eco elastika

Α.Ε. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ

Έργο:

« Εκπόνηση Μελέτης με σκοπό την Εύρεση της Αντίστασης στη Φθορά Ελαστικών Πλακιδίων κατασκευασμένα από EPDM και Τρίμμα Ελαστικού, για Χρήση σε Παιδικές Χαρές »

Μελετητική Εταιρεία:

Clean Energy ΕΠΕ – Εταιρία Ανάπτυξης Εφαρμογής και Ελέγχου Καθαρών Ενεργειακών Τεχνολογιών

Έδρα: 4ο χλμ. Ε.Ο. Πτολεμαΐδα - Κοζάνη, GR 502 00 Πτολεμαΐδα, Tel.: 24630-55300, Fax: +324630-55301

E-mail: cleanenergy@cleanenergy.com.gr

Τελική Έκθεση

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 Εισαγωγή 5

1.1 Σκοπός Μελέτης.....5

1.2 Αξιοποίηση Τρίμματος Ελαστικού στην Παραγωγή Ελαστικών Πλακιδίων για Χρήση σε Παιδικές Χαρές 7

1.3 Κανονισμός REACH και Νομοθεσία σχετικά με τις Συγκεντρώσεις των PAHs.....9

2 Δοκίμια Μελέτης και Μέθοδοι Αξιολόγησης.....12

2.1 Δοκίμια Μελέτης 12

2.2 Επιλογή Μεθόδων Αξιολόγησης της Αντοχής στη Φθορά.....15

3 Παρουσίαση και Αποτίμηση Αποτελεσμάτων 17

3.1 Μέσο Πάχος Στρώσης EPDM 17

3.2 Δοκιμές Αντοχής στη Φθορά με τη Μέθοδο EN 13892-4 και Κατάταξη με βάση το Πρότυπο EN 13813 26

3.3 Προκαταρκτική Δοκιμή Καταπόνησης των 10.000 Κύκλων (pretest) με τη Μέθοδο EN ISO 5470-1 28

3.4 Δοκιμές Αντοχής στη Φθορά με τη Μέθοδο ISO 5470-1 σε Πλακίδια σε Κατάσταση «Ως έχει», καθώς και μετά από Τεχνητή Γήρανση 31

4 Εκτίμηση Χρόνου Ζωής Πλακιδίων.....37

5 Συμπεράσματα.....45

6 Βιβλιογραφία 47

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I.....50

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II 53

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III 55

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV.....60

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ 62

1 Εισαγωγή

1.1 Σκοπός Μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εύρεση της **Αντίστασης στη Φθορά** (Abrasion Resistance, AR) ελαστικών πλακιδίων τα οποία είναι κατασκευασμένα από δύο (2) στρώσεις:

- ✓ **Κατώτερη στρώση από ανακυκλωμένο ελαστικό SBR** *(Styrene Butadiene Rubber)*
- ✓ **Ανώτερη στρώση από ελαστομερές EPDM** *(Ethylene Propylene Diene Monomer)*, είδος συνθετικού καουτσούκ.

Τα εν λόγω πλακίδια προορίζονται για χρήση σε παιδικές χαρές.

Καθώς το ανακυκλωμένο ελαστικό **SBR** εμφανίζει πιθανά συγκεντρώσεις **Πολυκυκλικών Αρωματικών Υδρογονανθράκων** (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs) μεγαλύτερες του ορίου που θέτει ο **κανονισμός REACH**, στα εν λόγω πλακίδια το υλικό SBR μπορεί να αποτελεί μόνο την κατώτερη στρώση, με διαφορετική άνω επικάλυψη, ώστε να μην έρχονται σε παρατεταμένη ή επαναλαμβανόμενη επαφή με αυτό οι χρήστες των πλακιδίων.

Η συγκεκριμένη μελέτη αφορά, στη διερεύνηση της φθοράς της άνω στρώσης EPDM, ώστε να εξακριβωθεί η συμμόρφωση ή μη των πλακιδίων με τον κανονισμό της REACH για τους PAHs. Συγκεκριμένα αφορά στον **υπολογισμό του ελάχιστου απαιτούμενου πάχους της άνω στρώσης EPDM, το οποίο θα διασφαλίζει ότι καθ' όλη τη διάρκεια χρήσης των πλακιδίων δε θα αποκαλυφθεί η κάτω στρώση του SBR**.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, εξετάστηκε το κατά πόσο τα πλακίδια πληρούν τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές που τίθενται από το **EN 14877:2013** *«Synthetic Surfaces for Outdoor Sports Areas»* για την αντίσταση στην τριβή / φθορά, και το οποίο αφορά σε συνθετικές επιφάνειες για εξωτερικούς αθλητικούς χώρους.

Με κύρια παραδοχή ότι τα πλακίδια φτάνουν στο τέλος του χρόνου ζωής τους όταν έχει φθαρεί σε τέτοιο βαθμό η στρώση του EPDM ώστε τελικά να διαφαίνεται η κάτω στρώση του SBR, και με βάση τα αποτελέσματα των διαφόρων δοκιμών που διενεργήθηκαν, πραγματοποιήθηκε μελέτη εκτίμησης του χρόνου ζωής των πλακιδίων κάτω από φυσιολογικές και εύλογα προβλέψιμες συνθήκες χρήσης τους.

1.2 Αξιοποίηση Τρίμματος Ελαστικού στην Παραγωγή Ελαστικών Πλακιδίων για Χρήση σε Παιδικές Χαρές

Η **Οδηγία Πλαίσιο 98/2008/ΕΚ** σχετικά με την ιεραρχία διαχείρισης των αποβλήτων μαζί με την **Οδηγία 28/2009/ΕΚ**, η οποία ενθαρρύνει τα κράτη μέλη να εφαρμόσουν καθεστώτα στήριξης του βιογενούς κλάσματος των αποβλήτων, οδηγούν στη μείωση των Χώρων Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ), στην παραγωγή δευτερογενών οργανικών καυσίμων (RDF, SRF, TDF) που ήδη αξιοποιούνται ενεργειακά σε διάφορες εφαρμογές (τσιμεντοβιομηχανία, κεντρικές μονάδες συμπαραγωγής, μεγάλους θερμικούς σταθμούς - μικτή καύση), καθώς και στην αύξηση της ανακύκλωσης Αστικών Στερεών Απορριμμάτων (ΑΣΑ) και ειδικών ρευμάτων απορριμμάτων, όπως τα ελαστικά [1,2].

Μεταξύ άλλων, εκατομμύρια χρησιμοποιημένων ελαστικών απορρίπτονται συνεχώς στις αμερικανικές και ευρωπαϊκές χώρες. Η συνεχής αύξηση του στόλου οχημάτων σίγουρα θα κάνει πιο εμφανή την ανάγκη αποτελεσματικής διαχείρισης των όλο και περισσότερων παραγόμενων ελαστικών σε παγκόσμιο επίπεδο. Πρόκειται άλλωστε για ένα ταχύτατα αναπτυσσόμενο τμήμα της αγοράς, με τις σημερινές επιλογές χρήσεις των ανακυκλωμένων ελαστικών να περιλαμβάνουν καινοτομίες που διατυπώνονται σε πλήθος εφαρμογών.

Τα ελαστικά κατασκευάζονται από φυσικό και συνθετικό καουτσούκ, ενώ χρησιμοποιούνται χαλύβδινα σύρματα προκειμένου να αυξηθεί η αντοχή τους στο σημείο όπου ενώνονται με τις ζάντες. Περιέχουν, επίσης και άλλα συστατικά όπως λινό, οξείδιο ψευδαργύρου, θείο και διάφορες άλλες οργανικές ουσίες.

Με την **απαγόρευση της διάθεσης των ελαστικών τέλους κύκλου ζωής σε ΧΥΤΑ** (Οδηγία 1999/31/ΕΚ), η διαχείριση των ελαστικών στο τέλος κύκλου ζωής τους (End of Life Tyres, ELTs) γίνεται είτε με **ενεργειακή αξιοποίηση** είτε με **ανακύκλωση** (μηχανική επεξεργασία για την παραγωγή τρίμματος ελαστικού). Το τρίμμα ελαστικού SBR βρίσκει πολλές εφαρμογές, ανάμεσά τους και η παραγωγή ελαστικών πλακιδίων για παιδικές χαρές [3].

Είναι γνωστό πως το τρίμμα ελαστικού πιθανά περιέχει PAHs σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από τις επιτρεπόμενες από τον κανονισμό της REACH για τους Πολυκυκλικούς Αρωματικούς Υδρογονάνθρακες. Για τον λόγο αυτό, επιλέγεται η μη κατασκευή ελαστικών πλακιδίων αποκλειστικά από τρίμμα ελαστικού. Αντί αυτού, παρασκευάζονται πλακίδια που έχουν άνω στρώση από EPDM και κάτω στρώση από τρίμμα ελαστικού, ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι χρήστες τους δεν θα έρχονται σε άμεση επαφή με το τρίμμα ελαστικού.

Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης, παρασκευάστηκαν πλακίδια με **διαφορετικά πάχη της άνω στρώσης EPDM δύο ειδών, από κόκκους ή φύλλο EPDM**. Η παραγωγή των πλακιδίων πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία ΑΤΜΑΚΟΜ Α.Ε. (http://www.atmacom.gr/).

Η **παρασκευή των πλακιδίων** έγινε σύμφωνα με την ακόλουθη διαδικασία:

Σε μήτρα 1 m^2 χωρισμένη σε τέσσερα (4) ίσα τετράγωνα, τοποθετούνται αρχικά οι κόκκοι EPDM, ~ 5 – 6 kg ανάλογα με το επιθυμητό πάχος της στρώσης EPDM, αναμεμειγμένοι με κόλλα πολυουρεθάνης *(άγνωστης συγκέντρωσης για λόγους δικαιωμάτων της εταιρείας ΑΤΜΑΚΟΜ)* και ισιώνεται. Από επάνω τοποθετείται μαύρος κόκκος από τρίμμα ελαστικού SBR αναμεμειγμένος επίσης με κόλλα πολυουρεθάνης *(άγνωστης αναλογίας για λόγους δικαιωμάτων της εταιρείας ΑΤΜΑΚΟΜ)*. Η μήτρα είναι θερμαινόμενη στους 65 – 70 °C. Εν συνεχεία, συμπιέζεται για χρονικό διάστημα περίπου δέκα (10) λεπτών. Οι πλάκες εξάγονται της μεταλλικής μήτρας και αφήνονται να ψυχθούν για να συνεχίσει ο πολυμερισμός της πολυουρεθάνης. Η μέγιστη σκληρότητα / ελαστικότητα αποκτάται σε διάστημα μίας (1) ημέρας.

Η διαδικασία κατασκευής του φύλλου EPDM δεν περιγράφεται αναλυτικά για λόγους δικαιωμάτων της εταιρείας ΑΤΜΑΚΟΜ. Για την κατασκευή της κάτω στρώσης από κόκκους SBR ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με κόλλα πολυουρεθάνης και στην συνέχεια ακολούθησε ένωσή τους με το φύλλο EPDM.

1.3 Κανονισμός REACH και Νομοθεσία σχετικά με τις Συγκεντρώσεις των PAHs

Το αρκτικόλεξο REACH (Regulation for Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) αναφέρεται στον κανονισμό για την καταχώριση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τους περιορισμούς των χημικών προϊόντων. Οι πληροφορίες σχετικά με τους κινδύνους που ενέχουν οι χημικές ουσίες και τον τρόπο αντιμετώπισής τους πρέπει να παρέχονται καθ' όλο το μήκος της αλυσίδας παραγωγής τους, βάσει του ενιαίου συστήματος για την καταχώριση, αξιολόγηση και αδειοδότηση των χημικών ουσιών.

Οι Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (PAHs) είναι οργανικές ενώσεις που περιέχουν δύο ή περισσότερους ενωμένους αρωματικούς δακτυλίους. Οι περισσότεροι PAHs στο περιβάλλον παράγονται από ατελή καύση των υλικών που περιέχουν άνθρακα, όπως η βενζίνη και το πετρέλαιο, το ξύλο, τα σκουπίδια και το κάρβουνο. Τα PAHs συναντώνται σε αντισηπτικές ουσίες, φάρμακα, βαφές, πλαστικά, λάστιχα, φυτοφάρμακα, λιπαντικά, οτιδήποτε πτητικό, ηλεκτρολύτες, ορυκτέλαιο, πίσσα, εντομοκτόνα, βακτηριοκτόνα, απωθητικό εντόμων, τσιγάρα και αντιψυκτικά. Με βάση τις τρέχουσες έρευνες, πολλές από αυτές τις ενώσεις θεωρούνται καρκινογόνες και πιστεύεται ότι προκαλούν τοξικότητα στην ανθρώπινη αναπαραγωγή. Το νέο περιοριστικό πλαίσιο εκτείνεται σε καουτσούκ και πλαστικά εξαρτήματα που έρχονται σε άμεση, καθώς και παρατεταμένη ή βραχυπρόθεσμη επαναλαμβανόμενη επαφή με το ανθρώπινο δέρμα ή τη στοματική κοιλότητα υπό φυσιολογικές ή εύλογα προβλέψιμες συνθήκες χρήσης.

Η αρχική ευρωπαϊκή νομοθέτηση των περιορισμών έρχεται με την έκδοση της ευρωπαϊκής οδηγίας της 27ης Ιουλίου 1976 «*περί προσεγγίσεως νομοθετικών κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών που αφορούν περιορισμούς κυκλοφορίας στην αγορά και τις χρήσεις μερικών επικινδύνων ουσιών και παρασκευασμάτων*», όπου αναφέρονται οι ουσίες:

1. Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PolyChlorinated Biphenyls, PCBs) πλην των μόνο- και δι-χλωριωμένων διφαινυλίων

Πολυχλωριωμένα τριφαινύλια (PolyChlorinated Triphenyls, PCT). *Παρασκευάσματα περιέχοντα PCB ή PCT σε αναλογία μεγαλύτερη από 0,1 % κ. β.*

2. Χλωρο-1-αιθυλένιο (μονομερές βινυλοχλωρίδιο) [4].

Ακολουθεί η Οδηγία 2005/69/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Νοεμβρίου 2005 «*σχετικά με την εικοστή έβδομη τροποποίηση της οδηγίας 76/769/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών που αφορούν περιορισμούς κυκλοφορίας στην αγορά και χρήσεως μερικών επικινδύνων ουσιών και παρασκευασμάτων (πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες στα έλαια αραίωσης και στα ελαστικά επίσωτρα)*», όπου εμφανίζεται ξεκάθαρα πλέον ο όρος «PAHs» και ο ρόλος τους στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον [5].

Η ευρωπαϊκή νομοθεσία περιορισμού των PAHs καταλήγει στον Κανονισμό (Ε.Ε.) αρ. 1272/2013 της Επιτροπής της 6ης Δεκεμβρίου 2013 «*σχετικά με την τροποποίηση του παραρτήματος XVII του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1907/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την καταχώριση, την αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τους περιορισμούς των χημικών προϊόντων (REACH) όσον αφορά τους πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες (Κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον για τον ΕΟΧ)»* όπου επανακαθορίζονται σαφώς τα όρια.

Στο παράρτημα XVII του κανονισμού (ΕΚ) αριθμ. 1907/2006, στη στήλη 2 της καταχώρησης 50, προστίθεται μεταξύ άλλων η ακόλουθη παράγραφος:

«5. Τα αντικείμενα δεν πρέπει να διατίθενται στην αγορά προς πώληση στο ευρύ κοινό, αν οποιοδήποτε από τα ελαστικά ή πλαστικά συστατικά τους που έρχεται σε άμεση, καθώς και παρατεταμένη ή σύντομη επαναλαμβανόμενη επαφή με το ανθρώπινο δέρμα ή τη στοματική κοιλότητα υπό κανονικές ή εύλογα προβλέψιμες συνθήκες χρήσης περιέχει οποιονδήποτε από τους καταγεγραμμένους PAHs σε ποσότητα μεγαλύτερη από 1 mg / kg (0,0001 % κατά βάρος του εν λόγω συστατικού). Στα αντικείμενα αυτά περιλαμβάνονται μεταξύ άλλων:

— αθλητικός εξοπλισμός, όπως ποδήλατα, μπαστούνια του γκολφ, ρακέτες,

— οικιακά σκεύη, καροτσάκια, περιπατητήρες,

— εργαλεία για οικιακή χρήση,

— ρούχα, παπούτσια, γάντια και αθλητικά ρούχα,

— λουράκια ρολογιών, περικάρπια, προσωπίδες, ταινίες για το κεφάλι.» [6].

