

# Συγκριτική ανάλυση παραμέτρων εφαρμογής στηθαίων από σκυρόδεμα και χάλυβα – Μύθοι και πραγματικότητα

ΔΡΥΜΑΛΤΙΟΥ, Δ. Τοπογράφος Μηχανικός - Συγκοινωνιολόγος, 2Δ Σύμβουλοι Μηχανικοί, Μέλος του WG1/TC226/CEN και του TG2/TC226/WG1

ΗΛΙΟΥ, Ν. Πολιτικός Μηχανικός - Συγκοινωνιολόγος, Αναπληρωτής Καθηγητής Οδοποιίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται βάσει των αποτελεσμάτων ερευνητικών προγραμμάτων και τεχνοοικονομικών μελετών που έχουν εκπονηθεί σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και, οι ουσιαστικές κατασκευαστικές και λειτουργικές διαφορές των στηθαίων ασφαλείας από σκυρόδεμα και από χάλυβα και δίνονται απαντήσεις σε ερωτήματα, όπως:

- (α) Ποια είναι τα κατασκευαστικά στοιχεία αντιπροσωπευτικών συστημάτων αυτών των ομάδων, όπως βάρος, μήκος δοκιμής κλπ.
- (β) Ποιες είναι οι διαπιστωμένες κατηγορίες επίδοσης αυτών των συστημάτων σύμφωνα με τα αποτελέσματα δοκιμών πρόσκρουσης κατά ΕΛΟΤ EN 1317.
- (γ) Ποια είναι τα οικονομικά στοιχεία των συστημάτων αυτών, όπως δαπάνη κατασκευής, συντήρησης κλπ.
- (δ) Πως πρέπει να τοποθετούνται τα συστήματα αναχαίτισης σε σχέση και με άλλα στοιχεία της διατομής της οδού, όπως φρεάτια, ιστοί οδοφωτισμού και πως επηρεάζεται η τελική διαμόρφωση της τυπικής διατομής.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Χάλυβας ή σκυρόδεμα; Επί σειρά ετών υποβόσκει μία διαφωνία αναφορικά με το σωστό υλικό των στηθαίων ασφαλείας. Η μία σχολή υποστηρίζει και επιχειρηματολογεί υπέρ της εκτεταμένης εφαρμογής των στηθαίων σκυροδέματος και η άλλη υπέρ των στηθαίων ασφαλείας από χάλυβα. Τα επιχειρήματα των υπέρμαχων και των δύο σχολών αφορούν στην οικονομία και στην αποτελεσματικότητα των συστημάτων από σκυρόδεμα και χάλυβα κατά την πρόσκρουση οχήματος.

Στα επόμενα εξετάζονται τα κύρια επιχειρήματα προσεκτικά και τίθενται σε ορθολογική βάση, ώστε να αποφευχθεί η συστηματική επανάληψη των σφαλμάτων που οδηγούν στην οικονομική επιβάρυνση των έργων οδοποιίας χωρίς όμως το αντίστοιχο όφελος.

Η ουσία έγκειται, στο ότι με τα συστήματα αναχαίτισης αποσκοπείται η οδική ασφάλεια άσχετα με το υλικό κατασκευής και ότι αυτά επιλέγονται σε συνάρτηση με τις κατηγορίες επίδοσης τους και μόνον.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση τα συστήματα αναχαίτισης υποβάλλονται σε δοκιμές πρόσκρουσης κατά ΕΛΟΤ EN 1317

τουλάχιστον επί 15 έτη, προκειμένου να προσδιοριστούν οι κατηγορίες επίδοσής τους και να διαπιστωθεί, εάν αυτά είναι κατάλληλα για εφαρμογή. Τα αποτελέσματα αυτών των δοκιμών συνέβαλλαν στην **γνώση των πραγματικών χαρακτηριστικών λειτουργίας και συμπεριφοράς των συστημάτων αναχαίτισης** κατά την πρόσκρουση οχημάτων σε αυτά.

Έτσι εξελίχθηκαν νέα συστήματα από χάλυβα, των οποίων το μόνο κοινό χαρακτηριστικό τους με τα κλασσικά χαλύβδινα στηθαία είναι μόνον το υλικό τους. Αντίστοιχα εξελίχθηκαν νέα συστήματα συστημάτων από σκυρόδεμα, τα οποία μπορούν να μετατοπιστούν κατά την πρόσκρουση.

Επί πλέον σε άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν εκπονηθεί ερευνητικά προγράμματα και τεχνοοικονομικές μελέτες, τα αποτελέσματα των οποίων συνέβαλλαν στην διατύπωση νέων αρχών αναφορικά με τα κριτήρια επιλογής συστημάτων αναχαίτισης σε συνάρτηση τόσο με τις κατηγορίες επίδοσής τους κατά EN 1317 όσο και με τα αποτελέσματα των τεχνοοικονομικών μελετών.

Σε αντίθεση με τις προαναφερόμενες δραστηριότητες στην Ελλάδα για την μελέτη και την κατασκευή των οδικών έργων προδιαγράφεται η τοποθέτηση επί τόπου

κατασκευαζόμενων στηθαίων σκυροδέματος στην κεντρική νησίδα σε οδούς με διαχωρισμένο οδόστρωμα χωρίς να έχει προηγηθεί τεchnοοικονομική ανάλυση και τεκμηρίωση. Αυτή η επιλογή βασίζεται στην διαισθητική πεποίθηση, ότι τα επί τόπου κατασκευαζόμενα στηθαία σκυροδέματος είναι οικονομικότερα από τα χαλύβδινα στηθαία και ότι οι απαιτήσεις σε συντήρηση κυρίως σε οδούς με μεγάλη κυκλοφορία είναι περιορισμένες.

Για την σύγκριση των στηθαίων σκυροδέματος και των χαλύβδινων στηθαίων ασφαλείας κατ' αρχήν είναι απαραίτητη η παράθεση των κατασκευαστικών τους στοιχείων και των κατηγοριών επίδοσής τους.

## 2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΙΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΣΤΗΘΑΙΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΚΑΙ ΧΑΛΥΒΑ

Κατά την σύγκριση των στηθαίων ασφαλείας από σκυρόδεμα και χάλυβα πρέπει να ληφθούν υπόψη όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν τόσο το κόστος τους όσο και τις κατηγορίες επίδοσης τους κατά ΕΛΟΤ EN 1317. Δηλαδή όλες οι εργασίες που σχετίζονται όχι μόνον με τον τρόπο κατασκευής του κάθε συστήματος αλλά και την εγκατάστασή του. Με αυτό το σκεπτικό θα πρέπει κατ' αρχήν να καταγραφούν οι τύποι των στηθαίων ασφαλείας που χρησιμοποιούνται έως σήμερα στα οδικά έργα. Αυτοί είναι

- τα στηθαία σκυροδέματος που κατασκευάζονται επί τόπου,
- τα προκατασκευασμένα στηθαία σκυροδέματος και
- τα χαλύβδινα στηθαία ασφαλείας.

Τα **επί τόπου κατασκευαζόμενα στηθαία σκυροδέματος** δεν υπόκεινται σε Εργοστασιακό Έλεγχο Παραγωγής (FPC) και δεν είναι δυνατή η ανάπτυξη και τήρηση συστήματος ανιχνευσιμότητας των υλικών (traceability) που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των εξαρτημάτων του συστήματος αναχαίτισης οχημάτων σύμφωνα με το μέρος 5 του προτύπου ΕΛΟΤ EN 1317. Σε συνδυασμό δε με το γεγονός, ότι τα επί τόπου κατασκευαζόμενα στηθαία σκυροδέματος

- σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 89/106/ΕΟΚ/21.12.1988 (Construction Products Directive - CPD) καθώς και τα Π.Δ. 334/98 (ΦΕΚ 230Α') και Π.Δ.

18/2000 (ΦΕΚ 15Α') για τα προϊόντα δομικών κατασκευών και την Εντολή (Mandate) M/111 για τα εναρμονισμένα πρότυπα που σχετίζονται με τον εξοπλισμό των οδών, δεν αποτελούν αντικείμενο του μέρους 5 του προτύπου ΕΛΟΤ EN 1317 και

- **αποτελούν κατασκευή και όχι προϊόν**, δεν θεωρούνται συστήματα αναχαίτισης και επομένως **δεν μπορούν να φέρουν το σήμα CE**. Σύμφωνα δε με την Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΟJEU) η περίοδος συνύπαρξης των πιστοποιημένων και μη πιστοποιημένων συστημάτων αναχαίτισης λήγει την 1η Ιανουαρίου του 2011, οπότε και στο Ελληνικό Οδικό Δίκτυο πρέπει να τοποθετούνται πιστοποιημένα συστήματα αναχαίτισης που θα φέρουν σήμα CE. Σημειώνεται δε, ότι το σήμα CE αφορά συγκεκριμένο προϊόν σε συνδυασμό με τον κατασκευαστή του και υπόκειται σε τακτικούς ελέγχους τουλάχιστον κάθε έξη (6) μήνες σύμφωνα με το μέρος 5 του προτύπου.

