.
- Κάθε είδους εργασίες και υλικά, που απαιτούνται για τη διάστρωση του σκυροδέματος καθαριότητας.
- Κάθε είδους εργασίες, υλικά και εξοπλισμό για την ενσωμάτωση των Αλλαγών στο Έργο, όπως προσωρινή έδραση, ακριβής οριζοντιογραφική και υψομετρική τοποθέτηση, συγκολλήσεις και λειάνσεις των σιδηροτροχιών, επένδυση των σιδηροτροχιών με το προβλεπόμενο ελαστομερές υλικό, κ.λπ.
- Όλες τις μηχανικές συσκευές για έλεγχο βελόνων, συμπεριλαμβανομένων των στηρίξεων των πλακών έδρασης των μηχανισμών. Οι απαιτήσεις για τους μηχανισμούς των Αλλαγών καθορίζονται στις Προδιαγραφές του Συστήματος Σηματοδότησης

##### 1.1.2 Ο Ανάδοχος θα προμηθεύσει και τοποθετήσει Αλλαγές και Διακλαδώσεις, σύμφωνα με τις απαιτήσεις που ορίζονται στην Προδιαγραφή Μελετών και Επιδόσεων για Σιδηροδρομική Επιδομή.

## 1.2 Παραπομπές

Όλα τα υλικά και εξαρτήματα που θα παρασχεθούν από τον Ανάδοχο θα πρέπει να τυποποιούνται, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο Άρθρο 4 της Συγγραφής Υποχρεώσεων. Επιπλέον, εφαρμόζεται το επόμενο πρότυπο:

EN 14811 Railway applications - Track - Special purpose rail - Grooved rails and associated construction profiles.

Ενδεικτικός κατάλογος κωδικών και προτύπων Αλλαγών/Διακλαδώσεων περιέχεται στην Προδιαγραφή Υλικών και Εργασιών T-02457 «Αλλαγές Κύριας Γραμμής - Συμμετρική (Vignole) Σιδηροτροχιά» του τεύχους.

## 1.3 Κριτήρια Μελέτης

1.3.1 Ο Ανάδοχος θα παράσχει έγγραφα αποδεικτικά στοιχεία με τα οποία θα αποδεικνύεται ότι ο προτεινόμενος σχεδιασμός των Αλλαγών/Διακλαδώσεων βασίζεται στην σύγχρονη τεχνολογία Σιδηροδρομικής Επιδομής καθώς και ότι διαθέτει αποδεδειγμένα καλή λειτουργικότητα σε παρόμοιες συνθήκες λειτουργίας (αξονικό φορτίο, συχνότητα διελεύσεων, κ.λπ.) σε άλλες γραμμές τροχιοδρομικού δικτύου, για χρονικό διάστημα όχι μικρότερο από πέντε χρόνια. Ο Ανάδοχος θα παράσχει στην ΑΜ πιστοποιητικά και βεβαιώσεις καλής εκτέλεσης από άλλα δίκτυα, προκειμένου να αποδείξει την συμμόρφωσή του με την απαίτηση αυτή.

1.3.2 Οι Αλλαγές θα έχουν τα παρακάτω βασικά χαρακτηριστικά:

- α) Ακτίνα της Διακλάδωσης, που είναι η ακτίνα του άξονα της καμπύλης τροχιάς της Αλλαγής/Διακλάδωσης, όπως ορίζεται στα εγχειρίδια σιδηροδρομικής τεχνολογίας, στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό.
- β) Γωνία καρδιάς, δηλαδή η γωνία "α" μεταξύ των αξόνων (ή των κεντρικών γραμμών) της ευθύγραμμης τροχιάς και της τροχιάς εκτροπής.
- γ) Εύρος τροχιάς 1435mm.
- δ) Όλες οι Διακλαδώσεις θα έχουν σχεδιασμό που θα επιτρέπει την υπέρβασή τους από πτέρνα, δίχως πρόκληση οποιασδήποτε βλάβης (*trailable*).
- ε) Σε τροχιά με κλίνη έρματος θα χρησιμοποιηθούν προεντεταμένοι φορείς από σκυρόδεμα. Σε τροχιάς χωρίς έρμα οι Αλλαγές θα εγκατασταθούν εγκιβωτισμένες σε πλάκα σκυροδέματος ή σε προεντεταμένους φορείς από σκυρόδεμα ή με άμεση στερέωση, ή με ενθυλακωμένη σιδηροτροχιά, όπως θα εγκριθεί από την ΑΜ.

1.3.3 Η μελέτη της Αλλαγής/Διακλάδωσης, που θα εκπονηθεί από τον Ανάδοχο, θα λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα:

- Γεωμετρικά στοιχεία τροχιάς,
- Συγκολλημένοι μονωμένοι αρμοί σιδηροτροχιάς προς ενσωμάτωση σε Συνεχή Συγκολλημένη Σιδηροτροχιά,
- Χαρακτηριστικά τροχαίου υλικού,
- Στοιχεία λειτουργίας,
- Κινητά φορτία τροχιάς,
- Χαρακτηριστικά μηχανισμού Αλλαγής,
- Ηλεκτρική μόνωση τροχιάς,
- Αποστράγγιση,
- Απαιτήσεις Σηματοδότησης και Παροχής Ισχύος Έλξης,
- Συμβατότητα με τα άλλα εξαρτήματα της Σιδηροδρομικής Επιδομής,
- Αλληλεπίδραση με άλλα συστήματα.

1.3.4 Ο Ανάδοχος, κατά την εκπόνηση της μελέτης για Αλλαγές/Διακλαδώσεις, θα λάβει υπόψη του τις απαιτήσεις για υψηλή αξιοπιστία της Σιδηροδρομικής Επιδομής και

χαμηλό κόστος συντήρησης, τόσο της Σιδηροδρομικής Επιδομή όσο και του Τροχαίου Υλικού.

- 1.3.5 Οι σιδηροτροχιές θα εγκατασταθούν χωρίς επίκλιση.
- 1.3.6 Κανένα τμήμα σιδηροτροχιάς μεταξύ 2 αρμών (αλουμινοθερμικών κολλήσεων, μονωμένων αρμών, είτε συνδυασμό αυτών) δε θα έχει μήκος μικρότερο από 3,5m.

#### 1.4 Σύστημα βελονών Αλλαγής

##### 1.4.1 Κέλυφος διάταξης βελόνων

Κάθε μισή διάταξη των βελόνων θα διαθέτει ένα μονομερές χαλύβδινο κέλυφος, το οποίο θα εξασφαλίζει τις λειτουργίες της αντιπροχιάς (stock rail), της επιφάνειας ολίσθησης της βελόνης, της βάσης στερέωσης του μηχανισμού βελόνων κ.λπ. Το κέλυφος θα είναι κατασκευασμένο από χάλυβα υψηλής αντοχής (όριο εφελκυστικής αντοχής ~1300MPa, σκληρότητα μεταξύ 360HB και 440HB), που θα επικάθεται σε μηχανικά κατεργασμένη χαλύβδινη βάση (με όριο εφελκυστικής αντοχής ~370MPa, κατά EN 10025).

Το κέλυφος και η βάση θα είναι μηχανικά κατεργασμένα, ώστε να καλύπτουν όλες τις λειτουργίες των βελόνων και συγκεκριμένα, θα επιτρέπουν την αποτελεσματική αποστράγγιση των εσοχών των βελόνων, θα εσωκλείουν τις ράβδους ενεργοποίησης και ανίχνευσης, θα καθορίζουν το διαμέρισμα του μηχανισμού βελόνων και θα είναι συμβατά με τη διατομή των παρακείμενων σιδηροτροχιών.

Η αντιβελόνη θα είναι κατεργασμένη, ώστε να προστατεύει την αιχμή και τη λεπίδα της βελόνης. Όταν απαιτείται -κυρίως σε Διακλαδώσεις που αμφότεροι οι κλάδοι τους (κύριος και εκτροπής) διασχίζονται με παρόμοια συχνότητα διελεύσεων- θα ενσωματώνονται επιπρόσθετα χαρακτηριστικά, προς πλήρη προστασία των βελόνων.

Επιπλέον, θα υλοποιηθεί διάταξη που θα αποτρέπει, σε κάθε περίπτωση, την ανύψωση της αιχμής της βελόνης.

Έναντι του μηχανικώς κατεργασμένου κελύφους, μπορεί να παρασχεθεί έγχυτο μονομερές κέλυφος με τις ίδιες μηχανικές ιδιότητες.

Οι κανονικές σιδηροτροχιές θα είναι αυτογενώς συγκολλημένες στο κέλυφος των βελόνων, με σκοπό την περαιτέρω συναρμολόγηση στο εργοτάξιο, με αλουμινοθερμική συγκόλληση.

##### 1.4.2 Βελόνες

Οι βελόνες θα είναι σχεδιασμού εύκαμπτου τύπου, μηχανικά κατεργασμένες, από χαλύβδινη ράβδο υψηλής αντοχής (όριο εφελκυστικής αντοχής ~1300MPa) και τετραγωνικής διατομής 80mm x 80mm. Θα είναι ασφαλώς στερεωμένες στο κέλυφος, με τη χρήση σφηνών και αποστατών, με σκοπό την προσάρτησή τους επάνω στην επιφάνεια ολίσθησης, αλλά και την αποτροπή διαμήκους μετακίνησής τους, επιτρέποντας ταυτόχρονα την εύκολη αντικατάστασή τους.

Για να εξασφαλιστεί η βέλτιστη μετάβαση, το πέλμα της λεπίδας της βελόνης θα είναι πλάγια κομμένο σε γωνία 30° έως 45°, σε σχέση με τον κατακόρυφο άξονα.

Μία κατεργασία αντίστασης στη φθορά θα εφαρμοσθεί στο πέλμα των βελόνων που είναι σε επαφή με την επιφάνεια ολίσθησης.

Φύλλα μετάλλου με ανάγλυφη επιφάνεια, ελάχιστου πάχους 15mm, στερεωμένα με κοχλίες στο κέλυφος, θα δημιουργούν μία κλειστή επιφάνεια άνωθεν της μισής διάταξης του συστήματος βελόνων. Η επιφάνεια θα είναι σχεδιασμένη για οδικά



φορτία αξόνων 12t και θα βρίσκεται 5mm κάτω από την Επιφάνεια Κύλισης Σιδηροτροχιών.

Το άνοιγμα στο έμπροσθεν άκρο της βελόνης σιδηροτροχιάς θα είναι συμβατό με τις απαιτήσεις για το μηχανισμό λειτουργίας του συστήματος βελόνων. Επιπλέον, η ελάχιστη δίοδος, για τη διέλευση του όνυχα του τροχού, μεταξύ της σταθερής σιδηροτροχιάς (αντιβελόνης) και μίας ανοιχτής βελόνης θα είναι τέτοια, ώστε η πίσω πλευρά του τροχού να μη χτυπά στη βελόνη. Θα επιτυγχάνεται η διατήρηση της λειτουργικότητας και η παροχή της απαιτούμενης απόστασης για τη δίοδο του όνυχα του τροχού. Το στοιχείο αυτό θα τεκμηριώνεται στη μελέτη των Αλλαγών / Διακλαδώσεων.

Όλα τα εξαρτήματα του συστήματος βελόνων των Αλλαγών θα είναι εφοδιασμένα με σήμανση αναγνώρισης, η οποία πρέπει να είναι ορατή όταν το σύστημα βελόνων είναι συναρμολογημένο.

Κοχλίες, πείροι και άλλα μεταλλικά εξαρτήματα θα είναι γαλβανισμένα εν θερμώ, ενώ οι μηχανικά κατεργασμένες επιφάνειες των βελόνων και του κελύφους θα παρέχονται με επικάλυψη βαρέως τύπου, για προστασία έναντι σκουριάς. Σφήνες και αποστάτες θα είναι κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα.

#### 11.5 Διασταυρούμενο Τμήμα (καρδιά)

11.5.1 Το Διασταυρούμενο Τμήμα (καρδιά) των Αλλαγών/Διακλαδώσεων θα είναι έγχυτο σε ένα τεμάχιο (μονομερές). Οι καρδιές θα είναι κατασκευασμένες από μαγνιούχο χάλυβα σύμφωνα με τον Κώδικα UIC 866 και με την Προδιαγραφή Υλικών και Εργασιών, για Διακλαδώσεις από χυτό μαγνιούχο χάλυβα, της ΑΜ. Τα άκρα της καρδιάς (από μαγνιούχο χάλυβα) θα καταλήγουν σε μήκος της συνήθους σιδηροτροχιάς, που θα έχει συγκολληθεί, βάσει αποδεκτής βιομηχανικά διαδικασίας με την καρδιά σε συνθήκες εργοστασίου, καθιστώντας με τον τρόπο αυτό δυνατή τη συγκόλληση του τεμαχίου αυτού της καρδιάς στην απλή σιδηροτροχιά κίνησης.

11.5.2 Για κάθε γεωμετρία Αλλαγής/Διακλάδωσης, ο Ανάδοχος θα υποβάλει μία ειδική μελέτη σχετικά με τη μετάβαση του τροχού στην περιοχή της καρδιάς, με σκοπό την τεκμηρίωση της επάρκειας των μηκών μετάβασης για την πρόληψη φθορών στις αιχμές και τα πτερύγια του τμήματος, αλλά και κρούσεων και φθορών των τροχών του τροχαίου υλικού. Η μελέτη θα αφορά τροχαίο υλικό με καινούριους και με τη μέγιστη επιτρεπόμενη φθορά τροχούς, ενώ θα λαμβάνει υπόψη τις ακραίες εγκάρσιες θέσεις του άξονα επί της καρδιάς της Αλλαγής, τις κατασκευαστικές ανοχές του άξονα και τις ανοχές εγκατάστασης των εξαρτημάτων της Αλλαγής.

#### 11.6 Αντιτροχιές ή Σιδηροτροχιές Ελέγχου

Η προστασία της αιχμής της καρδιάς θα επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση κατάλληλου ενθέτου υλικού, ανθεκτικού στη φθορά, προς κατάλληλη διαμόρφωση του αύλακα, που ευρίσκεται στην άλλη πλευρά της τροχιάς.

Η προκύπτουσα -από την ανωτέρω διαμόρφωση- διάσταση ασφαλείας θα διατηρείται σταθερή για τουλάχιστον 3m μήκους, κεντρικά στη αιχμή της καρδιάς. Στη συνέχεια, το πλάτος του αύλακα θα διευρύνεται βαθμιαία έως την τυπική διάστασή του.

#### 11.7 Υποβολές

11.7.1 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει στην ΑΜ προς έγκριση λεπτομερείς μελέτες, λεπτομερή σχέδια και αποτελέσματα δοκιμών, που πραγματοποίησε ο κατασκευαστής, για όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα που θα πρέπει να ενσωματωθούν. Καμία κατασκευαστική

δραστηριότητα δε θα αρχίσει αν η ΑΜ δεν έχει εγκρίνει τις μελέτες, το σχεδιασμό και τα αποτελέσματα των σχετικών δοκιμών.

- 11.7.2 Ο Ανάδοχος θα υποβάλλει τα λεπτομερή σχέδια του κατασκευαστή, προκειμένου να καταστεί δυνατή η συναρμολόγηση των Αλλαγών/Διακλαδώσεων και η μελλοντική παραγγελία ανταλλακτικών. Ο Ανάδοχος θα υποβάλει τουλάχιστον, γενική διάταξη των Αλλαγών, συμπεριλαμβανομένης της διάταξης των φορέων/στρωτήρων, σχέδια διάταξης και τομών του συστήματος βελόνων και των Διασταυρούμενων Τμημάτων.
- 11.7.3 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση στην ΑΜ όλες τις διαστάσεις των περιγραμμάτων, το εύρος και τις ανοχές όλων των εξαρτημάτων του συστήματος βελόνων και Διασταυρούμενων Τμημάτων.
- 11.7.4 Ειδικότερα, στις περιπτώσεις όπου προδιαγράφεται ότι οι Αλλαγές κύριας γραμμής θα τοποθετηθούν σε προεντεταμένους φορείς από σκυρόδεμα, ο Ανάδοχος θα συντάξει και υποβάλει, προς έγκριση από την ΑΜ, όλα τα κατασκευαστικά σχέδια των προεντεταμένων φορέων από σκυρόδεμα (περιγράφοντας τη θέση των τενόντων, των κοχλιών αγκύρωσης, των παρεμβυσμάτων, κ.λπ.).

## 2 ΥΛΙΚΑ

Όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν για τη συναρμολόγηση των Αλλαγών, θα είναι εγκεκριμένα και σύμφωνα με τις συμβατικές προδιαγραφές. Επίσης, δε θα παρουσιάζουν ζημιές, συσώρευση σκόνης, χαλαρή σκουριά, φλοιό σκουριάς και χαλαρή αποφλοιώση πριν μεταφερθούν στο εργοτάξιο και την εγκατάσταση. Τα υλικά και τα στοιχεία που δεν πληρούν τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής θα απομακρύνονται από το εργοτάξιο και θα αντικαθίστανται από τον Ανάδοχο.

## 3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

### 3.1 Ποιοτικός Έλεγχος

Ο κατασκευαστής θα πρέπει να αποδείξει ότι διαθέτει κι εφαρμόζει κατάλληλο σύστημα ποιότητας στις εγκαταστάσεις του. Τα αποδεικτικά στοιχεία συμμόρφωσης με την απαίτηση αυτή θα υποβληθούν στα πλαίσια του ΦΥΥ, και θα είναι κατ' ελάχιστον τα ακόλουθα έγγραφα:

- α) Πιστοποιητικό διαχείρισης ποιότητας κατά ISO 9001:2015.
- β) Πιστοποιητικά και βεβαιώσεις καλής εκτέλεσης από άλλα δίκτυα μετρό ή τραμ.
- γ) Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών της κατασκευής των Αλλαγών/Διακλαδώσεων.

### 3.2 Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών

- 3.2.1 Το Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών θα υποβληθεί προς έγκριση πριν την παραγωγή και θα αποτελέσει τη βάση για την παρακολούθησή της. Η μορφή του Προγράμματος Ελέγχων και Δοκιμών θα είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας του εργοστασίου παραγωγής και της παρούσας Προδιαγραφής.
- 3.2.2 Το πρόγραμμα θα περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον τα τμήματα της παρούσας Προδιαγραφής που αφορούν μετρήσεις και ελέγχους, τα οποία θα συνοδεύονται από πιστοποιητικά συμμόρφωσης των εξαρτημάτων που ενσωματώνονται στις Αλλαγές.
- 3.2.3 Η ΑΜ θα ειδοποιηθεί από τον Ανάδοχο 90 ημέρες πριν τη διεξαγωγή των σχετικών επιθεωρήσεων/δοκιμών αποδοχής. Η ΑΜ διατηρεί το δικαίωμα να παραστεί σε οποιαδήποτε δοκιμή στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή και μπορεί να ζητήσει από αυτόν να αναστείλει τις κατασκευαστικές δραστηριότητές του μέχρι την

ολοκλήρωση των δοκιμών στις οποίες θα παρίσταται. Ο κατασκευαστής δε θα αποστέλλει τα υλικά έως την ολοκλήρωση των επιθεωρήσεων και την υπογραφή της σχετικής τεκμηρίωσης από τους εκπροσώπους της ΑΜ. Οι εργοστασιακές δοκιμές των Αλλαγών τροχιάς θα περιλαμβάνουν και τον έλεγχο συμβατότητας με τον μηχανισμό Αλλαγής.

- 3.2.4 Μετά την επιθεώρηση θα εκδοθούν πιστοποιητικά επιθεώρησης, που θα έχουν συμπληρωθεί από τον κατασκευαστή Αλλαγών και τα οποία θα πιστοποιούν ότι οι Αλλαγές/Διακλαδώσεις κατασκευάστηκαν σε συμφωνία με τα εγκεκριμένα σχέδια διάταξης και ότι η κατασκευή των επιμέρους στοιχείων και εξαρτημάτων είναι σε πλήρη συμφωνία με τις απαιτήσεις, που ορίζονται στα αντίστοιχα σχέδια και τις συμβατικές προδιαγραφές.
- 3.2.5 Το πιστοποιητικό επιθεώρησης Αλλαγών και Διακλαδώσεων τροχιάς θα περιλαμβάνει μετρήσεις και ανοχές που σχετίζονται με την γεωμετρία και το εύρος τροχιάς όλων των μερών, χώρων ή συσκευών (δηλαδή συστήματος βελόνων, καρδιάς και ενδιάμεσων τμημάτων).
- 3.2.6 Πέραν του ελέγχου της πιστοποίησης ποιότητας των εξαρτημάτων και λοιπών ελέγχων, που θα πραγματοποιήσει η ΑΜ στον τόπο κατασκευής των Αλλαγών, θα διεξαχθούν Εργοστασιακές Δοκιμές Αποδοχής γεωμετρίας σε όλες τις ενότητες των Αλλαγών, πλήρως συναρμολογημένων επί των φορέων τους (ή των προσωρινών φορέων τους, κατά περίπτωση), με τις σιδηροτροχίες στερεωμένες, ευθυγραμμισμένες και ισοσταθμισμένες. Ειδικότερα, θα πραγματοποιηθούν, κατ' ελάχιστον, οι ακόλουθες μετρήσεις/δοκιμές:
- Α. Όλες οι ανοχές της συνολικής διάταξης και των επί μέρους τμημάτων θα πρέπει να ευρίσκονται εντός του εγκεκριμένου πεδίου ανοχών του κατασκευαστή.
  - Β. Η βελόνη και η αντιβελόνη πρέπει να εφαρμόζουν ομοιόμορφα σε όλες τις πλάκες ολίσθησης.
  - Γ. Η βελόνη στην κλειστή της θέση πρέπει να στηρίζεται επί όλων των αποστατών.
  - Δ. Τα εμπρόσθια άκρα του συστήματος βελονών να είναι κάθετα (στον άξονα τροχιάς).
  - Ε. Το Διασταυρούμενο Τμήμα (καρδιά Αλλαγής) να εφαρμόζει ομοιόμορφα πάνω σε όλες τις πλάκες έδρασης.
  - ΣΤ. Το τυπικό εύρος τροχιάς και η αύξησή του να τηρηθεί σύμφωνα με τα εγκεκριμένα σχέδια, με ανοχές +2mm/-1mm.
- 3.2.7 Μετά την επιθεώρηση η βελόνη και η αντιβελόνη θα δεθούν με ιμάντες μεταξύ τους, ώστε να αποκλεισθεί οποιαδήποτε μετακίνηση κατά την διάρκεια χειρισμών και μεταφορών.

### 3.3 Σήμανση

- 3.3.1 Τα εξαρτήματα των Αλλαγών και Διακλαδώσεων θα φέρουν τουλάχιστον προσδιοριστική σήμανση και σήμανση συναρμολόγησης.
- 3.3.2 Η προσδιοριστική σήμανση θα είναι μόνιμη, θα φέρεται τουλάχιστον στα εξαρτήματα του συστήματος βελονών και θα είναι ορατή και μετά την τοποθέτηση της Αλλαγής. Στη σήμανση αυτή θα προσδιορίζεται τουλάχιστον ο τύπος της Αλλαγής και οι σχετικοί κωδικοί ιχνηλασιμότητας.
- 3.3.3 Η σήμανση συναρμολόγησης θα περιλαμβάνει τουλάχιστον:
- α) αρίθμηση των σιδηροτροχιών σύνδεσης

- β) αρίθμηση των στρωτήρων (ή των συνδετήριων ράβδων), σύμφωνα με το σχέδιο διάταξης
- γ) ένδειξη της πλευράς στερέωσης του στρωτήρα (με κατεύθυνση το εμπρόσθιο άκρο ή την πτέρνα)
- δ) ένδειξη της θέσης των εξαρτημάτων στερέωσης (ή/και στρωτήρων) σε σχέση με τις σιδηροτροχιές

3.3.4 Όλα τα εξαρτήματα θα φέρουν κατάλληλη σήμανση προκειμένου να διευκολυνθεί η συναρμολόγηση των Αλλαγών/Διακλαδώσεων χωρίς σφάλματα στο εργοτάξιο και κατά την μελλοντική συντήρησή τους. Τα εξαρτήματα θα φέρουν σήμανση σύμφωνα με τις προτάσεις του κατασκευαστή, τα ισχύοντα πρότυπα και τις σχετικές εγκρίσεις της ΑΜ.

### **3.4 Συσσκευασία, χειρισμός και αποθήκευση**

- 3.4.1 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση στην ΑΜ λεπτομέρειες των προτεινόμενων μεθόδων για συσκευασία, χειρισμό και αποθήκευση όλων των υλικών και εξαρτημάτων, τουλάχιστον ένα μήνα πριν την προβλεπόμενη ημερομηνία παράδοσής τους στο Έργοτάξιο.
- 3.4.2 Τα υλικά και τα εξαρτήματα θα συσκευασθούν, θα μεταχειριστούν και θα αποθηκευθούν σύμφωνα με τις προτάσεις και οδηγίες του κατασκευαστή.
- 3.4.3 Όλα τα υλικά και τα στοιχεία, που παρουσιάζουν δείγματα अपαράδεκτης ζημιάς ή φθοράς εξαιτίας ακατάλληλης συσκευασίας, μεταχείρισης ή αποθήκευσης, θα απομακρυνθούν και θα αντικατασταθούν με καινούρια.