Σύμφωνα με τις «*Κατευθυντήριες γραμμές για το πεδίο εφαρμογής του άρθρου 50 του παραρτήματος XVII του κανονισμού REACH: Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες σε προϊόντα που διατίθενται στο ευρύ κοινό»* που εξέδωσε η ECHA (European Chemicals Agency), στην περίπτωση των αντικειμένων με επικάλυψη ο προσδιορισμός των PAHs θα πρέπει να γίνεται ξεχωριστά για την επικάλυψη. Εάν η επικάλυψη είναι κατασκευασμένη από πλαστικό ή καουτσούκ και το αντικείμενο έρχεται σε επαφή με το δέρμα ή την στοματική κοιλότητα, τότε το αντικείμενο καλύπτεται από τον κανονισμό και δεν θα πρέπει να υπερβαίνονται τα όρια συγκέντρωσης των PAHs. Εάν όμως η επικάλυψη δεν περιέχει καουτσούκ ή πλαστικό κι αν η επικάλυψη αποτρέπει την άμεση επαφή με καουτσούκ ή πλαστικό κάτω από αυτήν, τότε το αντικείμενο δεν υπόκειται στους περιορισμούς του κανονισμού. Ωστόσο, δεν θα πρέπει κάτω από φυσιολογικές ή εύλογα προβλέψιμες συνθήκες χρήσης να φθείρεται η επικάλυψη και το καουτσούκ ή το πλαστικό να έρχονται σε επαφή με το δέρμα ή την στοματική κοιλότητα. Σε αυτή την περίπτωση, το αντικείμενο υπόκειται στους περιορισμούς του κανονισμού [7].

2 Δοκίμια Μελέτης και Μέθοδοι Αξιολόγησης

2.1 Δοκίμια Μελέτης

Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης, επιλέχθηκε να παρασκευασθούν προς δοκιμή και σύγκριση, δύο (2) διαφορετικά, ως προς την άνω στρώση (φύλλο και κόκκοι), είδη πλακιδίων σε διάφορα πάχη. Συγκεκριμένα, τέσσερα (4) πλακίδια με άνω στρώση κατασκευασμένη από κόκκους EPDM (GR00X), και δύο (2) πλακίδια με άνω στρώση κατασκευασμένη από φύλλο EPDM (SH00X). Τα δυο (2) φύλλα EPDM παρουσιάζουν επιπλέον διαφορετική σκληρότητα μεταξύ τους, και οι κύριες δοκιμές πραγματοποιήθηκαν στο πλακίδιο με τη μεγαλύτερη σκληρότητα (SH003).

Στην περίπτωση του πλακιδίου (SH005) που είναι κατασκευασμένο εξαρχής από πιο μαλακό υλικό, πραγματοποιήθηκε ενδεικτικά μόνο μία (1) μέτρηση με τη μέθοδο EN 13892-4, καθώς εκ προοιμίου δεν αναμενόταν να είναι εξίσου ανθεκτικό στη φθορά σε σχέση με τα υπόλοιπα πλακίδια. Όπως προαναφέρθηκε, όλα τα πλακίδια κατασκευάστηκαν από την εταιρεία ΑΤΜΑΚΟΜ.

Ακολουθεί ο Πίνακας 1, όπου παρουσιάζονται οι κωδικοί που χρησιμοποιήθηκαν για κάθε είδος πλακιδίου, οι προδιαγραφές κατασκευής τους *(Παράρτημα IV όπως δόθηκαν στην κατασκευάστρια εταιρεία)*, ενώ συνοψίζονται και οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε είδος.

Να σημειωθεί πως κάθε είδος πλακιδίου κατασκευάστηκε εις διπλούν ώστε να παραδοθεί στον πελάτη αντιδείγμα για φύλαξη.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα πλακίδια παρασκευάζονται σε συγκεκριμένη μήτρα και οι διαστάσεις τους είναι 50 cm x 50 cm. Καθώς τα πλακίδια υποβλήθηκαν σε πληθώρα δοκιμών αντοχής στη φθορά, και κάθε μέθοδος απαιτεί διαφορετικές διαστάσεις δείγματος, πραγματοποιήθηκε κοπή των πλακιδίων στο επιθυμητό, κατά περίπτωση, μέγεθος (μήκους – πλάτους), είτε αρχικά από την εταιρία κατασκευής είτε από τα εργαστήρια δοκιμών.

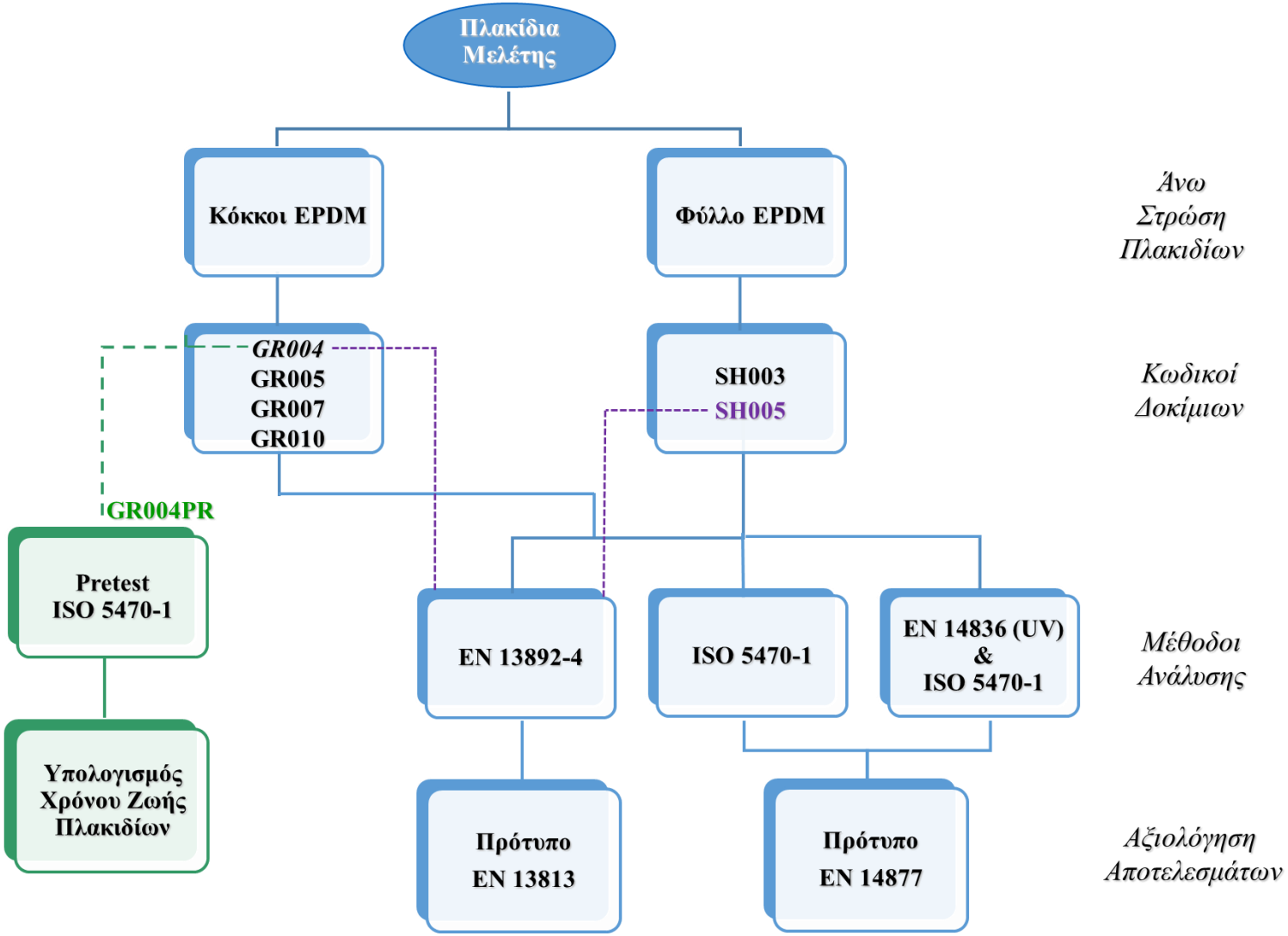
Ο τρόπος καθορισμού του πάχους της άνω στρώσης από την εταιρεία, ειδικά στην περίπτωση που αυτή είναι κατασκευασμένη από κόκκους EPDM, είναι **έμμεσος** μέσω της ποσότητας που τοποθετείται στην μήτρα. Ωστόσο, η διασπορά του υλικού και η ισοκατανομή του δεν είναι πλήρως ελεγχόμενη. Δεδομένης λοιπόν της **μειωμένης ακρίβειας** που υπάρχει εξαρχής στη μέθοδο παρασκευής, και προκειμένου τα αποτελέσματα που θα εξαχθούν να μπορέσουν να συσχετιστούν με το πραγματικό πάχος τον πλακιδίων, ακολούθησε σειρά μετρήσεων και **αξιολόγηση του πάχους της στρώσης EPDM των πλακιδίων, με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού και στατιστικής επεξεργασίας**.

Πίνακας 1: Κωδικοποίηση δοκιμών

Κωδικός Δοκιμίου *	**Ζητούμενο Πάχος Στρώσης EPDM** ***(σε mm)***	**Προκαταρκτική Δοκιμή Taber 10.000 κύκλων** ***(ISO 5470-1)***	**Δοκιμή Taber** ***(ISO 5470-1)***	**Δοκιμή Taber** ***(ISO 5470-1)*** **& Τεχνητή Γήρανση UV** ***(EN 14836)***	**Επιπρόσθετη Δοκιμή** ***(EN 13892-4)***
GR004	**4**	✓			✓
GR005	**5**		✓	✓	✓
GR007	**7**		✓	✓	✓
GR010	**10**		✓	✓	✓
SH003	**3**		✓	✓	✓
SH005	**5**				✓

** Το **GR** προκύπτει από την αγγλική λέξη GRanule, ενώ το **SH** από την αγγλική λέξη SHeet. Οι αριθμοί 004, 005 κ.ο.κ., δηλώνουν το επιθυμητό πάχος της άνω στρώσης. Επιπλέον, για τα δοκίμια που θα υποστούν και τεχνητή γήρανση προστίθεται το **UV** μετά τον βασικό κωδικό δοκιμίου. Για το δοκίμιο της προκαταρκτικής δοκιμής προστίθεται το **PR** μετά τον βασικό κωδικό δοκιμίου.*

Συνοπτικά η πορεία της μελέτης περιγράφεται στο ακόλουθο διάγραμμα ροής (Σχήμα 1).

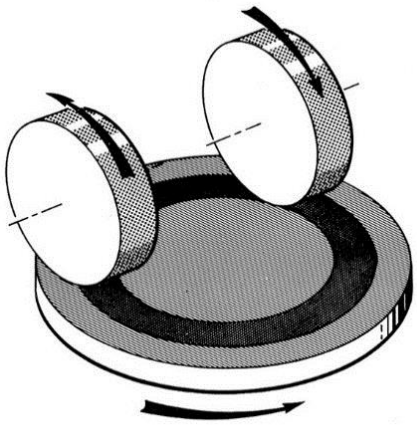


Σχήμα 1: Διάγραμμα ροής μελέτης

2.2 Επιλογή Μεθόδων Αξιολόγησης της Αντοχής στη Φθορά

Στο Ευρωπαϊκό πρότυπο **EN 14877:2013** *«Synthetic Surfaces for Outdoor Sports Areas»* ορίζονται οι προδιαγραφές και οι μέθοδοι ανάλυσης για συνθετικές επιφάνειες υπαίθριων αθλητικών χώρων, στους οποίους υπάγονται και οι παιδικές χαρές. Σύμφωνα με το EN 14877, η αντοχή στη φθορά των πλακιδίων (Abrasion Resistance, AR) θα πρέπει να μετράται με βάση το πρότυπο **ISO 5470-1** *«Rubber - or Plastics -Coated Fabrics - Determination of Abrasion Resistance - Part 1: Taber Abrader»*, σε δοκίμια που δεν έχουν υποστεί γήρανση, καθώς και σε δοκίμια που έχουν υποστεί τεχνητή γήρανση, σύμφωνα με το πρότυπο **EN 14836** *«Synthetic Surfaces for Outdoor Sports Areas. Exposure to Artificial Weathering»*. **Το όριο που θα πρέπει να πληρείται και στις δύο περιπτώσεις για να είναι εντός προδιαγραφής το δοκίμιο, είναι η απώλεια μάζας ανάμεσα στους 500 και 1500 κύκλους της δοκιμής να μην ξεπερνά τα 4,0 g.**

Κατά τη **δοκιμή με τον Taber abrader**, το δείγμα υποβάλλεται σε επιταχυνόμενη δοκιμή φθοράς η οποία προσομοιάζει τη φθορά κατά τη συνήθη χρήση. Το δοκίμιο τοποθετείται σε πλατφόρμα που περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα. Η χαρακτηριστική φθορά από τριβή παράγεται από την επαφή του δοκιμίου με δύο (2) τροχούς λείανσης κατασκευασμένους από πηλό και καρβίδιο του πυριτίου. Ο ένας τροχός τρίβει το δείγμα προς τα έξω, προς την περιφέρεια, και ο άλλος τροχός προς τα μέσα, προς το κέντρο, ενώ ένα σύστημα κενού απομακρύνει όσο υλικό έχει αποτριβεί. Οι τροχοί πραγματοποιούν μία πλήρη περιστροφή στην επιφάνεια του δοκιμίου, εξετάζοντας την αντοχή σε όλες τις γωνίες και οδηγώντας σε μια κυκλική περιοχή που έχει υποστεί φθορά με επιφάνεια 30 cm^2 [8].



Εικόνα 2: Σχηματική απεικόνιση Taber abrader

Καθώς στόχος της παρούσας μελέτης δεν είναι μόνο να εξακριβωθεί εάν τα δοκίμια πληρούν τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές, αλλά να εκτιμηθεί και ο χρόνος

ζωής τους, αποφασίστηκε σε ένα είδος πλακιδίου να γίνει και μια προκαταρκτική **δοκιμή καταπόνησης των 10.000 κύκλων**. Η καταπόνηση αυτή είναι **πενταπλάσια** από εκείνη που ορίζεται κατά την προβλεπόμενη δοκιμή σύμφωνα με τη μέθοδο ISO 5470-1 (2.000 κύκλοι), και στόχο έχει να μελετήσουμε σε ποιο βαθμό θα φθαρεί η στρώση EPDM, κι εάν τελικά θα αποκαλυφθεί η στρώση SBR έπειτα από μία τόσο σκληρή δοκιμασία. Για το λόγο αυτό, η δοκιμή αυτή επιλέχθηκε να γίνει στο πλακίδιο με το μικρότερο πάχος στρώσης EPDM, ως το πιο επισφαλές.

Επιπρόσθετα, για να υπάρξει μία γενικότερη εκτίμηση και σύγκριση της ανθεκτικότητας των πλακιδίων με άλλα είδη δαπέδων, καθώς και με τη λογική να μελετήσουμε τη συμπεριφορά τους σε πιο δύσκολες, συγκριτικά με τις προδιαγραφές, συνθήκες, αποφασίστηκε να πραγματοποιηθούν και δοκιμές με βάση τη μέθοδο **EN 13892-4** «*Methods of Test for Screed Materials - Part 4: Determination of Wear Resistance - BCA*», η οποία τυπικά εφαρμόζεται και αφορά σε υλικά σκυροδέματος. Η κατηγορία αποτελέσματος προσδιορίσθηκε βάσει του αντίστοιχου προτύπου **EN 13813** *«Screed Material and Floor Screeds - Screed Material – Properties and Requirements / Υλικό Επικάλυψης και Επιχρίσεις Δαπέδων - Υλικό Επικάλυψης - Ιδιότητες και Απαιτήσεις»*.

