

Προκατασκευασμένα στηθαία ασφαλείας αυτοκινητοδρόμων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Precast safety road barriers

Αθανάσιος.Ν.ΑΠΕΡΓΗΣ¹

Λέξεις κλειδιά: Προκατασκευή, οδική ασφάλεια, συστήματα αναχαίτισης οχημάτων, στηθαία ασφαλείας, New Jersey.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Η εργασία αυτή περιγράφει τα προκατασκευασμένα στηθαία ασφαλείας από οπλισμένο σκυρόδεμα. Τους ορισμούς της οδικής ασφάλειας, τις μεθόδους αντιμετώπισης των εκτροπών των οχημάτων από το οδόστρωμα και των ατυχημάτων που προκύπτουν, τους κανονισμούς που διέπουν την ασφάλεια στους αυτοκινητόδρομους, τις κατασκευές στηθαίων στους σύγχρονους αυτοκινητόδρομους, στις τεχνικές απαιτήσεις των προκατασκευασμένων στηθαίων ασφαλείας από οπλισμένο σκυρόδεμα, το κόστος των στηθαίων ασφαλείας ανά κόστος κατασκευής του αυτοκινητόδρομου, και στις προτάσεις και προοπτικές των στηθαίων ασφαλείας στους νέους αυτοκινητόδρομους στην Ελλάδα..

ABSTRACT: This paper describes the precast safety road barriers of precast reinforced concrete, the definition of safety in the highway, the technical characteristics, the loads, the industrial production, their transport, the on-site management and the cost of precast safety road barriers in the highways in Greece..

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάπτυξη των αυτοκινητοδρόμων τα τελευταία χρόνια, η πυκνότητα της κυκλοφορίας, ο μεγάλος αριθμός βαρέων οχημάτων που κυκλοφορούν και οι υψηλές ταχύτητες που αναπτύσσουν τα οχήματα επανακαθόρισαν τις απαιτήσεις στα συστήματα παθητικής ασφάλειας των οδών. Μία από τις μεθόδους παθητικής ασφάλειας είναι η εγκατάσταση Συστημάτων Αναχαίτισης Οχημάτων (ΣΑΟ). Βασικές κατηγορίες των ΣΑΟ είναι τα χαλύβδινα στηθαία ασφαλείας με έλασμα διπλής αυλάκωσης, και τα προκατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα στηθαία ασφαλείας ή χυτά επί τόπου, (Τα επιλεγόμενα New Jersey). Τα ΣΑΟ κατηγοριοποιούνται με βάση την επίδοσή τους, σε ικανότητα συγκράτησης, σε λειτουργικό πλάτος, και σε κατηγορία σφοδρότητας πρόσκρουσης. Ο ευρωπαϊκός κανονισμός EN 1317 κατηγοριοποιεί ως προς την επίδοσή τα στηθαία ασφαλείας και περιγράφει επακριβώς τις απαιτούμενες δοκιμές. Εκτός από την αρχική διατομή των προκατασκευασμένων στηθαίων τύπου New Jersey υπάρχουν ήδη στην αγορά διαφοροποιημένες διατομές που πληρούν τις προδιαγραφές και τοποθετούνται σε όλους τους αυτοκινητόδρομους της Ευρώπης. Το χαμηλό τους κόστος και τα πλεονεκτήματά τους είναι ο λόγος που τοποθετούνται σε μεγάλο πλήθος.

