

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

**ΤΟ ΑΝΤΙΘΟΡΥΒΙΚΟ ΠΕΤΑΣΜΑ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΑ  
ΚΑΙ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΑ ΟΔΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ**

υπό

**ΧΡΗΣΤΟΥ ΑΞΑΡΛΗ**

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των  
απαιτήσεων για την απόκτηση του  
Διπλώματος Πολιτικού Μηχανικού

2018

©2018 ΑΞΑΡΛΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (Ν. 5343/32 αρ. 202 παρ. 2).

**Εγκρίθηκε από τα Μέλη της Τριμελούς Εξεταστικής Επιτροπής:**

Πρώτος Εξεταστής (Επιβλέπων) Δρ. Κωνσταντίνος Βογιατζής  
Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δεύτερος Εξεταστής Δρ. Νικόλαος Ηλιού  
Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τρίτος Εξεταστής Δρ. Παντελεήμων Κοπελιάς  
Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών,  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## **Ευχαριστίες**

Εν αρχή, θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας μου, Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Βογιατζή, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου. Επίσης, τις ευχαριστίες μου στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής εργασίας μου, Καθηγητές κκ. Ηλιού Νικόλαο και κκ Κοπελιά Παντελεήμων για την ενδελεχή ανάγνωση της εργασίας μου καθώς και για τις πολύτιμες υποδείξεις τους. Είμαι ευγνώμων στους γονείς μου, Νικόλαο και Χρυσούλα Αξαρή για την αγάπη και υποστήριξή τους και όλους τους φίλους συνοδοιπόρους όλα αυτά τα χρόνια. Αφιερώνω τη παρούσα εργασία στον πατέρα μου, τη μητέρα μου.

Αξαρή Χρήστος

# ΤΟ ΑΝΤΙΘΟΡΥΒΙΚΟ ΠΕΤΑΣΜΑ ΣΕ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΥΠΕΡΑΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΑΣΤΙΚΑ ΟΔΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

## ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ & ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ

Αξαρχής Χρήστος

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 2018

Επιβλέπων Καθηγητής: Κωνσταντίνος Βογιατζής Αναπληρωτής Καθηγητής

### Περίληψη

Τα αντιθορυβικά πετάσματα για τη μείωση του οδικού κυκλοφοριακού θορύβου χρησιμοποιούνται ευρέως κατά τη διεθνή πρακτική με πολλούς διαφορετικούς τύπους και παραλλαγές. Οι σύγχρονες αντιλήψεις και ως προς, τη μορφή και αισθητική τους αλλά και ως προς τις απαιτήσεις ασφαλείας στα οδικά δίκτυα καθιστούν αναγκαία μια πρώτη προσπάθεια σύνοψης των προδιαγραφών τόσο της ασφάλειας όσο και των ακουστικών απαιτήσεων.

Αρχικά αναπτύσσονται οι αρχές λειτουργίας τους, τα συνήθη υλικά στελέχωσης τους και γίνεται μια κατηγοριοποίηση τύπων αντιθορυβικών πετασμάτων ως προς αυτά. Αναφέρονται οι μηχανικές απαιτήσεις και η κατασκευή τους. Στη συνέχεια εξετάζεται η συμπεριφορά των αντιθορυβικών πετασμάτων ως πλευρικά εμπόδια σε συνάρτηση με συστήματα αναχαίτισης οχημάτων και καταγράφονται ελληνικοί και διεθνείς κανονισμοί και προδιαγραφές ως προς τις ακουστικές τους απαιτήσεις και την ασφάλεια. Δίνονται παραδείγματα εφαρμογών αντιθορυβικών πετασμάτων σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές και περαιτέρω συγκριτική ανάλυση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των υλικών στελέχωσης τους και των τύπων τους.

Τέλος παρουσιάζεται η πρόταση ΕΛ.ΙΝ.Α και μια μοντέρνα εφαρμογή αντιθορυβικού πετάσματος συνδιασμένου με στηθαίο ασφαλείας στη Νέα Ζηλανδία και εφαρμογές μικτών τύπων αντιθορυβικών πετασμάτων στην Αττική Οδό και την Ολύμπια Οδό.

## Πίνακας Περιεχομένων

**Κεφάλαιο 1 Τα αντιθορυβικά πετάσματα και η λειτουργία τους.** Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

<b><u>1.1 Γενικά για τα αντιθορυβικά πετάσματα</u></b> .....	1
<b><u>1.2 Η λειτουργία των αντιθορυβικών πετασμάτων</u></b> .....	2
<b><u>1.3 Συνήθεις τύποι αντιθορυβικών πετασμάτων</u></b> .....	2
<b><u>1.4 Κατασκευή και συνήθη υλικά αντιθορυβικών πετασμάτων</u></b> .....	3
<b><u>1.4.1 Είδη θεμελίωσης</u></b> .....	4
<b><u>1.4.2 Ευρωπαϊκά πρότυπα σχετικά με τις μη ακουστικές επιδόσεις των αντιθορυβικών πετασμάτων</u></b> .....	6
<b><u>1.4.3 Μηχανικές απαιτήσεις απόδοσης και σταθερότητας</u></b> .....	7
<b><u>1.4.4 Ευρωκώδικες</u></b> .....	11
<b><u>Κεφάλαιο 2 Αντιθορυβικά πετάσματα και οδική ασφάλεια</u></b> .....	11
<b><u>2.1 Τα αντιθορυβικά πετάσματα ως πλευρικά εμπόδια</u></b> .....	11
<b><u>2.2 Συνδυασμός οδικής ασφάλειας και αντιθορυβικών πετασμάτων</u></b> .....	12
<b><u>2.3 Απαιτήσεις ασφάλειας και θορύβου, κανονισμοί και προδιαγραφές</u></b> .....	18
<b><u>2.3.1 Ελληνικοί κανονισμοί</u></b> .....	18
<b><u>2.3.2 Γαλλικοί κανονισμοί</u></b> .....	24
<b><u>2.3.3 Κανονισμοί Ηνωμένου Βασιλείου</u></b> .....	29
<b><u>2.3.4 Γερμανικοί κανονισμοί</u></b> .....	33
<b><u>2.3.5 Κανονισμοί Ηνωμένων πολιτειών Αμερικής</u></b> .....	37
<b><u>2.3.6 Κανονισμοί Ν. Ζηλανδίας</u></b> .....	39
<b><u>Κεφάλαιο 3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τύπων αντιθορυβικών πετασμάτων</u></b> .....	42
<b><u>3.1 Διαφανή πετάσματα</u></b> .....	42
<b><u>3.2 Αδιαφανή πετάσματα</u></b> .....	48
<b><u>3.2.1 Πετάσματα από ξύλο η/και φυσική δεντροφύτευση</u></b> .....	48
<b><u>3.2.2 Πετάσματα από σκυρόδεμα</u></b> .....	53
<b><u>3.2.3 Μεταλλικά πετάσματα η πετάσματα από αλουμίνιο</u></b> .....	58
<b><u>3.2.4. Εδαφικές διαμορφώσεις</u></b> .....	62
<b><u>3.2.5. Τούβλα και λοιπά υλικά τοιχοποιίας</u></b> .....	69
<b><u>3.2.6. Συγκριτική θεώρηση</u></b> .....	73
<b><u>Κεφάλαιο 4 Ενδεικτικές προτάσεις</u></b> .....	76
<b><u>4.1 Ενδεικτική πρόταση πετάσματος στην Ν. Ζηλανδία</u></b> .....	76
<b><u>4.2 Προκαταρκτική Πρόταση προδιαγραφών ΕΛ.ΙΝ.Α. - παρατηρήσεις</u></b> .....	86
<b><u>4.3 Πρόταση Αττικής Οδού και Ολυμπίας Οδού</u></b> .....	102
<b><u>Βιβλιογραφία</u></b> .....	114

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1-1: Annex D ασφάλεια σε περίπτωση σύγκρουσης.....	6
Πίνακας 2-1: Ενδεικτικός τύπος συνδιασμού στηθαίων ασφαλείας & ηχοπετασμάτων .....	17
Πίνακας 3-1: Συγκριτική θεώρηση τύπων αντιθορυβικών πετασμάτων.....	75
Πίνακας 4-1: Τιμές αναφοράς.....	89
Πίνακας 4-2: Εύρος συχνοτήτων.....	89
Πίνακας 4-3: Μέγιστες τιμές ισοδύναμης ηχοαπορροφητικής επιφάνειας δωματίου...90	
Πίνακας 4-4: Μέθοδοι μέτρησης χρόνου αντήχησης .....	90
Πίνακας 4-5: Absorption groups.....	91
Πίνακας 4-6: EN ISO 1461: Ελάχιστες μάζες επίστρωσης. ....	96
Πίνακας 4-7: EN ISO 1461: Ελάχιστες μάζες επίστρωσης B .....	96
Πίνακας 4-8: Αποτελέσματα ακουστικών καταγραφών έτους 2017.....	103
Πίνακας 4-9: Γ.Ε. A13 – Κυκλοφοριακά στοιχεία έτους 2017.....	104
Πίνακας 4-10: Συντελεστής ηχο-απορρόφησης aSabine.....	106
Πίνακας 4-11: Συντελεστής ηχο-απορρόφησης aSabine B.....	111
Πίνακας 4-12: Πετάσματα άμεσης εφαρμογής.....	112

## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1-1: Ρηχό πέλμα θεμελίωσης.....	5
Σχήμα 1-2: Βαθύ πέλμα θεμελίωσης με έμπηξη πασσάλου .....	5
Σχήμα 2-1: Κρίσιμες αποστάσεις για οδούς με $V_{\text{επιτρ}} > 100 \text{ km/h}$ .....	13
Σχήμα 2-2: Κρίσιμες αποστάσεις για οδούς με $V_{\text{επιτρ}} = 80 \text{ km/h}$ έως $100 \text{ km/h}$ .....	13
Σχήμα 2-3: Κρίσιμες αποστάσεις για οδούς με $V_{\text{επιτρ}} = 60 \text{ km/h}$ έως $70 \text{ km/h}$ .....	13
Σχήμα 2-4: Προσδιορισμός της καθοριστικής ταχύτητας .....	14
Σχήμα 2-5: Κριτήρια εφαρμογής των στηθαίων ασφαλείας στην εξ.ορ.οδ. ....	15
Σχήμα 3-1: Διαφανές αντιθορυβικό πέτασμα σχεδιασμένο για γέφυρα .....	43
Σχήμα 3-2: Διαφανές πέτασμα 2m .....	43
Σχήμα 3-3: Δανέζικο διαφανές πέτασμα με φύτευση .....	44
Σχήμα 3-4: Ψηλό διαφανές πέτασμα 5m στον M14 αυτοκινητόδρομο .....	44
Σχήμα 3-5: Διαφανές αντιθορυβικό πέτασμα στον M70 αυτοκινητόδρομο .....	46
Σχήμα 3-6: Διαφανές τμήμα ξύλινου πετάσματος, Δανία .....	49
Σχήμα 3-7: Ξύλινο πέτασμα προσαρμοσμένο στο πράσινο περιβάλλον, Δανία .....	49
Σχήμα 3-8: Ξύλινο πέτασμα με δίχτυ χάλυβα για να στηρίζει τη φύτευση, Δανία .....	51
Σχήμα 3-9: Αντιθορυβικό πέτασμα σκυροδέματος με μικρή κλίση από τον δρόμο ...	54
Σχήμα 3-10: Ηχοπέτασμα σκυροδέματος, σχεδίασης γκρι-λευκού .....	54
Σχήμα 3-11: Καφέ αντιθορυβικό πέτασμα σκυροδέματος 4m με δεντροφύτευση .....	55
Σχήμα 3-12: Αυτοκινητόδρομος με λευκά αντιθορυβικά πετάσματα .....	56
Σχήμα 3-13: Αντιθορυβικό πέτασμα από χρωματισμένο σκυρόδεμα, Κοπεγχάγη .....	57
Σχήμα 3-14: Μεταλλικό αντιθορυβικό πέτασμα ύψους 3,5m., Γερμανία .....	59
Σχήμα 3-15: Μικτό μεταλλικό αντιθορυβικό πέτασμα με Plexiglass ύψους 5m .....	59
Σχήμα 3-16: Μεταλλικό αντιθορυβικό πέτασμα στη Βιέννη, Αυστρία .....	59
Σχήμα 3-17: Μεταλλικό με διαφανή στοιχεία αντιθορυβικό πέτασμα .....	61
Σχήμα 3-18: Εδαφική διαμόρφωση ύψους 1,5 m στη Κοπεγχάγη, Δανία .....	62
Σχήμα 3-19: Εδαφική διαμόρφωση ως αντιθορυβικό πέτασμα στη Γερμανία .....	64
Σχήμα 3-20 :Αντιθορυβικό πέτασμα με φύτευση, Δανία .....	65
Σχήμα 3-21: Υποστηριζόμενη εδαφική διαμόρφωση, Γερμανία .....	67
Σχήμα 3-22: Αντιθορυβικό πέτασμα από τούβλα και αισθητικές λεπτομέρειες, Παρίσι .....	70
Σχήμα 3-23: Πέτασμα από PVC με κάθετα διαφανή στοιχεία, Δανία .....	71
Σχήμα 4-1: Φωτογραφία του έργου Newmarket υπό κατασκευή .....	76



Σχήμα 4-2: Κατοικίες που βρίσκονταν λιγότερο από μισό μέτρο από τις εργασίες...	77
Σχήμα 4-3: Μοτίβα & αναρριχώμενα φυτά σχεδιασμένα για κάθε ιδιοκτησία με τη συμβολή των κατοίκων στον τύπο δεντροφύτευσης.....	80
Σχήμα 4-4: Εξωραϊσμός με φύτευση .....	80
Σχήμα 4-5: Εξωραϊσμός με μοτιβα & φύτευση.....	81
Σχήμα 4-6: Απεικόνιση οχημάτων να υπερπηδούν στηθαίο ασφαλείας σκυροδέματος .....	82
Σχήμα 4-7: Πρότερη απεικόνιση.....	82
Σχήμα 4-8: Ύστερη απεικόνιση.....	83
Σχήμα 4-9: Εφαρμογή σηματοδότη.....	84
Σχήμα 4-10: Η τοποθέτηση ηχοπετασμάτων .....	85
Σχήμα 4-11: Σχέση μεταξύ πάχους χάλυβα και επιφάνειας.....	95
Σχήμα 4-12: Φωτορεαλιστική απεικόνιση τύπου M1.....	107
Σχήμα 4-13: Φωτορεαλιστική απεικόνιση τύπου M1 B.....	107
Σχήμα 4-14: Στατιστικός αναλυτής – Ηχόμετρο SOLO της 01 dB.....	109
Σχήμα 4-15: Διάταξη παντός καιρού BAP 21 .....	109
Σχήμα 4-16: Διάταξη παντός καιρού BAP 21 σε αυτοκινούμενο σταθμό.....	110
Σχήμα 4-17: Φωτορεαλιστική απεικόνιση μικτού αντιθορυβικού πετάσματος.....	113
Σχήμα 4-18: Φωτορεαλιστική απεικόνιση μικτού αντιθορυβικού πετάσματος B.....	113

# Κεφάλαιο 1 Τα αντιθορυβικά πετάσματα και η λειτουργία τους

## 1.1 Γενικά για τα αντιθορυβικά πετάσματα

Ο οδικός κυκλοφοριακός θόρυβος αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες υποβάθμισης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής. Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 20-25% του πληθυσμού των πιο αναπτυγμένων χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης ενοχλείται από τον κυκλοφοριακό θόρυβο ενώ το 19% του συνολικού πληθυσμού κατοικεί σε περιοχές με υψηλά επίπεδα θορύβου.<sup>1</sup>

*«Τα αντιθορυβικά πετάσματα είναι κατηγορία ειδικών τεχνικών έργων που σκοπό έχουν τη προστασία από την ηχορύπανση στην οριογραμμή του καταστρώματος της οδού. Είναι η βασική μέθοδος ελάττωσης του θορύβου στα οδικά δίκτυα, αφού λειτουργεί ως φράγμα μεταξύ του πομπού ήχου (οχήματα στη κυκλοφορία, σιδηρόδρομοι και άλλες πηγές θορύβου) και του δέκτη (κατοίκων)».* (Κ. Βογιατζής, 2012:256)

Ο προσδιορισμός των διαστάσεων τους του τύπου τους, της απόστασης εφαρμογής τους από την οδό, της μορφής και των υλικών που τα αποτελούν, της αισθητικής τους ένταξης στο εκάστοτε οδικό περιβάλλον καθώς και των ακουστικών ιδιοτήτων τους είναι το αντικείμενο ειδικής ακουστικής μελέτης υπολογισμού και εφαρμογής (EAMYE) αντιθορυβικών πετασμάτων.

---

<sup>1</sup> Πηγή: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα

## **1.2 Η λειτουργία των αντιθορυβικών πετασμάτων**

Με τη παρουσία των αντιθορυβικών πετασμάτων, κατά μήκος και παραπλεύρως της οδού ως εμπόδιο ανάμεσα στη πηγή θορύβου και τον δέκτη, ένα μέρος των ηχητικών κυμάτων ανακλάται και επιστρέφει προς τη πηγή με γωνία ανάκλασης ίση με τη γωνία πρόσπτωσης, ενέργεια που μπορεί να είναι ανεπιθύμητη επειδή ο θόρυβος στην πηγή μπορεί να αυξηθεί. Ένα μέρος του ηχητικού κύματος απορροφάται από το αντιθορυβικό πέτασμα και μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Ακόμη ένα μέρος του ηχητικού κύματος μεταδίδεται δια μέσου του αντιθορυβικού πετάσματος και τέλος ένα μέρος περιθλάται από τη κορυφή του αντιθορυβικού πετάσματος και τα άκρα και εξασθενεί συνεχίζοντας τη διάδοσή του προς τον δέκτη. Η ικανότητα ενός αντιθορυβικού πετάσματος να μειώνει το μεταδιδόμενο κύμα εξαρτάται από το υλικό και το τρόπο που κατασκευάζεται και εφαρμόζεται συνήθως με μια κλίση  $\pm 10^\circ$ .

## **1.3 Συνήθεις τύποι αντιθορυβικών πετασμάτων**

Οι συνήθεις τύποι αντιθορυβικών πετασμάτων διακρίνονται κυρίως ως προς το υλικό κατασκευής τους και ξεχωρίζουν δυο μεγάλες κατηγορίες τα διαφανή και αδιαφανή. Μια άλλη κατηγοριοποίηση είναι ως προς τη λειτουργία τους σε ηχο-ανακλαστικά, συνηχητικά και ηχο-απορροφητικά. Επίσης κατηγοριοποιούνται σύμφωνα με την ειδική διαμόρφωση της κορυφής τους, τη κατασκευή τους (μονόπλευρα ή δίπλευρα) καθώς και με το εάν είναι βαρέως ενισχυμένου ή ελαφρύ τύπου. Έτσι προκύπτει η εξής βασική κατηγοριοποίηση:

α) Διαφανή αντιθορυβικά πετάσματα

β) Μεταλλικά, με ή χωρίς διάτρηση ηχο-απορρόφησης

γ) Συμπαγή, από οπλισμένο σκυρόδεμα ή από συμπαγή υλικά όπως χωμάτινες διαμορφώσεις με στοιχεία πρασίνου

Τα ηχο-ανακλαστικά πετάσματα αποτελούσαν ιστορικά τη πιο διαδεδομένη λύση αλλά πλέον οι επιλογές που προσφέρονται για τη κάλυψη πολλαπλών σχεδιαστικών απαιτήσεων πέρα από την μείωση του θορύβου (όπως η ασφάλεια, η αντίσταση στη φωτιά, η συντήρηση και διάρκεια ζωής, η αντοχή σε ανεμοπίεση/φυσικά φαινόμενα/βανδαλισμούς, η αισθητική ένταξη κλπ) καθιστούν τους τύπους των αντιθορυβικών πετασμάτων ένα πεδίο συνεχούς εξέλιξης και καινοτομίας.

#### **1.4 Κατασκευή και συνήθη υλικά αντιθορυβικών πετασμάτων**

Η κατασκευή και η επιλογή των υλικών των αντιθορυβικών πετασμάτων γίνεται με γνώμονα τις ανάγκες της ΕΑΜΥΕ που εκπονείται. Η ακουστική αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται τόσο από τη γεωμετρία όσο και από το πορώδες των χρησιμοποιούμενων υλικών. Γενικά η χρήση διάφανων επιφανειών εκμεταλλεύεται τον φυσικό φωτισμό και ταυτόχρονα διατηρεί την ορατότητα από και προς την οδό. Τα συμπαγή αντιθορυβικά πετάσματα προσφέρουν λύσεις σε πληθώρα περιπτώσεων εφαρμογών τους με τη κατάλληλη διαμόρφωση τους ώστε να εντάσσονται αισθητικά στο εκάστοτε περιβάλλον. Τα προσφερόμενα συνήθη υλικά για ηχο-ανακλαστικές εφαρμογές για τα διαφανή πετάσματα είναι πολυκαρβονικά (polycarbonate) ή πολυμεθυλμεθακρυλικά θερμοπλαστικά πολυμερή (PMMA) ή και πλαστικά πολυβινυλοχλωριδίου (PVC) που μπορεί να είναι διαφανή ή χρωματισμένα. Συναντάμε επίσης πάνελ από σκυρόδεμα πάχους συνήθως από 10-15cm, μεταλλικά πάνελ από χάλυβα ή αλουμίνιο, ξύλινα πάνελ από πεύκη, με άλατα χαλκού και βορίου ή αζόλες. Για ηχο-απορροφητικές εφαρμογές, κατασκευές από beton de bois,

με πορώδες σκυρόδεμα, τσιμεντόλιθους, μεταλλικά πετάσματα με ένα συμπαγές φύλλο και ένα διάτρητο προς την εκτειθέμενη στη πηγή θορύβου πλευρά, και ηχο-απορροφητικά υλικά (υαλοβάμβακας κλπ) ανάμεσα τους (τύπος σάντουιτς). Επίσης ξύλινα πάνελ με επιστρώσεις ηχο-απορροφητικού υλικού, χρήση εδαφικών διαμορφώσεων και φύτευσης, τούβλα (οπτοπλιθοδομές), λιθοδομές πετάσματα από υαλοβάμβακα.

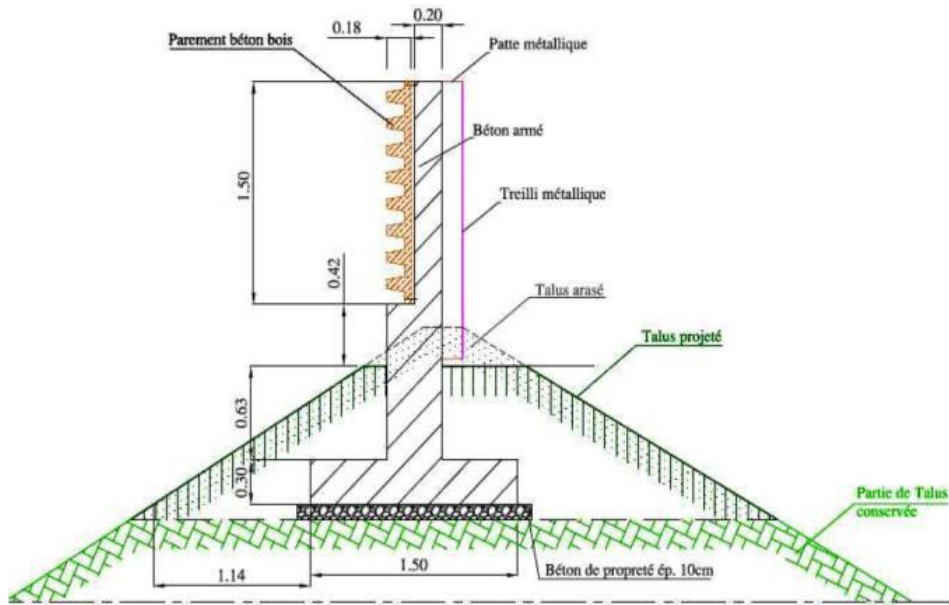
Οι σκελετοί των πάνελ κατασκευάζονται συνήθως από μεταλλικά προφίλ υπάρχουν όμως και λύσεις από προφίλ ειδικού σχεδιασμού.

#### **1.4.1 Είδη θεμελίωσης**

Η γεωτεχνική μελέτη καθορίζει τον τύπο της θεμελίωσης που θα χρησιμοποιηθεί βάση της αναγκαίας φέρουσας ικανότητας. Διακρίνονται δύο τύποι θεμελιώσεων:

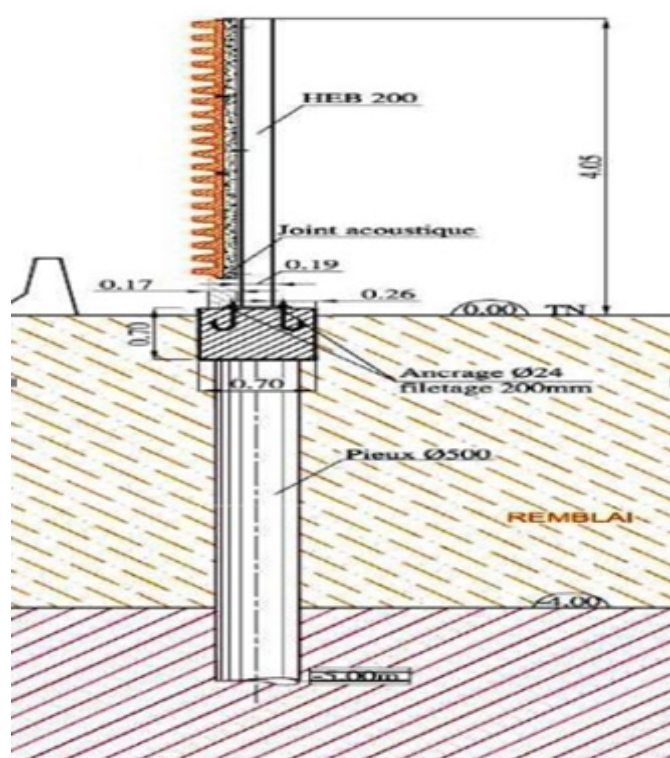
- Τα ρηχά πέλματα με βάσεις αποστράγγισης
- Τα βαθιά πέλματα με έμπηξη πασσάλων

Σημειώνεται πως για την επιλογή βαθιάς θεμελίωσης θα πρέπει να εξαντληθούν οι δυνατότητες εφαρμογής του ρηχού πέλματος για οικονομικούς και τεχνικούς λόγους.



Σχήμα 1-1: Ρηχό πέλαμα θεμελίωσης

Πηγή: Regulatory and safety constraints for the construction of acoustic screens, 2015.



Σχήμα 1-2: Βαθύ πέλαμα θεμελίωσης με έμπηξη πασσάλου

Πηγή: Regulatory and safety constraints for the construction of acoustic screens, 2015.

## 1.4.2 Ευρωπαϊκά πρότυπα σχετικά με τις μη ακουστικές επιδόσεις των αντιθρομβικών πετασμάτων

Η εφαρμογή της σήμανσης CE στα αντιθρομβικά πετάσματα είναι υποχρεωτική καθώς αποτελούν κατασκευές που υπάγονται στη ρύθμιση CPR (Construction Product Regulation) στο εναρμονισμένο πρότυπο hEN 14388 δημοσιευμένο στην επίσημη εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

### EN 1794-1 - Road traffic noise reducing devices — Non-acoustic performance Part 1: Mechanical performance and stability requirements

Διαπραγματεύεται την ανεμοπίεση, το κινητό φορτίο χιονιού, το στατικό του ίδιου βάρους και την αντοχή σε περίπτωση σύγκρουσης.

**§ 3.1 & 3.9** *Αντιθρομβικό πέτασμα: κατασκευή μείωσης θορύβου που εμποδίζει την άμεση μετάδοση του ήχου που εκπέμπεται από την οδική κυκλοφορία. Συνδυασμός ασφάλειας και αντιθρομβικών πετασμάτων: Διάταξη για τη μείωση του (OKΘ) η οποία πληροί όλες τις απαιτήσεις για τα στηθαία ασφαλείας σε μια δεδομένη κατηγορία όπως ορίζεται στο κανονισμό EN 1713-2*

#### D.1 General

In general, noise reducing devices are not required to withstand vehicle impact. Such impacts may be prevented either by using a road restraint system or by providing adequate distance from the road. Where neither of these options are available, the relevant authorities shall need to consider the consequences of vehicle impact and whether the noise reducing device should itself act as a road restraint system.

This annex applies to noise reducing devices for which the consequences of vehicle impact can be considered to be acceptable from the point of view of the vehicle occupants. The further consequences of the damage caused to a noise reducing device in an impact are considered in annex B of EN 1794-2: 2003.

#### D.2 Testing and calculations

**D.2.1** The safety performance of noise reducing devices in respect of controlling the behaviour of errant vehicles shall be evaluated in accordance with EN 1317-1 and EN 1317-2.

**D.2.2** The masses, crash speeds and angles of the test vehicles for which the requirements are fulfilled shall be stated when applied to particular devices.

**D.2.3** The acceptance criteria for traffic safe noise reducing devices are as follows.

a) Vehicle occupants safe devices :

- i) elements of the noise device shall not penetrate the passenger compartment of the vehicle. Deformations of, or intrusion into, the passengers compartment that could cause serious injuries are not permitted ;
- ii) the vehicle shall remain upright driving after collision, although moderate rolling, pitching and yawing are acceptable ;
- iii) the impact severity level shall be A or B, as defined in EN 1317-2 ;

b) combined safety and noise barriers.