**T-02459 ΜΟΝΟΜΕΡΕΙΣ ΣΤΡΩΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΦΟΡΕΙΣ ΑΠΟ ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

**1 ΓΕΝΙΚΑ**

**1.1 Περιγραφή Εργασιών**

1.1.1 Το άρθρο αυτό περιλαμβάνει τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις για την μελέτη, κατασκευή, δοκιμές, παράδοση και αποθήκευση μονομερών στρωτήρων και φορέων από προεντεταμένο σκυρόδεμα, οι οποίοι θα είναι εξοπλισμένοι με συνδέσμους, μονωτές, πέλματα σιδηροτροχιάς και πέλματα στρωτήρων. Μπορεί να απαιτηθούν δύο διαφορετικές διατάξεις των στρωτήρων, λόγω της φύσης της κλίσης τροχιάς. Επίσης καλύπτονται από αυτή την Προδιαγραφή οι απαιτήσεις για φορείς Αλλαγών και Διακλαδώσεων.

Οι πιθανές διατάξεις είναι οι ακόλουθες:

- α) Στρωτήρες ή φορείς για τοποθέτηση της τροχιάς σε κλίση τροχιάς σε έρμα,
- γ) Φορείς για τοποθέτηση Αλλαγών σε κλίση τροχιάς από σκυρόδεμα.

1.1.2 Η συμμόρφωση των μονομερών στρωτήρων και φορέων, με την παρούσα Προδιαγραφή Υλικών κι Εργασιών, θα πρέπει να εγκριθεί από την ΑΜ.

1.1.3 Όλοι οι στρωτήρες ή οι φορείς οι οποίοι κατασκευάζονται για εγκατάσταση σε κλίση τροχιάς κύριας γραμμής με έρμα θα παραδοθούν στο εργοτάξιο με τα πέλματα των στρωτήρων εγκατεστημένα με ασφαλή τρόπο στο κάτω μέρος των στρωτήρων σύμφωνα με τις απαιτήσεις που περιγράφονται λεπτομερώς παρακάτω.

1.1.4 Το ονομαστικό εύρος της τροχιάς θα είναι 1435mm για τις ευθύγραμμες και καμπύλες τροχιές.

**1.2 Παραπομπές**

1.2.1 Τα σχετικά πρότυπα είναι τα ακόλουθα:

EN 13230-1:2009	Σιδηροδρομικές εφαρμογές – Τροχιά, Στρωτήρες και φορείς από σκυρόδεμα - Μέρος 1: Γενικές απαιτήσεις.
EN 13230-2:2009	Μέρος 2: Μονομερείς στρωτήρες από προεντεταμένο σκυρόδεμα.
EN 13230-4:2009	Μέρος 4: Προεντεταμένοι φορείς για βελόνες και καρδιές.
EN 13230-5:2009	Μέρος 5: Ειδικά στοιχεία.
ΦΕΚ 1561/Β/2016	Ελληνικός Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ-2016).
ΦΕΚ 1416/Β/2008 & ΦΕΚ 2113/Β/2008	Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμένου Σκυροδέματος (ΚΤΧ-2008).
Ευρωκώδικας 2	Μελέτη Κατασκευών από Σκυρόδεμα - Μέρος 1-1 & Τροπολογία Α1: Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτίρια.
ISO 10846-2	Acoustics and vibration - Laboratory measurement of vibro-acoustic transfer properties of resilient elements - Part 2: Direct method for determination of the dynamic stiffness of resilient supports for translatory motion.

EN ISO 15630 Steel for the reinforcement and prestressing of concrete.

1.2.2 Το Παράρτημα Β του προτύπου BNCF 51-101 δε θα περιλαμβάνεται στην Προδιαγραφή αυτή καθώς αναφέρεται στις συνθήκες λειτουργίας υπό υψηλή ταχύτητα του Γαλλικού Οργανισμού Σιδηροδρόμων (SNCF).

DB-BN 918071 Technical conditions of delivery; ballast mats.

### 1.3 Απαιτήσεις Μελέτης

1.3.1 Ο προτεινόμενος τύπος στρωτήρα θα εγκριθεί από την ΑΜ, βάσει των δοκιμών τύπου που θα πραγματοποιηθούν σε αυτόν. Οι απαιτούμενες δοκιμές θα είναι αυτές που περιγράφονται στα προαναφερόμενα πρότυπα. Τα κριτήρια, οι υπολογισμοί και τα φορτία δοκιμών περιγράφονται στη συνέχεια. Στο άρθρο που αφορά τα υλικά αναφέρονται λεπτομέρειες των συγκεκριμένων υλικών, που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή των στρωτήρων.

1.3.2 Ο στρωτήρας ή ο φορέας σιδηροτροχιάς, που θα προταθεί από τον Ανάδοχο, θα έχει υποβληθεί σε διαδικασίες δοκιμής τύπου, σύμφωνα με τα προαναφερόμενα πρότυπα, με τη χρήση ίσων ή υψηλότερων φορτίων δοκιμής από τα ελάχιστα φορτία που αναφέρονται κατωτέρω.

1.3.3 Οι προτεινόμενοι τύποι στρωτήρων θα πρέπει να έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε ανάλογο Ευρωπαϊκό σύστημα μαζικής μεταφοράς ή σιδηροδρομικό δίκτυο ή δίκτυο τραμ, για τουλάχιστον δέκα χρόνια.

1.3.4 Οι στρωτήρες και οι φορείς σιδηροτροχιάς θα μελετηθούν και δοκιμασθούν από τον Ανάδοχο σε θετική και αρνητική ροπή κάμψης, για επιβεβαίωση της διατήρησης της ευθυγραμμίας τους.

1.3.5 Ο Ανάδοχος θα συντονίζει όλες τις πληροφορίες που απαιτούνται, ώστε να διασφαλίζεται ότι οι μελέτες στερέωσης σιδηροτροχιών, στρωτήρων και φορέων είναι απόλυτα συμβατές.

### 1.4 Κριτήρια Μελέτης

1.4.1 Κριτήρια Υπολογισμού Φορτίου Δοκιμής

1.4.1.1 Τα ακόλουθα κριτήρια θα χρησιμοποιηθούν στον υπολογισμό των φορτίων δοκιμής. Η πηγή των τιμών αυτών είναι το Εγχειρίδιο Σχεδιασμού της ΑΜ. Τα φορτία δοκιμής που θα προκύψουν, θα ισχύουν για όλους τους τύπους στρωτήρων που καλύπτονται από την Προδιαγραφή αυτή.

Κριτήρια	Φορτίο
Μέγιστο Δυναμικό Αξονικό Φορτίο	290kN και 185kN
Συντελεστής Πρόσκρουσης	50% Προσαύξηση στο Αξονικό Φορτίο
Συντελεστής Δυναμικής Συμπεριφοράς	Προσαύξηση 12% είτε στο κανονικό, είτε στο μέγιστο αξονικό φορτίο
Φυγόκεντρες Δυνάμεις	Εφαρμογή σε στάθμη 1,8m πάνω από την Επιφάνεια Κύλισης Σιδηροτροχιάς (ToR)

1.4.1.2 Σκοπός των υπολογισμών αυτών είναι ο καθορισμός των φορτίων, που θα εφαρμοστούν στους στρωτήρες κατά τη διάρκεια των δοκιμών, που θα πραγματοποιηθούν στα πλαίσια των προαναφερόμενων προτύπων.

1.4.1.3 Τα εν λόγω φορτία δοκιμών θα είναι αντίστοιχα, κάτω από συνθήκες δοκιμής, με τα φορτία που θα εφαρμοστούν στους στρωτήρες, σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας,

στην Υπηρεσία Λειτουργίας της ΑΜ. Τα φορτία μελέτης που ορίζονται στην Προδιαγραφή Μελετών και Επιδόσεων για Σιδηροδρομική Επιδομή, λαμβάνονται, κατά συνέπεια, υπόψη στον καθορισμό των ανωτέρω φορτίων.

- 1.4.1.4 Ο Ανάδοχος θα προβεί στο καθορισμό/επιλογή των τιμών στα πρωτογενή μεγέθη υπολογισμών, σε συμφωνία με τις ισχύουσες προδιαγραφές και το σχεδιασμό του Έργου, υποβάλλοντας την απαιτούμενη τεκμηρίωση.

## 1.5 Υποχρεωτικές Απαιτήσεις Διαστάσεων

### 1.5.1 Στρωτήρες για τροχιά σε έρμα

- 1.5.1.1 Όλες οι ανοχές των διαστάσεων θα πρέπει να είναι σύμφωνες με αυτές που περιγράφονται στον Πίνακα 1 του προτύπου EN 13230-1.

- 1.5.1.2 Τα μήκη των στρωτήρων θα καθορισθούν από τον Ανάδοχο για έγκριση από την ΑΜ και θα τυποποιηθούν απ' αρχής μέχρι τέλους της σύμβασης..

### 1.5.2 Φορείς

- 1.5.2.1 Οι φορείς θα διασφαλίζουν ανοχή ρύθμισης του εύρους τροχιάς  $\pm 1,5\text{mm}$ .

- 1.5.2.2 Τα μήκη των φορέων θα αρχίζουν από ένα πρότυπο μήκος της τάξης των 2500mm και θα αυξάνονται κατά 150mm, έως μία μέγιστη τιμή που δε θα υπερβαίνει τα 4400mm, σε συμφωνία με την ΑΜ, για τη διασφάλιση ασφαλούς και αποτελεσματικού χειρισμού.

- 1.5.2.3 Η διάταξη στερέωσης της σιδηροτροχιάς, της σιδηροτροχιάς ελέγχου (αντιτροχιάς) και τα εξαρτήματα των Αλλαγών/Διακλαδώσεων θα μελετηθούν από τον Ανάδοχο και θα εγκριθούν από την ΑΜ. Οι προσθήκες θα τοποθετηθούν σε συγκεκριμένες περιοχές πάνω στους στρωτήρες, ελεύθερες από τους τένοντες της προέντασης.

- 1.5.2.4 Οι φορείς θα έχουν μία σταθερή διατομή καθ' όλο το μήκος τους και θα μελετηθούν βάσει των προαναφερόμενων προτύπων. Η διατομή αυτή θα είναι πρισματική όταν χρησιμοποιούνται σε τροχιές με έρμα. Το σχήμα του κάτω μέρους των στρωτήρων μπορεί να διαμορφώνεται ώστε να διασυνδέεται κατάλληλα με τα ελαστικά περιβλήματα και τα μικροκυψελωτά πέλματα, όταν αυτοί χρησιμοποιούνται σε τροχιές από σκυρόδεμα.

## 1.6 Υποβολές

- 1.6.1 Τα Φύλλα Υποβολής Υλικού (ΦΥΥ) θα εκπονηθούν και θα υποβληθούν στην ΑΜ για έγκριση. Εκτός και αν ορίζεται διαφορετικά, κάθε ΦΥΥ θα περιλαμβάνει:

- α) Στοιχεία προϊόντος του κατασκευαστή.
- β) Σχέδια των στρωτήρων και φορέων, συμπεριλαμβανομένων των πληροφοριών που απαιτούνται για την κατασκευή τους.
- γ) Διαστάσεις, βάρος, ανοχές, λεπτομέρειες, τελειώματα, σύνδεσμοι και άλλα εγκιβωτισμένα εξαρτήματα των στρωτήρων και φορέων. Πληροφορίες, σχέδια και στοιχεία όλων των πιθανών εξαρτημάτων που προμηθεύονται μαζί με τον στρωτήρα.
- δ) Διαδικασία για την τοποθέτηση και αντικατάσταση των εξαρτημάτων στερέωσης σιδηροτροχιών.
- ε) Πιστοποιητικό του κατασκευαστή, που δεικνύει τη συμμόρφωση με τα σχετικά πρότυπα και δοκιμές, συμπεριλαμβανομένων των αρχικών υπολογισμών και ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
- στ) Σύνθεση σκυροδέματος σύμφωνα με ΚΤΣ-2016.

- ζ) Πρότυπες κατασκευαστικές λεπτομέρειες του μονομερή στρωτήρα από σκυρόδεμα, τένοντες προέντασης και εδράσεις σιδηροτροχιών.
- η) Διαδικασία για την ωρίμανση, αποθήκευση, φόρτωση και εκφόρτωση στρωτήρων και φορέων

## **2 ΥΛΙΚΑ**

### **2.1 Γενικά**

2.1.1 Κάθε στρωτήρας που καλύπτεται από την Προδιαγραφή αυτή θα αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά υλικά:

- α) Ένα μέρος (block) από προεντεταμένο σκυρόδεμα,
- β) Τένοντες προέντασης,
- γ) Θηλυκές προσθήκες που θα ταιριάζουν με το Σύστημα Στερέωσης σιδηροτροχιάς,
- ε) Πέλματα στρωτήρων προσαρτημένων με ασφαλή τρόπο στην κάτω πλευρά όλων των στρωτήρων, που απαιτούνται προς χρήση σε κλίνη τροχιάς με έρμα, προοριζόμενα για λειτουργία κύριας γραμμής.

2.1.2 Όλα τα υλικά που θα ενσωματωθούν θα είναι καινούρια, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των προαναφερόμενων προτύπων και θα συνοδεύονται με τα απαιτούμενα πιστοποιητικά συμμόρφωσης.

### **2.2 Σκυρόδεμα**

2.2.1 Η σύνθεση του σκυροδέματος θα είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του ΚΤΣ-2016.

2.2.2 Ο χαλύβδινος οπλισμός θα πληροί τις απαιτήσεις του ΚΤΧ-2008.

2.2.3 Οι παθητικοί τένοντες για το προεντεταμένο σκυρόδεμα πρέπει να συμμορφώνονται προς τα πρότυπο EN ISO 15630.

### **2.3 Θηλυκές Προσθήκες**

Όλες οι προσθήκες θα είναι σύμφωνες με το επιλεγμένο Σύστημα Στερέωσης Σιδηροτροχιών και θα παρασχεθούν με προσωρινά, αφαιρούμενα βύσματα για την αποφυγή εισόδου σκόνης και ξένων υλικών μέσα σε αυτές.

### **2.4 Πέλματα στρωτήρων**

2.4.1 Τα πέλματα των στρωτήρων θα ικανοποιούν τα κριτήρια δοκιμής και τις ιδιότητες υλικών που ορίζονται για τις στρώσεις έρματος στην προδιαγραφή DB-BN 918071.

2.4.2 Η μελέτη του πέλματος στρωτήρα θα προσδιορίσει το συντελεστή στατικής και δυναμικής ακαμψίας, για τις αναμενόμενες αξονικές φορτίσεις στο δίκτυο του Τραμ της Αθήνας. Ο Ανάδοχος θα διασφαλίσει ότι η προδιαγραφόμενη ελαστική βύθιση της σιδηροτροχιάς (deflection), υπό πραγματικό φορτίο, δεν υπερβαίνεται με την εφαρμογή του συστήματος πέλματος στρωτήρα που θα επιλέξει.

2.4.3 Θα υποβληθούν στην ΑΜ αποδεικτικά στοιχεία σχετικά με το χρόνο ζωής και τη μακροπρόθεσμη διατήρηση των ιδιοτήτων του επιλεγμένου υλικού πελμάτων και της μεθόδου στερέωσής του στην κάτω πλευρά των στρωτήρων.

2.4.4 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει αποδεικτικά στοιχεία υφιστάμενων επιτυχημένων εφαρμογών του συστήματος πελμάτων στρωτήρων, σε ανάλογης δυναμικότητας δίκτυα.



### 3. ΕΚΤΕΛΕΣΗ

#### 3.1 Κατασκευή

- 3.1.1 Οι εγκαταστάσεις του κατασκευαστή θα είναι επαρκείς, ώστε να τηρηθούν οι προγραμματισμένες ημερομηνίες ολοκλήρωσης της παραγωγής των στρωτήρων.
- 3.1.2 Η κατασκευαστική μονάδα θα περιλαμβάνει τουλάχιστον τα ακόλουθα στοιχεία:
- α) Στεγανές αποθήκες τσιμέντου,
  - β) Καλυμμένες αποθήκες άμμου και αδρανών,
  - γ) Μονάδα ανάμειξης σκυροδέματος με διακριβωμένο σύστημα ζύγισης,
  - δ) Διάταξη δόνησης,
  - ε) Μηχάνημα σημειακής συγκόλλησης οπλισμού,
  - στ) Θάλαμος ξήρανσης στρωτήρων,
  - ζ) Εργαστήριο ελέγχου,
  - η) Όργανα μετρήσεων για γεωμετρική επιθεώρηση στρωτήρων,
  - θ) Επίπεδο δάπεδο από σκυρόδεμα για το ξεκαλούπωμα στρωτήρων,
  - ι) Εξοπλισμός χειρισμού/μετακίνησης στρωτήρων,

#### 3.2 Σήμανση

Κάθε στρωτήρας θα φέρει την ακόλουθη σήμανση:

- α) Τα γράμματα και οι αριθμοί θα είναι χυτά στην άνω επιφάνεια του στρωτήρα.
- β) Τα γράμματα και οι αριθμοί θα έχουν περίπου 17mm ύψος, 10mm πλάτος και 2mm βάθος.
- γ) Ο μήνας και ο χρόνος κατασκευής ΜΜ-ΥΥ θα κατασκευάζονται κατά τη χύτευση στο ένα εξωτερικό άκρο του στρωτήρα και το όνομα του κατασκευαστή στο εσωτερικό άκρο.
- δ) Η ανάγλυφη ταυτότητα (π.χ. XX-XX) θα βρίσκεται στο άλλο εξωτερικό άκρο του στρωτήρα, ενώ στο εσωτερικό άκρο θα αναγράφεται το όνομα του στρωτήρα (π.χ. εταιρία/τύπος) και κάτω από αυτό η φράση «ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ».
- ε) Η σήμανση δεν πρέπει να βρίσκεται στην έδραση της σιδηροτροχιάς ή του συνδέσμου.
- στ) Ο αριθμός της παρτίδας θα αναγράφεται προσωρινά με ανεξίτηλη σήμανση σε τέτοια θέση, ώστε να είναι ορατός όταν οι στρωτήρες βρίσκονται τοποθετημένοι ο ένας πάνω στον άλλο.

#### 3.3 Έλεγχος Ποιότητας

Ο Ανάδοχος θα υποβάλει ΦΥΥ για τους στρωτήρες/φορείς, στο οποίο θα γίνεται αναλυτική αναφορά στην παραγωγική δομή του εργοστασίου κατασκευής τους. Μεταξύ άλλων, θα πρέπει να περιλαμβάνονται τα εξής:

- α) Πιστοποιητικό συστήματος διαχείρισης ποιότητας κατά ISO 9001:2015.
- β) Πιστοποιητικά χρήσης του στρωτήρα σε άλλα Ευρωπαϊκά δίκτυα σιδηροδρόμων ή μετρό ή τραμ.
- γ) Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών της παραγωγικής διαδικασίας.

#### 3.4 Σχέδιο Ελέγχου Ποιότητας

- 3.4.1 Ο κατασκευαστής θα εκπονήσει Σχέδιο Ελέγχου Ποιότητας, το οποίο θα περιγράφει, για κάθε επιθεώρηση και δοκιμή που ορίζεται στην Προδιαγραφή αυτή, τα παρακάτω:
- α) Την επιθεώρηση/δοκιμή που θα πραγματοποιηθεί,

- β) Την συχνότητα με την οποία θα πραγματοποιηθεί η επιθεώρηση/δοκιμή,
- γ) Τα κριτήρια αποδοχής,
- δ) Τα τεύχη τεκμηρίωσης που προκύπτουν.

3.4.2 Το Σχέδιο Ελέγχου Ποιότητας θα υποβληθεί προς έγκριση πριν την παραγωγή και θα χρησιμεύσει ως βάση για την παρακολούθηση των δραστηριοτήτων ελέγχου ποιότητας του εργοστασίου. Η μορφή του σχεδίου θα είναι σύμφωνη με το Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας του Κατασκευαστή.

### 3.5 Δοκιμές Τύπου

3.5.1 Θα πραγματοποιηθούν δοκιμές τύπου, βάσει των απαιτήσεων των προαναφερόμενων προτύπων.

3.5.2 Στην προετοιμασία και κατασκευή των πρωτότυπων στρωτήρων, θα παρίσταται εκπρόσωπος της ΑΜ, ο οποίος θα επιλέξει τους στρωτήρες που θα χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό. Η παραγωγή στρωτήρων δε θα συνεχιστεί, πέραν της κατασκευής των πρωτοτύπων, μέχρις ότου έχουν ικανοποιηθεί οι απαιτήσεις των δοκιμών τύπου. Όλοι οι στρωτήρες που θα παραχθούν για δοκιμή, πριν τους πρωτότυπους στρωτήρες, θα αχρηστευτούν.

3.5.3 Το εργαστήριο που θα χρησιμοποιηθεί για τις δοκιμές τύπου, θα είναι Κοινοποιημένο Εργαστήριο στο πεδίο ελέγχου εξοπλισμού σιδηροδρομικής επιδομής. Ο Ανάδοχος θα ενημερώσει εγκαίρως την ΑΜ για τις ημερομηνίες των εν λόγω δοκιμών, προκειμένου ο εκπρόσωπος της ΑΜ να μπορέσει να παραστεί σε αυτές. Δοκιμές οι οποίες πραγματοποιούνται απουσία του εκπροσώπου της ΑΜ θα θεωρούνται άκυρες.

### 3.6 Δοκιμές Σειράς

Όπως περιγράφεται στα προαναφερόμενα πρότυπα, ο κατασκευαστής θα πραγματοποιήσει όλες τις δοκιμές σειράς. Ο τύπος, η συχνότητα, η μεθοδολογία των δοκιμών και τα κριτήρια αποδοχής θα είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις των προτύπων. Ο κατασκευαστής μπορεί να πραγματοποιήσει τις δοκιμές στις δικές του κατασκευαστικές εγκαταστάσεις ή σε ανεξάρτητο διαπιστευμένο εργαστήριο.

### 3.7 Χρονοδιάγραμμα Επιθεωρήσεων και Δοκιμών

Πέραν των συγκεκριμένων απαιτήσεων που περιγράφονται ανωτέρω αναφορικά με τις δοκιμές τύπου, ο κατασκευαστής θα υποβάλει χρονοδιάγραμμα άλλων επιθεωρήσεων και δοκιμών συμπεριλαμβανομένων των δοκιμών σειράς. Το χρονοδιάγραμμα θα υποβληθεί 90 ημέρες πριν από την πραγματοποίηση της επιθεώρησης και των δοκιμών. Η ΑΜ διατηρεί το δικαίωμα να παραστεί σε όλες τις δοκιμές που θα πραγματοποιηθούν στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή και μπορεί να ζητήσει από τον κατασκευαστή να αναστείλει τις κατασκευαστικές δραστηριότητες μέχρι την ολοκλήρωση των δοκιμών στις οποίες θα παραστεί.

### 3.8 Οριστική Επιθεώρηση και Αποστολή

3.8.1 Ο κατασκευαστής δε θα αποστείλει στρωτήρες μέχρι να πραγματοποιηθεί η οριστική επιθεώρηση και ο εκπρόσωπος της ΑΜ να υπογράψει το Πιστοποιητικό Αποστολής.

3.8.2 Κατ' εξαίρεση, η απαίτηση αυτή μπορεί να μην ισχύσει μόνο με την πρότερη έγγραφη συναίνεση της ΑΜ.

### 3.9 Μητρώο Ποιότητας

3.9.1 Ο κατασκευαστής θα παράσχει τεκμηριωμένα στοιχεία ότι τα υλικά που έχουν ενσωματωθεί και οι δοκιμές που έχουν πραγματοποιηθεί πληρούν τις απαιτήσεις της Προδιαγραφής αυτής. Θα τηρούνται επίσης μητρώα υλικών, που θα

χρησιμοποιηθούν και απορριπτόμενων στρωτήρων, λόγω μη συμμόρφωσης με τις προδιαγραφές.

3.9.2 Ο κατασκευαστής θα τηρεί μητρώο παραγωγής στρωτήρων, το οποίο θα ελέγχεται από την ΑΜ. Αυτό θα περιέχει κατ' ελάχιστο:

- α) Την ταυτότητα της παρτίδας,
- β) Τον αριθμό των στρωτήρων, που περιλαμβάνονται σε κάθε παρτίδα,
- γ) Τη συμμόρφωση της παρτίδας με τις απαιτήσεις αυτής της Προδιαγραφής,
- δ) Έντυπα διαστασιολογικών ελέγχων και δοκιμών,
- ε) Τυχόν επισκευές στρωτήρων.