Τα **προκατασκευασμένα συστήματα σκυροδέματος** διαφέρουν σημαντικά σε σχέση με τα επί τόπου κατασκευαζόμενα αναφορικά με το κόστος τους. Όμως καλύπτονται από τη CPD και το μέρος 5 του προτύπου και επομένως μπορούν να φέρουν σήμα CE και να εγκαθίστανται κατά μήκος των οριογραμμών των οδών.

Τα **χαλύβδινα στηθαία ασφαλείας** διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- τα κλασσικά συστήματα αναχαίτισης με χαμηλές επιδόσεις, π.χ. ικανότητα συγκράτησης N1 έως H1 και κατηγορία λειτουργικού πλάτους W4 έως W6 αλλά πολύ καλή κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης (A), τα οποία απαιτούν μεγαλύτερες δαπάνες συντήρησης από ότι τα στηθαία σκυροδέματος και
- τα νεότερα συστήματα με μεγάλη ασφάλεια σε θραύση λόγω της μεγάλης ικανότητας συγκράτησης σε συνδυασμό με την πολύ καλή κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης.

Χαρακτηριστικό των νεότερων χαλύβδινων συστημάτων είναι, ότι έχουν καταγραφεί πολύ σπάνια εργασίες επισκευών. Δηλαδή τα νεότερα χαλύβδινα συστήματα έχουν καλύτερες επιδόσεις από τα κλασσικά χαλύβδινα συστήματα.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρατίθενται οι κατηγορίες επίδοσης κατά ΕΛΟΤ EN 1317 μερικών αντιπροσωπευτικών συστημάτων από χάλυβα και από σκυρόδεμα καθώς και τα

κατασκευαστικά τους στοιχεία. Τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στον πίνακα προέρχονται από τις τεχνικές προδιαγραφές RAL-RG 620:2009 και τα φύλλα δεδομένων της BAST για στηθαία ασφαλείας.

Παρατηρείται κατόπιν σύγκρισης των στοιχείων του πίνακα 1, ότι

- Η κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης είναι ιδιαίτερα υψηλή στα στηθαία σκυροδέματος και πολύ περισσότερο σε εκείνα που κατασκευάζονται επί τόπου με τις αντίστοιχες επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια.
- Σε κάποια συστήματα από σκυρόδεμα δεν αναφέρονται οι δείκτες ASI και THIV που μετρήθηκαν για τον προσδιορισμό της κατηγορίας σφοδρότητας πρόσκρουσης και ως εκ τούτου η αναγραφόμενη κατηγορία δεν πρέπει να ληφθεί υπόψη και αυτά τα συστήματα θεωρούνται ακατάλληλα για εφαρμογή.
- Κατά κανόνα τα στηθαία σκυροδέματος που εγκιβωτίζονται σε βάθος 4cm –

12cm, παρουσιάζουν μεγαλύτερη ακαμψία, δηλαδή υπάγονται στην κατηγορία λειτουργικού πλάτους W1 και W2 ενώ παρουσιάζουν πολύ χαμηλό επίπεδο κυκλοφοριακής ασφάλειας, λόγω της πολύ κακής κατηγορίας σφοδρότητας πρόσκρουσης.

- Το μήκος δοκιμής L1 των συστημάτων από σκυρόδεμα είναι κατά κανόνα μεγαλύτερο από εκείνο των συστημάτων από χάλυβα. Το μήκος αυτό προσδιορίζεται στην έκθεση δοκιμής του κάθε συστήματος και είναι το ελάχιστο μήκος εφαρμογής των συστημάτων αναχαίτισης για κατασκευαστικούς λόγους, ώστε αυτά να είναι αποτελεσματικά. Επομένως το αυξημένο μήκος L1 συνεπάγεται μεγαλύτερο μήκος εφαρμογής του συστήματος, δηλαδή αύξηση του κόστους κατασκευής των οδικών έργων ανά τρέχον m.

Πίνακας 1. Κατασκευαστικά στοιχεία και κατηγορίες επίδοσης συστημάτων κατά ΕΛΟΤ EN 1317

| Σύστημα                         | Περιγραφή   | Ικανότητα συγκράτησης | Κατηγορία λειτουργικού πλάτους | Κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης | Μήκος δοκιμής L1<br>[m] | Μήκος συστήματος<br>[m] | Ύψος συστήματος<br>[m] | Πλάτος συστήματος<br>[mm] | Βάρος συστήματος<br>[kg/m] |
|---------------------------------|---|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <b>Ικανότητα συγκράτησης N2</b> |   |                       |                                |                                   |                         |                         |                        |                           |                            |
| ESP/2,0                         | Μονόπλευρο χαλύβδινο στηθαίο ασφαλείας                        | N2                    | W4                             | A                                 | 60                      | 4,0                     | 0,75                   | 180                       | 20                         |
| Easy Rail/6,0                   | Μονόπλευρο χαλύβδινο στηθαίο ασφαλείας                        | N2                    | W5                             | A                                 | 84                      | 4,0                     | 0,75                   | 216                       | 13,7                       |
| Easy Rail/2,0                   | Μονόπλευρο χαλύβδινο στηθαίο ασφαλείας                        | N2                    | W3                             | A                                 | 52                      | 4,0                     | 0,75                   | 216                       | 20                         |
| DB 80/6m                        | Αμφίπλευρο προκατασκευασμένο στηθαίο σκυροδέματος διατομής NJ | N2                    | W3                             | B                                 | 108                     | 6,0                     | 0,80                   | 600                       | 519                        |

| Σύστημα                         | Περιγραφή  | Ικανότητα συγκράτησης | Κατηγορία λειτουργικού πλάτους | Κατηγορία σφαιρότητας πρόσκρουσης | Μήκος δοκίμης L1<br>[m] | Μήκος συστήματος<br>[m] | Ύψος συστήματος<br>[m] | Πλάτος συστήματος<br>[mm] | Βάρος συστήματος<br>[kg/m] |
|---------------------------------|--|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <b>Ικανότητα συγκράτησης H1</b> |  |                       |                                |                                   |                         |                         |                        |                           |                            |
| EDSP/1,33                       | Μονόπλευρο χαλύβδινο στηθαίο ασφαλείας   | H1                    | W4                             | A                                 | 60                      | 4,0                     | 0,75                   | 400                       | 31                         |
| Easy Rail/2,0                   | Μονόπλευρο χαλύβδινο στηθαίο ασφαλείας   | H1                    | W4                             | A                                 | 68                      | 4,0                     | 0,75                   | 216                       | 20                         |
| Easy Rail/1,33                  | Μονόπλευρο χαλύβδινο στηθαίο ασφαλείας   | H1                    | W3                             | A                                 | 60                      | 4,0                     | 0,75                   | 216                       | 25                         |
| DB 80/6m                        | Αμφίπλευρο προκατασκευασμένο στηθαίο σκυροδέματος διατομής NJ  | H1                    | W4                             | B                                 | 108                     | 6,0                     | 0,80                   | 600                       | 519                        |
| <b>Ικανότητα συγκράτησης H2</b> |  |                       |                                |                                   |                         |                         |                        |                           |                            |
| BSWF Spengler Typ SBP 94/2      | Προκατασκευασμένο αμφίπλευρο στηθαίο σκυροδέματος (step profil). Βάθος εγκατάστασης 4cm κάτω από την επιφάνεια κυκλοφορίας | H2                    | W1                             | C                                 | 84                      | 3,5                     | 0,90                   | 540                       | 743                        |
| TSS softbaer H2                 | Αμφίπλευρο στηθαίο σκυροδέματος που κατασκευάζεται επί τόπου   | H2                    | W2                             | --                                | 60                      |                         | 0,90                   | 540                       | 700                        |
| Delta Bloc 80F/6m               | Προκατασκευασμένο αμφίπλευρο στηθαίο σκυροδέματος διατομής NJ  | H2                    | W3                             | B                                 | 60                      | 6,0                     | 0,80                   | 600                       | 520                        |