Πίνακας 1-1: Annex D ασφάλεια σε περίπτωση σύγκρουσης Πηγή: – EN 1794-1

## **EN 1794-2 - Road traffic noise reducing devices — Non-acoustic performance**

### **Part 2: General safety and environmental requirement.** Συσκευές μείωσης

θορύβου οδικής κυκλοφορίας-μη ακουστική απόδοση μέρος 2: Γενική ασφάλεια και περιβαλλοντική απαίτηση.

Τα βασικά θέματα που αναπτύσσονται σε αυτόν τον κανονισμό είναι: η αντίσταση στην πυρκαγιά, ο κίνδυνος από πτώση συντριμμιών προστασία του περιβάλλοντος; μέσα διαφυγής σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και η αντανάκλαση φωτός και η διαφάνεια

### **EN 14389-2 - Road traffic noise reducing devices Part 2: Procedures for assessing long term performance. Non acoustic characteristics.** Διατάξεις μείωσης

θορύβου οδικής κυκλοφορίας-διαδικασίες αξιολόγησης μακροπρόθεσμων επιδόσεων.

Οι κανόνες αυτοί χρησιμοποιούνται στο Ηνωμένο Βασίλειο και στη Γαλλία με ορισμένες προσαρμογές Ηνωμένο Βασίλειο BS EN 1794 και Γαλλία NF EN 1794

Στα παραρτήματα Β και C του κανονισμού EN 1794-2 γίνεται αναφορά στο φορτίο ανέμου και στο ίδιο φορτίο και αναφέρεται πως ελλείψει ειδικών προδιαγραφών σε ευρωκώδικες, χρησιμοποιούνται οι υπάρχοντες ευρωκώδικες που αφορούν τη δόμηση.

### **1.4.3 Μηχανικές απαιτήσεις απόδοσης και σταθερότητας**

Σύμφωνα με το ΣΧΕΔΙΟ ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-05-02-04-00:2017 § 4.2-4.6:

*Τα πετάσματα είναι αυτοφερόμενα και ικανά να φέρουν το βάρος των υπερκείμενων τεμαχίων αλλά και την ανεμοπίεση σχεδιασμού, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 1794-1.*



β. Τα μεταλλικά πετάσματα φέρουν αντιδιαβρωτική προστατευτική στρώση από θερμό γαλβάνισμα βάρους τουλάχιστον 275 g/m<sup>2</sup>, πάχος περίπου 20 μm), σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 10346, ή από οργανική επικάλυψη πάχους τουλάχιστον 25 μm, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 10169-2

γ. Τα ξύλινα πετάσματα είναι εμποτισμένα και κατεργασμένα εντός κλιβάνου με ανόργανα άλατα υδατοστεγάνωσης, αποτελούμενα συνήθως από συμπαγή ξύλινο πλαίσιο

δ. Τα πετάσματα αλουμινίου φέρουν προστατευτική επίστρωση ελάχιστου πάχους 70 μm στις εξωτερικές και στις εσωτερικές τους επιφάνειες, από πολυεστερικές πούδρες χαμηλής θερμοκρασίας, εφαρμοζόμενες με ηλεκτροστατικές μεθόδους

ε. Τα συνθετικά ηχοπετάσματα (διαφανή ή αδιαφανή) θα έχουν τις εξής ιδιότητες, που επιβεβαιώνονται με αντίστοιχες μεθόδους και δοκιμές, ως εξής:

-Ανθεκτικότητα στην υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου.

- Αντοχή σε κρούση χωρίς παραγωγή θραυσμάτων, με ελάχιστες απαιτήσεις που προσδιορίζουν: Η μέθοδος προσδιορισμού των ιδιοτήτων ευκαμψίας των οπλισμένων ή μη πλαστικών και των υλικών ηλεκτρικής μόνωσης κατά ΕΛΟΤ EN ISO 178 Η δοκιμή προσδιορισμού των εφελκυστικών ιδιοτήτων των πλαστικών κατά ΕΛΟΤ EN ISO 527 & Η μέθοδος προσδιορισμού της αντοχής των πλαστικών σε κρούση με τη μέθοδο Charpy

- Ανθεκτικότητα σε φωτιά, με ελάχιστες απαιτήσεις που προσδιορίζουν: Η μέθοδος B50, προσδιορισμού της θερμοκρασίας μαλακώματος Vicat (VST) κατά ΕΛΟΤ EN ISO 306 & η μέθοδος μέτρησης των φωτομετρικών και φασματικών ραδιομετρικών χαρακτηριστικών κατά DIN 5036-3

- Το τελικό απαιτούμενο πάχος των πετασμάτων καθορίζεται κατά περίπτωση από τη μελέτη, που όμως είναι τουλάχιστον 15 mm, βάσει του βάρους των υπερκείμενων φύλλων και της ανεμοπίεσης σχεδιασμού

- Τα συνθετικά πετάσματα θα έχουν τη δυνατότητα εφαρμογής κατά στρώσεις σε κοινό ορθοστάτη ή πλαίσιο (από ένα έως τρία φύλλα, π.χ. διάτρητο-συμπαγές-διάτρητο)

στ. Τα πετάσματα από σκυρόδεμα αποτελούνται από προκατασκευασμένες οπλισμένες πλάκες κατηγορίας C30/37, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 206-1

Τα ηχο-απορροφητικά υλικά διατηρούνται αναλλοίωτα από την υγρασία και είναι ανθεκτικά σε χημικά και στις καιρικές μεταβολές

Ο βαθμός υγρασκοπικότητας των υλικών είναι μικρότερος από 0,2% κατ' όγκο, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 62 E2

Τα πλαίσια σύνδεσης των πετασμάτων, εφόσον προβλέπονται, θα είναι κατάλληλες διατομές αλουμινίου με δυνατότητα τοποθέτησης 1 έως 3 (σε τομή) τεμαχίων πετασμάτων και 1 έως 2 τεμαχίων ηχοαπορροφητικού υλικού, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης και τα σχέδια λεπτομερειών του οίκου παραγωγής.

Τα πλαίσια αλουμινίου θα φέρουν προστατευτική επίστρωση ελάχιστου πάχους 70 μ από πολυεστερικές πούδρες χαμηλής θερμοκρασίας, ανθεκτικές στις εξωτερικές επιδράσεις, εφαρμοζόμενες με ηλεκτροστατικές μεθόδους και πολυμερισμένες σε φούρνο.

Οι ορθοστάτες και οι οριζόντιες δοκοί (σε περίπτωση εφαρμογής οριζόντιων πετασμάτων - σε πρόβολο - μορφής Γ) στερέωσης των πετασμάτων θα είναι από χάλυβα ή από αλουμίνιο διατομής Η, διαστάσεων σύμφωνα με τη μελέτη.

Μόνο τα πετάσματα από σκυρόδεμα επιτρέπεται να στηρίζονται σε ορθοστάτες από σκυρόδεμα.

Οι ορθοστάτες (από χάλυβα ή αλουμίνιο) που στερεώνονται με αγκύρια πακτούμενα σε σκυρόδεμα, φέρουν πλάκα έδρασης διαστάσεων προσδιοριζόμενων με στατική μελέτη .

Οι ορθοστάτες, οι πλάκες έδρασης και οι δοκοί από χάλυβα είναι γαλβανισμένοι εν θερμώ ελάχιστου πάχους 80 μm, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 1461, μετά από κύκλο αμμοβολής κατηγορίας SA 2 ½ κατά τους οικείους Σουηδικούς Κανονισμούς.

Οι ορθοστάτες, οι πλάκες έδρασης και οι δοκοί από αλουμίνιο θα έχουν προστατευτική επίστρωση ελάχιστου πάχους 80 μm, σύμφωνα με εκείνη των πετασμάτων από αλουμίνιο.

Ηλεκτροσυγκολλήσεις ή διατρήσεις επί τόπου του έργου απαγορεύονται.

Οι ορθοστάτες σκυροδέματος κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα (φυγοκεντρικό ή δονητικό) κατηγορίας C30/37, κατά το ΕΛΟΤ EN 206-1. Το σχήμα των πασσάλων ορίζεται στα κατασκευαστικά σχέδια. Ο εγκάρσιος και διαμήκης οπλισμός (κατηγορίας B500C) των πασσάλων είναι σταθερός σε όλο το μήκος τους, σύμφωνα με τα κατασκευαστικά σχέδια.

Ο έλεγχος των πασσάλων γίνεται σε διαπιστευμένο εργαστήριο σε ποσοστό 0,5% του πλήθους των πασσάλων που τοποθετούνται στο έργο, και κατ' ελάχιστο σε 2 τεμάχια.

Οι προς δοκιμή πάσσαλοι λαμβάνονται τυχαία από τους πασσάλους που έχουν προσκομισθεί στο εργοτάξιο.

Τα διάφορα μικροϋλικά στερέωσης και σύνδεσης (κοχλίες, περικόχλια κλπ.) είναι γαλβανισμένα, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 1461.

#### **1.4.4 Ευρωκώδικες**

Οι Ευρωκώδικες που χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τα παραρτήματα Β, C του προτύπου EN 1794-2 είναι:

- Ευρωκώδικας 0 – Βάσεις σχεδιασμού φερουσών κατασκευών
- Ευρωκώδικας 1 – Δράσεις στις Φέρουσες Κατασκευές μέρος 1
- Ευρωκώδικας 7 – Γεωτεχνικός σχεδιασμός.

## **Κεφάλαιο 2 Αντιθορυβικά πετάσματα και οδική ασφάλεια**

### **2.1 Τα αντιθορυβικά πετάσματα ως πλευρικά εμπόδια**

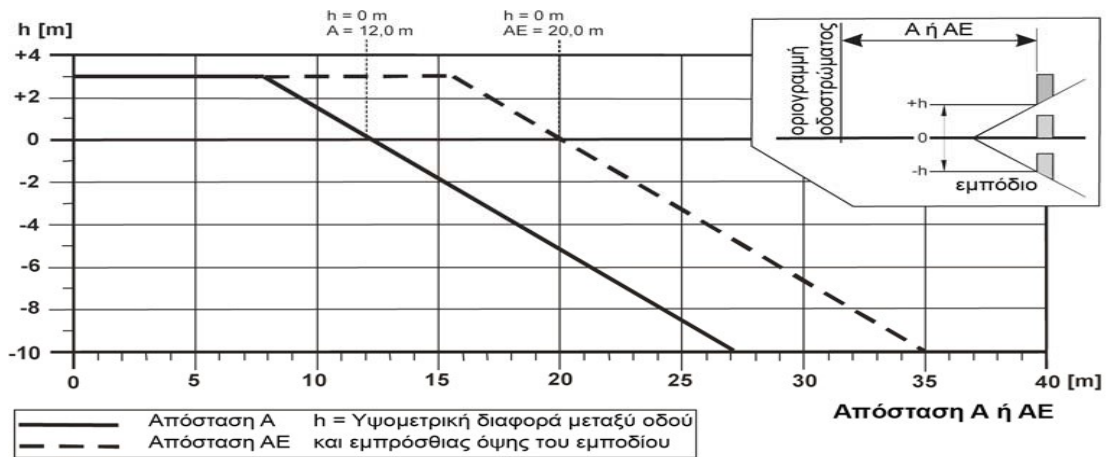
Λόγω της φύσεως του φαινομένου της διάδοσης του (Ο.Κ.Θ), για να είναι όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά τα αντιθορυβικά πετάσματα επιδιώκεται να εφαρμόζονται όσο πιο κοντά στη πηγή του θορύβου δηλαδή όσο πιο κοντά στην οριογραμμή της οδού. Όντας στερεή κατασκευή, το αντιθορυβικό πέτασμα αποτελεί κίνδυνο σε περίπτωση που κάποιο όχημα εκτραπεί της πορείας του και προσκρούσει σε αυτό, τόσο για τους επιβαίνοντες το οχήματος, όσο και για οχήματα και πεζούς που κινούνται πίσω του. Οι απολήξεις αρχής του αντιθορυβικού πετάσματος είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα σημεία σε περίπτωση πρόσκρουσης οχήματος σε αυτές και λόγω της αλλαγής έντασης των πλευρικών ανέμων σε αυτά τα σημεία. Τα αντιθορυβικά πετάσματα ως εκ τούτου, αποτελούν πλευρικά εμπόδια και ο σχεδιασμός και η εφαρμογή τους επιβάλλεται να γίνεται σε συνδυασμό με την εφαρμογή συστημάτων αναχαίτισης οχημάτων.

## 2.2 Συνδυασμός οδικής ασφάλειας και αντιθορυβικών πετασμάτων

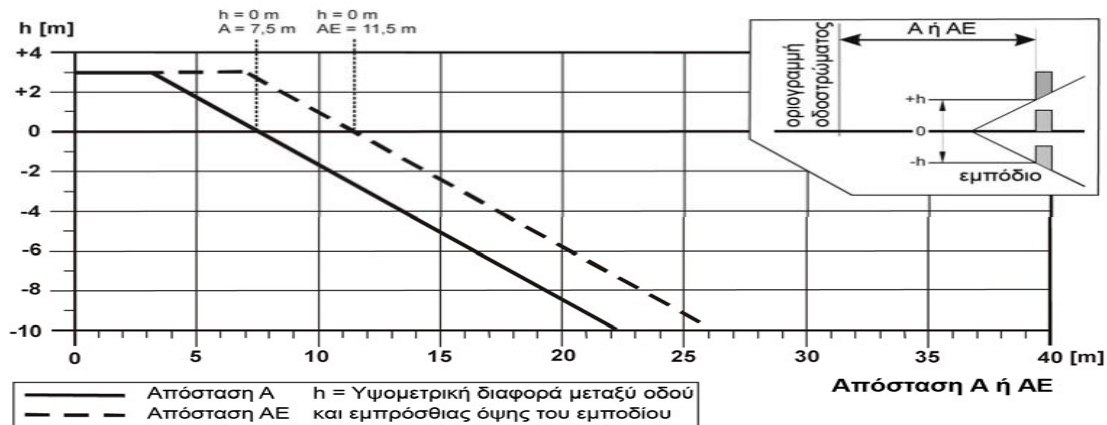
Σύμφωνα με τα πρότυπα EN 1317 και τις Ο.Μ.Ο.Ε.-Σ.Α.Ο, τα αντιθορυβικά πετάσματα αποτελούν πλευρικά εμπόδια λόγω των κατακόρυφων ορθοστατών που χρησιμοποιούν για τη στήριξη τους, οι οποίοι δεν είναι ούτε παραμορφώσιμοι ούτε ανατρέψιμοι σε περίπτωση σύγκρουσης οχήματος. Οι θέσεις εφαρμογής των αντιθορυβικών πετασμάτων χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνες θέσεις σύμφωνα με τις Ο.Μ.Ο.Ε.-Σ.Α.Ο. και κατηγοριοποιούνται στη κατηγορία κινδύνου 3 ως εμπόδια με ιδιαίτερο κίνδυνο για τους επιβαίνοντες σε όχημα. Έτσι είναι απαραίτητη η εφαρμογή στηθαίων ασφαλείας που να προστατεύουν και τα οχήματα αλλά και το αντιθορυβικό πέτασμα.

Σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-ΣΑΟ:

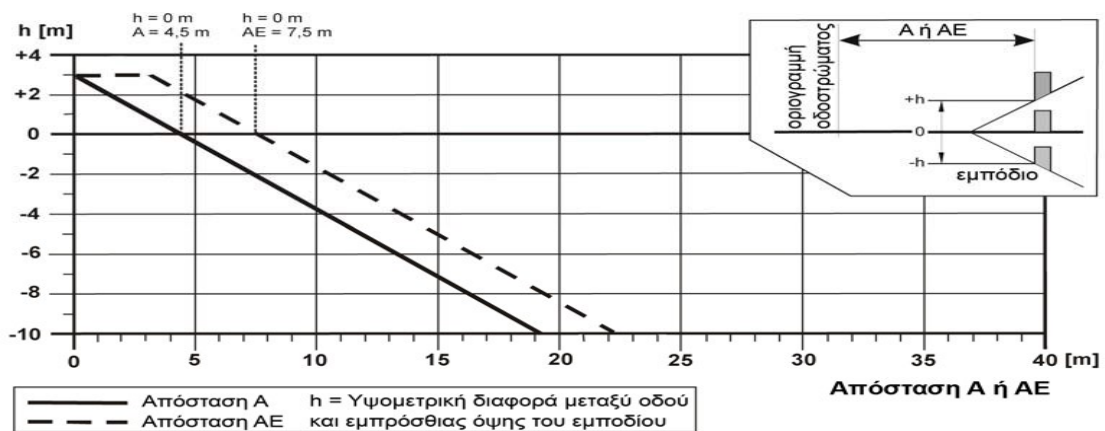
*Η αναγκαιότητα τοποθέτησης στηθαίων ασφαλείας καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την ύπαρξη επικίνδυνης θέσης ή εμποδίου εντός των ορίων των κρίσιμων αποστάσεων από την οδό. Για τη κατηγορία κινδύνου 3 η κρίσιμη απόσταση διακρίνεται στην **Απόσταση Α**, σε περίπτωση όπου απαιτείται η λήψη μέτρων προστασίας των επιβαινόντων οχήματος εξαιτίας πτώσης ή πρόσκρουσης σε πλευρικά εμπόδια και είναι συνάρτηση της επιτρεπόμενης ταχύτητας ( $V_{επιτρ}$ ) και της υψομετρικής διαφοράς μεταξύ της οδού και της εμπρόσθιας όψης του εμποδίου. Ο προσδιορισμός της γίνεται σύμφωνα με τα κάτωθι σχήματα:*



Σχήμα 2-1: Κρίσιμες αποστάσεις για οδούς με  $V_{\text{επιτρ}} > 100 \text{ km/h}$  και για αυτοκινητόδρομους και παράπλευρες οδούς αυτοκινητοδρόμων με  $V_{\text{επιτρ}} \leq 100 \text{ km/h}$   
 Πηγή: (ΟΜΟΕ -ΣΑΟ)

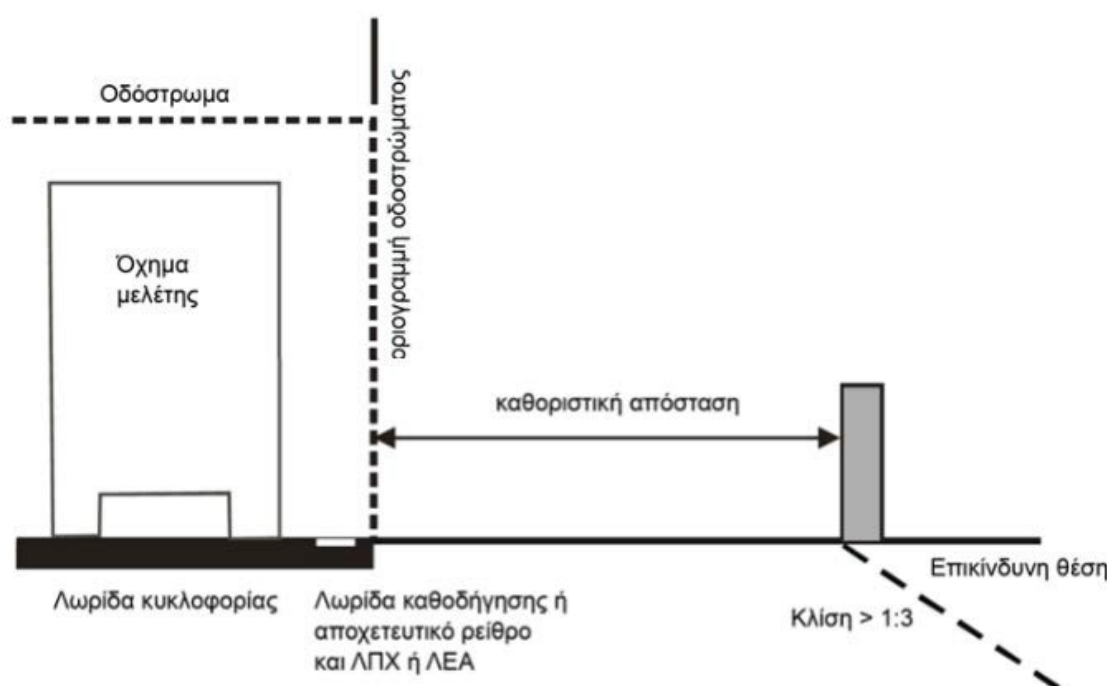


Σχήμα 2-2: Κρίσιμες αποστάσεις για οδούς με  $V_{\text{επιτρ}} = 80 \text{ km/h}$  έως  $100 \text{ km/h}$  Πηγή: (ΟΜΟΕ -ΣΑΟ)



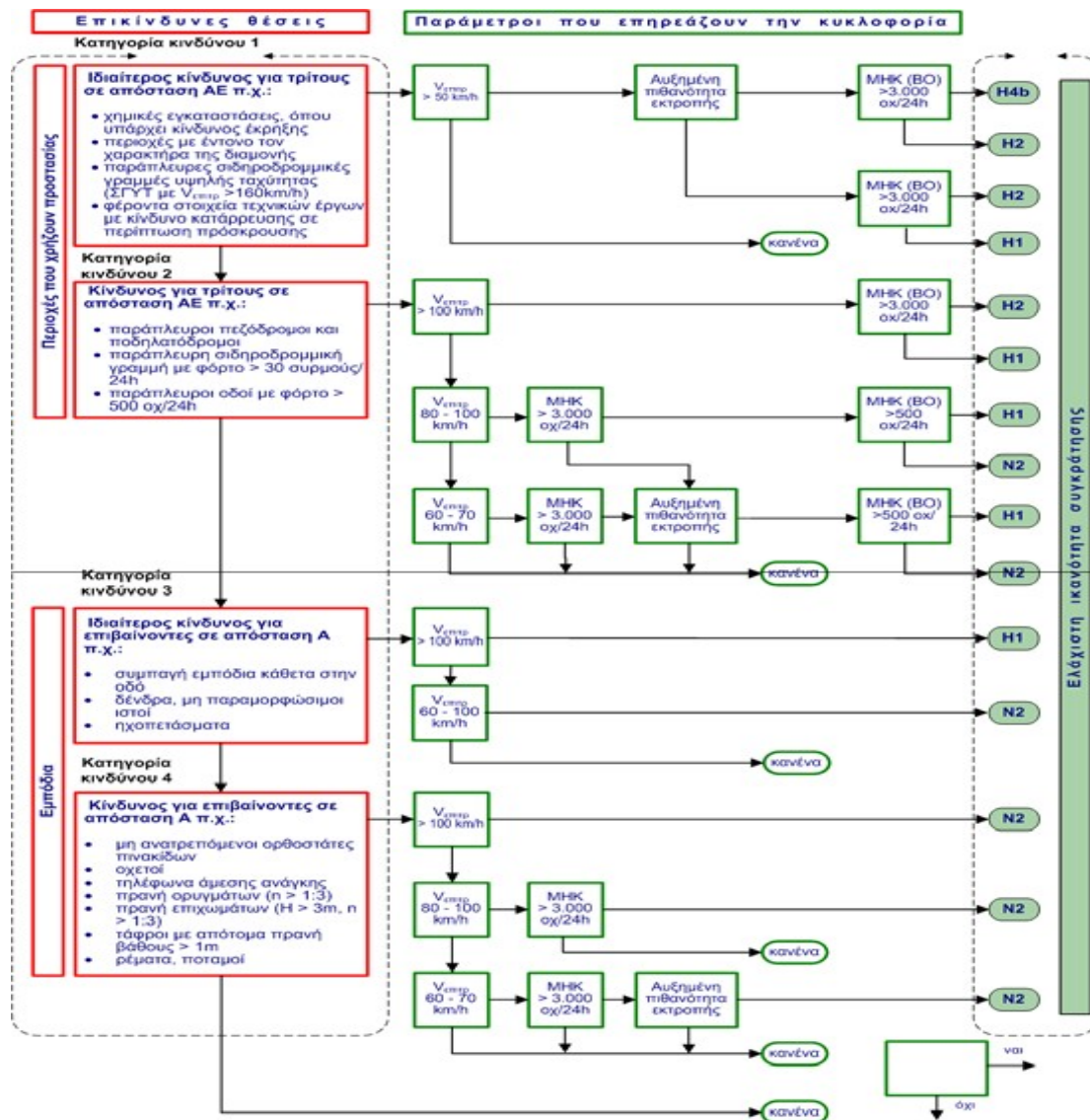
Σχήμα 2-3: Κρίσιμες αποστάσεις για οδούς με  $V_{\text{επιτρ}} = 60 \text{ km/h}$  έως  $70 \text{ km/h}$  Πηγή: (ΟΜΟΕ -ΣΑΟ)

Προκειμένου να αποφασιστεί, αν μία επικίνδυνη θέση βρίσκεται στην ζώνη των κρίσιμων αποστάσεων, αποφασιστικό ρόλο παίζει η απόσταση μεταξύ της οριογραμμής του οδοστρώματος και της όψης της επικίνδυνης θέσης (**καθοριστική απόσταση**). Η καθοριστική απόσταση προσδιορίζεται με βάση το κάτωθι σχήμα:



Σχήμα 2-4: Προσδιορισμός της καθοριστικής ταχύτητας Πηγή: (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ)

Εάν η καθοριστική απόσταση είναι μικρότερη ή ίση με την κρίσιμη απόσταση, θα πρέπει να αποφασιστεί εάν απαιτείται η εγκατάσταση στηθαίων ασφαλείας και ποια είναι η ελάχιστη ικανότητα συγκράτησης που θα πρέπει να παρουσιάζουν αυτά, με την βοήθεια του διαγράμματος ροής του κάτωθι σχήματος:



Σχήμα 2-5: Κριτήρια εφαρμογής των στηθίων ασφαλείας στην εξωτερική οριογραμμή του οδοστρώματος Πηγή: (ΟΜΟΕ – ΣΑΟ)

Ο προσδιορισμός του λειτουργικού πλάτους του συστήματος αναχαίτισης γίνεται σε συνάρτηση με τον διατιθέμενη απόσταση αυτού από τα πλευρικά εμπόδια. Η επιλογή συστήματος με μεγαλύτερη ικανότητα συγκράτησης από την απαιτούμενη είναι δυνατή, εάν η απόσταση μεταξύ της εμπρόσθιας όψης του στηθίου ασφαλείας και της εμπρόσθιας όψης του εμποδίου είναι μικρή.



Για τον προσδιορισμό της κατηγορίας σφοδρότητας πρόσκρουσης του

συστήματος αναχαίτισης συνίστανται τα συστήματα αναχαίτισης με κατηγορία

σφοδρότητας πρόσκρουσης Α για λόγους ασφάλειας.

Αφού εκτιμηθεί η απαιτούμενη ικανότητα συγκράτησης, επιλέγονται οι διαστάσεις των στηθαίων ασφαλείας.

Σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-ΣΑΟ:

*Οι πρόσθετες κατασκευές, οι οποίες μπορούν να τοποθετηθούν στα συστήματα αναχαίτισης οχημάτων είναι: τα κιγκλιδώματα, τα αντιθαμβωτικά πετάσματα, οι ορθοστάτες, οι οριοδείκτες, κλπ. Οι πρόσθετες κατασκευές δεν επιτρέπεται να επηρεάζουν αρνητικά την λειτουργία των συστημάτων αναχαίτισης οχημάτων.*

Όπως αναφέρθηκε η διεθνής πρακτική είναι η προστασία του αντιθορυβικού πετάσματος με στηθαία ασφαλείας, είτε μεταλλικά είτε από σκυρόδεμα . Όμως σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει απαιτούμενο πλάτος και χώρος για την εγκατάσταση στηθαίου ασφαλείας και αντιθορυβικού πετάσματος υπάρχουν λύσεις όπως ο συνδυασμός του αντιθορυβικού πετάσματος με το στηθαίο ασφαλείας σε μια ενιαία κατασκευή που ικανοποιεί και τα πρότυπα ασφάλειας συστημάτων αναχαίτισης οχημάτων και τις ακουστικές ανάγκες που προκύπτουν από την ΕΑΜΥΕ. Ένα παράδειγμα είναι το συνδυασμένο αντιθορυβικό πέτασμα-στηθαίο ασφαλείας της DELTABLOC.

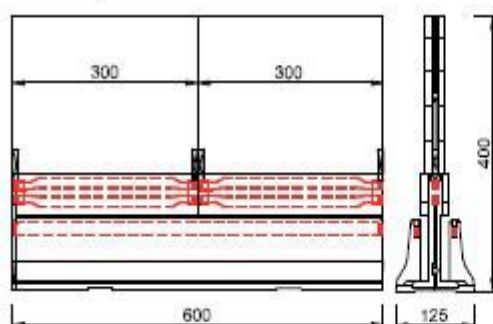
H4b noise barrier wall – a new generation of safety

					L1	L2	L3	L4a	L4b
T1	T2	T3	N1	N2	H1	H2	H3	H4a	<b>H4b</b>

The restraint system respectively noise barrier DB 100 LSW-M acts as safeguarding for the central reserve on motorways and dual carriageways. It additionally works as a high-grade sound insulation system due to the noise absorbing material laminated to the surface of the wall.