Τα πιστοποιητικά θα υπογράφονται από ένα εξουσιοδοτημένο εκπρόσωπο του εργοστασίου και θα συνυπογράφονται από τους εκπροσώπους της ΑΜ, κατά την παρουσία τους στο εργοστάσιο

### 3.10 Χειρισμός/Μεταφορά

Ο χειρισμός και η μεταφορά των στρωτήρων θα γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του Εγχειριδίου Χειρισμού, Μεταφοράς και Αποθήκευσης. Κατά το ξεκαλούπωμα, οι στρωτήρες θα διαχειρίζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην υφίστανται τραντάγματα, τα οποία θα μπορούσαν να προκαλέσουν παραμόρφωση ή ζημιά στο σκυρόδεμα. Μετά την ωρίμανση, θα μπορούν να ανυψωθούν από γερανό ή ανυψωτικό μηχάνημα. Η ανύψωση των στρωτήρων θα πραγματοποιηθεί από τουλάχιστον δύο σημεία. Απαγορεύεται η χρήση προσθηκών για την ανύψωση.

### 3.11 Αποθήκευση στις Εγκαταστάσεις Κατασκευής

3.11.1 Απαγορεύεται η αποθήκευση των στρωτήρων, εάν το σκυρόδεμα δεν έχει παραμείνει στεγνό για τουλάχιστον 20 ώρες. Καθ' όλο το χρόνο ωρίμανσης, οι στρωτήρες θα αποθηκεύονται ξεχωριστά και θα στηρίζονται σε όλο το μήκος τους.

3.11.2 Οι στρωτήρες θα είναι αποθηκευμένοι σε επίπεδη επιφάνεια, σε χώρο που δεν κινδυνεύει να πλημμυρίσει ή στον οποίο δεν μπορούν να συγκεντρωθούν ύδατα. Οι στρωτήρες θα είναι τοποθετημένοι ο ένας πάνω στον άλλο καθ' ύψος και με αριθμό τεμαχίων, σύμφωνα με το Εγχειρίδιο Χειρισμού, Μεταφοράς κι Αποθήκευσης. Οι στρώσεις των στρωτήρων θα χωρίζονται από ξύλινους τάκους. Οι τάκοι δε θα τοποθετούνται στην έδραση της σιδηροτροχιάς.

**T-02460 ΑΛΛΑΓΕΣ ΤΡΟΧΙΩΝ ΣΤΟ ΑΜΑΞΟΣΤΑΣΙΟ – ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΗ (VIGNOLE) ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑ**

**1 ΓΕΝΙΚΑ**

**1.1 Περιγραφή Εργασιών**

- 1.1.1 Το άρθρο αυτό περιγράφει λεπτομερώς τις προδιαγραφές για την μελέτη, κατασκευή, προμήθεια και εγκατάσταση ειδικής Σιδηροδρομικής Επιδομής και, συγκεκριμένα, Αλλαγών συνηθισμένου βιομηχανικού τύπου, συγκολλημένης σιδηροτροχιάς 49E1 ή όποιου άλλου τύπου διατομής (προφίλ) σιδηροτροχιάς απαιτείται από τις Προδιαγραφές Μελετών & Επιδόσεων Σιδηροδρομικής Επιδομής. Οι Αλλαγές στο αμαξοστάσιο θα εγκατασταθούν σε τροχιές σε σκυρόδεμα ή σε έρμα και θα παρασχεθούν ως απλές Διακλαδώσεις, ως μονές ή διπλές Αλλαγές, ως μονές ή διπλές Αλλαγές Εσωτερικών Βελόνων, ως Διασταυρώσεις (τύπου "Διαμάντι") και κάθε άλλη διάταξη, όπως περιγράφεται στα σχέδια χάραξης και τις αντίστοιχες μελέτες. Στο τεύχος αυτό, η αναφορά "Αλλαγές" ή "Αλλαγές/Διακλαδώσεις" θα αφορά όλους τους τύπους διάταξης.
- 1.1.2 Η προμήθεια στα πλαίσια της Σιδηροδρομικής Επιδομής θα περιλαμβάνει:
- α) Όλα τα υλικά και εξαρτήματα που απαιτούνται για την συναρμολόγηση της Αλλαγής, από την κεφαλή της σιδηροτροχιάς λειτουργίας έως την κάτω πλευρά των φορέων (στρωτήρων) από σκυρόδεμα ή διαφορετικής στήριξης που θα μελετήσει ο Ανάδοχος.
  - β) Όλες τις μηχανικές συσκευές για έλεγχο βελόνων, συμπεριλαμβανομένων των στηρίξεων των πλακών έδρασης των μηχανισμών. Οι απαιτήσεις για τους μηχανισμούς των Αλλαγών καθορίζονται στις Προδιαγραφές του Συστήματος Σηματοδότησης.
  - γ) Την προμήθεια ανταλλακτικών εξαρτημάτων για κάθε τύπο Αλλαγής, που προβλέπεται να ενσωματωθεί στο Έργο.
- 1.1.3 Ο Ανάδοχος θα προμηθεύσει και τοποθετήσει Αλλαγές σύμφωνα με τις απαιτήσεις που ορίζονται στην Προδιαγραφή Μελετών και Επιδόσεων για Σιδηροδρομική Επιδομή.

**1.2 Παραπομπές**

Όλα τα υλικά και εξαρτήματα που θα παρασχεθούν από τον Ανάδοχο θα πρέπει να τυποποιούνται, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο Άρθρο 4 της Συγγραφής Υποχρεώσεων. Το σύνολο των εργασιών που θα εκτελεστούν, καθώς και όλα τα υλικά και εξαρτήματα που θα παρασχεθούν από τον Ανάδοχο, θα πρέπει να συμμορφώνονται τα συμβατικά πρότυπα. Ενδεικτικός και μη περιοριστικός κατάλογος κωδίκων και προτύπων εμφανίζονται στην Προδιαγραφή Υλικών και Εργασιών T-02457 «Αλλαγές Κύριας Γραμμής – Συμμετρική (Vignole) Σιδηροτροχιά» του τεύχους.

**1.3 Κριτήρια Μελέτης**

- 1.3.1 Ο Ανάδοχος θα παράσχει έγγραφα αποδεικτικά στοιχεία με τα οποία θα αποδεικνύεται ότι ο προτεινόμενος σχεδιασμός των Αλλαγών/Διακλαδώσεων βασίζεται στην σύγχρονη τεχνολογία Σιδηροδρομικής Επιδομής, καθώς και ότι διαθέτει αποδεδειγμένα καλή λειτουργικότητα σε παρόμοιες συνθήκες λειτουργίας (αξονικό φορτίο, συχνότητα διελεύσεων, κ.λπ.) σε άλλα σιδηροδρομικά συστήματα, συστήματα μετρό ή τραμ, για χρονικό διάστημα όχι μικρότερο από πέντε χρόνια. Ο

Ανάδοχος θα παράσχει στην ΑΜ πιστοποιητικά και βεβαιώσεις καλής εκτέλεσης από άλλα δίκτυα, προκειμένου να αποδείξει τη συμμόρφωσή του με την απαίτηση αυτή.

- 1.3.2 Οι Αλλαγές θα έχουν τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά:
- α) Σιδηροτροχιά από χάλυβα ποιότητας R260, χωρίς επίκλιση ως προς την κατακόρυφο.
  - β) Ακτίνα της Διακλάδωσης, που είναι η ακτίνα του άξονα της καμπύλης τροχιάς της Αλλαγής/Διακλάδωσης, όπως ορίζεται στα εγχειρίδια σιδηροδρομικής τεχνολογίας, στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό.
  - γ) Γωνία καρδιάς, που ορίζεται ως η γωνία "α" μεταξύ των αξόνων (ή των κεντρικών γραμμών) της ευθύγραμμης και της τροχιάς εκτροπής.
  - δ) Εύρος τροχιάς 1435mm.
  - ε) Σχεδιασμό που θα επιτρέπει την υπέρβασή τους από πτέρνα, δίχως πρόκληση οποιασδήποτε βλάβης (*trailable*).
- στ) Στις τροχιές σε έρμα θα εγκατασταθούν στρωτήρες από σκληρό ξύλο. Σε τροχιές χωρίς έρμα, ο Ανάδοχος θα σχεδιάσει φορείς έδρασης από σκυρόδεμα ή εναλλακτικό τρόπο στήριξης, όπως προσδιορίζεται στην Τεχνική Περιγραφή.
- 1.3.3 Η μελέτη της Αλλαγής που θα εκπονηθεί από τον Ανάδοχο, θα λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα:
- Γεωμετρικά στοιχεία τροχιάς,
  - Αρμοί σιδηροτροχιών με αμφιδέτες,
  - Χαρακτηριστικά τροχαίου υλικού,
  - Στοιχεία λειτουργίας δικτύου,
  - Κινητά φορτία τροχιάς,
  - Χαρακτηριστικά μηχανισμού Αλλαγής,
  - Ηλεκτρική μόνωση τροχιάς,
  - Απαιτήσεις Σηματοδότησης και Παροχής Ισχύος Έλξης,
  - Συμβατότητα με τα άλλα εξαρτήματα της Σιδηροδρομικής Επιδομής,
  - Αλληλεπίδραση με άλλα συστήματα.
- 1.3.4 Ο Ανάδοχος, κατά την εκπόνηση της μελέτης για Αλλαγές/Διακλαδώσεις, θα λάβει υπόψη του τις απαιτήσεις για υψηλή αξιοπιστία της Σιδηροδρομικής Επιδομής και χαμηλό κόστος συντήρησης τόσο της Σιδηροδρομικής Επιδομής όσο και του Τροχαίου Υλικού.
- 1.3.5 Οι Αλλαγές ακτίνας 50m και 25m, οι οποίες τοποθετηθούν στο Αμαξοστάσιο, θα αποτελούνται από δυο τμήματα αντί τρία, δηλαδή το συναρμολογημένο σύστημα βελονών και το συναρμολογημένο Διασταυρούμενο Τμήμα. Το ενδιάμεσο τμήμα θα ενσωματωθεί στο Διασταυρούμενο Τμήμα με σκοπό να αποφευχθεί η χρήση μικρών μηκών σιδηροτροχιάς.
- 1.3.6 Οι σιδηροτροχιές θα στερεώνονται κατακόρυφα στους ξύλινους στρωτήρες ή φορείς των Αλλαγών με συνδέσμους ελαστικού τύπου.

#### 1.4 Σύστημα Βελόνων Αλλαγής

- 1.4.1 Οι βελόνες θα είναι εύκαμπτου τύπου πτέρνας και θα λειτουργούν με μηχανισμό Αλλαγής διπλής κατεύθυνσης, σύμφωνα με την Προδιαγραφή Επιδόσεων για τον Εξοπλισμό Σηματοδότησης, και εφοδιασμένες με συσκευή εξωτερικής μανδάλωσης. Το άνοιγμα στο εμπροσθεν άκρο της βελόνης θα είναι συμβατό με τις απαιτήσεις για το μηχανισμό λειτουργίας της βελόνης, αλλά δε θα είναι μικρότερο από 100mm.
- 1.4.2 Ένα συναρμολογημένο σύστημα βελόνων Αλλαγής θα αποτελείται από δύο σταθερές σιδηροτροχιές (αντιβελόνες), δύο βελόνες, αποστάτες, αντιερπυστικούς

ήλους, σταθερές πλάκες έδρασης, συνδετήριες ράβδους, πλάκες έδρασης ολίσθησης βελόνης και όλους τους σχετικούς κοχλίες και συνδετήρες.

- 1.4.3 Ο Ανάδοχος θα προμηθεύσει το ήμισυ σετ συστήματος βελόνων (βελόνη και αντιβελόνη) κατασκευασμένων είτε για τις δεξιές Αλλαγές είτε για τις αριστερές. Οι βελόνες θα είναι εύκαμπτου τύπου (flexible heel type).
- 1.4.4 Οι βελόνες σιδηροτροχιές θα είναι ασύμμετρης διατομής -όπως προδιαγράφεται στο EN 13674-2- συμβατές με αντιβελόνες σιδηροτροχιές, τύπου 49E1 και κατασκευασμένες από χάλυβα ποιότητας R260.
- 1.4.5 Η μετάβαση από το ειδικό τμήμα της βελόνης στο συμμετρικό προφίλ 49E1 θα επιτυγχάνεται με σφυρηλάτηση, η οποία δεν πρέπει να γίνεται μέσα στο εύκαμπτο μήκος της βελόνης.
- 1.4.6 Το σύστημα βελόνων θα εφοδιαστεί με επαρκή στηρίγματα/αποστάτες (stoppers) που θα εμποδίζουν την πλευρική κίνηση της βελόνης, κατά την κυκλοφορία των οχημάτων.
- 1.4.7 Η σχετική, κατά μήκος, μετακίνηση μεταξύ της βελόνης και της αντιβελόνης θα αποφευχθεί χρησιμοποιώντας αντιερπυστικούς ήλους, αντί στηριγμάτων φτέρνας. Οι αντιερπυστικοί ήλοι διευκολύνουν την αντικατάσταση της βελόνης και της αντιβελόνης.
- 1.4.8 Η ελάχιστη δίοδος για την διέλευση του όνυχου του τροχού, μεταξύ της αντιβελόνης και της ανοιχτής βελόνης θα είναι τέτοια ώστε η πίσω πλευρά του τροχού να μη χτυπά τη βελόνη. Το στοιχείο αυτό θα τεκμηριώνεται στη μελέτη των Αλλαγών/Διακλαδώσεων.
- 1.4.9 Το σύστημα βελόνων θα είναι εφοδιασμένο με επαρκή αριθμό συνδετήριων ράβδων για την κίνησή του, και για να εξασφαλιστεί η κίνηση όλου του μήκους των εύκαμπτων τμημάτων των βελόνων (λεπίδων), μέχρις επαφής με τους αποστάτες.
- 1.4.10 Ο σχεδιασμός κάθε πλάκας ολίσθησης θα περιλαμβάνει ελατηριωτούς εύκαμπτους συνδέσμους συγκράτησης της εσωτερικής πλευράς του πέλματος των αντιβελόνων.
- 1.4.11 Όλα τα εξαρτήματα του συστήματος βελόνων των Αλλαγών θα είναι εφοδιασμένα με σήμανση αναγνώρισης, η οποία πρέπει να είναι ορατή όταν το σύστημα βελόνων είναι συναρμολογημένο.

## 1.5 Διασταυρούμενο Τμήμα (καρδιά)

- 1.5.1 Το συναρμολογημένο Διασταυρούμενο Τμήμα θα αποτελείται από ένα τεμάχιο, σχηματίζοντας την αιχμή "V" της καρδιάς, δυο πτερύγια της καρδιάς, αποστάτες, δύο σιδηροτροχιές ελέγχου (αντιπροχιές), πλάκες έδρασης και όλους τους συναφείς κοχλίες και συνδετήρες. Η αιχμή του Διασταυρούμενου Τμήματος (V) θα είναι κοχλιωτού συναρμολογούμενου τύπου. Θα αποτελείται από ένα μονό τμήμα, κατασκευασμένο από χάλυβα ποιότητας 51CrV4, που έχει υποστεί επεξεργασία εν θερμώ, κάτω από τάση εφελκυσμού της τάξεως των 1080 έως 1320N/mm<sup>2</sup>. Το τμήμα θα έχει συνδεθεί με αυτογενή συγκόλληση στις κανονικές σιδηροτροχιές και τα πτερύγια της καρδιάς θα είναι στερεωμένα στην αιχμή της (V) με ικανό αριθμό κοχλιών προκειμένου να αποτραπεί η κίνηση μεταξύ των διαφόρων μερών.
- 1.5.2 Οι σιδηροτροχιές για τη καρδιά θα είναι από χάλυβα ποιότητας R260.
- 1.5.3 Οι αποστάτες της καρδιάς θα τροχιστούν τόσο έτσι ώστε όταν το Διασταυρούμενο Τμήμα συναρμολογηθεί, τα διάκενα για τη διέλευση των τροχών να συμφωνούν με τις διαστάσεις που δεικνύονται στα σχέδια που εφαρμόζει ο κατασκευαστής και η οριζοντιογραφία, των γραμμών του εύρους σε κάθε θέση τροχιάς, να είναι σωστή σε

όλη την έκταση της διασταύρωσης. Όλες οι επιφάνειες επαφής των αποστατών της διασταύρωσης θα είναι σε επαφή με τις σιδηροτροχιές.

- 1.5.4 Τα εργοστασιακά σήματα των σιδηροτροχιών, στις περιοχές που θα καλύπτονται από όψεις των αποστατών ή τις αγκυρώσεις της Αλλαγής, θα απομακρυνθούν με τρόχισμα.
- 1.5.5 Όλα τα εξαρτήματα της καρδιάς θα είναι εφοδιασμένα με σήματα αναγνώρισης, ορατά με ευχέρεια ακόμα και όταν οι καρδιές είναι συναρμολογημένες.

## 1.6 Αντιπροχιές ή Σιδηροτροχιές Ελέγχου

- 1.6.1 Ο σχεδιασμός των αντιπροχιών (check rails) θα συμπεριλαμβάνει στοιχεία για την ρύθμιση, κατά την συντήρηση των διάκενων διέλευσης του όνυχα των τροχών.
- 1.6.2 Τα στηρίγματα στερέωσης των αντιπροχιών θα είναι χαλύβδινα και η σχεδίαση θα:
  - α) Συμπεριλαμβάνει τις τοποθετήσεις των συνδετήρων, επί του πέλματος της σιδηροτροχιάς, για την ασφάλιση του εύρους στη πλευρά της κύριας σιδηροτροχιάς, έτσι ώστε οι συνδετήρες να μπορούν να τοποθετούνται και να αφαιρούνται χωρίς την απομάκρυνση των αντιπροχιών.
  - β) Συμπεριλαμβάνει προβλέψεις για την αντιστάθμιση της φθοράς των αντιπροχιών, κατά την διάρκεια της συντήρησης, με την προσθήκη χαλύβδινων ελασμάτων στο πίσω μέρος της αντιπροχιάς.
- 1.6.3 Η απόσταση ασφάλειας μεταξύ καρδιάς και αντιπροχιάς θα είναι συμβατή με τα προφίλ και τις διαστάσεις του συστήματος των τροχών (καινούριων και φθαρμένων) και θα προστατεύει τη «μύτη» (αιχμή) της Καρδιάς σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας. Το στοιχείο αυτό θα τεκμηριώνεται στη μελέτη των Αλλαγών/Διακλαδώσεων.

## 1.7 Υποβολές

- 1.7.1 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει στην ΑΜ προς έγκριση λεπτομερείς μελέτες, λεπτομερή σχέδια και αποτελέσματα δοκιμών που πραγματοποίησε ο κατασκευαστής για όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα που θα πρέπει να ενσωματωθούν, καθώς και δηλώσεις μεθόδου κατασκευής για όλες τις κατασκευαστικές του δραστηριότητες πριν την ενσωμάτωση υλικών ή εξαρτημάτων ή την έναρξη οποιασδήποτε κατασκευαστικής δραστηριότητας. Καμία κατασκευαστική δραστηριότητα δε θα αρχίσει αν η ΑΜ δεν έχει εγκρίνει τις μελέτες, το σχεδιασμό και τα αποτελέσματα των σχετικών δοκιμών.
- 1.7.2 Ο Ανάδοχος θα συμπεριλάβει τα λεπτομερή σχέδια του κατασκευαστή προκειμένου να καταστεί δυνατή η συναρμολόγηση των Αλλαγών/Διακλαδώσεων και η μελλοντική παραγγελία ανταλλακτικών. Ο Ανάδοχος θα υποβάλει τουλάχιστον, γενική διάταξη των Αλλαγών συμπεριλαμβανομένης της διάταξης των φορέων/στρωτήρων, σχέδια διάταξης και τομών του συστήματος βελόνων και των Διασταυρούμενων Τμημάτων.
- 1.7.3 Παρακάτω δίνεται μια ταξινόμηση των τυπικών εξαρτημάτων, αναφορικά με το ποια λεπτομερή σχέδια θα πρέπει ο Ανάδοχος να συμπεριλάβει στις υποβολές του, υποχρεωτικά και μη περιοριστικά:

<b>Εξάρτημα συστήματος βελόνων</b>	<b>Εξάρτημα Διασταυρούμενου Τμήματος (καρδιάς)</b>	<b>Σύστημα Στερέωσης Σιδηροτροχιών (σύνδεσμοι)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Αντιβελόνες</li> <li>- Βελόνες</li> <li>- Πλάκες έδρασης ολίσθησης</li> <li>- Πλάκες έδρασης</li> <li>- Αμφιδέτες ασφαλείας</li> <li>- Φέροντες κοχλίες</li> <li>- Συσκευή μανδάλωσης βελόνων</li> <li>- Αντιερπυστικοί ήλοι</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Η αιχμή (V) της καρδιάς</li> <li>- Σιδηροτροχιές κύλισης</li> <li>- Πλάκες έδρασης</li> <li>- Αντιτροχιές</li> <li>- Στηρίγματα αντιτροχιών</li> <li>- Χαλύβδινες προσθήκες αντιτροχιών</li> <li>- Αποστάτες</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Εντατικοί σφινγκτήρες</li> <li>- Ελατηριωτοί σύνδεσμοι</li> <li>- Πέλματα σιδηροτροχιάς</li> <li>- Κοχλίες στρωτήρων</li> <li>- Κοχλίες με κεφαλή σε σχήμα T και περικόχλια</li> <li>- Σφαιρικές ροδέλες</li> <li>- Ελατηριωτές ροδέλες</li> </ul>

1.7.4 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση στην ΑΜ όλες τις διαστάσεις, το εύρος και τις ανοχές όλων των εξαρτημάτων του συστήματος βελόνων και της καρδιάς.

## 2 ΥΛΙΚΑ

Όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν για τη συναρμολόγηση Αλλαγής θα είναι εγκεκριμένα και σύμφωνα με τις συμβατικές προδιαγραφές. Επίσης, δε θα παρουσιάζουν ζημιές, συσσώρευση σκόνης, χαλαρή σκουριά, φλοιό σκουριάς και χαλαρή αποφλοίωση στο εργοτάξιο και στην περιοχή τοποθέτησης. Τα υλικά και τα στοιχεία που δεν πληρούν τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής θα απομακρύνονται από το εργοτάξιο και θα αντικαθίστανται από τον Ανάδοχο.

## 3 ΕΚΤΕΛΕΣΗ

### 3.1 Έλεγχος Ποιότητας

3.1.1 Ο κατασκευαστής θα πρέπει να αποδείξει ότι διαθέτει κι εφαρμόζει κατάλληλο σύστημα ποιότητας στις εγκαταστάσεις του. Τα αποδεικτικά στοιχεία συμμόρφωσης με την απαίτηση αυτή, θα υποβληθούν στα πλαίσια του ΦΥΥ, και θα είναι κατ'ελάχιστον τα ακόλουθα έγγραφα:

α) Πιστοποιητικό διαχείρισης ποιότητας κατά ISO 9001:2015.

β) Πιστοποιητικά και βεβαιώσεις καλής εκτέλεσης από άλλα δίκτυα μετρό ή τραμ.

γ) Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών της κατασκευής των Αλλαγών/Διακλαδώσεων.

### 3.2 Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών

3.2.1 Το Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών θα υποβληθεί προς έγκριση πριν την παραγωγή και θα αποτελέσει τη βάση για την παρακολούθησή της. Η μορφή του Προγράμματος Ελέγχων και Δοκιμών θα είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας του εργοστασίου παραγωγής και της παρούσας Προδιαγραφής.

3.2.2 Το πρόγραμμα θα περιλαμβάνει κατ'ελάχιστον τα τμήματα της παρούσας Προδιαγραφής που αφορούν μετρήσεις και ελέγχους, τα οποία θα συνοδεύονται από πιστοποιητικά συμμόρφωσης των εξαρτημάτων που ενσωματώνονται στις Αλλαγές/Διακλαδώσεις.

3.2.3 Η ΑΜ θα ειδοποιηθεί από τον Ανάδοχο 90 ημέρες πριν τη διεξαγωγή των σχετικών επιθεωρήσεων/δοκιμών αποδοχής. Η ΑΜ διατηρεί το δικαίωμα να παραστεί σε οποιαδήποτε δοκιμή στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή και μπορεί να ζητήσει



από αυτόν να αναστείλει τις κατασκευαστικές δραστηριότητες του μέχρι την ολοκλήρωση των δοκιμών στις οποίες θα παρίσταται. Ο κατασκευαστής δε θα αποστέλλει τα υλικά έως την ολοκλήρωση των επιθεωρήσεων και υπογραφή της σχετικής τεκμηρίωσης από τους εκπροσώπους της ΑΜ. Οι εργοστασιακές δοκιμές των Αλλαγών τροχιάς θα περιλαμβάνουν και τον έλεγχο συμβατότητας με τον μηχανισμό Αλλαγής.

