

ΕΠΑνεΚ 2014-2020
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ • ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ • ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

ΔΡΑΣΗ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΜΒΕΛΕΙΑΣ:
« ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ »

Έργο: Παραγωγή τροποποιημένης ασφάλτου και αύξηση ποσοστού ανακύκλωσης ασφαλτικού σκυροδέματος χρησιμοποιώντας ανακυκλωμένο ελαστικό (RAP-ELT)

Κωδικός Έργου: Τ1ΕΔΚ-01656

Π 1.1 Ανάλυση πολιτικών διαχείρισης μεταχειρισμένων ελαστικών σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, συνήθειες εφαρμογές χρήσης τρίμματος σε έργα πολιτικού μηχανικού και αποτίμηση δυναμικού στην Ελλάδα.
Μέρος Α΄

Υπεύθυνος Δράσης:



ECOELASTIKA AE
Οικολογική Διαχείριση Ελαστικών
Σωρού 14, 151 25 Μαρούσι
Τηλ: 2106128260 • 2106128370
Fax: 2106128659

Υπεργολάβος:

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Υποκατάστημα: 4^ο χλμ. Πτολεμαΐδας-Μποδοσασκείου Νοσοκομείου (περιοχή Κουρι) • 502 00 Πτολεμαΐδα • Τηλ.: 24630-55300

Fax: 24630-55301 Web : <http://www.lignite.gr> • E-mail: isfta@lignite.gr

Γραφείο Αθήνας: Αιγιάλειας 52 • 15125 Μαρούσι • Τηλ. 211-1069500 • Fax: 211-1069501 • E-mail: isfta@certh.gr

Κεντρικό: 6^ο χλμ. οδού Χαριλάου-Θέρμης • Τ.Θ. 60361 • 570 01 Θέρμη, Θεσσαλονίκη • Τηλ.: 2310-498100 • Fax: 2310-498180



ΑΘΗΝΑ ΙΟΥΛΙΟΣ 2018



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Πίνακας Περιεχομένων

1.	Εισαγωγή.....	3
1.1.	Σκοπός παραδοτέου	3
1.2.	Ισχύουσα νομοθεσία.....	3
2.	Ανάλυση πολιτικών διαχείρισης μεταχειρισμένων ελαστικών σε Ευρωπαϊκό επίπεδο	9
2.1.	Ευθύνη παραγωγού	10
2.2.	Ευθύνη κράτους (μέσω φόρου)	13
2.3.	Σύστημα ελεύθερης αγοράς	13
3.	Τεχνολογίες αξιοποίησης ελαστικών τέλους κύκλου ζωής.....	14
3.1.	Ενεργειακή ανάκτηση.....	14
3.2.	Ανακύκλωση.....	15
4.	Συνήθεις εφαρμογές τρίμματος ελαστικού σε έργα πολιτικού μηχανικού	18
4.1.	Χρήση σε έργα ΧΥΤΑ	19
4.2.	Ελαφροβαρές υλικό πλήρωσης και ενισχυτικό εδάφους	20
4.3.	Αντιδιαβρωτικά έργα.....	20
4.4.	Ηχοπετάσματα.....	20
4.5.	Θερμική μόνωση	20
4.6.	Απόσβεση κραδασμών	21
4.7.	Σκυρόδεμα.....	21
4.8.	Κατασκευή δρόμων	21
5.	Αποτίμηση δυναμικού χρήσης σε έργα πολιτικού μηχανικού στην Ελλάδα	25
	Βιβλιογραφία	30

1. Εισαγωγή

1.1. Σκοπός παραδοτέου

Στόχος του Παραδοτέου 1.1 «Ανάλυση πολιτικών διαχείρισης μεταχειρισμένων ελαστικών σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, συνήθειες εφαρμογές χρήσης τρίμματος σε έργα πολιτικού μηχανικού και αποτίμηση δυναμικού στην Ελλάδα» είναι να αποτυπώσει τα ευρήματα της Δράσης 1.1, όπου εξετάστηκαν και αναλύθηκαν οι πολιτικές διαχείρισης και το νομοθετικό πλαίσιο για τα μεταχειρισμένα ελαστικά οχημάτων στην Ελλάδα και την ΕΕ. Επίσης, αναλύθηκαν οι συνηθέστερες εφαρμογές για τα ελαστικά τέλους κύκλου ζωής, σχετικά με την χρήση τους σε έργα πολιτικού μηχανικού.

Το παραδοτέο αποτελείται από δύο μέρη:

Το Μέρος Α' εκπονήθηκε από την ECOELASTIKA και τον υπεργολάβο EKETA

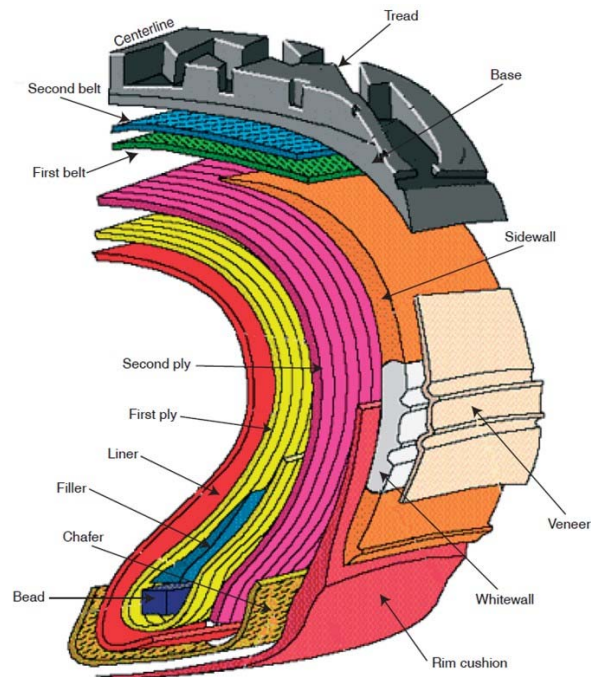
Το Μέρος Β' εκπονήθηκε από την RETIRE ABEE

1.2. Ισχύουσα νομοθεσία

Κάθε χρόνο παράγονται σταθερά μεγάλες ποσότητες χρησιμοποιημένων ελαστικών λόγω της συνεχόμενης αύξησης του πλήθους όλων των ειδών των οχημάτων. Για την Ευρωπαϊκή Ένωση υπολογίζεται ότι παράγονται ετήσια περίπου 3,2 εκατομμύρια τόνοι χρησιμοποιημένων ελαστικών. Επιπλέον, τεράστιες ποσότητες ελαστικών βρίσκονται συσσωρευμένες ή έχουν ταφεί σε ΧΥΤΑ. Η ανεξέλεγκτη διάθεση ελαστικών αποτελεί περιβαλλοντικό πρόβλημα καθώς η συσσώρευσή νερού μέσα στα ελαστικά δημιουργεί ιδανικές συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας για την εξάπλωση κουνουπιών και ποντικών. Επίσης, δημιουργούν κίνδυνο πυρκαγιάς λόγω των εύφλεκτων συστατικών τους με αρνητικές επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα και την ανθρώπινη υγεία. [1], [2].

Πίνακας 1: Τυπική σύσταση ελαστικών[3]

Συστατικό	Ελαστικά αυτοκινήτων	Ελαστικά φορτηγών
Καουτσούκ/Ελαστομερές	47%	45%
Carbon Black	21,5%	22%
Μέταλλο	16,5%	25%
Λινό	5,5%	0%
Οξείδιο του ψευδαργύρου	1%	2%
Πρόσθετα	7,5%	5%
Σύνολο υλικών με βάση τον άνθρακα	74%	67%



Σχήμα 1: Τυπική δομή ελαστικού αυτοκινήτων[4]

Τα χρησιμοποιημένα ελαστικά είναι μια κατηγορία αποβλήτων του οποίου η ανακύκλωση είναι εξαιρετικά δύσκολη. Αυτό οφείλεται στην εξαιρετικά πολύπλοκη δομή τους και τις διαφορετικές συνθέσεις της πρώτης ύλης, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1. Ένα τυπικό ελαστικό είναι ένα προϊόν με πολύπλοκη δομή και σύνθεση, το οποίο μπορεί να παραχθεί χρησιμοποιώντας διάφορα υλικά υψηλής ποιότητας όπως

συνθετικό καουτσούκ, κυρίως IIR (Isobutylene Isoprene Rubber), SBR (Styrene Butadiene Rubber) και φυσικό καουτσούκ (NR) που έχουν βουλκανιστεί, μαζί με άλλα συστατικά που προστίθενται για να δώσουν τις επιθυμητές ιδιότητες στο ελαστικό, όπως μηχανική αντοχή. Ένα ελαστικό δεν αποτελείται μόνο από καουτσούκ, αλλά και από άνθρακα, οξείδιο του ψευδαργύρου, θείο, πρόσθετα, σύρμα και λινό, τα οποία δίνουν στο ελαστικό την τελική μορφή και ιδιότητές του. Κατά την ανακύκλωση ωστόσο, τα υλικά αυτά αποτελούν σοβαρό πρόβλημα, καθώς απαιτείται ο διαχωρισμός τους.