| Σύστημα                          | Περιγραφή   | Ικανότητα συγκράτησης | Κατηγορία λειτουργικού πλάτους | Κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης | Μήκος δοκίμης L1<br>[m] | Μήκος συστήματος<br>[m] | Ύψος συστήματος<br>[m] | Πλάτος συστήματος<br>[mm] | Βάρος συστήματος<br>[kg/m] |
|----------------------------------|---|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|
| DB 80AS/6m                       | Προκατασκευασμένα μονόπλευρα στηθαία σκυροδέματος διατομής NJ που τοποθετούνται σε δύο σειρές σε κεντρική νησίδα με φυτική γη μεταξύ τους | H2                    | W7                             | B                                 | 56                      | 6,0                     | 0,80                   | 480                       | 547                        |
| Super Rail/1,33                  | Μονόπλευρο χαλύβδινο στηθαίο ασφαλείας  | H2                    | W4                             | A                                 | 40                      |                         | 1,15                   | 450                       | 70                         |
| Αμφίπλευρο Super Rail/1,33       | Χαλύβδινο στηθαίο ασφαλείας   | H2                    | W4                             | B                                 | 60                      | 4,0                     | 1,15                   | 860                       | 121                        |
| Super Rail Eco/2,00              | Μονόπλευρο χαλύβδινο στηθαίο ασφαλείας  | H2                    | W4                             | B                                 | 52                      | 4,0                     | 0,90                   | 450                       | 37                         |
| Αμφίπλευρο Super Rail Eco/2,00   | Χαλύβδινο στηθαίο ασφαλείας   | H2                    | W4                             | B                                 | 52                      | 4,0                     | 0,90                   | 700                       | 50                         |
| <b>Ικανότητα συγκράτησης H4b</b> |   |                       |                                |                                   |                         |                         |                        |                           |                            |
| TSS safetybaer H4b               | Αμφίπλευρο στηθαίο σκυροδέματος που κατασκευάζεται επί τόπου  | H4b                   | W7                             | C                                 | 80                      |                         | 1,10                   | 600                       | 1.000                      |
| Super Rail                       | Μονόπλευρο χαλύβδινο στηθαίο ασφαλείας  | H4b                   | W7                             | A                                 | 76                      | 4,0                     | 1,15                   | 450                       | 70                         |
| Maxi Rail                        | Μονόπλευρο χαλύβδινο στηθαίο ασφαλείας  | H4b                   | W7                             | B                                 | 92                      | 4,0                     | 1,15                   | 570                       | 95                         |
| DB 100/4m                        | Αμφίπλευρο προκατασκευασμένο στηθαίο σκυροδέματος   | H4b                   | W7                             | B                                 | 92                      | 4,0                     | 1,00                   | 700                       | 878                        |

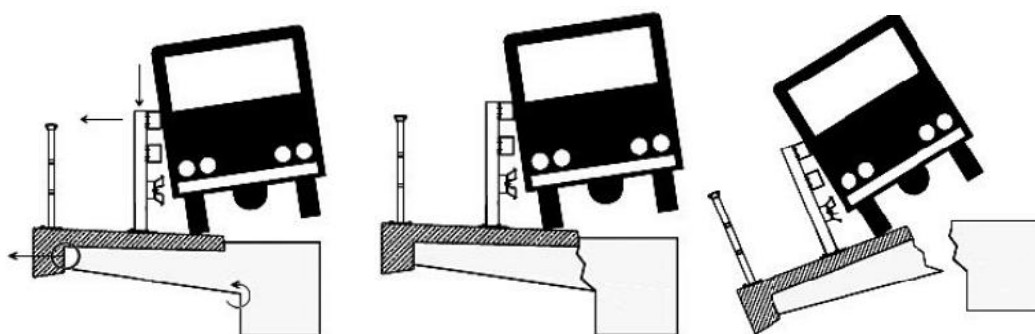
- Το βάρος των στηθαίων σκυροδέματος ανά τρέχον m είναι πολύ μεγαλύτερο από εκείνο των χαλύβδινων στηθαίων

περίπου 8 έως 14 φορές. Το αυξημένο βάρος των στηθαίων ασφαλείας επιφέρει τις αντίστοιχες οικονομικές επιπτώσεις

στην κατασκευαστική διαμόρφωση των γεφυρών.

- Τα οριζόντια φορτία που μεταβιβάζονται μέσω του στηθαίου ασφαλείας και του οχήματος στην ανωδομή των γεφυρών κατά την πρόσκρουση οχήματος στην περίπτωση των στηθαίων σκυροδέματος είναι πολύ μεγάλα σε σύγκριση με τα χαλύβδινα στηθαία. Αυτά κυμαίνονται από 400kN έως 600kN ανάλογα με κατασκευαστική διαμόρφωση των στηθαίων σκυροδέματος, δηλαδή υπάγονται τουλάχιστον στην κατηγορία

φορτίου C κατά Fachbericht 101. Αυτά τα φορτία είναι μεγαλύτερα των φορτίων πρόσκρουσης, με τα οποία έχουν υπολογιστεί γέφυρες σε έργα, όπως ο ΠΑΘΕ και η Εγνατία Οδός αλλά ακόμη και τα έργα παραχώρησης. Επομένως σε περίπτωση πρόσκρουσης οχήματος σε στηθαίο σκυροδέματος που τοποθετείται σε γέφυρα, θα πρέπει να αναμένονται φθορές στην ανωδομή του τεχνικού (Σχ. 1).



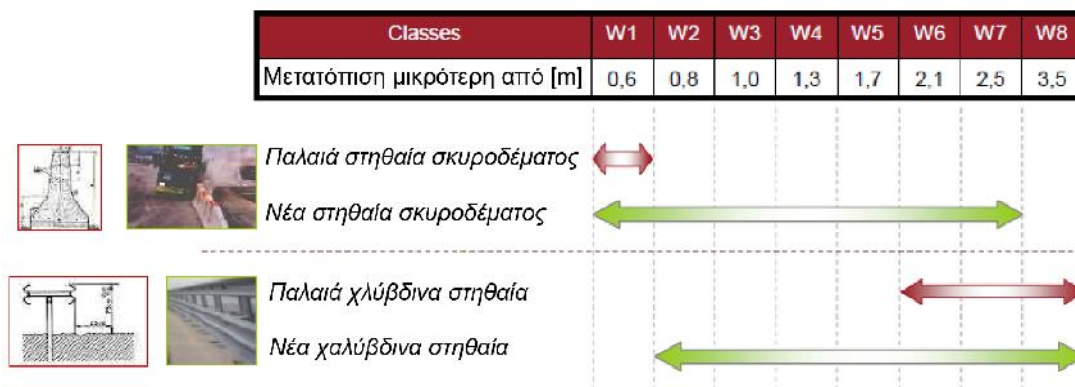
Σχήμα 1. Αστοχία της κατασκευής γέφυρας

- Επίσης η κατηγορία φορτίου των στηθαίων ασφαλείας θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την αντικατάσταση των υφιστάμενων στηθαίων με νέα.

Στα νεότερα χαλύβδινα στηθαία ασφαλείας πέραν εκείνων με τις υψηλές επιδόσεις, περιλαμβάνονται και συστήματα με ικανότητα συγκράτησης N2 και H1. Τα τελευταία έχουν εξαιρετικά μικρό λειτουργικό πλάτος και είναι κατάλληλα για εγκατάσταση σε ερείσματα μειωμένου πλάτους καθώς και σε περιοχές με πλευρικά εμπόδια σε μικρή απόσταση από τον

χώρο κυκλοφορίας, όπως δένδρα, ιστοί οδο φωτισμού κλπ.

Γενικά παρατηρείται, ότι στα νεότερα χαλύβδινα συστήματα επιτυγχάνεται συνδυασμός χαμηλού βάρους, εύκολης και απλής εγκατάστασης και καλύτερης επίδοσης από τα αντίστοιχα κλασσικά συστήματα. Επίσης διευρύνεται το πεδίο τιμών του λειτουργικού πλάτους τόσο των στηθαίων σκυροδέματος όσο και των χαλύβδινων στηθαίων (Σχ. 2) και ως εκ τούτου βελτιώνονται οι επιδόσεις τους.



Σχήμα 2. Πεδίο τιμών λειτουργικού πλάτους (W) νεότερων και κλασσικών συστημάτων

### 3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΣΤΗΘΑΙΩΝ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ ΚΑΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Κατά την συγκριτική αξιολόγηση των στηθαίων ασφαλείας από σκυρόδεμα και χάλυβα λαμβάνεται υπόψη **το συνολικό τους κόστος**, δηλαδή το κόστος επένδυσης, κατασκευής, επισκευής, φροντίδας πρασίνου, καθαρισμού και απώλειας χρόνου λόγω των εργασιών συντήρησης των συστημάτων παθητικής ασφάλειας.

Δηλαδή εξετάζονται όλες οι εργασίες που σχετίζονται όχι μόνον με τον τρόπο κατασκευής του κάθε συστήματος αλλά και την εγκατάστασή του.

Έχουν ληφθεί δε υπόψη τα αποτελέσματα ερευνητικών εργασιών αναφορικά με τα κριτήρια εφαρμογής των στηθαίων σκυροδέματος και την διερεύνηση της οικονομικότητας και των δύο ομάδων συστημάτων σε συνάρτηση με την οδική ασφάλεια που τελικά είναι και ο σκοπός του εξοπλισμού παθητικής ασφάλειας ανεξάρτητα με το υλικό κατασκευής των συστημάτων αναχαίτισης.

Επειδή τα στηθαία σκυροδέματος κατά κανόνα εγκαθίστανται στη κεντρική νησίδα αυτοκινητοδρόμων, όπου η ελάχιστη απαιτούμενη ικανότητα συγκράτησης των στηθαίων ασφαλείας είναι H2, θεωρήθηκε, ότι αυτά θα πρέπει να συγκριθούν με τα νεότερα χάλυβινα συστήματα.