3 Παρουσίαση και Αποτίμηση Αποτελεσμάτων

3.1 Μέσο Πάχος Στρώσης EPDM

Η άνω στρώση από φύλλο EPDM έχει καθορισμένο και ομοιόμορφα κατανεμημένο πάχος, σε αντίθεση με το πάχος της άνω στρώσης στην περίπτωση που αυτή είναι κατασκευασμένη από κόκκους EPDM. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, ο μόνος τρόπος καθορισμού του πάχους της άνω στρώσης κατά τη διαδικασία κατασκευής είναι έμμεσος, και μόνο με βάση την ποσότητα κόκκων που τοποθετείται στην μήτρα. Για να υπάρχει αυξημένη ακρίβεια στις μετρήσεις, πραγματοποιήθηκε ενδελεχής ανάλυση του πάχους της άνω στρώσης κόκκων EPDM και στατιστική επεξεργασία, η οποία παρουσιάζεται αναλυτικά ακολούθως.

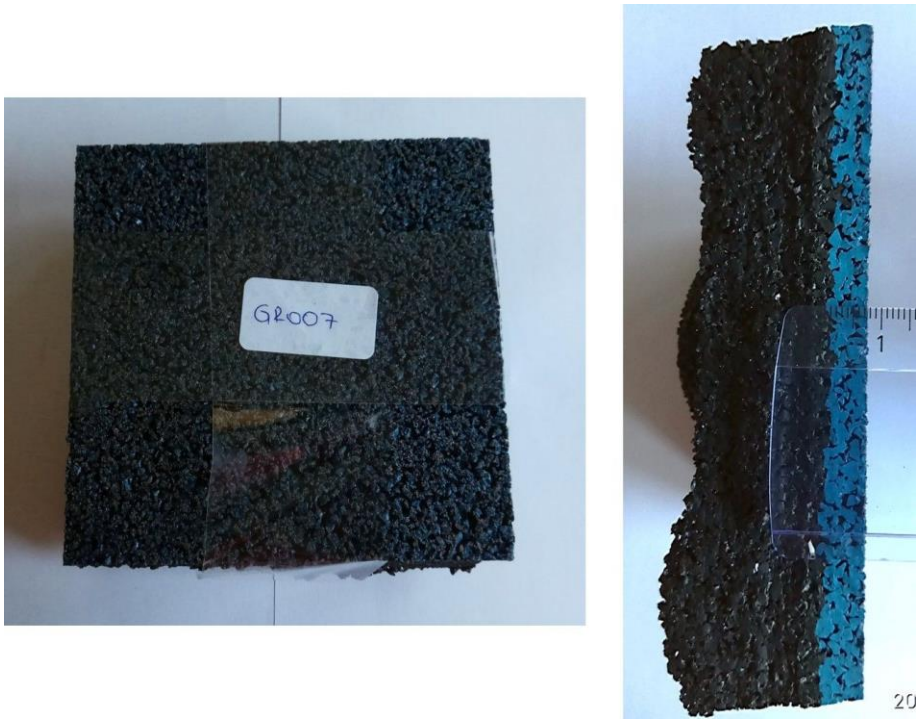
Τα προς μελέτη πλακίδια κατά την παραλαβή τους, μετρήθηκαν σε ενδεικτικά σημεία για το πάχος της στρώσης του EPDM, ενώ ελήφθησαν φωτογραφίες της κάθε πλευράς τους. Όπως αναμενόταν με βάση τον τρόπο παρασκευής των πλακιδίων, παρατηρήθηκε ότι **το πάχος της άνω στρώσης στην περίπτωση των πλακιδίων με άνω στρώση από κόκκους EPDM ήταν ανομοιόμορφο**.

Για τον λόγο αυτό, πλήθος φωτογραφιών υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με κατάλληλο λογισμικό, ώστε να «διαχωριστούν» τα pixel της στρώσης του EPDM (Image Segmentation), το πάχος της οποίας εξετάζεται. Στη συνέχεια, έγινε μέτρηση των pixel αυτών και μετατροπή τους σε πάχος στρώσης σε mm, ενώ ακολούθησε στατιστική επεξεργασία. Υπολογίσθηκε το **μέσο πάχος** *(διάμεσος πληθυσμού)*, η **τυπική απόκλιση** και η **κατανομή του πάχους** της στρώσης EPDM για κάθε πλακίδιο.

Ακολούθως δίνονται ενδεικτικές φωτογραφίες όλων των πλακιδίων, όπως αυτά παρελήφθησαν από την εταιρία κατασκευής.

Εικόνα 1: Πλακίδιο GR004

Εικόνα 2: Πλακίδιο GR005



Εικόνα 3: Πλακίδιο GR007

Εικόνα 4: Πλακίδιο GR010

Εικόνα 5: Πλακίδιο SH003

Εικόνα 6: Πλακίδιο SH005

Τα αποτελέσματα **μέσου πάχους**, **εύρους διακύμανσης** και **τυπικής απόκλισης** για τα πλακίδια με άνω στρώση από κόκκο EPDM που αναλύθηκαν (GR004, GR005, GR007, GR010) φαίνονται στον ακόλουθο Πίνακα.

Πίνακας 2: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης πάχους στρώσης EPDM

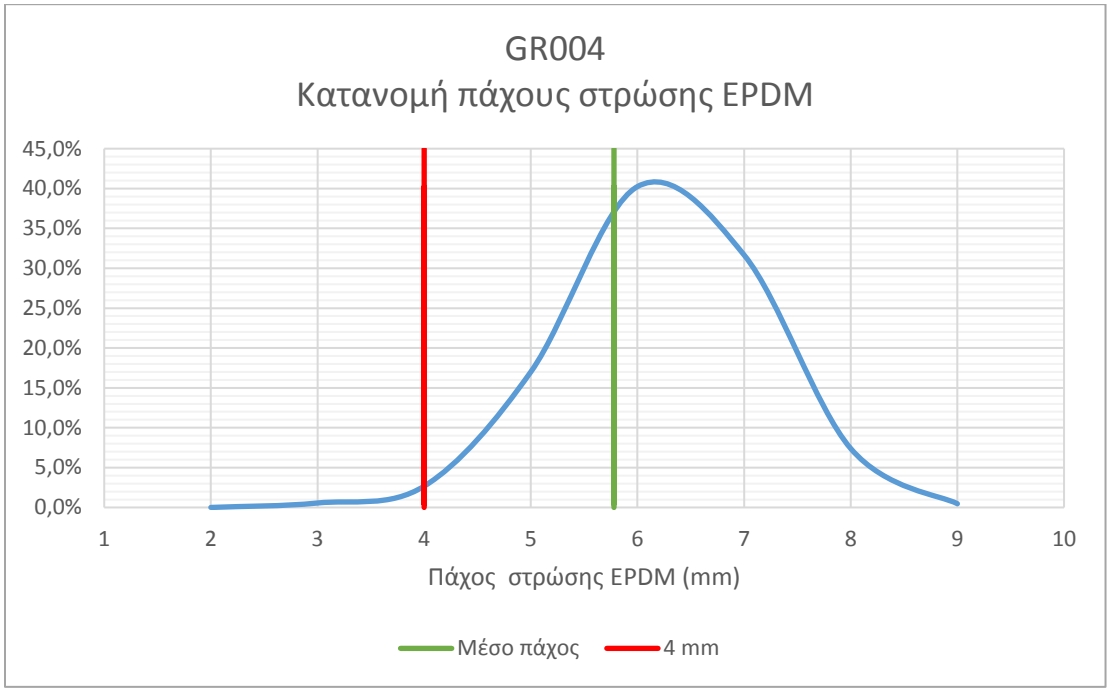
	GR004	**GR005**	**GR007**	**GR010**
Ονομαστικό Πάχος *(mm)*	**4,0**	**5,0**	**7,0**	**10**
Μέσο Πάχος *(mm)*	**5,8**	**6,9**	**7,9**	**12**
Εύρος διακύμανσης (mm)	6,16	10,5	9,3	11,1
Τυπική Απόκλιση *(mm)*	*0,91*	*1,21*	*1,22*	*1,11*

Ακολούθως, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά για την κάθε περίπτωση, τα αντίστοιχα διαγράμματα *(1 - 8)* κατανομής και αθροιστικής κατανομής του πάχους. Στα διαγράμματα, με κόκκινη γραμμή φαίνεται το ονομαστικό πάχος της στρώσης του αντίστοιχου πλακιδίου, με πράσινη γραμμή απεικονίζεται το μέσο πάχος (διάμεσος πληθυσμού), όπως υπολογίσθηκε. Για παράδειγμα, το πάχος της άνω στρώσης του πλακιδίου **GR004** κυμαινόταν από 3 έως 9 mm *(Διάγραμμα 1)*, με το μέσο πάχος να υπολογίζεται ίσο με 5,8 mm. Το 60 % περίπου των σημείων που μετρήθηκαν είχαν πάχος μικρότερο από 6 mm *(Διάγραμμα 2)*.

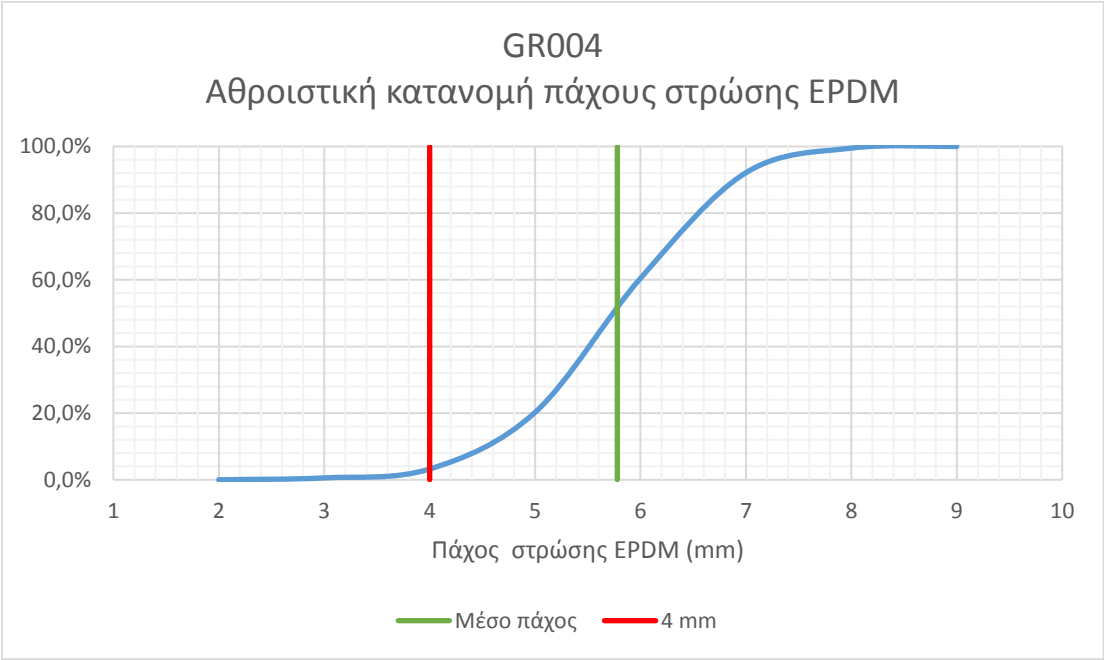
Από το μεγάλο εύρος, καθώς και από τις κατανομές που παρουσιάζονται στα διαγράμματα, διαφαίνεται η ανομοιομορφία στο πάχος της στρώσης κόκκων EPDM. Γίνεται επίσης φανερό πως, το **πραγματικό μέσο πάχος των πλακιδίων είναι 1 με 2 mm μεγαλύτερο από το ζητούμενο** (αρχικά υπολογιζόμενο και από την εταιρεία κατασκευής) πάχος της στρώσης κόκκων EPDM.

Θα πρέπει επιπροσθέτως να σημειωθεί ότι, στην πλειοψηφία των πλακιδίων, τα σημεία με πάχος μικρότερο ή ίσο του ζητούμενου είναι της τάξης του 2 – 3 %, με εξαίρεση το πλακίδιο GR007 (24,3 %), όπως φαίνεται και στα αντίστοιχα διαγράμματα αθροιστικής κατανομής πάχους. Θα μπορούσε λοιπόν να θεωρηθεί

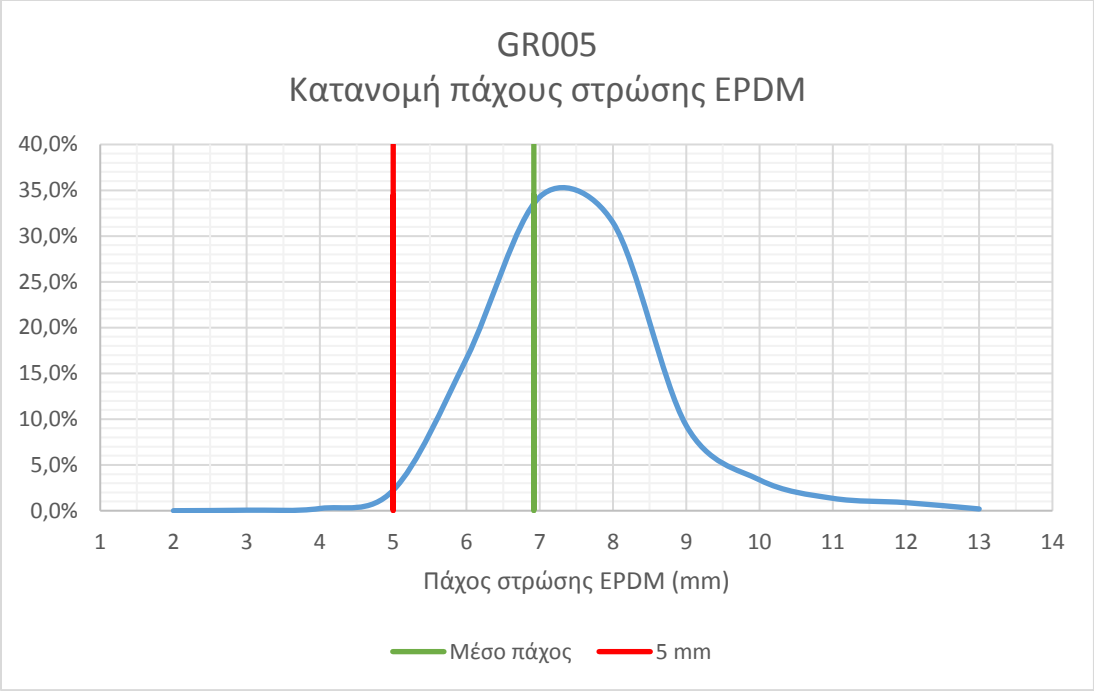
ότι το ονομαστικό πάχος, π.χ. 4 mm, αντιστοιχεί στο ελάχιστο πάχος του πλακιδίου.