- 3.2.4 Μετά την επιθεώρηση θα εκδοθούν πιστοποιητικά επιθεώρησης που θα έχουν συμπληρωθεί από τον κατασκευαστή Αλλαγών και τα οποία θα πιστοποιούν ότι οι Αλλαγές/Διακλαδώσεις κατασκευάστηκαν σε συμφωνία με τα εγκεκριμένα σχέδια διάταξης και ότι η κατασκευή των επιμέρους στοιχείων και εξαρτημάτων είναι σε πλήρη συμφωνία με τις απαιτήσεις που ορίζονται στα αντίστοιχα σχέδια και τις συμβατικές προδιαγραφές.
- 3.2.5 Το πιστοποιητικό επιθεώρησης Αλλαγών τροχιάς θα περιλαμβάνει μετρήσεις και ανοχές που σχετίζονται με την γεωμετρία και το εύρος τροχιάς όλων των μερών, χώρων ή συσκευών (δηλαδή συστήματος βελόνων, καρδιάς και ενδιάμεσων τμημάτων).
- 3.2.6 Πέραν του ελέγχου της πιστοποίησης ποιότητας των εξαρτημάτων και λοιπών ελέγχων, που θα πραγματοποιήσει η ΑΜ στον τόπο κατασκευής των Αλλαγών, θα διεξαχθούν Εργοστασιακές Δοκιμές Αποδοχής γεωμετρίας σε όλες τις ενότητες των Αλλαγών, πλήρως συναρμολογημένων επί των φορέων τους (ή των προσωρινών φορέων τους, κατά περίπτωση) με τις σιδηροτροχιές στερεωμένες, ευθυγραμμισμένες και ισοσταθμισμένες. Ειδικότερα, θα πραγματοποιηθούν, κατ' ελάχιστον, οι ακόλουθες μετρήσεις/δοκιμές:
- Α. Όλες οι ανοχές της συνολικής διάταξης και των επί μέρους τμημάτων θα πρέπει να ευρίσκονται εντός του εγκεκριμένου πεδίου ανοχών του κατασκευαστή.
  - Β. Η βελόνη και η αντιβελόνη πρέπει να εφαρμόζουν ομοιόμορφα σε όλες τις πλάκες ολίσθησης.
  - Γ. Η βελόνη στην κλειστή της θέση πρέπει να στηρίζεται επί όλων των αποστατών.
  - Δ. Τα εμπρόσθια άκρα του συστήματος βελόνων να είναι κάθετα (στον άξονα τροχιάς).
  - Ε. Το Διασταυρούμενο Τμήμα (καρδιά) να εφαρμόζει ομοιόμορφα πάνω σ' όλες τις πλάκες έδρασης.
  - ΣΤ. Το τυπικό εύρος τροχιάς και η αύξησή του να τηρηθεί, σύμφωνα με τα εγκεκριμένα σχέδια, με ανοχές +2mm/-1mm.
- 3.2.7 Η σήμανση του κατασκευαστή των σιδηροτροχιών θα απομακρυνθεί με τρόχισμα στις περιπτώσεις που θα καλυφθεί από τις όψεις των πτερυγίων.
- 3.2.8 Οι αποστάτες βελόνων πρέπει να τροχιστούν τόσο ώστε, όταν το σύστημα βελόνων συναρμολογηθεί, οι κάθετες αποστάσεις μεταξύ βελόνης και αντιβελόνης να είναι οι εγκεκριμένες και όλη η επιφάνεια επαφής του αποστάτη να είναι σε επαφή με τη σιδηροτροχιά, διατηρώντας το προδιαγραφόμενο εύρος της τροχιάς.
- 3.2.9 Η σφυρηλατημένη περιοχή της βελόνης θα ελεγχθεί για εσωτερικά ελαττώματα με την μέθοδο των υπέρηχων και για επιφανειακά ελαττώματα με την διαδικασία των μαγνητικών σωματιδίων.
- 3.2.10 Μετά την επιθεώρηση η βελόνη και η αντιβελόνη θα δεθούν με ιμάντες μεταξύ τους, ώστε να αποκλεισθεί οποιαδήποτε μετακίνηση κατά την διάρκεια χειρισμών και μεταφορών.

### 3.3 Σήμανση

- 3.3.1 Τα εξαρτήματα των Αλλαγών και Διακλαδώσεων θα φέρουν τουλάχιστον προσδιοριστική σήμανση και σήμανση συναρμολόγησης.
- 3.3.2 Η προσδιοριστική σήμανση θα είναι μόνιμη, θα φέρεται τουλάχιστον στα εξαρτήματα του συστήματος βελονών και θα είναι ορατή και μετά την τοποθέτηση της Αλλαγής. Στη σήμανση αυτή θα προσδιορίζεται τουλάχιστον ο τύπος της Αλλαγής και οι σχετικοί κωδικοί ιχνηλασιμότητας.
- 3.3.3 Η σήμανση συναρμολόγησης θα περιλαμβάνει τουλάχιστον:
- α) αρίθμηση των σιδηροτροχιών σύνδεσης,
  - β) αρίθμηση των στρωτήρων, σύμφωνα με το σχέδιο διάταξης,
  - γ) ένδειξη της πλευράς στερέωσης του στρωτήρα (με κατεύθυνση το εμπρόσθιο άκρο ή την πτέρνα),
  - δ) ένδειξη της θέσης των στρωτήρων, σε σχέση με τις σιδηροτροχιές.
- 3.3.4 Όλα τα εξαρτήματα θα φέρουν κατάλληλη σήμανση, προκειμένου να διευκολυνθεί η συναρμολόγηση των Αλλαγών/Διακλαδώσεων, χωρίς σφάλματα στο εργοτάξιο και κατά τη μελλοντική συντήρησή τους. Τα εξαρτήματα θα φέρουν σήμανση, σύμφωνα με τις προτάσεις του κατασκευαστή, τα ισχύοντα πρότυπα και τις σχετικές εγκρίσεις της ΑΜ.

### 3.4 Συσκευασία, χειρισμός και αποθήκευση

- 3.4.1 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση στην ΑΜ λεπτομέρειες των προτεινόμενων μεθόδων για συσκευασία, χειρισμό και αποθήκευση όλων των υλικών και εξαρτημάτων, τουλάχιστον ένα μήνα πριν την προβλεπόμενη ημερομηνία παράδοσής τους στο Εργοτάξιο.
- 3.4.2 Τα υλικά και τα εξαρτήματα θα συσκευασθούν, μεταχειριστούν και αποθηκευθούν σύμφωνα με τις προτάσεις και οδηγίες του κατασκευαστή.
- 3.4.3 Όλα τα υλικά και τα στοιχεία, που παρουσιάζουν δείγματα απaráδεκτης ζημιάς ή φθοράς εξαιτίας ακατάλληλης συσκευασίας, μεταχείρισης ή αποθήκευσης, θα απομακρυνθούν και θα αντικατασταθούν με καινούρια.

**T-02461 ΑΛΛΑΓΕΣ ΤΡΟΧΙΩΝ ΣΤΟ ΑΜΑΞΟΣΤΑΣΙΟ – ΕΓΚΟΙΛΗ (GROOVED) ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑ**

**1 ΓΕΝΙΚΑ**

**1.1 Περιγραφή Εργασιών**

1.1.1 Το άρθρο αυτό περιγράφει λεπτομερώς τις προδιαγραφές για την μελέτη, κατασκευή, προμήθεια και εγκατάσταση ειδικής Σιδηροδρομικής Επιδομής και, συγκεκριμένα, Αλλαγών συνηθισμένου βιομηχανικού τύπου, συγκολλημένης έγκοιλης (grooved) σιδηροτροχιάς. Οι Αλλαγές θα παρασχεθούν ως απλές Διακλαδώσεις, ως μονές ή διπλές Αλλαγές κ.λπ., ή/και κάθε άλλη διάταξη, όπως περιγράφεται στα σχέδια χάραξης και τις αντίστοιχες μελέτες. Στο τεύχος αυτό, η αναφορά “Αλλαγές” ή “Αλλαγές/Διακλαδώσεις” θα αφορά όλους τους τύπους διάταξης.

1.1.2 Η παροχή στα πλαίσια της Σιδηροδρομικής Επιδομής θα περιλαμβάνει:

- Τον εξοπλισμό και την προμήθεια όλων των υλικών που απαρτίζουν τη διάταξη μιας Αλλαγής ή Διακλάδωσης, όπως σιδηροτροχιές οποιουδήποτε τύπου, βελόνες, αντιβελόνες, καρδιές, χειριστήρια, συγκολλήσεις σιδηροτροχιών, τον εξοπλισμό και τη προμήθεια όλων των υλικών για την εγκατάσταση ή/και τον εγκιβωτισμό της Αλλαγής, όπως στρωτήρες, συνδετήριες ράβδους εξασφάλισης γεωμετρίας, ελαστομερή υλικά επένδυσης των σιδηροτροχιών και των λοιπών εξαρτημάτων και υλικού που απαιτείται για την ολοκλήρωση του τροchioδρόμου.
- Την προμήθεια και την παράδοση, σε χώρο που θα υποδείξει η ΑΜ, των ανταλλακτικών εξαρτημάτων για κάθε τύπο Αλλαγής, που προβλέπεται να ενσωματωθεί στο Έργο.
- Την προμήθεια και εγκατάσταση των στρωτήρων, του έρματος ή πλακών από σκυρόδεμα, σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές της μελέτης.
- Κάθε είδους εργασίες και υλικά, που απαιτούνται για διάστρωση σκυροδέματος καθαριότητας.
- Κάθε είδους εργασίες, υλικά και εξοπλισμό για την ενσωμάτωση των Αλλαγών στο Έργο, όπως είναι η ακριβής οριζοντιογραφική και υψομετρική τοποθέτηση, οι συγκολλήσεις και λειάνσεις των σιδηροτροχιών, η ολοκληρωμένη κλίνη τροχιάς, η επένδυση των σιδηροτροχιών στην περιοχή συγκόλλησης με το προβλεπόμενο ελαστομερές υλικό, κ.λπ.

1.1.3 Ο Ανάδοχος θα προμηθεύσει και τοποθετήσει Αλλαγές και Διακλαδώσεις σύμφωνα με τις απαιτήσεις που ορίζονται στην Προδιαγραφή Μελετών και Επιδόσεων για Σιδηροδρομική Επιδομή.

**1.2 Παραπομπές**

Όλα τα υλικά και εξαρτήματα που θα παρασχεθούν από τον Ανάδοχο θα πρέπει να τυποποιούνται, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο Άρθρο 4 της Συγγραφής Υποχρεώσεων. Επιπλέον, εφαρμόζεται το επόμενο πρότυπο:

EN 14811                      Railway applications - Track - Special purpose rail - Grooved rails and associated construction profiles.

Ενδεικτικός κατάλογος κωδικών και προτύπων Αλλαγών/Διακλαδώσεων περιέχεται στην Προδιαγραφή Υλικών και Εργασιών T-02457 «Αλλαγές Κύριας Γραμμής - Συμμετρική (Vignole) Σιδηροτροχιά» του τεύχους.

### 1.3 Κριτήρια Μελέτης

- 1.3.1 Ο Ανάδοχος θα παράσχει έγγραφα αποδεικτικά στοιχεία με τα οποία θα αποδεικνύεται ότι ο προτεινόμενος σχεδιασμός των Αλλαγών/Διακλαδώσεων βασίζεται στην σύγχρονη τεχνολογία Σιδηροδρομικής Επιδομής, καθώς και ότι διαθέτει αποδεδειγμένα καλή λειτουργικότητα σε παρόμοιες συνθήκες λειτουργίας (αξονικό φορτίο, συχνότητα διελεύσεων, κ.λπ.) σε άλλα Δίκτυα Τραμ για χρονικό διάστημα όχι μικρότερο από πέντε χρόνια. Ο Ανάδοχος θα παράσχει στην ΑΜ πιστοποιητικά και βεβαιώσεις καλής εκτέλεσης από άλλα δίκτυα, προκειμένου να αποδείξει την συμμόρφωσή του με την απαίτηση αυτή.
- 1.3.2 Οι Αλλαγές θα έχουν τα παρακάτω βασικά χαρακτηριστικά:
- Ακτίνα της Διακλάδωσης, που είναι η ακτίνα του άξονα της καμπύλης τροχιάς της Αλλαγής/Διακλάδωσης, όπως ορίζεται στα εγχειρίδια σιδηροδρομικής τεχνολογίας, στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο αριθμό.
  - Γωνία καρδιάς, δηλαδή η γωνία "α" μεταξύ των αξόνων (ή των κεντρικών γραμμών) της ευθύγραμμης τροχιάς και της αποκλίνουσας τροχιάς.
  - Εύρος τροχιάς 1435mm
  - Όλες οι Διακλαδώσεις θα έχουν σχεδιασμό που θα επιτρέπει την υπέρβασή τους από πτέρνα, δίχως πρόκληση οποιασδήποτε βλάβης (trailable).
  - Σε τροχιά με κλίνη έρματος θα χρησιμοποιηθούν στρωτήρες από εγκεκριμένο τύπο σκληρής ξυλείας. Σε τροχίες χωρίς έρμα θα χρησιμοποιηθούν προεντεταμένοι φορείς από σκυρόδεμα ή άμεση στερέωση ή όποιος άλλος τύπος σχεδιασμού εγκριθεί από την ΑΜ.
- 1.3.3 Η μελέτη της Αλλαγής/Διακλάδωσης, που θα εκπονηθεί από τον Ανάδοχο, θα λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα:
- Γεωμετρικά στοιχεία τροχιάς,
  - Αρμοί σιδηροτροχιών με αμφιδέτες,
  - Χαρακτηριστικά τροχαίου υλικού,
  - Στοιχεία λειτουργίας,
  - Κινητά φορτία τροχιάς,
  - Χαρακτηριστικά μηχανισμού Αλλαγής,
  - Ηλεκτρική μόνωση τροχιάς,
  - Αποστράγγιση,
  - Απαιτήσεις Σηματοδότησης και Παροχής Ισχύος Έλξης,
  - Συμβατότητα με τα άλλα εξαρτήματα της Σιδηροδρομικής Επιδομής,
  - Αλληλεπίδραση με άλλα συστήματα.
- 1.3.4 Ο Ανάδοχος, κατά την εκπόνηση της μελέτης για Αλλαγές/Διακλαδώσεις, θα λάβει υπόψη του τις απαιτήσεις για υψηλή αξιοπιστία της Σιδηροδρομικής Επιδομής και χαμηλό κόστος συντήρησης τόσο για τη Σιδηροδρομική Επιδομή όσο και για το Τροχαίο Υλικό.
- 1.3.5 Οι σιδηροτροχίες θα εγκατασταθούν χωρίς επίκλιση.
- 1.3.6 Οι Αλλαγές ακτίνας 50m και 25m, οι οποίες τοποθετηθούν στο Αμαξοστάσιο, θα αποτελούνται από δυο τμήματα αντί τρία, δηλαδή το συναρμολογημένο σύστημα βελονών και το συναρμολογημένο Διασταυρούμενο Τμήμα. Το ενδιάμεσο τμήμα θα ενσωματωθεί στο Διασταυρούμενο Τμήμα, με σκοπό να αποφευχθεί η χρήση μικρών μηκών σιδηροτροχιάς.

## 1.4 Σύστημα βελονών Αλλαγών

### 1.4.1 Κέλυφος διάταξης βελόνων

Κάθε μισή διάταξη των βελόνων θα διαθέτει ένα μονομερές χαλύβδινο κέλυφος, το οποίο θα εξασφαλίζει τις λειτουργίες της αντιπροχιάς (stock rail), της επιφάνειας ολίσθησης της βελόνης, της βάσης στερέωσης του μηχανισμού βελόνων κ.λπ. Το κέλυφος θα είναι κατασκευασμένο από χάλυβα υψηλής αντοχής κατά EN 10025 (όριο εφελκυστικής αντοχής ~960MPa), αποτελώντας ένα συμπαγές κλειστό κουτί, εγκιβωτισμένο στο επιφανειακό τελείωμα, που προβλέπεται στο σχεδιασμό.

Τα στοιχεία στήριξης του φορτίου τροχών των οδικών οχημάτων θα είναι κατασκευασμένα από χάλυβα υψηλής αντοχής κατά EN 10025 (όριο εφελκυστικής αντοχής ~960MPa), ενώ τα υπόλοιπα στοιχεία θα αποτελούνται από χάλυβα κατηγορίας ανώτερης ή ισοδύναμης της κατηγορίας χάλυβα (με όριο εφελκυστικής αντοχής ~370MPa, κατά EN 10025). Τα φορτία θα μεταφέρονται κατά το δυνατόν περισσότερο μέσω των ίδιων μεταλλικών στοιχείων, αντί των κολλήσεων αυτών.

Το κέλυφος και η βάση θα είναι μηχανικά κατεργασμένα, ώστε να καλύπτουν όλες τις λειτουργίες των βελόνων και συγκεκριμένα, θα επιτρέπουν την αποτελεσματική αποστράγγιση των εσοχών των βελόνων, θα εσωκλείουν τις ράβδους ενεργοποίησης και ανίχνευσης, θα καθορίζουν το διαμέρισμα του μηχανισμού βελόνων και θα είναι συμβατά με τη διατομή των παρακείμενων σιδηροτροχιών.

Η αντιβελόνη θα είναι κατεργασμένη, ώστε να προστατεύει την αιχμή και τη λεπίδα της βελόνης. Όταν απαιτείται -κυρίως σε Διακλαδώσεις που αμφότεροι οι κλάδοι τους (κύριος και αποκλίνων) διασχίζονται με παρόμοια συχνότητα διελεύσεων- θα ενσωματώνονται επιπρόσθετα χαρακτηριστικά, προς πλήρη προστασία των βελόνων.

Επιπλέον, θα υλοποιηθεί διάταξη που θα αποτρέπει, σε κάθε περίπτωση, την ανύψωση της αιχμής της βελόνης.

Το κέλυφος των βελόνων θα περιλαμβάνει συνήθεις σιδηροτροχιές, που θα συγκολληθούν με τις παρακείμενες σιδηροτροχιές κύλισης, κατά τη συναρμολόγηση στο εργοτάξιο.

Ο σχεδιασμός της διάταξης των βελόνων δεν θα προβλέπει σύστημα θέρμανσής των βελόνων.

### 1.4.2 Βελόνες

Οι βελόνες θα είναι σχεδίασης εύκαμπτου τύπου, μηχανικά κατεργασμένες από χαλύβδινη ράβδο υψηλής αντοχής (όριο εφελκυστικής αντοχής ~960MPa) και τετραγωνικής διατομής 80mm x 80mm. Θα είναι ασφαλώς στερεωμένες στο κέλυφος, με τη χρήση σφηνών και αποστατών, με σκοπό την προσάρτησή τους επάνω στην επιφάνεια ολίσθησης, αλλά και την αποτροπή διαμήκου μετακίνησής τους, επιτρέποντας ταυτόχρονα την εύκολη αντικατάστασή τους.

Για να εξασφαλιστεί η βέλτιστη μετάβαση, το πέλμα της λεπίδας της βελόνης θα είναι πλάγια κομμένο σε γωνία 30° έως 45°, σε σχέση με τον κατακόρυφο άξονα.

Φύλλα μετάλλου με ανάγλυφη επιφάνεια, ελάχιστου πάχους 15mm, στερεωμένα με κοχλίες στο κέλυφος, θα δημιουργούν μία κλειστή επιφάνεια άνωθεν της μισής διάταξης του συστήματος βελόνων. Η επιφάνεια θα είναι σχεδιασμένη για οδικά αξονικά φορτία 12t και θα βρίσκεται 5mm κάτω από την Επιφάνεια Κύλισης Σιδηροτροχιών.

Το άνοιγμα στο έμπροσθεν άκρο της βελόνης σιδηροτροχιάς θα είναι συμβατό με τις απαιτήσεις για το μηχανισμό λειτουργίας του συστήματος βελόνων Αλλαγής.

Επιπλέον, η ελάχιστη δίοδος για την διέλευση του όνυχα του τροχού, μεταξύ της σταθερής σιδηροτροχιάς (αντιβελόνης) και μίας ανοιχτής βελόνης θα είναι τέτοια, ώστε η πίσω πλευρά του τροχού να μη χτυπά στη βελόνη. Στη μελέτη των Αλλαγών/Διακλαδώσεων θα τεκμηριώνεται η παραπάνω διατήρηση της λειτουργικότητας και η επιλογή της απαιτούμενης απόστασης για την δίοδο του όνυχα του τροχού.

Οι βελόνες θα είναι τύπου «εύκαμπτης πτέρνας».

Όλα τα εξαρτήματα του συστήματος βελονών των Αλλαγών θα είναι εφοδιασμένα με σήμανση αναγνώρισης, η οποία πρέπει να είναι ορατή όταν το σύστημα βελονών είναι συναρμολογημένο.

Κοχλίες, πείροι και άλλα μεταλλικά εξαρτήματα θα είναι γαλβανισμένα εν θερμώ, ενώ οι μηχανικά κατεργασμένες επιφάνειες των βελόνων και του κελύφους θα παρέχονται με επικάλυψη βαρέως τύπου για προστασία έναντι σκουριάς. Σφήνες και αποστάτες θα είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα.

## 1.5 Διασταυρούμενο Τμήμα (καρδιά)

1.5.1 Το Διασταυρούμενο Τμήμα των συμβατικών Διακλαδώσεων θα αποτελείται από χαλύβδινες διατομές (π.χ. τεμάχια 310C1), ορίου εφελκυστικής αντοχής ~960MPa, μηχανικά κατεργασμένες, και θα είναι συμβατό με τη γεωμετρία της Διακλάδωσης, εξασφαλίζοντας όλες τις απαιτήσεις προστασίας της αιχμής της καρδιάς. Στα άκρα της καρδιάς θα υπάρχουν, αυτογενώς συγκολλημένα τεμάχια συνήθους σιδηροτροχιάς, καθιστώντας δυνατή την περαιτέρω συγκόλληση συμβατικών σιδηροτροχιών κύλισης.

1.5.2 Για κάθε γεωμετρία Αλλαγής/Διακλάδωσης, ο Ανάδοχος θα υποβάλει μία ειδική μελέτη σχετικά με τη μετάβαση του τροχού στην περιοχή της καρδιάς, καθορίζοντας τις περιοχές έδρασης του όνυχα τροχών και την αντίστοιχη τοπική διαμόρφωση.

## 1.6 Αντιτροχιές ή Σιδηροτροχιές Ελέγχου

Η προστασία της αιχμής της καρδιάς θα επιτυγχάνεται με πλήρωση των αυλάκων, που ευρίσκονται στην άλλη πλευρά της τροχιάς, με κατάλληλο υλικό, ανθεκτικό σε φθορά.

Η προκύπτουσα -από την ανωτέρω διαμόρφωση- διάσταση ασφαλείας θα διατηρείται σταθερή για τουλάχιστον 3m μήκους, συμμετρικά με την αιχμή της καρδιάς. Στη συνέχεια, το πλάτος του αύλακα θα διευρύνεται βαθμιαία έως την τυπική διάστασή του.

## 1.7 Υποβολές

1.7.1 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει στην ΑΜ προς έγκριση λεπτομερείς μελέτες, λεπτομερή σχέδια και αποτελέσματα δοκιμών που πραγματοποίησε ο κατασκευαστής για όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα που θα πρέπει να ενσωματωθούν. Καμία κατασκευαστική δραστηριότητα δε θα αρχίσει αν η ΑΜ δεν έχει εγκρίνει τις μελέτες, το σχεδιασμό και τα αποτελέσματα των σχετικών δοκιμών.

1.7.2 Ο Ανάδοχος θα υποβάλλει τα λεπτομερή σχέδια του κατασκευαστή, προκειμένου να καταστεί δυνατή η συναρμολόγηση των Αλλαγών/Διακλαδώσεων και η μελλοντική παραγγελία ανταλλακτικών. Ο Ανάδοχος θα υποβάλει τουλάχιστον, γενική διάταξη των Αλλαγών, συμπεριλαμβανομένης της διάταξης των φορέων/στρωτήρων, σχέδια διάταξης και τομών του συστήματος βελόνων και των Διασταυρούμενων Τμημάτων.

- 1.7.3 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση στην ΑΜ όλες τις διαστάσεις των περιγραμμάτων, το εύρος και τις ανοχές όλων των εξαρτημάτων του συστήματος βελονών και Διασταυρούμενων Τμημάτων.
- 1.7.4 Ο δομικός σχεδιασμός του κελύφους θα υπόκειται σε συγκεκριμένους υπολογισμούς (π.χ. με χρήση της Μεθόδου Πεπερασμένων Στοιχείων), που θα υποβληθούν από τον Ανάδοχο προς έγκριση από την ΑΜ.