Identifying features:

- ▶ highest containment level H4b
- ▶ combination of noise barrier and restraint system
- ▶ variable height of wall: 200 to 450cm
- ▶ protection against glare of oncoming traffic
- ▶ small system width



### Technical specifications

<b>Concrete quality</b>	resistant to frost and de-icing salt (depending on national requirements)
<b>Noise-protection qualities</b>	<b>Sound insulation:</b> B3 (25dB) acc. to EN 1793-2 <b>Sound absorption:</b> A2, A3, A4, acc. to EN 1793-1 depending on the used sound barrier application
<b>Coupling</b>	patented coupling, hot-dip galvanised
<b>Tension bar</b>	patented steel tension bar, hot-dip galvanised
<b>Accessories</b>	tested reflectors ...
<b>Curve radii</b>	r ≥ 350m
<b>Supplementary products</b>	element with integrated emergency exit, transitions, terminals
<b>Misc.</b>	possible sound absorbing materials are: PHONOBLOC®, wood concrete tiles, metal panels or other sound absorbing systems

### Test results restraint system

<b>Type</b>	DB 100 LSW-M				
<b>Containment level</b>	H4b				
<b>System height</b>	2,0m	2,5m	3,0 – 3,5m	4,0m	4,5m
<b>Working width</b>	1,3m	1,4m	1,5m	1,6m	1,7m
<b>Working width class</b>	WS				
<b>ASI</b>	B				
<b>Set length</b>	6m				
<b>System width</b>	125cm				
<b>Tested system length</b>	60m (without terminal elements)				
<b>Tension bar (set)</b>	2x K340 2x K150S				
<b>Installation method</b>					
<b>Terminal anchoring</b>	yes				
<b>Ground conditions</b>	asphalt or concrete				
<b>Connected to the ground</b>	no, free standing				
<b>CE certification</b>	yes, according to EN 1317-5				

### Key facts

	Tension bar	Weight	l / w / h
LSW-M / 3m K340	K340	depending on height	600 / 125 / 200 to 450cm
DB 100LSW / 6m K150S	K150S	3190kg	600 / 40 / 100cm

PDX2008\_EN, 2014-08-27, V3.6



Product data sheet DB 100 LSW-M

Πίνακας 2-1: Ενδεικτικός τύπος συνδιασμού στηθίων ασφαλείας & ηχοπετασμάτων  
Πηγή: DELTABLOC

## **2.3 Απαιτήσεις ασφάλειας και θορύβου, κανονισμοί και προδιαγραφές**

### **2.3.1 Ελληνικοί κανονισμοί**

Απαιτήσεις ασφάλειας

#### **Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων Συστήματα Αναχαίτισης Οχημάτων (ΟΜΟΕ-ΣΑΟ) (2010)**

Κριτήρια εφαρμογής στηθαίων ασφαλείας, υπολογισμός λειτουργικού πλάτους, κατάταξη επικίνδυνων θέσεων σε κατηγορίες επικινδυνότητας

#### **Σχέδιο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-05-02-04-00:2017**

*Η κατασκευή συμμορφώνεται με το ΕΛΟΤ EN 14388.*

*Ο Ανάδοχος υποβάλλει στη Υπηρεσία προς έγκριση κατασκευαστικά σχέδια του συστήματος των ηχοπετασμάτων που προτίθεται να εφαρμόσει, στα οποία περιλαμβάνονται λεπτομέρειες των εξαρτημάτων, ο τρόπος σύνδεσης και στερέωσης και οι μέγιστες επιτρεπόμενες κατασκευαστικές ανοχές.*

*Προϋπόθεση για την έναρξη των εργασιών εγκατάστασης είναι η έγκριση από την Υπηρεσία των κατασκευαστικών σχεδίων που έχουν υποβληθεί.*

*Τυχόν φθορές κατά την φορτοεκφόρτωση μεταφορά και εγκατάσταση, των γαλβανισμένων και χρωματισμένων εξαρτημάτων και πετασμάτων από σκυρόδεμα (σπασίματα, ραγίσματα κλπ.) αποκαθίστανται με κατάλληλη επιδιόρθωση ή/ και αντικατάσταση τεμαχίων, με δαπάνη του Αναδόχου, εφόσον αυτό κρίνει η Υπηρεσία.*

*Κατά τη μεταφορά των τεμαχίων χρησιμοποιούνται αποστάτες από υλικό που δεν προξενεί φθορές στις μεταλλικές επιφάνειες και στις επιφάνειες από σκυρόδεμα), ώστε τα τεμάχια να μην έρχονται σε επαφή μεταξύ τους ή με τα μεταλλικά μέρη του μέσου μεταφοράς.*

*Όλα τα πετάσματα μεταλλικά, από αλουμίνιο και συνθετικά επενδύονται με προστατευτικές μεμβράνες, οι οποίες αφαιρούνται κατά το στάδιο της εγκατάστασης.*

*Τα αγκύρια (στην περίπτωση στήριξης των ορθοστατών με πλάκα έδρασης) τοποθετούνται στην στάθμη και στις αποστάσεις που καθορίζονται στα κατασκευαστικά σχέδια.*

*Πριν από την πάκτωσή τους στο σκυρόδεμα, χρησιμοποιούνται οδηγοί (πατρόν) για την ακριβή οριζοντιογραφική τοποθέτησή τους. Το μήκος του σπειρώματος των αγκυρίων είναι επαρκές για την ρύθμιση των περικοχλίων κατακορύφωσης, και προεξέχει τουλάχιστον 1 cm από το περικόχλιο στερέωσης της πλάκας, μετά από την τελική εφαρμογή του πετάσματος.*

*Όλοι οι ορθοστάτες τοποθετούνται κατακόρυφα στην προδιαγραφόμενη θέση και στις αποστάσεις μεταξύ αυτών.*

*Όταν οι ορθοστάτες στερεώνονται με πάκτωση, διανοίγονται οπές διαμέτρου ανάλογης της διατομής τους, σύμφωνα με τα κατασκευαστικά σχέδια. Οι ορθοστάτες πριν από την πάκτωσή τους, στηρίζονται με προσωρινά συστήματα, που εξασφαλίζουν την κατακορύφωση και τη διατήρηση της μεταξύ των απόστασης.*

*Ο σχεδιασμός των προσωρινών συστημάτων στήριξης υποβάλλεται προς έγκριση στην Υπηρεσία. Η προσωρινή στήριξη των ορθοστατών δεν αφαιρείται πριν από τη συμπλήρωση τουλάχιστον 40 ωρών από την ολοκλήρωση της εργασίας πάκτωσης με σκυρόδεμα στη διανοιγμένη οπή.*

*Τα πετάσματα (σύμφωνα με τα κατασκευαστικά σχέδια), είτε μεμονωμένα, είτε εντός πλαισίων, τοποθετούνται με εφαρμογή ελαστικών παρεμβλημάτων στα σημεία επαφής με τους ορθοστάτες, για την εξασφάλιση της σταθερής στερέωσής τους.*

*Τα φύλλα ή τα πλαίσια των πετασμάτων τοποθετούνται κεντρικά μεταξύ των ορθοστατών. Όταν οι ανοχές στις διαστάσεις του πετάσματος υπερβαίνουν τις μέγιστες των κατασκευαστικών σχεδίων (π.χ. λόγω απόκλισης της απόστασης μεταξύ δυο διαδοχικών ορθοστατών), ο Ανάδοχος οφείλει να προσκομίσει με δικές του δαπάνες νέο πέτασμα του απαιτούμενου μήκους.*

*Ο Ανάδοχος, πριν από την κατασκευή των πετασμάτων στις προβλεπόμενες από τη μελέτη θέσεις, κατασκευάζει δοκιμαστικό τμήμα αποτελούμενο από τρεις ορθοστάτες και δυο πετάσματα, προκειμένου η Υπηρεσία να εγκρίνει το αισθητικό αποτέλεσμα. Εφόσον το δοκιμαστικό τμήμα εγκριθεί από την Υπηρεσία (με όποιες τροποποιήσεις απαιτηθούν), τότε αυτό ενσωματώνεται στο έργο*

**ΕΛΟΤ EN 206-1 Concrete – Part1 : Specification, performance, production and conformity** – Σκυρόδεμα – Μέρος 1: Προδιαγραφή, επίδοση, παραγωγή και συμμόρφωση

**ΕΛΟΤ EN 1794-1 Road traffic noise reducing devices - Non-acoustic performance - Part 1: Mechanical performance and stability requirements --**  
Συστήματα μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας - Μη-ακουστικές επιδόσεις -  
Μέρος 1: Μηχανικές επιδόσεις και απαιτήσεις ευστάθειας

*Όλοι οι τύποι των πετασμάτων έχουν τη δυνατότητα προσαρμογής στην εκάστοτε κατά μήκος κλίση της οδού και διατίθενται σε ποικιλία χρωμάτων, ώστε να ικανοποιούν κατά περίπτωση τις αισθητικές απαιτήσεις. Ο χρωματισμός θα είναι της επιλογής της Επίβλεψης.*

*Όταν στο σύστημα των πετασμάτων δεν προβλέπονται πλαίσια σύνδεσης των τεμαχίων, τότε διατίθενται ελαστικά παρεμβύσματα για τη σταθερή στερέωση επί των ορθοστατών ή των οριζόντιων δοκών που προβλέπονται (στην περίπτωση αυτή) από την Μελέτη.*

*Η άμεση συνιστώσα του συντελεστή φωτεινής αντανάκλασης των πετασμάτων είναι μικρότερη του 10% υπό γωνία πρόσπτωσης 60°, απαραίτητη προϋπόθεση για να μη δημιουργούνται εκτυφλωτικές αντανακλάσεις από τους προβολείς των οχημάτων.*

*Η διαμόρφωση των πετασμάτων με κοίλη διατομή θα πρέπει να διασφαλίζει τη μη κατακράτηση ομβρίων υδάτων στο εσωτερικό τους*

*Αναλόγως του τύπου του πετάσματος, ισχύουν επιπροσθέτως οι ακόλουθες απαιτήσεις:*

*α. Η δομή της συνολικής διάταξης των πετασμάτων εξασφαλίζει από το κίνδυνο της εκτίναξης θραυσμάτων σε περίπτωση κατάρρευσης αυτών, για οποιοδήποτε λόγο*

**ΕΛΟΤ EN ISO 1182 Reaction to fire tests for building products - Non-combustibility tests** -- Δοκιμές αντίδρασης σε φωτιά για δομικά προϊόντα - Δοκιμή ακαυστότητας.

*Τα πετάσματα είναι άκαυστα σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 1182*

**ΕΛΟΤ EN ISO 1461 Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods** -- Επικαλύψεις με γαλβανισμό εν θερμώ ετοιμών προϊόντων από σίδηρο και χάλυβα - Προδιαγραφές και μέθοδοι δοκιμών

**ΕΛΟΤ EN ISO 178 Plastics. Determination of flexural properties** – Πλαστικά. Προσδιορισμός ελαστικών ιδιοτήτων.

**ΕΛΟΤ EN ISO 527 Plastics. Determination of tensile properties. General principles** – Πλαστικά. Προσδιορισμός ιδιοτήτων σε εφελκυσμό.

**ΕΛΟΤ EN 10346 Continuously hot-dip coated steel flat products - Technical delivery conditions** -- Επικαλυμμένα χαλύβδινα πλατέα προϊόντα, συνεχούς εμβάπτισης εν θερμώ - Τεχνικοί όροι παράδοσης

**ΕΛΟΤ EN 10169-2 Continuously organic coated (coil coated) steel flat products - Part 2: Products for building exterior applications** -- Χαλύβδινα πλατέα προϊόντα με οργανική συνεχή επικάλυψη - Μέρος 2: Προϊόντα για εξωτερικές εφαρμογές

**ΕΛΟΤ EN ISO 62 E2 Plastics - Determination of water absorption** -- Πλαστικά - Προσδιορισμός της απορρόφησης νερού

*Ο βαθμός υγροσκοπικότητας των υλικών είναι μικρότερος από 0,2% κατ' όγκο, σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN ISO 62 E2.*

**ΕΛΟΤ EN ISO 8501-1 Preparation of steel substrates before application of paints and related products -- Visual assessment of surface cleanliness -- Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings** -- Προετοιμασία χαλύβδινων επιφανειών πριν από την εφαρμογή χρωμάτων και σχετικών προϊόντων - Οπτική αξιολόγηση της καθαρότητας της επιφάνειας - Μέρος 1: Κατηγορίες σκωρίασης και κατηγορίες προετοιμασίας μη επικαλυμμένων χαλύβδινων επιφανειών μετά την ολική αφαίρεση των προηγούμενων επικαλύψεων.

**ΕΛΟΤ EN ISO 306 Plastics - Thermoplastic materials - Determination of Vicat softening temperature (VST)** -- Πλαστικά - Θερμοπλαστικά υλικά - Προσδιορισμός της θερμοκρασίας μαλακώματος Vicat (VST)

**ΕΛΟΤ EN ISO 13468-1 Plastics - Determination of total luminous transmittance of transparent materials - Part 1: Single-beam instrument -- Πλαστικά υλικά -**

Προσδιορισμός της συνολικής μετάδοσης φωτός σε διαφανή υλικά - Μέρος 1:  
Όργανο απλής δέσμης

**EN 1317 Compliant road restraint systems - Κριτήρια εφαρμογής των Συστημάτων Αναχαίτισης Οχημάτων**

**EN 1317-1:** Ορολογία και γενικά κριτήρια για μεθόδους δοκιμών.

**EN 1317-2:** Κατηγορίες επιδόσεων, κριτήρια αποδοχής δοκιμών πρόσκρουσης και μέθοδοι δοκιμών για στηθαία ασφαλείας.

**EN 1317-3:** Συστήματα απορρόφησης ενέργειας πρόσκρουσης - Κατηγορίες επιδόσεων, κριτήρια αποδοχής δοκιμών πρόσκρουσης και μέθοδοι δοκιμών για συστήματα απορρόφησης ενέργειας πρόσκρουσης.

**ENV 1317-4:** Κριτήρια αποδοχής δοκιμών πρόσκρουσης και μέθοδοι δοκιμών για απολήξεις και συναρμογές στηθαίων ασφαλείας.

**prEN 1317-5:** Κριτήρια ανθεκτικότητας στη διάρκεια ζωής και πιστοποίηση συμμόρφωσης.

Ακουστικές απαιτήσεις

**ΕΛΟΤ EN 1793-1 Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 1: Intrinsic characteristics of sound absorption -- Διατάξεις μείωσης του θορύβου της τροχαίας κίνησης - Μέθοδος**

δοκιμής για τον προσδιορισμό των ακουστικών επιδόσεων - Μέρος 1: Ενδογενή χαρακτηριστικά ηχο-απορρόφησης.



*Τα πετασματα είναι κατηγορίας ηχοαπορροφητικότητας A2 (DLα 4 - 7 dB) ή A3 (DLα 8 - 11 dB) κατά το ΕΛΟΤ EN 1793-1 και κατηγορίας ηχομόνωσης B3 κατά το ΕΛΟΤ EN 1793-2 έναντι του αερόφερτου θορύβου (DLR > 24 dB).*

*Το πάχος των ηχοαπορροφητικών υλικών προσδιορίζεται στη μελέτη (συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του ΕΛΟΤ EN 1793-1).*

**ΕΛΟΤ EN 1793-2 Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 2: Intrinsic characteristics of airborne sound insulation** -- Διατάξεις μείωσης του θορύβου της τροχαίας κίνησης - Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό των ακουστικών επιδόσεων - Μέρος 2: Ενδογενή χαρακτηριστικά ηχομόνωσης αερόφερτου ήχου

### **2.3.2 Γαλλικοί κανονισμοί**

Απαιτήσεις Ασφάλειας:

**NF EN 1713-2, Non-destructive testing of welds - Ultrasonic testing - Characterization of indications in welds**

Μη καταστρεπτικοί έλεγχοι συγκολλήσεων - Τεστ υπερήχων - Χαρακτηρισμός ενδείξεων σε συγκολλήσεις

**Arrêté RNER (Circulaire n°88-49-1988) Dispositifs de retenue routiers Contexte réglementaire**

Συστήματα αναχαίτισης οχημάτων-ρυθμιστικό πλαίσιο

Ακουστικές απαιτήσεις

**NF EN 1793-3:1997 Road traffic noise reducing devices – Test method for determining the acoustic performance – Part 3: Normalized traffic noise spectrum**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας - Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της ακουστικής απόδοσης - Μέρος 3: Κανονικοποιημένο φάσμα θορύβου κυκλοφορίας

Χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του δείκτη  $DL_a$

**NF EN 14389-1:2009, Road traffic noise reducing devices. Procedures for assessing long term performance. Acoustical characteristics.**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας Διαδικασίες αξιολόγησης των μακροπρόθεσμων επιδόσεων. Ακουστικά χαρακτηριστικά

**NF EN 1793-1:2013, Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 1: Intrinsic characteristics of so und absorption under diffuse sound field conditions**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας - Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της ακουστικής απόδοσης - Μέρος 1: Εγγενή χαρακτηριστικά απορρόφησης ήχου υπό συνθήκες διάχυτου ηχητικού πεδίου

**NF EN 1793-2:2013, Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 6: Intrinsic characteristics - In situ values of airborne sound insulation under direct sound field conditions**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας - Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της ακουστικής απόδοσης - Μέρος 6: Εγγενή χαρακτηριστικά - Επί τόπου τιμές ηχομόνωσης αερόφερτου ήχου υπό συνθήκες άμεσου ηχητικού πεδίου

Χρησιμοποιείται για την επέκταση αξιολόγησης του δείκτη DLR

**NF EN 1793-6:2013, Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 6: Intrinsic characteristics - In situ values of airborne sound insulation under direct sound field conditions**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας - Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της ακουστικής απόδοσης - Μέρος 6: Εγγενή χαρακτηριστικά - Επί τόπου τιμές ηχομόνωσης αερόφερτου ήχου υπό συνθήκες άμεσου ηχητικού πεδίου

**NF EN 1793-4:2015, Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 4: Intrinsic characteristics - In situ values of sound diffraction**

Διατάξεις μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας - Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της ακουστικής απόδοσης - Μέρος 4: Εγγενή χαρακτηριστικά - Επί τόπου τιμές διάθλασης ήχου

Η μέθοδος δοκιμής προδιαγράφει μετρήσεις της στάθμης θορύβου σε διάφορα σημεία αναφοράς. Η μέθοδος δοκιμής προορίζεται για τις ακόλουθες εφαρμογές: - προκαταρκτική πιστοποίηση, σε εξωτερικούς χώρους ή σε κλειστούς χώρους, των πρόσθετων συσκευών που πρόκειται να εγκατασταθούν σε διατάξεις μείωσης θορύβου, - προσδιορισμός της διαφοράς δείκτη διάθλασης ήχου των πρόσθετων συσκευών σε πραγματική χρήση, - σύγκριση των προδιαγραφών σχεδιασμού με τα πραγματικά δεδομένα απόδοσης μετά την ολοκλήρωση των κατασκευαστικών εργασιών - επαλήθευση της μακροπρόθεσμης απόδοσης Τα αποτελέσματα εκφράζονται ως συνάρτηση της συχνότητας, σε ζώνες μιας τρίτης οκτάβας μεταξύ 100 Hz και 5 kHz.

**PR NF EN 1793-5:2014, Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance - Part 5: Intrinsic characteristics - In situ values of sound reflection under direct sound field conditions**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας - Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της ακουστικής απόδοσης - Μέρος 5: Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά - Επί τόπου τιμές αντανάκλασης του ήχου υπό συνθήκες άμεσου ηχητικού πεδίου

**NF S31-089:2014, Acoustics - Test Code For The Determination Of Acoustical Characteristics Of Sound Barriers Installed In A Free Field, Association Francaise de Normalisation**

Ακουστική - δοκιμές για τον προσδιορισμό ακουστικών χαρακτηριστικών των αντιθορυβικών πετασμάτων που εφαρμόζονται σε ελεύθερο πεδίο, Γαλλική Ένωση Τυποποίησης

**NF EN ISO 140-1 (1997), Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Requirements for laboratory test facilities with suppressed flanking transmission**

Ακουστική. Μέτρηση της ηχομόνωσης στα κτίρια και των δομικών στοιχείων.  
Απαιτήσεις για εργαστηριακές εγκαταστάσεις δοκιμών

Για τον προσδιορισμό του δείκτη μείωσης θορύβου R σε συνάρτηση με τα πρότυπα  
NF EN ISO 140-2 (1993) και NF EN ISO 140-3 (1995)

**NF EN ISO 140-2 (1993), Determination, verification and application of precision data**

Προσδιορισμός, επαλήθευση και εφαρμογή των δεδομένων ακρίβειας

**NF EN ISO 140-3 (1995), Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Laboratory measurement of airborne sound insulation of building elements**

Ακουστική. Μέτρηση της ηχομόνωσης στα κτίρια και των δομικών στοιχείων.  
Εργαστηριακή μέτρηση της ηχομόνωσης αερόφερτου ήχου των δομικών στοιχείων

**NF EN ISO 354 (2004), Acoustique - Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante**

Ακουστική - Μέτρηση της ηχο-απορρόφησης σε δωμάτια αντήχησης

Για την εκτίμηση του συντελεστή απορρόφησης  $\alpha$  σε συνάρτηση με τα πρότυπα  
NF EN 1793-1 (1997) και NF EN 1793-3 (1997).

### **2.3.3 Κανονισμοί Ηνωμένου Βασιλείου**

Απαιτήσεις ασφάλειας:

#### **PD 6634-1:1999 - Vehicle restraint systems. Fundamentals. Database**

Συστήματα αναχαίτησης οχημάτων. Βασικές αρχές. Βάση δεδομένων.

#### **PD 6634-2:1999 - Vehicle restraint systems - Fundamentals of highway restraint systems**

Συστήματα αναχαίτησης οχημάτων. Βασικές αρχές των συστημάτων αναχαίτησης των οδών

#### **PD 6634-3:1999 - Vehicle restraint systems - Development of vehicle highway barriers in the United Kingdom**

Συστήματα αναχαίτησης οχημάτων. Ανάπτυξη στηθαίων ασφαλείας οδών στο Ηνωμένο Βασίλειο

#### **PD CEN/TR 16303-1:2012 - Road restraint systems. Guidelines for computational mechanics of crash testing against vehicle restraint system – Common reference information and reporting**

Συστήματα αναχαίτησης οχημάτων. Οδηγίες για την υπολογιστική μηχανική των δοκιμών σύγκρουσης με σύστημα συγκράτησης οχημάτων - Πληροφορίες αναφοράς και υποβολή εκθέσεων

#### **PD CEN/TR 16303-2:2012 - Road restraint systems. Guidelines for computational mechanics of crash testing against vehicle restraint system - Vehicle Modelling and Verification**

Συστήματα αναχαίτησης οχημάτων. Οδηγίες για την υπολογιστική μηχανική των δοκιμών σύγκρουσης με σύστημα συγκράτησης οχημάτων. Μοντελοποίηση και πιστοποίηση οχημάτων

**PD CEN/TR 16303-3:2012 - Road restraint systems. Guidelines for computational mechanics of crash testing against vehicle restraint system - Test Item Modelling and Verification**

Συστήματα αναχαίτησης οχημάτων. Οδηγίες για την υπολογιστική μηχανική των δοκιμών σύγκρουσης με σύστημα συγκράτησης οχημάτων. Μοντελοποίηση και επαλήθευση στοιχείου δοκιμής

**PD CEN/TR 16303-4:2012 - Road restraint systems. Guidelines for computational mechanics of crash testing against vehicle restraint system - Validation Procedures**

Συστήματα αναχαίτησης οχημάτων. Οδηγίες για την υπολογιστική μηχανική των δοκιμών σύγκρουσης με σύστημα συγκράτησης οχημάτων. Διαδικασίες επικύρωσης

**BS EN ISO 23279:2010 - Non-destructive testing of welds. Ultrasonic testing. Characterization of indications in welds**

Μη καταστροφικές δοκιμές συγκολλήσεων. Τεστ υπερήχων. Χαρακτηρισμός ενδείξεων στις συγκολλήσεις

Ακουστικές απαιτήσεις:

**BS EN 1793-3:1998 - Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Normalized traffic noise spectrum**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της ακουστικής απόδοσης. Κανονικοποιημένο φάσμα θορύβου κυκλοφορίας

**BS EN 14389-1:2015 - Road traffic noise reducing devices. Procedures for assessing long term performance. Acoustical characteristics**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας. Διαδικασίες αξιολόγησης των μακροπρόθεσμων επιδόσεων. Ακουστικά χαρακτηριστικά

**BS EN 1793-1:2017 - Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Intrinsic characteristics of sound absorption under diffuse sound field conditions**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας. Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της ακουστικής απόδοσης. Εγγενή χαρακτηριστικά απορρόφησης ήχου υπό συνθήκες διάχυτου ηχητικού πεδίου

**BS EN 1793-2:2012 - Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Intrinsic characteristics of airborne sound insulation under diffuse sound field conditions**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας. Εγγενή χαρακτηριστικά μόνωσης αερόφερτου ήχου σε συνθήκες διάχυτου ηχητικού πεδίου



**BS EN 1793-4:2015 - Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Intrinsic characteristics. In situ values of sound diffraction**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας. Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της ακουστικής απόδοσης. Εγγενή χαρακτηριστικά. Επί τόπου τιμές διάθλασης ήχου

**BS CEN/TS 1793-5:2016 - Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Intrinsic characteristics. In situ values of sound reflection under direct sound field conditions**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας. Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της ακουστικής απόδοσης. Εγγενή χαρακτηριστικά. Επί τόπου τιμές ανάκλασης ήχου σε συνθήκες διάχυτου ηχητικού πεδίου

**BS EN 1793-6:2012 - Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Intrinsic characteristics. In situ values of airborne sound insulation under direct sound field conditions**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας. Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της ακουστικής απόδοσης. Εγγενή χαρακτηριστικά. Επί τόπου τιμές μόνωσης αερόφερτου ήχου σε συνθήκες διάχυτου ηχητικού πεδίου

### **2.3.4 Γερμανικοί κανονισμοί**

Απαιτήσεις ασφάλειας

#### **ZTV-Lsw 06 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Ausführung von Lärmschutzwänden an Straßen**

Πρόσθετοι τεχνικοί όροι και οδηγίες για την εγκατάσταση ηχοπετασμάτων οδών

#### **DIN EN 1794-1 (2018) Road traffic noise reducing devices - Non-acoustic performance - Part 1: Mechanical performance and stability requirements**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας - Μη ακουστικές επιδόσεις - Μέρος

1: Απαιτήσεις μηχανικής απόδοσης και ευστάθειας

Φορτία για τον υπολογισμό στήριξης

#### **DIN EN 1794-2 (2011) Road traffic noise reducing devices - Non-acoustic performance - Part 2: General safety and environmental requirements**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας - Μη ακουστικές επιδόσεις - Μέρος

2: Γενικές απαιτήσεις ασφάλειας και περιβάλλοντος

#### **DIN EN 1317-1 (2011) Road restraint systems - Part 1: Terminology and general criteria for test methods**

Συστήματα αναχαίτισης οχημάτων-μέρος 1 Ορολογία και γενικά κριτήρια για τις μεθόδους δοκιμής

#### **DIN 573-3 (2013) Aluminium and aluminium alloys**

Προδιαγραφές αλουμινίου

**DIN 5036-3 Radiometric and photometric properties of materials; methods of measurement for photometric and spectral radiometric characteristics –**

Ραδιομετρικές και φωτομετρικές ιδιότητες υλικών, μέθοδοι μέτρησης φωτομετρικών και ειδικών ραδιομετρικών χαρακτηριστικών.