Διάγραμμα 1: Κατανομή πάχους στρώσης EPDM (GR004)



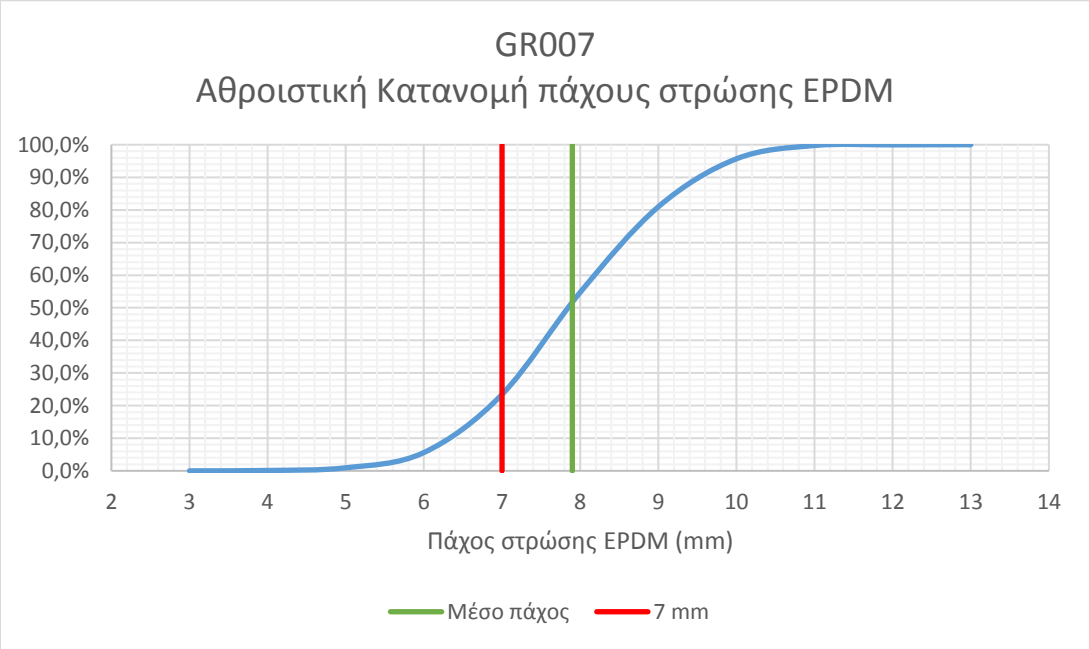
Διάγραμμα 2: Αθροιστική κατανομή πάχους στρώσης EPDM (GR004)



Διάγραμμα 3: Κατανομή πάχους στρώσης EPDM (GR005)

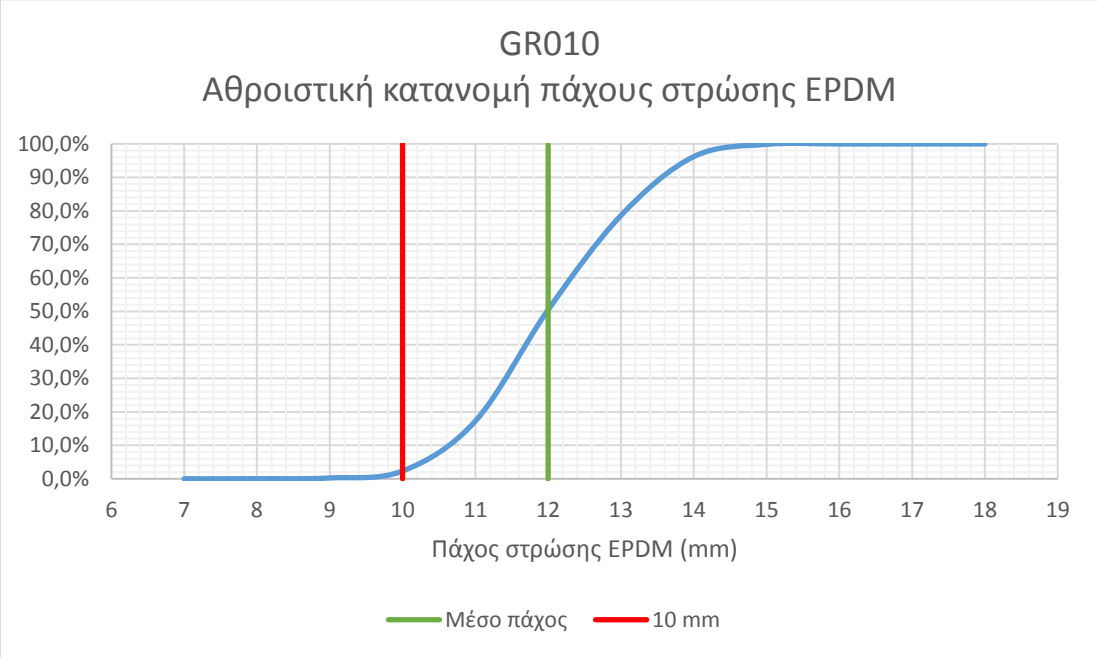
Διάγραμμα 4: Αθροιστική κατανομή πάχους στρώσης EPDM (GR005)

Διάγραμμα 5: Κατανομή πάχους στρώσης EPDM (GR007)



Διάγραμμα 6: Αθροιστική κατανομή πάχους στρώσης EPDM (GR007)

Διάγραμμα 7: Κατανομή πάχους στρώσης EPDM (GR010)



Διάγραμμα 8: Αθροιστική κατανομή πάχους στρώσης EPDM (GR010)

3.2 Δοκιμές Αντοχής στη Φθορά με τη Μέθοδο EN 13892-4 και Κατάταξη με βάση το Πρότυπο EN 13813

Η **μέθοδος EN 13892-4** «*Methods of test for screed materials - Part 4: Determination of wear resistance – BCA*» αναφέρεται σε **δάπεδα κατασκευασμένα από τσιμέντο - σκυρόδεμα και όχι σε ελαστικά δάπεδα**. Ωστόσο, οι μετρήσεις με τη μέθοδο αυτή πραγματοποιήθηκαν ώστε να υπάρξει μία γενικότερη εκτίμηση της ανθεκτικότητας των πλακιδίων σε σύγκριση με άλλα είδη δαπέδων. Η κατάταξη του κάθε πλακιδίου στις προτεινόμενες κατηγορίες / κλάσεις έγινε βάσει **Προτύπου EN 13813** «*Screed material and floor screeds - Screed material - Properties and requirements / Υλικό επικάλυψης και επιχρίσεις δαπέδων - Υλικό επικάλυψης - Ιδιότητες και απαιτήσεις*».

Στο Παράρτημα Ι βρίσκεται το πιστοποιητικό αναλύσεων από το Πανεπιστήμιο ΑΠΘ που ανέλαβε τις μετρήσεις. Αναλυτικά τα αποτελέσματα των δοκιμών παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Αποτελέσματα αναλύσεων με τη μέθοδο EN 13892-4 και κατάταξη βάση EN 13813.

Κωδικός Δοκιμίου	Μέσο Βάθος Αυλάκωσης (mm)	Κλάσεις κατά EN 13813
SH003	0,035	**AR0.5**
SH005	0,118	**AR2**
GR004	0,019	**AR0.5**
GR005	0,029	**AR0.5**
GR007	0,013	**AR0.5**
GR010	0,024	**AR0.5**

Η κατάταξη των αποτελεσμάτων έγινε με βάση το **πρότυπο EN 13813**, που ορίζει κλάσεις με βάση τα ακόλουθα κριτήρια (Πίνακας 4) [9].

Πίνακας 4: Κλάσεις και εφαρμογές βάσει Προτύπου EN 13813

Κλάση	Συνθήκες Χρήσης	Εφαρμογή	Μέγιστο Βάθος Αυλάκωσης (mm)
AR0.5	Ιδιαίτερα υψηλή τριβή και πρόσκρουση από τροχοφόρα κυκλοφορία (ατσάλι ή σκληρά πλαστικά) ή χάραγμα από σύρσιμο μεταλλικών αντικειμένων	Πολύ βαριάς χρήσης τεχνικά εργαστήρια και πολύ εντατικά χρησιμοποιούμενες αποθήκες, κλπ.	0,05
AR1	Πολύ υψηλή τριβή, τροχοφόρα κυκλοφορία (ατσάλι ή σκληρά πλαστικά) και πρόσκρουση	Βαριάς χρήσης βιομηχανικά εργαστήρια, εντατικά χρησιμοποιούμενες αποθήκες, κλπ.	0,1
AR2	Υψηλή τριβή, τροχοφόρα κυκλοφορία (ατσάλι ή σκληρά πλαστικά)	Μέτριας χρήσης βιομηχανικές και εμπορικές εφαρμογές	0,2
AR4	Μέτρια τριβή, κυκλοφορία από καουτσούκ	Ελαφράς χρήσης βιομηχανικές και εμπορικές εφαρμογές	0,4

Όλα τα υπό δοκιμή πλακίδια *(με αναμενόμενη εξαίρεση το SH005)* κατατάσσονται στην **κλάση AR0.5**, που σημαίνει ότι είναι **ανθεκτικά σε ιδιαίτερα υψηλή τριβή και κατάλληλα για εφαρμογές πολύ βαριάς χρήσης**. Το πλακίδιο SH005, λόγω της μικρότερης σκληρότητας του φύλλου EPDM που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του, όπως αναμενόταν, δεν είναι εξίσου ανθεκτικό στην τριβή με τα υπόλοιπα πλακίδια, κατατάσσεται στην κλάση AR2 και είναι κατάλληλο για μέτριας χρήσης βιομηχανικές και εμπορικές εφαρμογές.

Σημαντικό επίσης, είναι το εύρημα των αναλύσεων που στην έκθεση του εργαστηρίου περιγράφεται χαρακτηριστικά ως: **«***Ο οπτικός έλεγχος όλων των πλακών έδειξε ότι σε καμία περίπτωση δεν φάνηκε το υπόστρωμα μετά το πέρας του ελέγχου***»,** κάτι που επιβεβαιώνεται και από τις φωτογραφίες των πλακιδίων μετά από τις δοκιμές, και οι οποίες περιλαμβάνονται στην ίδια έκθεση αναλύσεων (Παράρτημα Ι).

3.3 Προκαταρκτική Δοκιμή Καταπόνησης των 10.000 Κύκλων (pretest) με τη Μέθοδο EN ISO 5470-1

Με στόχο να αποκτηθεί μία πιο ολοκληρωμένη εικόνα της συμπεριφοράς των πλακιδίων κατά τη φθορά, πραγματοποιήθηκε προκαταρκτική δοκιμή καταπόνησης των **10.000 κύκλων**, η οποία είναι μια δοκιμή πενταπλάσιου βαθμού καταπόνησης από εκείνον που ορίζει το πρότυπο EN 14877:2013 με τη μέθοδο **ISO 5470-1** (2.000 κύκλοι). Καθώς βασικός στόχος της μελέτης είναι να εκτιμηθεί ο χρόνος ζωής των πλακιδίων, αλλά και να προσδιορισθεί σε ποιο βαθμό θα φθαρεί η στρώση EPDM κι εάν τελικά αποκαλυφθεί η κάτω στρώση SBR, επιλέχθηκε να εφαρμοσθεί μία τόσο σκληρή δοκιμασία στο πλακίδιο με το μικρότερο πάχος.

Έγινε λοιπόν η επιλογή του **πλακιδίου GR004PR** για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης δοκιμής, καθώς το πάχος του ήταν το ελάχιστο δυνατό που ενδιαφέρει για το εάν αποκαλύπτεται η κάτω στρώση ή όχι στην περίπτωση των πλακιδίων με άνω στρώση από κόκκους.

Αναλυτικά παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες (Πίνακας 5 &

Πίνακας 6) τα αποτελέσματα για την απώλεια μάζας (αθροιστικά σε κάθε μέτρηση), τη μέση απώλεια μάζας (ανηγμένη ανά εκατό κύκλους), καθώς και το βάθος αυλάκωσης κατά τη διενέργεια τριβής 10.000 κύκλων.

Πίνακας 5: Απώλεια μάζας κατά τη δοκιμή των 10.000 κύκλων με βάση το πρότυπο ISO 5470-1

Κύκλοι	Μάζα Δείγματος (g)	Απώλεια Μάζας (g)	Μέση απώλεια ανά 100 κύκλους (g)
0	122,424	----	----
500	111,185	1,239	0,248
1.000	110,211	2,213	0,221
1.500	109,311	3,113	0,208
2.000	108,521	3,903	0,195
4.000	105,583	6,841	0,171
6.000	102,224	10,200	0,170
8.000	99,727	12,697	0,159
10.000	97,048	15,376	0,154

Πίνακας 6: Βάθος αυλάκωσης κατά τη δοκιμή των 10.000 κύκλων βάσει προτύπου ISO 5470-1

Κύκλοι	Μείωση πάχους / Βάθος αυλάκωσης (mm)				
	Σημείο μέτρησης 1	Σημείο μέτρησης 2	Σημείο μέτρησης 3	Σημείο μέτρησης 4	Μέσος όρος
500	0,762	1,093	0,743	0,760	0,840
1.000	1,081	1,270	1,015	0,996	1,091
1.500	1,290	1,529	1,219	1,174	1,303
2.000	1,550	1,724	1,381	1,344	1,500
4.000	2,029	2,169	2,019	1,911	2,032
6.000	2,460	2,779	2,747	2,502	2,623
8.000	3,312	3,216	3,271	2,932	3,183
10.000	3,760	3,631	3,690	3,282	3,591

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, **η προκαταρκτική δοκιμή καταπόνησης των 10.000 κύκλων (pretest) κατέδειξε πως για το πλακίδιο GR004, πληρούνται οι προδιαγραφές που τίθενται από το Πρότυπο EN 14877:2013**. Συγκεκριμένα, η απώλεια μάζας μεταξύ 500 και 1500 κύκλων ήταν 1,87 g, το οποίο είναι αρκετά χαμηλότερο της μέγιστης τιμής των 4,0 g απώλειας μάζας που ορίζεται από το πρότυπο, όπως φαίνεται και στο αντίστοιχο πιστοποιητικό δοκιμών του Παραρτήματος ΙΙ.

Επιπλέον, το πλακίδιο από κόκκους EPDM με ονομαστικό πάχος στρώσης τα 4 mm, δείχνει να μην επηρεάζεται σημαντικά, **δε φθείρεται δηλαδή σε σημείο αποκαλύψεως της κάτω στρώσης, ακόμη κι έπειτα από 10.000 κύκλους τριβής**, όπως είναι εμφανές και οπτικά στις ακόλουθες φωτογραφίες.

Να σημειωθεί πως το πλακίδιο αυτό κόπηκε εκ νέου στις κατάλληλες διαστάσεις μήκους - πλάτους από το εργαστήριο δοκιμών, για την εφαρμογή του στο όργανο δοκιμών.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης δοκιμής αποτέλεσαν την βάση των υπολογισμών που πραγματοποιήθηκαν για την εκτίμηση του χρόνου ζωής των πλακιδίων.

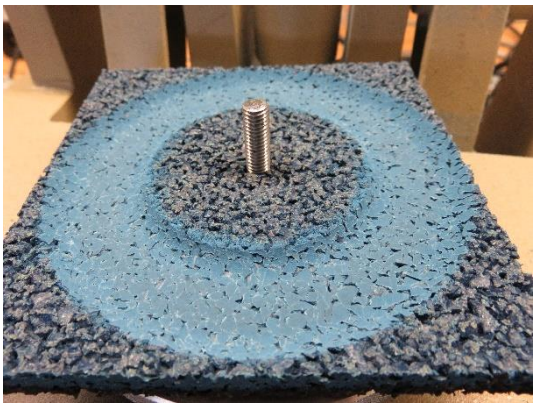
Εικόνα 7: Πριν την δοκιμή

Εικόνα 8: Τοποθέτηση στο όργανο

Εικόνα 9: Κατά την εκτέλεση της δοκιμής

Εικόνα 10: Μετά από 500 κύκλους

Εικόνα 11: Μετά από 6.000 κύκλους



Εικόνα 12: Μετά από 10.000 κύκλους

3.4 Δοκιμές Αντοχής στη Φθορά με τη Μέθοδο ISO 5470-1 σε Πλακίδια σε Κατάσταση «Ως έχει», καθώς και μετά από Τεχνητή Γήρανση

Το πρότυπο EN 14877:2013 ορίζει πως η μέτρηση της αντοχής στη φθορά (Abrasion Resistance) ελαστικών πλακιδίων γίνεται με τη **μέθοδο ISO 5470-1** και τα πλακίδια θα πρέπει να υπόκεινται στη δοκιμή σε δυο καταστάσεις, «Ως έχει» και έπειτα από τεχνητή τους γήρανση με βάση τη **μέθοδο EN 14836** *«Synthetic Surfaces for Outdoor Sports Areas – Exposure to Artificial Weathering»*. Σύμφωνα με την τελευταία, τα δοκίμια υπόκεινται σε τεχνητή γήρανση με έκθεσή τους σε ακτινοβολία UV για 2000 h (ώστε να επιτευχθεί το οριζόμενο φορτίο 4896 ± 126kJ) έπειτα από κύκλους ξήρανσης και συμπύκνωσης σε συγκεκριμένες θερμοκρασίες. Ο συνολικά εκτιμώμενος χρόνος της δοκιμής είναι περίπου 3000 h.