¹Διπλ.Πολ.Μηχ/κος ΕΜΠ, Δ/της εργοστασίου προκατασκευής της εταιρείας ΠΡΟΕΤ ΑΕ του ομίλου JP-Avax ΑΤΕ. email: aapergis@jp-avax.gr

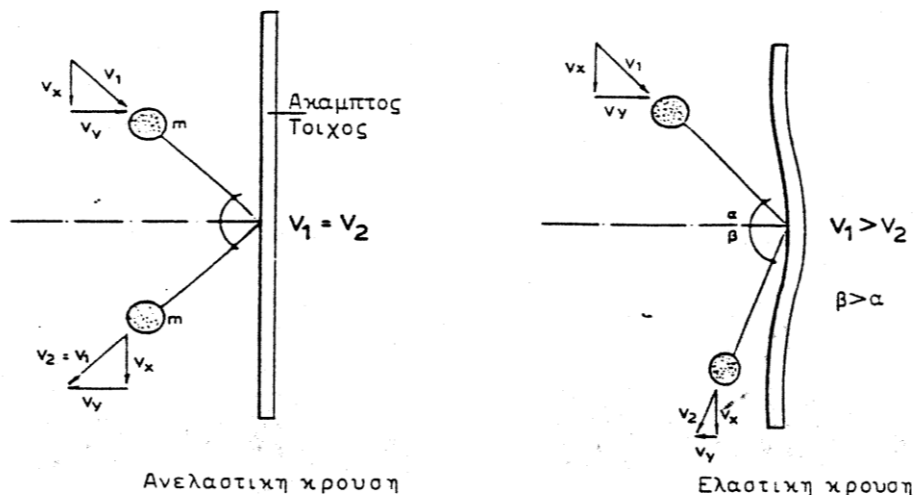
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ, ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΗΘΑΙΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Λειτουργία και ασφάλεια των Προκατασκευασμένων στηθαίων ασφαλείας (ΠΣΑ).

Μερικές από τις κύριες αιτίες των ατυχημάτων στους αυτοκινητόδρομους είναι:

- Η κατάσταση του αυτοκινητόδρομου (κατάσταση οδοστρώματος, χάραξη της οδού, κλίση οδού κλπ)
- Η κατάσταση του οχήματος
- Η ταχύτητα του οχήματος
- Το περιβάλλον της οδού (Ρείθρα, στηθαία κλπ)
- Ο παράγοντας «άνθρωπος»

Η κρούση ενός οχήματος σε ένα άκαμπτο επίπεδο στοιχείο (τοίχο κλπ) μπορεί να έχει δραματικές επιπτώσεις στο όχημα και στους επιβαίνοντες. Στη περίπτωση αυτή έχουμε μία ανελαστική κρούση. **Σχήμα 1.αρ.** Άρα βάσει της παθητικής ασφάλειας στους αυτοκινητόδρομους πρέπει να εφαρμόσουμε ένα στηθαίο με τέτοιες ιδιότητες ώστε η κρούση του οχήματος να γίνει κατ' αρχήν «ελαστική», αλλά συγχρόνως το στηθαίο να επαναφέρει το όχημα στη πορεία του. **Σχήμα 1.δεξ.**

