



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΤΜΗΜΑ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΙΛΤΡΟΥ ΜΕ ΙΝΕΣ**  
**ΜΑΛΛΙΟΥ ΣΕ ΧΡΗΣΗ ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΣΗΣ**  
**ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΥΔΑΤΩΝ**

Χρυσανγή Λιβιά  
Χριστίνα Ατσάλα

Εισηγήτρια: Εμμανουέλα Σφυρόερα

**ΑΘΗΝΑ 2020**

## ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

### ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη ΑΤΖΑΝΑ ΧΡΙΣΤΙΝΑ του ΚΩΣΤΑΝΤΙΝΟΥ φοιτήτρια του Τμήματος ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, της της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον της ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της.

Η Δηλούσα

Ημερομηνία

22/09/2020

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Χρυσούλα Λίβα του Κωνσταντού, φοιτήτρια του Τμήματος ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, της της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον της ημερολογιακού μήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της.

Η Δηλούσα



Ημερομηνία

23/9/2020

# Ευχαριστίες

Θεωρούμε μεγάλη ανάγκη να ευχαριστήσουμε τους ανθρώπους που μας καθοδήγησαν στην εκπόνηση της πτυχιακής μας εργασίας.

Αρχικά θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους καθηγητές Πρινωτάκη Γιώργο και Τσεραχογλου Αναστάσιο για τις χρήσιμες συμβουλές και παρατηρήσεις καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας και ειδικότερα την εισηγητρια-καθηγητρια Σφυρόερα Εμμανουέλα για την αμέριστη βοήθεια της, διότι χωρίς την καθοδήγηση τους η ολοκλήρωση της θα ήταν εξαιρετικά δύσκολη. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την εταιρεία Restia που εκπροσωπείται από τουςκ. Δημήτριο Γκιρτζάλη και κα. Χρύσα Κρικώνα για την πολύτιμη βοήθεια και υποστήριξη τους.

Τελος, ευχαριστούμε τις οικογένειες μας για την συμπαράσταση που μας παρείχαν σε όλη την διάρκεια της εργασίας και γενικά κατά την διάρκεια των σπουδών μας.

## Περιεχόμενα

Περιεχόμενα .....	V
Πίνακας εικόνων και πινάκων .....	VII
Περίληψη .....	9
Abstract .....	10
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> .....	11
1.1 Φυσικές Ίνες.....	11
1.1.1 Πλεονεκτήματα Φυσικών Ινών.....	12
1.1.2 Μειονεκτήματα Φυσικών Ινών .....	13
Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> .....	15
2.1 Το Μαλλί.....	15
2.1.1 Οι ιδιότητες του μαλλιού .....	15
2.1.2 Η παραγωγή του μαλλιού .....	16
2.1.3 Υφαντουργία.....	18
2.1.5 Θερμομόνωση και δομικό υλικό .....	19
2.1.6 Απορρυπαντικό .....	20
2.1.7 Απορροφητικό υλικό.....	21
2.1.8 Μόδα 21	
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> .....	22
3.1 Απορροφητικά Υλικά .....	22
3.2 Είδη φίλτρων .....	24
3.2.1 Φίλτρα ελαίων.....	24
3.2.2 Φίλτρα αέρα .....	27
3.3 Ορισμός και κατάταξη των ρύπων .....	29
3.3.1 Αμμώδεις ρύποι .....	30
3.3.2 Λιπαροί ρύποι .....	30
3.3.3 Χρωστικοί ρύποι.....	30
3.3.4 Τρόποι συγκράτησης των ρύπων.....	31

3.3.5	Παράγοντες που βοηθούν τον καθαρισμό .....	33
3.4	Το Μαλλί ως φίλτρο.....	34
3.5	Επεξεργασία του μαλλιού ως φίλτρο .....	37
3.6	Η σημασία της χρήσης του μαλλιού στην απορρύπανση πετρελαιοκηλίδων - αποβλήτων .....	38
3.7	Αντίστοιχες έρευνες .....	39
Κεφάλαιο 4 <sup>ο</sup> .....		45
4.1.1	Σκοπός της έρευνας.....	45
4.1.2	Κατασκευή φίλτρου Ρεστία .....	45
4.1.3	Μεθοδολογία πειραμάτων.....	51
<p>Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν ως ακολούθως: Από την βάτα φίλτρο Ρεστία πάχους περίπου 2cm, δημιουργήθηκαν κομμάτια φίλτρου διαστάσεων 5cm x 5cm. Τα υποδοκιμή δοκιμή κομμάτια του φίλτρου Ρεστία ήρθαν σε επαφή με τρεις διαφορετικούς ρυπαντές: .....</p>		
•	Μίγμα από χρησιμοποιημένα μαγειρικά λάδια,.....	51
•	Πετρέλαιο θέρμανσης και.....	51
•	Μίγμα από χρησιμοποιημένα λάδια μηχανής.....	51
4.1.4	Αποτελέσματα πειραμάτων.....	55
4.1.5	Συμπεράσματα πειραμάτων .....	70
Κεφάλαιο 5 <sup>ο</sup> .....		72
Βιβλιογραφία .....		75
Παράρτημα.....		79