Αξίζει να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι, σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα, μία δοκιμή τεχνητής γήρανσης των 2.500 ωρών αντιστοιχεί σε δύο (2) χρόνια έκθεσης σε πραγματικές καιρικές συνθήκες στην κεντρική Ευρώπη, ενώ μία δοκιμή τεχνητής γήρανσης των 1.000 ωρών αντιστοιχεί σε έναν (1) χρόνο έκθεσης σε πραγματικές καιρικές συνθήκες στη Φλόριντα, ΗΠΑ. Επιπροσθέτως, οι ετήσιες ώρες ηλιοφάνειας για τη Βουδαπέστη είναι 1.928 h, για την Αθήνα 2.771 h και για την Tampa (Florida) 2.927 h. Με βάση τα παραπάνω θα μπορούσε να γίνει η παραδοχή ότι **οι 3.000 h τεχνητής γήρανσης αντιστοιχούν σε περίπου 3 χρόνια έκθεσης στην Ελλάδα** [10–13].

Ακολουθεί η ίδια διαδικασία μέτρησης της αντοχής στη φθορά σύμφωνα με το πρότυπο **ISO 5470-1** και τη συσκευή Taber, η οποία έχει αναλυθεί στις ενότητες 2.2 και 3.3. Και στις δύο περιπτώσεις, με ή χωρίς τεχνητή γήρανση, για να πληροί ένα δοκίμιο τις απαιτήσεις του EN 14877, η απώλεια μάζας ανάμεσα στους 500 και 1500 κύκλους της δοκιμής δεν πρέπει ξεπερνά τα 4,0 g. Η δοκιμή επαναλαμβάνεται σε τρία (3) διαφορετικά πλακίδια και λαμβάνονται οι μέσοι όροι απώλειας μάζας.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 7) και το αντίστοιχο πιστοποιητικό δοκιμών βρίσκεται στο Παράρτημα III.

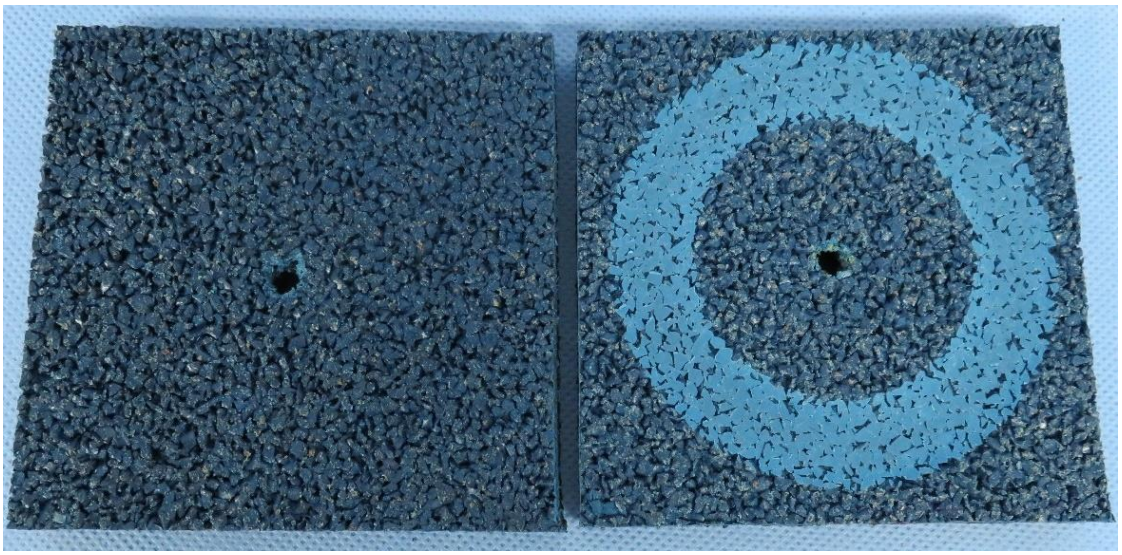
Πίνακας 7:Αποτελέσματα μετρήσεων (ISO 5470-1)

Δοκίμιο		**Μέση απώλεια μάζας ανάμεσα στους 500 και 1500 κύκλους (g)**		**Διαφορά (%)**
		«Ως έχει»	**Έπειτα από Τεχνητή Γήρανση**	
SH003	Μέση τιμή	**4,114**	**2,366**	-42,5%
	Τυπική απόκλιση	*0,241*	*0,171*	
GR005	Μέση τιμή	**1,219**	**1,457**	19,5%
	Τυπική απόκλιση	*0,175*	*0,121*	
GR007	Μέση τιμή	**1,366**	**1,739**	27,3%
	Τυπική απόκλιση	*0,085*	*0,034*	
GR010	Μέση τιμή	**1,278**	**1,685**	31,8%
	Τυπική απόκλιση	*0,129*	*0,271*	

Όλα τα πλακίδια πριν κι έπειτα από τεχνητή γήρανση, με εξαίρεση το δοκίμιο SH003 σε κατάσταση «ως έχει», πληρούν τις απαιτήσεις του προτύπου EN 14877 και μάλιστα είναι αρκετά κάτω από το όριο των 4.0 g. Η μικρότερη απώλεια μάζας παρατηρήθηκε στα πλακίδια με άνω στρώση από κόκκους EPDM, χωρίς να παρατηρούνται σημαντικές διακυμάνσεις ανάλογα με το πάχος της στρώσης.

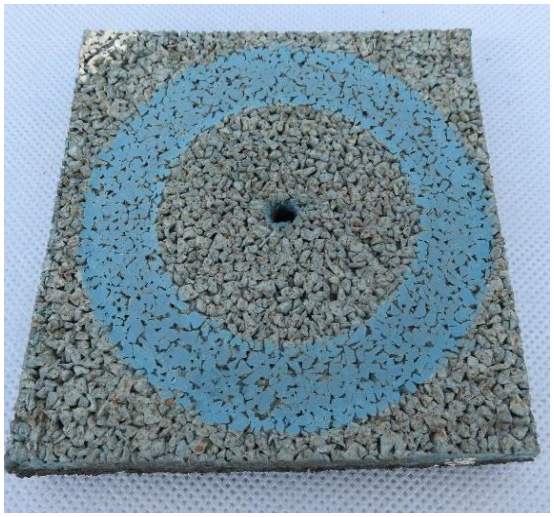
Για το πλακίδιο **SH003** σε κατάσταση «ως έχει» τα αποτελέσματα των τριών (3) επαναλήψεων της δοκιμής ήταν 3,961 g – *4,396* g – 3,998 g *(Παράρτημα ΙΙΙ).* Εκτός των προδιαγραφών είναι μόνο η μία (4,396 g), η οποία και ανεβάζει το μέσο όρο των μετρήσεων συνολικά στην τιμή 4,114 g. Ωστόσο, για το αντίστοιχο δοκίμιο που υποβλήθηκε σε τεχνητή γήρανση, η απώλεια μάζας κατά τη μέτρηση ήταν σημαντικά μικρότερη (2,366g, κατά 42,5 %), ενώ στα υπόλοιπα πλακίδια παρατηρήθηκε μικρή αύξηση της απώλειας μάζας μετά την τεχνητή γήρανση.

Με βάση τα παραπάνω, δεν μπορούν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για την αντοχή στη φθορά του πλακιδίου με άνω στρώση από φύλλο EPDM με πάχος 3 mm (SH003) χωρίς να πραγματοποιηθούν επιπλέον δοκιμές ή και επανάληψη.

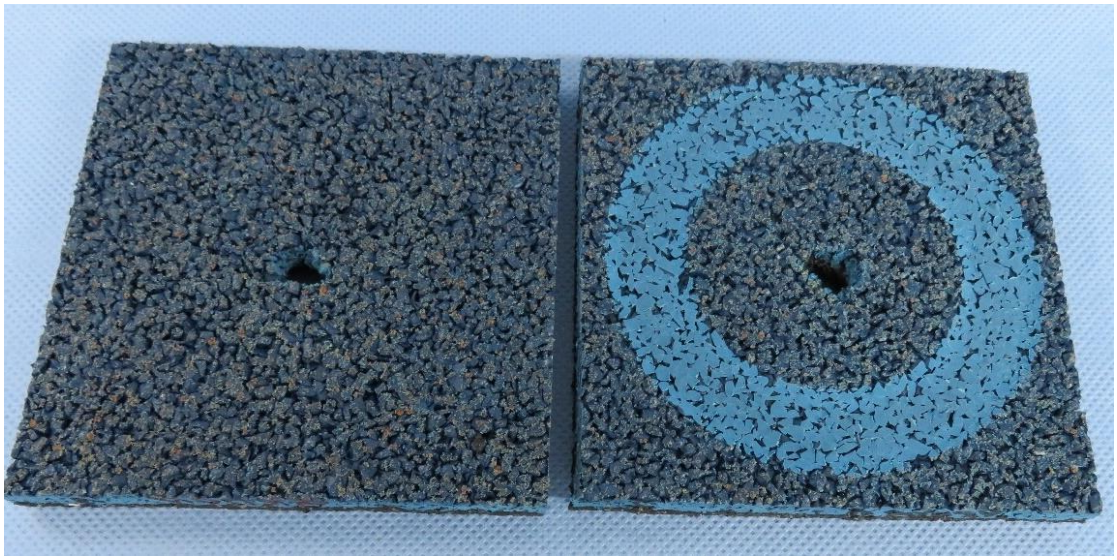


*Εικόνα 13: Πλακίδιο **GR005**, "Ως έχει", πριν και μετά από 1.500 κύκλους*

*Εικόνα 14: Πλακίδιο **GR005UV**, έπειτα από τεχνητή γήρανση*

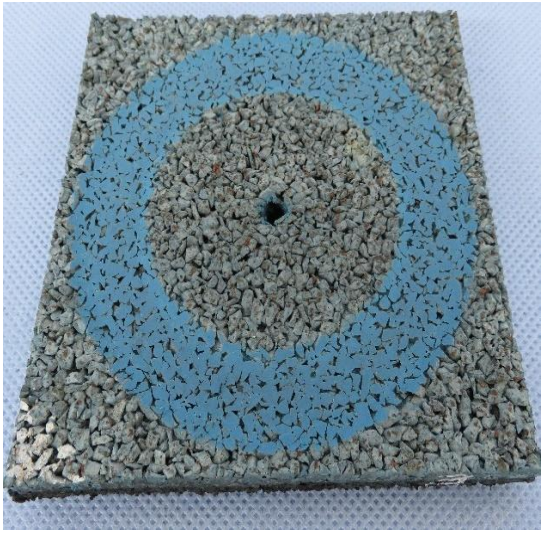


*Εικόνα 15: Πλακίδιο **GR005UV** έπειτα από τεχνητή γήρανση και μετά από 1.500 κύκλους*

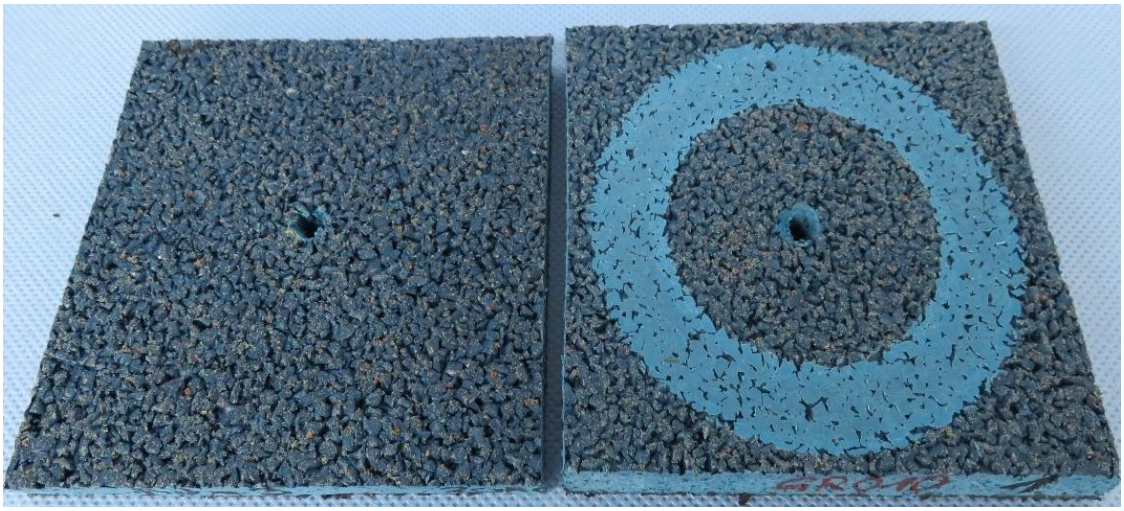


*Εικόνα 16: Πλακίδιο **GR007**, "Ως έχει", πριν και μετά από 1.500 κύκλους*

*Εικόνα 17: Πλακίδιο **GR007UV**, έπειτα από τεχνητή γήρανση*

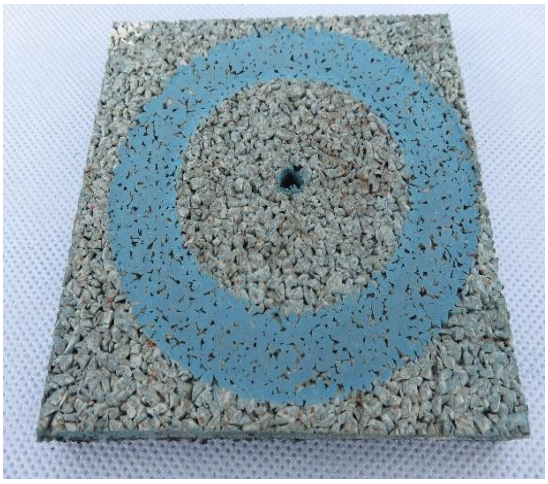


*Εικόνα 18: Πλακίδιο **GR007UV**, έπειτα από τεχνητή γήρανση και μετά από 1.500 κύκλους*

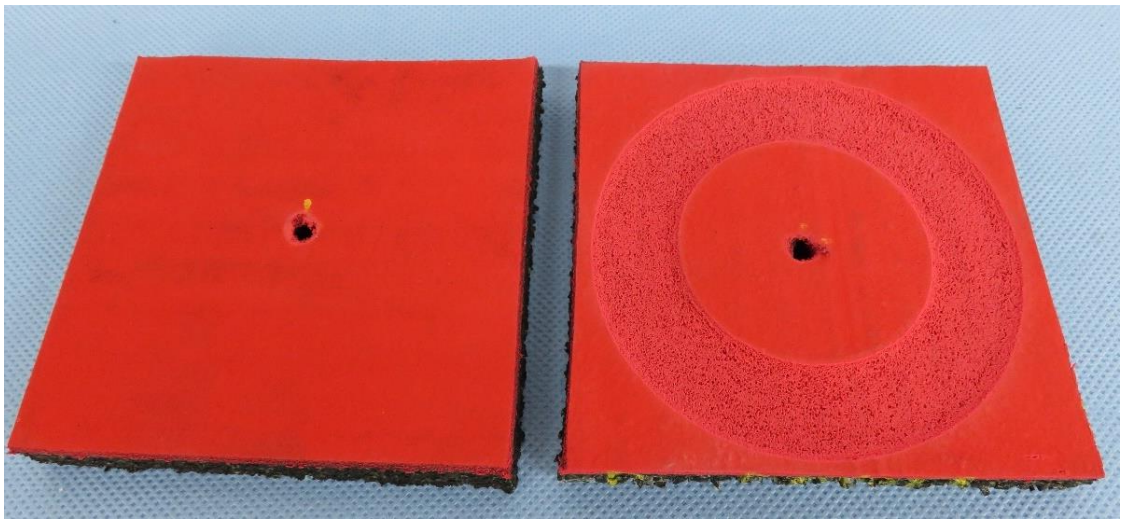


*Εικόνα 19: Πλακίδιο **GR010**, "Ως έχει", πριν και μετά από 1.500 κύκλους*

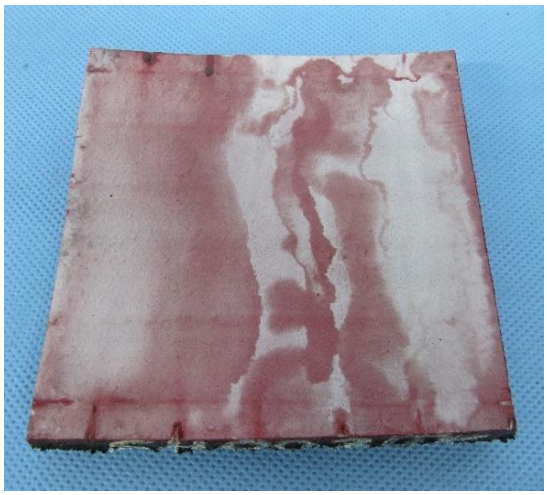
*Εικόνα 20: Πλακίδιο **GR010UV**, έπειτα από τεχνητή γήρανση*