Τα κύρια επιχειρήματα των δύο σχολών που εξετάζονται, είναι τα ακόλουθα:

**3.1 Πρώτο επιχείρημα:** Τα στηθαία σκυροδέματος είναι φθηνότερα

Κατά τη σύγκριση των δαπανών για την προμήθεια και την συναρμολόγηση ή/και την επί τόπου κατασκευή των στηθαίων ασφαλείας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλες οι εργασίες που σχετίζονται με το σύστημα. Σε αυτές περιλαμβάνονται και οι προπαρασκευαστικές εργασίες, όπως οι εκσκαφές, η θεμελίωση, η μεταφορά φυτικής γης καθώς και οι κατά κανόνα απαραίτητες εργασίες για τα αποχετευτικά ρείθρα και τα φρεάτια επίσκεψης.

Επί πλέον για την κατασκευή των στηθαίων σκυροδέματος απαιτείται η πρόβλεψη **κυκλοφοριακών ρυθμίσεων μακράς διάρκειας (> 24h)**, ενώ για την επισκευή ή την εγκατάσταση για παράδειγμα νεότερων χάλυβινων συστημάτων με ικανότητα

συγκράτησης H2 και H4b μόνον **εργοτάξιο μικρής διάρκειας (< 24h)**.

Σύμφωνα δε με τα στοιχεία σχετικών ερευνών [14] προκύπτουν για τα στηθαία σκυροδέματος δαπάνες κατασκευής και εγκατάστασης τουλάχιστον 50% υψηλότερες από ότι για τα νεότερα χάλυβινα συστήματα.

**3.2 Δεύτερο επιχείρημα:** Τα συστήματα σκυροδέματος δεν έχουν ανάγκη επισκευών

Πράγματι στην περίπτωση ελαφρών προσκρούσεων τα συστήματα σκυροδέματος εκτός από τα ίχνη των τροχιών των οχημάτων δεν παρουσιάζουν εμφανείς φθορές. Όμως κατά την σύγκριση των επιπτώσεων σφοδρών προσκρούσεων σε στηθαία σκυροδέματος και σε νεότερα χάλυβινα συστήματα με ικανότητα συγκράτησης H2 και H4b διαπιστώθηκε, ότι τα στηθαία σκυροδέματος κατά κανόνα θραύονται ενώ τα νεότερα χάλυβινα στηθαία παρουσιάζουν **υψηλό βαθμό παραμένουσας ασφάλειας**.

Οι επί τόπου επισκευές των στηθαίων σκυροδέματος μπορούν να πραγματοποιηθούν μόνον με υψηλότερες δαπάνες σε σύγκριση με τα χάλυβινα στηθαία ασφαλείας. **Η θέση επισκευής έως ότου το σκυρόδεμα αποκτήσει την αντοχή του, δεν πρέπει να φορτιστεί.**

Αντίθετα η εμπειρία έχει δείξει, ότι μικροφθορές στα νεότερα χάλυβινα συστήματα ασφαλείας **δεν** επηρεάζουν αρνητικά την λειτουργικότητά τους και έτσι αυτά μπορούν να επισκευαστούν σε αραιότερα χρονικά διαστήματα. Στην περίπτωση που οι φθορές στα νεότερα χάλυβινα συστήματα είναι πολλές, σε αντίθεση με τα στηθαία σκυροδέματος μπορούν να αποκατασταθούν εντός 1 ή 2 ωρών, έτσι ώστε να είναι εγγυημένη η λειτουργικότητά τους.

Στα νεότερα χάλυβινα συστήματα με ικανότητα συγκράτησης H2 και H4b είναι δυνατόν να εξετασθούν επί τόπου όλα τα κατασκευαστικά τους μέρη, για να αξιολογηθούν οι φθορές τους και να προγραμματιστούν οι απαιτούμενες ενέργειες για την επισκευή τους. Όμως για την επιδιόρθωση των φθορών των στηθαίων σκυροδέματος απαιτείται ειδική τεχνογνωσία και λεπτομερής εξέταση, η οποία κατά κανόνα δεν πραγματοποιείται και κατ' αυτόν τον τρόπο **η λειτουργικότητα του συστήματος δεν είναι εγγυημένη.**

Δηλαδή ο παραμένων βαθμός ασφάλειας



μετά από σφοδρή σύγκρουση, η διάρκεια και η δαπάνη επισκευής καθώς και η διασφάλιση της λειτουργικότητας μετά την επισκευή για τα στηθαία σκυροδέματος δεν είναι ικανοποιητικός.

3.3 Τρίτο επιχείρημα: Τα συστήματα σκυροδέματος δεν έχουν ανάγκη συντήρησης

Με τα στηθαία σκυροδέματος απαιτούνται μεγαλύτερες δαπάνες για τον καθαρισμό των φρεατίων υδροσυλλογής και τις χειμερινές υπηρεσίες. Συγκεκριμένα στις περιπτώσεις τοποθέτησης στηθαίων σκυροδέματος απαιτείται ο καθαρισμός των φρεατίων υδροσυλλογής 12 – 24 φορές ανά έτος ενώ στην περίπτωση τοποθέτησης χαλύβδινων στηθαίων ασφαλείας μόνον 2 – 3 φορές.

Όταν όμως οι απαραίτητες εργασίες καθαρισμού δεν εκτελούνται περιοδικά, υπάρχει ο κίνδυνος πρόωρης απόφραξης των φρεατίων υδροσυλλογής, και κατ' επέκταση πρόκλησης υδρολίσθησης κατά την διάρκεια βροχόπτωσης. Με τα χαλύβδινα συστήματα δεν υπάρχουν τέτοιοι κίνδυνοι λόγω της ανοικτής κατασκευής του συστήματος αποχέτευσης.

3.4 Τέταρτο επιχείρημα: Η τοποθέτηση στηθαίων σκυροδέματος δεν συνεπάγεται πρόσθετες δαπάνες κατά την αποκατάσταση οδοστρωμάτων

Κατά την αποκατάσταση των οδοστρωμάτων στην περίπτωση τοποθέτησης στηθαίων σκυροδέματος απαιτούνται πρόσθετες εργασίες και κατ' επέκταση δαπάνες, ώστε να διατηρηθεί η υψομετρία της επιφάνειας

κύλισης. Αντίθετα στην περίπτωση τοποθέτησης χαλύβδινων συστημάτων δεν απαιτείται κάποια πρόσθετη δαπάνη, διότι το σύστημα μπορεί να προσαρμοστεί.

Παρόμοια εμπειρία αποκτήθηκε και στην Ελλάδα, όταν πραγματοποιήθηκαν εργασίες αποκατάστασης οδοστρώματος στο τμήμα "Αθήνα – Κόρινθος". Σε αυτό το τμήμα προκειμένου να ολοκληρωθούν οι εργασίες και να αποκατασταθούν οι κλίσεις του οδοστρώματος των κλάδων του αυτοκινητοδρόμου, απαιτήθηκαν στο μεγαλύτερο μήκος του πρόσθετες εργασίες αναδιαμόρφωσης της διατομής των στηθαίων σκυροδέματος της κεντρικής νησίδας και των πλευρικών τριγωνικών ρείθρων από σκυρόδεμα, με αποτέλεσμα να αυξηθούν οι δαπάνες του έργου αποκατάστασης καθώς και η κυκλοφοριακή όχληση που προκλήθηκε κατά την διάρκεια αυτών των εργασιών καθώς και τα τροχαία ατυχήματα.

3.5 Πέμπτο επιχείρημα: Μόνον τα στηθαία σκυροδέματος εγγυώνται την ασφάλεια έναντι θραύσης

Τα στηθαία σκυροδέματος δεν μπορούν να απορροφήσουν ενέργεια πρόσκρουσης και να μετατραπεί σε παραμόρφωση. Για αυτό το λόγο ο κίνδυνος θραύσης κυρίως των ανώτερων μερών ενός στηθαίου σκυροδέματος κατά την πρόσκρουση οχήματος, ανατροπής ή διέλευσης από τα στηθαία σκυροδέματος είναι μεγαλύτερος από ότι από τα χαλύβδινα συστήματα. (Σχ. 3-1 και 3-2).



Σχήμα 3-1. Συμπεριφορά στηθαίων σκυροδέματος (α, β) σε πρόσκρουση





(γ)



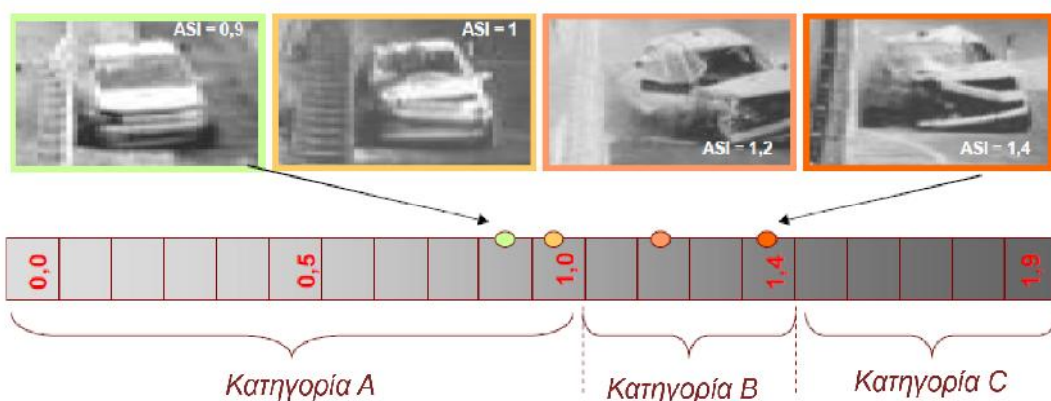
(δ)

Σχήμα 3-2. Συμπεριφορά χαλύβδινων στηθαίων (γ, δ) σε πρόσκρουση

Απόδειξη αποτελεί το γεγονός, ότι τα νεότερα προκατασκευασμένα συστήματα σκυροδέματος κατά κανόνα μπορούν να μετατοπιστούν κατά την πρόσκρουση, επειδή το λειτουργικό τους πλάτος κυμαίνεται έως και W7, ώστε η συμπεριφορά τους να είναι παρόμοια με εκείνη των χαλύβδινων συστημάτων. Όμως η επιχωμάτωση – πλήρωση του χώρου πίσω από τα στηθαία με εδαφικό υλικό ή άλλα υλικά που για παράδειγμα συνηθίζεται στην κεντρική νησίδα, ακυρώνει αυτά τα θετικά αποτελέσματα.