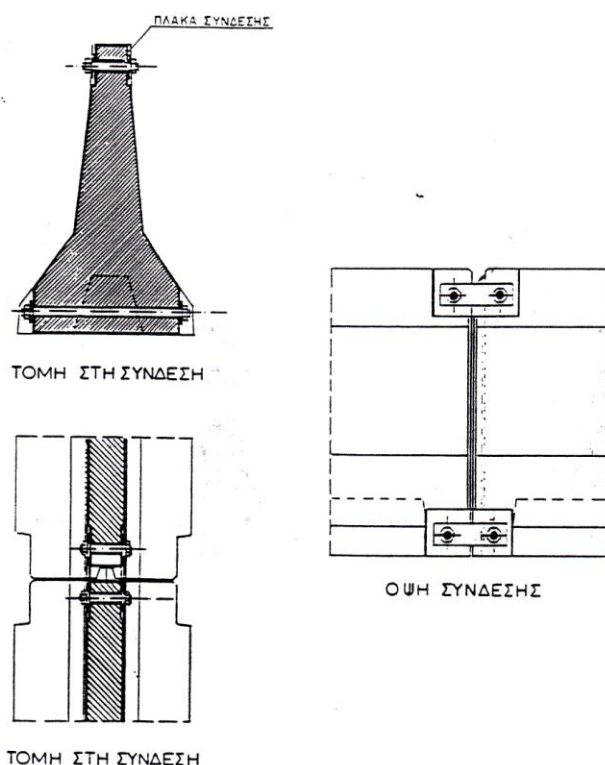


Σχήμα 1.αρ. Ανελαστική κρούση οχήματος σε άκαμπτο στοιχείο

Σχήμα 1.δεξ. Ελαστική κρούση οχήματος σε προκατασκευασμένο στηθαίο ασφαλείας

Το άκαμπτο προκατασκευασμένο στηθαίο ασφαλείας (ΠΣΑ) με διατομή τύπου New Jersey εξασφαλίζει και τις δύο συνθήκες. Δηλ. η κρούση του οχήματος να γίνει κατ' αρχήν «ελαστική», αλλά συγχρόνως το στηθαίο να επαναφέρει το όχημα στη πορεία του. Τα ΠΣΑ αποτελούνται από σπονδύλους συνήθως μέχρι μήκους 6,00 m για να είναι εύχρηστα στη συναρμολόγηση και στη μεταφορά. Οι σπόνδυλοι συνδέονται

αναμεταξύ τους στη κορυφή και στη βάση τους με μεταλλικούς συνδέσμους.
(βλ. Σχήμα 2)

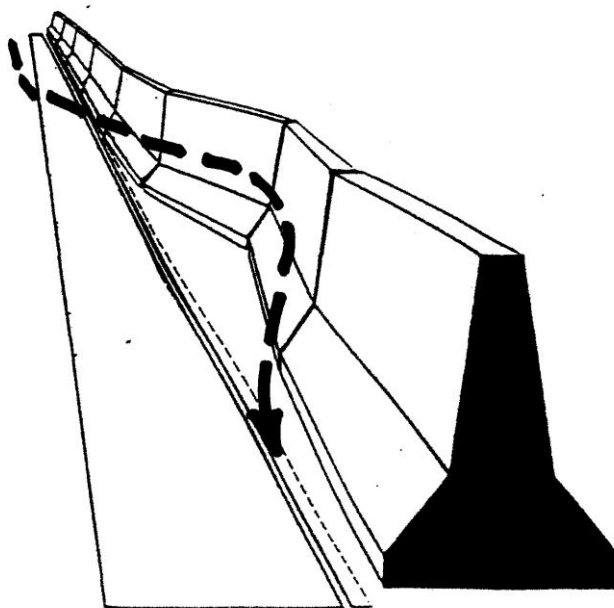


Σχήμα 2. Τρόπος σύνδεσης των σπονδύλων των ΠΣΑ με μεταλλικούς συνδέσμους.

Έτσι δημιουργείται ένα ελαστικό στηθαίο από άκαμπτα επιμέρους στοιχεία. Στη περίπτωση της πρόσκρουσης –συνήθως υπό γωνία- η κρούση είναι ελαστική, τα ΠΣΑ απορροφούν, λόγω μετακινήσεων των επιμέρους σπονδύλων, μεγάλο μέρος της κινητικής ενέργειας του οχήματος. Κατά τη φάση της πρόσκρουσης και μάλιστα υπό γωνία λόγω της διατομής των ΠΣΑ η κίνηση του οχήματος, σε συνδυασμό με τη μετακίνηση των σπονδύλων, δημιουργεί κλυδωνισμούς στο όχημα, παραμόρφωση των ελαστικών του ή και του συστήματος ανάρτησης. Εάν η γωνία πρόσκρουσης είναι μεγάλη παρατηρείται και παραμόρφωση αμαξώματος. Τα ΠΑΣ έχουν σχεδιασθεί και κατασκευασθεί έτσι ώστε να παρουσιάζουν αντοχή σε πρόσκρουση τουλάχιστον 50 Μρ τα μονά, ενώ τα διπλά 90 Μρ. Κατά τη φάση της πρόσκρουσης η μεταβολή της επιβράδυνσης του οχήματος λόγω της διατομής των ΠΑΣ είναι μικρότερη των 23 g, που είναι οριακή για την προστασία των εσωτερικών οργάνων του ανθρώπου. Η διατομή και το ύψος των ΠΣΑ δεν επιτρέπει, τουλάχιστον στα μικρά οχήματα να υπερπηδήσουν τα ΠΣΑ και να βρεθούν στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας. Όταν μάλιστα η γωνία πρόσκρουσης είναι μικρότερη των 20° τα ΠΣΑ συμπεριφέρονται κατά τέτοιο δυναμικό τρόπο ώστε να επαναφέρουν το όχημα στη πορεία του χωρίς βλάβες. (Βλ. Σχήμα 3.) Ενώ η αντικατάσταση των φθαρμένων σπονδύλων από την πρόσκρουση είναι και εύκολη και γρήγορη.