## 2 ΥΛΙΚΑ

Όλα τα υλικά και τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν για τη συναρμολόγηση Αλλαγής, θα είναι εγκεκριμένα και σύμφωνα με τις συμβατικές προδιαγραφές. Επίσης, δε θα παρουσιάζουν ζημιές, συσσώρευση σκόνης, χαλαρή σκουριά, φλοιό σκουριάς και χαλαρή αποφλοιώση πριν μεταφερθούν στο εργοτάξιο και την εγκατάσταση. Τα υλικά και τα στοιχεία που δεν πληρούν τις απαιτήσεις της παρούσας Προδιαγραφής θα απομακρύνονται από το εργοτάξιο και θα αντικαθίστανται από τον Ανάδοχο.

## 3 ΕΚΤΕΛΕΣΗ

### 3.1 Ποιοτικός Έλεγχος

Ο κατασκευαστής θα πρέπει να αποδείξει ότι διαθέτει κι εφαρμόζει κατάλληλο σύστημα ποιότητας στις εγκαταστάσεις του. Τα αποδεικτικά στοιχεία συμμόρφωσης με την απαίτηση αυτή, θα υποβληθούν στα πλαίσια του ΦΥΥ, και θα είναι κατ' ελάχιστον τα ακόλουθα έγγραφα:

- α) Πιστοποιητικό διαχείρισης ποιότητας κατά ISO 9001:2015.
- β) Πιστοποιητικά και βεβαιώσεις καλής εκτέλεσης από άλλα δίκτυα μετρό ή τραμ .
- γ) Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών της κατασκευής των Αλλαγών/Διακλαδώσεων.

### 3.2 Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών

- 3.2.1 Το Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών θα υποβληθεί προς έγκριση πριν την παραγωγή και θα αποτελέσει τη βάση για την παρακολούθησή της. Η μορφή του Προγράμματος Ελέγχων και Δοκιμών θα είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του Συστήματος Διαχείρισης Ποιότητας του εργοστασίου παραγωγής και της παρούσας Προδιαγραφής.
- 3.2.2 Το πρόγραμμα θα περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον τα τμήματα της παρούσας Προδιαγραφής που αφορούν μετρήσεις και ελέγχους, τα οποία θα συνοδεύονται από πιστοποιητικά συμμόρφωσης των εξαρτημάτων που ενσωματώνονται στις Αλλαγές.
- 3.2.3 Η ΑΜ θα ειδοποιηθεί από τον Ανάδοχο 90 ημέρες πριν τη διεξαγωγή των σχετικών επιθεωρήσεων/δοκιμών αποδοχής. Η ΑΜ διατηρεί το δικαίωμα να παραστεί σε οποιαδήποτε δοκιμή στις εγκαταστάσεις του κατασκευαστή και μπορεί να ζητήσει από αυτόν να αναστείλει τις κατασκευαστικές δραστηριότητές του μέχρι την ολοκλήρωση των δοκιμών στις οποίες θα παρίσταται. Ο κατασκευαστής δε θα αποστείλει τα υλικά έως την ολοκλήρωση των επιθεωρήσεων και υπογραφή της σχετικής τεκμηρίωσης από τους εκπροσώπους της ΑΜ. Οι Εργοστασιακές Δοκιμές των Αλλαγών τροχιάς θα περιλαμβάνουν και τον έλεγχο συμβατότητας με τον μηχανισμό Αλλαγής.
- 3.2.4 Μετά την επιθεώρηση θα εκδοθούν πιστοποιητικά επιθεώρησης που θα έχουν συμπληρωθεί από τον κατασκευαστή Αλλαγών και τα οποία θα πιστοποιούν ότι οι Αλλαγές/Διακλαδώσεις κατασκευάστηκαν σε συμφωνία με τα εγκεκριμένα σχέδια

διάταξης και ότι η κατασκευή των επιμέρους στοιχείων και εξαρτημάτων είναι σε πλήρη συμφωνία με τις απαιτήσεις που ορίζονται στα αντίστοιχα σχέδια και τις συμβατικές προδιαγραφές.

- 3.2.5 Το πιστοποιητικό επιθεώρησης Αλλαγών και Διακλαδώσεων τροχιάς θα περιλαμβάνει μετρήσεις και ανοχές που σχετίζονται με την γεωμετρία και το εύρος τροχιάς όλων των μερών, χώρων ή συσκευών (δηλαδή συστήματος βελόνων, καρδιάς και ενδιάμεσων τμημάτων).
- 3.2.6 Πέραν του ελέγχου της πιστοποίησης ποιότητας των εξαρτημάτων και λοιπών ελέγχων, που θα πραγματοποιήσει η ΑΜ στον τόπο κατασκευής των Αλλαγών, θα διεξαχθούν Εργοστασιακές Δοκιμές Αποδοχής γεωμετρίας σε όλες τις ενότητες των Αλλαγών, πλήρως συναρμολογημένων επί των φορέων τους (ή των προσωρινών φορέων τους, κατά περίπτωση) με τις σιδηροτροχιές στερεωμένες, ευθυγραμμισμένες και ισοσταθμισμένες. Ειδικότερα, θα πραγματοποιηθούν, κατ' ελάχιστον, οι ακόλουθες μετρήσεις/δοκιμές:
- Α. Όλες οι ανοχές της συνολικής διάταξης και των επί μέρους τμημάτων θα πρέπει να ευρίσκονται εντός του εγκεκριμένου πεδίου ανοχών του κατασκευαστή.
  - Β. Η βελόνη και η αντιβελόνη πρέπει να εφαρμόζουν ομοιόμορφα σε όλες τις πλάκες ολίσθησης.
  - Γ. Η βελόνη στην κλειστή της θέση πρέπει να στηρίζεται επί όλων των αποστατών.
  - Δ. Τα εμπρόσθια άκρα του συστήματος βελονών να είναι κάθετα (στον άξονα τροχιάς).
  - Ε. Το Διασταυρούμενο Τμήμα (Καρδιά Αλλαγής) να εφαρμόζει ομοιόμορφα πάνω σε όλες τις πλάκες έδρασης.
  - ΣΤ. Το τυπικό εύρος τροχιάς και η αύξησή του να τηρηθεί σύμφωνα με τα εγκεκριμένα σχέδια με ανοχές +2mm/-1mm.

### 3.3 Σήμανση

- 3.3.1 Τα εξαρτήματα των Αλλαγών και Διακλαδώσεων θα φέρουν τουλάχιστον προσδιοριστική σήμανση και σήμανση συναρμολόγησης.
- 3.3.2 Η προσδιοριστική σήμανση θα είναι μόνιμη, θα φέρεται τουλάχιστον στα εξαρτήματα του συστήματος βελονών και θα είναι ορατή αφού τοποθετηθεί η Αλλαγή. Στη σήμανση αυτή θα προσδιορίζεται τουλάχιστον ο τύπος της Αλλαγής και οι σχετικοί κωδικοί ιχνηλασιμότητας.
- 3.3.3 Η σήμανση συναρμολόγησης θα περιλαμβάνει τουλάχιστον:
- α) αρίθμηση των σιδηροτροχιών σύνδεσης,
  - β) αρίθμηση των στρωτήρων (ή των συνδετήριων ράβδων), σύμφωνα με το σχέδιο διάταξης,
  - γ) ένδειξη της πλευράς στερέωσης του στρωτήρα (με κατεύθυνση το εμπρόσθιο άκρο ή την πτέρνα),
  - δ) ένδειξη της θέσης των στρωτήρων/συστήματος στερέωσης, σε σχέση με τις σιδηροτροχιές.
- 3.3.4 Όλα τα εξαρτήματα θα φέρουν κατάλληλη σήμανση προκειμένου να διευκολυνθεί η συναρμολόγηση των Αλλαγών/Διακλαδώσεων χωρίς σφάλματα στο Εργοτάξιο και κατά την μελλοντική συντήρησή τους. Τα εξαρτήματα θα φέρουν σήμανση σύμφωνα με τις προτάσεις του κατασκευαστή, τα ισχύοντα πρότυπα και τις σχετικές εγκρίσεις της ΑΜ.



### **3.4 Συσσκευασία, χειρισμός και αποθήκευση**

- 3.4.1 Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση στην ΑΜ λεπτομέρειες των προτεινόμενων μεθόδων για συσκευασία, χειρισμό και αποθήκευση όλων των υλικών και εξαρτημάτων, τουλάχιστον ένα μήνα πριν την προβλεπόμενη ημερομηνία παράδοσής τους στο Εργοτάξιο.
- 3.4.2 Τα υλικά και τα εξαρτήματα θα συσκευασθούν, μεταχειριστούν και αποθηκευθούν σύμφωνα με τις προτάσεις και οδηγίες του κατασκευαστή.
- 3.4.3 Όλα τα υλικά και τα στοιχεία που παρουσιάζουν δείγματα απaráδεκτης ζημιάς ή φθοράς εξαιτίας ακατάλληλης συσκευασίας, μεταχείρισης ή αποθήκευσης, θα απομακρυνθούν και θα αντικατασταθούν με καινούρια.

**T-02462 ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ ("ΚΑΡΔΙΑ") ΑΛΛΑΓΗΣ ΑΠΟ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥΧΟ ΧΥΤΟΧΑΛΥΒΑ**

**1. ΓΕΝΙΚΑ**

**1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

1.1.1 Η παρούσα Προδιαγραφή περιγράφει Διασταυρούμενα Τμήματα ("καρδιές") προς συγκόλληση σε απλές περλιτικές σιδηροτροχιές. Οι εν λόγω καρδιές είναι μελετημένες ως μονομερή Διασταυρούμενα Τμήματα, δηλ. όλα τα εξαρτήματά τους (π.χ. οι αιχμές (V) καρδιάς των Αλλαγών, τα πτερύγια, τα ακραία τμήματα κ.λπ. έως τους αρμούς στην απλή σιδηροτροχιά) είναι έγχυτα σε ένα τεμάχιο. Οι καρδιές πρέπει επίσης να μπορούν να συγκολληθούν. Συνεπώς, τα ακραία τμήματα πρέπει να καταλήγουν σε μήκος περλιτικής σιδηροτροχιάς, που θα έχει συγκολληθεί βάσει αποδεκτής βιομηχανικά διαδικασίας, καθιστώντας με τον τρόπο αυτό δυνατή τη συγκόλληση του Διασταυρούμενου Τμήματος στην απλή σιδηροτροχιά.

1.1.2 Ο Ανάδοχος πρέπει να υποβάλει λεπτομέρειες προς έγκριση στην ΑΜ, προκειμένου να εξασφαλίσει τη στατική επάρκεια, τη μακρά διάρκεια ζωής και τη λειτουργικότητα του Διασταυρούμενου Τμήματος προς εγκατάσταση στην επιδομή του τραμ.

**1.2 ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ**

1.2.1 Θα ισχύουν τα ακόλουθα πρότυπα:

EN 13232-6+A1 Railway applications - Track - Switches and crossings - Fixed common and obtuse crossings.

UIC Code 866 Technical specification for the supply of cast manganese steel crossings for switch and crossing work.

1.2.2 Ανοχές ως προς τις διαστάσεις (κατά EN 13232-6, οι ανοχές ευθύτητας δεν είναι προσθετικές):

<b>Διάσταση</b>	<b>Ανοχές [mm]</b>
Επιπεδότητα στο άνω μέρος (κοίλο)	+0/-1
Κατακόρυφη τετραγωνικότητα στα έγχυτα άκρα των ποδιών μετρηθέντα 35mm εκατέρωθεν του άξονα του τμήματος	+0,5/-0,5
Οριζόντια τετραγωνικότητα στα έγχυτα άκρα των ποδιών	+0/-1
Ίχνος στα άκρα των ποδιών	+0/-1
Χάραξη ευθύγραμμης εσωτερικής παρειάς σιδηροτροχιάς σε κάτοψη κατά μήκος του Διασταυρούμενου Τμήματος (κοίλο)	+0/-1
Χάραξη καμπύλης εσωτερικής παρειάς σιδηροτροχιάς σε κάτοψη κατά μήκος του Διασταυρούμενου Τμήματος. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να προκαλείται αναστροφή της καμπύλης	+1,5
Συνολικό μήκος μονάδας	±3
Απόσταση μεταξύ του άκρου ποδιού και της αιχμής της καρδιάς (nose)	±2
Ελεύθερη απόσταση διάκενου διέλευσης ονύχων τροχών	+2/-0
Είσοδος/έξοδος αντελάσματος σιδηροτροχιάς (περυγίου)	+2/-0
Ύψος Διασταυρούμενου Τμήματος	±1
Βάθος επιφάνειας κύλισης σιδηροτροχιάς	±3
Πλάτος επιφάνειας κύλισης σιδηροτροχιάς μεταξύ εσωτερικών παρειών κύλισης	+2/-0
Πλάτος/βάθος πέλματος Διασταυρούμενου Τμήματος	+1/-2

## 2. ΥΛΙΚΑ

### 2.1 Γενικά

- 2.1.1 Οι Καρδιές των Αλλαγών θα κατασκευασθούν σε ηλεκτρική κάμινο τόξου, βάσει των προδιαγραφών που περιλαμβάνονται στον Κώδικα UIC 866, σχετικά με την προμήθεια Διασταυρούμενων Τμημάτων από χυτό μαγγανιούχο χάλυβα για συστήματα βελονών και Διασταυρούμενων Τμημάτων.
- 2.1.2 Τα χημικά συστατικά κάθε καρδιάς που καλύπτονται από την παρούσα προδιαγραφή θα βρίσκονται εντός των ακόλουθων ορίων:

Συστατικό	Βάρος %
Άνθρακας	0,95/1,3
Πυρίτιο	0,65 κατά μέγιστο
Μαγγάνιο	*11,5/14,0
Φώσφορος	0,050 κατά μέγιστο
Θείο	0,030 κατά μέγιστο
Νικέλιο	1,75 κατά μέγιστο
Μολυβδένιο	0,75 κατά μέγιστο
Χρώμιο	0,50 κατά μέγιστο
Χαλκός	0,30 κατά μέγιστο
Αλουμίνιο	0,045 κατά μέγιστο

\* Η περιεκτικότητα σε Μαγγάνιο δε θα είναι μικρότερη από το 10πλάσιο της περιεκτικότητας σε άνθρακα.

Δε θα προστίθενται κράματα άλλων συστατικών. Το συνολικό ποσοστό μη προδιαγραφόμενων συστατικών δεν θα υπερβαίνει το 1%.

- 2.1.3 Μια κατάλληλη μελέτη και σχετική τεκμηρίωση, για την αξιολόγηση της ανθεκτικότητας της καρδιάς σε επαναλαμβανόμενες φορτίσεις (μελέτη κόπωσης), θα υποβληθεί στην ΑΜ. Σύμφωνα με αυτή τη μελέτη, θα επιτυγχάνεται θεωρητική διάρκεια ζωής με μικτό βάρος κυκλοφορίας 500 εκατομμυρίων τόνων χωρίς αστοχία της καρδιάς, λόγω καταπόνησης. Τούτο θα τεκμηριώνεται με τη χρήση ευρέως χρησιμοποιούμενων πακέτων λογισμικού για δυναμική ανάλυση σιδηροδρομικών οχημάτων και ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων (όπως π.χ. ADAMS Rail/Medyna<sup>®</sup>, GENSY<sup>®</sup>, NUCARS<sup>®</sup>, SIMPACK<sup>®</sup>, Vampire<sup>®</sup>, κ.λπ.) και με υποβολή πιστοποιητικών καλής λειτουργίας από παρόμοια δίκτυα Τραμ.
- 2.1.4 Δύναται να προταθεί εναλλακτική σύνθεση από την προαναφερόμενη στην Παράγραφο 2.1.2. Η οποιαδήποτε εναλλακτική πρόταση στην ΑΜ πρέπει να συνοδεύεται από αντίστοιχη τεκμηρίωση.

## 3. ΕΚΤΕΛΕΣΗ

### 3.1 Κατασκευή

- 3.1.1 Οι εγκαταστάσεις του κατασκευαστή πρέπει να είναι ικανές να ανταποκριθούν αφενός στις απαιτήσεις του Κώδικα UIC 866 και αφετέρου στις προγραμματισμένες ημερομηνίες παράδοσης στην ΑΜ.
- 3.1.2 Θα υποβληθεί Πρόγραμμα Ελέγχων και Δοκιμών, των χυτών μαγγανιούχων χαλύβδινων Διασταυρούμενων Τμημάτων, το οποίο πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις των προαναφερόμενων προτύπων και των προδιαγραφών της ΑΜ. Θα υποβάλλονται συνοδευτικά στοιχεία σχετικά με:
- Οπτική επιθεώρηση και διαστασιολογικό έλεγχο,
  - Ραδιογραφικό έλεγχο (όταν είναι εφικτός),

- Έλεγχο επιφανειακών ατελειών και ρωγμών με διεισδυτικά υγρά,
- Μεταλλογραφικό έλεγχο στην περιοχή του διακένου διέλευσης ονύχων τροχών,
- Επιβεβαίωση της επάρκειας της συγκόλλησης των άκρων (ποδιών) της καρδιάς, με έλεγχο της θερμικά επηρεαζόμενης ζώνης.

### 3.2 Εγκατάσταση και Συντήρηση

Ο κατασκευαστής πρέπει να υποβάλλει επαρκή τεκμηρίωση προκειμένου να εξασφαλισθεί ο σωστός χειρισμός, αποθήκευση και συντήρηση των Διασταυρούμενων Τμημάτων. Κάθε καρδιά θα συνοδεύεται από έναν μοναδικό αριθμό αναφοράς.

## T-02464 ΣΥΛΛΟΓΗ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΔΙΑΦΥΓΗΣ

### 1 ΓΕΝΙΚΑ

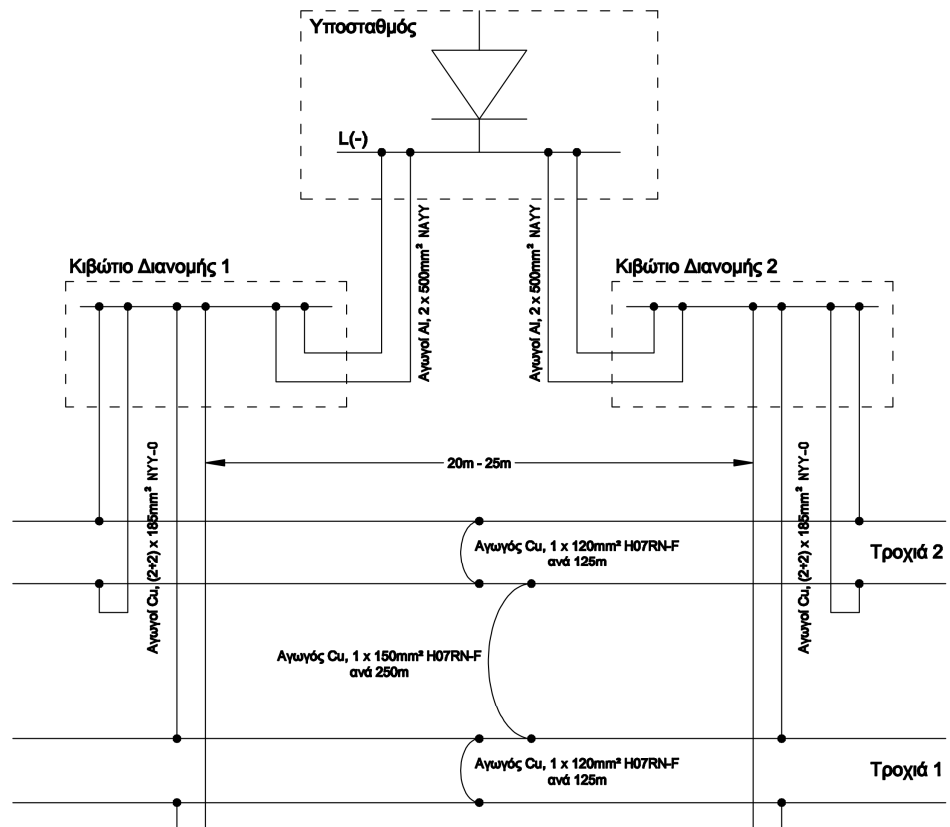
- 1.1 Τα συστήματα ελαφρών τροchioδρόμων (τραμ), που λειτουργούν με τάση 750V DC, χρησιμοποιούν τους τροχούς των οχημάτων και τις σιδηροτροχιές ως αγωγό επιστροφής του συνεχούς ρεύματος, προς τους ανορθωτές των υποσταθμών έλξης. Οι σιδηροτροχιές είναι ηλεκτρικά μονωμένες από την πλάκα σκυροδέματος, πάνω στην οποία εδράζονται.
- 1.2 Σε ένα σύστημα, που είναι εκτεθειμένο στα καιρικά φαινόμενα και στη ρύπανση και διαθέτει εγκιβωτισμένες σιδηροτροχιές (όπως αυτό του τραμ), είναι πρακτικά αδύνατον να αποτραπεί η διαρροή ρεύματος από τις σιδηροτροχιές προς τη γη, ιδιαίτερα όταν ο καιρός έχει υψηλά επίπεδα υγρασίας. Αποτέλεσμα είναι η δημιουργία “ρευμάτων διαφυγής” (stray currents), τα οποία προκαλούν διάβρωση των μεταλλικών στοιχείων των εγκαταστάσεων του τραμ και άλλων μεταλλικών φορέων στην εγγύτερη περιοχή του τροchioδρόμου. Επιπλέον, είναι πιθανή και η εμφάνιση δυσλειτουργιών στις τηλεπικοινωνίες. Κατά συνέπεια είναι αναγκαίο να ληφθούν όλα τα μέτρα που θα περιορίσουν τα ρεύματα διαφυγής στο ελάχιστο και θα αμβλύνουν, κατά το δυνατόν, τις επιβλαβείς επιπτώσεις που αυτά προκαλούν.

### 2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΝΕΧΕΙΑ ΤΩΝ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΩΝ

- 2.1 Συνήθης κι αποτελεσματικός τρόπος περιορισμού των ρευμάτων διαφυγής είναι η καλή συγκόλληση και οι ηλεκτρικές γεφυρώσεις στις σιδηροτροχιές, ώστε να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη επιστροφή του ρεύματος έλξης προς τους ανορθωτές των υποσταθμών, με τη μικρότερη δυνατή ηλεκτρική αντίσταση. Ηλεκτρικές γεφυρώσεις θα εγκατασταθούν παντού όπου διακόπτεται η συνέχεια των σιδηροτροχιών, όπως Αλλαγές, Διακλαδώσεις, διαστολικοί σύνδεσμοι κ.λπ.
- 2.2 Οι γεφυρώσεις θα γίνονται -και από τις δύο πλευρές των σιδηροτροχιών- με καλώδιο χαλκού, διατομής 185mm<sup>2</sup>, τύπου H07RN-F, που θα συμμορφώνεται με τα ακόλουθα πρότυπα:
- EN 50525-2-21
  - HD 22.4
  - HD 516
  - IEC 60245-44 type 66
  - EN 50575, Cat E<sub>ca</sub>
- 2.3 Ηλεκτρικές γεφυρώσεις των δύο σιδηροτροχιών της ίδιας κατεύθυνσης (rail-to-rail bond) θα γίνονται κάθε 125m, με χρήση καλωδίων χαλκού διατομής 120mm<sup>2</sup>, τύπου H07RN-F. Μεταξύ των σιδηροτροχιών των αντιθέτων κατευθύνσεων (σε περιοχές όπου οι δύο τροχιές οδεύουν παράλληλα), θα γίνεται επίσης γεφύρωση (track-to-track bond) κάθε 250m, με χρήση καλωδίων χαλκού ίδιου τύπου, αλλά διατομής 150mm<sup>2</sup>.
- 2.4 Όλες οι συγκολλήσεις, πάνω στις σιδηροτροχιές, θα γίνονται με αλουμινοθερμική συγκόλληση, με χρήση κεραμικών καλουπιών τήξης κόνεως συγκόλλησης.
- 2.5 Με αυτές τις γεφυρώσεις μειώνεται στο ελάχιστο η σύνθετη αντίσταση, που παρουσιάζουν οι σιδηροτροχιές, στην επιστροφή του ρεύματος έλξης από τα οχήματα, προς τους ανορθωτές των υποσταθμών έλξης.

### 3 ΚΥΚΛΩΜΑ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥΣ ΕΛΞΗΣ

- 3.1 Το ρεύμα επιστροφής θα οδεύει στον αρνητικό πόλο των υποσταθμών έλξης μέσα από τουλάχιστον δύο συνδέσεις επιστροφής, διαχωρισμένες μεταξύ τους και διατεταγμένες, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα. Οι οδεύσεις των δύο διακριτών συνδέσεων επιστροφής θα απέχουν μεταξύ τους τουλάχιστον 20m, ώστε σε περίπτωση ατυχηματικής διακοπής της μίας όδευσης, να παραμείνει σε λειτουργία η άλλη όδευση.
- 3.2 Τα καλώδια επιστροφής θα είναι αλουμινίου, τύπου NAYY, διατομής  $1 \times 500 \text{mm}^2$ , σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60502-1. Θα έχουν το ελάχιστο δυνατό μήκος και θα συνδέουν τον υποσταθμό με τα δύο κιβώτια διανομής, που θα είναι τοποθετημένα δίπλα στις τροχιές.
- 3.3 Για τη σύνδεση της μπάρας του κιβωτίου διανομής με τις σιδηροτροχιές, θα χρησιμοποιηθούν καλώδια χαλκού, διατομής  $1 \times 185 \text{mm}^2$ , τύπου CU/XLPE/PVC-0.6/1kV (πρώην NYG-O), βάσει των προτύπων IEC 60332-1 & IEC 60502, όπως παρουσιάζεται στο σχήμα.
- 3.4 Σε κάθε σιδηροτροχιά θα υπάρχει συνδεδεμένο κι ένα καλώδιο τύπου CU/XLPE/PVC-0.6/1kV (πρώην NYG-O), διατομής  $1 \times 185 \text{mm}^2$  (δηλ. δύο καλώδια για κάθε τροχιά), ενώ για κάθε δύο καλώδια του παραπάνω τύπου θα αντιστοιχεί ένα καλώδιο NAYY, βάσει του προτύπου IEC60502-1, διατομής  $1 \times 500 \text{mm}^2$ , που θα συνδέει το κιβώτιο διανομής με τον υποσταθμό.