3.6 Έκτο επιχείρημα: Για τους επιβαίνοντες σε επιβατικό όχημα και τα δύο συστήματα είναι ακίνδυνα

Η περιγραφή της σωματικής καταπόνησης, της σοβαρότητας τραυματισμών ή του κινδύνου απώλειας της ζωής των επιβαινόντων σε όχημα κατά την πρόσκρουση σε συστήματα αναχαίτισης γίνεται με το κριτήριο της σφοδρότητας πρόσκρουσης. Αυτή σύμφωνα με το μέρος 2 του προτύπου ΕΛΟΤ EN διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες, την Α, την Β και την C.



Σχήμα 4. Κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης κατά ΕΛΟΤ EN 1317

Τα εύκαμπτα συστήματα από χάλυβα κατά κανόνα υπάγονται στην κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης Α και κάποια στην

Β. Όσο πιο συμπαγές ή άκαμπτο είναι ένα σύστημα, όπως τα συστήματα σκυροδέματος τόσο μεγαλύτερη είναι η επιβράδυνση που

επενεργεί στους επιβαίνοντες στο όχημα. Για αυτό το λόγο στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1317-2 αναφέρεται ρητά και επαναλαμβάνεται στις ΟΜΟΕ-ΣΑΟ, ότι "τα συστήματα με κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης Α παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια στους επιβαίνοντες ενός οχήματος που παρεκκλίνει της πορείας του από ότι εκείνα με κατηγορία σφοδρότητας

πρόσκρουσης Β και πρέπει να προτιμώνται, όταν τα υπόλοιπα δεδομένα είναι ίδια, για λόγους ασφάλειας. Επίσης τα συστήματα με κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης Β πρέπει να προτιμώνται από εκείνα με κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης C, όταν τα υπόλοιπα δεδομένα είναι ίδια."



Σχήμα 5. Επιπτώσεις στην ασφάλεια των επιβαινόντων σε συνάρτηση με την κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης

Η κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης είναι ιδιαίτερα υψηλή στα σιδηρά σκυροδέματα και πολύ περισσότερο σε εκείνα που κατασκευάζονται επί τόπου με τις αντίστοιχες επιπτώσεις στην οδική ασφάλεια. Αντίθετα τα χαλύβδινα συστήματα έχουν καλύτερες επιδόσεις και μπορούν να συγκρατήσουν και να επαναφέρουν τα βαρέα οχήματα με ασφάλεια, επειδή είναι εύκαμπτα συστήματα και η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στο γεγονός, ότι απορροφούν την ενέργεια πρόσκρουσης.

Μάλιστα από τα στοιχεία των ερευνητικών εργασιών προκύπτει, ότι το κόστος των ατυχημάτων στις περιοχές των σιδηρών σκυροδέματος είναι 2,2 – 2,7 φορές υψηλότερο από εκείνο στις περιοχές των χαλύβδινων σιδηρών. Ο λόγος "ελαφρά τραυματίες / βαριά τραυματίες / αποβιώσαντες για τα σιδηρά σκυροδέματα ανέρχεται σε 6/1/0 και για τα χαλύβδινα σιδηρά 3/0/0, με δεδομένο ότι οι βλάβες των προσώπων στις περιοχές των σιδηρών σκυροδέματος

προέκυψαν από μικρότερο αριθμό ατυχημάτων από ότι στις περιοχές των χαλύβδινων σιδηρών, γεγονός που συμβάλλει στην δυσμενή αξιολόγηση των σιδηρών σκυροδέματος.

**Το πλήθος των ατυχημάτων που έχουν καταγραφεί δείχνει, ότι τα συστήματα, τα οποία παρουσιάζουν κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης > Β σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1317-2, προκαλούν περισσότερους τραυματισμούς σε επιβαίνοντες σε οχήματα.**

3.7 Έβδομο επιχείρημα: Τα συστήματα σκυροδέματος παρέχουν μεγαλύτερο αίσθημα ασφάλειας

Σύμφωνα με μία έρευνα που διεξήχθη στην Γερμανία το 2009 και στην οποία συμμετείχαν 2099 άτομα ηλικίας μεγαλύτερης των 16 ετών, από τα οποία 1106 γυναίκες και 993 άνδρες, η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δήλωσε, ότι θεωρεί τα χαλύβδινα σιδηρά ασφαλέστερα

από τα σθηθαία σκυροδέματος και ότι οι συνέπειες για τους επιβαίνοντες σε περίπτωση ατυχήματος είναι λιγότερο σοβαρές σε σύγκριση με τα σθηθαία σκυροδέματος [13].

Επίσης το 84,8% δήλωσε, ότι τα σθηθαία σκυροδέματος προκαλούν αίσθημα περιορισμού και κατ' επέκταση ανασφάλεια και άγχος. Αντίθετα μόνον το 4,7% των ερωτηθέντων δήλωσε, τα ίδια για χαλύβδινα σθηθαία ασφαλείας. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως "αίσθηση σήραγγας" (tunnel effect) και προκαλείται από τα σθηθαία σκυροδέματος που τοποθετούνται στην εξωτερική οριογραμμή του οδοστρώματος και στην κεντρική νησίδα. Οι υποστηρικτές της γενικευμένης εφαρμογής των σθηθαίων σκυροδέματος θεωρούν αυτή την αίσθηση πλεονέκτημα, διότι προκαλεί συναισθήματα φόβου στους οδηγούς και έτσι δεν αναπτύσσουν μεγάλες ταχύτητες. Αλλά η ταχύτητα δεν αποτελεί το κύριο πρόβλημα. Πολύ συχνά άλλες συνθήκες είναι υπεύθυνες για την πρόκληση μοιραίων ατυχημάτων. Έτσι το tunnel effect δεν αποτελεί πραγματικό πλεονέκτημα πολύ περισσότερο δε επειδή συντελεί σε νευρική οδήγηση λόγω της

ανασφάλειας των οδηγών, αποτέλεσμα της οποίας μπορεί να είναι η πρόκληση τροχαίου ατυχήματος.

#### 4. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΑΠΑΝΩΝ

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των ερευνών αποτελεί δύσκολο έργο, διότι πρέπει να εξετασθούν προσεκτικά **συγκρίσιμα** οδικά τμήματα, τα χαρακτηριστικά των οποίων να μην παρουσιάζουν ουσιαστικές αποκλίσεις.

Έτσι εξετάστηκαν συστήματα που είχαν τοποθετηθεί στην κεντρική νησίδα αυτοκινητοδρόμων και με την παραδοχή, ότι η ελάχιστη απαιτούμενη ικανότητα συγκράτησης του συστήματος αναχαίτισης είναι H2.

Κατά την αξιολόγηση των συστημάτων από σκυροδέμα και χάλυβα λήφθηκε υπόψη ο παράγοντας της συντήρησής τους.

Στον πίνακα 2 παρατίθενται συγκριτικά οι δαπάνες κατασκευής των προαναφερόμενων συστημάτων. Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, όσον αφορά στην συντήρηση, σχετίζονται με τα δεδομένα των διοικήσεων των αυτοκινητοδρόμων της Γερμανίας.