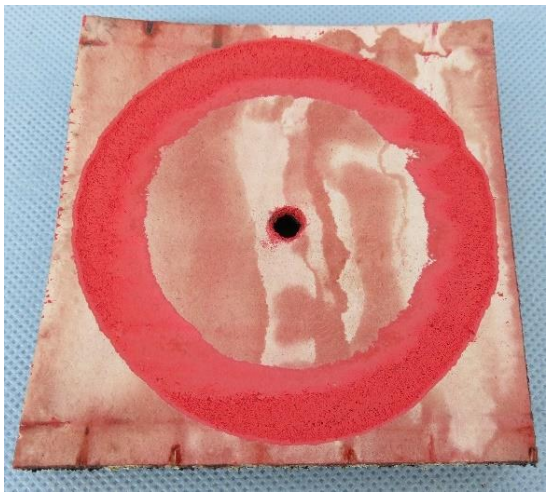
*Εικόνα 21: Πλακίδιο **GR010UV**, έπειτα από τεχνητή γήρανση και μετά από 1.500 κύκλους*



*Εικόνα 22: Πλακίδιο **SH003**, "Ως έχει", πριν και μετά από 1.500 κύκλους*



*Εικόνα 23: Πλακίδιο **SH003UV**, έπειτα από τεχνητή γήρανση*



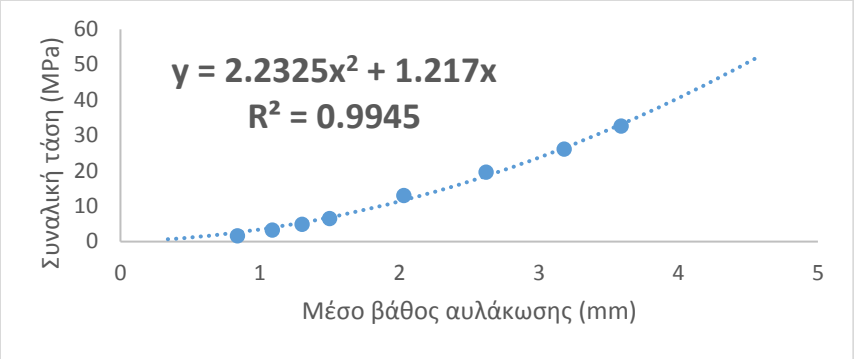
*Εικόνα 24: Πλακίδιο **SH003UV**, έπειτα από τεχνητή γήρανση και μετά από 1.500 κύκλους*

4 Εκτίμηση Χρόνου Ζωής Πλακιδίων

Για την εκτίμηση του χρόνου ζωής των πλακιδίων έγινε αντιστοίχιση των αποτελεσμάτων της δοκιμής των 10.000 κύκλων με την, θεωρητικώς υπολογιζόμενη καταπόνηση που δέχεται ένα πλακίδιο σε πραγματικές συνθήκες χρήσης του σε παιδικές χαρές. **Τα πλακίδια θεωρείται ότι έχουν φτάσει στο τέλος του χρόνου ζωής τους όταν έχει φθαρεί σε τέτοιο βαθμό η στρώση του EPDM ώστε να αποκαλύπτεται η κάτω στρώση του SBR**. Να επισημανθεί πως ο χρόνος ζωής των πλακιδίων είναι πολυπαραγοντικό ζήτημα και στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης έγιναν ορισμένες παραδοχές, οι οποίες αναφέρονται ακολούθως αναλυτικά.

Η **αντιστοίχιση της εργαστηριακής καταπόνησης με την καταπόνηση κάτω από πραγματικές συνθήκες**, έγινε μέσω συσχέτισης της καταπόνησης (συνολικής τάσης) που δέχεται ένα πλακίδιο, με το βάθος αυλάκωσης που προκαλείται λόγω της καταπόνησης αυτής. Με τον τρόπο αυτό υπολογίστηκε και η καταπόνηση που πρέπει να δεχθεί ένα πλακίδιο ώστε να φθαρεί όλη η άνω στρώση και να φτάσει έτσι στο τέλος του χρόνου ζωής του.

Αρχικά, υπολογίστηκε η τάση (δύναμη ανά επιφάνεια) σε MPa που ασκήθηκε στο πλακίδιο κατά τη δοκιμή των 10.000 κύκλων. Η δύναμη που ασκούσαν οι τροχοί στο πλακίδιο ήταν γνωστή παράμετρος του πειράματος (9,8 N) και η επιφάνεια φθοράς ήταν ίση με 30 cm^2. Στη συνέχεια, έγινε αντιστοίχιση του βάθους αυλάκωσης με τη συνολική τάση που έχει δεχθεί το πλακίδιο, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 9.



Διάγραμμα 9: Συσχέτιση βάθους αυλάκωσης και συνολικής τάσης

Με ανάλυση παλινδρόμησης βρέθηκε πως, η σχέση που συνδέει το μέσο βάθος αυλάκωσης με τη συνολική τάση που έχει δεχθεί το πλακίδιο είναι το παρακάτω πολυώνυμο δευτέρου βαθμού:

$$y = 2.2325 \cdot x^2 + 1.217 \cdot x$$

όπου **y**, η συνολική τάση που έχει δεχθεί το πλακίδιο σε MPa (από την συσκευή Taber) και

x, το μέσο βάθος αυλάκωσης σε mm.

Με τη βοήθεια της σχέσης αυτής, υπολογίζεται η συνολική τάση που θα πρέπει να δεχθεί ένα πλακίδιο με γνωστό πάχος στρώσης EPDM για να φτάσει στο τέλος του χρόνου ζωής του. Αρκεί στη σχέση να αντικατασταθεί το x με το αντίστοιχο πάχος στρώσης EPDM.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί πως εκτός από τη δύναμη και την επιφάνεια, σημαντικό ρόλο στη φθορά του πλακιδίου παίζει και το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένοι οι τροχοί. Υπενθυμίζεται ότι κατά την εκτέλεση της δοκιμής χρησιμοποιήθηκαν τροχοί "H18" που είναι κατασκευασμένοι από πηλό και καρβίδιο του πυριτίου. Το καρβίδιο του πυριτίου είναι υλικό γνωστό για τις λειαντικές του ιδιότητες, που βρίσκει εφαρμογή στην κατασκευή υαλόχαρτου και άλλων λειαντικών προϊόντων.

Εικόνα 25: Λειαντικοί τροχοί "H18" για την συσκευή Taber

Σε συνθήκες χρήσης, σε επαφή με το πλακίδιο έρχονται οι σόλες των παπουτσιών, οι οποίες είναι κατασκευασμένες είτε από πολυμερή είτε από δέρμα. Ειδικά δε τα παιδικά παπούτσια είναι συνήθως κατασκευασμένα από μαλακά υλικά όπως το φυσικό καουτσούκ ή η πολυουρεθάνη (PU) [14]. Τα υλικά αυτά έχουν σημαντικά μικρότερη λειαντική ικανότητα σε σχέση με τους τροχούς που χρησιμοποιήθηκαν κατά την εκτέλεση του πειράματος. Για τον λόγο αυτό, κατά τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν, θεωρήθηκε ότι η φθορά που προκαλείται από τους τροχούς κατασκευασμένους από καρβίδιο του πυριτίου είναι δεκαπλάσια από την φθορά που θα προκαλούνταν εάν οι τροχοί ήταν κατασκευασμένοι από δέρμα ή πολυμερή [15].

Μια ακόμη παραδοχή για τον υπολογισμό της τάσης που ασκείται στο πλακίδιο κατά την χρήση του, είναι το ότι η παιδική χαρά χρησιμοποιείται εξίσου από παιδιά όλων των ηλικιών και των δύο φύλων. Χρησιμοποιήθηκε το μέσο βάρος αγοριών και κοριτσιών ηλικίας 2 - 10 ετών σύμφωνα με δεδομένα ανάπτυξης του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO) [16–19] και δεδομένα επιφάνειας σόλας για παιδικά παπούτσια μεγέθους 23 - 36 [20]. Στους παρακάτω πίνακες (Πίνακας 8 και

Πίνακας 9), παρουσιάζονται αντίστοιχα η κατανομή του βάρους ανά ηλικία και φύλο, καθώς και η επιφάνεια της σόλας των παιδικών παπουτσιών ανά μέγεθος.

Πίνακας 8: Κατανομή βάρους ανά φύλο και ηλικία

Ηλικία (έτη)	**Αγόρια**	**Κορίτσια**
	Μάζα (kg)	**Μάζα (kg)**
2	12,2	11,5
3	14,4	13,8
4	16,4	16,0
5	18,4	18,2
6	20,5	20,0
7	23,0	22,4
8	25,5	25,0
9	28,0	28,0
10	31,0	32,0
Μέσος όρος	**20,9 kg**	

Πίνακας 9: Κατανομή επιφάνειας παπουτσιού ανά μέγεθος

Μέγεθος	Επιφάνεια σόλας παπουτσιού (cm^2)
23	49,3
24	53,6
25	58,9
26	64,5
27	69,4
28	75,4
29	81,7
30	87,3
31	94,1
32	101,1
33	107,3
34	114,8
35	122,6
36	129,5
Μέσος όρος	**86,4 cm^2**

Για να υπολογιστεί η τάση που ασκείται από ένα παιδί, έπρεπε να εκτιμηθεί αρχικά η δύναμη που ασκεί το πόδι του παιδιού κατά την επαφή του με το πλακίδιο. Για την περίπτωση που το παιδί απλά περπατά, θεωρήθηκε το χειρότερο σενάριο που βρίσκεται μόνο το ένα από τα δυο πόδια του σε επαφή με το έδαφος, συνεπώς η δύναμη που ασκείται από το πόδι στο έδαφος είναι ίση με το βάρος του παιδιού (μάζα επί την επιτάχυνση της βαρύτητας). Για την περίπτωση που το παιδί τρέχει ή κάνει άλλες έντονες δραστηριότητες, θεωρήθηκε και πάλι το χειρότερο σενάριο, ότι μόνο το ένα πόδι είναι σε επαφή με το έδαφος και η δύναμη που ασκείται είναι ίση με τρεις φορές το βάρος του [19, 20].

Στους χρήστες της παιδικής χαράς οφείλουν να συμπεριληφθούν και οι ενήλικοι που συνοδεύουν τα παιδιά σε ποσοστό 20 % των συνολικών χρηστών. Οι ενήλικοι θεωρήθηκε ότι μόνο περπατούν. Η μέση μάζα ενός ενήλικα στην Ελλάδα είναι 75,04 kg, το μέσο μήκος παπουτσιού είναι 26,8 cm και το μέσο πλάτος 8 cm [23].

Το σημείο στο οποίο είναι εγκατεστημένο το πλακίδιο είναι μία ακόμη παράμετρος που επηρεάζει την φθορά του πλακιδίου, καθώς διαφορετικά σημεία της παιδικής χαράς δέχονται και διαφορετικές καταπονήσεις. Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης θεωρήθηκαν **τρεις (3) διαφορετικές ζώνες καταπόνησης**:

- **Ζώνη Α**: σημεία στα οποία οι χρήστες της παιδικής χαράς μόνο περπατούν
- **Ζώνη Β**: σημεία στα οποία οι χρήστες κατά 40 % περπατούν και κατά 60 % τρέχουν
- **Ζώνη Γ**: σημεία που δέχονται έντονη καταπόνηση (πχ. συνεχές τρέξιμο, σημεία κάτω από κούνιες, γενικότερα παιχνίδια που περιλαμβάνουν επαναλαμβανόμενη επαφή του ποδιού του παιδιού με το δάπεδο).

Οι παιδικές χαρές θεωρήθηκε ότι χρησιμοποιούνται καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, με εξαίρεση τις μέρες με βροχή και με ακραίες θερμοκρασίες. Με βάση μετεωρολογικά δεδομένα για το έτος 2017 για τη Νέα Φιλαδέλφεια [24], εκτιμήθηκε ότι μια παιδική χαρά στην Αττική βρίσκεται σε χρήση 250 ημέρες τον χρόνο.

Σημαντική παράμετρος στη φθορά που θα υποστεί ένα πλακίδιο είναι η επισκεψιμότητα της παιδικής χαράς. Ανάλογα με την επισκεψιμότητα της παιδικής χαράς και της χρήσης του κάθε σημείου της, μελετήθηκαν τα ακόλουθα σενάρια όσο αφορά τις φορές που έρχεται σε επαφή ένα παιδικό παπούτσι με τα πλακίδια:

- **50 επαφές ανά ημέρα** σε σημεία της ζώνης Α και της ζώνης Β *(παιδικές χαρές με μικρή επισκεψιμότητα)*
- **100 επαφές ανά ημέρα** σε σημεία της ζώνης Α και της ζώνης Β *(παιδικές χαρές με μέτρια επισκεψιμότητα)* και σε σημεία της ζώνης Γ *(παιχνίδια με μεγάλη επισκεψιμότητα σε παιδικές χαρές με μικρή επισκεψιμότητα)*
- **250 επαφές ανά ημέρα** σε σημεία της ζώνης Α και της ζώνης Β *(παιδικές χαρές με μεγάλη επισκεψιμότητα)* και σε σημεία της ζώνης Γ *(παιχνίδια με μεγάλη επισκεψιμότητα σε παιδικές χαρές με μέτρια επισκεψιμότητα)*

- **500 επαφές ανά ημέρα** σε σημεία της ζώνης Γ *(παιχνίδια με μεγάλη επισκεψιμότητα σε παιδικές χαρές με μεγάλη επισκεψιμότητα).*

Συγκεντρωτικά, κατά την εκτέλεση των υπολογισμών για την εκτίμηση του χρόνου ζωής των πλακιδίων έγιναν οι ακόλουθες παραδοχές:

✓ Η φθορά που προκαλούν οι λειαντικοί τροχοί "H18" είναι δεκαπλάσια από την φθορά που προκαλούν οι σόλες παπουτσιών

✓ Οι παιδικές χαρές χρησιμοποιούνται εξίσου από παιδιά όλων των ηλικιών (2 - 10 ετών) και των δυο φύλων

✓ Ο μέσος όρος μάζας των παιδιών είναι 20,9 kg και ο μέσος όρος της επιφάνειας της σόλας του παπουτσιού είναι 86,4 cm^2

✓ Κατά το περπάτημα θεωρείται ότι στο πλακίδιο ασκείται από το ένα πόδι δύναμη ίση με το βάρος του χρήστη

✓ Κατά το τρέξιμο θεωρείται ότι στο πλακίδιο ασκείται από το ένα πόδι δύναμη τριπλάσια από το βάρος του χρήστη

✓ Το 20 % των συνολικών χρηστών θεωρείται ότι είναι ενήλικοι συνοδοί των παιδιών

✓ Οι ενήλικοι έχουν μέση μάζα 75,04 kg και μέση επιφάνεια παπουτσιού 214,4 cm^2

✓ Οι παιδικές χαρές σε χρήση 250 ημέρες τον χρόνο

✓ Οι παιδικές χαρές χωρίζονται σε τρεις (3) ζώνες καταπόνησης, και τέλος

✓ Εξετάστηκαν τρία (3) σενάρια επισκεψιμότητας της παιδικής χαράς

Να σημειωθεί πως για τους υπολογισμούς δεν ελήφθη υπόψιν ο παράγοντας της φυσιολογικής γήρανσης των πλακιδίων. Μάλιστα με βάση τα αποτελέσματα των δοκιμών που παρουσιάστηκαν στην ενότητα 3.4, έπειτα από τεχνητή γήρανση με έκθεση σε ακτινοβολία UV που αντιστοιχεί σε περίπου τρία (3) χρόνια πραγματικής γήρανσης, η απώλεια μάζας αυξάνεται κατά 20 – 30 %, γεγονός που φανερώνει ότι η γήρανση επιδρά αρνητικά στην αντοχή των πλακιδίων στη φθορά.