## Πίνακας εικόνων και πινάκων

Εικόνα 1: Είδη φυσικής ενίσχυσης.....	10
Εικόνα 2: Τυπική συσκευή φίλτρου λαδιού .....	22
Εικόνα 3: Φίλτρο πλήρους ροής.....	23
Εικόνα 4: Φίλτρο φυγόκεντρου τύπου .....	24
Εικόνα 5: Ανταλλάξιμα φίλτρα.....	26
Εικόνα 6: Μηχανισμοί δημιουργίας λιποδεσμών .....	30
Εικόνα 7: Μικροσυγκράτηση .....	30
Εικόνα 8: Απορρόφηση υγρής βαφής από ίνα .....	31
Εικόνα 9: Φίτρο Ρεστία .....	45
Εικόνα 10(α): Μηχανή πιληματοποίησης φίλτρου .....	45
Εικόνες 10(α),(β-γ): Μηχανή πιληματοποίησης φίλτρου.....	46
Εικόνα10: Διαδικασία τοποθέτησης μαλλιού.....	47
Εικόνα 11: Μετρήση μεγέθους φίλτρου Α.....	47
Εικόνα 12: Μετρήση μεγέθους φίλτρου Β .....	48
Εικόνα 13: Ζύγιση φίλτρου Ρεστία σε όλα τα πειράματα .....	77
Εικόνα 14: Πείραμα 1(β) αρχή όπως και στα 1(α) και 1(γ).....	77
Εικόνα 15: Πείραμα 1(β) ανάδευση όπως και στα 1(α) και 1(γ).....	78
Εικόνα 16: Πείραμα 1(β) μετά από 15" όπως και στα 1(β) και 1(γ).....	78
Εικόνα 17: Πείραμα 1(β) στράγγιση όπως και σε όλα 1-4 πειράματα .....	79
Εικόνα 18: Πείραμα 2(α) αρχή όπως και στο 2(β) .....	79
Εικόνα 19: Πείραμα 2(α) ανάδευση όπως και στο 2(β).....	80
Εικόνα 20: Πείραμα 2(α) μετά από 15" όπως και στο 2(β) .....	80
Εικόνα 21: Πείραμα (5Α ΣΤΑΤΙΚΑ) αρχή .....	81
Εικόνα 22: Πείραμα (5Β ΔΥΝΑΜΙΚΑ) αρχή.....	81
Εικόνα 23 Πείραμα (5Α ΣΤΑΤΙΚΑ) 1ο δείγμα αριστερά- 2ο δείγμα μέση - 3ο δείγμα δεξιά.....	82
Εικόνα 24: Πείραμα (5Α ΣΤΑΤΙΚΑ) 3ο δείγμα στα 15' [τα πίσω δείγματα] .....	82
Εικόνα 25: Πείραμα (5Α ΣΤΑΤΙΚΑ) 1ο κ' 2ο δείγμα στα 5' [τα πίσω δείγματα].....	83
Εικόνα 26: Πείραμα (5Β ΔΥΜΑΝΙΚΑ) 1ο δείγμα [μπροστά σειρά] στα 15' και το 3 <sup>ο</sup> .....	83
Εικόνα 27: Πείραμα (5Β ΔΥΜΑΝΙΚΑ) 2ο δείγμα [μπροστά σειρά] στα 5' αρχίζει να βυθίζεται.....	84
Εικόνα 28: Πείραμα (5Β ΔΥΝΑΜΙΚΑ) 2ο δείγμα [μπροστά σειρά] στα 5' αρχίζει να βυθίζεται .....	84

Εικόνα 29: Πείραμα (5A) κ' (5B) Τέλος.....	85
Πίνακας 1 Κατηγοριοποίηση φυσικών ινών.....	9
Πίνακας 2 Συγκριτικό διάγραμμα κόστους φυσικών ινών και ινών γυαλιού.....	11
Πίνακας 3 Σύσταση των πρωτεϊνών των υφάνσιμων ινών .....	33
Πίνακας 4 Ικανότητες απορρόφησης του RWNM .....	37
Διάγραμμα 1 Σχηματική παράσταση της κερατίνης.....	34
Σχήμα 1 Κατακράτηση ελαίου σε RWNM.....	38
Σχήμα 2 Επαναχρησιμοποίηση του RWNM .....	40
Γράφημα 1 C Λαδιού μαγειρικής .....	64
Γράφημα 2 C Πετρελαίου Θέρμανσης .....	65
Γράφημα 3 C Λαδιού μηχανής .....	65
Γράφημα 4 Συγκριτικό γράφημα C φίλτρου Restia σε θαλ/νο νερό-ρυπαντή .....	66
Γράφημα 5 Συγκριτικό γράφημα κατακράτησης φίλτρου Restia σε ρυπαντή .....	67



## Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως θέμα την αξιολόγηση συγκεκριμένου απορροφητικού φίλτρου από ίνες μαλλιού προερχόμενες από ανακύκλωση αποκομμάτων τριχών ανθρώπων και ζώων. Συγκεκριμένα θα μελετηθεί το μαλλί και οι ιδιοτητές του, δίνοντας έμφαση σε αυτές της απορρόφησης. Ο λόγος που γίνεται αυτή η μελέτη είναι για να εξεταστεί κατά πόσο μπορεί να χρησιμεύσει στην απορρόφηση ελαίων και λοιπών λιπαντικών ουσιών που βρίσκονται σε υδάτινο περιβάλλον. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε σειρά πειραμάτων όπου κατασκευάστηκαν βάτες-φίλτρα από μαλλί και ήρθαν σε επαφή με ρυπαντές όπως είναι το χρησιμοποιημένο λάδι μηχανής, το χρησιμοποιημένο μαγειρικό λάδι και το πετρέλαιο θέρμανσης. Οι ρυπαντές αναμίχθηκαν με θαλασσινό νερό αλλά χρησιμοποιήθηκαν και αυτούσιοι.

Σκοπός των πειραμάτων αυτών ήταν να μελετηθεί το ποσοστό απορρόφησης του ρυπαντή από το μαλλί και να αξιολογηθεί η χρησιμότητα του ως καθαριστής ρυπαντών σε ρεαλιστικές καταστάσεις όπως πετρελαιοκηλίδες και άλλες οικολογικές καταστροφές.

**Λέξεις Κλειδιά:** μαλλί, τρίχες, απορρύπανση, θαλάσσια ρύπανση, φίλτρα, πετρελαιοκηλίδες, οικολογία, ανακύκλωση

## **Abstract**

This thesis deals with the evaluation of specific absorbent technology filter made of wool fibers from men and animals hair waste recycling. Specifically, wool and its properties will be studied, emphasizing those of absorption. The reason for this study is to examine whether it can be used to absorb oils and other lubricants found in the aquatic environment. For this purpose an experiment will be carried out where fabrics of wool will be made and will come into contact with contaminants such as used machine oil, used cooking oil and heating oil. Pollutants will be mounted and moistened with sea water.

The purpose of this experiment is to study the absorption rate of pollutant by wool and to evaluate its usefulness as a pollutant cleaner in realistic situations such as oil spills and other ecological disasters.

**Keywords:** hair, wool, depollution, sea pollution, oil spills, filters, ecology, recycling

# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>

## 1.1 Φυσικές Ίνες

Οι φυσικές ίνες στα σύνθετα υλικά χρησιμοποιούνται εδώ και αιώνες. Είναι αναγνωρισμένες ως μία ανανεώσιμη πηγή υλικών, άφθονη στη φύση, με ικανότητα βιοδιάσπασης και καύσης, χωρίς παραγωγή βλαβερών αερίων ή στερεών υπολειμμάτων. Οι καλές τους μηχανικές ιδιότητες σε συνδυασμό με το χαμηλό κόστος τους, τραβάει το ενδιαφέρον πληθώρας βιομηχανιών, αφού η χρησιμότητά τους δεν περιορίζεται μόνο στη συμβολή για ένα υγιέστερο οικοσύστημα.