Χρήση των ΠΣΑ

Τα ΠΣΑ τοποθετούνται πολύ γρήγορα, ως πρόσκαιρα για διευθέτηση της κυκλοφορίας, ή για να δημιουργήσουν λωρίδα εργασίας στην οδοποιία. Τοποθετούνται επάνω στο οδόστρωμα χωρίς άλλη σύνδεση παρά μόνον τα ελάσματα που συνδέει τους σπονδύλους μεταξύ τους. Τα ίδια ΠΣΑ μπορεί να αποσυναρμολογηθούν και να χρησιμοποιηθούν σε άλλη θέση. Τα ίδια πάλι μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως μόνιμα στηθαία ασφαλείας στον αυτοκινητόδρομο. Στα ΠΣΑ στη βάση τους προβλέπονται εγκάρσιες οπές ώστε να μπορούν να ανυψώνονται και να μεταφέρονται στο οδόστρωμα από περνοφόρο όχημα ενώ συγχρόνως οι οπές λειτουργούν για να απορρέουν τα όμβρια από το οδόστρωμα, και να μη λιμνάζουν.



Σχήμα 3. Σχηματική συμπεριφορά των ΠΑΣ από πρόσκρουση οχήματος πάνω σε τοποθετημένα προκατασκευασμένο στηθαίο ασφαλείας, και δυναμική επαναφορά του οχήματος στη πορεία του.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΣΑ

Βάσει της Οδηγίας 89/106/EEC 21.12.1988 της ΕΕ έχουν συνταχθεί και ισχύει σε όλα τα κράτη μέλη ο κανονισμός EN 1317, που αφορά τη πιστοποίηση των οδικών συστημάτων αναχαίτησης. Δηλ. Στηθαίων ασφαλείας, των στηθαίων των γεφυρών κλπ. Ο κανονισμός 1317 περιέχει τα εξής επιμέρους άρθρα :

- 1317-1 :Ορισμοί και γενικά κριτήρια μεθόδων δοκιμών
- 1317-2 : Ομαδοποίηση κατηγορίας πρόσκρουσης και κριτήρια μεθόδων δοκιμών σε στηθαία ασφαλείας.

- 1317-3 Ομαδοποίηση κατηγορίας αναχαίτισης και κριτήρια μεθόδων δοκιμών σε στηθαία ασφαλείας.
- 1317-4 : Ομαδοποίηση κατηγορίας πρόσκρουσης και κριτήρια μεθόδων δοκιμών σε τερματικά στηθαία ασφαλείας, στηθαία απόληξης, κλπ
- 1317-5 : Απαιτήσεις υλικών κατασκευής, διαχρονικότητα υλικών, αξιολόγηση και συμμόρφωση τους
- 1317-6 : Στηθαία για διαβάσεις πεζών

Η μέθοδος καταστροφικής δοκιμής των ΠΣΑ γίνεται σε ειδική πίστα. Βλ. **Σχήμα 4**.