Στον Πίνακας 10, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ενδεικτικού, εκτιμώμενου χρόνου ζωής των πλακιδίων ανά ζώνη καταπόνησης για τα τρία (3) σενάρια επισκεψιμότητας της παιδικής χαράς.

Δεδομένου ωστόσο ότι, οι υπολογισμοί βασίζονται σε πλήθος παραδοχών ενός απλοποιημένου μοντέλου, λαμβάνοντας υπόψιν τις πιο δυσμενείς συνθήκες, χωρίς ωστόσο να συνυπολογίζεται η φυσιολογική γήρανση των πλακιδίων, θα πρέπει να επισημανθεί πως πρόκειται για **ενδεικτικούς χρόνους** με σημαντική αβεβαιότητα. Τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν δεν επαρκούν για να γίνει μοντελοποίηση του σύνθετου και πολυπαραγοντικού φαινομένου της μεταβολής της αντίστασης στη φθορά κατά τη γήρανση σε συνθήκες χρήσης.

Πίνακας 10: Ενδεικτικός, εκτιμώμενος χρόνος ζωής πλακιδίων

Πάχος στρώσης EPDM (mm)	**Παιδικές χαρές με μικρή επισκεψιμότητα**			**Παιδικές χαρές με μέτρια επισκεψιμότητα**			**Παιδικές χαρές με μεγάλη επισκεψιμότητα**		
	Ζώνη Α	**Ζώνη Β**	**Ζώνη Γ**	**Ζώνη Α**	**Ζώνη Β**	**Ζώνη Γ**	**Ζώνη Α**	**Ζώνη Β**	**Ζώνη Γ**
4	12,6 χρόνια	6,0 χρόνια	2,3 χρόνια	6,3 χρόνια	3,0 χρόνια	11 μήνες	2,5 χρόνια	1,2 χρόνια	6 μήνες
5	19,2 χρόνια	9,1 χρόνια	3,5 χρόνια	9,6 χρόνια	4,6 χρόνια	1,4 χρόνια	3,8 χρόνια	1,8 χρόνια	8 μήνες
7	36,5 χρόνια	17,4 χρόνια	6,6 χρόνια	18,3 χρόνια	8,7 χρόνια	2,7 χρόνια	7,3 χρόνια	3,5 χρόνια	1,3 χρόνια
10	72,9 χρόνια	34,7 χρόνια	13,2 χρόνια	36,5 χρόνια	17,3 χρόνια	5,3 χρόνια	14,6 χρόνια	6,9 χρόνια	2,6 χρόνια

5 Συμπεράσματα

Κατά την παρούσα μελέτη, εξετάσθηκαν δύο (2) είδη ελαστικών πλακιδίων με κοινή κάτω στρώση από κόκκους ανακυκλωμένου ελαστικού SBR, και άνω στρώση είτε από φύλλο EPDM είτε από κόκκους EPDM. Τα πλακίδια αυτά προορίζονται για χρήση σε παιδικές χαρές και υποβλήθηκαν σε μελέτη αντοχής στη φθορά (Abrasion Resistance, AR) με βάσει τα όσα ορίζουν πρότυπες μέθοδοι, ώστε να εκτιμηθεί η συμμόρφωσή τους ή μη με τον κανονισμό REACH, που αφορά στους PAHs.

Όλα τα πλακίδια που μελετήθηκαν με **άνω στρώση από κόκκους EPDM**, **πληρούν τις προδιαγραφές κατά EN 14877, για την αντοχή σε φθορά.** Τα αποτελέσματα των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν για την περίπτωση πλακιδίων με άνω στρώση από φύλλο EPDM, δεν επαρκούν ώστε να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα, ωστόσο δεν είναι ενθαρρυντικά για την χρήση τους.

Με βάση την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε στην ενότητα 4 *(Εκτίμηση Χρόνου Ζωής Πλακιδίων),* είναι εμφανές ότι ο **χρόνος ζωής των πλακιδίων εξαρτάται έντονα από την χρήση τους**. Δεδομένου ότι ένας μέσος αποδεκτός χρόνος ζωής θεωρείται πως είναι τα 3 - 5 χρόνια, προτείνεται να επιλέγονται πλακίδια με κατάλληλο πάχος στρώσης κόκκων EPDM ανάλογα με την αναμενόμενη επισκεψιμότητα της παιδικής χαράς και για κάθε ζώνη ξεχωριστά.

Συγκεκριμένα, **για παιδικές χαρές με μικρή επισκεψιμότητα**, πλακίδια με πάχος στρώσης κόκκων EPDM 4 ή 5 mm θα μπορούσαν να είναι αποδεκτά για τις ζώνες Α και Β, ώστε να εξασφαλιστεί ότι δεν θα αποκαλυφθεί η κάτω στρώση από SBR κατά τη διάρκεια της ζωής του πλακιδίου. Στα σημεία της ζώνης Γ θα πρέπει να προτιμώνται πλακίδια με πάχος 5 mm ή μεγαλύτερο.

Σε παιδικές χαρές με μέτρια επισκεψιμότητα θα πρέπει να προτιμώνται πλακίδια με πάχος στρώσης EPDM τουλάχιστον 4 - 5 mm, για σημεία των ζωνών

Α και Β. Σε σημεία της ζώνης Γ θα πρέπει να προτιμώνται πλακίδια με ελάχιστο πάχος 10 mm.

Για την περίπτωση των παιδικών χαρών με μεγάλη επισκεψιμότητα για τις ζώνες Α και Β προτείνεται η χρήση πλακιδίων με πάχος τουλάχιστον 5-7 mm. Τα σημεία της ζώνης Γ τα οποία δέχονται την περισσότερη καταπόνηση και ως εκ τούτου, τα πλακίδια φθείρονται πολύ γρήγορα, είναι λίγα σε έκταση (5 - 10 πλακίδια) σε σχέση με τη συνολική έκταση της παιδικής χαράς, και συνήθως είναι γνωστά ήδη από το σχεδιασμό του χώρου (π.χ. κάτω από τις κούνιες, ο χώρος ακριβώς μπροστά από την τσουλήθρα κτλ.). Προτείνεται λοιπόν, σε αυτά τα σημεία είτε να χρησιμοποιούνται πλακίδια με πολύ μεγάλο πάχος στρώσης EPDM, είτε να αντικαθίστανται συχνότερα από τα υπόλοιπα πλακίδια.

Ενδεικτικά κι έπειτα από αντίστοιχους υπολογισμούς αναφέρεται ότι, στη ζώνη Γ για παιδική χαρά με μεγάλη επισκεψιμότητα, δεν θα αποκαλυπτόταν η στρώση του SBR εντός του χρόνου ζωής του πλακιδίου εάν είχε πάχος άνω στρώσης EPDM 15 mm, ενώ ένα πλακίδιο με πάχος άνω στρώσης 10 mm θα έπρεπε να αντικαθίσταται κάθε 2,6 χρόνια περίπου.

Σε κάθε περίπτωση, κάθε πλακίδιο στο οποίο έχει φθαρεί η στρώση του EPDM και έχει αποκαλυφθεί η στρώση του SBR είτε λόγω φυσιολογικής φθοράς, είτε λόγω μη προβλεπόμενης χρήσης του πλακιδίου που έχει σαν συνέπεια την καταστροφή του, θα πρέπει να αντικαθίσταται άμεσα.

6 Βιβλιογραφία

[1] Οδηγία 2009/28/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Απριλίου 2009 σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ. Επίσημη Εφημερίδα Της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2009.

[2] Οδηγία 2008/98/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Νοεμβρίου 2008 για τα απόβλητα και την κατάργηση ορισμένων οδηγιών. Επίσημη Εφημερίδα Της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2008.

[3] Οδηγία 1999/31/ΕΚ του Συμβουλίου της 26ης Απριλίου 1999 περί ταφής των αποβλήτων. Επίσημη Εφημερίδα Τών Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 1999.

[4] Οδηγία 1976/769/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 27ης Ιουλίου 1976 περί προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μελών που αφορούν περιορισμούς κυκλοφορίας στην αγορά και χρήσεως μερικών επικινδύνων ουσιών και παρασκευασμάτων,. Επίσημη Εφημερίδα Των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 1976.

[5] Οδηγία 2005/69/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Νοεμβρίου 2005 σχετικά με την εικοστή έβδομη τροποποίηση της οδηγίας 76/769/ΕΟΚ του Συμβουλίου περί προσεγγίσεως των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων των κρατών μ. Επίσημη Εφημερίδα Της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2005.

[6] Κανονισμός (ΕΕ) αριθ. 1272/2013 της Επιτροπής της 6ης Δεκεμβρίου 2013 σχετικά με την τροποποίηση του παραρτήματος XVII του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1907/2006 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την καταχώριση, αξιολόγηση, την αδειοδότηση και τ. Επίσημη Εφημερίδα Της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2013.

[7] Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1272/2008 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2008 για την ταξινόμηση, την επισήμανση

και τη συσκευασία των ουσιών και των μειγμάτων, την τροποποίηση και την κατάργηση των οδηγιών 67/548/ΕΟΚ και 1999/45. Επίσημη Εφημερίδα Της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2008.

[8] Taber Abraser - (Wear & Abrasion) - Taber Industries n.d. https://www.taberindustries.com/taber-rotary-abraser (accessed September 21, 2018).

[9] Accelerated Abrasion Resistance Testing - Face Consultants n.d. https://face-consultants.com/accelerated-abrasion-resistance-testing/ (accessed September 12, 2018).

[10] GABRIEL-CHEMIE group. ARTiFiCiAL-weathering n.d. https://www.gabriel-chemie.com/downloads/folder/Artificial-Weathering-en.pdf (accessed January 24, 2019).

[11] ATLAS material testing solutions. Weathering Testing Guidebook n.d. http://www.strenometer.dk/files/downloads/guidebook.pdf (accessed January 24, 2019).

[12] Total Annual Sunshine in European Cities - Current Results n.d. https://www.currentresults.com/Weather/Europe/Cities/sunshine-annual-average.php (accessed January 24, 2019).

[13] Average Annual Sunshine by USA State - Current Results n.d. https://www.currentresults.com/Weather/US/average-annual-state-sunshine.php (accessed January 24, 2019).

[14] What Is the Sole of a Shoe? n.d. https://www.liveabout.com/what-is-the-sole-of-a-shoe-2987688 (accessed February 11, 2019).

[15] Li KW. SLIP-RESISTANCE AND ABRASION OF NEW & USED SHOE SOLES. n.d.

[16] WHO. Weight-for-age BOYS 2 to 5 years. n.d.

[17] WHO. Weight-for-age GIRLS 2 to 5 years. n.d.

[18] WHO. Weight-for-age BOYS 5 to 10 years. n.d.

[19] WHO. Weight-for-age GIRLS 5 to 10 years. n.d.

[20] Paidikos Kosmos - ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΓΕΘΩΝ ΠΑΠΟΥΤΣΙΩΝ n.d. https://www.paidikoskosmos.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=34&Itemid=415 (accessed September 20, 2018).

[21] Force on a Runner's Foot - The Physics Factbook n.d. https://hypertextbook.com/facts/1999/SaraBirnbaum.shtml (accessed September 21, 2018).

[22] Clark KP, Ryan LJ, Weyand PG. A general relationship links gait mechanics and running ground reaction forces 2017. doi:10.1242/jeb.138057.

[23] The world's fattest countries: how do you compare? - Telegraph n.d. https://www.telegraph.co.uk/news/earth/earthnews/9345086/The-worlds-fattest-countries-how-do-you-compare.html (accessed September 24, 2018).

[24] Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. Κλιματικά Δεδομένα ανά Πόλη-ΜΕΤΕΩΓΡΑΜΜΑΤΑ, n.d. http://www.hnms.gr/emy/el/climatology/climatology_city?perifereia=Attiki&poli=Nea_Filadelfia (accessed September 24, 2018).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ- ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ-ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

54124 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ Αρ. Θυρ. 482 Τηλ. 2310 995635 Fax 2310 995699

17/07/2018

ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΕ ΑΠΟΤΡΙΨΗ ΒΑΣΕΙ EN13892-4 Methods of test for screed materials - Part 4: Determination of wear resistance-BCA

Η δοκιμή έγινε σύμφωνα με το EN 13892-4 σε έξι (6) πλακίδια κατάλληλων για τη μέθοδο διαστάσεων που στάλθηκαν από την Clean Energy για λογαριασμό της Ecoelastika στο Εργαστήριο Δομικών Υλικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών ΑΠΘ. Η κατηγορία προσδιορίζεται σύμφωνα με το EN 13813. Στις εικόνες 1 και 2 φαίνεται η τοποθέτηση του συστήματος κατά τη διαδικασία ελέγχου και το ίχνος που υπήρξε στις πλάκες. Στον πίνακα 1 περιέχονται τα αποτελέσματα του μέσου βάθους αυλάκωσης (σε mm) και γίνεται αντιστοίχιση με τις κατηγορίες του κανονισμού EN13813 όπως αυτές φαίνονται στον πίνακα2. Η μέτρησή του βάθους της αυλάκωσης καταγράφεται στην εικόνα3.

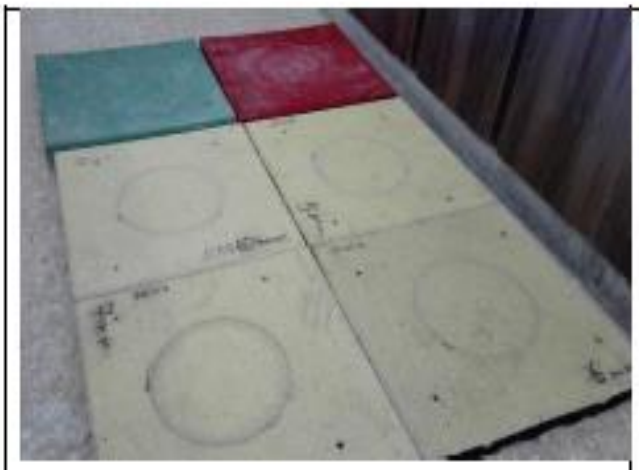
Πίνακας 1 Αποτελέσματα μετρήσεων απότριψης (μέσος όρος 8 μετρήσεων) βάσει EN13892-4

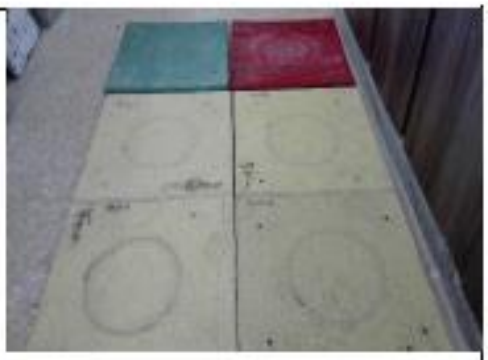
Δοκίμιο	Μέσο βάθος αυλάκωσης (mm)	EN13813
SH003	0.035	AR0.5
SH005	0.118	AR2
GR004	0.019	AR0.5
GR005	0.029	AR0.5
GR007	0.013	AR0.5
GR010	0.024	AR0.5

Πίνακας 2 Ταξινόμηση βάσει κλάσεων κατά EN 13813

Class	AR6	AR4	AR2	AR1	AR0.5
Maximum wear depth in μm	600	400	200	100	50

Εικ.1 Τοποθέτηση και αποτύπωμα του ίχνους φθοράς στο δείγμα SH005





Εικ.2 Τελική μορφή φθοράς στα πλακίδια

Εικ3 Μέτρηση του βάθους του ίχνους της αυλάκωσης

Ο οπτικός έλεγχος όλων των πλακών έδειξε ότι σε καμία περίπτωση δεν φάνηκε το υπόστρωμα μετά το πέρας του ελέγχου (εικ.4)

SH003	SH005	GR004
GR005	GR007	GR010
Εικ.4 Εικόνα αυλακιών		

Η υπεύθυνη των αναλύσεων

Μ. Στεφανίδου

Διευθύντρια Εργαστηρίου Δομικών Υλικών

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Test protocol
SKZ - Testing GmbH

SKZ

Test: **Determination of abrasion resistance with the Taber abrader according to ISO 5470-1:2016**

Order no.:	131164/18	Internal sample no.:	48486
Client:	Clean Energy LTD	Laboratory worker:	Frank Sauer
Test equipment:	Taber H/03/47100/1129	Date:	2018-08-02
Pretreatment:	stand. atm. 23/50 cl. 1 > 72h	Climate:	21.8°C / 48%
Tested product:	GR004 sawn to a thickness of 10 mm		
Remarks:	balance W/03/47200/713, internally calibrated		
	for reference material 4.9 N load		
	Silicium carbit wheels refaced each 2000 cycles with a diamond adjusting tool		

abrasive wheel:	H18		Load:	9,8N
			Reference material:	zinc sheet
aspiration:	vacuum: [mbar]	25-26	abrasion value /1000 U [mg]:	130
	nozzle diameter: [mm]	8		
	nozzle height: [mm]	2		

Mass:			
rotations:	Specimen 1 [g]	loss of weight [g]	mean abrasion per 100 cycles [g]
0	112,424	---	---
500	111,185	1,239	0,248
1000	110,211	2,213	0,221
1500	109,311	3,113	0,208
2000	108,521	3,903	0,195
4000	105,583	6,841	0,171
6000	102,224	10,200	0,170
8000	99,727	12,697	0,159
10000	97,048	15,376	0,154
weight loss between 500 and 1500 cycles [g]	1,874		

Assessment:	The requirements of EN 14877 regarding the wear resistance in the state as delivered (< 4.0 g) were fulfilled.
Appearance:	The SBR layer was not revealed after 10000 cycles.