Αποδεκτη θραύση γυαλιού και αντοχή στη καύση

**DIN 4128 (1983) Small diameter injection piles (cast-in-place concrete piles and composite piles) construction procedure, design and permissible loading**

Πάσσαλοι έμπηξης μικρής διαμέτρου (πασσάλων από σκυρόδεμα και σύνθετων πασσάλων). διαδικασία κατασκευής, σχεδιασμός και επιτρεπόμενη φόρτιση

**DIN V ENV 1991-2-4 (1996) Eurocode 1 – Basis of design and actions on structures – Part 2-4: Actions on structures wind loads**

Ευρωκώδικας 1- - Βάση του σχεδιασμού και των δράσεων στις κατασκευές - Μέρος 2-4: Δράσεις στις δομές. φορτία ανέμου

Ακουστικές απαιτήσεις:

**DIN EN 1793-2 (2017-01) Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance Part 2: Intrinsic characteristics of airborne sound insulation under diffuse sound field conditions**

Συσκευές μείωσης θορύβου οδικής κυκλοφορίας - Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό της ακουστικής απόδοσης Μέρος 2: Χαρακτηριστικά εγγενούς μόνωσης αερόφερτου ήχου υπό συνθήκες διάχυτου ηχητικού πεδίου

**DIN 4109 Supplementary Sheet 3 (1996)**

Συμπληρωματικό δελτίο 3

Υπολογισμός των  $R'w$ ,  $R$  για την εκτίμηση της καταλληλότητας με βάση τον δείκτη ηχοαπορρόφησης  $Rw$  που προσδιορίζεται σε εργαστηριακές δοκιμές

**DIN 45641 (1990) Averaging of sound levels**

Μέτρηση των επιπέδων ήχου

**DIN 45642 (2004) Measurement of traffic noise**

Μέτρηση οδικού κυκλοφοριακού θορύβου

**DIN 18005-1 (2002) Noise abatement in town planning – Part 1: Principles and guidelines for planning**

Μείωση θορύβου στον πολεοδομικό σχεδιασμό αρχές και οδηγίες σχεδιασμού

**DIN 18005-1 Supplementary Sheet 1 (1987) Noise abatement in town planning; calculation methods; acoustic orientation values for town planning**

Μείωση θορύβου στον πολεοδομικό σχεδιασμό. μέθοδοι υπολογισμού

**DIN 18005-2 (1991) Noise abatement in town planning – Part 2: Noise maps; graphical representation of noise pollution**

Μείωση θορύβου στον πολεοδομικό σχεδιασμό - Μέρος 2: Χάρτες θορύβου. γραφική απεικόνιση της ηχορύπανσης

**DIN EN 20140-2 (1993) Acoustics measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 2: determination, verification and application of precision data (ISO 140-2:1991)**

Ακουστική μέτρηση ηχομόνωσης σε κτίρια και στοιχεία κτιρίων. Μέρος 2: προσδιορισμός, επαλήθευση και εφαρμογή δεδομένων ακρίβειας

**DIN EN 20140-3 (1995) Acoustics measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 3: Laboratory measurement of airborne sound insulation of building elements (ISO 140-3:1995)**

Ακουστική μέτρηση ηχομόνωσης σε κτίρια και στοιχεία κτιρίων. Μέρος 3: εργαστηριακή μέτρηση αερόφερτου ήχου μόνωση στοιχείων κτιρίων

**DIN EN 20140-10 (1992) Acoustics measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 10: Laboratory measurement of airborne sound insulation of small building elements**

Ακουστική μέτρηση ηχομόνωσης σε κτίρια και στοιχεία κτιρίων. Μέρος 3: εργαστηριακή μέτρηση αερόφερτου ήχου μόνωση σε μικρά στοιχεία κτιρίων

**DIN EN ISO 717-1 (1997) Rating of sound insulation in buildings and of building elements, Part 1: Airborne sound insulation (ISO 717-1:1996)**

Αξιολόγηση της ηχομόνωσης σε κτίρια και στοιχεία κτιρίων, Μέρος 1: Μόνωση αερόφερτου ήχου

### **2.3.5 Κανονισμοί Ηνωμένων πολιτειών Αμερικής**

Απαιτήσεις ασφάλειας

#### **AASHTO Guide Specifications for the Structural Design of Sound Barriers (2002)**

Οδηγίες και προδιαγραφές για τον σχεδιασμό και τη κατασκευή αντιθορυβικών πετασμάτων

Υπολογισμός ανεμοπίεσης, σεισμικών φορτίων, φορτίων χιονιού, φορτίων κατά την εκτροπή και σύγκρουση οχημάτων με το αντιθορυβικό πέτασμα

#### **AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (2018)**

Προδιαγραφές σχεδιασμού γεφυρών

Πρόσθετες οδηγίες για σχεδιασμό στηθαίων ασφαλείας και αντιθορυβικών πετασμάτων σε γέφυρες

#### **FHWA Highway Noise Barrier Design Handbook,” Federal Highway Administration (FHWA) (2000)**

Προδιαγραφές σχεδιασμού αντιθορυβικών πετασμάτων

#### **ASTM E84-98e1(1998) Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Materials**

Μέθοδος αξιολόγησης χαρακτηριστικών επιφανειακής καύσης κατασκευαστικών υλικών

Ακουστικές απαιτήσεις

**ASTM E 413-87 (1994) Classification for Rating Sound Insulation**

Ταξινόμηση για αξιολόγηση ηχομόνωσης

**ANSI S1.26-1995 (R1995) Method for Calculation of the Absorption of Sound by the Atmosphere**

Μέθοδος υπολογισμού ατμοσφαιρικής απορρόφησης ήχου

**ANSI S1.4-1983 (R1997) Specification for Sound Level Meters**

Προδιαγραφές για τους μετρητές στάθμης ήχου

**ASTM C 423-90a (1990) Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method**

Μέθοδος δοκιμής για συντελεστές απορρόφησης ήχου και απορρόφησης ήχου με τη μέθοδο του δωματίου αντήχησης

**ASTM C 384-95a (1995) Test Method for Impedance and Absorption of Acoustical Materials by the Impedance Tube Method**

Μέθοδος δοκιμής για την αντίσταση και την απορρόφηση ακουστικών υλικών με τη μέθοδο του σωλήνα σύνθετης αντίστασης

**ANSI S1.40-1984 (R1997) Specification for Acoustical Calibrators**

Προδιαγραφές για τους ακουστικούς βαθμονομητές

**ANSI S1.13-1995 (R1995) Measurement of Sound Pressure Levels**

Μέτρηση των επιπέδων της ηχητικής πίεσης

**ANSI S12.9-1988/Part 1(R 1993) Quantities and Procedures for Description and Measurement of Environmental Sound, Part 1**

Ποσότητες και διαδικασίες για την περιγραφή και μέτρηση του περιβαλλοντικού ήχου, Μέρος 1

**ANSI S12.18-1994 (1994) Procedures for Outdoor Measurement of Sound Pressure Level**

Διαδικασίες για την εξωτερική μέτρηση της στάθμης της ηχητικής πίεσης

### **2.3.6 Κανονισμοί Ν. Ζηλανδίας**

Απαιτήσεις Ασφάλειας

**NZ Transport Agency (2010) State highway noise barrier design guide**

Οδηγός σχεδιασμού αντιθορυβικού πετάσματος εθνικής οδικής κυκλοφορίας

**NZTA Bridge Manual**

Οδηγός σχεδιασμού γεφυρών

**AS/NZS 3845.1:2015 Road safety barrier systems and devices - Part 1: Road safety barrier systems**

Στηθαία ασφαλείας και διατάξεις - Μέρος 1: Συστήματα στηθαίων ασφαλείας

Ορίζει τις απαιτήσεις για μόνιμα και προσωρινά στηθαία ασφαλείας που περιλαμβάνουν διαμήκη στηθαία ασφάλειας, τερματικά, διεπαφές συμπεριλαμβανομένων των μεταβάσεων, και υποστηρίγματα πινακίδων



## **AS/NZS 3845.2:2017 Road safety barrier systems and devices - Part 2: Road safety devices**

Στηθαία ασφαλείας και διατάξεις – Μέρος 2 Συστήματα στηθαίων ασφαλείας

## **NZS 3109:1997 Concrete construction**

Κατασκευή από σκυρόδεμα

Παρέχει τις ελάχιστες απαιτήσεις για την κατασκευή οπλισμένου σκυροδέματος, οπλισμένου σκυροδέματος, προεντεταμένου σκυροδέματος ή συνδυασμού σε στοιχεία οποιουδήποτε κτιρίου και κατασκευής έργου πολιτικού μηχανικού

## **AS/NZS 1554.1:2014 Structural steel welding - Part 1: Welding of steel structures**

Δομική συγκόλληση χάλυβα - Μέρος 1: Συγκόλληση χαλύβδινων κατασκευών

Καθορίζει τις απαιτήσεις για τη συγκόλληση μεταλλικών κατασκευών που αποτελούνται από συνδυασμούς χαλύβδινων πλακών, φύλλων ή τμημάτων, συμπεριλαμβανομένων κοίλων τμημάτων και χωριστών τμημάτων ή χυτών και σφυρήλατων.

## **AS/NZS 4671:2001 Steel reinforcing materials**

Χαλύβδινα υλικά ενίσχυσης

Ορίζει προδιαγραφές για υλικά ενίσχυσης οπλισμού της Αυστραλίας και της Νέας Ζηλανδίας (ράβδοι, πηνία και δομικά πλέγματα). Επίσης τις απαιτήσεις για χημικές, μηχανικές και φυσικές ιδιότητες για τρεις διαφορετικές ποιότητες αντοχής και τις τρεις διαφορετικές κλάσεις ολκιμότητας.

Ακουστικές απαιτήσεις

### **NZS 6806:2010 Acoustics – Road-traffic noise – New and altered roads**

Ακουστική - Θόρυβος οδικής κυκλοφορίας - Νέοι και τροποποιημένοι δρόμοι

Ορίζει διαδικασίες και απαιτήσεις για την πρόβλεψη, τη μέτρηση και την αξιολόγηση του θορύβου οδικής κυκλοφορίας για νέους και τροποποιημένους εθνικούς αυτοκινητόδρομους και τοπικούς δρόμους. Το πρότυπο προορίζεται να χρησιμοποιηθεί κυρίως από τις τοπικές αρχές και τις αρχές ελέγχου των οδών και επιδιώκει την προώθηση ταχύτερης και συνεπέστερης λήψης αποφάσεων σε εθνικό επίπεδο σχετικά με τη διαχείριση του θορύβου της οδικής κυκλοφορίας. Παρέχει επίσης καθοδήγηση και συμβουλές σχετικά με τις βέλτιστες πρακτικές σχετικά με τις μεθόδους μετριάσμου των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της έκθεσης στο θόρυβο.

### **AS/NZS 2107:2016 Acoustics - Recommended design sound levels and reverberation times**

Συνιστώμενα επίπεδα ήχου σχεδιασμού και χρόνων αντήχησης

### **NZS 6801:2008 Acoustics - Measurement of environmental sound**

Ακουστική – Μέτρηση περιβαλλοντικού θορύβου

Ορίζει τις βασικές ποσότητες που θα χρησιμοποιηθούν για την περιγραφή του ήχου και περιγράφει τις διαδικασίες για τη μέτρηση αυτών των ποσοτήτων. Οι περιγραφόμενες διαδικασίες προορίζονται να επιτρέψουν τη συνεπή μέτρηση του περιβαλλοντικού ήχου για όλες τις συνθήκες που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του προτύπου. Αυτές οι διαδικασίες αναφέρονται από άλλα πρότυπα της σειράς Acoustics.

## **Κεφάλαιο 3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τύπων αντιθορυβικών πετασμάτων**

### **3.1 Διαφανή πετάσματα**

Τα διαφανή ηχοπετάσματα είναι κατασκευασμένα από ακρυλικό φύλλο PMMA (Polymethylmethacrylate) ή πολυανθρακικό (Polycarbonate) φύλλο ή από πλαστικοποιημένο, σκληρυμένο ή ενισχυμένο γυαλί. Τα πάχη των φύλλων κυμαίνονται από 15-20mm για τα ακρυλικά και τα πολυανθρακικά και από 8-19mm για τα γυάλινα. Τα μεγέθη των φύλλων ποικίλουν ανάλογα τον κατασκευαστή αλλά το ακρυλικό φύλλο μπορεί να κοπεί και να υποστεί επεξεργασία επί τόπου ενώ το γυαλί συνήθως όχι. Ακρυλικά φύλλα με μεγάλο πλάτος έχουν χρησιμοποιηθεί, έως και 9m σε ύψος. Τα ακρυλικά φύλλα μπορούν να γίνουν κυρτά προσδίδοντας ακαμψία στο πάνελ, μεγιστοποιώντας έτσι τα πλάτη διαστήματος ανάμεσα στις κολόνες με αποτέλεσμα να μην είναι αναγκαία η χρήση ραγών κορυφής. Έτσι επιτυγχάνεται μείωση του εμφανούς ύψους του πετάσματος. Τα γυάλινα πετάσματα επίσης μπορούν να έχουν κλίση για να επιτευχθεί το επιθυμητό προφίλ του πετάσματος. Τα ακρυλικά φύλλα μπορούν να είναι έντονα χρωματιστά και τα γυάλινα μπορεί να είναι απαλά χρωματισμένα και χαραγμένα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, τα διαφανή πάνελ είναι ιδανικά για γέφυρες ή για οδογέφυρες, εφόσον η ελαφριά τους εμφάνιση μπορεί να ενσωματωθεί καλύτερα στο τεχνικό σχέδιο από τα αδιαφανή πάνελ.



Σχήμα 3-1: Διαφανές αντιθορυβικό πέτασμα σχεδιασμένο για γέφυρα αυτοκινητόδρομου, Κοπεγχάγη, Δανία  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009



Σχήμα 3-2: Διαφανές πέτασμα 2m με κλίση μακριά από τον δρόμο ώστε να αντανακλάται ο θόρυβος προς τα πάνω, στο Naestved, Δανία  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

Τα γυάλινα και τα ακρυλικά φύλλα είναι υλικά τα οποία, εξ αιτίας της οπτικής τους ουδετερότητας, έχουν πολύ μικρό αντίκτυπο στον χαρακτήρα του τοπίου και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις περισσότερες τοποθεσίες. Και οι δύο τύποι διαφανών υλικών χρησιμοποιούνται αρκετά στην Ευρώπη. Διαφανή πετάσματα έχουν επίσης κατασκευαστεί χρησιμοποιώντας μονάδες γυάλινων μπλοκ. Επίσης μπορούν να συνδιαστούν και με φύτευση.



Σχήμα 3-3: Δανέζικο διαφανές πέτασμα με φύτευση που μειώνει την αντανάκλαση  
θορύβου Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009



Σχήμα 3-4: Ψηλό διαφανές πέτασμα 5m στον M14 αυτοκινητόδρομο στην  
Κοπεγχάγη, Δανία  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

Δύο επιπρόσθετοι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή ανάμεσα στο γυάλινο και στο ακρυλικό φύλλο είναι η αντοχή στο βανδαλισμό και η διαφάνεια. Τα γυάλινα πετάσματα σπάνε πολύ εύκολα αλλά τα ακρυλικά γδέρνονται πιο άμεσα. Όπου απαιτείται μια εντελώς μη διαστρεβλωμένη όψη μέσω του πετάσματος, το σκληρυμένο γυαλί μπορεί να προτιμηθεί έναντι άλλων διαφανών υλικών εφόσον αυτά μπορούν περιστασιακά να αυξήσουν/ δημιουργήσουν μικρές στρεβλώσεις. Και τα δύο υλικά παρέχουν υψηλή μετάδοση του φωτός, ωστόσο όπου η μετάδοση του φωτός κατά τη διάρκεια ζωής του πετάσματος ήταν σημαντική, προτιμούνταν τα πετάσματα από γυαλί. Ωστόσο, προβλήματα αδιαφάνειας έχουν ξεπεραστεί με τα σύγχρονα ακρυλικά και τώρα μπορούν να εγγυηθούν ότι διατηρούν τη διαφάνεια τους για 10 χρόνια. Τα διαφανή πάνελ μπορούν συνήθως να κατασκευαστούν ψηλότερα και πιο κοντά στα κτίρια σε σχέση με άλλα πετάσματα, καθώς επιτρέπουν την πρόσβαση στις όψεις χωρίς οπτική παρεμπόδιση ή αίσθηση κλειστοφοβίας. Επίσης επιτρέπουν τη διείσδυση του φωτός, διατηρώντας φυσικές συνθήκες φωτός πίσω από το πέτασμα και είναι γενικώς ουδέτερα και λιγότερο ενοχλητικά οπτικά. Όταν πρόκειται να τοποθετηθεί ένα πέτασμα σε μια ανυψωμένη θέση μιας οδού, προτιμάται να είναι διαφανές ώστε να διατηρεί τη πρόσβαση στο οπτικό πεδίο απέναντι και πέρα της οδού. Αυτό διαθέτει το παραπάνω πλεονέκτημα της μείωσης του οπτικού αντίκτυπου για τους οδηγούς. Ωστόσο η διαφάνεια των διαφανών πετασμάτων επηρεάζεται από τις καιρικές και κλιματικές αλλαγές. Ένα διαφανές πέτασμα το πρωί, μπορεί κάλλιστα να φαίνεται ημι-αδιαφανές μέχρι η θερμότητα να στεγνώσει την υγρασία. Ο οπτικός χαρακτήρας των στηριγμάτων είναι σημαντικός για όλα τα πετάσματα, αλλά μπορεί να είναι ακόμα πιο σημαντικός ειδικά για τα διαφανή ακρυλικά πετάσματα καθώς είναι πιο αξιοπρόσεχτα σε σχέση με τα γυάλινα πάνελ. Σε πολλές περιπτώσεις, όπως με άλλα πετάσματα, χρησιμοποιούνται

ορθοστάτες από χάλυβα. Αυτό το προφίλ προσθέτει αναγκαίο βάρος στον οπτικό χαρακτήρα του πετάσματος αλλά επίσης φαίνεται ακατέργαστο και βαρύ στην όψη ειδικά από προσκείμενα στο πέτασμα πεζοδρόμια κλπ. Μια ελαφρότητα στην εμφάνιση μπορεί να επιτευχθεί στενεύοντας και αγκιστρώνοντας τις κολόνες (δίνοντας κλίση) ώστε να δημιουργηθεί χώρος και αέρας στην κορυφή του πετάσματος. Αυτή η ελαφρότητα στην εμφάνιση μπορεί να ενισχυθεί περαιτέρω εάν δε χρησιμοποιηθεί καμία ράγα στο πάνω άκρο του διαφανούς πάνελ. Παρόλο που το χρωματισμένο γυαλί ή το ακρυλικό φύλλο μπορεί να έχουν πλεονεκτήματα όπως το να είναι ορατά στα πτηνά ή λιγότερο ανακλαστικά κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες φωτός, η χρήση τους πρέπει να είναι περιορισμένη σε μικρές περιοχές. Είναι πολύ πιο κατάλληλο να τοποθετείται το χρώμα πάνω στις κολόνες, εάν το χρώμα είναι απαραίτητο.



Σχήμα 3-5: Διαφανές αντιθορυβικό πέτασμα που βρίσκεται στη διασταύρωση του αυτοκινητόδρομου M70 με έναν τοπικό δρόμο, στο Alborg, Δανία  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

## **Πλεονεκτήματα αντιθορυβικών πετασμάτων από διαφανές υλικό**

-Αισθητικά εντάσσονται ευχάριστα στο τοπίο χωρίς να δημιουργούν συνθήκες κλειστοφοβίας.

-Σε αστικό περιβάλλον μπορούν να κατασκευαστούν ψηλότερα και πιο κοντά σε κτίρια από άλλα πετάσματα γιατί δεν παρεμποδίζουν οπτικά σε μεγάλο βαθμό.

-Μειώνουν το οπτικό αντίκτυπο-επιτρέπουν την οπτική πρόσβαση πέρα και προς την οδό και για τους χρήστες της οδού αλλά και για τους κατοίκους.

-Μπορούν να συνδιαστούν και με άλλα υλικά και με φύτευση

*-«Είναι εφικτός ο συνδυασμός τους όπου απαιτείται και με άλλης μορφές υλικών με ηχο-απορροφητικές ιδιότητες στο κατώτερο συμπαγές τμήμα τους (πχ beton de bois)»*

(Βογιατζής, 2012:260)

## **Μειονεκτήματα αντιθορυβικών πετασμάτων από διαφανές υλικό**

-Απαιτούν συχνή συντήρηση και καθαρισμό της επιφάνειας τους από σκόνη, λάσπη κλπ.

-Είναι σχετικά ακριβή λύση ειδικά στη περίπτωση των πετασμάτων από γυαλί γιατί για να εξασφαλιστεί η αντοχή τους είναι παχύτερα από όσο απαιτείται για τη μείωση του θορύβου.

-Έχουν μικρότερη αντοχή σε βανδαλισμούς έναντι πετασμάτων από άλλα υλικά (πχ σκυρόδεμα).

*-«Δεν επενδύονται με ηχοαπορροφητικό υλικό και αντανακλούν τον θόρυβο προς την οδό με αποτέλεσμα την αύξηση του θορύβου για τους χρήστες της οδού σε περιπτώσεις σχετικά στενού οδικού άξονα»* (Βογιατζής, 2012:259)



-Μπορούν να αποτελέσουν κίνδυνο για τη πανίδα λόγω πρόσκρουσης πτηνών στη διάφανη επιφάνεια τους και χρειάζεται ειδική διαμόρφωση της ώστε να είναι ορατή συνήθως με ελαφρό χρωματισμό της ή επικόλληση κατάλληλων επιθεμάτων.

-Μετά το πέρας συνήθως μιας δεκαετίας η διαύγεια τους μειώνεται.

## **3.2 Αδιαφανή πετάσματα**

### **3.2.1 Πετάσματα από ξύλο ή/και φυσική δεντροφύτευση**

Τα ξύλινα πετάσματα είναι το είδος πετάσματος που χρησιμοποιείται συχνότερα στο Ηνωμένο Βασίλειο. Στο παρελθόν έμοιαζαν σε δομές περιφραξης κήπων χωρίς δική τους σχεδιαστική ταυτότητα. Τα σύγχρονα ξύλινα πετάσματα είναι γενικά ψηλότερα από ότι στο παρελθόν και πολλά από αυτά είναι ηχο- απορροφητικά. Στην Ευρώπη στην Αμερική και στη Νέα Ζηλανδία απαντάται μια ποικιλία τύπων ξύλινων πετασμάτων ενώ στην Ελλάδα η λύση των ξύλινων πετασμάτων δεν είναι διαδεδομένη. Οι ευρωπαϊκοί τύποι εμφανίζονται ποικίλοι και εύρωστοι χάρις στη μεγαλύτερη κλίμακα και στο μέγεθος των ξύλινων σανίδων που χρησιμοποιούνται. Ταιριάζουν σε μη αστικό τοπίο και σε μερικές περιπτώσεις μπορούν να φαίνονται οπτικά αρκετά οικεία σε ημιαστικές/αστικές τοποθεσίες. Η εμπειρία έχει δείξει ότι όπου τοποθετούνται πετάσματα σε κατοικήσιμες περιοχές και κοντά σε πεζόδρομους, το ύψος τους πρέπει να είναι σε ανθρώπινη κλίμακα για να μη φαίνονται επιβλητικά ή απειλητικά. Πρέπει να φαίνονται όσο το δυνατόν ελαφριά ή φυσικά χωρίς να δημιουργούν σκοτεινά περάσματα και «τρομακτικά» τμήματα όπου οι κάτοικοι διστάζουν να περπατήσουν.

Στη Δανία, τα ξύλινα πετάσματα έχουν χρησιμοποιηθεί κατά μήκος αστικών δρόμων, αλλά πρόσφατα αντικαταστάθηκαν από φωτεινότερα πετάσματα, που περιέχουν και κατάλληλα διαφανή τμήματα. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι σε ορισμένες περιοχές όπου είναι ζητούμενο το αίσθημα ασφάλειας των κατοίκων, τα διαφανή τμήματα επιτρέπουν την ορατότητα ενός ατόμου από άλλο, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο τις πιθανότητες επίθεσης και τις αρνητικές επιπτώσεις στη ψυχολογία.



Σχήμα 3-6: Διαφανές τμήμα ξύλινου πετάσματος, Δανία  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009



Σχήμα 3-7: Ξύλινο πέτασμα προσαρμοσμένο στο πράσινο περιβάλλον, Δανία  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

Υπάρχουν ωστόσο εφαρμογές όπου τα ξύλινα πετάσματα πρέπει να αποφεύγονται όπως π.χ. σε οδογέφυρες και γέφυρες. Η χρήση του υλικού εδώ, που σκιαγραφείται στον ουρανό είναι ακατάλληλη και όχι αισθητικά ευχάριστη, όχι λόγω ακουστικής ανεπάρκειας αλλά επειδή ο οργανικός του χαρακτήρας είναι παράταιρος σε συνδυασμό με κατασκευές από σκυρόδεμα ή χάλυβα. Ο οργανικός του χαρακτήρας ταιριάζει καλύτερα να συναντάται σε ένα φόντο φυσικής δεντροφύτευσης. Σε επίπεδο αισθητικής διαμόρφωσης πρέπει να συμβιβαστεί η παρεμβατική φύση του δρόμου και της κυκλοφορίας με την εν δυνάμει ανάρμοστη φύση του υλικού. Στις περισσότερες περιπτώσεις ακόμα και μικρά ξύλινα πετάσματα φαίνονται αισθητικώς λανθασμένα όταν κρίνονται σε αστικές εφαρμογές. Μια περίπτωση ακόμη στην οποία το ξύλινο πέτασμα πρέπει να αποφεύγεται είναι όπου τα ανακλαστικά πετάσματα πρέπει να αγκιστρώνονται (έχοντας κλίση) για ακουστικούς λόγους. Οι οπτικές προσδοκίες υπαγορεύουν ότι οι ξύλινοι φράκτες πρέπει να είναι κατακόρυφοι. Και ανακλαστικοί και ηχο-απορροφητικοί τύποι ξύλινων πετασμάτων είναι διαθέσιμοι σε ευρεία γκάμα σχεδίων. Όπου υπάρχει ανάγκη για κάλυψη μεγάλων τμημάτων με ξύλινα πετάσματα, πρέπει να ενσωματώνονται με άλλους τύπους πετασμάτων και να απαλλάσσονται από την φύτευση.

Τα υφιστάμενα ξύλινα πετάσματα που απαντώνται συχνά στην Ευρώπη σπανίως ξεπερνούν τα 4-5m σε ύψος, ενώ στο Η.Β είναι συνήθως 2-3m. Οι ξύλινες σανίδες συχνά τοποθετούνται οριζοντίως ή διαγωνίως και όχι καθέτως όπως πχ στο Η.Β. Η εμφάνιση αυτών των πετασμάτων ποικίλει ανάλογα το είδος του ξύλου που χρησιμοποιείται και το χρώμα του ή την απόχρωσή του. Ξύλινα απορροφητικά πετάσματα για οικιακή περίφραξη απαντώνται κυρίως κατά μήκους ημιαστικών οδών. Είναι μικρότερα μοντέλα των ξύλινων πετασμάτων που βρίσκονται κατά μήκος

των αυτοκινητοδρόμων και των σιδηροδρόμων. Είναι συνήθως κατασκευασμένοι με μια στέρεα πίσω επιφάνεια και με μια ανοιχτή πρόσοψη από σανίδες ή επικαλυπτόμενες πτέρυγες από μπροστά που περιέχουν ένα απορροφητικό εσωτερικό τμήμα ορυκτοβάμβακα. Συχνά τα ξύλινα πετάσματα υποστηρίζονται από ορθοστάτες χάλυβα, ή από σκυρόδεμα ή ξύλινες κολόνες και ξύλινες σανίδες για το κυρίως πέτασμα. Τα είδη ξύλου που χρησιμοποιούνται είναι εμποτισμένη πεύκη, με άλατα χαλκού και βορίου ή αζόλες (σε ορισμένες χώρες και με άλατα CCA), και σπανιότερα λάρικα ή θερμικά τροποποιημένης ξυλείας (Plato, OHT, TMT) ειδικά ως πάσσαλοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ενισχυμένα τεμάχια στρογγυλών κορμών εμποτισμένης πεύκης ή καστανιάς.

Οι φυτεύσεις σε ρόλο συμπαγών αντιθορυβικών πετασμάτων δεν είναι πρακτικές σε αστικές περιοχές ιδιαίτερα λόγω περιορισμένου χώρου. *«Ο ρόλος των συμπαγών ζωνών πρασίνου βασίζεται σχεδόν αποκλειστικά στην εξασθένιση του θορύβου λόγω απόστασης που αποτελεί και τον αποκλειστικό παράγοντα ηχομείωσης, ενώ η πιθανή εγκατάσταση πρασίνου έχει μειωμένη θετική επίδραση. Μεταξύ δύο ζωνών ΜΕ και ΧΩΡΙΣ πυκνή/υψηλή βλάστηση με πυκνή φυλλωσιά η αναμενόμενη αύξηση ηχομείωσης δεν ξεπερνά τα 1,5 dB(A) ανά 10m βλάστησης»* (Βογιατζής, 2012:265-266)



Σχήμα 3-8: Ξύλινο πέτασμα με δίχτυ χάλυβα για να στηρίζει τη φύτευση, Δανία  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

## **Πλεονεκτήματα αντιθορυβικών πετασμάτων από ξύλο και φυσική δέντροφύτευση**

- Έχουν ελάχιστη ανάγκη για συντήρηση (ξύλινα πετάσματα)
- Υπάρχουν και ανακλαστικοί και ηχο-απορροφητικοί τύποι
- Έχουν μεγάλη αντοχή στην ηλιακή ακτινοβολία
- Προσφέρονται σε ποικιλία τύπων και σχημάτων
- Προσφέρουν αισθητική εναρμόνιση σε εφαρμογές κυρίως μη αστικού χαρακτήρα
- Μπορούν να βαφούν καθώς και να συνδυαστούν με υπόλοιπα αντιθορυβικά υλικά καθώς και να επενδυθούν ηχο-απορροφητικά υλικά
- Έχουν αντοχή σε βανδαλισμούς

## **Μειονεκτήματα αντιθορυβικών πετασμάτων από ξύλο και φυσική δέντροφύτευση**

- Δεν προσφέρονται για αστικές εφαρμογές και λόγω αισθητικής εναρμόνισης αλλά και λόγω χωρικών απαιτήσεων
- Υπάρχει περιορισμός στο ύψος κατασκευής σε ημιαστικές κυρίως εφαρμογές λόγω αισθητικής
- Σε αστικές εφαρμογές χρειάζεται να συνδυαστούν με διαφανή τμήματα σε περιοχές που το αίσθημα ασφάλειας των κατοίκων είναι το ζητούμενο
- Σε υπεραστικά οδικά συστήματα παρουσιάζουν σημαντικά μειωμένη αισθητική αξία μετά τη πάροδο ορισμένου χρονικού διαστήματος ιδιαίτερα λόγω ελλειπούς συντήρησης, *«ενώ ο συνδυασμός πράσινων εφαρμογών πέραν των αυξημένων*

*απαιτήσεων υποστηρικτικών μηχανισμών άρδευσης και συντήρησης παρουσιάζει εξαιρετική ευαισθησία στο κλιματικές συνθήκες της χώρας μας» (Βογιατζής, 2012:269)*

### **3.2.2 Πετάσματα από σκυρόδεμα**

Τα πετάσματα από σκυροδέμα μπορούν να ταξινομηθούν σε αυτά που αντανακλούν το θόρυβο και σε αυτά που τον απορροφούν. Τα ανακλαστικά πάνελ σκυροδέματος και οι επιτόπιες κατασκευές σκυροδέματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά παράλληλα με φύτευση για τη δημιουργία μίας οργανικής αισθητικής και υφής. Πρέπει να αποφεύγονται αμβλείες επίπεδες περιοχές στα πετάσματα από σκυροδέμα χρησιμοποιώντας διαφορετικές υφές και σχεδίαση μοτίβων για τη δημιουργία εναλλασσόμενης φωτοσκίασης. Διαφορετικές υφές και ενδιαφέροντα φινιρίσματα μπορούν επίσης να επιτευχθούν μέσω σφυρηλάτησης. Επίσης μπορεί να γίνει και χρήση τσιμεντόλιθων στις κατασκευές αντιθορυβικού πετάσματος, Υπάρχουν δύο τύποι απορροφητικών πετασμάτων σκυροδέματος που μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε πετάσματα *beton de bois* και σε κοκκώδη πετάσματα σκυροδέματος. Και οι δύο τύποι συνήθως περιλαμβάνουν πάνελ που κατασκευάζονται εργοστασιακά σε επιθυμητά μεγέθη και χρώματα. Τα πάνελ είναι 4-5m σε μήκος και συνήθως 140-190mm σε πάχος, ανάλογα με το αν είναι απορροφητικά από τη μια ή και από τις δύο πλευρές. Κατά προσέγγιση, τα 2/3 του πλάτους του μονόπλευρου πάνελ είναι απορροφητικά ενώ η πίσω όψη περιέχει συμπαγές σκυρόδεμα. Η απορροφητική επιφάνεια είναι συνήθως αρκετά υψηλής κατατομής ώστε να αυξάνει την επιφάνεια της πρόσωσης και έτσι να μεγιστοποιείται η ηχητική απορρόφηση. Αυτές οι κατατομές μπορούν να διευθετηθούν κάθετα καθώς και οριζόντια ή σε ποικίλα μοτίβα. Τα πάνελ μπορούν να χρωματιστούν κατά τη

διάρκεια της κατασκευής αναμειγνύοντας χρωστικές ουσίες με μίγματα σκυροδέματος.