Σχήμα 4. Πίστα δοκιμών πρόσκρουσης και αναχαίτισης σε ΠΣΑ βάσει EN 1317

Τα ΠΣΑ ελέγχονται σε πρόσκρουση και αναχαίτιση από οχήματα διαφόρων κλάσεων που προσκρούουν με αντίστοιχη ταχύτητα. (Βλ. **Πίνακα 1.**)

Πίνακας 1. Δοκιμές βάσει EN 1317-2 . Κατηγοριοποίηση οχημάτων σε Kg, ταχύτητα πρόσκρουσης σε km/h και γωνία πρόσκρουσης σε μοίρες

EN1317 – 2 safety barriers

www.lier.fr

Test types

Vehicle	Mass (kg)	Speed (km/h)	Angle (°)
Car	900	100	20
Car	1 300	80	8
Car	1 300	80	15
Car	1 500	80	20
Car	1 500	110	20
Rigid Truck	10 000	70	8
Rigid Truck	10 000	70	15
Bus	13 000	70	20
Rigid Truck	16 000	80	20
Rigid Truck	30 000	65	20
Articulated Truck	38 000	65	20

Τα εργοστάσια προκατασκευής έχοντας σαν εκκίνηση τη δόκιμη διατομή New Jersey, έχουν εξελίξει διάφορες διατομές ΠΣΑ που εξειδικεύονται για χρήσεις σε σήραγγες, γέφυρες, κλπ. Δεδομένου ότι οι δοκιμές βάσει του κανονισμού EN 1317 απαιτούν ανάλογες εγκαταστάσεις και στοιχίζουν ακριβά, είναι λίγα τα εργοστάσια προκατασκευής στην Ευρώπη που διαθέτουν πιστοποιημένα ΠΣΑ. Για αυτό το λόγο οι διατομές και οι τύποι των ΠΣΑ έχουν κατακρωθεί με διεθνή Διπλώματα ευρεσιτεχνίας (Πατέντα) και διατίθεται η τεχνογνωσία (Know How) και η δυνατότητα παραγωγής και διάθεσης των αντιστοιχών ΠΣΑ από άλλες εταιρείες στην αγορά με εμπορικές μισθώσεις (Leasing).

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΠΣΑ

Η παραγωγή των ΠΣΑ από οπλισμένο σκυρόδεμα λόγω των ποιοτικών τους απαιτήσεων είναι απαραίτητο γενικά να πραγματοποιείται με τις ίδιες διαδικασίες που προβλέπεται για τη βιομηχανία προκατασκευής: Δηλαδή σε στεγασμένο χώρο με εργοστασιακό Η/Μ εξοπλισμό και αντίστοιχη υποδομή π.χ. γερανογέφυρες, παραγωγή σκυροδέματος με αυτόματα ζυγιστήρια, εργαστήριο ποιοτικού ελέγχου, εφαρμογή του ΚΤΣ-97, σύστημα διαχείρισης ποιότητας ISO 9001-2000, σήμα ποιότητας CE κλπ

Τρόπος παραγωγής

Η παραγωγή πραγματοποιείται σε μεταλλικό σιδηρότυπο. Λόγω της διατομής των ΠΣΑ συνήθως το καλούπι περιστρέφεται και αποκαλουπώνεται το προϊόν. Άλλως, το ίδιο το προϊόν μετά την αποκαλούπωση περιστρέφεται στον άξονα του με μια ειδική διάταξη, έτσι ώστε να σταθεί στη τελική του θέση. **(Βλ. Σχήμα 5)** Η συμπύκνωση του σκυροδέματος επιτυγχάνεται με εξωτερικούς δονητές. Με τη μέθοδο της πρόωρης ωρίμανσης (π.χ. χρήση ατμού) επιτυγχάνουμε καλύτερη παραγωγικότητα, άρα και εξοικονόμηση σιδηροτύπων .



Σχήμα 5. Έτοιμο ΠΣΑ περιστρέφεται με μια ειδική διάταξη

Σκυροδέμα:

Η ποιότητα του σκυροδέματος προδιαγράφεται από τους κανονισμούς. Για τυποποιημένη παραγωγή ΠΣΑ προδιαγράφεται η ποιότητα του σκυροδέματος, κατ' ελάχιστο C20/25, με ταυτόχρονη χρήση ινών πολυπροπυλενίου για εξασφάλιση της επιφάνειας του ΠΣΑ από τις ρηγματώσεις.