Πίνακας 2. Σύγκριση δαπανών σθηθαίων σκυροδέματος και χαλύβδινων σθηθαίων

|                                    |   | Σθηθαία σκυροδέματος | Χαλύβδινα σθηθαία |
|------------------------------------|---|----------------------|-------------------|
| Δαπάνη κατασκευής ανά m            | € | 340 - 400            | 220               |
| Πλήθος ατυχημάτων                  | - | 11                   | 15                |
| LV/SV/GT <sup>1)</sup>             | - | 6/1/0                | 3/0/0             |
| Αποκατάσταση προσώπων              | € | 414.146              | 188.248           |
| Φθορές αγαθών                      | € | 200.733              | 155.678           |
| Δαπάνη καθαρισμού ανά km           | € | 1.369                | 590               |
| Δαπάνη περιποίησης πρασίνου ανά km | € | 407                  | 214               |
| Δαπάνη συντήρησης ανά km           | € | 0                    | 559 <sup>2)</sup> |

<sup>1)</sup> LV = ελαφρά τραυματίες, SV = βαριά τραυματίες, GT = αποβιώσαντες

<sup>2)</sup> πρόκειται για τα κλασσικά χαλύβδινα σθηθαία 2xEDSP/2,0 που έχουν ικανότητα συγκράτησης H2 και όχι για νεότερα συστήματα

Αναφορικά με τις δαπάνες συντήρησης από την σύγκριση μεταξύ των σθηθαίων σκυροδέματος και των συστημάτων των χαλύβδινων σθηθαίων προκύπτουν τα ακόλουθα:

- Για την περιποίηση του πρασίνου η δαπάνη των σθηθαίων σκυροδέματος είναι υψηλότερη από εκείνη των χαλύβδινων σθηθαίων.

- Η δαπάνη καθαρισμού των οδικών τμημάτων με σθηθαία σκυροδέματος είναι υψηλότερη από ότι στα οδικά τμήματα με χαλύβδινα σθηθαία.

- Η δαπάνη για τις χειμερινές εργασίες σύμφωνα με την εμπειρία χωρών, όπως η Αυστρία, δείχνει, ότι η δαπάνη αναφορικά με τον καθαρισμό του χιονιού

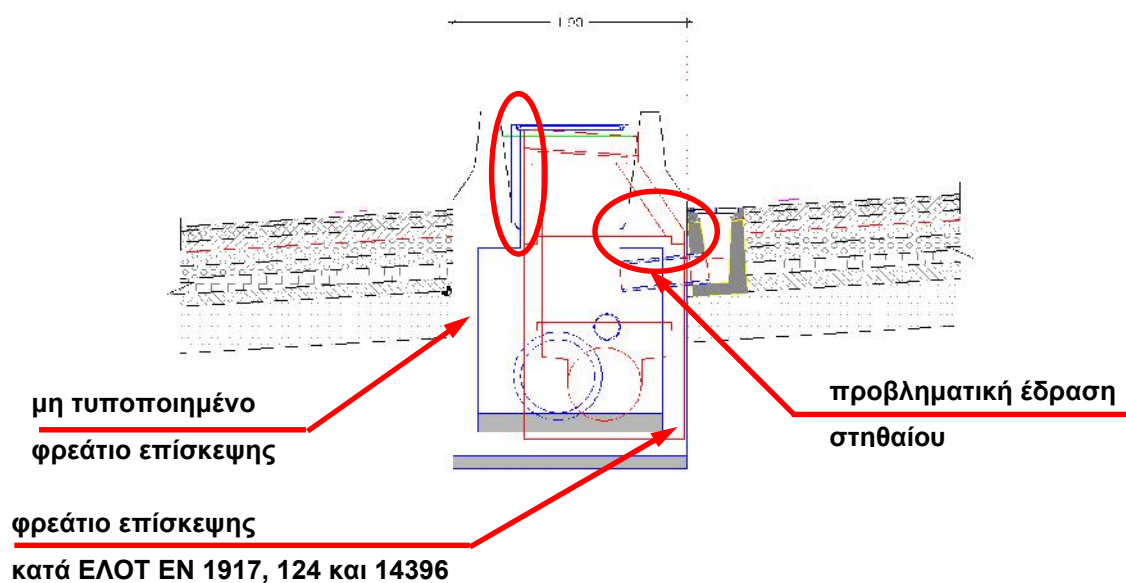
σε τμήματα με στηθαία σκυροδέματος είναι υψηλότερη.

- Οι δαπάνες συντήρησης συνολικά σε οδικά τμήματα με χαλύβδινα στηθαία είναι υψηλότερη από ότι σε τμήματα με στηθαία σκυροδέματος. Πρέπει όμως να ληφθεί υπόψη, ότι τα κλασικά συστήματα χαλύβδινων στηθαίων (ESP, DDSP) απαιτούν μεγαλύτερες δαπάνες συντήρησης από ότι τα στηθαία σκυροδέματος. Για τα νεότερα συστήματα όμως προκύπτουν ουσιαστικά μικρότερες δαπάνες συντήρησης. Παρ' όλα αυτά παρατηρείται, ότι η δαπάνη ανά μέτρο συντήρησης καθώς και οι μεμονωμένες δαπάνες συντήρησης των στηθαίων σκυροδέματος ουσιαστικά είναι υψηλότερες.
- Σε σύγκριση με τα χαλύβδινα στηθαία προκύπτει για τα στηθαία σκυροδέματος υψηλό κόστος επένδυσης.
- Σε αντίθεση με τα στηθαία σκυροδέματος τα νεότερα συστήματα χαλύβδινων στηθαίων παρέχουν πολύ μεγάλη προστασία έναντι θραύσης από φορτηγά ενώ ταυτόχρονα απορροφούν μεγαλύτερη ενέργεια πρόσκρουσης από τα επιβατικά οχήματα για την προστασία των επιβαινόντων.

## 5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΧΑΙΤΙΣΗΣ ΣΤΗΝ ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Τα τελευταία έτη στην Ελλάδα εφαρμόζονται οι ΟΜΟΕ-Δ και η εγκύκλιος Ε 41. Οι λεπτομέρειες που αφορούν στις πλευρικές διαμορφώσεις και στην κεντρική νησίδα των οδών σχεδιάζονται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο παράρτημα Ι των ΟΜΟΕ-Δ. Με αυτές τις διαμορφώσεις αποσκοπείται η οικονομία και η αποφυγή του υπερσχεδιασμού των έργων. Έτσι στην κεντρική νησίδα οδών με διαχωρισμένο οδόστρωμα, προβλέπεται η τοποθέτηση στηθαίων σκυροδέματος ενώ το πλάτος της κεντρικής νησίδας είναι περιορισμένο. Μερικά από τα προβλήματα που απορρέουν από αυτού του είδους τις διαμορφώσεις σε συνάρτηση με τα συστήματα αναχαίτισης είναι τα εξής:

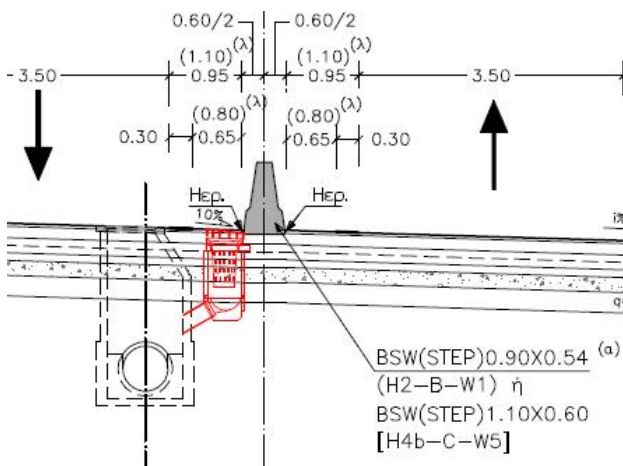
- Τα φρεάτια επίσκεψης που προβλέπονται στις μελέτες και τοποθετούνται κατά την κατασκευή δεν είναι επισκέψιμα σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα ΕΛΟΤ EN 1917, ΕΛΟΤ EN 124, και ΕΛΟΤ EN 14396. Πρόκειται για ιδιοκατασκευές και προφανώς εφαρμόζονται, ώστε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα έλλειψης επαρκούς χώρου στην κεντρική νησίδα (Σχήμα 6). Αυτές οι κατασκευές είναι προβληματικές σε περίπτωση πρόσκρουσης οχήματος στα στηθαία σκυροδέματος λόγω θραύσης μερών της έδρασης του στηθαίου – φρεατίου.



Σχήμα 6. Τυπική διατομή κεντρικής νησίδας πλάτους 1,90m και φρεάτιο επίσκεψης



- Στις διατομές α4v\*σ, β4v\* και γ4v\*, όπου προβλέπεται η τοποθέτηση στην κεντρική νησίδα αμφίπλευρου στηθαίου σκυροδέματος, δεν έχει ληφθεί υπόψη το λειτουργικό πλάτος του στηθαίου ασφαλείας και δεν παρέχεται ο απαιτούμενος χώρος για παραμόρφωση του συστήματος ασφαλείας σε περίπτωση πρόσκρουσης. Επίσης σε αυτή την περίπτωση προβλέπεται η τοποθέτηση στον πόδα του στηθαίου σκυροδέματος και στην περιοχή της εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης φρεατίου φρεατίου υδροσυλλογής και φρεατίου επίσκεψης στην αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας! Προφανώς αυτή η διαμόρφωση προέκυψε από την ουσιαστική ανυπαρξία κεντρικής νησίδας (Σχήμα 7).