*Επιστροφή του ρεύματος έλξης από τις τροχιές στον υποσταθμό*

#### 4 ΜΟΝΩΣΗ ΤΩΝ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΩΝ

- 4.1 Για την περίπτωση της τροχιάς σε σκυρόδεμα με ενθυλακωμένες σιδηροτροχιές, τα μέτρα που λαμβάνονται, για την καλή μόνωση των σιδηροτροχιών και επομένως την ελαχιστοποίηση των ρευμάτων διαφυγής, είναι:
- Τοποθέτηση των σιδηροτροχιών μέσα σε μονωτική κλίνη ρητίνης.
  - Τοποθέτηση μονωτικών μεμβρανών, ανάμεσα στην βάση των σιδηροτροχιών και τις φέρουσες κατασκευές (γέφυρες, τεχνικά έργα, πλάκες από σκυρόδεμα).
- 4.2 Η σωστή και έντεχνη εφαρμογή αυτών των δύο μέτρων επιτυγχάνει επίπεδα μόνωσης κάτω από το όριο των 2,5S/km (πρότυπο EN 50122-2 για τροχιά κλειστής τοποθέτησης). Εξάλλου, το πρότυπο EN 50122-1 απαγορεύει την απευθείας σύνδεση του κυκλώματος επιστροφής με το σύστημα γείωσης, ώστε να ελαχιστοποιούνται τα ρεύματα διαφυγής.

#### 5 ΠΛΕΓΜΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΔΙΑΦΥΓΗΣ

- 5.1 Επειδή, παρά τα δύο παραπάνω μέτρα, πάλι είναι αναπόφευκτη η διαφυγή ρευμάτων, ιδιαίτερα λόγω υγρασίας, θα κατασκευασθεί, καθ' όλο το μήκος της τροχιάς σε σκυρόδεμα, ένα χαλύβδινο πλέγμα συλλογής ρευμάτων διαφυγής..
- 5.2 Το πλέγμα αυτό θα δημιουργηθεί από χαλύβδινες ράβδους, κατηγορίας χάλυβα S235, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 10025, ξεχωριστές και ηλεκτρικά μονωμένες από τον χαλύβδινο οπλισμό της πλάκας τροχιάς. Οι ράβδοι του πλέγματος θα ηλεκτροκολληθούν επιμελώς μεταξύ τους. Οι διαδοχικές διαμήκειες ράβδοι θα ηλεκτροκολληθούν σε όλο το μήκος της επικάλυψής τους, μήκους τουλάχιστον 100mm, η δε επιφάνεια κάθε συγκόλλησης θα είναι τουλάχιστον ίση με τη διατομή της ράβδου ώστε να εξασφαλισθεί άριστη αγωγιμότητα.
- 5.3 Το πλέγμα συλλογής θα αποτελείται από τόσες διαμήκειες ράβδους ώστε να προκύψει ολική διατομή σιδήρου τουλάχιστον 2x400mm<sup>2</sup> ανά τροχιά ή 4x400mm<sup>2</sup> για γραμμή διπλής τροχιάς, σύμφωνα με τις προδιαγραφές VDV Recommendations 501/1 "*Reduction of the corrosion danger due to stray currents in tunnels of DC traction systems with return current via running rails – Provision and bases for calculation*".
- 5.4 Στα άκρα κάθε πλάκας σκυροδέματος, όλες οι διαμήκειες ράβδοι του πλέγματος συλλογής ρευμάτων διαφυγής, θα ηλεκτροκολληθούν με δύο, ίδιας διατομής, εγκάρσιες ράβδους ανά άκρο, η δε επιφάνεια κάθε συγκόλλησης θα είναι τουλάχιστον ίση με τη διατομή της ράβδου. Έτσι, θα δημιουργηθεί ένα, χαμηλής διαμήκους αντίστασης, ενιαίο ισοδυναμικό πλέγμα συλλογής μεγάλου μέρους των ρευμάτων διαφυγής, προσφέροντάς τους οδό μεταφοράς μέσα από αυτό, με αποτέλεσμα να μειώνεται το μέγεθος των ρευμάτων που διαφεύγουν προς τη γη και τις γειτονικές κατασκευές.
- 5.5 Οι πλάκες τροχιάς από σκυρόδεμα θα είναι σε προκατασκευασμένα τεμάχια, μήκους 6m έως 18m περίπου και θα έχουν μεταξύ τους διάκενο έως 20mm. Συνεπώς, αντίστοιχου μήκους θα είναι και τα ισοδυναμικά πλέγματα που σχηματίζονται.
- 5.6 Οι δύο εγκάρσιες ράβδοι του πλέγματος, σε κάθε άκρο της πλάκας, θα συγκολλούνται στο άκρο τους με χαλύβδινη λάμα διατομής 4mm x 140mm. Η συγκόλληση αυτή θα γίνεται μετά την κατασκευή της πλάκας και για το σκοπό αυτό θα προβλέπεται κατάλληλου μεγέθους εσοχή, κοντά σε κάθε άκρο της μιας πλευράς της πλάκας. Το άκρο της παραπάνω χαλύβδινης λάμας θα φέρει στο μέσο του οπή διαμέτρου 12mm. Η διασύνδεση των πλεγμάτων δύο διαδοχικών πλακών θα γίνεται μέσω γυμνού, εύκαμπτου, χάλκινου (Cu) καλωδίου, διατομής 95mm<sup>2</sup>, που θα φέρει κατάλληλους διμεταλλικούς ακροδέκτες, ώστε να συνδεθεί στις δύο γειτονικές χαλύβδινες λάμες.

- 5.7 Κάθε 70m περίπου, η χαλύβδινη γαλβανισμένη λάμα θα συνδέεται, όχι μόνο με τη γειτονική της λάμα, αλλά -με τη βοήθεια πέδιλου, κοχλία και περικόχλιου- και με μονωμένο, χάλκινο αγωγό, διατομής 95mm<sup>2</sup>, ο οποίος οδεύει κατά μήκος της τροχιάς και καταλήγει σε φρεάτιο επίσκεψης και μέτρησης, εσωτερικών διαστάσεων 0,35m x 0,50m x 0,50m (με πάχος τοιχώματος 0,10m). Μέσα στο φρεάτιο αυτό, οι χάλκινοι αγωγοί από τις γαλβανισμένες λάμες/αναμονές συνδέονται μεταξύ τους με πέδιλα, κοχλίες, περικόχλια και ροδέλες, με τρόπο ώστε να μπορούν εύκολα να αποσυνδεθούν, προκειμένου να γίνουν μετρήσεις αντιστάσεων και δυναμικών.
- 5.8 Είναι πολύ σημαντικό να επιτευχθεί καλή ηλεκτρική μόνωση ανάμεσα στην πλάκα τροχιάς -που περιέχει το πλέγμα συλλογής των ρευμάτων διαφυγής- και τα άλλα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος (π.χ. γέφυρες, τοιχία κ.λπ.), που αποτελούν την βάση όπου εδράζεται η γραμμή του τραμ. Κανένα τμήμα οπλισμού, από τα άλλα δομικά στοιχεία, δε θα εισχωρεί μέσα στη μάζα της πλάκας τροχιάς. Τα υποκείμενα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος θα διαχωρίζονται από το σκυρόδεμα της πλάκας βάσης με κατάλληλη μονωτική μεμβράνη, ηλεκτρικής αντίστασης >10<sup>10</sup>Ω κατά IEC 60243, και ικανής μηχανικής αντοχής. Η μεμβράνη αυτή θα στερεωθεί κατάλληλα, ώστε να παραμείνει στη θέση της κατά την διάστρωση του σκυροδέματος της πλάκας τροχιάς. Οι επιβλέποντες της ΑΜ θα επιθεωρήσουν τη μεμβράνη και τη στερέωσή της πριν από τη διάστρωση του σκυροδέματος κάθε πλάκας.

## 6 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΠΟΥ ΚΙΝΔΥΝΕΥΟΥΝ ΑΠΟ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Ο Ανάδοχος είναι υπεύθυνος να εντοπίσει, αναγνωρίσει και αξιολογήσει όλες τις εγκαταστάσεις και τα δίκτυα του τραμ και των Οργανισμών Κοινής Ωφέλειας (ΟΚΩ), που είναι εκτεθειμένες σε κίνδυνο διάβρωσης από τα ρεύματα διαφυγής. Θα εξεταστούν οι παρακάτω καταστάσεις:

### α) Αξιολόγηση κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα

Ο Ανάδοχος θα αξιολογήσει την ανάγκη ειδικής προστασίας από τα ρεύματα διαφυγής στις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η αξιολόγηση θα περιλαμβάνει τις φέρουσες κατασκευές της τροχιάς και αυτές που είναι κοντά σε αυτήν.

### β) Αξιολόγηση μεταλλικών κατασκευών

Ο Ανάδοχος θα αξιολογήσει την ανάγκη ειδικής προστασίας από τα ρεύματα διαφυγής στις μεταλλικές κατασκευές. Η κατάσταση θα περιλαμβάνει τις φέρουσες κατασκευές της τροχιάς και αυτές που είναι κοντά σε αυτήν.

### γ) Αξιολόγηση μεταλλικών δικτύων και κατασκευών, που είναι θαμμένες στο έδαφος

Ο Ανάδοχος θα αξιολογήσει την ανάγκη ειδικής προστασίας από τα ρεύματα διαφυγής στις μεταλλικές κατασκευές, που είναι θαμμένες στο έδαφος. Ο Ανάδοχος πρέπει να εντοπίσει και εξετάσει τουλάχιστον τα εξής συστήματα:

- Δίκτυα φυσικού αερίου,
- Δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης,
- Υπόγειες δεξαμενές υγρών κι αερίων καυσίμων, παρακείμενων πρατηρίων τροφοδοσίας οχημάτων
- Ηλεκτρικά δίκτυα και δίκτυα τηλεπικοινωνιών.

## 7 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΚΘΕΣΕΙΣ

- 7.1 Ο Ανάδοχος θα συντάξει έκθεση, προς την ΑΜ, όπου θα αναγράφει τις τιμές μόνωσης, που επιτυγχάνονται εντός του κυκλώματος επιστροφής, δηλαδή ανάμεσα στις σιδηροτροχιές, το πλέγμα συλλογής των ρευμάτων διαφυγής και τη γη. Η έκθεση αυτή θα τεκμηριώνει την αποτελεσματικότητα της προστασίας, που παρέχει το



σύστημα συλλογής ρευμάτων διαφυγής, στις εγκαταστάσεις και το δίκτυο του τραμ. Η έκθεση θα συνταχθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πρότυπου EN 50122.

- 7.2 Επιπλέον, ο Ανάδοχος θα συντάξει έκθεση, προς την ΑΜ, όπου θα περιέχει τις τιμές της ηλεκτρικής αντίστασης του διαμήκους πλέγματος κάθε πλάκας τροχιάς. Σε περίπτωση που οι μετρήσεις δείξουν ότι κάποια πλάκα τροχιάς έχει διαμήκη ηλεκτρική αντίσταση μεγαλύτερη από την τιμή των ισοδύναμων διατομών  $2 \times 400 \text{mm}^2$  ή  $4 \times 400 \text{mm}^2$  σιδήρου, κατά περίπτωση, τότε ο Ανάδοχος -χωρίς πρόσθετη αποζημίωση- θα γεφυρώσει αυτήν την πλάκα, στην αρχή και το τέλος της, με μονωμένο αγωγό χαλκού διατομής  $95 \text{mm}^2$ , ο οποίος θα οδεύει μέσα σε σωλήνα, ανάμεσα στα δύο φρεάτια.
- 7.3 Ο Ανάδοχος θα αναγράψει τα δυναμικά ανόδων, που μετρήθηκαν στις εγκαταστάσεις και το δίκτυο του τραμ, αλλά και των άλλων παρακείμενων εγκαταστάσεων, που αναφέρονται παραπάνω.
- 7.4 Σε περίπτωση παραβίασης των αναμενόμενων τιμών δυναμικού των ανόδων, ο Ανάδοχος θα υποδείξει λύσεις πιθανών συνδέσεων διατάξεων στις εγκαταστάσεις και το δίκτυο του τραμ, περιλαμβανομένης και της σύνδεσης αγωγού απαγωγής και κατάλληλης ανόδου, για την επαναφορά του δυναμικού ανόδων στις βέλτιστες τιμές, για το δίκτυο του τροχιοδρόμου και τις γεινιάζουσες εγκαταστάσεις.

## 8 ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

EN 50121	Railway applications - Electromagnetic compatibility.
EN 50122-1	Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 1: Protective provisions against electric shock.
EN 50122-2	Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 2: Provisions against the effects of stray currents caused by D.C. traction systems
EN 50162	Protection against corrosion by stray current from direct current systems.
IEC 60243	Electric strength of insulating materials.
ΕΛΟΤ EN 10025	Προϊόντα θερμής έλασης για χάλυβες κατασκευών.

## T-02465 ΤΡΟΧΙΑ ΣΕ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

### 1 ΓΕΝΙΚΑ

#### 1.1 Περιγραφή Εργασίας

- 1.1.1 Το παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνει προδιαγραφές για την κατασκευή τροχιάς σε σκυρόδεμα, που αποτελείται από σύστημα τροχιάς με πλήρη ελαστική ενθυλάκωση των σιδηροτροχιών, εγκιβωτισμένες σε απλές ή πλωτές πλάκες από σκυρόδεμα. Οι αρχές και τα κριτήρια που παρατίθεται σε αυτές τις προδιαγραφές εργασιών εφαρμόζονται σε διαφορετικούς τύπους σχεδιασμού τροχιάς ή διαφορετικές μεθοδολογίες κατασκευής και επιφανειακής επικάλυψης. Οι αρχές αυτές θα πρέπει να αναλυθούν από τον Ανάδοχο κατά την προετοιμασία των μεθόδων εργασίας και του Σχεδίου Ελέγχου Ποιότητας.
- 1.1.2 Στις τροχιές σε σκυρόδεμα οι Αλλαγές και οι Διακλαδώσεις έχουν πλήρη ελαστική ενθυλάκωση και είναι εγκιβωτισμένες επίσης σε απλές ή πλωτές πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος.
- 1.1.3 Το ελαστικό περίβλημα που εφαρμόζεται γύρω από τη σιδηροτροχιά, και σε όλο το μήκος της, θα πρέπει να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις της Προδιαγραφής Μελετών κι Επιδόσεων Σιδηροδρομικής Επιδομής. Η επιλογή του ελαστομερούς υλικού ενθυλάκωσης σιδηροτροχιάς επιβάλλεται από την ανάγκη περιορισμού των δονήσεων εντός των αποδεκτών περιβαλλοντικών ορίων και από την ανάγκη ηλεκτρική μόνωσης των σιδηροτροχιών ως προς τη γη.
- 1.1.4 Ο Ανάδοχος θα μελετήσει και θα κατασκευάσει τις τροχιές σε σκυρόδεμα σύμφωνα με τις απαιτήσεις που καθορίζονται στην Προδιαγραφή Μελετών και Επιδόσεων Σιδηροδρομικής Επιδομής.

#### 1.2 Σχετικά Τυποποιητικά Έγγραφα

Όλες οι κατασκευές από σκυρόδεμα που πραγματοποιούνται από τον Ανάδοχο θα συμμορφώνονται προς τον Ελληνικό Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ-2016).

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-01-00	Παραγωγή και μεταφορά σκυροδέματος.
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-02-00	Διάστρωση σκυροδέματος.
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-03-00	Συντήρηση σκυροδέματος.
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-05-00	Δονητική συμπύκνωση σκυροδέματος
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-02-01-00	Χαλύβδινοι οπλισμοί σκυροδέματος.
ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-04-00-00	Καλούπια κατασκευών από σκυρόδεμα (τύποι).
ΦΕΚ 1561/Β/2016	Ελληνικός Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ-2016).
ΦΕΚ 1416/Β/2008 & ΦΕΚ 2113/Β/2008	Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμένου Σκυροδέματος (ΚΤΧ-2008).

#### 1.3 Κριτήρια Μελέτης Τροχιάς

- 1.3.1 Η πραγματοποιούμενη από τον Ανάδοχο μελέτη και διαστασιολόγηση τροχιάς από σκυρόδεμα θα διέπεται από τα παρακάτω κριτήρια:
- γεωμετρικά στοιχεία τροχιάς,
  - χαρακτηριστικά Τροχαίου Υλικού,
  - δεδομένα λειτουργίας,

- ενεργά φορτία τροχιάς,
- θερμικές συνθήκες,
- ηλεκτρική μόνωση τροχιάς,
- απόσβεση θορύβου και δονήσεων,
- αποστράγγιση τροχιάς,
- περιτυπώματα και ανοχές των οχημάτων τραμ,
- αλληλεπίδραση με άλλα συστήματα.

1.3.2 Ο Ανάδοχος κατά τη μελέτη των τροχιών σε σκυρόδεμα θα λάβει υπόψη του τις απαιτήσεις για υψηλό βαθμό αξιοπιστίας και χαμηλό κόστος συντήρησης της Σιδηροδρομικής Επιδομής και του Τροχαίου Υλικού.

#### 1.4 Υποβολές

Ο Ανάδοχος θα υποβάλει προς έγκριση από την ΑΜ λεπτομερείς μελέτες, τα σχέδια του κατασκευαστή και αποτελέσματα δοκιμών για όλα τα υλικά και εξαρτήματα που πρόκειται να ενσωματωθούν στο Έργο, καθώς και μεθοδολογίες κατασκευής, σχετικά με τις κατασκευαστικές εργασίες, πριν από την έναρξη της ενσωμάτωσης υλικών και εξαρτημάτων και των κατασκευαστικών δραστηριοτήτων. Καμία κατασκευαστική δραστηριότητα δε θα ξεκινήσει μέχρι η ΑΜ να εγκρίνει τις μελέτες και τις μεθόδους κατασκευής και να αποδεχθεί τα αποτελέσματα δοκιμών που θα υποβληθούν από τον Ανάδοχο.

## 2 ΥΛΙΚΑ

### 2.1 Γενικά

2.1.1 Όλα τα υλικά και εξαρτήματα που θα ενσωματωθούν στη Σιδηροδρομική Επιδομή θα είναι καινούργια, θα έχουν επιθεωρηθεί και υποβληθεί σε δοκιμές σύμφωνα με το Κεφάλαιο 6 της Προδιαγραφής Μελετών και Επιδόσεων Σιδηροδρομικής Επιδομής, προκειμένου να επιτευχθεί συμμόρφωση προς τα εγκεκριμένα Φύλλα Υποβολής Υλικού (ΦΥΥ) και τις συμβατικές απαιτήσεις.

2.1.2 Όλα τα υλικά και εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν για την εγκατάσταση της τροχιάς σε σκυρόδεμα και για την κατασκευή πλάκας (τυπικής ή πλωτής) δεν θα έχουν ζημιές, ρύπους, χαλαρή σκουριά, φολίδες από σκουριά και από μηχανική επεξεργασία πριν μεταφερθούν στον τόπο εγκατάστασης και κατά το χρόνο τοποθέτησης. Τα υλικά και εξαρτήματα που δεν ικανοποιούν τις προαναφερόμενες απαιτήσεις θα απομακρύνονται από το χώρο και θα αντικαθίστανται από τον Ανάδοχο.

### 2.2 Σύνθεση σκυροδέματος

2.2.1 Το σκυρόδεμα κατασκευής της πλάκας τροχιάς θα είναι σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος. Το σκυρόδεμα θα είναι τουλάχιστον κατηγορίας C30/37, με μέγιστο μέγεθος αδρανών. Ο χάλυβας οπλισμού θα είναι κατηγορίας B500C. Αυτή η ποιότητα σκυροδέματος εγγυάται την επιβεβλημένη αδιαβροχοποίηση του συγκροτήματος τροχιάς και την ζητούμενη υψηλή επιτελεστικότητα, κατά την διάρκεια της ζωής του Έργου, με δεδομένο ότι τα δομικά αυτά μέλη θα βρίσκονται εκτεθειμένα σε παράγοντες όπως παγετός, δυναμικά φορτία, αντιπαγετικά άλατα από τις παρακείμενες οδούς κ.λπ.

2.2.2 Αν η πλάκα τροχιάς κατασκευάζεται από προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος, αυτά θα τοποθετούνται πάνω σε στοιχεία έδρασης και αφού

προηγηθεί η οριζοντιογραφική και υψομετρική ρύθμιση και εξασφάλισή τους, ο χώρος των στοιχείων της έδρασης σκυροδετείται με εισπίεση άοπλου σκυροδέματος κατηγορίας C30/37, αυτοσυμπυκνούμενου και με ειδική κοκκομετρική διαβάθμιση αδρανών, μέγιστου κόκκου 16mm.

- 2.2.3 Σε όλες τις περιπτώσεις, η τροχιά σε σκυρόδεμα θα τοποθετείται πάνω σε πλάκα (βάση) από σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25, που θα διαστρώνεται πάνω στην τελική στάθμη της υπόβασης.
- 2.2.4 Ο χώρος εκατέρωθεν των πλακών και μέχρι τα όρια της εκσκαφής θα πληρωθεί με άοπλο σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25, μειωμένης υδατοπερατότητας, ώστε να αποφευχθούν κατά το δυνατό διηθήσεις και συσσωρεύσεις υδάτων στις χαμηλότερες στρώσεις.

### 3 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΛΙΝΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ

- 3.1 Η κλίση τροχιάς από σκυρόδεμα θα σχεδιαστεί κατά τρόπο, ώστε οι ρωγμές που μπορεί να εμφανισθούν στο σκυρόδεμα, λόγω συστολής ή/και θερμοκρασιακών μεταβολών του περιβάλλοντος, να ελέγχονται και να περιορίζονται στο ελάχιστο. Ο Ανάδοχος θα επισκευάσει όλες τις ρωγμές στη σκυροδετημένη κλίση τροχιών που υπερβαίνουν τα επιτρεπόμενα όρια, τα οποία καθορίζονται στην Προδιαγραφή Υλικών και Εργασιών T-02470 «Παραλαβή των Εγκατεστημένων Τροχιών».
- 3.2 Ο Ανάδοχος θα προβεί σε όλες τις αναγκαίες προβλέψεις προκειμένου να παρέχεται παρασκευασμένο και έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα κλίνης τροχιάς, το οποίο θα ικανοποιεί όλα τα προδιαγεγραμμένα κριτήρια, λαμβάνοντας υπόψη το χρόνο μεταφοράς του από τη μονάδα παραγωγής στο χώρο διάστρωσης, καθώς και τις επικρατούσες συνθήκες κατά την κατασκευή.
- 3.3 Ο Ανάδοχος θα τηρεί αρχεία όλων των παρτίδων σκυροδέματος, με την κατηγορία τους, τη μέθοδο τοποθέτησης, τον όγκο της σκυροδέτησης, καθώς και όλων των πυρήνων ή άλλων δοκιμών που ελήφθησαν. Τα αρχεία αυτά θα ενημερώνονται τακτικά, ενώ αντίγραφα θα υποβάλλονται στην ΑΜ ημερησίως ή εντός 24 ωρών από την ολοκλήρωση της διάστρωσης. Οι πρωτότυπες εκθέσεις όλων των δοκιμών που εκτελούνται από τον Ανάδοχο θα υποβάλλονται στην ΑΜ εντός 24 ωρών από την ολοκλήρωση της δοκιμής.
- 3.4 Από το σκυρόδεμα που μεταφέρεται επί τόπου για διάστρωση στην κλίση τροχιάς, θα λαμβάνονται δοκίμια τα οποία και θα δοκιμάζονται ως προς τις ακόλουθες ιδιότητες σύμφωνα με τον ΚΤΣ:
- A) Σειρά 4 κυβικών δοκιμών θα λαμβάνεται ανά 50m<sup>3</sup> σκυροδέματος ή σε ημερήσια βάση ανεξαρτήτως όγκου σκυροδέματος (<50m<sup>3</sup>) και θα ελέγχεται ως προς την απαιτούμενη χαρακτηριστική αντοχή σε θλίψη. Σε σκυροδετήσεις μεγαλύτερες των 50m<sup>3</sup> θα ακολουθούνται οι απαιτήσεις του ΚΤΣ-2016.
- B) Η κάθιση του σκυροδέματος θα ελέγχεται ανά αυτοκινούμενο αναμικτήρα (“βαρέλα”).
- Γ) Η θερμοκρασία του σκυροδέματος θα ελέγχεται ανά αυτοκινούμενο αναμικτήρα (“βαρέλα”).
- 3.5 Σε όλα τα δοκίμια θα τοποθετηθούν ευκρινείς ετικέτες στις οποίες θα αναγράφεται η ημερομηνία καθώς και η θέση από την οποία ελήφθη το κάθε δοκίμιο.