Οι φυσικές ίνες που χρησιμοποιούνται ως ενίσχυση σε πολυμερικές μήτρες, κατηγοριοποιούνται σε τρεις μεγάλες ομάδες: φυτικής προέλευσης, ζωικής προέλευσης και σε αυτές που προέρχονται από ανόργανες ύλες. Στις φυτικές ίνες συγκαταλέγονται οι ίνες από coir, σιζάλ, jute, σφουγγάρι luffa, λινάρι, άβακα, κενάφ, βαμβάκι, μπαμπού, ξύλο και άλλα.



*Πίνακας 1. Κατηγοριοποίηση φυσικών ινών*

Οι φυτικές ίνες είναι δομικές μονάδες των φυτών, οι οποίες έχουν πάχος από 1 έως 3 nm και διάμετρο μερικά μm. Είναι πολλές δέσμες αυτών των δομικών μονάδων μαζί. Η χημική τους σύσταση είναι η κυτταρίνη, η ημικυτταρίνη, η πηκτίνη και η λιγνίνη,

οι οποίες ανήκουν στη κατηγορία των βιοπολυμερών. Η βασική δομική ομάδα των φυτικών ινών αποτελείται από τα μεσοινίδια και αυτά από τα μικροινίδια, τα οποία αποτελούνται από κυτταρίνη. Τα μικροινίδια κυτταρίνης μαζί με την ημικυτταρίνη σχηματίζουν μια πολυστρωματική δομή η οποία επαναλαμβάνεται, και έτσι σχηματίζεται η δομική μονάδα των φυτικών ινών.



*Εικόνα 1: Είδη φυσικής ενίσχυσης*

### 1.1.1 Πλεονεκτήματα Φυσικών Ινών

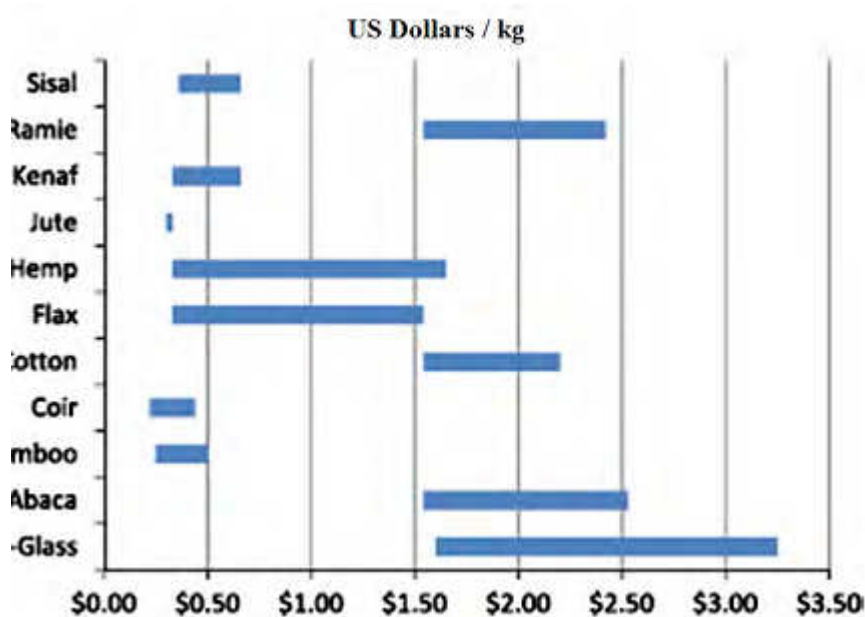
Οι φυσικές ίνες είναι υλικά που παράγει η ίδια η φύση και μπορούν να αποικοδομηθούν μέσω φυσικών διεργασιών ή ακόμα να καούν χωρίς να παράγουν τοξικές ουσίες, ενώ είναι δυνατό να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν.

Μπορούν να ενισχύσουν είτε θερμοσκληρυνόμενες, είτε θερμοπλαστικές πολυμερικές μήτρες και αυτό μας δίνει την δυνατότητα επιλογής υλικού μήτρας από ένα μεγάλο φάσμα υλικών.

Οι φυσικές ίνες βρίσκονται σε αφθονία στη φύση και τις περισσότερες φορές δεν χρειάζονται χρονοβόρες ή κοστοβόρες διαδικασίες κατεργασίας και επεξεργασίας.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα σύνθετα υλικά που κατασκευάζονται να έχουν χαμηλό κόστος. Μια πολύ σημαντική ιδιότητα των φυσικών ινών είναι το χαμηλό βάρος τους σε σχέση με το αντίστοιχο των συμβατικών συνθετικών υλικών και αυτό οδηγεί στις

αυξημένες ειδικές τους ιδιότητες, κάτι πολύ χρήσιμο όσον αφορά τον τομέα των ελαφρών κατασκευών. Σύνθετα με ενίσχυση φυσικών ινών χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην αυτοκινητοβιομηχανία, λόγω του ότι συνδυάζουν το χαμηλό κόστος, το χαμηλό βάρος και τα περιβαλλοντικά οφέλη. Έτσι, μπορούν να ανταγωνιστούν ή ακόμη να αντικαταστήσουν συμβατικά ινώδη σύνθετα υλικά. Επίσης, εξαιτίας της δομής τους, οι φυσικές ίνες προσφέρουν ηχητική και θερμική μόνωση.



*Πίνακας 2. Συγκριτικό διάγραμμα κόστους φυσικών ινών και ινών γυαλιού*

Μετά από μελέτες που έχουν γίνει, η αντοχή των φυσικών ινών στον εφελκυσμό μπορεί να κυμανθεί μεταξύ 300-500 MPa, ενώ χαρακτηρίζονται από υψηλό μέτρο ελαστικότητας. Φυσικές ίνες από λινάρι, μπαμπού και κάνναβη μπορούν να έχουν μεγαλύτερο μέτρο ελαστικότητας από τα υαλονήματα. Για παράδειγμα, οι ίνες από μπαμπού παρουσιάζουν πυκνότητα 0.8 g/cm<sup>3</sup> και μέτρο ελαστικότητας 48-89 GPa.

### 1.1.2 Μειονεκτήματα Φυσικών Ινών

Οι φυσικές ίνες έχουν αρκετά μειονεκτήματα, που είναι και ο λόγος που δεν χρησιμοποιήθηκαν, εξ αρχής, στην παραγωγή των σύνθετων υλικών.

Η ποικιλία των διαφορετικών τύπων φυσικών ινών, που διατίθεται από τα διάφορα φυτά, είναι πολύ μεγάλη και η μορφολογία τους ποικίλει ανάλογα με το φυτό από το οποίο έχουν προέλθει. Οι ιδιότητές τους, μηχανικές ή μη, εξαρτώνται σε μεγάλο

βαθμό από τις συνθήκες κάτω από τις οποίες έγινε η καλλιέργεια και η παραγωγή τους. Έτσι, οι ιδιότητές τους δεν θα είναι πάντα οι ίδιες αλλά μπορεί να διαφέρουν. Το πρόβλημα αυτό μπορεί βέβαια να επιλυθεί με χημική κατεργασία των φυσικών ινών, που βελτιώνει τις ιδιότητές τους αλλά αυξάνει το κόστος.