Οι μεγάλες διαφορές στην χημική σύσταση και οι διασταυρούμενες δομές του καουτσούκ στα ελαστικά είναι οι κύριοι λόγοι που είναι εξαιρετικά ανθεκτικά στην βιοαποικοδόμηση, την φωτοχημική αποσύνθεση, τα χημικά αντιδραστήρια και την υψηλή θερμοκρασία. Για τον λόγο αυτό η διαχείριση τους είναι μια τεχνολογική, οικονομική και περιβαλλοντική πρόκληση.[5]

Ακολουθεί μια σύντομη ανασκόπηση της **Ευρωπαϊκής νομοθεσίας** που αφορά τα χρησιμοποιημένα ελαστικά.

1975 Οδηγία για τα απόβλητα 75/442/EK- έχει τροποποιηθεί από τη νεότερη οδηγία 2009/98/EK. Τα ελαστικά στο τέλος του κύκλου ζωής τους χαρακτηρίζονται ως «μη επικίνδυνα απόβλητα».[6]

1993 Κανονισμός για την επίβλεψη και τον έλεγχο των διασυνωριακών φορτίων αποβλήτων 259/93/EK.[7]

1999 Οδηγία περί υγειονομικής ταφής απορριμμάτων – 1999/31/EK [8]

Σύμφωνα με την οδηγία περί υγειονομικής ταφής της ΕΕ (1999/31/EK), η οποία έγινε νόμος τον Ιούλιο του 2001 έχει απαγορευθεί η προώθηση των ολόκληρων ελαστικών σε χώρους υγειονομικής ταφής το αργότερο έως το 2003, και για τα τεμαχισμένα ελαστικά δε το αργότερο μέχρι το 2006. **Άρθρο 5 'Απόβλητα και επεξεργασίες τους, μη**

αποδεκτά σε χώρους υγειονομικής ταφής, παρ. 3 «Τα κράτη μέλη διασφαλίζουν ότι τα ακόλουθα απόβλητα δεν γίνονται δεκτά σε χώρο ταφής δ) ολόκληρα μεταχειρισμένα ελαστικά αυτοκινήτων μετά πάροδο δύο ετών από την ημερομηνία που ορίζεται στο άρθρο 18 παράγραφος 1, εκτός από τα υλικά που προορίζονται για χρήση σε έργα, και μεταχειρισμένα ελαστικά αυτοκινήτων, μετά πάροδο πενταετίας από την ημερομηνία που ορίζεται στο άρθρο 18 παράγραφος 1 (εξαιρουμένων και στις δύο περιπτώσεις των ελαστικών ποδηλάτων και των ελαστικών με εξωτερική διάμετρο άνω των 1400 mm)».

2000 Λίστα ευρωπαϊκών αποβλήτων – 2000/532/EK και επιπλέον τροποποιήσεις. Τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους χαρακτηρίζονται με τον κωδικό '16 01 03'.[9]

2000 Οδηγία για την καύση των αποβλήτων – 2000/76/EK[10]

- Συγκεκριμένες προδιαγραφές εκπομπών για τις τσιμεντοβιομηχανίες με ισχύ από το 2002.
- Οι παλιότερες τσιμεντοβιομηχανίες απαγορεύεται να καίνε ελαστικά στο τέλος του κύκλου ζωής τους μετά το 2008.
- Από το Δεκέμβριο του 2008, νέα μέριμνα για την συναποτέφρωση αποβλήτων στις τσιμεντοβιομηχανίες συμπεριλαμβανομένων των χρησιμοποιημένων ελαστικών. Όλες οι τσιμεντοβιομηχανίες που καίνε και ελαστικά στην Ευρώπη έχουν ήδη συμμορφωθεί με αυτήν την Οδηγία.

2000 Οδηγία για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους (ELV)- 2000/53/EK. Ανάκτηση του 85% των οχημάτων προς απόρριψη με ισχύ από το 2006 με υποχρεωτική εξαγωγή των ελαστικών από το όχημα.[11]

Στην οδηγία αυτή καθορίζονται τα μέτρα τα οποία αποσκοπούν, ως πρώτη προτεραιότητα, στην πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων από οχήματα και, επιπροσθέτως, στην επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και ανάκτηση οχημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους και των κατασκευαστικών τους στοιχείων, ώστε να μειώνεται η ποσότητα των προς διάθεση αποβλήτων. Τέλος, αποσκοπεί στη βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης όλων των οικονομικών φορέων που συμμετέχουν στον

κύκλο ζωής των οχημάτων και κυρίως των φορέων που συμμετέχουν άμεσα στην επεξεργασία οχημάτων στο τέλος του κύκλου ζωής τους.

2001 Απόφαση της Ευρωπαϊκής Κοινότητας σχετικά με τη λίστα των αποβλήτων – 2001/118/ΕΚ. Τα ελαστικά στο τέλος του κύκλου ζωής τους κατηγοριοποιούνται με τον κωδικό 16.01.03, με ισχύ από την 1^η Ιανουαρίου 2002 για όλα τα μέλη της Κοινότητας.[12]

2005 Θεματική στρατηγική της Ευρωπαϊκής Κοινότητας σχετικά με την πρόληψη και ανακύκλωση αποβλήτων – COM (2005) 666 final[13].

- Συνολική ανάλυση των σημαντικότερων επιτευγμάτων στην περιοχή της διαχείρισης των αποβλήτων τα τελευταία 30 χρόνια. Τονίζεται η ανάγκη για επιπλέον ενέργειες με σκοπό τον καθορισμό των βέλτιστων περιβαλλοντικών επιλογών και στόχων που έχουν τεθεί για την ανακύκλωση και ανάκτηση των αποβλήτων, παίρνοντας υπόψη τις διαφορές των προϊόντων και υλικών και τις πιθανές εναλλακτικές λύσεις.
- Ενθαρρύνεται η αρχή της ευθύνης του παραγωγού – στρατηγική που εφαρμόζεται από τους κατασκευαστές ελαστικών από τα τέλη του '90 εν αναμονή του ρυθμιστικού πλαισίου της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

2008 Ανανεωμένη Οδηγία για απόβλητα – 2008/98/ΕΚ[14]

- Θέτει τις βασικές αρχές και ορισμούς σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων και θέτει στο τραπέζι αρχές διαχείρισης αποβλήτων όπως «ο ρυπαίνων πληρώνει» και «ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων».

Εισάγει την αρχή του τέλους των αποβλήτων, σύμφωνα με την οποία επιλεγμένα ρεύματα αποβλήτων παύουν να θεωρούνται ως απόβλητα αν συμμορφώνονται με συγκεκριμένα κριτήρια τέλους αποβλήτων.

2010 Ευρωπαϊκό Πρότυπο Ποιότητας – CEN TS 14243

Τον Μάιο του 2010, έγινε η έκδοση του Προτύπου Ποιότητας CEN TS 14243 “Materials produced from end of life tyres – Specification of categories based on their dimension(s) and impurities and methods for determining their dimension(s) and impurities” (Υλικά που παράγονται από ελαστικά τέλους κύκλου ζωής – Προδιαγραφές κατηγοριών βάσει των διαστάσεών τους και των προσμίξεων και μέθοδοι για τον προσδιορισμό των διαστάσεών τους και των προσμίξεων). Η τεχνική προδιαγραφή αυτή έχει σαν στόχο τον χαρακτηρισμό των διαφορετικών υλικών που προέρχονται από ελαστικά τέλους κύκλου ζωής όσο αφορά στις διαστάσεις τους (κομμένα ELT, τεμαχισμένα, τσιπς, τρίμμα και πούδρα) και προσμίξεις (σύρμα και λινό) χρησιμοποιώντας εναρμονισμένες μεθόδους δειγματοληψίας και δοκιμών.