#### 4 ΑΡΜΟΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

- 4.1 Όπου απαιτείται, επιπλέον των αρμών που αποσκοπούν στον έλεγχο ρωγμών στο σκυρόδεμα λόγω συρρίκνωσης, θα προβλεφθούν αρμοί στην κλίνη τροχιάς, προκειμένου να υπάρξει σύμπτωση στα ακόλουθα στοιχεία:
- α) αρμοί μεταξύ διαφόρων τύπων κατασκευών (π.χ. μεταξύ πλάκας τροchioδρόμου και θεμελίωσης των ιστών παροχής ισχύος),
  - β) δομικοί αρμοί μετακίνησης,
  - γ) αρμοί κατασκευής της πλάκας θεμελίωσης.
- 4.2 Ο Ανάδοχος θα σχεδιάσει και προγραμματίσει την διάστρωση της κλίνης τροχιάς από σκυρόδεμα, ώστε η θέση των αρμών της μιας ημέρας να συμπίπτει με μία από τις ανωτέρω ασυνέχειες.

#### 5 ΧΑΡΑΞΗ/ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΓΩΝ

- 5.1 Οι σιδηροτροχιές θα τοποθετούνται οριζοντιογραφικώς, υψομετρικώς και με την υπερύψωση που προβλέπεται στη μελέτη χάραξης του τροchioδρόμου. Καμία κατασκευή τροchioδρόμου δε θα ξεκινήσει πριν την υποβολή Χάραξης Τροχιών και την έγκρισή της από την ΑΜ.
- 5.2 Ο Ανάδοχος θα ορίσει και θα τηρεί μόνιμα σημεία καθ' όλη τη διάρκεια των Εργασιών για τη διαμόρφωση και έλεγχο της χάραξης της τροχιάς.
- 5.3 Οι πληροφορίες που δίδονται στις μελέτες ή στα στοιχεία διαμόρφωσης παραπέμπουν στην μελετηθείσα («θεωρητική») χάραξη της τροχιάς. Ο Ανάδοχος, αρκετά πριν από την κατασκευή των τροχιών, θα διενεργήσει αποτύπωση των «ως κατασκευάσθηκαν» κατασκευών (π.χ. τη θεμελίωση των ιστών παροχής ισχύος, το επίπεδο θεμελίωσης τροchioδρόμου κ.λπ.) και εάν προκύψει ότι οι κατασκευές και η χάραξη της τροχιάς, όπως μελετήθηκε, δεν είναι συμβατά (δηλαδή, ότι δεν τηρούνται τα περιτυπώματα των οχημάτων και οι απαιτήσεις ελεύθερων αποστάσεων ή το πάχος του σκυροδέματος της κλίνης, όπως έχει προδιαγραφεί) τότε ο Ανάδοχος θα μελετήσει εκ νέου τη χάραξη της τροχιάς, λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική θέση και σχήμα των κατασκευών, όπως κατασκευάσθηκαν. Η νέα χάραξη που θα προκύψει (επαναχάραξη), όπως θα εγκριθεί από την ΑΜ, θα καταστεί η εγκεκριμένη χάραξη τροχιάς με την οποία θα συσχετίζονται όλες οι μετρήσεις και ανοχές.
- 5.4 Εάν οι κατασκευές κατασκευάζονται σε τέτοια θέση ή μορφή, όπου η επαναχάραξη τροχιάς, όπως περιγράφηκε ανωτέρω, δεν μπορεί να εξυπηρετήσει την εγκατάσταση των σιδηροτροχιών σε συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις των προδιαγεγραμμένων περιτυπωμάτων οχημάτων και ανοχών και πάχους σκυροδέματος κλίνης τροχιάς από σκυρόδεμα, τότε ο Ανάδοχος θα κατασκευάσει εκ νέου ή θα τροποποιήσει αυτές τις κατασκευές, ώστε να ικανοποιηθούν τα παραπάνω κριτήρια.

#### 6 ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ ΤΡΟΧΙΑΣ

- 6.1 Στην κλίνη τροχιάς θα διαμορφωθεί σύστημα αποστράγγισης τροχιάς ώστε να συλλέγει και να αποστραγγίζει τα εξής:
- α) τα όμβρια ύδατα από την επιφάνεια του τροchioδρόμου,
  - β) τα όμβρια ύδατα από τους αύλακες των σιδηροτροχιών,
  - γ) τα ύδατα από τα -εκ κατασκευής- χαμηλά σημεία της τροχιάς (π.χ. προσκρουστήρες σιδηροτροχιάς, κιβώτια μηχανισμών Αλλαγών, κελύφη συστήματος βελόνων, μετρητές αξόνων κ.λπ.

Η αποστράγγιση θα πραγματοποιείται μέσω χαντακιών και/ή φρεατίων αποστράγγισης, τοποθετημένων στα χαμηλά σημεία της τροχιάς και σε όσες άλλες περιοχές καθορίζονται από τα σχέδια.

Όλες οι εργασίες αποστράγγισης των επιφανειακών υδάτων, οι οποίες ανήκουν στους χώρους των τροχιών, θα εκτελεστούν από τον Ανάδοχο (περιλαμβανομένων των συνδέσεων με το δίκτυο αποστράγγισης των παρακείμενων οδών).

- 6.2** Οπές ελέγχου, εσχάρες, αγωγοί κ.λπ. θα επιτρέπουν την επιθεώρηση των διατάξεων συλλογής και αποστράγγισης υδάτων.

## **7 ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΟ ΜΗΚΟΣ**

- 7.1** Ο Ανάδοχος θα υποβάλλει προς έγκριση στην ΑΜ λεπτομερείς προτεινόμενες μεθόδους για την διανομή και συναρμολόγηση των εξαρτημάτων και υλικών της Σιδηροδρομικής Επιδομής, καθώς και για τη μεταφορά και τοποθέτηση του σκυροδέματος της κλίνης τροχιάς/των προκατασκευασμένων πλακών τροχιάς. Η οριστική εγκατάσταση των τροχιών χωρίς έρμα δεν θα ξεκινήσει μέχρις ότου δοθεί η σχετική έγκριση από την ΑΜ.
- 7.2** Ο Ανάδοχος, κατά την κρίση της ΑΜ, θα επιδείξει μέρος ή όλη την προτεινόμενη μέθοδο για την κατασκευή τροχιάς χωρίς έρμα, σε δοκιμαστικό τμήμα τροχιάς, μήκους 36m, ώστε να επιτύχει τις προδιαγραφόμενες ανοχές.
- 7.3** Εν συνεχεία της ως άνω επίδειξης ο Ανάδοχος θα βελτιώσει ή μετατρέψει τις αρχικά προτεινόμενες μεθόδους για την εγκατάσταση τροχιών χωρίς έρμα, για να επιτύχει την εκτέλεση των εργασιών της Σιδηροδρομικής Επιδομής, σύμφωνα με τις Προδιαγραφές της Σύμβασης και τις εγκεκριμένες μελέτες.
- 7.4** Στη δοκιμαστική επίδειξη περιλαμβάνεται η εγκατάσταση των τροχιών και θα δειχθούν:
- α) Η ικανότητα του Ανάδοχου να διαστρώνει σκυρόδεμα και να διανέμει υλικά και εξαρτήματα, σύμφωνα με την Συγγραφή Υποχρεώσεων και τις εγκεκριμένες μελέτες/σχέδια, στον απαιτούμενο ρυθμό, προσομοιωμένες με τις περιορισμένες συνθήκες του εργοταξίου.
  - β) Η ικανότητα αποτελεσματικής λειτουργίας του εξοπλισμού κατασκευής των τροχιών.
  - γ) Η πληρότητα των πληροφοριών που συμπεριλαμβάνονται στις μεθοδολογίες κατασκευής και τα σχετικά κατασκευαστικά σχέδια ή σχέδια εγκατάστασης.
  - δ) Η μέθοδος που θα φέρει την τροχιά στο απαιτούμενο επίπεδο και χάραξη, σύμφωνα με τις εγκεκριμένες μελέτες και τις κατασκευαστικές ανοχές, που καθορίζονται στην παρούσα.
  - ε) Ότι οι κατασκευαστικές μέθοδοι μπορούν να δημιουργήσουν τροχιές σε σκυρόδεμα, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της ΑΜ.
  - στ) Τη μέθοδο κατασκευής και εγκατάστασης της προκατασκευασμένης πλάκας, στην περίπτωση που επιλεγεί σχεδιασμός με προκατασκευασμένα στοιχεία.
  - ζ) Τη μέθοδο εγκατάστασης της τροχιάς.
  - η) Ότι η εγκατεστημένη τροχιά συμμορφώνεται προς την παρούσα Προδιαγραφή.
  - θ) Τη μέθοδο εκτέλεσης διορθωτικών εργασιών.
  - ι) Τη μέθοδο στερέωσης σιδηροτροχιών και μονωτικών/ελαστικών περιβλημάτων στις σιδηροτροχιές.
  - κ) Την μέθοδο υλοποίησης της γεωμετρίας γραμμής και των διαφόρων μελετητικών παραμέτρων του τροχιοδρόμου (είδος σιδηροτροχιών, υπερύψωση, εύρος τροχιάς, επίκλιση σιδηροτροχιάς, κ.λπ.).

- λ) Τις μεθόδους τοποθέτησης του συστήματος της τροχιάς και της στήριξής του κατά τη διάρκεια της διαδικασίας διάστρωσης σκυροδέματος ή της έγχυσης του μίγματος εγκιβωτισμού σιδηροτροχιάς
- μ) Τις μεθόδους για την εγκατάσταση και παρακολούθηση των παραμέτρων εγκατάστασης της κλίνης τροχιάς και της Σιδηροδρομικής Επιδομής.
- ν) Συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις Γείωσης, Σύνδεσης και Προστασίας από τη Διάβρωση, όπως προδιαγράφονται στις Συμβατικές Προδιαγραφές.

## **8 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ**

- 8.1** Όλες οι περιοχές της πλάκας θεμελίωσης τροχιάς, που πάνω τους πρόκειται να κατασκευαστούν ή εγκατασταθούν κλίνες τροχιών από σκυρόδεμα, θα καθαρίζονται πλήρως σύμφωνα με τις εγκεκριμένες μεθόδους. Κατά το χρόνο διάστρωσης του σκυροδέματος (ή τοποθέτησης της κλίνης τροχιάς), όλη η επιφάνεια της πλάκας θεμελίωσης θα είναι καθαρή από λάσπη, σκόνη, λάδια, γράσο, σκουπίδια και κατάλοιπα σκυροδέματος.
- 8.2** Όπου πρόκειται να σκυροδετηθούν οι κλίνες τροχιών, για να βελτιωθεί η συναρμογή και η σύνδεση με την επιφάνεια θεμελίωσης, πρέπει η επιφάνεια του σκυροδέματος της πλάκας θεμελίωσης να είναι τραχυμένη (“άγρια”), σε βαθμό που θα εγκρίνει η ΑΜ, και σ’ όλη την έκταση επαφής μεταξύ του σκυροδέματος κλίνης τροχιάς και του σκυροδέματος θεμελίωσης.
- 8.3** Για την επίτευξη των ανωτέρω, το πάνω μέρος του σκυροδέματος θεμελίωσης θα τραχυνθεί με μηχανικά μέσα, στην περιοχή που θα σκυροδετηθεί, και στη συνέχεια θα πλυθεί με καθαρό νερό, ώστε να απομακρυνθούν τα χαλαρά υλικά. Η έκταση της εκτρέφησης θα είναι τέτοια ώστε να διακρίνονται τα αδρανή του σκυροδέματος θεμελίωσης σε όλη την περιοχή που θα σκυροδετηθεί.
- 8.4** Η σκυροδέτηση της κλίνης της τροχιάς θα γίνεται πάνω σε διαβρεγμένο σκυρόδεμα θεμελίωσης τροχιάς.

## **9 ΚΑΜΨΗ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΩΣΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΚΛΙΝΕΣ ΤΡΟΧΙΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

- 9.1** Ο οπλισμός θα είναι καθαρός και απαλλαγμένος από μποιγές, χαλαρή σκουριά, σκουριά από την εξέλαση, ακαθαρσίες, λάδια και γράσα, υπόλοιπα σκυροδέματος και από οποιαδήποτε χημική ρύπανση, όταν θα διαστρώνεται το σκυρόδεμα.
- 9.2** Ο οπλισμός θα καμφθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων Οπλισμένου Σκυροδέματος (ΚΤΧ-2008).
- 9.3** Ο οπλισμός θα τοποθετείται και θα διατηρείται στη θέση του και όλες οι ράβδοι στις διασταυρώσεις θα είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους με εγκεκριμένα μέσα. Οι αποστάτες από σκυρόδεμα, που απαιτούνται για να εξασφαλίζουν ότι ο οπλισμός τοποθετείται σωστά, θα έχουν εγκεκριμένο σχήμα.
- 9.4** Ο οπλισμός θα σχεδιαστεί, θα τοποθετηθεί και θα στερεωθεί έτσι, ώστε να καλύπτει τις απαιτήσεις για Γειώσεις, Συνδέσεις και Προστασία από Διάβρωση, όπως καθορίζονται στις Προδιαγραφές της Σύμβασης.

## 10 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ

- 10.1** Ως ξυλότυπος θα χρησιμοποιηθεί μεταλλικό καλούπι (μεταλλότυπος), το οποίο δε θα συναρμολογηθεί, μέχρις ότου εγκριθούν οι μελέτες.
- 10.2** Ο μεταλλότυπος θα καθαρισθεί πλήρως αμέσως πριν από τη διάστρωση του σκυροδέματος και θα απαλλαγεί πλήρως από νερό, ακαθαρσίες και θραύσματα. Θα προβλέπονται τμήματα, που να μπορούν να αφαιρεθούν προσωρινά, για να διευκολύνεται ο καθαρισμός.
- 10.3** Για να αποφευχθεί η προσκόλληση του σκυροδέματος στον μεταλλότυπο, θα εφαρμοσθεί στις εσωτερικές του επιφάνειες, πριν τη διάστρωση του σκυροδέματος, μια λεπτή στρώση ενός κατάλληλου χημικού υλικού. Το υλικό αυτό θα εφαρμοστεί αυστηρά σύμφωνα με τις οδηγίες του παραγωγού του και δε θα έρθει σε επαφή με τον σπλισμό. Δεν θα χρησιμοποιηθούν διαφορετικά τέτοια υλικά στον ξυλότυπο σε διαφορετικά τμήματα του ίδιου σκυροδετημένου στοιχείου, το οποίο θα παραμείνει ορατό στο τελειωμένο Έργο.
- 10.4** Όλοι οι μεταλλότυποι, θα αποδίδουν σκυρόδεμα ομοιόμορφης εμφάνισης και θα είναι απαλλαγμένοι από κάθε ουσία, που θα μπορούσε να έχει τάση να αποχρωματίσει το σκυρόδεμα.
- 10.5** Δεν θα διαστρωθεί καμία ποσότητα σκυροδέματος, αν προηγουμένως δεν επιθεωρηθεί ο μεταλλότυπος και εγκριθεί από την ΑΜ.

## 11 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΡΟΧΙΩΝ ΕΠΙ ΚΛΙΝΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Το κεφάλαιο αυτό περιγράφει την εγκατάσταση των τροχιών, ακολουθώντας μόνο τη μέθοδο "top-down". Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, οι σιδηροτροχιές τοποθετούνται στη θεωρητική τους θέση (οριζοντιογραφικά και μηκοτομικά, σε υπερύψωση και εύρος), πριν σταθεροποιηθούν στη κλίνη τους. Προκατασκευασμένα στοιχεία (στρωτήρες, κανάλια, πλάκες κ.λπ.) -που τελικώς περιλαμβάνονται στο σχεδιασμό της τροχιάς- πάνω στα οποία οι σιδηροτροχιές ήταν προηγουμένως στερεωμένες, τοποθετούνται στην τελική τους θέση, μέσω της ίδιας διαδικασίας ρύθμισης των σιδηροτροχιών και συνεπώς δε γίνεται ειδική αναφορά σε αυτά από εδώ και στο εξής.

### 11.1 Τοποθέτηση τροχιάς

- 11.1.1** Η τροχιά θα συναρμολογηθεί πλήρως και θα τοποθετηθεί στο απαιτούμενο υψόμετρο, χάραξη και εύρος. Γι' αυτόν τον σκοπό, ρυθμιζόμενοι γρύλοι και υποστηρίγματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να συγκρατούν την τροχιά, μέχρις ότου το σκυρόδεμα της κλίνης τροχιάς αποκτήσει την προδιαγραμμένη αντοχή.
- 11.1.2** Όταν γίνεται χρήση γρύλων για να ανυψωθεί η τροχιά, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί επαρκής αριθμός γρύλων, τοποθετημένων επαρκώς κοντά, ώστε να αποφεύγεται ανεπιθύμητη κάμψη των σιδηροτροχιών, καταπόνηση των αρμών, παραμόρφωση των βελονών και των Διασταυρούμενων Τμημάτων των Αλλαγών. Όλες οι σιδηροτροχιές θα ανυψώνονται ταυτόχρονα και όσο το δυνατόν ομοιόμορφα.
- 11.1.3** Όλος ο εξοπλισμός που έχουν οι σιδηροτροχιές (κουτιά μετρητών αξόνων, σύνδεσης σιδηροτροχιών, αποστράγγισης κ.λπ.) θα είναι σταθερά στερεωμένος σε αυτές και θα τοποθετηθούν όλες οι σωληνώσεις που απαιτείται να οδεύουν εντός της κλίνης τροχιάς.
- 11.1.4** Κατά την τοποθέτηση και φάση σκυροδέτησης της τροχιάς τα ελαστικά περιβλήματα των σιδηροτροχιών θα στερεωθούν, ώστε να εξασφαλισθεί ότι δε θα μετακινηθούν κατά την σκυροδέτηση και δε θα επιτραπεί να εισέλθει σκυρόδεμα μεταξύ της



σιδηροτροχιάς και του περιβλήματος. Εφόσον από το σχεδιασμό τροχιάς προβλέπεται η χρήση Συστήματος Στερέωσης των Σιδηροτροχιών, αυτό θα τοποθετηθεί κατάλληλα καλυμμένο. Όλος ο μεταλλικός εξοπλισμός των σιδηροτροχιών θα καλυφθεί επίσης με το μονωτικό υλικό της σιδηροτροχιάς.

- 11.1.5 Μετά την πλήρη συναρμολόγηση των σιδηροτροχιών και τη ρύθμισή τους στο απαιτούμενο ύψος, χάραξη και υπερύψωση, με τη βοήθεια γρύλων και υποστυλωμάτων, και αμέσως πριν τη διάστρωση του σκυροδέματος της κλίνης της τροχιάς, ο Ανάδοχος θα ελέγξει και θα επιδείξει στο ΑΜ -με εγκεκριμένες μεθόδους και διαδικασίες- ότι η πλήρως ολοκληρωμένη τροχιά, δηλαδή μετά την σκυροδέτηση, θα συμφωνεί με το περιτύπωμα του οχήματος του τραμ και τις ελεύθερες αποστάσεις που καθορίζονται στις Προδιαγραφές της Σύμβασης.
- 11.1.6 Μετά τη συναρμολόγηση και την ακριβή τοποθέτησή τους, οι απλές ευθείες τροχιές που εκτείνονται 30m κατ' ελάχιστον από την κάθε πλευρά των Αλλαγών και των Διακλαδώσεων, δε θα διαστρώνονται επί τόπου, εάν δεν έχει ολοκληρωθεί προηγουμένως η κατασκευή των Αλλαγών και των Διακλαδώσεων. Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών, ο Ανάδοχος θα επιθεωρήσει την «ως κατασκευάσθηκε» Αλλαγή ή Διακλάδωση και θα προβαίνει, εφόσον απαιτείται, σε επαναχάραξη της παρακείμενης τροχιάς, ως αρμόζει, προκειμένου να διασφαλισθεί συμμόρφωση προς τα κριτήρια χάραξης. Η επαναχάραξη αυτή θα υποβληθεί στην ΑΜ προς έγκριση πριν την ρύθμιση ως προς την αρχική χάραξη και σκυροδέτηση της παρακείμενης κλίνης τροχιάς.

## 11.2 Σκυροδέτηση

- 11.2.1 Το σκυρόδεμα για την κλίνη των τροχιών θα πρέπει να διαστρώνεται με χρησιμοποίηση κατάλληλων μέσων και εργαλείων ανάμιξης, μεταφοράς, συμπύκνωσης και διάστρωσης στο σωστό υψόμετρο, σύμφωνα με τα προδιαγεγραμμένα τελειώματα και τις εγκεκριμένες μελέτες. Η απαίτηση αυτή αφορά και την προετοιμασία, την τοποθέτηση και την ωρίμανση κάθε υλικού διάστρωσης των σιδηροτροχιών/τροχιών, το οποίο προβλέπεται από τον -προτεινόμενο εκ του Αναδόχου- σχεδιασμό τροχιάς.
- 11.2.2 Οι κλίνες τροχιάς από σκυρόδεμα και οι πλωτές πλάκες δε θα κατασκευάζονται πριν ολοκληρωθούν και εγκριθούν από την ΑΜ όλες οι εργασίες κάτω από αυτές.
- 11.2.3 Η σύνθεση, μεταφορά, διάστρωση, συμπύκνωση και συντήρηση του σκυροδέματος θα γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις των προδιαγραφών της Σύμβασης και τα πρότυπα του Ελληνικού Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ-2016).
- 11.2.4 Προκατασκευασμένα τεμάχια από σκυρόδεμα, που απαιτούνται για την εξασφάλιση της ορθής επιπεδότητας της πλήρους τροχιάς, θα έχουν μία εγκεκριμένη μορφή και σχεδίαση, ώστε να μην ανατρέπονται όταν διαστρώνεται το σκυρόδεμα.
- 11.2.5 Ειδική φροντίδα πρέπει να δοθεί κατά τη διάρκεια διάστρωσης του σκυροδέματος, ώστε να αποφευχθεί η εκτόξευση ποσοτήτων σκυροδέματος ή ενέματος μεταξύ των σιδηροτροχιών και του υλικού ενθυλάκωσής τους.

## 11.3 Ολοκλήρωση Εργασιών

Αφού ολοκληρωθεί η εγκατάσταση της τροχιάς, τα εξαρτήματα της τροχιάς, οι επιφάνειες της κλίνης τροχιάς, τα ρείθρα, κανάλια και τα αυλάκια αποστράγγισης θα καθαριστούν καλά από όλα τα υπολείμματα ή σταξίματα σκυροδέματος και όλα τα σκουπίδια και μπάτζα θα απομακρυνθούν από το εργοτάξιο.

## 12 ΤΕΛΕΙΩΜΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΛΙΝΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

12.1 Το επιφανειακό τελείωμα της κλίνης τροχιάς από σκυρόδεμα, θα είναι όπως περιγράφεται στη συνέχεια:

Επιφάνεια	Τελείωμα
Επιφάνειες κάτω από μεταλλότυπο	Οι ανωμαλίες στο τελείωμα δε θα είναι μεγαλύτερες απ' αυτές που θα προέκυπταν από τη χρήση πλανισμένων σανίδων με κάθετες έδρες και με ομοιόμορφη διάταξη. Το τελείωμα θα παραμείνει όπως προκύψει από το ξεκαλούπωμα, αλλά εμφανείς ατέλειες, όπως λεπιδωτές προεξοχές ή αποχρωματισμοί της επιφάνειας, θα διορθώνονται με εφαρμογή εγκεκριμένων μεθόδων.
Άνω επιφάνεια κλίνης τροχιάς	Όταν η τελειωμένη επιφάνεια της κλίνης τροχιάς καλυφθεί από επιφανειακή επίστρωση, τότε η τραχύτητά της θα είναι τέτοια, ώστε να είναι συμβατή με την εγκατάσταση του συμβατικά επιλεγμένου υλικού επίστρωσης. Δε θα επιτρέπονται έλλειψη σκυροδέματος, κυψελοειδείς εσοχές στην επιφάνεια ή μη επισκευασμένες ρωγμές.
Εμφανής τελειωμένη επιφάνεια	Το σκυρόδεμα θα ισοπεδωθεί ομοιόμορφα και θα διαμορφώνεται με ξύλινο οδηγό, για να αποχτήσει μία επίπεδη επιφάνεια στο υψόμετρο μελέτης, περιλαμβάνοντας κλίσεις προς τα αυλάκια των σιδηροτροχιών.