Είναι γνωστό πως στα σύνθετα υλικά η διεπιφάνεια μεταξύ της ενίσχυσης και της μήτρας είναι καθοριστικός παράγοντας για τις ιδιότητες του υλικού. Βάσει αυτού, η διεπιφάνεια φυσικών ινών και μήτρας αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα. Οι επιφάνειες των υλικών αυτών δεν είναι λείες και ομοιόμορφες, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται σημαντικά ο βαθμός πρόσφυσης ίνας-μήτρας και εν τέλει οι μηχανικές ιδιότητες του υλικού.

Οι φυσικές ίνες έχουν υδρόφιλη συμπεριφορά, παρουσιάζοντας χαμηλή αντίσταση στην απορρόφηση υγρασίας και αυτό αποτελεί πρόβλημα στην χρήση τους. Με την απορρόφηση υγρασίας, οι φυσικές ίνες τείνουν να διογκώνονται και όταν είναι ενσωματωμένες ως ενίσχυση σε πολυμερική μήτρα, επηρεάζονται κατά πολύ οι ιδιότητες του συνθέτου. Αυτό οφείλεται, κυρίως, στο βασικό συστατικό των φυσικών ινών την κυτταρίνη, η οποία είναι βιοπολυμερές.

Πέρα από την υγρασία, οι φυσικές ίνες επηρεάζονται και από άλλους εξωτερικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία και η υπεριώδης ακτινοβολία. Ως αποτέλεσμα της επίδρασης αυτών των παραγόντων, εκτός των μηχανικών τους ιδιοτήτων, είναι και η μεταβολή που υφίστανται στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους.

## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>

### 2.1 Το Μαλλί

Το μαλλί (έριο) είναι η σημαντικότερη ζωική υφάνσιμη ίνα. Προέρχεται από το τρίχωμα του προβάτου ενώ για το τρίχωμα των άλλων ζώων χρησιμοποιούνται άλλες ονομασίες (κασμίρ, μοχαίρ, σέτλαντ κ.ά) ή συνοδεύεται η ονομασία από το όνομα του ζώου.

#### 2.1.1 Οι ιδιότητες του μαλλιού

Το μαλλί είναι από τα σπουδαιότερα υλικά υφαντουργίας. Παρουσιάζει πολλές και ενδιαφέρουσες ιδιότητες:

- Είναι μαλακό.
- Είναι ζεστό γιατί είναι κακός αγωγός της θερμότητας και μονώνει τη θερμοκρασία του σώματος .
- Αντέχει στη χρήση, αν συντηρηθεί σωστά.
- Δεν καίγεται εύκολα
- Είναι ελαστικό.
- Απορροφά και συγκρατεί νερό και αυξάνεται το βάρος του, γι' αυτό και το στέγνωμα των πλεκτών γίνεται σε επίπεδη επιφάνεια.
- Οι ίνες του μαλλιού είναι απαλές, ευλύγιστες, δεν τσαλακώνουν εύκολα.
- Μπορούν να απορροφήσουν μέχρι 40% υγρασία χωρίς να δίνουν την αίσθηση ότι είναι υγρές.
- Δεν αντέχει σε υψηλή θερμοκρασία, γιαντό πλένεται σε χλιαρό νερό, στεγνώνει μακριά από τον ήλιο και σιδερώνεται σε χαμηλή θερμοκρασία.
- Προσβάλλεται από έντομα, γι' αυτό πρέπει να προστατεύεται με φυσικά αντισκορικά, όπως λεβάντα, θυμάρι, δάφνη.





### 2.1.2 Η παραγωγή του μαλλιού

Η παγκόσμια παραγωγή μαλλιού ανήλθε το 2000 σε 1,4 εκατομμύρια τόνους, που αποτελεί το 3% του συνόλου των παραγόμενων κλωστοϋφαντουργικών ινών. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής μαλλιού είναι η Αυστραλία, η Ρωσία, η Νέα Ζηλανδία, η Κίνα, η Αργεντινή, η Ουρουγουάη και η Νότιος Αφρική.

Η παγκόσμια παραγωγή μαλλιού ανέρχεται περίπου τους δύο (2) εκατομμύρια τόνους ετησίως, εκ των οποίων το 60% διατίθεται σε ιματισμό/ρουχισμό. Το μαλλί αποτελεί περίπου το 3% της παγκόσμιας αγοράς κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων, αλλά η αξία του είναι υψηλότερη λόγω της βαφής και άλλων επεξεργασιών του υλικού.

Η Αυστραλία είναι ένας κορυφαίος παραγωγός μαλλιού, προερχόμενου κυρίως από πρόβατα Merino, αλλά παρά ταύτα έπεται της Κίνας από την άποψη συνολικής ποσότητας παραγωγής. Η Νέα Ζηλανδία (2016) είναι ο τρίτος μεγαλύτερος παραγωγός μαλλιού και ο μεγαλύτερος παραγωγός μαλλιού από ημίαιμα πρόβατα. Τα είδη όπως Lincoln, Romney, Drysdale και Elliotdale παράγουν σκληρότερες ίνες και για το λόγο αυτό το μαλλί τους χρησιμοποιείται συνήθως για την κατασκευή χαλιών.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το Τέξας, το Νέο Μεξικό και το Κολοράντο εκτρέφονται μεγάλα κοπάδια προβάτων προς εμπορική εκμετάλλευση με βασικό εκπρόσωπο του είδους το Rambouillet (ή Γαλλικό Μερίνο). Περαιτέρω, μία ακμάζουσα και ταχέως αναπτυσσόμενη ομάδα αγροτών μικρής κλίμακας εκτρέφει μικρά κοπάδια προβάτων ειδικής ράτσας για την αγορά χειροτεχνιμάτων. Αυτοί οι αγρότες μικρής κλίμακας προσφέρουν μια ευρεία επιλογή από προβιά. Ενδεικτικά αναφέρουμε τον κατάλογο των ποσοστών των χωρών παγκοσμίως όσον αφορά την ετήσια παραγωγή μαλλιού (συνολική ποσότητα μαλλιού) για τα έτη 2004/2005:

1.  Αυστραλία: 25% της ετήσιας παραγωγής μαλλιού (475 million kg, 2004/2005)
2.  Κίνα: 18%
3.  Η.Π.Α: 17%
4.  Νέα Ζηλανδία: 11%