Σχήμα 3-9: Αντιθορυβικό πέτασμα σκυροδέματος με μικρή κλίση από τον δρόμο ώστε να αντανακλάται ο θόρυβος προς τα πάνω, Ολλανδία  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009



Σχήμα 3-10: Ηχοπέτασμα σκυροδέματος, σχεδίασης γκρι-λευκού σε αυτοκινητόδρομο της Ολλανδίας  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

Η συνήθης πρακτική είναι τα πετάσματα από beton des bois και τα κοκκώδη πετάσματα να εγκαθίστανται ανάμεσα σε υποστηρίγματα χάλυβα ή σκυροδέματος.

Τα πάνελ τοποθετούνται πάνω σε βάσεις σκυροδέματος ανάμεσα στα υποστηρίγματα. Αυτό διασφαλίζει ότι όλα τα πάνελ είναι ευθυγραμμισμένα στο ίδιο επίπεδο. Οι σύνδεσμοι είναι σφραγισμένοι με συμπιεστές λαστιχένιες λωρίδες. Τα πετάσματα μπορούν επίσης να κατασκευαστούν ως ολοκληρωμένες μονάδες που και μπορούν να βιδωθούν μαζί ώστε να σχηματίσουν ένα αδιάλειπτο πέτασμα. Υπάρχει ένα σύστημα που απαιτεί λιγότερο εκτεταμένες βάσεις, σε σχέση με την χρήση χαλύβδινων υποστηριγμάτων σε βάσεις σκυροδέματος καθώς στηρίζεται στην οριζόντια ευθυγράμμιση του για να του δώσει κατασκευαστική σταθερότητα. Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί πάνελ τα οποία τοποθετούνται παράλληλα ή στοιβάζονται και μπορούν να επιτευχθούν ύψη 10m. Ένα μεγαλύτερο πλάτος απαιτείται στην τραπεζοειδή διάταξη αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για φύτευση.



Σχήμα 3-11: Καφέ αντιθορυβικό πέτασμα σκυροδέματος 4m με δεντροφύτευση, Γερμανία

Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

Απορροφητικά ή μη απορροφητικά πάνελ χρησιμοποιούνται ως μέρος του αρθρωτού συστήματος που υποστηρίζεται στις Κάτω χώρες. «Ειδικά ο τύπος πετάσματος από *beton de bois* είναι πάρα πολύ αποτελεσματικός σε περιπτώσεις ειδικών ακουστικών



απαιτήσεων στενών οδικών αξόνων όπου οι βασικές παράμετροι της ακουστικής διάδοσης όπως η απορρόφηση και η διάθλαση χρήζουν ειδικής θεώρησης» (Βογιατζής, 2012:265)



Σχήμα 3-12: Αυτοκινητόδρομος με λευκά αντιθορυβικά πετάσματα από σκυρόδεμα, Βαρκελώνη, Ισπανία  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

### **Πλεονεκτήματα αντιθορυβικών πετασμάτων από σκυρόδεμα**

- Δεν έχουν πρακτικά καμιά απαίτηση για συντήρηση
- Έχουν εξαιρετική ηχο-απορροφητική ικανότητα ειδικά σε περιπτώσεις διάθλασης λόγω της μεγάλης τους μάζας
- Μεγάλη αντοχή σε βανδαλισμούς
- Μπορούν να συνδυαστούν και με άλλα ηχο-απορροφητικά υλικά σε μικτές κατασκευές όπως πλίνθοι και φύτευση
- Υπάρχουν και ηχο-απορροφητικοί και ανακλαστικοί τύποι
- Είναι σχετικά οικονομική λύση
- Μπορούν να κατασκευαστούν με μεγάλο ύψος

-Απαιτούν μικρό χρόνο εγκατάστασης ειδικά τα προκατασκευασμένα πάνελ

-Δέχονται αρκετές αρχιτεκτονικές και αισθητικές παρεμβάσεις



Σχήμα 3-13: Αντιθορυβικό πέτασμα από χρωματισμένο σκυρόδεμα, Κοπεγχάγη, Δανία

Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

### **Μειονεκτήματα αντιθορυβικών πετασμάτων από σκυρόδεμα**

-Είναι ογκώδεις λύσεις

-Έχουν μειωμένη αισθητικά αξία

-Έχουν οπτικό αντίτυπο πέραν της οδού για τους κατοίκους

-Δεν συνίσταται η εκτεταμένη χρήση τους για πολύ μεγάλα τμήματα χωρίς αισθητικές παρεμβάσεις γιατί δημιουργούν “οπτικό φράγμα”

### 3.2.3 Μεταλλικά πετάσματα ή πετάσματα από αλουμίνιο

Τα μεταλλικά αντιθορυβικά πετάσματα κατασκευάζονται κυρίως από φύλλα αλουμινίου ή ανοξείδωτη λαμαρίνα πάχους συνήθως 2 - 2,5 mm .Μια συνηθισμένη πρακτική είναι οι κατασκευές τους από δύο λαμαρίνες ή φύλλα αλουμινίου (τύπος“σάντουιτς”), εκ των οποίων, η πλευρά προς την οδό είναι διάτρητη με ειδικό ηχο-απορροφητικό υλικό να τοποθετείται στο εσωτερικό της κατασκευής. Τα αντιθορυβικά πετάσματα με την διάτρητη εσωτερική επιφάνεια χαρακτηρίζονται από υψηλή ηχο-απορροφητικότητα. Η στήριξη τους πραγματοποιείται με την βοήθεια μεταλλικών ή αλουμινένιων υποστυλωμάτων – ορθοστατών και έχουν μεγάλη αντοχή σε καταπόνηση από ανεμοπίεση. *«Εάν η εφαρμογή τους γίνει σε χαμηλά ύψη από το έδαφος, τα μεταλλικά αντιθορυβικά πετάσματα παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια έναντι των διαφανών πετασμάτων»* (Βογιατζής, 2012:263) Η συναρμολόγηση και η επεκτασιμότητα τους είναι γρήγορη και εύκολη. Οι απαιτήσεις συντήρησης τους είναι μικρές και έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Τα αντιθορυβικά πετάσματα από μέταλλο μπορούν να βαφούν σε χρωματισμούς με ειδικές ηλεκτροστατικές βαφές και να ενταχθούν ομαλότερα στην αισθητική του τοπίου. *«Ένα σημαντικό μειονέκτημα των μεταλλικών αντιθορυβικών πετασμάτων εμφανίζεται σε οδούς που δεν είναι απαλλαγμένες από λάσπες. Σε αυτή την περίπτωση οι λάσπες, καθώς εκτοξεύονται με την πίεση των τροχών των οχημάτων, φράζουν τους πόρους της λαμαρίνας στα χαμηλότερα σημεία του πετάσματος και πρακτικά εξουδετερώνουν τις ηχοαπορροφητικές τους ιδιότητες, ενώ είναι δυνατόν, αν και σχετικά δύσκολο, μακροπρόθεσμα, να καταστρέψουν και το εσωτερικό ηχοαπορροφητικό υλικό»* (Βογιατζής, 2012:264).



Σχήμα 3-14: Μεταλλικό αντιθορυβικό πέτασμα ύψους 3,5m., Γερμανία Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009



Σχήμα 3-15: Μικτό μεταλλικό αντιθορυβικό πέτασμα με Plexiglass ύψους 5m., Ολλανδία  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009



Σχήμα 3-16: Μεταλλικό αντιθορυβικό πέτασμα στη Βιέννη, Αυστρία Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

## **Πλεονεκτήματα μεταλλικών αντιθορυβικών πετασμάτων**

-«Υψηλή ηχο-απορρόφηση στις χαμηλές συχνότητες για την απορρόφηση θορύβων από βαρέα οχήματα» (Σ.Σ.Ε.& Περιβάλλον Α.Ε, 2012:5)

-Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής

-Προσφέρουν ασφάλεια

-Η εγκατάσταση τους καθώς και η επέκτασή τους είναι εύκολη και δεν απαιτεί μεγάλο χώρο

-Μπορούν να βαφούν και να δημιουργηθούν μοτίβα στην επιφάνειά τους

-«Έχουν σημαντική αντοχή σε κακομεταχείριση, ατμοσφαιρική ρύπανση, ηλιακή ακτινοβολία, οξείδωση και σταθερότητα σε καταπονήσεις λόγω ανεμοπίεσης» (Βογιατζής, 2012:263).

-Μπορούν να συνδυαστούν και με άλλα υλικά όπως διαφανή πάνελ



Σχήμα 3-17: Μεταλλικό με διαφανή στοιχεία αντιθρομβικό πέτασμα κατά μήκους αυτοκινητοδρόμου στη Βιέννη, Αυστρία  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

### **Μειονεκτήματα μεταλλικών αντιθρομβικών πετασμάτων**

- Χρειάζονται συχνή και επιμελημένη συντήρηση ειδικά όταν συνδυάζονται με διαφανή πάνελ
- Το ηχο-απορροφητικό υλικό που υπάρχει στους τύπους “σάντουιτς” μπορεί να φράξει από λάσπες και οι ηχο-απορροφητικές ιδιότητες τους να εξουδετερωθούν
- Χρειάζονται διαμόρφωση για την αισθητική τους ένταξη στο εκάστοτε τοπίο

### 3.2.4. Εδαφικές διαμορφώσεις

Οι εδαφικές διαμορφώσεις ή αναχώματα χρησιμοποιούνται συχνά στην ανάπτυξη πετασμάτων και έργων υποδομών στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Οι εδαφικές διαμορφώσεις απαντώνται κατά μήκος των αυτοκινητοδρόμων και οδικών δικτύων σε αγροτικές, ημι-αγροτικές ή ακόμα και σε αστικές, ημι-αστικές περιοχές. Οι εδαφικές διαμορφώσεις με τη χρήση φύτευσης μπορούν να σχηματίσουν ένα ελκυστικό πέτασμα που μπορεί να ενσωματωθεί αποτελεσματικά στο φυσικό τοπίο. Οι εδαφικές διαμορφώσεις ωστόσο, απαιτούν πολύ περισσότερο χώρο από ένα κάθετο πέτασμα. Αυτό οφείλεται στο ότι η εδαφική διαμόρφωση περιλαμβάνει αναβαθμίδες στην κορυφή και στις κεκλιμένες πλευρές και γενικώς χρειάζεται να είναι ψηλότερη από ένα κάθετο πέτασμα για να επίτευξη ίδιων ακουστικών επιδόσεων. Σημειώνεται πως και στη περίπτωση ενός υψηλού κάθετου πετάσματος μπορεί να χρειαστεί χώρος για φύτευση σε κάθε μία από τις πλευρές του για να είναι οπτικά αποδεκτό.



Σχήμα 3-18: εδαφική διαμόρφωση ύψους 1,5 m στη Κοπεγχάγη, Δανία.  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

Η κάθε πλευρά-όψη της εδαφικής διαμόρφωσης ενδέχεται να χρειάζεται διαφορετική κατασκευαστική κλίση και αυτό καθορίζεται από μια σειρά παραγόντων:

-Την απαιτούμενη ακουστική απόδοση σε σχέση με τη γεωτεχνική φύση του υλικού της διαμόρφωσης

-Το ύψος της εδαφικής διαμόρφωσης

-Το κόστος υλικού κατασκευής της εδαφικής διαμόρφωσης

-Τη διαθεσιμότητα του χώρου για την εφαρμογή της διαμόρφωσης

-Το χαρακτήρα του τοπίου και της χρήσης της γειτονικής γης

Το μέγεθος της κλίσης μπορεί να καθοριστεί και από την ακουστική ανάγκη να διατηρηθεί η μπροστινή όψη της εδαφικής διαμόρφωσης όσο το δυνατόν πιο κοντά στην πηγή ήχου. Όσο πιο μεγάλες είναι οι πλάγιες κλίσεις μιας διαμόρφωσης, τόσο δυσκολότερο είναι να προστεθεί φύτευση. Θα υπάρξει δυσκολία σταθεροποίησης της φύτευσης επαρκώς και θα απαιτείται συχνή και δαπανηρή συντήρηση. Εδαφικές διαμορφώσεις με μεγάλες κλίσεις τείνουν επίσης να μοιάζουν αφύσικες στο τοπίο αν και στα αστικές εφαρμογές το θέμα της φυσικής όψης είναι λιγότερο σημαντικό. Από την πλευρά των χρηστών του δρόμου ή του σιδηροδρόμου η έλλειψη φυσικότητας στην όψη δεν αποτελεί τόσο καθοριστικό παράγοντα. Η πίσω πλευρά των εδαφικών διαμορφώσεων και η επαφή της με το φυσικό τοπίο είναι ωστόσο διαφορετική και πρέπει να καταβάλλεται κάθε προσπάθεια ενσωμάτωσης της διαμόρφωσης με τα περίχωρα με όσο το πιο φυσικό τρόπο γίνεται αισθητικά. Πολλές από τις μεγάλες εδαφικές διαμορφώσεις στην Ολλανδία έχουν ολοκληρωθεί με ένα μικρό πέτρινο τείχος γκαζόν ή με ξύλινο φράκτη. Η συμπλήρωση της εδαφικής διαμόρφωσης με μια σκληρή άκρη παρά με μια μαλακή (χωμάτινη) ενισχύει την ηχητική μείωση.





Σχήμα 3-19: Εδαφική διαμόρφωση ως αντιθορυβικό πέτασμα στη Γερμανία.  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

Επειδή σε πολλές εφαρμογές εδαφικών διαμορφώσεων ως πετάσματα η κλίση της διαμόρφωσης είναι αρκετά απότομη, χρειάζεται ειδική γεωτεχνική συμβολή για να καθοριστεί η μέγιστη εφικτή κλίση με σκοπό να αποφευχθεί η ολίσθηση του εδάφους για τα δεδομένα εδαφικά χαρακτηριστικά και το απαιτούμενο ύψος της διαμόρφωσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι μέγιστες πλευρικές κλίσεις τείνουν να είναι της τάξης 1:2 έως 1:3. Στις αγροτικές περιοχές, οι κλίσεις μπορούν να ελαχιστοποιούνται σε 1:6 ή λιγότερο. Σε καλλιεργήσιμες περιοχές, οι πλάγιες κλίσεις της τάξης 1:6 ή λιγότερο είναι κατάλληλες και για γεωργικές εφαρμογές. Όπου είναι δυνατόν η κλίση της διαμόρφωσης πρέπει να ταιριάζει με τη φυσική κλίση της περιβάλλουσας γης. Με αυτόν τον τρόπο, μεγαλύτερο ποσοστό γης μπορεί να επιστρέψει στην αρχική του χρήση. Κατά τη διάρκεια της κατασκευής, πρέπει να καταβληθεί κάθε προσπάθεια ώστε να διατηρηθούν τα υπάρχοντα εδαφικά χαρακτηριστικά. Πρέπει να δοθεί προσοχή όταν εισάγεται υπέδαφος και επιφανειακό έδαφος στη διαμόρφωση του πετάσματος έτσι ώστε τα χαρακτηριστικά τους να είναι συμβατά με τα υπάρχοντα εδάφη.

Πάρα ταύτα, γη η οποία έχει διαταραχθεί κατά την κατασκευή κι έχει επιστραφεί στην γεωργία δεν θα είναι απαραίτητα της ίδιας ποιότητας με τα περίχωρα της. Η επακόλουθη διατάραξη του επιφανειακού εδάφους και της εδαφικής δομής μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τους μηχανισμούς απορροής του. Στις εδαφικές διαμορφώσεις ως πέτασμα ενδείκνυται η χρήση φύτευσης. Η φύτευση βελτιώνει τη σταθεροποίηση της κατασκευής μέσω του δεσίματος του εδάφους με την ανάπτυξη ριζών και απορρόφηση των υδάτων. Επίσης αισθητικά η κατασκευή αφομοιώνεται ευκολότερα στο φυσικό τοπίο. Η φύτευση πρέπει να είναι συνεχόμενη γιατί συμβάλλει στον εξωραϊσμό μια ενδεχόμενης επιβλητικής εμφάνισης του πετάσματος αισθητικά. Προσφέρει επίσης τη δυνατότητα δημιουργίας οικολογικού ενδιαφέροντος και ποικιλομορφίας.



Σχήμα 3-20: Αντιθορυβικό πέτασμα με φύτευση στην κορυφή της εδαφικής διαμόρφωσης, Δανία.

Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

Το δεύτερο ζήτημα που μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη, την επιβίωση, το χαρακτήρα και την ποιότητα της φύτευσης, είναι η έκθεση. Παράγοντες όπως η διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης, το εύρος της θερμοκρασίας και η βροχόπτωση επηρεάζουν την επιλογή των ειδών των φυτών. Η ποιότητα του σχεδίου και η

συντήρηση της φύτευσης είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την οπτική εμφάνιση της παρακείμενης οδού. Είναι γενικώς κατανοητό ότι καλό-διατηρημένα περιβάλλοντα μπορούν να έχουν ένα ωφέλιμο αποτέλεσμα, δημιουργώντας ένα αίσθημα ευημερίας τόσο στους ταξιδιώτες όσο και στους κατοίκους. Το ελλιπές σχέδιο και η έλλειψη συντήρησης αντιστοίχως επηρεάζουν το περιβάλλον και δίνουν μια εμφάνιση εγκατάλειψης και τελικώς παρακμής. Αυτό το γεγονός υποβαθμίζει σημαντικά το χαρακτήρα και την ποιότητα του τοπίου και μειώνει την απόλαυση από τους χρήστες της οδού. Πιο σημαντικά, θα έχει αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής των ντόπιων κατοίκων.

Οι απότομες κατατομές τείνουν να μοιάζουν τεχνητές αισθητικά, ειδικά μέχρι να εγκατασταθεί φύτευση. Για να μειωθεί το αισθητικά τεχνητό αποτέλεσμα, η κατατομή της διαμόρφωσης μπορεί να ποικίλει κατά το μήκος της εδαφικής διαμόρφωσης, καθώς αυτό θα συμβάλλει σε μια πιο φυσική εμφάνιση που μπορεί να είναι ιδιαίτερος σημαντική όταν η περιβάλλουσα τοπογραφία είναι κυματοειδής. Απότομες μεταβάσεις ανάμεσα σε οριζόντια επίπεδα και πλαγιές συντηρούνται πιο δύσκολα. Όταν αποφασίζεται η διαβάθμιση της εδαφικής διαμόρφωσης, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά απορροής της και της περιβάλλουσας γης. Προσοχή επίσης πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι τα ανώτερα μέρη της διαμόρφωσης θα τείνουν να είναι στεγνότερα καθώς το νερό θα κινείται καθοδικά προς τη βάση της διαμόρφωσης. Η φύτευση πρέπει να σχεδιαστεί σύμφωνα και με αυτόν τον περιορισμό.

Κατασκευές με πιο απότομες κλίσεις από 1:1 μπορούν να επιτευχθούν χρησιμοποιώντας τοίχους αντιστήριξης για να δημιουργηθούν εδαφικά θυλάκια.

Αν και υπάρχουν πολλά συστήματα τοίχων αντιστήριξης, πρέπει να δοθεί προσοχή στη σχεδίαση μιας σύνθετης κατασκευής συμβατής με το τοπίο. Υπάρχουν επίσης κι άλλα συστήματα εδαφικής ενίσχυσης και αντιστήριξης διαθέσιμα που ενσωματώνουν τη γη ως αναπόσπαστο μέρος της κατασκευής με τη χρήση χαλύβδινου πλέγματος και γεω-υφασμάτων, σε απότομες κατατομές.



Σχήμα 3-21: Υποστηριζόμενη εδαφική διαμόρφωση με στύλους σκυροδέματος, Γερμανία.

Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

Η φύτευση που θα επιλεγεί πρέπει να αξιολογείται ως προς την ικανότητα της σε αντοχή στη ξηρασία. Μπορεί να χρηματοδοτηθεί ένα κατάλληλο πρόγραμμα συντήρησης στην αρχική σύμβαση για αυτόν το λόγο. Η άρδευση πρέπει να θεωρείται ως μέρος του σχεδίου ειδικά σε απότομες, κατασκευές αντιστήριξης εκτός κι αν το έδαφος βρίσκεται σε περιοχή σχετικά υψηλής βροχόπτωσης. Όλη η φύτευση στις κλίσεις χρειάζεται συντήρηση και η γωνία κλίσης θα καθορίσει τον τρόπο συντήρησης που θα ακολουθηθεί. Η συντήρηση των θάμνων και των δέντρων γίνεται συνήθως λιγότερο συχνά απ' ότι του γρασιδιού.

## **Πλεονεκτήματα εδαφικών διαμορφώσεων ως αντιθορυβικών πετασμάτων**

- Η εμφάνιση και αισθητική τους δύναται να μη μοιάζει με τεχνητό αντιθορυβικό πέτασμα με αποτέλεσμα να αφομοιώνονται εύκολα στο φυσικό τοπίο
- Δημιουργούν αίσθημα ευρυχωρίας σε σχέση με κατακόρυφα πετάσματα
- Το κόστος κατασκευής τους μπορεί να μειωθεί αν η εφαρμογή τους γίνει με περισσευούμενα υλικά κατά τη κατασκευή της οδού
- Η συντήρησή τους είναι σχετικά φθηνή όταν υπάρχει ορθή μελέτη άρδευσης
- Μπορούν να συμβάλλουν στην ανάπτυξη της χλωρίδας και πανίδας
- Αποτελούν πολύ καλή λύση για μη αστικές περιοχές
- Έχουν αντοχή στους βανδαλισμούς
- Με βασική συντήρηση, συνήθως έχουν απεριόριστη διάρκεια ζωής

## **Μειονεκτήματα εδαφικών διαμορφώσεων ως αντιθορυβικών πετασμάτων**

- Δεν είναι εύκολη και γρήγορη η διαμόρφωση και εφαρμογή τους
- Είναι ογκώδεις κατασκευές
- Δεν ενδείκνυνται για αστικές εφαρμογές λόγω του περιορισμού χώρου
- Εάν δεν έχει προβλεφθεί η εφαρμογή τους κατά τη κατασκευή της οδού το κόστος τους μεγαλώνει
- Χρειάζονται επιμέλεια και συντήρηση

-Υπάρχει περιορισμός στο ύψος κατασκευής λόγω χώρου αλλά και αισθήματος αποκοπής οπτικά σε ημι-αστικές εφαρμογές

-Σχεδιαστικά και κατασκευαστικά χρειάζεται μεγάλη προσοχή στις κλίσεις των πρανών τους τόσο για ακουστικές όσο και για στατικές απαιτήσεις.

-Η φύτευση που αποτελεί σχεδόν αναπόσπαστο κομμάτι των εδαφικών διαμορφώσεων ως αντιθορυβικών πετασμάτων και για τεχνικούς και αισθητικούς λόγους υπόκειται σε περιορισμούς σε σχέση με το κλίμα της περιοχής εφαρμογής τους

### **3.2.5. Τούβλα και λοιπά υλικά τοιχοποιίας**

Τα τούβλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη κατασκευή αντιθορυβικών πετασμάτων/τοιχοποιίας. Τα συμπαγή τούβλα χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ηχο-ανακλαστικών πετασμάτων ενώ τα διάτρητα τούβλα χρησιμοποιούνται για τη κατασκευή ηχο-απορροφητικών πετασμάτων. Σε κάθε περίπτωση δημιουργείται αισθητικά η εντύπωση μιας συμβατικής τοιχοποιίας. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως διακοσμητικές και λειτουργικές επιφάνειες πάνω σε τοίχους αντιστήριξης. Οι τσιμεντόλιθοι με διατρήσεις μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως αντιθορυβικά πετάσματα αλλά θα παρουσιάσουν μια πιο τεχνητή και λιτή αισθητικά εικόνα.