Χαλύβδινος οπλισμός.

Ο τρόπος οπλισμού εξαρτάται από τα εντατικά μεγέθη της πρόσκρουσης δηλ. της κατηγορίας του ΠΣΑ. Συνήθως προδιαγράφεται από τον μελετητή. Συνήθως κατασκευάζονται κλωβοί σε αυτόματα μηχανήματα αντιστοίχου διαστάσεων και μορφής. Η απαιτούμενη επικάλυψη του οπλισμού προδιαγράφεται βάσει των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, και υλοποιείται με αντίστοιχους αποστατήρες. (Βλ. ΕΚΩΣ 2000, Κεφ.5)

Αποθήκευση και μεταφορά

Τα έτοιμα ΠΣΑ αποθηκεύονται σε οριζόντια θέση σε στοιβάδες. Στοιβάζονται με προδιαγεγραμμένο τρόπο ώστε να μη μεταφέρουν τα νεκρά φορτία τους στις κάτω στρώσεις. Μεταφέρονται στο έργο και στοιβάζονται με τον ίδιο τρόπο μέχρι να τοποθετηθούν κατά μήκος οδού.

ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Πιστοποιητικά

Έλεγχος πιστοποιητικών ιδιοτήτων του ΠΣΑ βάσει των απαιτήσεων των προδιαγραφών EN 1317

Διαστάσεις

Ελέγχονται οι γεωμετρικές διαστάσεις βάσει των επιτρεπομένων ανοχών που καθορίζονται από την ΠΕΤΕΠ:05-05-01-00 του ΙΟΚ.(βλ.Πίνακα2)

Πίνακας 2.

A. Οι διαστάσεις της διατομής δε θα μεταβάλλονται περισσότερο από	5 mm
B. Ο κατακόρυφος άξονας δε θα αποκλίνει από την κατακόρυφο περισσότερο από	5 mm
Γ. Όταν ελέγχεται η επιφάνεια με ευθύγραμμο κανόνα 3 m οι ανωμαλίες δε θα υπερβαίνουν τα	5 mm
Δ. Η κατά μήκος στάθμη δε θα μεταβάλλεται από τις διαστάσεις των σχεδίων ανά τμήμα μήκους 3 m περισσότερο από	5 mm

Επιφάνεια

Οπτικός έλεγχος εκδορών, ρηγματώσεων κλπ φθορών στο σκυρόδεμα Για την αποφυγή εμφάνισης φαινομένων επιφανειακής ρηγμάτωσης επιβάλλεται η χρήση ινών πολυαιθυλενίου στο σκυρόδεμα. Επίσης συνιστάται η διαμόρφωση σκοτίας πλάτους 2-3 mm και βάθους 40-60 mm ανά αποστάσεις 4 – 6 m.

Αντοχή

Ελέγχεται η αντοχή του προδιαγεγραμμένου σκυροδέματος, και του χαλύβδινου οπλισμού. Κατά τα άλλα ισχύουν οι προδιαγραφές για έλεγχο όπως και σε όλα τα προκατασκευασμένα προϊόντα από οπλισμένο σκυρόδεμα, όπως απαιτείται για τις αντίστοιχες περιπτώσεις:

Εσωτερικός και εξωτερικός έλεγχος βιομηχανικής παραγωγής

Βάση του ΚΤΣ -97, του ISO 9001-2008, και του σήματος ποιότητας CE που οφείλουν να έχουν τα εργοστάσια παραγωγής προϊόντων από οπλισμένο σκυρόδεμα, προδιαγράφονται οι εσωτερικοί και οι εξωτερικοί έλεγχοι που πρέπει να εφαρμοστούν στη φάση της παραγωγής και στο έτοιμο προϊόν.