5.  Αργεντινή: 3%
6.  Τουρκία: 2%
7.  Ιράν: 2%
8.  Ηνωμένο Βασίλειο: 2%
9.  Ινδία: 2%
10.  Σουδάν: 2%
11.  Νότια Αφρική: 1%

Επιπλέον, να σημειωθεί ότι τα τελευταία χρόνια το βιολογικό μαλλί γίνεται όλο και πιο δημοφιλές. Αυτό το μαλλί είναι πολύ περιορισμένο από άποψη διαθεσιμότητας και μεγάλο μέρος του προέρχεται από τη Νέα Ζηλανδία και την Αυστραλία. Πλέον συναντάται εύκολα σε ρούχα και άλλα προϊόντα, τα οποία όμως συχνά έχουν υψηλότερη τιμή. Περιβαλλοντικά, δε, προτιμάται σε σχέση με το νάιλον ή το πολυπροπυλένιο που έχουν ως βάση το πετρέλαιο, ως συστατικό χαλιών, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με φυσική πλέξη και χρήση κόλλας χωρίς φορμαλδεΐδη.

Η Ελλάδα έχει μια μικρή παραγωγή μαλλιού, το οποίο όμως θεωρείται ακατάλληλο για την κατασκευή υφασμάτων για ενδύματα. Με την προπαρασκευή του νήματος ασχολούνται μοναχά λιγοστές μικρές επιχειρήσεις, οι οποίες λειτουργούν ακόμη σε μορφή βιοτεχνίας. Έτσι γίνεται εισαγωγή της πρώτης ύλης σε μορφή φυτιλιού TOP ή νήματος. Εισάγεται άριστης ποιότητας μαλλί από την Αυστραλία και χρησιμοποιώντας το ως κύρια πρώτη ύλη, παράγεται νήμα το οποίο πωλείται στη συνέχεια σε εταιρίες κατασκευής υφασμάτων. Έτσι οι εταιρίες κατασκευής νήματος στην Ελλάδα είναι εξειδικευμένες και ασχολούνται κυρίως με τις φάσεις επεξεργασίας του μαλλιού από την μορφή του φυτιλιού TOP και έπειτα.

Σύμφωνα με στοιχεία του FAO (Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας), στην Ελλάδα η παραγωγή σε μαλλί ήταν πριν από μερικά χρόνια 7.600 τόνοι και στην Ευρωπαϊκή Ένωση 270.000 τόνοι.

Τα πρόβατα χωρίζονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: τα τριχοπρόβατα, τα αναμεικτόμαλλα, τα ομοιόμαλλα και τα μερινόμαλλα (της πλούσιας σε τρίχωμα φυλής Merino). Στην Ελλάδα υπάρχουν κατά κύριο λόγο αναμεικτόμαλλα και ένα

10% είναι ομοιόμαλλα. Η δομή της τρίχας και στις δύο φυλές είναι σύνθετη και της δίνει αντοχή και ελαστικότητα. Κατ' επέκταση, τα μάλλινα υφάσματα αντέχουν σε τριβές και ταλαιπωρίες και δεν τσαλακώνουν εύκολα, ωστόσο τα ελληνικά μαλλιά δεν είναι καλής ποιότητας και δεν ενδείκνυνται για ύφανση. Έτσι, τελευταία γίνονται πολλές πειραματικές προσπάθειες για να χρησιμοποιηθούν σε άλλες χρήσεις.

### 2.1.3 Υφαντουργία

Στην υφαντουργία το μαλλί συνήθως παραπέμπει στο τρίχωμα των προβάτων, παρόλο που και άλλα ζώα προσφέρουν τρίχα κατάλληλη για κατασκευή μάλλινων υφασμάτων. Η ποιότητα του μαλλιού εξαρτάται από τη φυλή των προβάτων και την περιοχή στην οποία παράγεται. Τα πρόβατα της φυλής μερινός, παράγουν την καλύτερη ποιότητα μαλλιού στον κόσμο. Εκτρέφονται κυρίως στην Αυστραλία, μόνο για το μαλλί τους και όχι για το κρέας ή άλλα κτηνοτροφικά προϊόντα.

Εκτός από τα πρόβατα, άλλα ζώα που παράγουν τρίχα κατάλληλη για την κλωστοϋφαντουργία είναι:

- η καμήλα
- η αίγα μοχέρ
- η αίγα κασμίρ
- το λάμα (ανήκει στην οικογένεια των καμήλων)
- το αλπακά (ανήκει στην οικογένεια των καμήλων)
- το κουνέλι ανκορά

Η τρίχα τους χρησιμοποιείται είτε από μόνη της είτε σε συνδυασμό με μαλλί προβάτου, για να είναι χαμηλότερο το κόστος του υφάσματος. Το όνομα του υφάσματος συνοδεύεται από το όνομα του ζώου που παράγει την τρίχα π.χ. τρίχα καμήλας: ύφασμα καμηλό, τρίχα κασμίρ: ύφασμα κασμίρ, τρίχα κουνελιού ανκορά: ύφασμα ανκορά.

#### 2.1.4 Τροφή

Η L-κυστεΐνη είναι μια πολύ θρεπτική ουσία η οποία αποτελεί δομικό συστατικό των μαλλιών. Χρησιμοποιείται ευρέως σε διαφορετικά πεδία από την βιομηχανία καλλυντικών έως και σαν συμπληρωματικό στη βιομηχανία τροφίμων.

#### 2.1.5 Θερμομόνωση και δομικό υλικό

Το μαλλί προβάτων (έριο) που σήμερα οι κτηνοτρόφοι το πουλούν σε εξευτελιστικές τιμές ή το ρίχνουν στις χωματερές, μπορεί να αποδειχθεί και ως ισχυρό, ανθεκτικό, δομικό υλικό.