- 12.2 Οι επιφάνειες της κλίνης των τροχιών από σκυρόδεμα δε θα παρουσιάζουν κυψελοειδείς εσοχές, φουσαλίδες ή άλλες ατέλειες.
- 12.3 Ο Ανάδοχος θα προμηθεύσει δείγματα τελειωμάτων όλων των τύπων για έγκριση, πριν από την έναρξη των εργασιών στο εργοτάξιο. Μετά την έγκριση, τα δείγματα αυτά θα διαφυλαχθούν στα στοιχεία αναφοράς για σύγκριση με κάθε εργασία που θα επακολουθήσει.
- 12.4 Οι εργασίες επισκευής των επιφανειακών τελειωμάτων και ρωγμών θα γίνονται με εγκεκριμένες μεθόδους.
- 12.5 Εργασίες τελειωμάτων, επιφανειακή επίστρωση, στεγανοποίηση της τροχιάς, συνδέσεις με το οδικό δίκτυο αποστράγγισης, αφαίρεση σκουριάς από την επιφάνεια των σιδηροτροχιών, κ.λπ., δεν αποτελούν τμήμα της παρούσας Προδιαγραφής εργασιών.

**T-02470 ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΤΡΟΧΙΩΝ**

**1 Γενικά**

- 1.1 Ο Ανάδοχος θα ελέγξει παρουσία εκπροσώπου της ΑΜ τις εγκατεστημένες τροχιές σύμφωνα με εγκεκριμένες μεθόδους και με διακριβωμένα όργανα και εξοπλισμό. Οι έλεγχοι θα γίνονται σε τακτά διαστήματα, κατά την πορεία των εργασιών, και θα τηρούνται πλήρη στοιχεία που θα αποδεικνύουν ότι εγκατεστημένη τροχιά πληροί τις Προδιαγραφές της Σύμβασης.
- 1.2 Ο Ανάδοχος δεν θα έχει σε καμία περίπτωση το δικαίωμα να επικαλεσθεί την παρουσία του εκπροσώπου της ΑΜ στα εργοτάξια, με σκοπό να απαλλαγεί από τις συμβατικές του υποχρεώσεις, όπου εντοπίζονται ελαττωματικές εργασίες, παραλείψεις ή ατέλειες.

**2 Μετρήσεις**

- 2.1 Θα γίνουν διακριτές μετρήσεις σχετικά με την υπερύψωση, το εύρος τροχιάς, τη διαφορά στάθμης διατομής, τη στρέβλωση και τα οριζοντιογραφικά και μηκοτομικά στοιχεία των εγκατεστημένων τροχιών, ανά διαστήματα των 3m ή μικρότερα, εφόσον κριθεί αναγκαίο από την ΑΜ.
- 2.2 Ο Ανάδοχος θα κάνει μετρήσεις, με σκοπό να εντοπίσει τυχόν αποκλίσεις στην γεωμετρία της «όπως κατασκευάστηκε» τροχιάς από την γεωμετρία τροχιάς της μελέτης. Οι μετρήσεις θα εκτελούνται με εγκεκριμένες μεθόδους, όργανα και εξοπλισμό. Οι μετρήσεις θα καταγράφονται σε μορφή πινάκων και θα παρουσιάζονται στην ΑΜ σε όποια μορφή απαιτείται.
- 2.3 Διαφορά στάθμης διατομής είναι η διαφορά υψόμετρου μεταξύ των επιπέδων των κεφαλών των σιδηροτροχιών, μετρούμενη κάθετα προς τον άξονα της τροχιάς. Η τιμή της διαφοράς στάθμης διατομής της μελέτης, ονομάζεται υπερύψωση.
- 2.4 Στρέβλωση είναι η διαφορά στην στάθμη διατομής για ένα δεδομένο μήκος τροχιάς και δε θα υπερβαίνει τον λόγο 1:400 σε καμία περίπτωση.

**3 Αποκλίσεις από την Χάραξη της Μελέτης**

- 3.1 Οι αποκλίσεις και ο ρυθμός μεταβολής των αποκλίσεων από την οριζοντιογραφία και μηκοτομή της μελέτης των απλών τροχιών και των τροχιών κύριας γραμμής στις Αλλαγές δε θα ξεπερνούν τις ακόλουθες τιμές:

ΘΕΣΗ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ		ΜΗΚΟΤΟΜΗ	
	Μέγιστη απόκλιση	Μέγιστος ρυθμός μεταβολής απόκλισης	Μέγιστη απόκλιση	Μέγιστος ρυθμός μεταβολής απόκλισης
Κύρια γραμμή και τροχιά πρόσβασης αμαξοστασίου	5mm	3mm στα 3m ή 8mm στα 15m	5mm	3mm στα 3m ή 8mm στα 15m
Τροχιά με έρμα σε Αμαξοστάσια	10mm	6mm στα 3m ή 12mm στα 15m	15mm	6mm στα 3m ή 12mm στα 15m

- 3.2 Όταν Αλλαγές στη ίδια τροχιά ή σε παρακείμενες τροχιές συσχετίζονται με σταθερές αποστάσεις ανάμεσα στο εμπρόσθιο άκρο των βελόνων και την αιχμή της καρδιάς ή ανάμεσα σε δυο αιχμές καρδιάς, τότε οι αποκλίσεις από την οριζοντιογραφία της μελέτης πρέπει να είναι τέτοιες, ώστε να μη μεταβάλλονται οι σταθερές αυτές αποστάσεις.

#### 4 Έλεγχος Βέλους

- 4.1 Η χάραξη της αριστερής ή της δεξιάς σιδηροτροχιάς κάθε τροχιάς θα ελέγχεται με μέτρηση του οριζώντιου βέλους στην εσωτερική κατακόρυφη πλευρά της κεφαλής της σιδηροτροχιάς.
- 4.2 Το μήκος της χορδής, στο οποίο θα αντιστοιχεί το βέλος, θα είναι 24m.
- 4.3 Το βέλος θα μετριέται στο μέσο της χορδής για κάθε στάση κατά μήκος της σιδηροτροχιάς. Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών στάσεων θα είναι 12m, έτσι ώστε να επικαλύπτονται μεταξύ τους με το μισό μήκος της χορδής.
- 4.4 Σε καμπύλες τροχιές δε θα υπάρχουν βέλη με πρόσημο αντίθετο από το προβλεπόμενο στη μελέτη.
- 4.5 Η απόκλιση από το βέλος της μελέτης σε οποιαδήποτε χορδή δε θα υπερβαίνει τα 10mm.
- 4.6 Η αλγεβρική διαφορά ανάμεσα στις αποκλίσεις των βελών σε δύο διαδοχικές μετρήσεις δε θα υπερβαίνει τα 10mm.
- 4.7 Επιπλέον της μέτρησης του βέλους, για κάθε χορδή των 24m θα μετριοούνται οι αποστάσεις της χορδής (offsets) από την εσωτερική κατακόρυφη πλευρά της σιδηροτροχιάς, σε κάθε διάστημα του ενός όγδοου της χορδής.
- 4.8 Οι αποκλίσεις των αποστάσεων της χορδής (offsets), από τις αποστάσεις που προβλέπει η μελέτη δε θα υπερβαίνουν:
  - για τα σημεία στο 1/8 και στα 7/8 : τα 3mm.
  - για τα σημεία στο 1/4 και στα 3/4 : τα 5mm.
  - για τα σημεία στα 3/8 και στα 5/8 : τα 8mm.
- 4.9 Οι αλγεβρικές διαφορές μεταξύ των αποκλίσεων διαδοχικών αποστάσεων (συμπεριλαμβανομένου και του βέλους) δε θα υπερβαίνουν τα 3mm.
- 4.10 Στις καμπύλες τροχιές δε θα επιτραπούν αποστάσεις (offsets) με αντίθετο πρόσημο από εκείνο που προβλέπει η μελέτη.
- 4.11 Οι ανοχές που αναφέρθηκαν ισχύουν για όλες τις γραμμές κυκλοφορίας και τις γραμμές σύνδεσης με το αμαξοστάσιο.
- 4.12 Οι ίδιες ανοχές, αφού διπλασιαστούν, ισχύουν για τις τροχιές μέσα στο αμαξοστάσιο.

#### 5. Ανοχές στη διαφορά στάθμης διατομής και στη στρέβλωση τροχιάς

- 5.1 Οι ανοχές στη διαφορά στάθμης της διατομής και στη στρέβλωση της τροχιάς θα είναι εντός των ακόλουθων τιμών:

	Γραμμές κυκλοφορίας ή σύνδεσης με αμαξοστάσιο		Αμαξοστάσιο	
	Ευθυγραμμίες και καμπύλες με σταθερή υπερύψωση	Καμπύλες συναρμογής και θέσεις μεταβαλλόμενης υπερύψωσης	Ευθυγραμμίες	Καμπύλες
Διαφορά στάθμης διατομής (*)	Μικρότερο από ±5mm	Μικρότερο από ±3mm	Μικρότερο από ±10mm	Μικρότερο από ±5mm
Στρέβλωση (*)	Μικρότερο από 1 στα 1000 ή από 8mm για κάθε 15m μήκος	Τελικές κλίσεις υπερύψωσης μαζί με λάθος υψομέτρου μικρότερες από 1 στα 300	Μικρότερο από 1 στα 500 ή από 12mm για κάθε 15m μήκος	Μικρότερο από 1 στα 500 ή από 10mm για κάθε 15m μήκος

(\*) Σε τροχιές με έρμα θα ισχύουν οι δυναμικές τιμές (δηλ. κατά τη διέλευση φορτίου) της διαφοράς στάθμης διατομής και της στρέβλωσης.

- 5.2 Δε θα επιτραπούν σφάλματα στη διαφορά στάθμης διατομής, που έχουν σαν αποτέλεσμα αρνητική υπερύψωση ή παντελή έλλειψη υπερύψωσης σε καμπύλες ή σε καμπύλες συναρμογής.

## 6. Ανοχές στο εύρος της τροχιάς

Οι ανοχές στο εύρος της τροχιάς και ο ρυθμός μεταβολής του εύρους δεν θα υπερβαίνουν τις ακόλουθες τιμές:

Τροχιά	Διαφορές Εύρους	Μέγιστος ρυθμός μεταβολής απόκλισης εύρους
Κύριες γραμμές και τροχιές πρόσβασης αμαξοστασίου	+2mm/-1mm	2mm στα 3m
Αμαξοστάσιο	+3mm/-1mm	3mm στα 3m

## 7 Περιοδικότητα

Οι αποκλίσεις στην οριζοντιογραφία, τη μηκοτομή, τα βέλη, τη διαφορά στάθμης διατομής, τη στρέβλωση της τροχιάς και το εύρος της τροχιάς δεν πρέπει να παρουσιάζουν τάσεις περιοδικότητας.

## 8 Μέτρηση παραμέτρων της τροχιάς

- 8.1 Ο Ανάδοχος θα παραγάγει στοιχεία για τα βέλη, τις διαφορές στάθμης διατομών, τις στρεβλώσεις της τροχιάς και του εύρους τροχιάς με μια γραφική μέθοδο με τη χρήση καταγραφικού οργάνου, κινούμενου επί της τροχιάς, για όλο το μήκος του Έργου.
- 8.2 Εάν η καταγραφή καταδείξει μεγάλες αποκλίσεις στις καθορισμένες παραμέτρους, ο Ανάδοχος θα αναλάβει περαιτέρω ελέγχους, για να αποφασιστεί η έκταση των διορθωτικών εργασιών που θα χρειαστούν.
- 8.3 Η επικάλυψη των γραφικών παραστάσεων μετρήσεων, όταν αλλάζουν τα στοιχεία των τροχιών ή ελέγχονται διαδοχικά τμήματα της τροχιάς, θα είναι τουλάχιστον 15m.

## 9 Επιθεώρηση Διάκενων στους αρμούς με αμφιδέτες

- 9.1 Τα διάκενα στους αρμούς με αμφιδέτες θα μετρηθούν, όταν η θερμοκρασία των σιδηροτροχιών θα είναι σταθερή και θα βρίσκεται ανάμεσα στους 10°C και στους 30°C.
- 9.2 Η μέτρηση της θερμοκρασίας των σιδηροτροχιών θα γίνει με την χρήση ειδικού μαγνητικού θερμόμετρου, εφαρμοσμένου επί του κορμού της σιδηροτροχιάς. Σε εξωτερικές συνθήκες έκθεσης, το θερμόμετρο θα τοποθετηθεί στην σκιαζόμενη πλευρά της σιδηροτροχιάς, ώστε να μην επηρεάζεται από την ηλιακή ακτινοβολία.
- 9.3 Το μέσο εύρος διάκενου θα ληφθεί από μετρήσεις είκοσι (20) διαδοχικών διάκενων και κανένα από τα διάκενα, μέσα σε αυτή την ομάδα των 20, δε θα διαφέρει περισσότερο από 2mm από το μέσο εύρος διακένου.
- 9.4 Αρμοί σιδηροτροχιάς με αμφιδέτες σε εξωτερικούς χώρους θα τίθενται υπό παρακολούθηση κατά τον πρώτο χρόνο λειτουργίας, ούτως ώστε να επιβεβαιωθεί ότι το άνοιγμα και κλείσιμό τους αντιστοιχεί προς τις εποχιακές αλλαγές θερμοκρασίας.

## 10 Έλεγχος της έδρασης των στρωτήρων επί του έρματος

- 10.1 Ο Ανάδοχος θα αποδείξει τη σωστή και ομοιόμορφη συμπλήρωση των κενών κάτω από τους στρωτήρες ή/και τους φορείς των Αλλαγών. Θα πραγματοποιηθούν

δοκιμές συμπίκνωσης έρματος, με χρήση μετρητών διακένων, που θα έχουν εγκατασταθεί κάτω από κάθε σιδηροτροχιά και ανά αποστάσεις δύο στρωτήρων. Ένα όχημα με αξονικό φορτίο 8t θα διέλθει πάνω από τη δοκιμαζόμενη τροχιά και θα γίνουν οι σχετικές μετρήσεις βύθισης σιδηροτροχιάς, δυναμικής στάθμης διατομής και στρέβλωσης. Αυτά τα στοιχεία θα καταγράφονται και παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα και θα υποβληθούν στην ΑΜ προς έγκριση, σε όποια μορφή απαιτηθεί.

- 10.2 Αν οποιοσδήποτε μετρητής διακένων δείξει μια βύθιση της σιδηροτροχιάς πάνω από 3mm, τότε θα εκτελεστεί συμπληρωματική πλήρωση και συμπίκνωση (μπουράρισμα) του έρματος κάτω και πλευρικά από τους στρωτήρες που βρίσκονται εκατέρωθεν του μετρητή. Εάν αυτό συμβαίνει σε περισσότερους από το 10% των μετρητών, που έχουν εγκατασταθεί σε μήκος 100m, τότε απαιτείται συνολική εργασία πλήρωσης/συμπύκνωσης έρματος για όλο το εξεταζόμενο μήκος.
- 10.3 Από όλους τους μετρητές διακένων, όπου καταγράφηκαν βυθίσεις, θα ληφθούν οι τιμές της διαφοράς στάθμης διατομής και η στρέβλωση. Όπου τα συνδυασμένα σφάλματα, στη δυναμική διαφορά στάθμης διατομής, τη δυναμική στρέβλωση και τη βύθιση ξεπεράσουν τις μέγιστες επιτρεπόμενες ανοχές, τότε η τροχιά πρέπει να ανακατασκευαστεί στο επηρεαζόμενο μήκος.

#### **11 Δοκιμές φόρτισης σε άμεση στερέωση αγκύριων τροχιάς**

- 11.1 Ο Ανάδοχος θα επιβάλει ένα κατακόρυφο φορτίο 35kN ανά κοχλία σε 12 ζευγάρια κοχλιών αγκύρωσης, που θα επιλεγούν τυχαία μέσα σε κάθε μήκος 100m τροχιάς.
- 11.2 Ο Ανάδοχος θα επιβάλει στους ίδιους, τυχαία επιλεγμένους κοχλίες, και ένα οριζόντιο φορτίο, που θα τους περισφίγγει με τιμή ροπής 375Nm.
- 11.3 Αν οποιοσδήποτε από τους τυχαία επιλεγμένους κοχλίες παρουσιάζει ενδείξεις κίνησης προς οποιαδήποτε διεύθυνση κατά τη διάρκεια της δοκιμής, θα αντικατασταθεί και ο Ανάδοχος θα πραγματοποιήσει συμπληρωματικές δοκιμές σύμφωνα με τις οδηγίες της ΑΜ.

#### **12 Δοκιμές ηλεκτρικής μόνωσης τροχιάς**

- 12.1 Ο Ανάδοχος θα πραγματοποιήσει, με εγκεκριμένες μεθόδους, ηλεκτρικές δοκιμές, για να αποδείξει ότι όλη η γραμμή καλύπτει τις απαιτήσεις της παρούσας προδιαγραφής.
- 12.2 Οι ηλεκτρικές δοκιμές θα γίνουν, αφού θα έχουν πλήρως εγκατασταθεί και καθαριστεί οι τροχίες και πριν συνδεθούν με αυτές οποιοδήποτε ηλεκτρικοί σύνδεσμοι.
- 12.3 Οι ως άνω δοκιμές θα γίνουν σε ξηρές συνθήκες.
- 12.4 Η ειδική ηλεκτρική αντίσταση της τροχιάς δε θα είναι χαμηλότερη των ορίων που καθορίζονται στην Προδιαγραφή Μελετών και Επιδόσεων για Σιδηροδρομική Επιδομή.

#### **13 Έλεγχος κατασκευής με περιτύπωμα οχήματος**

Με την ολοκλήρωση της εγκατάστασης της τροχιάς, αλλά πριν εγκατασταθεί οποιοσδήποτε ηλεκτρομηχανολογικός ή άλλου είδους εξοπλισμός, ο Ανάδοχος θα αποδείξει στην ΑΜ με ένα κατάλληλα σχεδιασμένο όχημα επί της τροχιάς ότι οι "όπως κατασκευάστηκαν" τροχίες, συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις για τα περιτυπώματα και τις ελεύθερες αποστάσεις του οχήματος, όπως προδιαγράφονται στο Παράρτημα Α.

## 14 Συγκολλήσεις

- 14.1 Στις συνήθειες τροχιές οι συγκολλημένοι αρμοί των σιδηροτροχιών δεν πρέπει να γίνονται σε εναλλασσόμενη θέση. Οι αρμοί αυτοί πρέπει να τοποθετούνται σε ζευγάρια, κατά πλάτος της τροχιάς, και η απόσταση μεταξύ τους, μετρημένη παράλληλα με τον άξονα, δεν πρέπει να ξεπερνά τα 150mm.
- 14.2 Ο Ανάδοχος θα εκτελέσει έλεγχο με υπέρηχους όλων των συγκολλημένων αρμών των συμμετρικών (vignole) σιδηροτροχιών, αποκλειστικά με την Οδηγία των Γερμανικών Σιδηροδρόμων DB Ril 821.2007. Οι έγκοιλες (grooved) σιδηροτροχιές δύναται να ελεγχθούν με υπέρηχους, βάσει μεθόδων ελέγχου άλλων Ευρωπαϊκών τροχιοδρομικών δικτύων. Οποιοσδήποτε συγκολλημένος αρμός σιδηροτροχιάς, που παρουσιάζει μη αποδεκτά σφάλματα, θα αντικατασταθεί με τμήμα νέας σιδηροτροχιάς, κατόπιν τομής και διεξαγωγής δύο νέων κολλήσεων. Οι τελικές θέσεις των δυο κολλήσεων δε θα απέχουν μεταξύ τους λιγότερο από 6m.
- 14.3 Σε ένα συγκολλημένο αρμό, η πλευρά του εύρους (εσωτερική) στην κεφαλή της σιδηροτροχιάς, καθώς και η επιφάνεια κύλισης της σιδηροτροχιάς -μετά το τρόχισμα- θα πρέπει να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :
- A. Τα εξογκώματα ή βαθουλώματα δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερα από 0,5mm, όταν μετριοούνται με διακριβωμένο ευθύγραμμο κανόνα μήκους 1m που τοποθετείται εγκάρσια και κεντρικά στο συγκολλημένο αρμό. Επιπλέον, κανένα βαθούλωμα ή εξόγκωμα, που βρίσκεται κάτω από τον διακριβωμένο ευθύγραμμο κανόνα μήκους 100mm, που τοποθετείται επάνω και κατά μήκος του αρμού, δεν πρέπει να γίνεται αποδεκτό.
- B. Καμία πλευρική κύρτωση δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0,5mm, με μέτρηση διακριβωμένου ευθύγραμμο κανόνα μήκους 1m, που τοποθετείται με το μέσο του στο συγκολλημένο αρμό.
- 14.4 Ένας συγκολλημένος αρμός σιδηροτροχιάς, όταν εξετάζεται οπτικά, δεν πρέπει να παρουσιάζει εγκλείσεις άλλων υλικών, εγκοπές ή ενδείξεις έλλειψης τήξης μεταξύ του βασικού μετάλλου και του υλικού συγκόλλησης.
- 14.5 Δεν πρέπει να παρατηρείται βλάβη στις γειτονικές σιδηροτροχιές στο Σύστημα Στερέωσης Σιδηροτροχιών, στα ελαστικά περιβλήματα, σε λοιπές κατασκευές ή στην παρακείμενη επιφάνεια σκυροδέματος, που να προέρχεται από λιωμένο χάλυβα ή κατάλοιπα της κόλλησης.
- 14.6 Μία πλήρης καταγραφή των κολλήσεων των σιδηροτροχιών, συμπεριλαμβανομένων και των αποτελεσμάτων των ελέγχων με υπέρηχους, θα υποβληθεί στην ΑΜ.

## 15 Σκυρόδεμα κλίνης τροχιάς

Όλες οι εγκάρσιες ρωγμές που μπορεί να εμφανισθούν στο σκυρόδεμα της κλίνης τροχιάς με πλάτος μεγαλύτερο των 2mm και με μεταξύ τους αποστάσεις μικρότερες του 1,5m και όλες οι διαμήκειες ρωγμές -ανεξάρτητα από το πλάτος τους και τις μεταξύ τους αποστάσεις- θα πρέπει να επισκευασθούν από τον Ανάδοχο με εγκεκριμένα υλικά και μέθοδο.

## 16 Περιβαλλοντικά Κριτήρια

Με την ολοκλήρωση της Σιδηροδρομικής Επιδομής, ο Ανάδοχος θα επαληθεύσει ότι οι στάθμες του αερομεταφερόμενου και εδαφομεταφερόμενου θορύβου, που μετρώνται στη γεινίαση του τροχιοδρόμου, δεν υπερβαίνουν τις στάθμες που προδιαγράφονται στις Προδιαγραφές Μελετών και Επιδόσεων για Σιδηροδρομική Επιδομή.

### 17 Δοκιμές Αποστράγγισης

Οι δοκιμές αποστράγγισης θα διεξάγονται στην έκταση που απαιτείται από την ΑΜ, προκειμένου να αποδειχθεί ότι τυχόν ύδατα δεν θα λιμνάζουν σε κανένα σημείο στην κλίση τροχιάς, στα κανάλια καλωδίων και τα κυτία συνδέσεων τους με τις σιδηροτροχιές, στις εσοχές των μηχανισμών και των λοιπών εξαρτημάτων των Αλλαγών, στους πυθμένες πλωτών πλακών, κ.λπ.

### 18 Σύσφιξη Συνδέσμων του Συστήματος Στερέωσης Σιδηροτροχιών

- 18.1 Οι σύνδεσμοι (αν υφίστανται) θα ελέγχονται, προκειμένου να εξασφαλίζεται η σωστή προέντασή τους και η ελαστική λειτουργία τους.
- 18.2 Ο Ανάδοχος θα ακολουθεί βιομηχανικές στατιστικές δειγματοληπτικές μεθόδους, προσαρμοσμένες στη συχνότητα βαθμονόμησης των χρησιμοποιούμενων μηχανημάτων σύσφιξης συνδέσμων, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι τουλάχιστον το 95% των συνδέσμων έχει υποστεί ροπή σύσφιξης εντός των τιμών των προτεινόμενων, από τον κατασκευαστή τους, ορίων.

### 19 Λοιπές Δοκιμές και Μετρήσεις

Τα αποτελέσματα των λοιπών δοκιμών και μετρήσεων που ορίζονται στις Προδιαγραφές Επιδόσεων για Σιδηροδρομική Επιδομή ή/και Προδιαγραφές Επιδόσεων Υλικών και Εργασιών, τα ισχύοντα πρότυπα, κ.λπ., αλλά και τα αποτελέσματα των δοκιμών και μετρήσεων που διεξάγονται, αποτελούν στοιχεία του Προγράμματος Ποιότητας Έργου της Σιδηροδρομικής Επιδομής.