Ειδικώς για τα ΠΣΑ ελέγχονται τα πιστοποιητικά ποιοτικού ελέγχου και τα πιστοποιητικά που αφορούν τα υλικά σύνδεσης που τα συνοδεύουν. (Ποιότητα γαλβανισμένων στοιχείων σύνδεσης κατά DIN 50976, ελάσματα σύνδεσης, σπειρώματα, κοχλίες κλπ)

ΜΕΘΟΔΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ, ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ & ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Συνήθως ο μελετητής υποβάλει στην υπηρεσία για έγκριση σχέδια του συστήματος τοποθέτησης των ΠΣΑ με τα πιστοποιητικά του. Τα σχέδια πρέπει να περιλαμβάνουν λεπτομέρειες των εξαρτημάτων, τον τρόπο σύνδεσης και στερέωσης καθώς και τις μέγιστες επιτρεπόμενες κατασκευαστικές ανοχές.

ΚΟΣΤΟΣ

Δεδομένου ότι η μέση σημερινή τιμή του τοποθετημένου προκατασκευασμένου στηθαίου ασφαλείας ΠΣΑ κυμαίνεται περίπου στα 100,00 €/m, ενώ το κόστος ενός αυτοκινητόδρομου κυμαίνεται από 700.000.000 έως 1.400.000.000 €/m. Τότε το κόστος κατασκευής και τοποθέτησης των ΠΣΑ εκτιμάται ότι συμμετέχει στο τελικό κόστος της κατασκευής της οδού περίπου από 0,07⁰/₁₀₀ μέχρι 0,13⁰/₁₀₀, ανάλογα με το είδος της οδού (Αυτοκινητόδρομος, Επαρχιακή οδός κλπ). Οπότε είναι σαφές γιατί με τόσο χαμηλό κόστος η χρήση των ΠΣΑ είναι τόσο μεγάλη και κατά τη φάση της κατασκευής, της ανακατασκευής και της συντήρησης των αυτοκινητόδρομων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η χρήση των ΠΣΑ στην οδοποιία και ιδιαίτερα στους αυτοκινητόδρομους βρίσκει όλο και μεγαλύτερο πεδίο εφαρμογής, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους και του χαμηλού κόστους:

Ακολουθως αναφέρουμε ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα των ΠΣΑ:

- Δυνατότητα απορρόφησης κινητικής ενέργειας
- Μεγάλη αντοχή σε πρόσκρουση, δεν καταστρέφεται
- Εκτροπή του οχήματος στη αρχική του πορεία, δεν επιτρέπει το πέρασμα του οχήματος στο αντίθετο ρεύμα
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Χαμηλό κόστος
- Ελάχιστη συντήρηση
- Εύκολη αντικατάσταση σε περίπτωση φθοράς.
- Ποικιλία χρήσεων, και επανάχρησης (Εκτροπή κυκλοφορίας, κλπ)
- Αποχέτευση οδοστρώματος

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Άρθρα σε τεχνικά περιοδικά

Ulrich Nolting. / Rückhaltesysteme aus Beton. Die sichere und wirtschaftliche alternative / Beton Fertigteil Jahrbuch 2007/ Bauverlag / Güterloh Germany

Kurt Hellmich, Johann Stella, Erwin Stangl, Siegfried Piringer, Helmut Heimel, Joseph Plomer: / *Rückhaltesysteme auf Brücken im Anfahrversuch*. In: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Bundesstraßenverwaltung (Hrsg.): *Straßenforschung*. 521, Selbstverlag, Wien 2002

Τεχνικές εκθέσεις

L.I.E.R./ Evaluation of Road Restraints Systems by an Accredited Test House in the Context of European Standardisation / 2005/ Belgrade, Serbia

Industrie CEVIP S.p.A./ Barriere antirumore / Pomezia Italia / (IΠOET AE)

DELTA BLOC Europa GmbH / Sollenau , Austria / (ΑΡΜOΣ AE)

ABESCA / Assoiazione Barriere Elementi Sicurezza Cemento Armato/ Melzo Italia