Επιστήμονες του τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, αλλά και της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, συνεργάστηκαν σε ένα καινοτόμο και πρωτοποριακό πείραμα για τη χρήση του ερίου των ελληνικών προβάτων ως βάση για την κατασκευή σύνθετου υλικού. Τα αποτελέσματα του πειράματος, για το οποίο χρησιμοποιήθηκαν 34 δείγματα αρσενικών και θηλυκών ζώων από δύο εγχώριες φυλές προβάτων -Κατσικά Ιωαννίνων και καλαρρύτικο- παρουσιάστηκαν στο 33ο επιστημονικό συνέδριο της Ελληνικής Ζωοτεχνικής Εταιρείας, που έγινε στην Πρέβεζα με εισηγητές τους : Α. Πάρδου, Δ. Σεμιτέκολο, Λ. Ζουμπουλάκης, Π. Κουτσούλη, Ι. Μπιζέλης. Σε αυτό το συνέδριο τονίστηκε ότι στην Ελλάδα η εκτροφή των προβάτων γίνεται για την αξιοποίηση του παραγόμενου γάλακτος και την παραγωγή κρέατος, ενώ η εριοπαραγωγή θεωρείται άνευ αξίας, αφενός λόγω της έλλειψης εριοπαραγωγικών φυλών κι αφετέρου λόγω της συρρίκνωσης των βιομηχανιών κατασκευής νημάτων, χαλιών κ.ά. Οι αποδόσεις των ελληνικών προβάτων σε μαλλί είναι πολύ χαμηλές και η ποιότητά του θεωρείται ακατάλληλη για την ύφανση ρούχων. Δεν ξεπερνούν τα 2 κιλά, όταν τα πρόβατα Merino δίνουν ως και 8 κιλά μαλλί ανά ζώο. Τα Merinos δεν απαντώνται στην Ελλάδα και στην Ευρώπη είναι ελάχιστα διαδεδομένα, στην Αυστραλία όμως των 140.000.000 εκτρεφόμενων προβάτων, τα 3/4 είναι Merino και αποδίδουν το 1/3 της παγκόσμιας παραγωγής μαλλιού.

Σε σχετική αναφορά της στο περιοδικό «Αγρότης» η λέκτορας του τμήματος Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Παναγιώτα Κουτσούλη τονίζει ότι: «Το μαλλί είναι πολύ

σημαντικό προϊόν και αποτελεί την πρώτη ύλη για να φτιαχτούν υφάσματα, κουβέρτες, χαλιά, φλοκάτες, κάπες, καπέλα, για να γεμίσουν μαξιλάρια και παπλώματα και δίνει δουλειά σε πολύ κόσμο». Αναφερόμενη στη σύνθεση του μαλλιού, επισημαίνει επίσης ότι «είναι φυσικό προϊόν, φιλικό προς το περιβάλλον, ανακυκλώσιμο, με μεγάλη διάρκεια ζωής -πάνω από 50 χρόνια-, ασφαλές στον χειρισμό κι ως εκ τούτου μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θερμομόνωση κτιρίων, στην ηχομόνωση, ως δομικό υλικό σε μείγματα τσιμέντου και ασβέστη για εσωτερικές επιφάνειες τοιχοποιίας».

### **2.1.6 Απορρυπαντικό**

Υπάρχουν ωστόσο και άλλες εναλλακτικές χρήσεις του, που έχουν προταθεί από την επιστημονική ομάδα, όπως στην απορρύπανση της θάλασσας σε λιμάνια και αλλού. Λόγω της ικανότητάς του να απορροφά νερό και έλαια, έχουν γίνει κατασκευές με βάση το μαλλί που μπορούν να τραβήξουν παράγωγα πετρελαίου και διάφορες χημικές ουσίες, απορρυπαίνοντας με φυσικό τρόπο υδάτινες επιφάνειες. Επιπλέον, επειδή περιέχει σημαντικά θρεπτικά συστατικά, όπως άζωτο, θείο και άνθρακα, έχει προταθεί η χρήση του ως εδαφοβελτιωτικού υλικού, δηλαδή ως λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης σε καλλιέργειες ντομάτας, φράουλας, μαρουλιών κ.ά. «Από όλα τα παραπάνω και πολλά ακόμη που πρέπει να μελετηθούν, είναι σίγουρο πως αποτελεί μια πολύ μεγάλη πρόκληση για το μαλλί να διατηρήσει τον τίτλο της πιο χρήσιμης ίνας και στον 21ο αιώνα» λέει η κ. Κουτσούλη. Το πείραμα που παρουσιάστηκε στο επιστημονικό συνέδριο στην Πρέβεζα, απέδειξε ότι η χρήση μαλλιού προβάτων σε δομικά υλικά αυξάνει την αντοχή τους στην κάμψη και τα κάνει πιο ανθεκτικά στη διάτμηση – στην καταπόνηση από βάρος στο κέντρο ενός αντικειμένου. Μπορεί επίσης να ενισχύσει τη θερμομονωτική συμπεριφορά σύνθετων υλικών, σε σημαντικό βαθμό, ακόμη και με πολύ μικρά ποσοστά ενίσχυσης, ενώ γενικά η ενσωμάτωση του μαλλιού σε σύνθετα δομικά υλικά μπορεί να συμβάλει στη μείωση του συνολικού κόστους του σύνθετου υλικού.

### 2.1.7 Απορροφητικό υλικό

Η τεράστια πετρελαιοκηλίδα η οποία δημιουργήθηκε στον Κόλπο του Μεξικού δεν είχε μόνο ολέθριες συνέπειες για το οικοσύστημα της περιοχής. «Θύμισε» στη χημική βιομηχανία ότι οι τρίχες είναι ένα πολύ αποτελεσματικό σφουγγάρι για το πετρέλαιο. *«Τα μαλλιά αποτελούν ένα εξαιρετικά αποτελεσματικό υλικό για την απορρόφηση κάθε είδους ελαίου, περιλαμβανομένου του πετρελαίου»* επεσήμανε στο BBC η **Λάιζα Γκοτιέ** η οποία εργάζεται στην οργάνωση «Hair for oil spills». Η ίδια οργάνωση συγκεντρώνει με επιμέλεια τις κομμένες τρίχες ανθρώπων αλλά και αμνοεριφίων, οι οποίες συσκευάζονται για να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις διαρροής πετρελαίου στη θάλασσα. Η ιδέα ανήκει στον αμερικανό σχεδιαστή μόδας **Φιλ Μακ Κόρι** ο οποίος σκέφτηκε να χρησιμοποιήσει την ανθρώπινη κόμη ως «σφουγγάρι», βλέποντας την οικολογική καταστροφή που προκλήθηκε από την πετρελαιοκηλίδα της Exxon Valdez το 1989.

### 2.1.8 Μόδα

Το ανθρώπινο μαλλί συνιστά πραγματικά ένα πολύτιμο θησαυρό καθώς εκτός των άλλων εξελίσσεται σε ανταγωνιστικό προϊόν του βαμβακιού. *«Σε δέκα χρόνια όλος ο κόσμος θα φοράει ρούχα φτιαγμένα από ανθρώπινες τρίχες»* προβλέπει ο διάσημος γάλλος κομμωτής και σχεδιαστής μόδας Σαρλί λε Μιντού. Ήδη ορισμένα από τις πρωτοποριακά ρούχα του φοριούνται από την εκκεντρική τραγουδίστρια Lady Gaga. Ο διάσημος στυλίστας κοστολογεί ορισμένες από τις ευφάνταστες δημιουργίες του (ρούχα και καπέλα με βασικό συνθετικό την ανθρώπινη τρίχα) στα 20.000 ευρώ.