Σχήμα 7. Τυπική διατομή κεντρικής νησίδας σε οδούς με διατομή α4v\*σ, β4v\* και γ4v\* και φρεάτια υδροσυλλογής και επίσκεψης

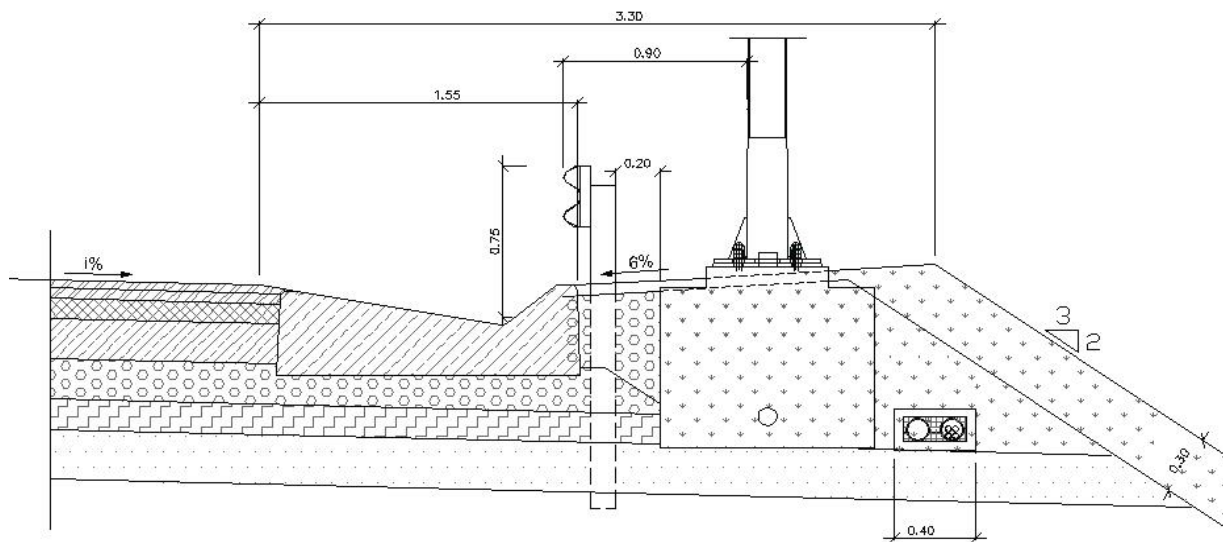
- Δεν είναι δυνατή η φύτευση της κεντρικής νησίδας. Σε αυτή την περίπτωση η νησίδα πρέπει να είναι σταθεροποιημένη, ώστε να μην είναι απαραίτητη η τοποθέτηση στραγγιστηρίου αγωγού και φρεατίων.
- Δεν μπορεί να διαταχθεί βάρθο γέφυρας και υποστύλωμα γέφυρας σήμανσης στην κεντρική νησίδα, οπότε το πάχος της ανωδομής των τεχνικών άνω διάβασης και των ζυγμάτων των γεφυρών σήμανσης θα είναι αυξημένο περίπου κατά 50%.
- Δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση ιστών οδοφωτισμού στην κεντρική νησίδα. Σε

αυτή την περίπτωση οι ιστοί τοποθετούνται στα πλευρικά ερείσματα, τα οποία διαπλάτυνονται, ώστε να είναι δυνατή η τοποθέτηση των ιστών. Έτσι όμως προκύπτουν διπλές οδεύσεις καλωδίων οδοφωτισμού και ιστών και η τοποθέτηση συστημάτων αναχαίτισης στα ερείσματα με ικανότητα αναχαίτισης H1 ή/και H2. Αν ήταν δυνατή η τοποθέτηση των ιστών οδοφωτισμού στην κεντρική νησίδα, η ικανότητα συγκράτησης των συστημάτων αναχαίτισης που τοποθετούνται στο έρεισμα είναι μόνον N2.

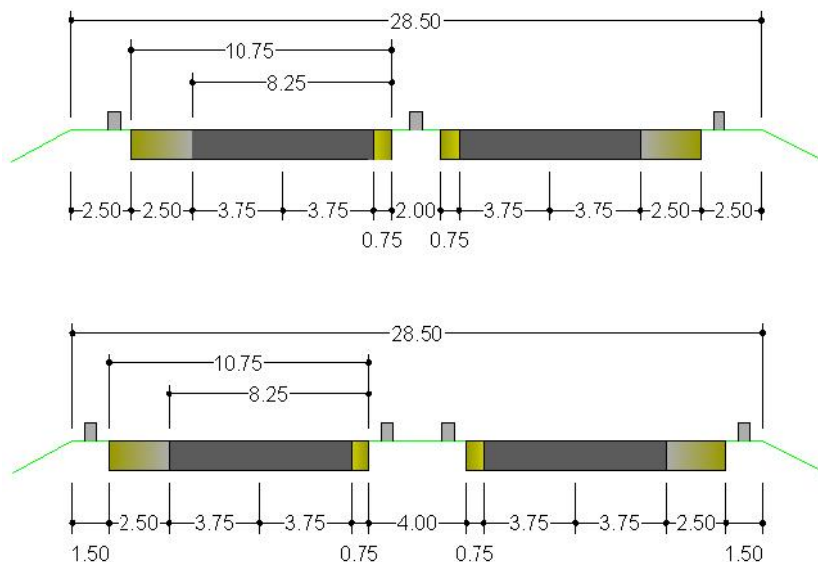
- Το πλάτος των ερεισμάτων στις εφαρμοζόμενες διαμορφώσεις δεν είναι σταθερό αλλά ανάλογο με τον τύπο του συστήματος αναχαίτισης, το ύψος του επιχώματος και την ύπαρξη ιστών οδοφωτισμού κυμαίνεται από 2,25m έως 4,50m περίπου (Σχήμα 8). Κατά κανόνα στις θέσεις ορυγμάτων και επιχωμάτων ύψους > 4,0m διατάσσεται αμέσως μετά την οριογραμμή του οδοστρώματος αποχετευτικό ρείθρο τριγωνικής διατομής (gutter) βάθους από 15cm – 25cm και το στηθαίο ασφαλείας τοποθετείται αμέσως μετά το gutter. Αυτό το ρείθρο δεν είναι βατό και συμβάλλει στην αύξηση της επικινδυνότητας της οδού σε περίπτωση εκτροπής του οχήματος από την πορεία του και πρόσκρουσης στο τοίχωμα του ρείθρου.

Από τα προαναφερόμενα προκύπτει, ότι οι διαμορφώσεις που εφαρμόζονται, παρά το φαινομενικά χαμηλότερο κόστος κατασκευής ουσιαστικά είναι ακριβότερες, διότι δεν έχουν ληφθεί υπόψη οι "κρυφές" δαπάνες που προκύπτουν λόγω κακής εννοούμενης οικονομίας. Η οικονομία επιτυγχάνεται μόνον εφόσον συνυπολογιστούν όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν την διατομή της οδού και ουδέποτε σε βάρος της λειτουργικότητας και της ασφάλειας της οδού.

Για παράδειγμα είναι δυνατόν με την αναδιάταξη των συστατικών μερών της διατομής αυτοκινητοδρόμου, να διαμορφωθεί κεντρική νησίδα πλάτους 4,0m και έτσι να αντιμετωπιστούν τα προαναφερόμενα λειτουργικά προβλήματα και προβλήματα ασφάλειας χωρίς να αυξηθεί το πλάτος του καταστρώματος του αυτοκινητοδρόμου (Σχήμα 9).



Σχήμα 8. Τυπική διαμόρφωση ερείσματος σε θέση επιχώματος ύψους > 4,0 m



Σχήμα 9. Παράδειγμα διατομής αυτοκινητοδρόμου με νησίδα μικρού και κανονικού πλάτους

Στις πλευρικές κατασκευές καθώς και σε αυτές της κεντρικής νησίδας θα πρέπει να συνυπολογιστούν και οι δαπάνες κατασκευής

- επιχωμάτων ή ορυγμάτων
- των απαλλοτριώσεων
- των εγκαταστάσεων αποχέτευσης – αποστράγγισης καθώς και
- της εγκατάστασης μονής ή διπλής όδευσης καλωδίων και ιστών οδοφωτισμού.

Αυτά τα οικονομοτεχνικά στοιχεία υπάρχουν στις οδηγίες και στις προδιαγραφές άλλων χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

## 6. ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Ασφαλώς και τα στηθαία σκυροδέματος έχουν τα δικά τους πλεονεκτήματα. Για παράδειγμα όπου υπάρχει ιδιαίτερος κίνδυνος για τρίτους και όχι μόνον για τους επιβαίνοντες και ο διαθέσιμος χώρος για την τοποθέτηση στηθαίων ασφαλείας είναι περιορισμένος, είναι εύλογη η εφαρμογή συστήματος σκυροδέματος που δεν παρουσιάζει δυναμική μετατόπιση παρά το γεγονός, ότι ο κίνδυνος τραυματισμού των επιβαινόντων είναι ιδιαίτερα υψηλός. Παράδειγμα αποτελούν οι οριογραμμές γεφυρών, από τις οποίες υπάρχει κίνδυνος

πτώσης ή στην περιοχή κεντρικής νησίδας αυτοκινητοδρόμων. Γενικά στην κεντρική νησίδα των αυτοκινητοδρόμων πρέπει να προβλέπεται επαρκής χώρος για την τοποθέτηση εύκαμπτων συστημάτων για λόγους οδικής ασφάλειας.