\2018\131164_Clean Energy LTD\[131164_Clean Energy LTD Abrieb DIN EN ISO 5470-1_englisch.xlsx]weight signature

Protokollname:	erstellt/Datum:	geprüft/Freigabe/Datum:
Abrieb DIN EN ISO 5470-1.xlsx	Ws;2018-01-29	De;2018-01-29

Test protocol

SKZ - Testing GmbH

Test: **Determination of abrasion resistance with the Taber abrader according to ISO 5470-1:2016**

Order no.:	131164/18	Internal sample no.:	48486
Client:	Clean Energy LTD	Laboratory worker:	Frank Sauer
Test equipment:	Taber H/03/47100/1129	Date:	2018-08-02
Pretreatment:	stand. Atm. Cl. 1 > 72h	Climate:	21.8°C / 48%
Tested product:	GR004 sawn to a thickness of 10mm		
Remarks:	Thickness H/01/47100/596 adapter E		
	for reference material 4.9 N load		
	silicium carbit wheels refaced each 2000 cycles with diamond adjusting tool		

abrasive wheel:		H18		Load:		9,8N
				Reference material:		zinc sheet
aspiration:	vacuum: [mbar]		25-26	abrasion value /1000 U [mg]:		130
	nozzle diameter: [mm]		8			
	nozzle height: [mm]		2			
Thickness [mm]						
rotations:	sample 1 measuring point 1	sample 1 measuring point 2	sample 1 measuring point 3	sample 1 measuring point 4		
0	11,130	10,859	11,179	10,482		
change in thickness [mm]						
rotations:	sample 1 measuring point 1	sample 1 measuring point 2	sample 1 measuring point 3	sample 1 measuring point 4		
500	0,762	1,093	0,743	0,760		
1000	1,081	1,270	1,015	0,996		
1500	1,290	1,529	1,219	1,174		
2000	1,550	1,724	1,381	1,344		
4000	2,029	2,169	2,019	1,911		
6000	2,460	2,779	2,747	2,502		
8000	3,312	3,216	3,271	2,932		
10000	3,760	3,631	3,690	3,282		

Figure 1: sample before the test

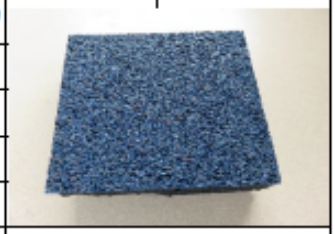
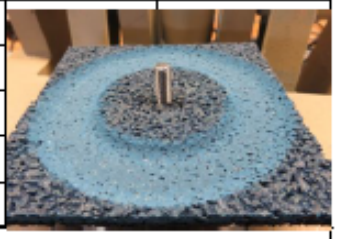


Figure 2: after 10000 cycles



18\131164_Clean Energy LTD\131164_Clean Energy LTD Abrieb DIN EN ISO 5470-1_englisch.xlsx\thickness signature

Protokollname:	erstellt/Datum:	geprüft/Freigabe/Datum:
Abrieb DIN EN ISO 5470-1.xlsx	Ws;2018-01-29	De;2018-01-29

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III

Das Kunststoff-Zentrum

SKZ

Test report no.: 131164/18

Client: Clean Energy Ltd
4 km Ptolemaida-Kozani
502 00 Ptolemaida
GREECE

Order: Determination of abrasion resistance according to EN ISO 5470-1 : 2017-04 on rubber tiles made from EPDM

Letter of: 2018-07-16 **Ref.:** Mrs. Kanaveli

Sample received: 2018-07-25 **Sample taken:** -

Test period: 2018-07-30 **till** 2018-01-22

This test report comprises 5 pages.

Würzburg, 2019-02-04
De/mo

i. V. M. Heindl

Dr.-Ing. Marcus Heindl
Head of Testing Laboratory

International akkreditiert
SKZ – Testing GmbH

i. A. U. Dengel

Dipl.-Ing. Udo Dengel
Deputy Group Manager Testing Laboratory
Films, Sheets / Sports Equipment

Die auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung und Übersetzung dieses Berichtes bedarf der schriftlichen Genehmigung der SKZ – Testing GmbH. Die Ergebnisse beziehen sich auf die geprüften Produkte. Der Akkreditierungsumfang kann im Internet unter www.skz.de eingesehen werden.

SKZ – Testing GmbH
Prüfung, Überwachung, Zertifizierung
Friedrich-Bergius-Ring 22
97076 Würzburg

Geschäftsführer
Dr.-Ing. Gerald Aengenheyster
HRB 7840
Amtsgericht Würzburg

Tel. +49 931 4104-0
Fax +49 931 4104-477
testing@skz.de
www.skz.de

DAkkS
Deutsche Akkreditierungsstelle
D-PL-19033-01-00
D-ZE-19033-01-00
D-IS-19033-01-00

1 Order

The company Clean Energy Ltd, 4 km Ptolemaida-Kozani, 502 00 Ptolemaida, GREECE, ordered SKZ – Testing GmbH with letter dated 2018-07-16 with the determination of abrasion resistance according to EN ISO 5470-1 : 2017-04 on rubber tiles made from EPDM.

2 Test material

On 2018-07-25 SKZ – Testing GmbH received the following test material for testing:

- six tiles, 12 cm x 12 cm x 3 cm, thickness of the red top layer approx. 3 mm, bottom side black, marking "SH003" resp. "SH003UV"
- six tiles, 12 cm x 12 cm x 3 cm, thickness of the blue top layer approx. 5 mm, bottom side black, marking "GR005" resp. "GR005UV"
- six tiles, 12 cm x 12 cm x 3 cm, thickness of the blue top layer approx. 7 mm, bottom side black, marking "GR007" resp. "GR007UV"
- six tiles, 12 cm x 12 cm x 3 cm, thickness of the blue top layer approx. 10 mm, bottom side black, marking "GR010" resp. "GR010UV"

According to the customer the specimens were produced from EPDM.

SKZ – Testing GmbH had no influence on the selection of the test material.

3 Execution of test

Usually we carry out tests according to standards for which we have an accreditation. The list of all standards for which we are accredited is shown on the homepage at www.skz.de. All non-accredited procedures are marked with a *.

If not otherwise mentioned, the tests were carried out in standard atmosphere 23/50 according to EN ISO 291:2008-05, class 1 after a minimum of 72 hours storage in this atmosphere.

Scope of the tests was EN 14877:2013-09 "Synthetic surfaces for outdoor sports areas – Specification", table 1 "Laboratory test requirements for synthetic surfaces intended for athletics facilities", row 1.2.2 "Resistance to wear".

3.1 Abrasion Test

The abrasion test was carried out according to EN ISO 5470-1 : 2016-12 "Rubber- or plastics-coated fabrics – Determination of abrasion resistance – Part 1: Taber abrader".

The following test parameters have been submitted:

Testing machine:	Taber Abrader 352 G (Type 5135)
Abrading wheel:	Type: Calibrade, Model: H 18
Refacing:	every 1500 cycles with diamond tool wheel refacer
Number of specimens:	3
Number of cycles:	1500
Rotation speed:	60 min^{-1}
Suction nozzle diameter:	(8 ± 0.5) mm
Distance suction nozzle to sample:	2.0 mm
Vacuum:	2.5 to 2.6 kPa
Load:	9.81 N (1 kg)

After 500 and 1500 cycles the abraded surfaces were cleaned with a fine brush and scaled with a precision balance. The mass loss between 500 and 1500 cylces was calculated.

The abrasion wheels were refaced every 1500 cycles.

Abrasion tests were carried out before and after artificial weathering according to clause 3.1. on three specimens each.

3.2 Artificial weathering

Artificial weathering was carried out according to EN 14836:2005-12 "Synthetic surfaces for outdoor sports areas – Exposure to artificial weathering".

The following test parameters have been submitted:

Type of weathering device:	QUV Tester
Manufacturer:	Q-Lab
Drying period:	(240 ± 4) min
Condensation period:	(120 ± 2) min
Black-panel temperature while drying:	(55 ± 3) °C
Black-panel temperature while condensation:	(45 ± 3) °C
Fluorescent lamps:	UVA (340 nm) according to EN ISO 4892-3
Duration of the exposure:	approx. 3000 h (lamps are off while condensation)
Irradiance $E_{UV(340nm)}$:	0.80 W/m²
Exposure:	(4896 ± 125) kJ

4 Test results

The test results are summarised in table 1.

Table 1: Test results

Property	Test method	Unit	Result							
			GR005		GR007		GR010		SH003	
			$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Loss of mass between 500 and 1500 cycles	DIN EN 5470-1:1999-06 H18 abrasive wheels/1 kg load	mg	1.219	0.175	1.366	0.085	1.278	0.129	4.118	0.241 single values: 3.961; 4.396; 3.998
Loss of mass between 500 and 1500 cycles after artificial weathering	EN 14836:2005-12 DIN EN 5470-1:1999-06 H18 abrasive wheels/1 kg load	mg	1.457	0.121	1.739	0.034	1.685	0.271	2.366	0.171

$\bar{x}$ = arithmetic mean value; s = standard deviation

5 Summarising assessment

The requirements of EN 14877:2013-09 table 1 regarding the wear resistance before and after artificial weathering were fulfilled with the exception of one single value for product SH003.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Συγκεντρωτικά στοιχεία αιτούμενων προδιαγραφών των πλακιδίων, όπως αυτά δόθηκαν στην κατασκευάστρια εταιρεία.

Τέσσερα (4) διαφορετικά είδη πλακιδίων, τα οποία διαφέρουν ως προς το πάχος της άνω στρώσης EPDM (φύλλο EPDM 3, κόκκοι EPDM 5, 7 και 10 mm), για να μετρηθούν με την μέθοδο ISO 5470-1 που περιγράφεται στο EN 14877 ως έχουν και μετά από τεχνητή γήρανση σύμφωνα με την μέθοδο EN 14836.

Πλακίδια με Διαστάσεις (Ύψος x Πλάτος): 130 x 130 mm*

Άνω Στρώση Φύλλο EPDM

Πλακίδιο No. 1

Κωδικός πλακιδίου SH003

a/a	Πάχος (mm)	Συνολική επιφάνεια
Φύλλο EPDM	3 mm	130 x 130 mm
Πλήθος πλακιδίων	Έξι (6)	

Άνω Στρώση Κόκκοι EPDM

Πλακίδιο No. 2

Κωδικός πλακιδίου GR005

a/a	Πάχος (mm)	Συνολική επιφάνεια
Κόκκοι EPDM	5 mm	130 x 130 mm
Πλήθος πλακιδίων	Έξι (6)	

Πλακίδιο No. 3

Κωδικός πλακιδίου GR007

a/a	Πάχος (mm)	Συνολική επιφάνεια
Κόκκοι EPDM	7 mm	130 x 130 mm
Πλήθος πλακιδίων	Έξι (6)	

Πλακίδιο No. 4

Κωδικός πλακιδίου GR010

a/a	Πάχος (mm)	Συνολική επιφάνεια
Κόκκοι EPDM	10 mm	130 x 130 mm
Πλήθος πλακιδίων	Έξι (6)	

Ένα (1) είδος πλακιδίου με πάχος της άνω στρώσης κόκκων EPDM 4 mm, για να πραγματοποιηθεί μια προκαταρκτική δοκιμή φθοράς 10000 κύκλων με την μέθοδο ISO 5470-1.

Πλακίδιο No. 5

Κωδικός πλακιδίου GR004PR

a/a	Πάχος (mm)	Συνολική επιφάνεια
Κόκκοι EPDM	4 mm	130 x 130 mm
Πλήθος πλακιδίων	Δύο (2)	

* *Το πάχος και οι διαστάσεις κάθε πλακιδίου θα διαμορφωθούν στο εργαστήριο που ανέλαβε τις δοκιμές. Κατά την κατασκευή τους από την ΑΤΜΑΚΟΜ τα πλακίδια είχαν μέγιστο πάχος 45 mm.*

Πλακίδια με Διαστάσεις (Ύψος x Πλάτος x Πάχος) : 500 x 500 x 50 mm

Άνω Στρώση Φύλλο EPDM

Έξι (6) διαφορετικά πλακίδια διαστάσεων 500*500*50 mm, τα οποία διαφέρουν ως προς το πάχος της άνω στρώσης EPDM (φύλλο EPDM 3 και 5 mm, κόκκοι EPDM 4, 5, 7 και 10 mm), για να μετρηθούν με την μέθοδο EN 13892-4.

Πλακίδιο No. 1

Κωδικός πλακιδίου SH003

a/a	Πάχος (mm)	Συνολική επιφάνεια
Φύλλο EPDM	3	500 x 500 mm
Πλήθος πλακιδίων	Ένα (1)	

Πλακίδιο No. 2

Κωδικός πλακιδίου SH005

a/a	Πάχος (mm)	Συνολική επιφάνεια
Φύλλο EPDM	5	500 x 500 mm
Πλήθος πλακιδίων	Ένα (1)	

Άνω Στρώση Κόκκοι EPDM

Πλακίδιο No. 3

Κωδικός πλακιδίου GR004

a/a	Πάχος (mm)	Συνολική επιφάνεια
Κόκκοι EPDM	4	500 x 500 mm
Πλήθος πλακιδίων	Ένα (1)	

Πλακίδιο No. 4

Κωδικός πλακιδίου GR005

a/a	Πάχος (mm)	Συνολική επιφάνεια
Κόκκοι EPDM	5	500 x 500 mm
Πλήθος πλακιδίων	Ένα (1)	

Πλακίδιο No. 5

Κωδικός πλακιδίου GR007

a/a	Πάχος (mm)	Συνολική επιφάνεια
Κόκκοι EPDM	7	500 x 500 mm
Πλήθος πλακιδίων	Ένα (1)	

Πλακίδιο No. 6

Κωδικός πλακιδίου GR010

a/a	Πάχος (mm)	Συνολική επιφάνεια
Κόκκοι EPDM	10	500 x 500 mm
Πλήθος πλακιδίων	Ένα (1)	

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

AR, Abrasion Resistance

ECHA, European Chemicals Agency

EPDM, Ethylene Propylene Diene Monomer

PAHs, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons *(Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες)*

PCBs, PolyChlorinated Biphenyls *(Πολυχλωριωμένα διφαινύλια)*

PCTS, PolyChlorinated Triphenyls *(Πολυχλωριωμένα τριφαινύλια)*

REACH, Regulation for Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals

SBR, Styrene Butadiene Rubber

WHO, World Health Organization