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

### 3.1 Απορροφητικά Υλικά

Απορροφητικά υλικά είναι τα υλικά που απορροφούν υγρά. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάκτηση του πετρελαίου μέσω των μηχανισμών απορρόφησης, προσρόφησης ή και των δύο. Τα απορροφητικά υλικά επιτρέπουν στο πετρέλαιο να διεισδύσει στους πορώδεις χώρους μέσα στο υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένα, ενώ τα προσροφητικά υλικά έλκουν το πετρέλαιο στις επιφάνειές τους, αλλά δεν του επιτρέπουν να διεισδύσει μέσα στο υλικό. Για να είναι χρήσιμα στην καταπολέμηση των πετρελαιοκηλίδων, τα απορροφητικά υλικά πρέπει να είναι τόσο πετρελαιοφιλικά όσο και υδρόφοβα. Παρόλο που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μόνη μέθοδος καθαρισμού σε μικρές διαρροές, τα απορροφητικά υλικά χρησιμοποιούνται πιο συχνά για την αφαίρεση των τελικών ιχνών του πετρελαίου ή σε περιοχές που δε μπορεί να επιτευχθεί καθαρισμός με άλλη διάταξη ξαφρίσματος. Αμέσως μετά τη χρησιμοποίηση των απορροφητικών υλικών για την ανάκτηση του πετρελαίου, πρέπει να αφαιρεθούν από το νερό ή να καθαριστούν για επαναχρησιμοποίηση. Όλο το πετρέλαιο επίσης που έχει αφαιρεθεί από απορροφητικό υλικό, θα πρέπει να διατίθεται ή να ανακυκλώνεται.

Τα απορροφητικά υλικά μπορούν να διαιρεθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες: φυσικά οργανικά, φυσικά ανόργανα και συνθετικά. Τα φυσικά οργανικά απορροφητικά υλικά περιλαμβάνουν τύρφη, άχυρο, σανό, πριονίδι, καλάμι καλαμποκιού, φτερά και άλλα προϊόντα με βάση τον άνθρακα. Είναι σχετικά φθηνά και συνήθως άμεσα διαθέσιμα.

Τα οργανικά απορροφητικά υλικά μπορούν να απορροφούν πάνω από τρεις (3) έως δεκαπέντε (15) φορές το βάρος τους σε πετρέλαιο, αλλά παρουσιάζουν ορισμένα μειονεκτήματα. Ορισμένα οργανικά απορροφητικά υλικά τείνουν να απορροφήσουν το νερό εξίσου καλά με το πετρέλαιο, γεγονός που τα αναγκάζει να βυθιστούν. Πολλά οργανικά απορροφητικά υλικά είναι σκόρπια σωματίδια, όπως το πριονίδι και είναι δύσκολο να συλλεχτούν μετά τη διασπορά στο νερό. Προσθέτοντας συσκευές επίπλευσης, όπως κενά βαρέλια προσαρτημένα σε απορροφητικές μπάλες με σανό, μπορούν να βοηθήσουν να ξεπεραστεί το πρόβλημα βύθισης και περιορίζοντας τα σκόρπια σωματίδια σε δίχτυ θα βοηθήσει στη συλλογή.

Φυσικά ανόργανα απορροφητικά υλικά περιλαμβάνουν λάσπη, περλίτη, βερμικουλίτη, γυαλί, μαλλί, άμμο και ηφαιστειακή τέφρα. Μπορούν να απορροφήσουν από τέσσερις (4) έως είκοσι (20) φορές το βάρος τους σε πετρέλαιο. Ανόργανες όπως και οργανικές ουσίες, είναι φθηνές και άμεσα διαθέσιμες σε μεγάλες ποσότητες. Συνθετικά απορροφητικά υλικά περιλαμβάνουν υφάσματα από υλικά που είναι παρόμοια με τα πλαστικά, όπως πολυουρεθάνη, πολυαιθυλένιο και νάιλον ίνες. Τα περισσότερα συνθετικά απορροφητικά υλικά μπορούν να απορροφήσουν μέχρι και εβδομήντα (70) φορές το βάρος τους σε πετρέλαιο και ορισμένοι τύποι μπορούν να καθαρίζονται και να χρησιμοποιούνται ξανά πολλές φορές. Ωστόσο δεν είναι δυνατόν να καθαριστούν εντελώς μετά από τη τελική χρησιμοποίησή τους και πρέπει να αποθηκεύονται προσωρινά μέχρι να ανακυκλωθούν.

Κατά την επιλογή των απορροφητικών υλικών για τον καθαρισμό πετρελαιοκηλίδων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

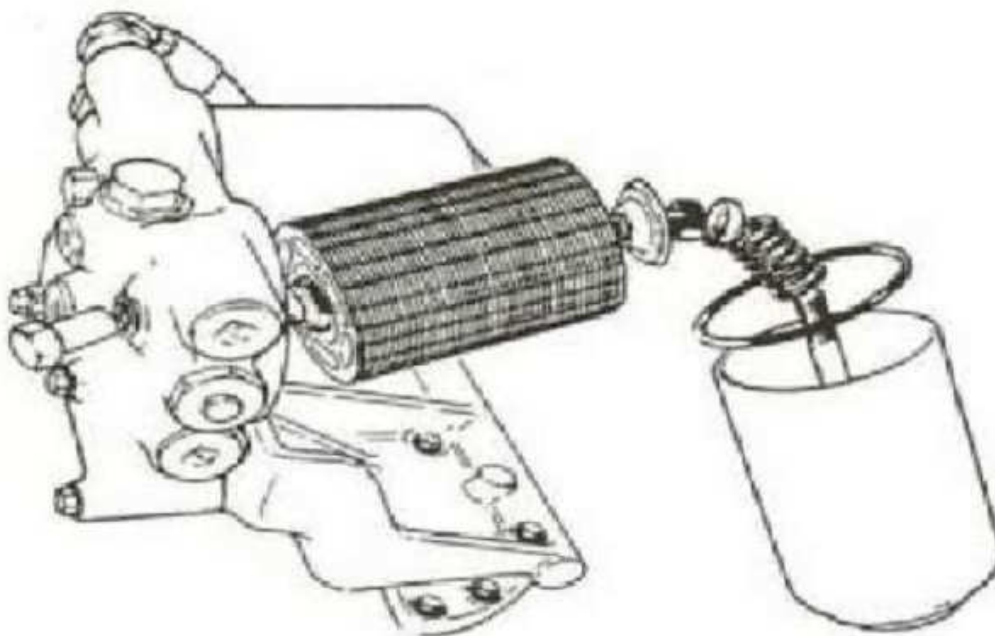
- Το ποσοστό απορρόφησης. Ο ρυθμός απορρόφησης διαφέρει ανάλογα με το ιξώδες του πετρελαίου. Τα λεπτόρευστα πετρέλαια εμποτίζουν ταχύτερα από ότι τα παχύρευστα.
- Η συγκράτηση του πετρελαίου. Το βάρος του ανακτόμενου πετρελαίου μπορεί να προκαλέσει μια δομή ενός απορροφητικού υλικού να χαλαρώσει και να παραμορφωθεί. Όταν αυτό βρεθεί έξω από το νερό, μπορεί να απελευθερώσει το πετρέλαιο που έχει παγιδευτεί στους πόρους. Κατά τη διάρκεια της ανάκτησης των απορροφητικών υλικών, το ελαφρύτερο και λιγότερο παχύρρευστο πετρέλαιο χάνεται δια μέσου των πόρων ευκολότερα από το βαρύτερο, περισσότερο παχύρρευστο πετρέλαιο.
- Η ευκολία εφαρμογής. Τα απορροφητικά υλικά μπορούν να εφαρμοσθούν στις κηλίδες χειροκίνητα ή μηχανικά, χρησιμοποιώντας φυσούνες ή ανεμιστήρες. Πολλά φυσικά οργανικά απορροφητικά υλικά τα οποία υπάρχουν ως σκόρπια υλικά, όπως η λάσπη και ο βερμικουλίτης, είναι κακής ποιότητας, δύσκολο να χρησιμοποιηθούν σε θυελλώδεις συνθήκες και ενδεχομένως επικίνδυνα αν εισπνευστούν.