Όσο αφορά την **Ελληνική νομοθεσία** ισχύουν τα ακόλουθα:

- Νόμος 2939/01 για την εναλλακτική διαχείριση των υλικών συσκευασίας και άλλων προϊόντων.[15]
- Προεδρικό Διάταγμα (ΠΔ 109/2004, ΦΕΚ Α75-5/3/2004) που θέτει προδιαγραφές και στόχους για την διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών στην Ελλάδα[16]
- Νόμος 4496/2017 τροποποίησης του Ν2939/2001 για την εναλλακτική διαχείριση των συσκευασιών και άλλων προϊόντων, προσαρμογή στην Οδηγία 2015/720/ΕΕ, ρύθμιση θεμάτων του Ελληνικού Οργανισμού Ανακύκλωσης και άλλες διατάξεις.[17]

2. Ανάλυση πολιτικών διαχείρισης μεταχειρισμένων ελαστικών σε Ευρωπαϊκό επίπεδο

Σχετικά με την ανάπτυξη πολιτικών διαχείρισης αποβλήτων σε εθνικά επίπεδα, η Οδηγία 31/1999 αποτέλεσε σημαντική αφορμή για την εδραίωση συστημάτων διαχείρισης ελαστικών τέλους κύκλου ζωής στην Ευρώπη.

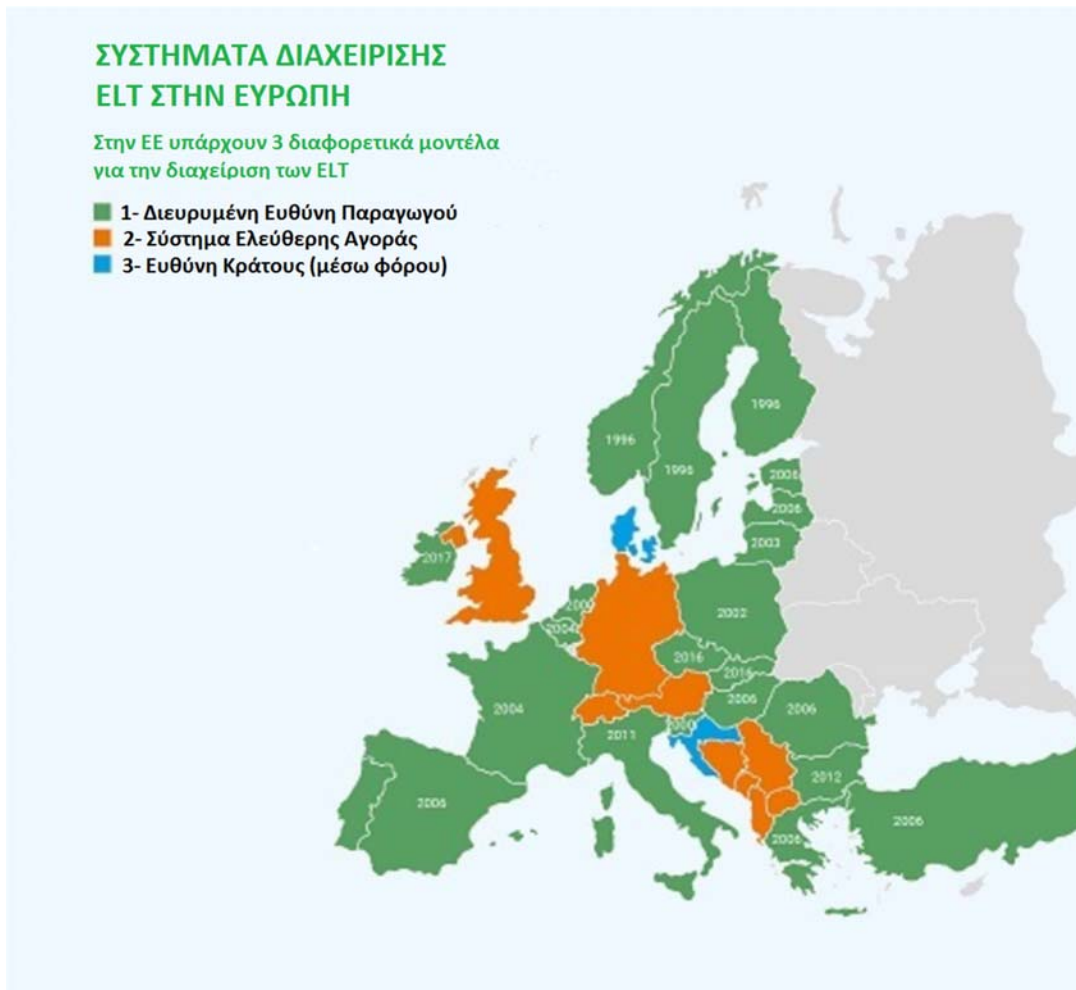
Οι παραγωγοί ελαστικών επίσης αντιμετωπίζουν αυξανόμενη περιβαλλοντική πίεση από το ευρύ κοινό και άλλους ενδιαφερόμενους σχετικά με την παράνομη απόρριψη και τις συσσωρευμένες ποσότητες ελαστικών.

Για όλους αυτούς τους λόγους είναι προς το συμφέρον της βιομηχανίας ελαστικών να συνεχίσει να δρα προληπτικά και να αναλαμβάνει συλλογικά την ευθύνη για τα ελαστικά τέλους κύκλου ζωής.

Σήμερα, στην ΕΕ υπάρχουν τρία διαφορετικά συστήματα για την διαχείριση των ελαστικών τέλους κύκλου ζωής:

- Ευθύνη του παραγωγού
- Ευθύνη του κράτους (μέσω φόρου)
- Σύστημα ελεύθερης αγοράς[3]

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται το σύστημα διαχείρισης ελαστικών τέλους κύκλου ζωής για κάθε χώρα στην Ευρώπη.



Σχήμα 2: Συστήματα διαχείρισης ELT στην Ευρώπη[3]

2.1. Ευθύνη παραγωγού

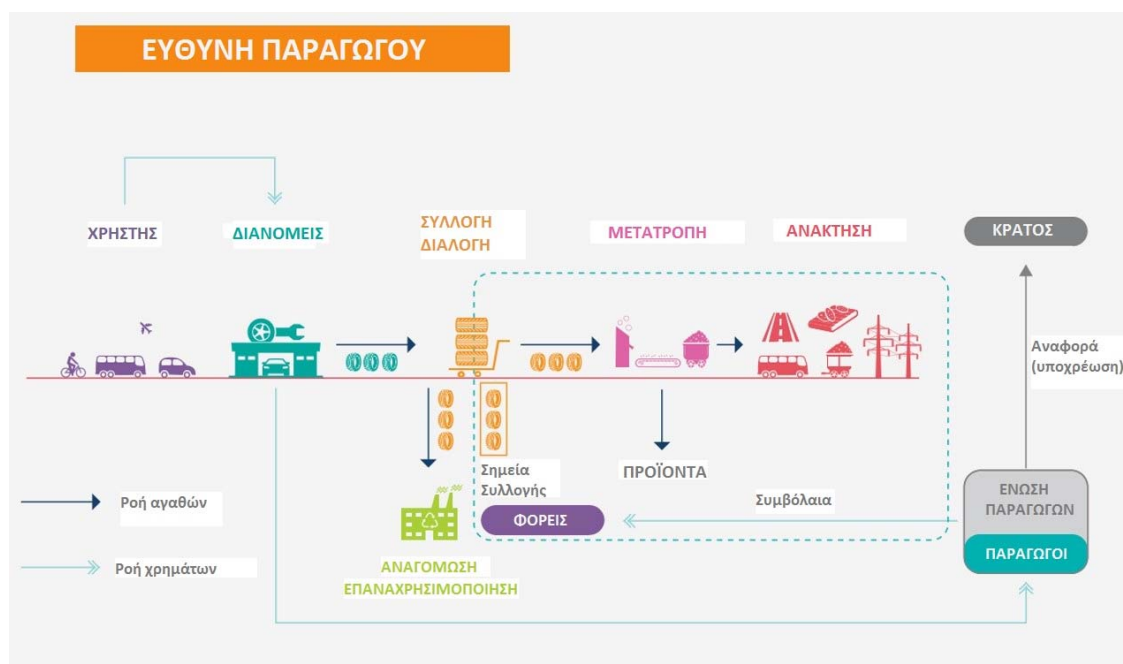
Ο νόμος ορίζει το νομικό πλαίσιο και αναθέτει την ευθύνη στους παραγωγούς (κατασκευαστές και εισαγωγείς ελαστικών) να οργανώσουν την αλυσίδα διαχείρισης των ελαστικών τέλους κύκλου ζωής.

Αυτό οδήγησε στην σύσταση μη-κερδοσκοπικών εταιριών από τους κατασκευαστές ελαστικών με σκοπό να διαχειρίζονται την συλλογή και ανάκτηση των ελαστικών τέλους κύκλου ζωής με τον πιο οικονομικό τρόπο. Η υποχρέωση αναφοράς απέναντι στις εθνικές αρχές είναι ένα καλό παράδειγμα ξεκάθαρης και αξιόπιστης

ιχνηλασιμότητας. Επιπλέον, αυτές οι εταιρίες είναι ικανές να αναπτύξουν υψηλού επιπέδου γνώση πάνω στις τεχνολογίες και να έχουν δυνατότητες έρευνας και ανάπτυξης.