Σχήμα 3-22: Αντιθορυβικό πέτασμα από τούβλα και αισθητικές λεπτομέρειες, Παρίσι  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

Αντιθορυβικά πετάσματα μπορούν να κατασκευαστούν και από πλαστικό (πολυβινυλοχλωρίδιο – PVC) και υαλοβάμβακα αν και η χρήση τους δεν απαντάται συχνά. Καθώς αυξάνεται η χρήση του ανακυκλώσιμου πλαστικού και τα υλικά γίνονται όλο και πιο ανταγωνιστικά στην τιμή τους, υπάρχει το περιθώριο να χρησιμοποιηθούν ευρύτερα. Τα αντιθορυβικά πετάσματα από πλαστικό μπορούν να κατασκευαστούν σε πληθώρα σχημάτων, μεγεθών, χρωμάτων και μοτίβων. Ωστόσο, δεν χρειάζεται να μοιάζουν εκκεντρικά καθώς η μορφή τους είναι ευέλικτη και μπορούν ταιριάζουν στο χαρακτήρα άλλων υλικών. Για παράδειγμα, ένα πέτασμα ύψους 3 μέτρων στο Nyborg, στη νότια Δανία, είναι φτιαγμένο από PVC, ωστόσο μοιάζει να είναι από αλουμίνιο ή χάλυβα. Το πέτασμα είναι σχεδιασμένο με ακρυλικά παράθυρα κάθετα στα πάνελ από PVC για να επιτρέπεται μια ορισμένη οπτική από τον αυτοκινητόδρομο. Σημειώνεται πως η κατασκευή αντιθορυβικών πετασμάτων από υαλοβάμβακα θα πρέπει να μελετηθεί ως προς τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε περίπτωση σύγκρουσης οχήματος με το πέτασμα,



Σχήμα 3-23: Πετάσμα από PVC με κάθετα διαφανή στοιχεία, Δανία  
Πηγή: Danish Road Institute Report 174,2009

### **Πλεονεκτήματα αντιθορυβικών πετασμάτων από τούβλα και λοιπά υλικά τοιχοποιίας**

- Τα τούβλα ανήκουν στα κοινά υλικά κατασκευών
- Αντιθορυβικά πετάσματα από τούβλα μπορούν να κατασκευαστούν και σε μικρά σχετικά ύψη λόγω της ηχο-απορροφητικής τους φύσης
- Διαθέτουν υψηλή ηχο-απορροφητικότητα
- Υπάρχουν και ηχο-ανακλαστικοί και ηχο-απορροφητικοί τύποι τούβλων
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για αισθητικούς-διακοσμητικούς λόγους συμπληρωματικά
- Τα αντιθορυβικά πετάσματα από τούβλα έχουν αντοχή σε βανδαλισμούς
- Τα αντιθορυβικά πετάσματα από τούβλα δεν χρειάζονται συντήρηση



-Τα αντιθορυβικά πετάσματα από PVC μπορούν να κατασκευαστούν σε πληθώρα σχημάτων, μεγεθών, χρωμάτων, υφών και μοτίβων και μπορούν να συνδυαστούν και με άλλα υλικά

-Τα αντιθορυβικά πετάσματα από υαλοβάμβακα διαθέτουν μεγάλη ηχοαπορροφητικότητα

### **Μειονεκτήματα αντιθορυβικών πετασμάτων από τούβλα και λοιπά υλικά τοιχοποιίας**

-Τα αντιθορυβικά πετάσματα από τούβλα είναι μικρής αξίας αισθητικά

-Τα αντιθορυβικά πετάσματα από τούβλα και υαλοβάμβακα αποκόπτουν την οπτική επαφή πέραν της οδού

-Η συμπεριφορά των αντιθορυβικών πετασμάτων από τούβλα σε περίπτωση πρόσκρουσης οχήματος στο πέτασμα δεν είναι σύμφωνη με τους κανόνες οδικής ασφάλειας

-Η χρήση των αντιθορυβικών πετασμάτων από τούβλα σε υπεραστικές εφαρμογές δεν συνίσταται

-Τα αντιθορυβικά πετάσματα από PVC και υαλοβάμβακα δεν είναι ακόμη ευρέως διαδεδομένα και αυτό έχει συνέπειες στο κόστος και στη τεχνική εφαρμογή τους

-Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στη περίπτωση πρόσκρουσης οχήματος σε πέτασμα από υαλοβάμβακα πρέπει να διερευνηθούν περαιτέρω

-Η συμπεριφορά των πετασμάτων από PVC καθώς και από υαλοβάμβακα πρέπει να αξιολογηθεί ως προς τη συμπεριφορά των υλικών σε καύση

### 3.2.6. Συγκριτική θεώρηση

Όλες οι λύσεις και επιλογές για τη κατασκευή αντιθορυβικών πετασμάτων που συζητήθηκαν ανωτέρω έχουν σκοπό να συνδυάσουν όσο το δυνατόν καλύτερα τις ακουστικές ανάγκες ηχοπροστασίας στη κατασκευή και λειτουργία τους και τα όποια οφέλη για την υγιή διαβίωση αλλά και την αναβάθμιση της αισθητικής του τοπίου και κατ'έπέκταση του περιβαλλοντος με τα κριτήρια ασφάλειας και τις στατικές απαιτήσεις και για τους χρήστες της οδού αλλά και για τους κατοίκους της υπό έκθεση στο θόρυβο περιοχής. Η κάθε λύση έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και κατά την κατασκευή της και κατά τη λειτουργία της. Οι κεντρικές ιδέες όμως συνοψίζονται στην ανάγκη οι όποιες λύσεις δίνονται να καθιστούν το αντιθορυβικό πέτασμα μια κατασκευή που να αναβαθμίζει συνολικά την εμπειρία του οδικού περιβάλλοντος *«μακριά από τη κλασσική αντίληψη ενός τοίχου - φράγματος ο οποίος προστατεύει απλώς μία ευαίσθητη χρήση από τον έντονο και ενοχλητικό θόρυβο της οδικής κυκλοφορίας και ιδιαίτερα των βαρέων οχημάτων στην παρακείμενη γραμμική πηγή θορύβου»* (Σ.Σ.Ε. & Περιβάλλον ΑΕ, 2012)

Η τοποθέτηση των αντιθορυβικών πετασμάτων επιβάλλεται να γίνεται βάσει προδιαγραφών χάριν της ασφάλειας τόσο των χρηστών της οδού, όσο και των περιοίκων. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί σε ζητήματα ασφάλειας εξετάζοντας κάθε πιθανό σενάριο στο οποίο τα αντιθορυβικά πετάσματα εμφανίζονται έμμεσα ή άμεσα ως αιτία πρόκλησης ατυχημάτων υπονομεύοντας με τον τρόπο αυτό την οδική ασφάλεια αλλά και την ασφάλεια περιοίκων, εργαζομένων καθώς και την πανίδα της περιοχής. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι τα αντιθορυβικά πετάσματα ως κατασκευές σε μία πιθανή πρόσκρουση δεν θα επιδεινώσουν την κατάσταση με πτώση ή θραύση τους. Σηθαία ασφαλείας ή κατάλληλοι φράκτες μπορεί να

προστατεύουν το προσωπικό κατά τη διάρκεια της συντήρησής τους. Επιπλέον σε περίπτωση πυρκαγιάς να διασφαλίζεται ότι αυτά δεν λειτουργούν ως αναζωπυρωτές αυτής. *«Από την άλλη πλευρά, οι επιφάνειες τους θα πρέπει να είναι το δυνατόν καθαρές και απαλλαγμένες από περιττή πληροφορία που πιθανόν να αποσπάσει την προσοχή του οδηγού και να εξασφαλίζεται ότι τυχόν αντανάκλασεις ηλιακών ακτινών δε θα ενοχλούν το βλέμμα τους. Επίσης, είναι σημαντικό η ύπαρξη των αντιθορυβικών πετασμάτων να μην στερεί από το οπτικό πεδίο των οδηγών απαραίτητη για το έργο της οδήγησης πληροφορία».*(Μισοκεφάλου,2014) Δίοδοι διαφυγής ανάμεσα στα αντιθορυβικά πετάσματα προς διευκόλυνση της συντήρησης και προς εξυπηρέτηση εκτάκτων αναγκών είναι καλό να προβλέπονται. Προτείνεται η χρήση μικρών και ευέλικτων πάνελ που καθιστούν εύκολη την αφαίρεση-αντικατάστασή τους. Σημαντική προσοχή πρέπει να δίνεται στη θέση τοποθέτησης τους σε περίπτωση που αυτή βρίσκεται πολύ κοντά σε οικίες ή άλλα κτήρια προκειμένου το αντιθορυβικό πέτασμα να μην λειτουργεί ως εμπόδιο επαρκούς φυσικού φωτισμού και αερισμού σε σχέση με τα κτήρια καθώς επίσης να μην ανακόπτεται σημαντικά η θέα τους στο περιβάλλον τοπίο όπως και να αποφεύγεται η δημιουργία μόνιμων ζωνών σκιάς καθώς και φαινομένων ανεπιθύμητης μεταφοράς θορύβου. Επιπλέον, η φορά τοποθέτησης είναι καλό να ορίζει την τροχιά της οδού και να μην παραπλανά τον χρήστη σχετικά με αυτή. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει η φορά τοποθέτησης να είναι παράλληλη με την οδό. *«Σε πολλές περιπτώσεις η φύτευση συμβάλει καθοριστικά στην αισθητική αναβάθμιση των αντιθορυβικών πετασμάτων αποφεύγοντας κατά τον τρόπο αυτό και άλλες αρνητικές επιδράσεις τους όπως για παράδειγμα ανεπιθύμητες αντανάκλασεις φωτός ή πρόσκρουση πτηνών σε αυτά»* (Greening, Landscape and Tree Management Section, 2012).

Σε αυτό το σημείο παρουσιάζεται ένας συγκριτικός πίνακας για τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των προτεινόμενων λύσεων που παρουσιάστηκαν.

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	ΤΥΠΟΙ ΑΝΤΙΘΟΡΥΒΙΚΟΥ ΠΕΤΑΣΜΑΤΟΣ									ΠΡΑΣΙΝΟ ΕΔΑΦΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ		
	ΔΙΑΦΑΝΕΣ			ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ			ΣΥΜΠΑΓΕΣ					
	ΜΕΤΡΙΟ	ΚΑΛΟ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΟ	ΜΕΤΡΙΟ	ΚΑΛΟ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΟ	ΜΕΤΡΙΟ	ΚΑΛΟ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΟ	ΜΕΤΡΙΟ	ΚΑΛΟ	ΠΟΛΥ ΚΑΛΟ
Ασφάλεια*		√			√				√		√	
Αντιθορυβική προστασία***			√			√			√			√
Αντοχή στο χρόνο			√		√				√	√		
Απαιτούμενη συντήρηση		√			√			√		√		
Αισθητική Ένταξη στο τοπίο			√	√			√**				√	
Επέμβαση επισκευής			√			√		√		√		
Ταχύτητα υλοποίησης			√		√			√		√		

\* υπό προϋποθέσεις

\*\* σε εναλλακτικές διατάξεις με άλλα υλικά

\*\*\* πλήρης αποτελεσματικότητα για πυκνότητα > 10-15 kg/m<sup>2</sup>

Πίνακας 3-1: Συγκριτική θεώρηση τύπων αντιθορυβικών πετασμάτων Πηγή: (Βογιατζής, 2012: 269)

## Κεφάλαιο 4 Ενδεικτικές προτάσεις

### 4.1 Ενδεικτική πρόταση πετάσματος στην Ν. Ζηλανδία

Μια ενδεικτική πρόταση συνδιασμού οδικής ασφάλειας και αντιθορυβικών πετασμάτων είναι το έργο στην οδογέφυρα του Newmarket με κατεύθυνση προς το Greenlane στο Ωκλαντ στη Νέα Ζηλανδία. Το έργο ολοκληρώθηκε τον Μάιο του 2011 και εντάσσεται στη προσθήκη μιας λωρίδας κυκλοφορίας με σκοπό την αποσυμφόρηση της οδού, φέρνοντας το σύνολο στις τέσσερις λωρίδες κυκλοφορίας στο νότιο τμήμα της οδογέφυρας του Newmarket. Επειδή η οδογέφυρα και ειδικά μετά τη νέα λωρίδα κυκλοφορίας βρίσκεται πολύ κοντά σε κατοικημένο προάστιο μελετήθηκαν και εφαρμόστηκαν μέτρα μείωσης του θορύβου που περιελάμβαναν επανατοποθέτηση οδοστρώματος με χρήση ασφαλτοτάπητα ανοιχτού τύπου και τη τοποθέτηση συνδυαστικά τοίχου αντιστήριξης /στηθαίου ασφαλείας / αντιθορυβικού πετάσματος στην ανατολική πλευρά του αυτοκινητοδρόμου μεταξύ της νέας λωρίδας και των παρακείμενων κατοικιών.



Σχήμα 4-1: Φωτογραφία του έργου Newmarket υπό κατασκευή. Πηγή: Noise

Transport Agency, 2012

Το συγκεκριμένο έργο επηρέασε πολλούς από τους κατοίκους, αφού κατά περιπτώσεις υπάρχουν κατοικίες σε απόσταση μισού μέτρου από τις εργασίες κατασκευής της νέας λωρίδας κυκλοφορίας. Οι κάτοικοι επηρεάζονταν ήδη από τις υψηλές στάθμες θορύβου της κυκλοφορίας οχημάτων στην οδογέφυρα. Το 2008 σε μια έκθεση αξιολόγησης των επιπέδων της στάθμης του θορύβου, η περιοχή των παρακείμενων κατοικιών χαρακτηρίστηκε ως υψηλού θορύβου σύμφωνα με τον κανονισμό 'Transit Guidelines' ( $>59 \text{ dB } L_{Aeq(24h)}$ ) και τα προϋπάρχοντα επίπεδα θορύβου βρέθηκαν να κυμαίνονται από 61 dB έως 81 dB. Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (Ο.Ο.Σ.Α) θεωρεί τα επίπεδα θορύβου άνω των 75 dB μη αποδεκτά για κατοικημένες περιοχές και συνιστά να μειώνονται στα 70 dB, ή κατά προτίμηση στα 65 dB, όπου είναι εφικτό.



Σχήμα 4-2: Κατοικίες που βρίσκονταν λιγότερο από μισό μέτρο από τις εργασίες, σε ήδη επιβαρυσμένο περιβάλλον υψηλού θορύβου δίπλα στον Νότιο αυτοκινητόδρομο.

Πηγή: Noise Transport Agency, 2012

Το έργο βασίστηκε στις υπάρχουσες προδιαγραφές της οδηγίας του New Zealand Transport Agency (NZTA) χωρίς συγκεκριμένο προσδιορισμό επιπέδων θορύβου σε συνθήκες λειτουργίας. Παρόλο που οι διατάξεις των κατευθυντήριων γραμμών δεν εφαρμόστηκαν αυστηρά, χρησιμοποιήθηκαν ως βάση για την αξιολόγηση των επιπέδων του εκπεμπόμενου θορύβου προκειμένου να ικανοποιηθούν οι γενικές απαιτήσεις του Άρθρου 16 του νόμου περί της διαχείρισης των πόρων. Στη πράξη τα μέτρα μείωσης του θορύβου που υιοθετήθηκαν υπερβαίνουν τις απαιτήσεις των οδηγιών του NZTA και περιλαμβάνουν τη τοποθέτηση αντιθορυβικών πετασμάτων ύψους έως τριών μέτρων ως τη καλύτερη πρακτική επιλογή για τη μείωση του εκπεμπόμενου θορύβου. Σε σύγκριση με τα προϋπάρχοντα επίπεδα θορύβου, η μοντελοποίηση του θορύβου έδειξε πως η τοποθέτηση των αντιθορυβικών πετασμάτων ύψους τριών μέτρων θα διπλασιάσει το νούμερο των κατοικιών που εκτίθενται σε λιγότερο από 66 dB θορύβου και θα μειώσει τον αριθμό των κατοικιών που εκτίθενται σε ποσοστό άνω των 70 dB κατά 40%.

Η εγκατάσταση των αντιθορυβικών πετασμάτων ήταν ένα από τα πρώτα στοιχεία που αναλήφθηκαν σε σχέση με το συνολικό πρόγραμμα του έργου και ως εκ τούτου οι κάτοικοι ωφελήθηκαν άμεσα από τη μείωση του υψηλού υφιστάμενου θορύβου και από τις επακόλουθες επιπτώσεις θορύβου κατά τη διαδικασία αποπεράτωσης του έργου. Από μαρτυρίες των κατοίκων οι γνώμες ως προς το τελικό αποτέλεσμα μείωσης θορύβου δίστανται. Αν και υπήρξαν γνώμες πως το επίπεδο θορύβου μειώθηκε, κάποιοι κάτοικοι ανέφεραν πως μετά την εγκατάσταση των αντιθορυβικών πετασμάτων ο θόρυβος από τον αυτοκινητόδρομο φέρεται να “αναπηδά” μεταξύ των κατοικιών και των υψηλών αντιθορυβικών πετασμάτων και να δημιουργείται φαινόμενο ηχούς. Τέλος υπήρξαν ενδείξεις πως η μείωση του επιπέδου του θορύβου στη περιοχή φαίνεται να έχει βελτιώσει την ελκυστικότητα των πωλήσεων των

γειτονικών ιδιοκτησιών αφού μετά την τοποθέτηση των αντιθορυβικών πετασμάτων κατά το έτος 2011-2012 σημειώθηκαν αυξήσεις των τιμών πωλήσεων τους σε σχέση με το έτος 2010-2011.

Μαζί με τα οφέλη από τη μείωση του θορύβου από τη τοποθέτηση των αντιθορυβικών πετασμάτων, δόθηκε βάρος και στην αισθητική τους εμφάνιση και από τη πλευρά του αυτοκινητόδρομου και από τη πλευρά των κατοικιών. Η τελική μορφή των αντιθορυβικών πετασμάτων είναι ένας επίπεδος τοίχος από σκυρόδεμα, με γεωμετρικό μοτίβο και λείο σκυρόδεμα από τη πλευρά του αυτοκινητόδρομου και με λείο σκυρόδεμα χωρίς μοτίβο στην πλευρά των κατοικιών. Στην κατοικημένη πλευρά ένα νέος τοίχος αντιστήριξης από βασάλτη ενσωματώθηκε με το αντιθορυβικό πέτασμα για να επιτευχθεί ομοιομορφία της κατασκευής. Οι υπάρχοντες ξύλινοι φράχτες αντικαταστάθηκαν από το αντιθορυβικό πέτασμα από σκυρόδεμα. Ο εξωραϊσμός των αντιθορυβικών πετασμάτων από τη πλευρά των κατοικιών δεν είχε συμπεριληφθεί ως μέρος της αρχικής μελέτης. Παρ'όλα αυτά, στο τέλος του έργου δόθηκε χρηματοδότηση σε 35 κατοίκους που επηρεάζονταν άμεσα από τις εργασίες του, με σκοπό να αντισταθμιστεί η αρνητική αισθητική των υψηλών αντιθορυβικών πετασμάτων. Τα σχέδια του εξωραϊσμού εφαρμόστηκαν από ιδιοκτησία σε ιδιοκτησία και οι κάτοικοι είχαν τη δυνατότητα να συνδιαμορφώσουν τα σχέδια και τις προτάσεις εξωραϊσμού που αφορούσαν τη δική τους κατοικία. Τα σχέδια κυμαίνονταν από απλή δεντροφύτευση μπροστά από τα αντιθορυβικά πετάσματα έως κατασκευή ξεχωριστών πλαισίων, προσκείμενων στα αντιθορυβικά πετάσματα, που θα είναι ιδανικά για αναρριχητικά φυτά.





Σχήμα 4-3: Μοτίβα & αναρριχώμενα φυτά σχεδιασμένα για κάθε ιδιοκτησία με τη συμβολή των κατοίκων στον τύπο δεντροφύτευσης. Πηγή: Noise Transport Agency, 2012

Πηγή: Noise Transport Agency, 2012



Σχήμα 4-4: Εξωραϊσμός με φύτευση Πηγή: Noise Transport Agency, 2012



Σχήμα 4-5: Εξωραϊσμός με Μοτίβα & φύτευση Πηγή: Noise Transport Agency, 2012

Λόγω έλλειψης χώρου μεταξύ του αυτοκινητόδρομου και των παρακείμενων κατοικιών τα αντιθορυβικά πετάσματα σχεδιάστηκαν για να ενσωματωθούν με τον τοίχο αντιστήριξης και το στηθαίο ασφαλείας. Ωστόσο, ο συνδυασμός αντιθορυβικών πετασμάτων με το στηθαίο ασφαλείας ενδέχεται να εγείρει κινδύνους οδικής ασφάλειας. Οι επιθεωρήσεις ασφαλείας έχουν επισημάνει κινδύνους αυτών των αντιθορυβικών πετασμάτων που εδράζονται στο στηθαίο ασφαλείας. Υπάρχει το ενδεχόμενο πρόσκρουσης οχήματος στην αρχή της απόληξης των αντιθορυβικών πετασμάτων, ιδιαίτερα σε καταστάσεις όπου τα οχήματα μπορούν να εκτραπούν από τη πορεία τους και να υπερπηδήσουν το στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα πριν

φτάσουν στην απόληξη αρχής του αντιθορυβικού πετάσματος. Στο Greenlane, κατασκευάστηκε ένα μεταβατικό πάνελ για να αντιμετωπιστεί αυτό το ζήτημα.



Σχήμα 4-6: Απεικόνιση οχημάτων να υπερπηδούν στηθαίο ασφαλείας σκυροδέματος σε περίπτωση πρόσκρουσης. Πηγή: Noise Transport Agency, 2012



Σχήμα 4-7: Πρότερη απεικόνιση της κατάστασης. Πιθανότητα κινδύνου όταν οι απολήξεις των ηχοπετασμάτων συνδυάστηκαν με στηθαία ασφαλείας από σκυρόδεμα. Πηγή: Noise Transport Agency, 2012



Σχήμα 4-8: Ύστερη απεικόνιση. Ο κίνδυνος μετριάστηκε με την προσθήκη μεταβατικών μπλοκ στην κορυφή των στηθαίων ασφαλείας από σκυρόδεμα. Πηγή: Noise Transport Agency, 2012.

Όπως αναφέρεται στην ενότητα 4.2 του NZTA State highway noise barrier design guide, όπου ο διαθέσιμος χώρος το επιτρέπει τα αντιθορυβικά πετάσματα πρέπει να τοποθετούνται πίσω από τα στηθαία ασφαλείας. Σε γενικές γραμμές πρέπει να ακολουθούνται οι προδιαγραφές όπως αναφέρονται στην ενότητα 3.4.18 του NZTA Bridge Manual. Σε αυτή την ενότητα περιγράφεται πως η τοποθέτηση αντιθορυβικού πετάσματος πρέπει να γίνεται 1,1 μέτρα πίσω από την όψη του στηθαίου ασφαλείας TL4. Όπου αυτό δεν μπορεί να επιτευχθεί τότε το αντιθορυβικό πέτασμα θα πρέπει να είναι κωνικά στη θέση του, ιδανικά πίσω από το στηθαίο ασφαλείας σε μια γωνία 1:15 ή πιο επίπεδη, αλλιώς σε μεγάλα τμήματα με βαθμιαία αύξηση ύψους λαμβάνοντας υπόψη τη κλίση 1:15. Επιπροσθέτως τα συνδυασμένα αντιθορυβικά πετάσματα με στηθαία ασφαλείας μπορούν να δυσχεράνουν την εγκατάσταση νέων πινακίδων, σηματοδοτών, ιστών φωτισμού, οπτικών μέσων ελέγχου κυκλοφορίας.

Για παράδειγμα στο Greenlane το συνδυασμένο στηθαίο ασφαλείας με το αντιθορυβικό πέτασμα, περιορίζει την οπτική κάλυψη προς τα νότια της κάμερας ελέγχου κυκλοφορίας και δημιουργεί περιορισμούς στις θέσεις που μπορούν να τοποθετηθούν πινακίδες σήμανσης.



Σχήμα 4-9: Εφαρμογή σηματοδότη Πηγή: Noise Transport Agency, 2012.

Τα συμπεράσματα που εξάγονται από το έργο στην οδογέφυρα του Newmark είναι τα εξής:

-Σε περιπτώσεις όπου οι δέκτες βρίσκονται σε περιοχές με υψηλό θόρυβο, πρέπει να εξεταστεί η μείωση του θορύβου που μπορεί να επιτευχθεί πέραν των απαιτήσεων των προδιαγραφών, για την επίτευξη ενός αποδεκτού περιβάλλοντος διαβίωσης για τους κατοίκους. Αυτό το θέμα αντιμετωπίζεται τώρα με την εφαρμογή του προτύπου

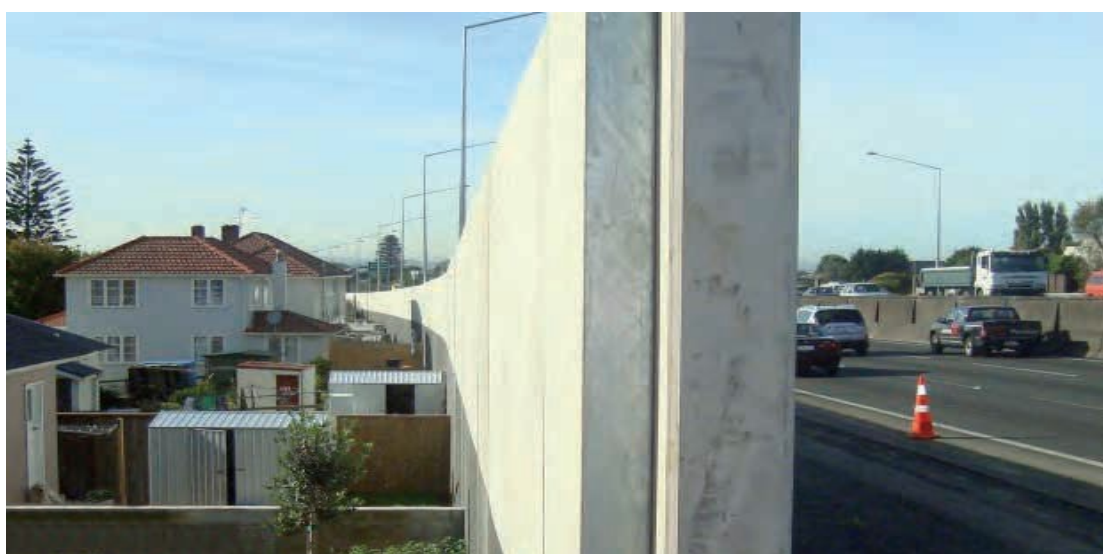
#### **NZS 6806**

-Όπου είναι εφικτό, τα χρονοδιαγράμματα του έργου πρέπει να εξασφαλίζουν ότι λειτουργικά αντιθορυβικά πετάσματα εγκαθίστανται νωρίς στη πορεία του έργου.

-Σε κοντινές αποστάσεις από οικίες θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η λύση υψηλών απορροφητικών αντιθορυβικών πετασμάτων.

-Η αισθητική των αντιθορυβικών πετασμάτων από τη πλευρά που βρίσκεται προς τις κατοικίες πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του σχεδιασμού τους. Αυτό μπορεί να συνεπάγεται εξωραϊσμό ξεχωριστά ανά περίπτωση και πρέπει να προγραμματίζεται από την αρχή του έργου.

-Ιδανικά τα αντιθορυβικά πετάσματα πρέπει να τοποθετούνται πίσω από τα στηθαία ασφαλείας ώστε να αποφευχθεί περίπτωση σύγκρουσης οχήματος στην αρχή της απόληξης τους. Εάν αυτό δεν μπορεί να επιτευχθεί, τότε πρέπει να χρησιμοποιούνται μεταβατικά πάνελ μεταξύ των στηθαίων ασφαλείας από σκυρόδεμα και των συνδιασμένων στηθαίων ασφαλείας/αντιθορυβικών πετασμάτων. Τέλος η σχέση μεταξύ αντιθορυβικών πετασμάτων και οδικής ασφάλειας θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη.



Σχήμα 4-10: Η τοποθέτηση ηχοπετασμάτων συνέβαλε στην καλύτερευση του περιβάλλοντος διαβίωσης όσον αφορά τον θόρυβο. Πηγή: Noise Transport Agency, 2012

## 4.2 Προκαταρκτική Πρόταση προδιαγραφών ΕΛ.ΙΝ.Α.

### – παρατηρήσεις

Η πρόταση ΕΛ.ΙΝ.Α. για τις προσωρινές εθνικές τεχνικές προδιαγραφές (ΠΕΤΕΠ 05-02-04-00) σχετικά με τα ηχοπετάσματα για τον κυκλοφοριακό θόρυβο αναπτύσσεται σε πέντε ενότητες:

1. Αντικείμενο
2. Κριτήρια αποδοχής ενσωματούμενων υλικών
3. Μέθοδος κατασκευής – απαιτήσεις τελειωμένης εργασίας
4. Απαιτήσεις ποιοτικών ελέγχων για τη παραλαβή
5. Τρόπος επιμέτρησης και πληρωμής εργασίας

### 1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

*Προμήθεια και εγκατάσταση αντιθορυβικών διατάξεων παραπλεύρως οδικών ή σιδηροδρομικών διαδρομών ή ακόμη και στην κεντρική νησίδα αυτοκινητοδρόμων, οι οποίες τοποθετούνται:*

*-με στήριξη σε στηθαία ασφαλείας χαλύβδινα ή σκυροδέματος, σε περίπτωση επιχώματος, στο έρεισμα της οδού ή του σιδ/κου διαδρόμου*

*-σε περίπτωση ορύγματος, στη στέψη των πρανών,*

*-στις πλευρές φορέων γεφυρών και στη στέψη τοίχων αντιστήριξης.*

## 2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

*Σχετικά με τα ενσωματούμενα μεταλλικά, κοίλης ορθογωνικής διατομής, ηχοανακλαστικά ή ηχοαπορροφητικά με διάτρητη τη μια ή και τις δυο όψεις/ Αλουμινίου, κοίλης ορθογωνικής διατομής, ηχοανακλαστικά ή ηχοαπορροφητικά με διάτρητη τη μια ή και τις δυο όψεις/από σκυρόδεμα ή από άλλα δομικά υλικά πιστοποιημένα από διαπιστευμένο εργαστήριο ως προς τις ακουστικές τους ιδιότητες, προτείνεται η χρήση του **ZTV-Lsw 88-06 § 4.3-Barrier units, 4.4- Limit values and tolerances for components and design** καθώς και τη § **5-Building materials**.*

Ενδιαφέρον έχει η πρόταση για μεταλλικά πλέγματα τα οποία αποσκοπούν στην διευκόλυνση ανάπτυξης αναρριχόμενων φυτών, κάτι που θα έχει θετικό αντίκτυπο στην αισθητική ένταξη των ηχοπετάσματος στο τοπίο, μέθοδος που είναι διαδεδομένη στο Ηνωμένο Βασίλειο και στις Ηνωμένες Πολιτείες. Επίσης η πρόταση για ενσωμάτωση στοιχείων ηλιακών πάνελ για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μια αρκετά καινοτόμα πρόταση για τα ελληνικά δεδομένα και θα μπορούσε να συμβάλει στην απόσβεση του κόστους κατασκευής και τοποθέτησης των ηχοπετασμάτων. Σε αυτό το σημείο να προσθέσουμε πως μια ανάλυση Well-to-Wheels ως προς την βέλτιστη αξιοποίηση της παραγόμενης ενέργειας καθώς και η διερεύνηση της συμπεριφοράς των στοιχείων των ηλιακών πάνελ σε περίπτωση πρόσκρουσης οχήματος στο ηχοπέτασμα και τη πιθανή δημιουργία επικίνδυνων θραυσμάτων θα μπορούσαν να αξιολογηθούν.



Τα υπό έγκριση υλικά κατά την υποβολή τους απαραίτητα συνοδεύονται από τεχνικά φυλλάδια και πιστοποιητικά εγκεκριμένων εργαστηρίων.

Στα κριτήρια αποδοχής του πετάσματος που θα εφαρμοσθεί, ανεξαρτήτως τύπου, προτείνεται ο τρόπος μέτρησης του αερόφερτου ήχου σύμφωνα με τα πρότυπα **EN 1793-2:1997 Road traffic noise reducing devices -Test method for determining the acoustic performance - Part 2: Intrinsic characteristics of airborne sound insulation -- Διατάξεις μείωσης του θορύβου της τροχαίας κίνησης – Μέθοδος δοκιμής για τον προσδιορισμό των ακουστικών επιδόσεων - Μέρος 2: Ενδογενή χαρακτηριστικά ηχομόνωσης αερόφερτου ήχου**. Αυτός ο κανονισμός έχει αντικατασταθεί από τον **EN 1793-2:2012 Road traffic noise reducing devices – Test method for determining the acoustic performance –Part 2: Intrinsic characteristics of airborne sound insulation under diffuse sound field conditions**. Στον **EN –ISO 140-3/2006 Ακουστική - Μέτρηση της ηχομόνωσης σε κτίρια και δομικά στοιχεία - Μέρος 3: Εργαστηριακές μετρήσεις ηχομόνωσης στοιχείων κτιρίου έναντι αερόφερτου ήχου** (προδιαγραφές που έχουν αντικατασταθεί) περιγράφεται μια εργαστηριακή μέθοδος μέτρησης της μόνωσης των στοιχείων κτιρίων, όπως τοίχοι, δάπεδα, πόρτες, παράθυρα, έναντι αερόφερτου ήχου εκτός εκείνων που ταξινομούνται ως μικρά οικοδομικά στοιχεία (για τα οποία ορίζεται μέθοδος μέτρησης στο **ISO 140-10**). Στη προδιαγραφή **EN - ISO 717-1/2007** που έχει επικαιροποιηθεί από την **ISO 717-1:2013 Αξιολόγηση της ηχομόνωσης σε κτίρια και στοιχεία κτιρίων**, παρουσιάζονται στο πίνακα 4-1 οι τιμές αναφοράς για σύγκριση με τις τιμές των μετρήσεων.