Επομένως κατά τον σχεδιασμό πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλα τα κριτήρια και να δίνεται προτεραιότητα στο κύριο κριτήριο "οδική ασφάλεια".

Κατά την τοποθέτηση των στηθαίων σκυροδέματος και των χαλύβδινων στηθαίων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα επόμενα:

- Τα στηθαία σκυροδέματος μειονεκτούν αναφορικά με τις βλάβες προσώπων και των δαπανών που συνεπάγονται αυτές.
- Η αυξημένη εγκατάσταση μη εύκαμπτων συστημάτων παθητικής ασφάλειας, των οποίων η κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης σύμφωνα με το EN 1317-2 είναι πέραν του Β, οδηγεί σε επιδείνωση της ασφάλειας στους αυτοκινητόδρομους. [20]
- Τα στηθαία σκυροδέματος απαιτούν ιδιαίτερα μεγαλύτερες δαπάνες επένδυσης και καθαρισμού από ότι τα συστήματα των χαλύβδινων στηθαίων,
- Τα κλασσικά συστήματα χαλύβδινων στηθαίων απαιτούν μεγαλύτερες δαπάνες συντήρησης από ότι τα στηθαία σκυροδέματος. Για τα νεότερα όμως συστήματα προκύπτουν ουσιαστικά μικρότερες δαπάνες συντήρησης.
- **Σε αντίθεση με τα στηθαία σκυροδέματος τα νεότερα συστήματα χαλύβδινων στηθαίων παρέχουν πολύ μεγάλη προστασία έναντι θραύσης από φορτηγά ενώ ταυτόχρονα απορροφούν μεγαλύτερη ενέργεια πρόσκρουσης από τα επιβατικά οχήματα για την προστασία των επιβαινόντων.**

Με τις εφαρμοζόμενες διαμορφώσεις στις τυπικές διατομές των οδικών έργων προκύπτουν εσφαλμένες τεχνικά κατασκευές που είναι αντιοικονομικές, επειδή δεν λαμβάνονται υπόψη οι κανόνες που αφορούν στην λειτουργικότητα, στην ασφάλεια και στην οικονομία των οδικών έργων. Δηλαδή όλα αυτά που εφαρμόζονται με κριτήριο την οικονομία και μόνον δεν οδηγούν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Παρατηρείται δε ότι

- Σύμφωνα με τα έως σήμερα ισχύοντα στην Ελλάδα οι πλευρικές κατασκευές των οδών δεν είναι σύμφωνες με τα δεδομένα διαμόρφωσης του

περιβάλλοντα χώρου των συστημάτων αναχαίτισης [7], ώστε να εξασφαλίζονται οι συνθήκες καλής λειτουργίας κατά την πρόσκρουση οχημάτων σε αυτά.

- Το Παράρτημα Ι των ΟΜΟΕ-Δ και η Ε 41 σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να αποτελέσει ως έχει οδηγία για την διαμόρφωση οδών στην Ελλάδα, αφού αποτελεί προσπάθεια μιας πολύ σύντομης και αποσπασματικής αναφοράς σε ένα περιορισμένο αριθμό παραμέτρων σχεδιασμού.
- Η διαστασιολόγηση των συστατικών μερών της διατομής πρέπει να προκύπτει από την ανάλυση των κυκλοφοριακών δεδομένων και να τεκμηριώνεται σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα (ΕΛΟΤ ΕΝ) και των πλέον πρόσφατων οδηγιών που αφορούν στα έργα οδοποιίας.

Κατά συνέπεια πρέπει να εκπονηθούν **Οδηγίες για τις πλευρικές διαμορφώσεις διατομών με Τυπικά Σχέδια Πλευρικών Διαμορφώσεων Οδών** που να αποτελούν **σύνθεση οδηγιών**, όπως οι οδηγίες για τα συστήματα αναχαίτισης (ΣΑΟ), την αποχέτευση και αποστράγγιση των οδών, τα συστήματα ηχοπροστασίας των οδών κλπ, ώστε αυτές να ικανοποιούν ταυτόχρονα κριτήρια κυκλοφοριακά, περιβαλλοντικά, κατασκευαστικά, οικονομικά και οδικής ασφάλειας. Με αυτό τον τρόπο θα επιτευχθεί κατασκευαστική ομοιομορφία και πραγματική μείωση του κόστους κατασκευής των οδικών έργων.

Αυτές οι Οδηγίες θα τεκμηριώνονται βάσει των ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΝ) και των νεότερων οδηγιών που αφορούν στα έργα, που σημειωτέον εμπεριέχουν την εμπειρία εκατοντάδων επιστημόνων που έχει καταγραφεί και αξιολογηθεί στην διάρκεια δεκαετιών. Θα αντικαταστήσουν δε το παράρτημα Ι των ΟΜΟΕ-Δ:2001.

Σε αντίθετη περίπτωση πρέπει τα συστήματα ασφαλείας που έχουν πιστοποιηθεί να υποβληθούν εκ νέου στις δοκιμές πρόσκρουσης που προβλέπονται στο πρότυπο ΕΝ 1317 **σε συνδυασμό με τις πλευρικές κατασκευές των ελληνικών οδών ως συνολικό σύστημα** και να προσδιορισθούν οι κατηγορίες επίδοσης τους, ώστε να διαπιστωθεί αν είναι κατάλληλα για εφαρμογή.



## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ευρωπαϊκό Πρότυπο (EN 1317) Οδικά συστήματα αναχαίτισης, Μέρος 1: Ορολογία και γενικά κριτήρια για μεθόδους δοκιμής
2. Ευρωπαϊκό Πρότυπο (EN 1317) Οδικά συστήματα αναχαίτισης, Μέρος 2: Στηθαία ασφαλείας – Κατηγορίες επιδόσεων, κριτήρια αποδοχής δοκιμών πρόσκρουσης και μέθοδοι δοκιμών
3. Ευρωπαϊκό Πρότυπο (EN 1317) Οδικά συστήματα αναχαίτισης, Μέρος 3: Συστήματα απορρόφησης ενέργειας πρόσκρουσης – Κατηγορίες επιδόσεων, κριτήρια αποδοχής δοκιμών πρόσκρουσης και μέθοδοι δοκιμών
4. Ευρωπαϊκό Πρότυπο (prEN 1317) Οδικά συστήματα αναχαίτισης, Μέρος 4: Συναρμογές συστημάτων αναχαίτισης - Κατηγορίες επιδόσεων, κριτήρια αποδοχής δοκιμών πρόσκρουσης και μέθοδοι δοκιμών
5. Ευρωπαϊκό Πρότυπο (EN 1317) Οδικά συστήματα αναχαίτισης, Μέρος 5: Απαιτήσεις προϊόντος, ανθεκτικότητα και πιστοποίηση συμμόρφωσης
6. Ευρωπαϊκό Πρότυπο (prEN 1317) Οδικά συστήματα αναχαίτισης, Μέρος 7: Απολήξεις συστημάτων αναχαίτισης - Κατηγορίες επιδόσεων, κριτήρια αποδοχής δοκιμών πρόσκρουσης και μέθοδοι δοκιμών
7. Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ), Συστήματα Αναχαίτισης Οχημάτων (ΣΑΟ), ΟΜΟΕ-ΣΑΟ, 2010
8. Richtlinien fuer passiven Schutz an Strassen durch Fahrzeug- Rueckhalt-systeme (RPS), 2009
9. RAL-RG 620 Fahrzeugrueckhalt-systeme an Strassen, 2006, Guete- und Pruefbestimmungen fuer Systeme, Konstruktionen und Montage
10. Official Journal of the European Union (OJEU), 2011, Construction Product Regulation (CPR)
11. Official Journal of the European Union, 2009, Commission communication in the Framework of the implementation of the Council Directive 89/106/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the construction products, (2009/C 152/05)
12. Guetegemeinschaft Stahlschutzplanken E.V., Info 1-/2010 – Bemessungslasten fuer Absturzschutzsysteme nach DIN-Fb 101
13. Repräsentative Umfrage des Instituts für Demoskopie Allensbach im Auftrag des Industrieverbandes Stahlverarbeitung e.V., 2009, "Stahl ist sicherer als Beton – Deutsche bevorzugen Stahlleitplanken"
14. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Schutzeinrichtungen, Stahlschutzplanken – Info 3/2004, Guetegemeinschaft Stahlschutzplanken E.V.
15. BAST, 2007, Datenblaetter Schutzeinrichtungen N2
16. BAST, 2007, Datenblaetter Schutzeinrichtungen H1
17. BAST, 2007, Datenblaetter Schutzeinrichtungen H2
18. BAST, 2007, Datenblaetter Schutzeinrichtungen H4b
19. Einsatzkritirien fuer Betonschutzwaende, Stahlschutzplanken - Info 2/2004, Guetegemeinschaft Stahlschutzplanken E.V.
20. Eignung von Stahlschutzplanken-systemen im Hinblick auf zukuenftige RPS - Info 1/2004, Guetegemeinschaft Stahlschutzplanken E.V.