Το σύστημα αυτό δείχνει να είναι το πιο κατάλληλο και οικονομικά εύρωστο για να διαχειρίζεται τις νέες ποσότητες ελαστικών τέλους κύκλου ζωής με αειφόρο και οικονομικό τρόπο. Γενικά, οι κατασκευαστές ελαστικών έχουν δείξει ξεκάθαρη προτίμηση στο σύστημα αυτό.

Το σύστημα ευθύνης του παραγωγού είναι ικανό τόσο να συλλέξει το 100% των ελαστικών τέλους κύκλου ζωής που αποσύρονται κάθε χρόνο αλλά και να μειώσει σταδιακά και τις αποθηκευμένες ποσότητες από προηγούμενα έτη.



Σχήμα 3: Σύστημα ευθύνης παραγωγού[3]

Οι εταιρίες διαχείρισης ELT ιδρύονται από κατασκευαστές ή εισαγωγείς ελαστικών με σκοπό να οργανώνουν σε συλλογική βάση την συλλογή - μεταφορά και ανάκτηση των μεταχειρισμένων ελαστικών. Η διαδικασία αυτή χρηματοδοτείται μέσω του περιβαλλοντικού τέλους (χρηματική εισφορά) το οποίο έχει καθοριστεί από το συλλογικό σύστημα και έχει εγκριθεί από τις κατά τόπους αρμόδιες κρατικές αρχές. Η

χρηματική εισφορά είτε ενσωματώνεται στην τιμή πώλησης του προϊόντος είτε αναγράφεται σε ξεχωριστή γραμμή στα τιμολόγια πώλησης των ελαστικών. Η αλυσίδα που ελέγχεται μέσω των συλλογικών συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης μεταχειρισμένων ελαστικών, εκτείνεται από την συλλογή και μεταφορά του αποβλήτου έως την ανάκτηση ή την ανακύκλωσή του, με την υποστήριξη συνήθως ενός αξιόπιστου εγκατεστημένου μηχανογραφικού συστήματος ιχνηλασιμότητας και ελέγχου. Στο Σχήμα 4 δίνονται παραδείγματα τέτοιων εταιριών για διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες που εφαρμόζουν το σύστημα αυτό. Στην Ελλάδα υπεύθυνη για την διαχείριση των ELT είναι η Ecoelastika.[3], [18]

	Βέλγιο	
	Τσέχικη Δημοκρατία	
	Φινλανδία	
	Γαλλία	
	Ελλάδα	
	Ιρλανδία	
	Ιταλία	
	Ολλανδία	
	Νορβηγία	
	Πολωνία	
	Πορτογαλία	
	Ρουμανία	
	Σλοβακία	
	Ισπανία	
	Σουηδία	
	Τουρκία	

Σχήμα 4: Εταιρίες διαχείρισης ELT (Ευθύνη Παραγωγού) [18]

2.2. Ευθύνη κράτους (μέσω φόρου)

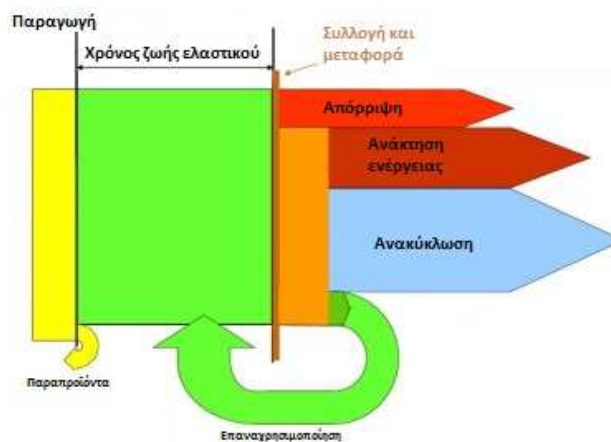
Με το σύστημα αυτό κάθε χώρα είναι υπεύθυνη για την ανάκτηση και ανακύκλωση των ελαστικών τέλους κύκλου ζωής. Η χρηματοδότηση γίνεται από ένα φόρο ο οποίος επιβάλλεται στην παραγωγή ελαστικών και συνεπώς περνά στον καταναλωτή. Πρόκειται για ένα ενδιάμεσο σύστημα όπου οι παραγωγοί πληρώνουν φόρο στο Κράτος, το οποίο είναι υπεύθυνο συνολικά για την οργάνωση και την χρηματοδότηση των σταδίων της αλυσίδας ανάκτησης.[3]

2.3. Σύστημα ελεύθερης αγοράς

Με το σύστημα αυτό, η νομοθεσία ορίζει τους στόχους που πρέπει να επιτευχθούν αλλά δεν ορίζει τους υπευθύνους. Με αυτό τον τρόπο οι φορείς της αλυσίδας ανάκτησης συνάπτουν συμβόλαια σε συνθήκες ελεύθερης αγοράς και δρουν σύμφωνα με την νομοθεσία. Μπορεί να υπάρξει και εθελοντική συνεργασία μεταξύ εταιριών για να προωθηθούν βέλτιστες πρακτικές.[3]

3. Τεχνολογίες αξιοποίησης ελαστικών τέλους κύκλου ζωής

Οι τεχνολογίες διαχείρισης ελαστικών που παρουσιάζονται παρακάτω αποτελούν τις πιο ενδεδειγμένες περιβαλλοντικά επιλογές και εφαρμογές που βρίσκονται ήδη σε ισχύ ή σε πειραματικό στάδιο. Ακολουθείται η γνωστή ιεραρχία της διαχείρισης των αποβλήτων: μείωση, επαναχρησιμοποίηση και ανάκτηση (Reduce-Reuse-Recover). Οι πιο διαδεδομένες τεχνικές είναι η ανακύκλωση και η ανάκτηση ενέργειας. Πέραν από αυτές υπάρχουν τεχνικές για την τελική αξιοποίηση των ελαστικών. Οι κανονισμοί που ισχύουν για τα απόβλητα και ειδικότερα για τα ελαστικά στο τέλος του κύκλου ζωής τους καθώς και το ισχύον νομικό πλαίσιο, καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τους τρόπους διαχείρισης των χρησιμοποιημένων ελαστικών.



Σχήμα 5: Κύκλος ζωής ελαστικών[19]

3.1. Ενεργειακή ανάκτηση

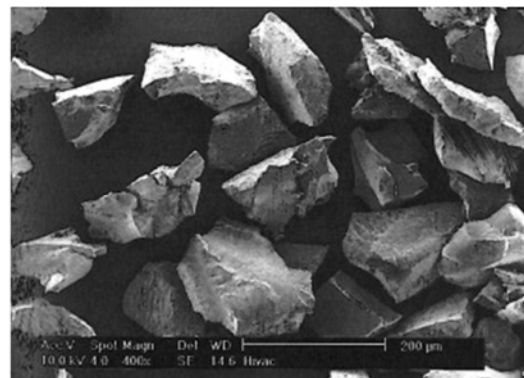
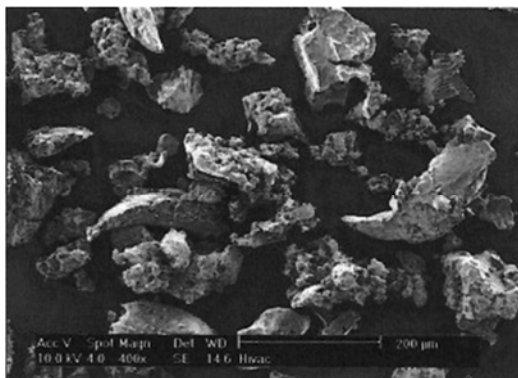
Τα χρησιμοποιημένα ελαστικά ή ελαστικά στο τέλος του κύκλου ζωής τους μπορούν να θεωρηθούν ως εναλλακτικά καύσιμα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για καύσιμο είτε ως ολόκληρα ελαστικά είτε ως τεμαχισμένα ελαστικά. Η χρήση των τεμαχισμένων ελαστικών είναι προτιμότερη στις περισσότερες περιπτώσεις λόγω της βελτιωμένης κατεργασίας και του μειωμένου όγκου τους. Τα τεμαχισμένα ελαστικά μπορούν να

μεταφερθούν εύκολα και στο ίδιο δρομολόγιο να χωρέσουν μεγαλύτερες συνολικά ποσότητες σε αντίθεση με τα φορτία ολόκληρων ελαστικών, γεγονός που επηρεάζει άμεσα το κόστος μεταφοράς.