#### 4.2 Reference values

The set of reference values used for comparison with measurement results shall be as given in [Table 3](#). The reference curves are shown in [Figure 1](#) and [Figure 2](#).

**Table 3 — Reference values for airborne sound**

Frequency Hz	Reference values dB	
	One-third-octave bands	Octave bands
100	33	36
125	36	
160	39	
200	42	45
250	45	
315	48	
400	51	52
500	52	
630	53	
800	54	55
1 000	55	
1 250	56	
1 600	56	56
2 000	56	
2 500	56	
3 150	56	

Πίνακας 4-1: Τιμές αναφοράς Πηγή: **EN - ISO 717-1/2007**

Το πρότυπο **EN –ISO 354/2003**, καθορίζει μια μέθοδο μέτρησης του συντελεστή ηχοαπορρόφησης σε υλικά που χρησιμοποιούνται ως τοίχοι ή οροφές και την ισοδύναμη ηχοαπορροφητική επιφάνεια αντικειμένων ως προς την αντήχηση δωματίου.

Στον πίνακα καθορίζεται το εύρος των συχνοτήτων που πραγματοποιείται η μέτρηση.

#### 5 Frequency range

Measurements shall be made in one-third-octave bands with the following centre frequencies, in hertz, as specified in ISO 266:

100	125	160	200	250	315
400	500	630	800	1 000	1 250
1 600	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000

Additional measurements may be made in one-third-octave bands with centre frequencies specified by ISO 266 outside this range. Especially at low frequencies (below 100 Hz), it could be very difficult to obtain accurate measurement results due to the low modal density of the reverberation room.

Πίνακας 4-2: Εύρος συχνοτήτων Πηγή: **EN –ISO 354/2003**

Στον πίνακα καθορίζονται οι μέγιστες τιμές ισοδύναμης ηχοαπορροφητικής επιφάνειας δωματίου.

#### 6.1.4 Sound absorption area

The equivalent sound absorption area of the empty room,  $A_1$ , calculated according to 8.1.2.1, determined in one-third octave bands, shall not exceed the values given in Table 1.

**Table 1 — Maximum equivalent sound absorption areas for room volume  $V = 200 \text{ m}^3$**

Frequency, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Equivalent sound absorption area, $\text{m}^2$	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

Frequency, Hz	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000
Equivalent sound absorption area, $\text{m}^2$	6,5	7,0	7,5	8,0	9,5	10,5	12,0	13,0	14,0

If the volume  $V$  of the room differs from  $200 \text{ m}^3$ , the values given in Table 1 shall be multiplied by  $(V/200 \text{ m}^3)^{2/3}$ .

The graph of the equivalent sound absorption area of the empty room versus the frequency shall be a smooth curve and shall have no dips or peaks differing by more than 15 % from the mean of the values of both adjacent one-third-octave bands.

Πίνακας 4-3: Μέγιστες τιμές ισοδύναμης ηχοαπορροφητικής επιφάνειας δωματίου  
Πηγή: EN –ISO 354/2003

Στον πίνακα καθορίζονται οι μέθοδοι μέτρησης χρόνου αντήχησης.

## 7 Measurement of reverberation time

### 7.1 General

#### 7.1.1 Introduction

Two methods of measuring decay curves are described in this International Standard: the interrupted noise method and the integrated impulse response method. The decay curve measured with the interrupted noise method is the result of a statistical process, and averaging several decay curves or reverberation times measured at one microphone/loudspeaker position is mandatory in order to obtain a suitable repeatability. The integrated impulse response of a room is a deterministic function and not prone to statistical deviations, so no averaging is necessary. However, it requires more sophisticated instrumentation and data processing than the interrupted noise method.

#### 7.1.2 Microphones and microphone positions

The directivity characteristic of the microphones used for the measurement shall be omnidirectional. The measurements shall be made with different microphone positions which are at least 1,5 m apart, 2 m from any sound source and 1 m from any room surface and the test specimen. Decay curves measured at different microphone positions shall not be combined in any way.

#### 7.1.3 Source positions

The sound in the reverberation room shall be generated by a sound source with an omnidirectional radiation pattern. Different sound source positions which are at least 3 m apart shall be used.

Πίνακας 4-4: Μέθοδοι μέτρησης χρόνου αντήχησης. Πηγή: EN –ISO 354/2003

Στη προδιαγραφή **EN 11654:1998 Acoustics - Sound absorbers for use in buildings -Rating of sound absorption**, ορίζεται μια διαδικασία για τη μετατροπή των εξαρτημένων από τη συχνότητα, τιμών του συντελεστή απορρόφησης ήχου σε έναν αριθμό με εκτίμηση των συντελεστών  $\alpha_s$ ,  $\alpha_p$ ,  $\alpha_w$ . Με τη χρήση της Γερμανικής προδιαγραφής **ZTV-Lsw 88-06 Additional Technical regulations concerning noise protection walls**, γίνεται λόγος για τους τεχνικούς κανονισμούς της κατασκευής οδικών αντιθορυβικών πετασμάτων καθώς και για τις προδιαγραφές τους σχετικά με την οδική ασφάλεια. Η δομή των συγκεκριμένων προδιαγραφών βασίζεται σε προηγούμενες διατάξεις (**ATV DIN 18299**) Για την **ZTV-Lsw 88-06** και τη κατηγοριοποίηση του βαθμού ηχο-απορροφητικότητας της κατασκευής πρέπει να εφαρμοστεί και ο **DIN EN 1793-1 Road traffic noise reducing devices — Test method for determining the acoustic performance— Part 1: Intrinsic characteristics of sound absorption**. Ο καθορισμός του  $DL_a$  (επιπέδου ηχο-απορρόφησης) σύμφωνα με τον κάτωθι πίνακα:

Group in accordance with DIN EN 1793-1	Absorption $DL_a$ dB	
A1	< 4	non-absorbent
A2	4 – 7	absorbent
A3	8 – 11	highly
A4	> 11	absorbent

Πίνακας 4-5: Absorption groups. Πηγή: **DIN EN 1793-1**

Καθώς και ο **DIN EN 1793-2** για τον προσδιορισμό της ηχομόνωσης DLR.

*Σε περίπτωση που υλικό ή προκατασκευασμένο σύστημα που συνθέτει ένα ηχοπέτασμα δεν έχει επί μέρους ή στο σύνολό του πιστοποιηθεί εργαστηριακά για τις ακουστικές ιδιότητές του, τότε για τις in situ μετρήσεις πιστοποίησης ως προς τις ακουστικές ιδιότητες υλικού ή προκατασκευασμένου συστήματος σε ήδη κατασκευασμένα τμήματα πανομοιότυπων ηχοπετασμάτων σε άλλη θέση στην Ε.Ε. ή πιλοτικών τμημάτων στο ίδιο έργο προτείνεται η χρήση του **EN/TS 1793-5:2003 «Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Intrinsic characteristics. In situ values of sound reflection and airborne sound insulation»** ο οποίος έχει αντικατασταθεί από τον **EN 1793-5:2016 Road traffic noise reducing devices – Test method for determining the acoustic performance – Part 5: Intrinsic characteristics – In situ values of sound reflection under direct sound field conditions** όπου παρατηρούμε τις εξής αλλαγές:*

-η διάταξη του περιστρεφόμενου μεγαφώνου/ μικροφώνου έχει αντικατασταθεί από ένα μεγάφωνο και μια τετραγωνική διάταξη μικροφώνων για τη διαδικασία της μέτρησης

-ο ορισμός του RI έχει αλλάξει.

- έχει αλλάξει ο συντελεστής διόρθωσης γεωμετρικής απόκλισης.

- έχει εισαχθεί ένας νέος διορθωτικός συντελεστής για την κατευθυντικότητα της πηγής ήχου

- η ευθυγράμμιση της παλμικής απόκρισης για την αφαίρεση σήματος περιγράφηκε λεπτομερέστερα

- το χαμηλότερο αξιόπιστο 1/3 ζώνης συχνοτήτων έχει προσδιοριστεί επαρκέστερα

- εισήχθη μέθοδος αξιολόγησης της μεθόδου μέτρησης από αναπαραγόμενα δεδομένα

-έχουν προστεθεί οδηγίες σχετικά με τη συσχέτιση ‘near-field to far-field’

Η άμεση συνιστώσα του συντελεστή φωτεινής αντανάκλασης των πετασμάτων για την περίπτωση των διαφανών άχρωμων υλικών θα είναι μικρότερη του 10% υπό γωνία πρόσπτωσης 60 μοιρών, και τα υπόλοιπα υλικά έως 30% με ανοχή 5%, απαραίτητη προϋπόθεση για να μη δημιουργούνται εκτυφλωτικές αντανακλάσεις από τους προβολείς των οχημάτων.

Τα πετάσματα θα είναι κατά **EN ISO 1182:2002-07 Reaction to fire tests for building products -Non-combustibility tests (ISO 1182:2002)** -Δοκιμές αντίδρασης σε φωτιά για δομικά προϊόντα -δοκιμή ακαυστότητας, αυτοφερόμενα και ικανά να φέρουν το βάρος των υπερκείμενων τεμαχίων αλλά και την ανεμοπίεση σχεδιασμού. προτείνεται να γίνεται σύμφωνα με τη προδιαγραφή **DIN EN 1794-2** καθώς και με τη **ZTV-Lsw 88-06**

*Όταν το σύστημα των πετασμάτων δεν προβλέπει πλαίσια σύνδεσης των τεμαχίων θα διαθέτει ελαστικά παρεμβύσματα για τη σταθερή στερέωση επί των ορθοστατών ή των οριζόντιων δοκών που προβλέπονται (στην περίπτωση αυτή) από την μελέτη.*

Για την αντιοξειδωτική προστατευτική στρώση μεταλλικών πετασμάτων καθώς και τις προδιαγραφές και τις μεθόδους δοκιμών ηλεκτροστατικής βαφής πολυεστερικών κόνεων προτείνονται οι Αγγλικοί κανονισμοί **BS EN 10324:2004-Steel wire and wire products. Hose reinforcement wire** ή άλλη πολυεστερική επικάλυψη κατά **BS EN 10169**, ο οποίος έχει αντικατασταθεί από τον **BS EN 10169:2010+A1:2012-Continuously organic coated (coil coated) steel flat products. Technical delivery conditions.**

*Τα πετάσματα από σκυρόδεμα δύνανται να φέρουν διακοσμητικά σχήματα (ανάγλυφα κλπ). Ποιοτικός έλεγχος θα γίνεται για όλα τα τεμάχια υπό συνθήκες φυσικού φωτισμού σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αρχιτεκτονικής μελέτης – εφαρμογής (υψηλής*

ποιότητας τελείωμα). Τεμάχια που δε θα συμμορφώνονται στις αισθητικές απαιτήσεις της μελέτης και τον ποιοτικό έλεγχο θα απορρίπτονται.

Τα πετάσματα από υλικά μη αναφερόμενα ανωτέρω θα τηρούν ανάλογες προδιαγραφές (ZTV-Lsw 88/06 σελ 19)

#### **Σελίδα 19 ZTV-Lsw 88/06 § 4.3 Barrier units**

Τα πλαίσια σύνδεσης των πετασμάτων εφόσον προβλέπονται θα είναι από κατάλληλες διατομές χαλύβδινες ή ξύλινες ή αλουμινίου με δυνατότητα τοποθέτησης 1 έως 3 (σε τομή) τεμαχίων πετασμάτων και 1 έως 2 τεμαχίων ηχοαπορροφητικού υλικού, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης και τα σχέδια λεπτομερειών του κατασκευαστικού οίκου. Τα χαλύβδινα θα είναι σύμφωνα με τα αναφερόμενα ανωτέρω.

Τα χαλύβδινα ή πλαίσια αλουμινίου εάν προβλέπεται από την μελέτη, θα φέρουν προστατευτική επίστρωση αντιστοίχου πάχους με αυτήν των ενσωματούμενων πετασμάτων από πολυεστερικές πούδρες χαμηλής θερμοκρασίας, ανθεκτικές στις εξωτερικές επιδράσεις, εφαρμοζόμενες με ηλεκτροστατικές μεθόδους και πολυμερισμένες σε φούρνο.

Οι ορθοστάτες και οι οριζόντιες δοκοί (σε περίπτωση εφαρμογής οριζόντιων πετασμάτων – σε πρόβολο - μορφής Γ) στερέωσης των πετασμάτων θα είναι από χάλυβα ή από αλουμίνιο κατάλληλης διατομής, διαστάσεων σύμφωνα με τη στατική μελέτη εφαρμογής.

Τα πετάσματα από σκυρόδεμα επιτρέπεται να στηρίζονται σε ορθοστάτες από οπλισμένο σκυρόδεμα ή και χάλυβα κατάλληλης διατομής και επεξεργασίας κατά **EN ISO 1461:1999**

Για τους ορθοστάτες, τις πλάκες έδρασης και τις δοκούς από χάλυβα προτείνεται να είναι γαλβανισμένοι εν θερμώ σύμφωνα με το πρότυπο **EN ISO 1461:1999-Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles -- Specifications and test methods** το οποίο έχει αντικατασταθεί από το **(ISO1461:2009)- Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles — Specifications and test methods** με βασικές διαφορές:

-περαιτέρω εξειδίκευση του πεδίου εφαρμογής του προτύπου για την εξαίρεση των συγκολλητών πλεγμάτων

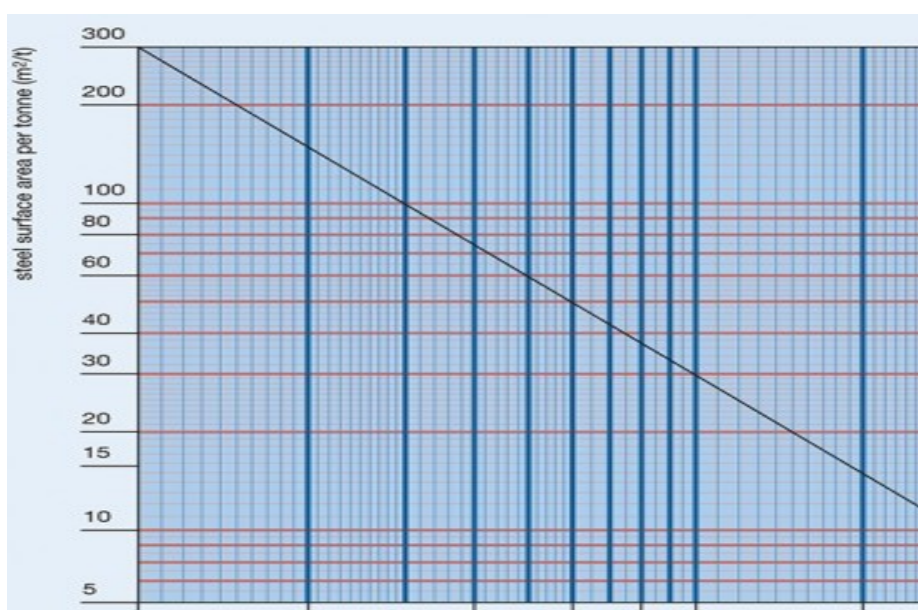
-προσθήκη ενός ορισμού για την διήθηση των συγκολλήσεων

-προσθήκη επεξηγηματικών σημειώσεων σχετικά με την τελική επίστρωση

-απλούστευση των απαιτήσεων για δειγματοληψία και δοκιμές

-προσθήκη αναφορών για τη χρήση εναλλακτικών υλικών και μεθόδους δοκιμών πρόσφυσης

-νέες πληροφορίες σχετικά με την επίδραση του μετάλλου βάσης στα γαλβανισμένα εν θερμώ επιχρίσματα που εξάγονται και έχουν σχεδιαστεί σύμφωνα με **ISO 14713-2**



Σχήμα 4-11: Σχέση μεταξύ πάχους χάλυβα και επιφάνειας. Πηγή: **EN ISO 1461:1999**



articles & its thickness	local coating (minimum)		m g/m <sup>2</sup>
	g/m <sup>2</sup>	μm	
steel > 6mm	505	70	610
steel > 3mm to ≤ 6mm	395	55	505
steel ≥ 1.5mm to ≤ 3mm	325	45	395
steel < 1.5mm	250	35	325
castings ≥ 6mm	505	70	575

Πίνακας 4-6: EN ISO 1461: Ελάχιστες μάζες επίστρωσης/ Πάχος στοιχείων χωρίς φυγοκέντριση. Πηγή: EN ISO 1461:1999

articles & its thickness	local coating (minimum)		m g/m <sup>2</sup>
	g/m <sup>2</sup>	μm	
articles with threads:			
> 6mm ø	285	40	360
≤ 6mm ø	145	20	180
other articles (incl. castings):			
≥ 3mm	325	45	395

Πίνακας 4-7: EN ISO 1461: Ελάχιστες μάζες επίστρωσης B/ Πάχος στοιχείων χωρίς φυγοκέντριση. Πηγή: EN ISO 1461:1999

*Οι ορθοστάτες, οι πλάκες έδρασης και οι δοκοί από αλουμίνιο θα έχουν προστατευτική επίστρωση αντίστοιχη με αυτήν των πετασμάτων από αλουμίνιο.*

Για τις συγκολλήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι Ευρωπαϊκοί κανονισμοί που αναφέρονται και στον ZTV-Lsw 88-06 § 6.4 Welding work και συγκεκριμένα

σύμφωνα με τον επικαιροποιημένο ISO 11970: 2016 Specification and qualification of welding procedures for production welding of steel castings.

*Ηλεκτροσυγκολλήσεις ή διατρήσεις επιτόπου του έργου πρέπει να αποφεύγονται. Επιτρέπονται κατ'εξάιρεση μετά από πρόταση του αναδόχου και γίνονται μετά από έγκριση του υπευθύνου επιβλέποντος.*

### **3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ – ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

*Ο Ανάδοχος θα υποβάλλει στη Υπηρεσία προς έγκριση μελέτη εφαρμογής του συστήματος των ηχοπετασμάτων που καλείται να εφαρμόσει η οποία θα περιλαμβάνει τα παρακάτω:*

*Οριστική μελέτη ηχοπροστασίας σύμφωνα με τις προδιαγραφές μελετών «Τεχνικές Προδιαγραφές Εκπόνησης Οριστικής Μελέτης Ηχοπετασμάτων για την Προστασία από Οδικό Κυκλοφοριακό Θόρυβο», ΥΠΕΧΩΔΕ, Γεν. Δ/ση Περιβάλλοντος, Δ/ση ΕΑΡΘ, Τμήμα Καταπολέμησης Θορύβου με σαφείς στόχους και απαιτήσεις σε αναφορά με τα **ZTV LSW 06, EN 1793-1(Road traffic noise reducing devices) ως 5, EN 1794-1(Road traffic noise reducing devices. Non-acoustic performance. Mechanical performance and stability requirements ) και EN 1794-2 (Road traffic noise reducing devices. Non-acoustic performance. General safety and environmental requirements)***

*Μελέτη εφαρμογής η οποία περιλαμβάνει:*

*-στατική μελέτη*

*-αισθητική θεώρηση του ηχοπετάσματος με φωτορεαλιστική απόδοση*

-αρχιτεκτονικά σχέδια γενικής διάταξης, κατόψεις, όψεις

-λεπτομερή κατασκευαστικά σχέδια

-τεχνικές προδιαγραφές υλικών και εξέταση της ποιότητάς του

-θεώρηση οδικής ή σιδηροδρομικής ασφάλειας

-έλεγχος μέτρων αποτελεσματικής προστασίας της ζωής των πτηνών

-φυτοτεχνική μελέτη (για πράσινο ηχοπέτασμα)

-ενεργειακή μελέτη (για ηχοπέτασματα σε συνδυασμό με ηλιακά πάνελ)

Οι μελέτες αυτές εκπονούνται από ανεξάρτητους μελετητές κατόχους πτυχίου κατ 27 «Περιβαλλοντικές Μελέτες», κατ 8 «Στατικές Μελέτες» κατ 7 « Αρχιτεκτονικές μελέτες» και άλλες κατηγορίες μελετητικών πτυχίων (πχ Συγκοινωνιακές μελέτες») εφόσον απαιτούνται.

Προϋπόθεση για την έναρξη των εργασιών εγκατάστασης είναι η έγκριση από την Υπηρεσία της εν λόγω μελέτης εφαρμογής και κατασκευασμένου πιλοτικού τμήματος ηχοπετάσματος.

Τυχόν φθορές κατά την φορτοεκφόρτωση μεταφορά και εγκατάσταση, των γαλβανισμένων ή άλλων χρωματισμένων εξαρτημάτων και πετασμάτων (σπασίματα, ραγίσματα κλπ.) θα αποκαθίστανται με κατάλληλη επιδιόρθωση ή/ και αντικατάσταση τεμαχίων εφόσον αυτό ορίσει η Υπηρεσία με δαπάνη του Αναδόχου.

Κατά τη μεταφορά των τεμαχίων, εφ όσον απαιτείται, θα χρησιμοποιούνται αποστάτες από υλικό που δεν προξενεί φθορές στην επιφάνεια τους, ώστε τα τεμάχια να μην έρχονται σε επαφή μεταξύ τους ή με τα μεταλλικά μέρη του μέσου μεταφοράς.

Όλοι οι ορθοστάτες θα είναι τοποθετημένοι κατακόρυφα στην προδιαγραφόμενη θέση και σε συγκεκριμένες αξονικές αποστάσεις μεταξύ τους.

Η απαίτηση για τους ορθοστάτες που προβλέπεται να στηριχθούν επί υφιστάμενων μεταλλικών στηθαίων ασφαλείας και η εξασφάλιση ότι σε ενδεχόμενη πρόσκρουση οχήματος δεν θα αποκολληθούν, είναι δύσκολο έως αδύνατον να εξασφαλισθεί.

Τα πετάσματα είτε μεμονωμένα είτε εντός πλαισίων, (σύμφωνα με την μελέτη εφαρμογής), θα τοποθετούνται με εφαρμογή ελαστικών παρεμβυσμάτων στα σημεία επαφής με τους ορθοστάτες, για την εξασφάλιση της σταθερής στερέωσής τους και την αποφυγή ηχογεφυρών.

Ο Ανάδοχος πριν από την κατασκευή των πετασμάτων στις προβλεπόμενες στη μελέτη θέσεις, θα πρέπει να προετοιμάσει δοκιμαστικό τμήμα αποτελούμενο από τρεις ορθοστάτες και δυο πετάσματα, προκειμένου η Υπηρεσία να αποφανθεί για το ποιοτικό και αισθητικό αποτέλεσμα.

#### **4. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΑΒΗ**

Έλεγχος των ακουστικών επιδόσεων του ηχοπετάσματος σύμφωνα με τις απαιτήσεις της μελέτης ηχοπροστασίας και κατά **EN 1793-1** και των ηχομονωτικών ιδιοτήτων με τις απαιτήσεις του **EN 1793-2** και **EN 1793-5**.

Έλεγχος των πιστοποιητικών του συνόλου των υλικών που αφορούν:

- Τις ακουστικές ιδιότητες των υλικών
- Την ποιότητα του γαλβανίσματος των μεταλλικών στοιχείων του συστήματος.
- Την προστασία των ξύλινων στοιχείων των πετασμάτων.
- Την προστατευτική επίστρωση των στοιχείων από αλουμίνιο του συστήματος.

-Τις μηχανικές και θερμικές ιδιότητες των συνθετικών πετασμάτων της παραγράφου 2.

-Τον συντελεστή φωτεινής αντανάκλασης των πετασμάτων

Στην περίπτωση προκατασκευασμένων πλακών σκυροδέματος:

-Έλεγχος του ορθογωνικού σχήματος της πλάκας, και του μήκους των διαγωνίων της.

Η αποδεκτή διαφορά των μηκών των διαγωνίων είναι  $\leq 1,5$  cm.

-Έλεγχος της ομαλότητας της επιφάνειας των πετασμάτων. Αποκλίσεις μεγαλύτερες από 1 cm, μετρούμενες με ευθύγραμμο πήχη μήκους 1,5 m δεν γίνονται αποδεκτές

-Έλεγχος της ποιότητας της αντιρρυπαντικής επάλειψης σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αντίστοιχης **ΠΕΤΕΠ**.

-Έλεγχος της ποιότητας των ηχοαπορροφητικών υλικών σύμφωνα με τις απαιτήσεις της παραγράφου 2.2 της παρούσας **ΠΕΤΕΠ**.

-Έλεγχος ότι οι ορθοστάτες αποτελούν στοιχεία εργοστασιακής προέλευσης και δεν φέρουν πρόσθετες διατρήσεις ή ηλεκτροσυγκολλήσεις. Επίσης οπτικός έλεγχος των μεταλλικών ορθοστατών για τυχόν φθορές στη γαλβανισμένη επιφάνειά τους.

-Έλεγχος ότι το μήκος του εμφανούς τμήματος του σπειρώματος των αγκυρίων στερέωσης των ορθοστατών, για τη βεβαίωση ότι προεξέχει τουλάχιστον 1 cm από το άνω περικόχλιο.

-Έλεγχος των θέσεων και του μήκους εφαρμογής των πετασμάτων

-Έλεγχος των πιστοποιητικών στο βαθμό που πληρούν τις απαιτήσεις σε αναφορά με τα **EN 1793-1**, **EN 1793-2**, **EN 1794-1**, **EN 1974-2**, **ZTV-Lsw 88-06** όπως αυτές καθορίστηκαν στην οριστική μελέτη και τη μελέτη εφαρμογής.

## **5. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΩΜΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΩΝ**

*Η επιμέτρηση των αντιθορυβικών διατάξεων θα γίνεται σε τετραγωνικά μέτρα [m<sup>2</sup>] όψης της κατασκευής.*

*Στην τιμή μονάδος περιλαμβάνονται:*

*-Η προμήθεια και μεταφορά επιτόπου του έργου όλων των υλικών που απαιτούνται για την κατασκευή, συναρμολόγηση και στερέωση των διατάξεων αντιθορυβικής προστασίας.*

*-Η δαπάνη κάθε είδους εργασίας και η χρήση του εξοπλισμού που απαιτείται για την πλήρη τοποθέτηση των διατάξεων.*

*-Η απόρριψη τυχόν πλεοναζόντων υλικών ή απορριφθέντων τεμαχίων σε χώρο προβλεπόμενο στα λοιπά συμβατικά τεύχη για τα στερεά απόβλητα.*

*-Η εργασία και τα υλικά για την αποκατάσταση τυχόν φθορών κατά τη μεταφορά και εγκατάσταση των στοιχείων της κατασκευής.*

*-Τα υλικά και οι εργασίες θεμελίωσης καθώς και τα χωματουργικά*

*Έξχωριστά επιμετρούνται και αμείβονται όλες οι μελέτες βάσει του κανονισμού προεκτιμώμενων αμοιβών μελετών και υπηρεσιών του ΥΠΕΧΩΔΕ.*

### 4.3 Πρόταση Αττικής Οδού και Ολυμπίας οδού

Ένα παράδειγμα πρότασης μικτού αντιθορυβικού πετάσματος είναι ο τύπος M1 που προτάθηκε στα πλαίσια ειδικής οριστικής ακουστικής μελέτης υπολογισμού και εφαρμογής (EAMYE) συμπληρωματικών αντιθορυβικών πετασμάτων στην Αττική οδό. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με χρήση ειδικού λογισμικού πρόβλεψης Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου (Ο.Κ.Θ) CadnaA που χρησιμοποιεί την μεθοδολογία υπολογισμού «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB) σύμφωνα με τη ΚΥΑ με αριθμ. οικ. 211773/2012 (ΦΕΚ 1367/Β/27-4-2012) καθώς και την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/49/ΕΚ. Οι ακουστικοί έλεγχοι αφορούν στα επιμέρους οδικά τμήματα της γεωγραφικής ενότητας A13 για το έτος 2017 στις θέσεις Θέτιδος 4 – Γέρακας (δέκτης-1), Ορφέως 8 – Γέρακας (δέκτης-2), Ορφέως 12B – Γέρακας (δέκτης-3) και Αγ. Σαράντα 9 – Γέρακας (δέκτης-4) και σε συγκεκριμένες Χ.Θ. την ΧΘ E32+685,90 μέχρι την ΧΘ E32+849,10.

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι ότι τα σχετικά αποτελέσματα των ακουστικών καταγραφών σε συνδυασμό με τα επικαιροποιημένα κυκλοφοριακά και γεωμετρικά στοιχεία του έργου, συνετέλεσαν στην πλέον ακριβή βαθμονόμηση του ειδικού λογισμικού πρόβλεψης θορύβου ώστε να επιτευχθεί η διεξαγωγή ασφαλέστερων και πιο αντικειμενικών αποτελεσμάτων πρόβλεψης. Για την εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης του ακουστικού περιβάλλοντος παρουσιάζονται οι 24ωρες ακουστικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της Παρακολούθησης Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου από τη λειτουργία της Αττικής Οδού. Στην παρούσα μελέτη, το λογισμικό CadnaA, εφαρμόζεται στην πρόβλεψη των δεικτών ήτοι (α) η Ισοδύναμη Συνεχής Στάθμη θορύβου Leqημέρας-απογεύματος ή Leqday-evening (Equivalent Continuous Sound Level/day-evening), ή Ld-e, και (β) η Ισοδύναμη Συνεχής Στάθμη

Θορύβου  $L_{eqn\grave{u}c\tau\alpha\varsigma}$  ή  $L_{eqn\grave{u}c\tau\alpha\varsigma}$  (Equivalent Continuous Sound Level/night), ή  $L_n$  σύμφωνα με την **ΚΥΑ με αριθμ. οικ. 211773/2012 (ΦΕΚ 1367/Β/27-4-2012)**.