Η χρήση των μεταχειρισμένων ελαστικών από την τσιμεντοβιομηχανία για ανάκτηση ενέργειας είναι σημαντική, αφού η βιομηχανία αυτή αναζητά ποσότητες εναλλακτικών καυσίμων στην αγορά αποβλήτων. Όλο και περισσότερες τσιμεντοβιομηχανίες δημιουργούν κατάλληλες υποδομές ώστε να καθίστανται ικανές για χρήση τεμαχισμένων ελαστικών ως εναλλακτικό καύσιμο.

3.2. Ανακύκλωση

Για την ανακύκλωση του ελαστικού είναι απαραίτητος ο τεμαχισμός του. Υπάρχουν δυο μέθοδοι τεμαχισμού του παλαιού ελαστικού, **ο μηχανικός τεμαχισμός και ο κρυογενικός τεμαχισμός**. Η μηχανική επεξεργασία των ελαστικών πραγματοποιείται σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος – ή κοντά σε αυτές – σε αντίθεση με τη κρυογενική όπου η επεξεργασία πραγματοποιείται σε συνθήκες ψύξης (-80 °C έως -120°C) με σκοπό το λάστιχο να γίνει ψαθυρό. Η χρήση του τρίμματος ή της πούδρας ελαστικού αυξάνει συνεχώς και κατέχει σημαντικό ρόλο στη διαχείριση των ελαστικών τέλους κύκλου ζωής.



Σχήμα 6: SEM ανάλυση (200μm και 400x) κόκκων ελαστικού από μηχανικό τεμαχισμό (αριστερά) και κρυογενικό τεμαχισμό (δεξιά)[19]

Στον Πίνακα 2 απεικονίζονται τα προϊόντα που παράγονται κατά την επεξεργασία των ελαστικών και οι πιθανές χρήσεις αυτών.[20]

Πίνακας 2: Βαθμός επεξεργασίας των ελαστικών

Βαθμός επεξεργασίας	Ποσοστό	Χρήσεις
Παραγωγή κόκκων	63%	Κάλυψη αθλητικών επιφανειών. Γήπεδα ποδοσφαίρου κ.α. Πρόσθετο στην ασφαλτο.
Τεμάχια	12%	Έργα πολιτικού μηχανικού, έργα αποχέτευσης, θερμικές – ηχητικές μονώσεις, υποστρώματα
Ολόκληρα ελαστικά	10%	Έργα πολιτικού μηχανικού: Έργα ακτών, σιδηροτροχιών, τοιχώματα και βάσεις ΧΥΤΑ
Πούδρα	8%	Πρώτη ύλη βιομηχανικών προϊόντων: πλακίδια δαπέδων, ηχομονωτικά υλικά, αντικραδασμικές βάσεις, υλικά οδοσημάνσεων, εξαρτήματα αυτοκινήτων
Ειδικές εφαρμογές	5%	- -
Διάφορα	2%	- -

Η περιεκτικότητα σε άνθρακα των ελαστικών επιτρέπει την επιπλέον χρήση τους σε ηλεκτρικές καμίνους (arc electric furnaces) ή σε φούρνους χυτηρίων σε αντικατάσταση του ανθρακίτη. Σε αυτές τις εφαρμογές χρησιμοποιούνται τεμαχισμένα ελαστικά και η κοκκοποίηση δεν είναι απαραίτητη.

Τα ολόκληρα ελαστικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άλλους σκοπούς, αλλά οι περισσότερες διαδικασίες χρησιμοποιούν θρυμματισμένα ελαστικά με σκοπό την αποδοτική χρήση τους σε διάφορες εφαρμογές. Για το θρυμματισμό απαιτούνται επενδύσεις σε εξειδικευμένο εξοπλισμό, ενώ η ίδια διαδικασία είναι ενεργοβόρα.

Το ελαστικό μπορεί να τεμαχιστεί και να κοκκοποιηθεί σε διάφορα μεγέθη, ανάλογα με την τελική του εφαρμογή. Όσο πιο μικρό το μέγεθος του τελικού προϊόντος, τόσο πιο ακριβή η διαδικασία τεμαχισμού, κάτι το οποίο λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στο τελικό κόστος της εφαρμογής. Επιπλέον, η μεγάλη μείωση του μεγέθους απαιτεί πολύ ενέργεια, προκαλεί φθορά στα μηχανήματα και προϋποθέτει αυστηρούς περιβαλλοντικούς ελέγχους. Ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζεται σε αρκετές χώρες είναι η έλλειψη συστημάτων επαρκούς αποκονίωσης στους χώρους λειτουργίας των μηχανημάτων κατεργασίας, με αποτέλεσμα τη διασπορά στο

περιβάλλον σωματιδίων ελαστικού που θέτουν σε κίνδυνο την υγεία των εργαζομένων.[21]

4. Συνήθεις εφαρμογές τρίμματος ελαστικού σε έργα πολιτικού μηχανικού

Οι διάφορες χρήσεις των χρησιμοποιημένων ελαστικών σε έργα πολιτικού μηχανικού περιγράφονται στο πρότυπο ASTM D6270, το πρότυπο PAS 107:2012 καθώς και σε εργασίες των Hylands and Shulman. [4]

Πίνακας 3: Διάφορες εφαρμογές των ελαστικών στα έργα πολιτικού μηχανικού

Εφαρμογή	Υλικό											Πηγή	Τεχνολογία
	Ο	Κ	Τ	Σ	Ι	Π	Μ	Α	Β	Υ	Ν		
Τεχνητοί ύφαλοι	X											ΟΕ	Μ
Αντερείσματα γέφυρας	X		X									ΟΕ, ΟΦ	Μ, Π
Πρόσθετα κατασκευών από σκυρόδεμα										X		Όλα	Υ
Υποστρώματα αποστράγγισης υπόγειων οχετών			X									ΟΕ, ΟΦ	Π
Αναχώματα	X		X	X								ΟΕ, ΟΦ, ΜΤ	Μ, Π
Μόνωση	X		X	X								ΟΕ, ΟΦ	Μ, Π
Έλεγχος Διάβρωσης	X	X	X	X								ΟΕ, ΟΦ	Μ, Π
Έργα ΧΥΤΑ	X		X	X								ΟΕ, ΟΦ	Μ, Π
Σταθεροποίηση πλαγιών	X		X	X								ΟΕ, ΟΦ	Μ, Π
Προσωρινά οδοστρώματα	X	X	X	X								ΟΕ, ΟΦ	Μ, Π
Θερμομόνωση	X		X	X								ΟΕ, ΟΦ, ΜΤ	Μ, Π
Υλικά οδοπροστασίας	X	X	X	X								Όλα	Μ, Π
Ελαφροβαρή υλικά πλήρωσης κενών	X		X	X								ΟΕ, ΟΦ, ΜΤ	Α, Π
Ηχομονωτικά υλικά	X	X	X	X								ΟΕ, ΟΦ, ΜΤ	Ν, Α, Μ, Π
Τάπητες ασφαλείας εσωτερικών χώρων					X	X						ΟΕ, ΟΦ	Κ, Π
Επιφάνειες παιδικών χαρών				X	X	X						ΟΕ, ΟΦ	Κ, Π
Πρόσθετα οδοποιίας						X			X	X		Όλα	Υ, Β
Ελαστική οδοποιία					X	X						ΟΕ, ΟΦ	Π, Κ
Οδοσήματα					X	X		X	X			Όλα	Π, Υ, Α, Β
Υποδομή ραγών τρένου και τραμ				X								ΟΕ, ΟΦ	Μ, Π, Κ

Υλικά	Πηγή	Τεχνολογία μείωσης μεγέθους
Ο: Ολόκληρα ελαστικά	ΟΕ: Ολόκληρα ελαστικά επιβατικών οχημάτων	Μ: Μηχανική
Κ: Κομμένα	ΟΦ: Ολόκληρα ελαστικά φορτηγών	Κ: Κρυσταλλική ελάττωση μεγέθους
Τ: Τεμαχισμένα	ΟΜ: Ολόκληρα ελαστικά μικτά επιβατικών και φορτηγών	Π: Μείωση μεγέθους στο περιβάλλον
Σ: Τσιπς	ΠΦ: Πέλμα φορτηγών	Β: Αποβουλκανισμός
Ι: Κόκκοι	ΠΕ: Πέλμα επιβατικών	Α: Ανάκτηση
Π: Πούδρα	ΑΕ: Άλλο ελαστικό	Υ: Πυρόλυση
Μ: Τρίμμα	Όλα: Όλα τα είδη των ελαστικών	
Α: Ανακτημένα	ΑΤ: Άλλες τεχνολογίες	
Β: Αποβουλκανισμένα		
Υ: Προϊόντα πυρόλυσης		
Ν: Αναβαθμισμένα υλικά		

4.1. Χρήση σε έργα ΧΥΤΑ

Τα ελαστικά στο τέλος του κύκλου ζωής τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ΧΥΤΑ στις παρακάτω εφαρμογές:

- Συλλογή στραγγισμάτων
- Προστατευτικό στρώμα των γύρω τοιχωμάτων
- Αποστραγγιστική στρώση συλλογής στραγγισμάτων
- Καθημερινή κάλυψη του μετώπου των απορριμμάτων
- Προσωρινοί δρόμοι εντός του απορριμματικού αναγλύφου
- Μπάλες ελαστικών ως υπόβαση σε εσωτερικούς δρόμους των ΧΥΤΑ

Στις παραπάνω εφαρμογές χρησιμοποιούνται ολόκληρα ελαστικά (κομμάτια πάνω από 300 mm), τεμαχισμένα ελαστικά (50 mm – 300 mm) και chips ελαστικού (10 mm-50 mm). Η επιλογή του μεγέθους εξαρτάται από το κόστος επεξεργασίας και μεταφοράς, τη διαθεσιμότητα και περιβαλλοντικές προϋποθέσεις για το χώρο χρήσης τους. Εξαρτάται επίσης από τον συγκεκριμένο χώρο υγειονομικής ταφής και τις νομικές προϋποθέσεις.[4], [21], [22]

4.2. Ελαφροβαρές υλικό πλήρωσης και ενισχυτικό εδάφους

Τα ελαστικά χρησιμοποιούνται ως ελαφρύ πρόσθετο σε μεγάλο εύρος έργων πολιτικού μηχανικού, όπως για παράδειγμα ως πρόσθετο σε κατασκευές αντιστήριξης και αναχώματα, ως πρόσθετο σε αντερείσματα γεφυρών και ως σταθεροποιητής σε πρηνή εδαφών αντικαθιστώντας τα αδρανή υλικά και τα χαλίκια. Στις εφαρμογές αυτές χρησιμοποιούνται ολόκληρα ελαστικά (κομμάτια πάνω από 300 mm), τεμαχισμένα ελαστικά (50 mm – 300 mm) και chips ελαστικού (10 mm-50 mm).[1], [4], [21]–[23].

4.3. Αντιδιαβρωτικά έργα

Τα ελαστικά, λόγω της αντοχής και της σταθερότητας της δομής τους, χρησιμοποιούνται σε αντιδιαβρωτικά έργα με σκοπό να απορροφούν την ενέργεια του κινούμενου νερού. Βρίσκουν εφαρμογή σε θαλάσσιες ακτές, ποτάμια αλλά και στην περίπτωση βρόχινου νερού. Ελαστικά έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί στην αποκατάσταση διαβρωμένων ρείθρων και μικρών φαραγγιών μέσω γεμίσματος καθώς και στην κατασκευή προστατευτικών τοιχίων διάβρωσης.[4], [21], [22]

4.4. Ηχοπετάσματα

Τα ηχοπετάσματα κατασκευασμένα από λάστιχα μπορούν να μειώσουν τα επίπεδα θορύβου στις μεγάλες οδούς ταχείας κυκλοφορίας. Σε αυτά γίνεται χρήση ολόκληρων και τεμαχισμένων ελαστικών. Μερικά ηχοπετάσματα κατασκευάζονται από ειδικές ματ επιφάνειες που φτιάχνονται από κόκκους ελαστικού.[4], [21]

4.5. Θερμική μόνωση

Τεμαχισμένα ελαστικά και chips χρησιμοποιούνται ως θερμομονωτικό υλικό. Η θερμική αντίσταση των ελαστικών είναι επτά με οκτώ φορές μεγαλύτερη από ότι του χαλικιού. Σε χώρες με μεσαίες και πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, χρησιμοποιούνται για

μόνωση δρόμων και άλλων συναφών κατασκευών, κάτω από την ασφαλτο για αποφυγή ρωγμών λόγω ψύχους και ως πρόσθετο στην κατασκευή των σωληνώσεων νερού.[4], [21]

4.6. Απόσβεση κραδασμών

Οι δονήσεις και ο θόρυβος που προκαλούνται από την διάβαση τρένων μέσα από κατοικημένες περιοχές αποτελούν πρόβλημα για τους κατοίκους. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να ελαχιστοποιηθεί μέσω της χρήσης υλικών μείωσης των κραδασμών. Το τρίμα ελαστικών αποτελεί μια οικονομική λύση για μετρίαση των κραδασμών σε σιδηροδρομικές εφαρμογές.[3], [22]

4.7. Σκυρόδεμα

Τρίμμα ελαστικού έχει χρησιμοποιηθεί για να υποκαταστήσει μερικώς αδρανή υλικά σε κονιάματα και σκυρόδεμα. Το ελαστικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή σκυροδέματος για ειδικές εφαρμογές, αρκεί να έχει γίνει σωστή επιλογή των διεργασιών που θα ακολουθηθούν – συμπεριλαμβανομένου του ποσού, του μεγέθους και του σχήματος των σωματιδίων ελαστικού. Το σκυρόδεμα που παράγεται έχει μειωμένο ειδικό βάρος, αυξημένη αντίσταση σε ρωγμές, αντοχή σε παραμόρφωση και μεγαλύτερη ικανότητα απορρόφησης δονήσεων. Ωστόσο ανάλογα με το ποσοστό, το μέγεθος και το είδος του ελαστικού που χρησιμοποιείται, μπορεί το σκυρόδεμα να έχει μειωμένη μηχανική αντοχή.[1], [3], [23], [24]

4.8. Κατασκευή δρόμων

Το σκυρόδεμα με πρόσθετο ελαστικού βελτιώνει την απορροφητικότητα των κραδασμών στο δρόμο και την αντίσταση σε ρωγμές. Στη Βραζιλία δοκιμάζεται η χρήση ελαστικού στην κατασκευή διαχωριστικών κιγκλιδωμάτων στις οδούς ταχείας

κυκλοφορίας σε συνδυασμό με ένα μίγμα συμβατικού σκυροδέματος, μίγματος ελαστικού και ινών γυαλιού.

Τα τρίμματα ελαστικού μπορούν να ενσωματωθούν στα ασφαλτομίγματα με δύο μεθόδους, που αναφέρονται ως:

- Υγρή διαδικασία
- Ξηρή διαδικασία

Κατά την υγρή διαδικασία το τρίμμα δρα ως τροποποιητής ασφάλτου, ενώ κατά την ξηρή διαδικασία τσιπς, τρίμα ή πούδρα ελαστικών χρησιμοποιούνται ως λεπτόκοκκο κλάσμα των αδρανών.

Η υγρή μέθοδος έχει εφαρμογή στα ασφαλτικά μίγματα που παρασκευάζονται εν θερμώ αλλά και στις ασφαλτικές επαλείψεις. Συνίσταται στην προσθήκη πούδρας ελαστικού (διαβαθμίσεως έως 4,75 mm) στην άσφαλτο σε αναλογία 18-25 %, πριν την προσθήκη στα αδρανή. Το παραγόμενο προϊόν από την ανάμιξη είναι η τροποποιημένη με ελαστικό άσφαλτος (rubber asphalt), και έχει αποκτηθεί διεθνώς σημαντική εμπειρία στην σχετική επεξεργασία.

Η υγρή μέθοδος είναι η πλέον διαδεδομένη. Η εφαρμογή της στις ΗΠΑ ξεκίνησε ήδη από το 1970 και βαθμιαία οι διάφορες Πολιτειακές Αρχές Συγκοινωνιακών Έργων (DOTs: Departments of Transportation) ανέπτυξαν μεθοδολογίες παραγωγής και προδιαγραφές.

Από τις μέχρι σήμερα εφαρμογές στις ΗΠΑ έχουν συνταχθεί τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Παρατηρήθηκε βελτιωμένη επίδοση σε σχέση με τα συμβατικά θερμά ασφαλτομίγματα στους περισσότερους κλιματικούς τύπους. Επιστρώσεις πυκνής σύνθεσης με ενσωμάτωση ασφάλτου τροποποιημένης με ελαστικό μπορούν να έχουν τις ίδιες επιδόσεις με στρώσεις συμβατικών μιγμάτων μεγαλύτερου πάχους. Στρώσεις κυκλοφορίας με ανοικτές συνθέσεις

τροποποιημένης με ελαστικό ασφάλτου έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής έναντι στρώσεων συμβατικών μιγμάτων.