<b>Γ.Ε.</b>	<b>ΚΑΤΑΓΓΕΛΙΑ</b>	<b><math>L_{den}</math></b>	<b><math>L_{night}</math></b>
<b>A13</b>	ΔΕΚΤΗΣ-1	<b>63,9</b>	<b>56,9</b>
<b>A13</b>	ΔΕΚΤΗΣ-2	<b>72,8</b>	<b>65,5</b>
<b>A13</b>	ΔΕΚΤΗΣ-3	<b>70,6</b>	<b>62,5</b>
<b>A13</b>	ΔΕΚΤΗΣ-4	<b>66,9</b>	<b>59,9</b>

Πίνακας 4-8 : Αποτελέσματα ακουστικών καταγραφών έτους 2017, Πηγή: Σ.Σ.Ε& Περιβάλλον Α.Ε

Από τις ακουστικές καταγραφές πιστοποιήθηκε η αποτελεσματικότητα του ήδη εφαρμοσθέντος ηχοπετάσματος στη θέση του δέκτη-1 και η σημαντική υπέρβαση των δεικτών στις θέσεις των δεκτών 2 & 3 ειδικά του δείκτη θορύβου  $L_n$  καθώς και η οριακή τήρηση των θεσμοθετημένων ορίων θορύβου στη θέση του δέκτη-4.. Θυμίζουμε ότι τα αντίστοιχα θεσμοθετημένα όρια για τους δείκτες  $L_{den}$  και  $L_{night}$  είναι αντίστοιχα τα 67 dB(A) και 60 dB(A).

Στις υπόλοιπες παραμέτρους υπολογισμού θορύβου χρησιμοποιήθηκαν τα επικαιροποιημένα κυκλοφοριακά στοιχεία του έτους 2017 σύμφωνα με τις πλέον πρόσφατες μετρήσεις της εταιρείας «Αττικές Διαδρομές Α.Ε.» Ως επιφάνεια οδοστρώματος στο πλαίσιο δυσμενούς σεναρίου, έγινε η παραδοχή αντι-ολισθηρής στρώσης με επίστρωση ψηλού χαλκιού (η ακουστική ισχύς αυξάνεται κατά 2 dB και



το φάσμα είναι παρόμοιο με αυτό του ασφαλτικού σκυροδέματος). Σε ό,τι αφορά την επιρροή των μετεωρολογικών συνθηκών στην διάδοση του θορύβου ελήφθη υπόψη δυσμενές σενάριο επαύξησης της στάθμης θορύβου λόγω θεώρησης καθοδικών ακουστικών ακτίνων με παραδοχή ανέμου προς την διεύθυνση διάδοσης του θορύβου από την πηγή στον δέκτη.

ΩΡΕΣ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΙΣΗΣ προς ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΙΣΗΣ προς ΕΛΕΥΣΙΝΑ	ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΙΣΗΣ προς ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ	ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΙΣΗΣ προς ΕΛΕΥΣΙΝΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΑΡΕΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ προς ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟ (%)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΒΑΡΕΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ προς ΕΛΕΥΣΙΝΑ (%)
0	300	264	104,6	111,3	6,30	1,10
1	178	288	102,5	113,0	0,00	4,20
2	114	85	102,8	101,0	0,00	0,00
3	156	101	102,5	100,4	0,60	1,00
4	280	181	107,7	105,0	1,40	2,20
5	751	381	107,7	105,7	6,40	6,60
6	1569	914	108,5	109,0	8,90	9,10
7	2338	2042	104,5	111,7	9,20	6,70
8	3734	2859	103,1	104,5	6,90	3,60
9	3145	3112	105,7	107,9	7,80	6,90
10	2291	2306	105,1	108,9	9,60	9,20
11	2105	1973	102,7	107,5	9,20	9,20
12	2221	2237	104,0	106,2	10,20	9,30
13	2173	2339	104,4	105,2	9,10	9,40
14	2416	2485	104,5	105,9	8,70	8,20
15	2411	2878	105,7	106,5	8,80	6,80
16	2664	2733	105,2	109,7	6,70	6,00
17	2610	3184	106,4	107,6	5,90	5,00
18	2473	2920	107,6	108,3	5,00	4,50
19	2042	2449	105,1	109,9	6,00	4,90
20	1451	1619	105,9	110,9	3,90	5,00
21	1204	1450	106,9	112,5	7,00	4,60
22	732	804	108,5	111,5	4,00	4,00
23	464	581	108,0	112,2	5,60	2,10

Πίνακας 4-9: Γ.Ε. Α13 – Κυκλοφοριακά στοιχεία έτους 2017, Πηγή: Σ.Σ.Ε& Περιβάλλον Α.Ε

Όπως αναφέρθηκε και στη περιγραφή της ΕΑΜΥΕ, το ειδικό λογισμικό πρόβλεψης Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου (Ο.Κ.Θ.) CadnaA που χρησιμοποιήθηκε εφαρμόζει πλήρως την μεθοδολογία υπολογισμού: «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB), η οποία απαιτείται με βάση την σχετική ΚΥΑ 13586/724 (ΦΕΚ

Β'384 28.3.2006) περί «Καθορισμού μέτρων, όρων και μεθόδων για την αξιολόγηση και τη διαχείριση του θορύβου στο περιβάλλον, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2002/49/ΕΚ «σχετικά με την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου του Συμβουλίου της 25.6.2002», η οποία ενσωματώνει την Ευρωπαϊκή οδηγία 2002/49/ΕΚ, στο Ελληνικό θεσμικό πλαίσιο.

Δημιουργήθηκαν και εξετάστηκαν τρία σενάρια:

**«ΣΕΝΑΡΙΟ 1» ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**

**«ΣΕΝΑΡΙΟ 2» ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ ΣΤΟΥΣ ΔΕΚΤΕΣ 2 & 3**

**«ΣΕΝΑΡΙΟ 3» ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΔΕΚΤΗ-4 ΛΟΓΩ ΗΧΟΑΝΑΚΛΑΣΕΩΝ ΤΩΝ ΠΕΤΑΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2**

Από την ανάλυση των σεναρίων προέκυψε πως το σενάριο 3 αποτελεί τη βέλτιστη λύση. Με βάση τα αποτελέσματα της επίλυσης του μοντέλου, κρίθηκε απαραίτητη η άμεση εφαρμογή αντιθορυβικών πετασμάτων ύψους  $h=4,5m$  για επί μέρους τμήματα των περιοχών μελέτης.

Η ελάχιστη πυκνότητα για το σύνολο των προτεινομένων αντιθορυβικών πετασμάτων υπολογίστηκε στα  $10-12 \text{ Kgr/m}^2$ . Για την επιφάνεια του αντιθορυβικού πετάσματος προς την πηγή (Ε.Λ.Ε-Σ-Σ), για λόγους δυσμενούς σεναρίου επιλέχθηκε ηχοαπορροφητική επικάλυψη κατά CEN - 4dB(A). Οι τιμές του συντελεστή ηχοαπορρόφησης  $a_{\text{SABINE}}$  για τον τύπο CEN - 4dB(A) είναι οι εξής:

Συχνότητα Hz	Συντελεστής ηχοαπορρόφησης $\alpha_{\text{SABINE}}$
125	0,1
250	0,3
500	0,6
1000	0,7
2000	0,6
4000	0,4

Πίνακας 4-10: Συντελεστής ηχο-απορρόφησης  $\alpha_{\text{Sabine}}$ , Πηγή: Σ.Σ.Ε& Περιβάλλον Α.Ε

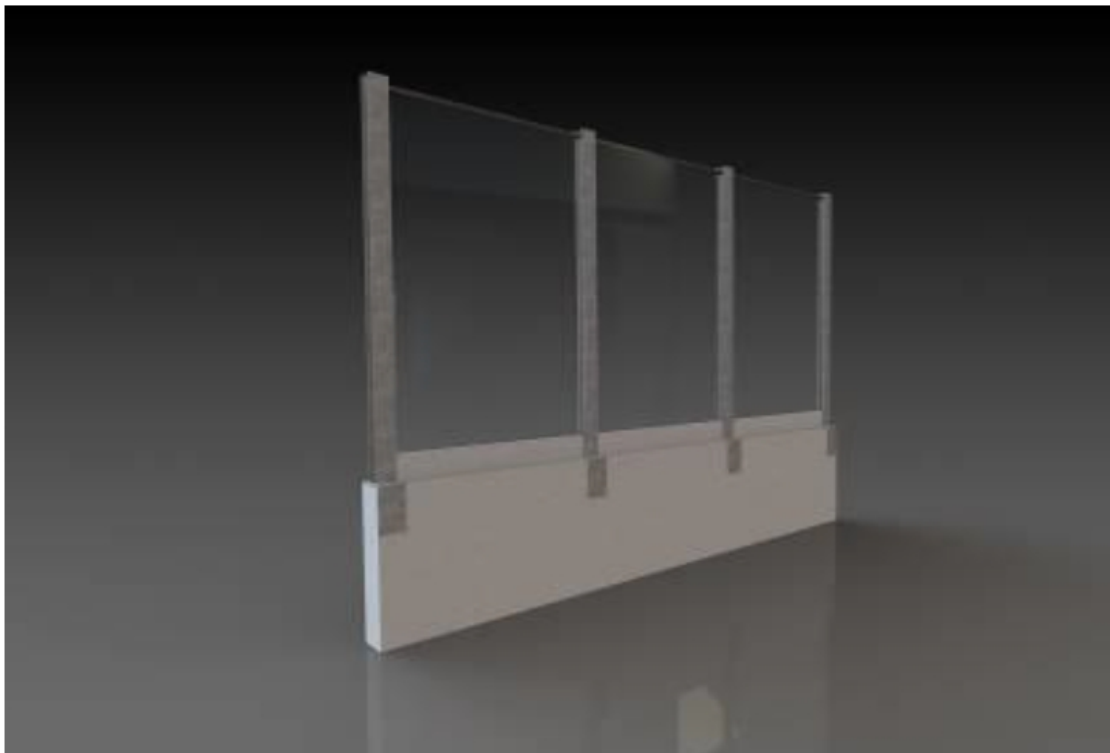
Το μικτό αντιθορυβικό πέτασμα M1 ύψους 4,5μ με διαφανή ηχο-ανακλαστικά τμήματα επιλέχθηκε ως λύση. Το αντιθορυβικό πέτασμα M1 αποτελείται από τοιχίο 1,5m οπλισμένου σκυροδέματος, όπου πάνω του γίνεται η τοποθέτηση των διαφανών τμημάτων PMMA με ελάχιστο πάχος της τάξης των 20 χλστ και ειδικού βάρους περίπου 1.19 g/cc, διαστάσεων 2mX3m του πετάσματος με τη στήριξή τους σε ορθοστάτες HEA 140 ή 160 (με 2χ2 κοχλίες αγκύρωσης - ενδεικτικά περικόχλιο M27 & ροδέλα L27) και αγκύριο M20 και πλάκα λαμαρίνας πάχους 8 χλστ. και περιμετρική ηλεκτροσυγκόλληση 4χλστ.). ανά 2,05m. , Η έδραση του διαφανούς πετάσματος τύπου «Altuglas» έγινε πάνω στη στέψη του τοιχίου και η στήριξη των διαφανών τμημάτων, πραγματοποιήθηκε ανά 2,05m.

Ο τρόπος στήριξης των αντιθορυβικών πετασμάτων M1 πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μεθοδολογία του έργου της Αττικής Οδού σε στηρίγματα από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται φωτορεαλιστικές απεικονίσεις μεικτού αντιθορυβικού πετάσματος με διαφανές τμήμα PMMA σε μεταλλικούς ορθοστάτες.



Σχήμα 4-12: Φωτορεαλιστική απεικόνιση τύπου M1 μικτού αντιθορυβικού πετάσματος, Πηγή: Σ.Σ.Ε& Περιβάλλον Α.Ε



Σχήμα 4-13: Φωτορεαλιστική απεικόνιση τύπου M1 B μικτού αντιθορυβικού πετάσματος, Πηγή: Σ.Σ.Ε& Περιβάλλον Α.Ε

Άλλη μια περίπτωση πρότασης μικτού αντιθορυβικού πετάσματος αφορά στα νέα οδικά τμήματα του Έργου Παραχώρησης (Ε.Π.) Κόρινθος – Πάτρα. Εκπονήθηκε ΕΑΜΥΕ αντιθορυβικών πετασμάτων με σκοπό την πλήρη επικαιροποίηση με αναλυτικούς υπολογισμούς χαρτογράφησης περιβαλλοντικού οδικού κυκλοφοριακού θορύβου σύμφωνα με την **Ευρωπαϊκή οδηγία 2002/49/ΕΚ** και την **ΚΥΑ 211773/2012** στο τμήμα **Α/Κ Αρχαία Κόρινθος – Α/Κ Κ1, Παράκαμψη Πάτρας, οδικό τμήμα Αίγιο – Πάτρα: Χ.Θ. 97+000 - Χ.Θ. 98+350** για την αξιολόγηση τυχόν αναγκαίων αντιθορυβικών πετασμάτων λόγω της ανωτέρω νέας νομοθεσίας. Οι μετρήσεις έγιναν με τη βοήθεια του ειδικού λογισμικού πρόβλεψης Οδικού Κυκλοφοριακού Θορύβου (Ο.Κ.Θ.) **ΜΙΤΗΡΑ** που εφαρμόζει την μεθοδολογία υπολογισμού «**NMPC-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)**».

Οι μετρήσεις έγιναν σε τυπικές ημέρες της εβδομάδας (Δευτέρα έως Παρασκευή εκτός αργιών) υπήρξε έλλειψη βροχής καθώς και ισχυρού ανέμου και ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην εξάλειψη επιρροής διαφόρων σημειακών πηγών θορύβου άσχετων με τον Ο.Κ.Θ. (κατασκευή έργων, μηχανολογικοί εξοπλισμοί κλπ.) Οι αυτοκινούμενοι σταθμοί θορύβου ήταν εξοπλισμένοι με στατιστικούς αναλυτές θορύβου-ηχώμετρο τύπου SOLO (type 1) με διάταξη παντός καιρού σε ειδική διάταξη ιστού 4m.



Σχήμα 4-14: Στατιστικός αναλυτής – Ηχόμετρο SOLO της 01 dB  
 Πηγή: Σ.Σ.Ε& Περιβάλλον Α.Ε



Σχήμα 4-15: Διάταξη παντός καιρού BAP 21  
 Πηγή: Σ.Σ.Ε& Περιβάλλον Α.Ε



Σχήμα 4-16: Διάταξη παντός καιρού ΒΑΡ 21 σε αυτοκινούμενο σταθμό – με ειδικά διαμορφωμένο τηλεσκοπικό ιστό σε ύψος 4m.  
Πηγή: Σ.Σ.Ε& Περιβάλλον Α.Ε

Η επιλογή των θέσεων όπου εκτελέστηκαν οι 24ωρες ακουστικές μετρήσεις έγινε με γνώμονα την πιθανότητα άμεσης απαίτησης εφαρμογής αντιθορυβικών πετασμάτων με χρήση στοιχείων από τους επικαιροποιημένους ορθοφωτοχάρτες της άμεσης περιοχής του οδικού έργου. Ως επιφάνεια οδοστρώματος στα πλαίσια δυσμενούς σεναρίου, έγινε η παραδοχή  $U$  αντι-ολισθηρής στρώσης με επίστρωση ψηλού χαλικιού (η ακουστική ισχύς αυξάνεται κατά 2 dB) ως επιφάνεια οδοστρώματος. Σε ό,τι αφορά την επιρροή των μετεωρολογικών συνθηκών στην διάδοση του θορύβου ελήφθη υπόψη  $U$  δυσμενές σενάριο επαύξησης της στάθμης θορύβου λόγω θεώρησης καθοδικών ακουστικών ακτίνων  $U$  με παραδοχή ανέμου προς την διεύθυνση διάδοσης του θορύβου από την πηγή στον δέκτη.

Οι αναλυτικοί ακουστικοί έλεγχοι στις θέσεις **X.Θ.: 97+000 – 98+350** και οι υπολογισμοί των δεικτών **Ld-e** και **Lnight** με το λογισμικό MITHRA έγιναν σε επίπεδο οριζόντιων χαρτών ισοθορυβικών καμπύλων για ύψος  $h=4,0m$  (βάσει οδηγίας **2002/49/EK**), και κάθετων χαρτών σε επιλεγμένες διατομές ανά οδικό τμήμα που εφαρμόζει έναν αλγόριθμο για την έρευνα των ακουστικών διαδρομών μεταξύ πηγών θορύβου και δεικτών. Ο αλγόριθμος χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο αριθμό απλοποιημένων υποθέσεων που επιτρέπουν την χρήση ενός ακτινωτού μοντέλου που ακολουθεί μία αντίστροφα σχεδιασμένη μέθοδο, από τον δέκτη και ερευνά τις ακουστικές διαδρομές μεταξύ των πηγών θορύβου και των δεκτών σε μία πολύπλοκη αστική τοποθεσία.

Η ελάχιστη πυκνότητα για το σύνολο των προτεινομένων αντιθορυβικών πετασμάτων υπολογίστηκε στα **10-12 Kgr/m<sup>2</sup>**. Ιδιαίτερα σε ότι αφορά την επιφάνεια του πετάσματος προς την πηγή για λόγους δυσμενούς σεναρίου επιλέχθηκε ηχο-απορροφητική επικάλυψη κατά CEN - 4dB(A) ώστε να μην υπάρχει δέσμευση στην πιθανή επιλογή λιγότερο ηχο-απορροφητικών πετασμάτων όπως τα διαφανή. Οι τιμές του συντελεστή **aSABINE** ανά συχνότητα για τον τύπο CEN - 4dB(A) παρουσιάζονται στην συνέχεια:

Συχνότητα Hz	Συντελεστής ηχοαπορρόφησης $a_{SABINE}$
125	0,1
250	0,3
500	0,6
1000	0,7
2000	0,6
4000	0,4

Πίνακας 4-11: Συντελεστής ηχο-απορρόφησης  $a_{Sabine}$  B  
Πηγή: Σ.Σ.Ε& Περιβάλλον Α.Ε

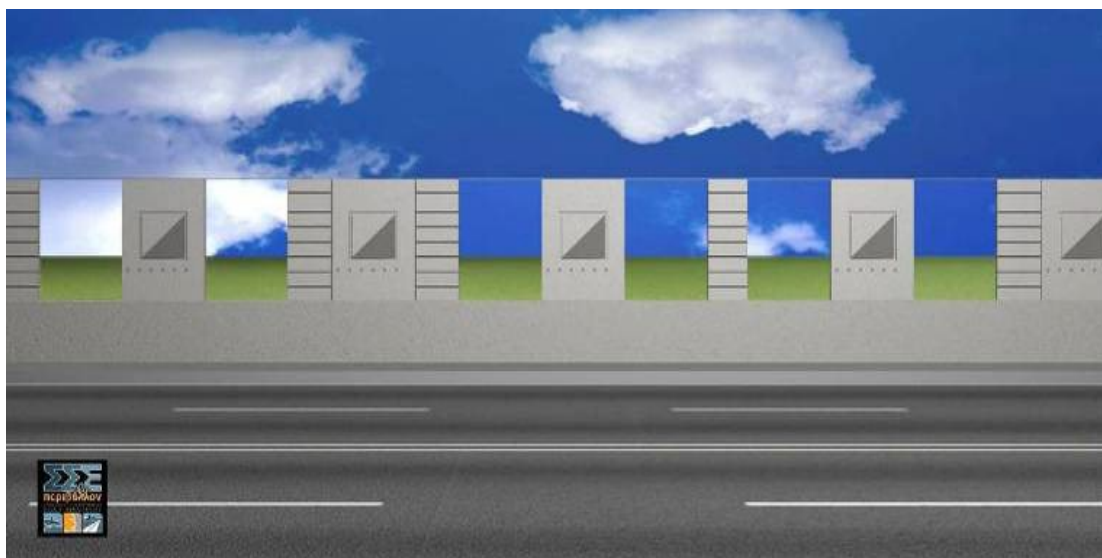


Η προτεινόμενη άμεση εφαρμογή αντιθορυβικών πετασμάτων όπως προέκυψε από την σχετική διερεύνηση, παρουσιάζεται στον πίνακα:

Α/Α	ΜΟΝΤΕΛΟ ΘΟΥΡΥΒΟΥ		ΠΕΤΑΣΜΑΤΑ		ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΜΗΚΟΣ ΠΕΤΑΣΜΑΤΟΣ(μ)	ΥΨΟΣ ΠΕΤΑΣΜΑΤΟΣ (μ)	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (μ <sup>2</sup> )
	Από Χ.Θ.	Έως Χ.Θ.	Από Χ.Θ.	Έως Χ.Θ.				
1	97+000	98+350	97+192,6	97+424,6	Προς Πάτρα	232	3,0	696,0
			97+772,5	97+831,5		58	3,0	174,0
			97+104,9	97+254,9	Προς Κόρινθο	150	3,0	450,0

Πίνακας 4-12: Πετάσματα άμεσης εφαρμογής  
Πηγή: Σ.Σ.Ε& Περιβάλλον Α.Ε

Η διαστασιολόγηση μήκους των πετασμάτων έγινε σχεδιαστικά, λόγω της καμπυλότητας που παρουσιάζουν τα προτεινόμενα αντιθορυβικά πετάσματα. Ο τύπος μικτού διαφανούς αντιθορυβικού πετάσματος από PMMA με ελάχιστο πάχος, της τάξης των 20 χλστ και ειδικού βάρους περίπου 1.19 g/cc. προτάθηκε σύμφωνα με τα ήδη εγκεκριμένα και κατασκευασμένα ηχοπετάσματα του ΚΟ-ΠΑ και της Περιφερειακής Πατρών. Τέλος υπογραμμίσθηκε η ενδεχόμενη αναγκαιότητα λήψης μέτρων προστασίας σε περιπτώσεις πρόσκρουσης πτηνών στα διαφανή τμήματα του πετάσματος με κατάλληλες επεμβάσεις σε επίπεδο χρωματισμού του διαφανούς τμήματος η εναλλακτικά με επικόλληση κατάλληλων επιθεμάτων κατά τα πρότυπα της Αττικής οδού και άλλων παρόμοιων εφαρμογών στην Ευρώπη. Ο ενδεικτικός τύπος παρουσιάζεται συνοπτικά σε φωτορεαλιστική απεικόνιση στη συνέχεια.



Σχήμα 4-17: Φωτορεαλιστική απεικόνιση ενδεικτικού τύπου μικτού αντιθορυβικού πετάσματος.  
Πηγή Σ.Σ.Ε& Περιβάλλον Α.Ε



Σχήμα 4-18: Φωτορεαλιστική απεικόνιση ενδεικτικού τύπου μικτού αντιθορυβικού πετάσματος Β, πάνω σε γέφυρα.  
Πηγή: Σ.Σ.Ε& Περιβάλλον Α.Ε

## Βιβλιογραφία

### Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

- [1] Βογιατζής, Κ. (2012) “Περιβαλλοντική Τεχνική & Θεσμικό Πλαίσιο Εφαρμογής”, ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ, Αθήνα
- [2] ΕΛ.ΙΝ.Α. (2006) “Τελική Πρόταση Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές ΠΕΤΕΠ 05-02-04-00”, Έκδοση 1.0.
- [3] ΕΛΟΤ EN 1317 “Κριτήρια εφαρμογής των Συστημάτων Αναχαίτισης.”
- [4] ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-05-02-04-00:2009 (2009) “Ηχοπετάσματα Οδών Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή.”
- [5] Μαντάνης, Γ. (2014) “Εξωτερικές κατασκευές 6. Περιφράξεις - Αυλόπορτες, Μπάρες, Ηχοπετάσματα,” *Σημειώσεις διάλεξης στο Τεχνολογία ξύλινων κατασκευών II*, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου & Επίπλου, Τ.Ε.Ι. Θεσσαλίας.
- [6] Μίντσης, Γ. “Ενότητα 9: Συστήματα Αναχαίτισης Οχημάτων,” *Συστήματα Αναχαίτισης Οχημάτων των ΟΜΟΕ (ΟΜΟΕ –ΣΑΟ)*, *Σημειώσεις Διάλεξης στο Ανοιχτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα Οδοποιία II*, Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών , Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- [7] Μισοκεφάλου, Ε. (2014) “Διδακτορική Διατριβή στην οδική ασφάλεια”, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- [8] Ράπτης, Η. (2012) “Διερεύνηση υλικών, κατασκευών και διαμορφώσεων σύμφωνα με την προδιαγραφή EN1317 και ΟΜΟΕ - ΣΑΟ σχετικά με τα συστήματα αναχαίτισης οχημάτων,” Μεταπτυχιακή εργασία ειδίκευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

- [9] Σ.Σ.Ε. (2014) “Ειδική Ακουστική Μελέτη Υπολογισμού & Εφαρμογής (ΕΑΜΥΕ) Αντιθορυβικών Πετασμάτων Αττική Οδός στη Γ.Ε. Α13 & στις επί μέρους θέσεις του τμήματος από Χ.Θ. Ε32+685,90 ΜΕΧΡΙ Χ.Θ. Ε32+849,10.”
- [10] Σ.Σ.Ε (2014) “Ειδική Ακουστική Μελέτη Υπολογισμού & Εφαρμογής (ΕΑΜΥΕ) Αντιθορυβικών Πετασμάτων για τα Οδικά τμήματα του Ε.Π. ΚΟΡΙΝΘΟΣ – ΠΑΤΡΑ εφαρμογή ηχοπετασμάτων στο τμήμα ΑΙΓΙΟ - ΠΑΤΡΑ : Χ.Θ. 97+000 - Χ.Θ. 98+350.”

### **Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία**

- [11] Bendtsen, H. (2009) “Noise Barrier Design Danish and some European Examples,” *174 Danish Road Institute Report*, Denmark.
- [12] Business, Transportation and Housing Agency (1996) “Traffic Manual,” Department of Transportation, State of California.
- [13] DIN EN 1706 “Aluminium and aluminium alloys – Castings Chemical composition and mechanical properties.”
- [14] DIN ZTV-Lsw (2006) “Additional technical terms of contract and guidelines for the design of noise barriers along roads.”
- [15] EN 10169 European Standard Norme Européenne Europäische Norm ½ “Continuously organic coated (coil coated) steel flat products Technical delivery conditions.”

- [16] European Noise Barrier Federation (2016) “Austria Showcase Zulieferungen im Bereich Lärmschutz / Infrastrukturbau / Infrastrukturtechnik 26”, Bratislava.
- [17] Höß, R. “Brückenausrüstung – Brückenstandards Theorie und Anwendung ZTV – Lsw Stand- und Ausblick auf das Regelwerk „Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen für Bohrpfehlgründungen und Stahlpfosten von Lärmschutzwänden und Überflughilfen an Straßen”, Berlin.
- [18] IOWA Department of Transportation (2015) “Special Provisions for TL4 Noise Barrier System.”
- [19] ISO 9613-2 15-12-1996 (first edition) “Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation.”
- [20] Klingner, R.E., M.T. McNerney and I. Vishniac (2003) “Design Guide for Highway Noise Barriers,” *Research Report 0-1471-4*, University of Texas, Austin
- [21] Kotzen B. and C. English (1999) “Environmental noise barriers: A guide to their acoustic and visual design”, E&FN SPON.
- [22] Laura, G. (2015) “Regulatory and safety constraints for the construction of acoustic screens The cases of France and the United Kingdom,” Department of civil engineering, University of Thessaly.
- [23] Morgan, P. “Developments in standards for noise barriers”, *Lecture Notes in TRL ,CEN/TC226/WG6/TG1*.
- [24] NZ Transport Agency (2010) “State Highway Noise Barrier Design Guide Version 1.0,” New Zealand

- [25] NZ Transport Agency (2012) “Newmarket Viaduct to Greenlane Auxiliary Lane. Transport noise Integrated noise,” *Noise Barrier Case Study 9*, New Zealand
- [26] NZ Transport Agency (2015) “State highway guide to acoustic treatment of buildings,” New Zealand
- [27] Parker, G. (2006) “Effective noise barrier design and specification,” New Zealand
- [28] Richtlinien für die Markierung von Straßen, “RMS-1.”
- [29] SVENSK STANDARD SS-EN 1793-2:2012 (2012) “Road traffic noise reducing devices – Test method for determining the acoustic performance –Part 2: Intrinsic characteristics of airborne sound insulation under diffuse sound field conditions.”
- [30] SVENSK STANDARD SS-EN 1793-5:2016 (2016) “Road traffic noise reducing devices – Test method for determining the acoustic performance – Part 5: Intrinsic characteristics – In situ values of sound reflection under direct sound field conditions.”
- [31] U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration “Keeping the Noise down, Highway Traffic Noise Barriers.”
- [32] U.S. Department of Transportation Research and Special Programs Administration (2000) “FHWA Highway Noise Barrier Design Handbook,” *Final Report*, John A. Volpe National Transportation Systems Center Acoustics Facility, DTS 34 Cambridge, MA 02142-1093.

- [33] Vogiatzis, K., N. Eliou, P. Kopelias, E., Misokefalou and Ch. Antoniadis “Evaluation of positive & negative effects from the use of anti-noise barriers as a mitigation measure for road traffic environmental noise,” *LTEA Faculty of Civil Engineers*, Department of civil Engineering, University of Thessaly
- [34] Wright, P. and John Willey (1996) “Highway Engineering,” New York.