- Γενικώς το κόστος παραγωγής του τροποποιημένου με πούδρα ελαστικού ασφάλτου είναι από 20% έως και 100% φορές μεγαλύτερο εκείνου της συνήθους ασφάλτου. Με την άνοδο της τιμής του πετρελαίου διεθνώς (και αντίστοιχα της ασφάλτου) η σχέση αυτή κόστους είναι σήμερα ευνοϊκότερη. Επίσης, αν αξιολογηθεί το κόστος με βάση ανάλυση κύκλου ζωής (LCCA), η χρήση τροποποιημένης ασφάλτου είναι οικονομικά αποδεκτή. [25]

Κατά συνέπεια για την εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνολογίας απαιτείται διερεύνηση και συνεκτίμηση παραγόντων όπως:

- Κόστος παραγωγής τροποποιημένης με ελαστικό ασφάλτου έναντι κοινής ή τροποποιημένων με πολυμερή ασφάλτων.
- Κόστος κατασκευής στρώσεων ισοδύναμου ως προς την επίδοση στρώσεων.
- Συγκριτική αξιολόγηση ανθεκτικότητας στρώσεων υπό διάφορες κλιματολογικές συνθήκες.
- Περιβαλλοντικό κόστος διάθεσης πλεοναζόντων προϊόντων ανακύκλωσης ελαστικών.

Επισημαίνεται πάντως ότι η τεχνογνωσία ανάμιξης πούδρας ελαστικού – ασφάλτου στην χώρα είναι μάλλον ελλιπής. Σε γενικές γραμμές για την παραγωγή της τροποποιημένης με ελαστικό ασφάλτου απαιτείται μονάδα ανάμιξης / χημικός αντιδραστήρας με κατάλληλες δοσομετρικές διατάξεις για την συνεχή και ομοιόμορφη προσθήκη ασφάλτου, πούδρας ελαστικού και λοιπών τροποποιητικών παραγόντων (modifiers). Η διαδικασία ανάμιξης / αντίδρασης, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, γίνεται σε θερμοκρασία από 165 έως 205°C και διαρκεί από 10-15 min

έως και 2 ώρες, ανάλογα με τον τύπο και την κοκκομετρία της πούδρας του ελαστικού (crumb rubber). Λόγω του αυξημένου ιξώδους της τροποποιημένης με ελαστικό ασφάλτου η θερμοκρασία του ασφαλτικού σκυροδέματος θα πρέπει να είναι 150-180°C, για την εξασφάλιση επαρκούς εργασιμότητας και την διάστρωση και συμπύκνωση του τάπητα.

Ένα άλλο θέμα που πρέπει να αντιμετωπισθεί είναι οι μελέτες συνθέσεως των ασφαλτομιγμάτων, οι οποίες, βέβαια, εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά της τροποποιημένης με πούδρα ελαστικού ασφάλτου (ιξώδες, σημείο μαλθώσεως, μέτρο ελαστικότητας, μόνιμη παραμόρφωση, θερμικές ρηγματώσεις, αντοχή σε γήρανση). Απαιτείται κατά συνέπεια η εξασφάλιση μονάδας (μονάδων) ανάμιξης / αντίδρασης (συνεπώς εξασφάλιση μιας ελάχιστης απορρόφησης προϊόντος για να είναι βιώσιμη η επένδυση και η εκτέλεση ενός πλήρους προγράμματος εργαστηριακών δοκιμών για την επιλογή καταλλήλων συνθέσεων για διάφορες εφαρμογές.

Στην Ισπανία υπάρχουν 1170 km δρόμου με άσφαλο τροποποιημένη με ελαστικά, από τα οποία στα 360 km η τροποποίηση της ασφάλτου έγινε με την ξηρή διαδικασία και στα 860 km με την υγρή διαδικασία. Επίσης, στην Πορτογαλία είχε ξεκινήσει, πριν την οικονομική κρίση, η επιτυχημένη χρήση της τροποποιημένης με ελαστικά ασφάλτου και έχουν στρωθεί περίπου 700 km δρόμου. [1], [3], [23]

5. Αποτίμηση δυναμικού χρήσης σε έργα πολιτικού μηχανικού στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα το συλλογικό σύστημα Ecoelastika έχει αναλάβει την οργάνωση συλλογής, ανακύκλωσης και ενεργειακής αξιοποίησης των μεταχειρισμένων ελαστικών. Η Ecoelastika για την διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών συνάπτει συμβάσεις συνεργασίας με αδειοδοτημένες εταιρίες για την συλλογή, μεταφορά, προσωρινή αποθήκευση και τελική αξιοποίησή τους.

Στόχος της είναι να βρίσκει πάντα τη βέλτιστη δυνατή περιβαλλοντικά και οικονομικά λύση για την διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών.

Κάθε συνεργείο ελαστικών οφείλει να συγκεντρώνει τα παλαιά λάστιχα και να τα παραδίδει σε συμβεβλημένους με την Ecoelastika συλλέκτες-μεταφορείς ώστε να οδηγηθούν προς περαιτέρω επεξεργασία για ανακύκλωση ή ενεργειακή αξιοποίηση. Συνολικά σε πανελλαδικό δίκτυο υπάρχουν περίπου 3.000 σημεία συλλογής παλαιών ελαστικών τα οποία μέσω εταιριών συλλογής και μεταφοράς καταλήγουν σε 8 υπάρχουσες μονάδες διαχείρισής τους.



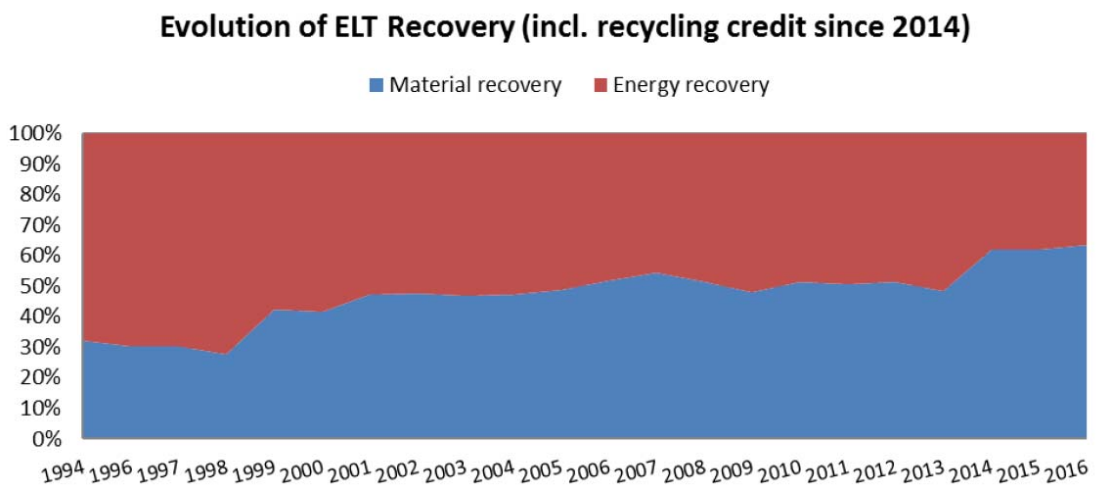
Σχήμα 7: Συλλογή και αποθήκευση μεταχειρισμένων ελαστικών στην Ελλάδα[26]

Η συλλογή των μεταχειρισμένων ελαστικών γίνεται απευθείας από τα σημεία συλλογής που είναι τα βουλκανιζατέρ, τα συνεργεία, τα διαλυτήρια αυτοκινήτων που έχουν συμβληθεί με το αντίστοιχο σύστημα εναλλακτικής διαχείρισης οχημάτων τέλους κύκλου ζωής (ΕΔΟΕ) καθώς και τα αναγομωτήρια. Το κάθε σημείο συλλογής όταν συγκεντρώσει τουλάχιστον 60 ελαστικά επιβατικών ή/και 10 ελαστικά φορτηγών ή/και 45 ελαστικά μηχανών επικοινωνεί με την Ecoelastika για τη συλλογή των ελαστικών. Ο συλλέκτης-μεταφορέας υποχρεούται να συλλέγει τα μεταχειρισμένα ελαστικά από το σημείο συλλογής εντός 3 ημερών από τη μέρα ειδοποίησης του τελευταίου. Παράλληλα, το σύστημα παραλαμβάνει ελαστικά από «κατόχους», όπως π.χ. τεχνικές εταιρίες, οργανισμοί, δήμοι κλπ., κατόπιν υπογραφής ειδικής σχετικής σύμβασης. Με τον τρόπο αυτό έχει καταστεί εφικτό να οδηγηθούν προς αξιοποίηση σημαντικές ποσότητες που ήταν συσσωρευμένες από χρόνια, πριν από την ενεργοποίηση του συστήματος της Ecoelastika.

Σήμερα, η συλλογή των μεταχειρισμένων ελαστικών ξεπερνά το 95% των αποσυρόμενων μεταχειρισμένων ελαστικών στη χώρα, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα του Σχήμα 7 Σχήμα 7.

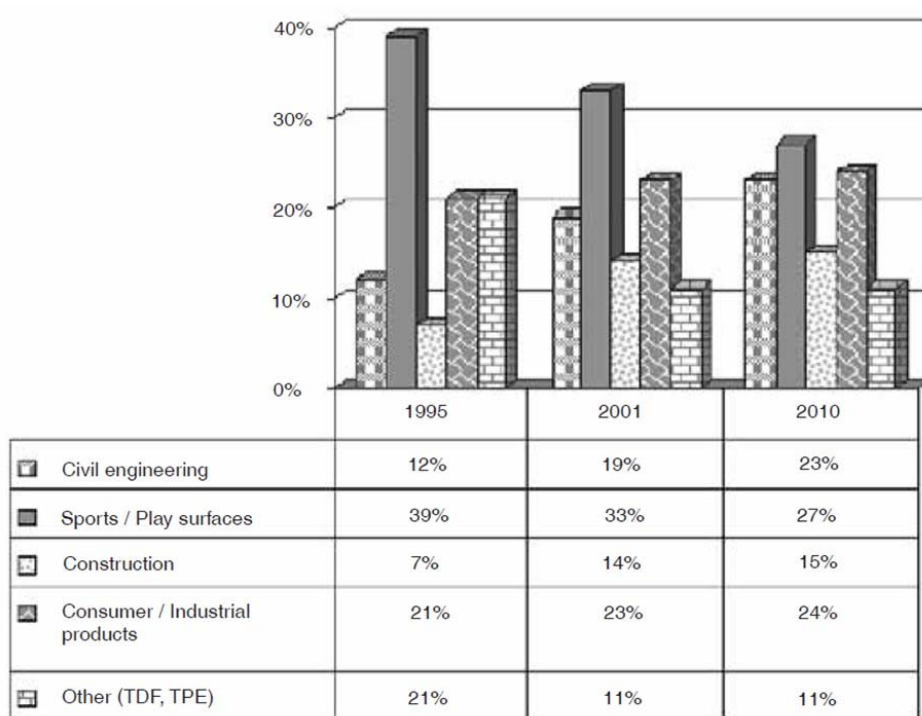


Σχήμα 8: Αξιοποίηση ελαστικών τέλους κύκλου ζωής στην Ελλάδα[26]



Σχήμα 9: Αξιοποίηση ελαστικών τέλους κύκλου ζωής στην Ευρώπη[27]

Στο διάγραμμα του Σχήμα 8 παρουσιάζονται οι τρόποι αξιοποίησης των ελαστικών τέλους κύκλου ζωής στην Ελλάδα, ενώ στο διάγραμμα του Σχήμα 9 παρουσιάζονται τα αντίστοιχα ποσοστά σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Κατά μέσο όρο, στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια περίπου η μισή ποσότητα ελαστικών ανακυκλώνεται και από την άλλη μισή γίνεται ενεργειακή ανάκτηση, ενώ στην Ευρώπη τα τελευταία χρόνια περίπου το ποσοστό της ανάκτησης υλικών αυξήθηκε από το 50% στο 60%. Δεδομένου ότι η επαναχρησιμοποίηση είναι ψηλότερα στην ιεραρχία διαχείρισης αποβλήτων από την θερμική αξιοποίηση, οι ποσότητες που θα ήταν προτιμότερο να αξιοποιηθούν σε έργα πολιτικού μηχανικού είναι πολύ μεγάλες. Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα του Σχήμα 10, τις τελευταίες δεκαετίες στην Ευρώπη έχει παρατηρηθεί αύξηση της χρήσης ελαστικών σε έργα πολιτικού μηχανικού και μείωση της χρήσης τους σαν καύσιμο. Ως εκ τούτου, μια εφαρμογή η οποία θα μπορούσε να απορροφήσει μεγάλες ποσότητες ανακυκλωμένου ελαστικού είναι η χρήση του για τροποποίηση ασφάλτου. [4], [26], [27]



Σχήμα 10: Εξέλιξη αγοράς χρησιμοποιημένων ελαστικών στην Ευρώπη

Βιβλιογραφία

- [1] N. Oikonomou and S. Mavridou, "The use of waste tyre rubber in civil engineering works," in *Sustainability of Construction Materials*, Elsevier, 2009, pp. 213–238.
- [2] "ETRMA - End of Life Tyres." [Online]. Available: <http://www.etrma.org/tyres/ELTs>. [Accessed: 21-May-2018].
- [3] ETRMA, "End-of-life Tyre Report 2015," p. 36, 2015.
- [4] K. N. Hylands and V. Shulman, "Civil engineering applications of tyres Viridis Report VR5," 2003.
- [5] M. Sienkiewicz, J. Kucinska-Lipka, H. Janik, and A. Balas, "Progress in used tyres management in the European Union: A review," *Waste Management*, vol. 32, no. 10, pp. 1742–1751, Oct. 2012.
- [6] "Οδηγία 75/442/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 15ης Ιουλίου 1975 περί των στερεών αποβλήτων," *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*, 1975.
- [7] "Κανονισμός 259/93/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 1ης Φεβρουαρίου 1993 σχετικά με την παρακολούθηση και τον έλεγχο των μεταφορών αποβλήτων στο εσωτερικό της Κοινότητας καθώς και κατά την είσοδο και έξοδό τους," *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*, 1993.
- [8] "Οδηγία 1999/31/ΕΚ του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999 περί ταφής των αποβλήτων," *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*, 1999.
- [9] "Απόφαση 2000/532/ΕΚ της Επιτροπής της 3ης Μαΐου 2000 για την αντικατάσταση της απόφασης 94/3/ΕΚ του Συμβουλίου και της απόφασης 94/904/ΕΚ του Συμβουλίου για την κατάρτιση καταλόγου επικίνδυνων αποβλήτων κατ' εφαρμογή του άρθρου 1 παράγραφος 4 της οδηγίας," *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*, 2000.
- [10] "Οδηγία 2000/76/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου της 4ης Δεκεμβρίου 2000 σχετικά με την αποτέφρωση αποβλήτων," *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*, 2000.

- [11] “Οδηγία 2000/53/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου της 18ης Σεπτεμβρίου 2000 για τα οχήματα στο τέλος του κύκλου ζωής τους,” *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*, 2000.
- [12] “Απόφαση 2001/118/ΕΚ της Επιτροπής της 16ης Ιανουαρίου 2001 για την τροποποίηση της απόφασης 2000/532/ΕΚ όσο αφορά τον κατάλογο αποβλήτων,” *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*, 2001.
- [13] “Ανακοίνωση COM(2005) 666 final της Επιτροπής στο Συμβούλιο, στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, στην Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και στην Επιτροπή Περιφερειών. Ένα βήμα μπροστά για την αειφόρο χρήση των πόρων: Θεματική Στρατηγική για την πρόληψη τη,” *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*, 2005.
- [14] “Οδηγία 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Νοεμβρίου 2008 για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών,” *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*, 2008.
- [15] “N.2939/2001,” *ΦΕΚ 179/A/6.8.2001*, 2001.
- [16] “ΠΔ 109/2004,” *ΦΕΚ 75/A/5.3.2004*, 2004.
- [17] “N.4496/2017,” *ΦΕΚ 170/A/8.11.2017*.
- [18] “ETRMA - Management schemes.” [Online]. Available: <http://www.etrma.org/tyres/ELTs/ELT-management/ELT-management-schemes>. [Accessed: 02-Jul-2018].
- [19] D. Lo Presti, “Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures: A literature review,” *Construction and Building Materials*, vol. 49, pp. 863–881, 2013.
- [20] Δ Κανακόπουλος and ADVENSOL, “Ολοκληρωμένες Εγκαταστάσεις Ανακύκλωσης Ελαστικών,” in *HELECO '05, TEE*.
- [21] “Revised technical guidelines on the environmentally sound management of used tyres,” 2008.
- [22] D. Cheng and P. E. Director, “California Department of Resources Recycling and Recovery Usage Guide Tire-Derived Aggregate (TDA),” 2016.

- [23] H. Wallingford, “Sustainable Re-use of Tyres in Port, Coastal and River Engineering Guidance for planning, implementation and maintenance Report SR 669 Release 1.0,” 2005.
- [24] Σ. Δ. Μαυρίδου, “Αξιοποίηση Ανακυκλωμένων Ελαστικών Αυτοκινήτων σε Ειδικών Εφαρμογών Κονιάματα και Σκυροδέματα Τσιμέντου ή Ασφάλτου,” Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- [25] Y. Huang, R. N. Bird, and O. Heidrich, “A review of the use of recycled solid waste materials in asphalt pavements,” *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 52, no. 1, pp. 58–73, 2007.
- [26] Ecoelastika, “Συλλογή Ελαστικών.” [Online]. Available: <http://ecoelastika.gr/syllogh-elastikwn/>. [Accessed: 23-May-2018].
- [27] ETRMA, “Europe - 94% of all used tyres collected and treated in 2016,” 2018.