## 3.2 Είδη φίλτρων

### 3.2.1 Φίλτρα ελαίων

Σκοπός ενός φίλτρου είναι το φιλτράρισμα μέρους ή ολόκληρης της ποσότητας του λαδιού και η συγκέντρωση και παρακράτηση πάσης φύσεως ξένων σωματιδίων και ακαθαρσιών, καθώς και των υπολοίπων της καύσης που μεταφέρει το λιπαντικό μέσο. Κυρίως αυτό χρησιμοποιείται στα οχήματα όπως θα αναλύσουμε το παράδειγμα παρακάτω για καλύτερη κατανόηση.

Η αποτελεσματικότητα της παραπάνω διαδικασίας είναι ουσιαστική για όλους τους κινητήρες. Στα σημερινά αυτοκίνητα τα φίλτρα είναι μιας χρήσης και αντικαθίστανται ολόκληρα.



*Εικόνα 2. Τοπική συσκευή φίλτρου λαδιού*

Οι τύποι φίλτρων λαδιού με βάση τον τρόπο λειτουργίας τους είναι οι εξής:

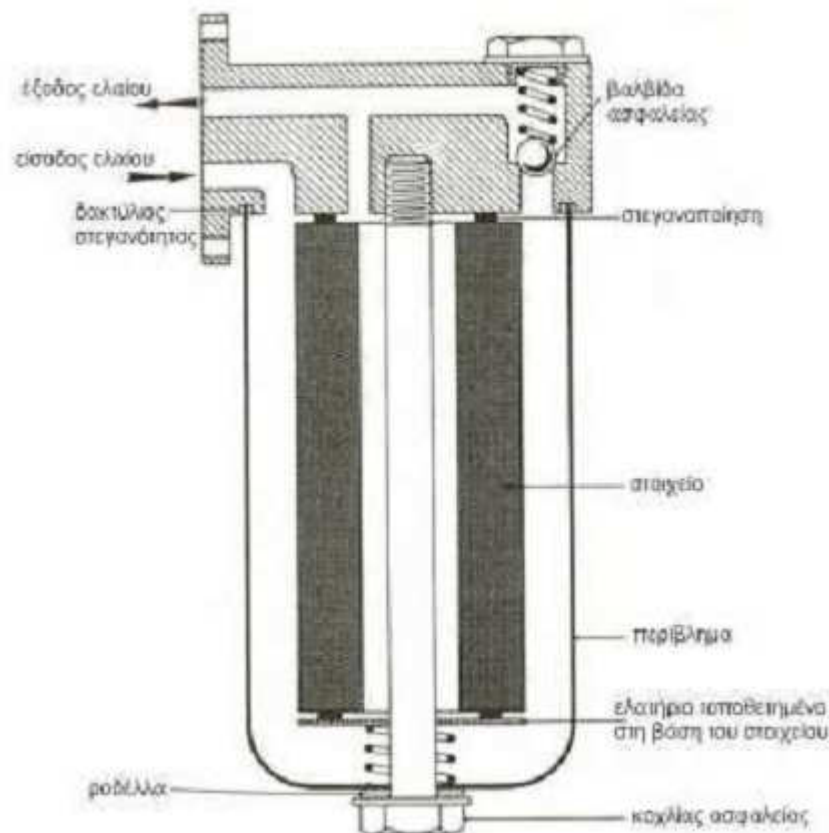
A. Παρακαμπτήριο φίλτρο



Το φίλτρο βρίσκεται τοποθετημένο μεταξύ του κυρίου κυκλώματος λιπαντικού και της ελαιολεκάνης (κάρτερ) και λαμβάνει μόνο μια μικρή ποσότητα ελαίου από την αντλία. Αφού φιλτραριστεί, το λιπαντικό επιστρέφει πίσω στην ελαιολεκάνη. Για τον έλεγχο της ποσότητας λιπαντικού που ρέει στη μονάδα χρησιμοποιείται ένα μικρό στόμιο μέτρησης στο σωλήνα τροφοδοσίας λαδιού προς το φίλτρο.

### B. Φίλτρο πλήρους ροής

Αυτός ο τύπος φίλτρου τοποθετείται μεταξύ της αντλίας και του κυκλώματος λίπανσης και όλο το λιπαντικό από την αντλία διέρχεται μέσω του φίλτρου υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, προτού τροφοδοτηθεί μέσω του δικτύου προς τα έδρανα. Ο σχεδιασμός του πρέπει να είναι τέτοιος, ώστε να υπάρχει ισορροπία μεταξύ αποτελεσματικού καθαρισμού και ποσότητας ροής του λιπαντικού. Εάν το στοιχείο είναι φραγμένο, υπάρχει μια βαλβίδα ασφαλείας ή μια διαρρύθμιση με ελατήριο τοποθετημένο στη βάση του στοιχείου που επιτρέπει το αφιλτράριστο έλαιο να οδηγηθεί προς το κύκλωμα λίπανσης και τα έδρανα.

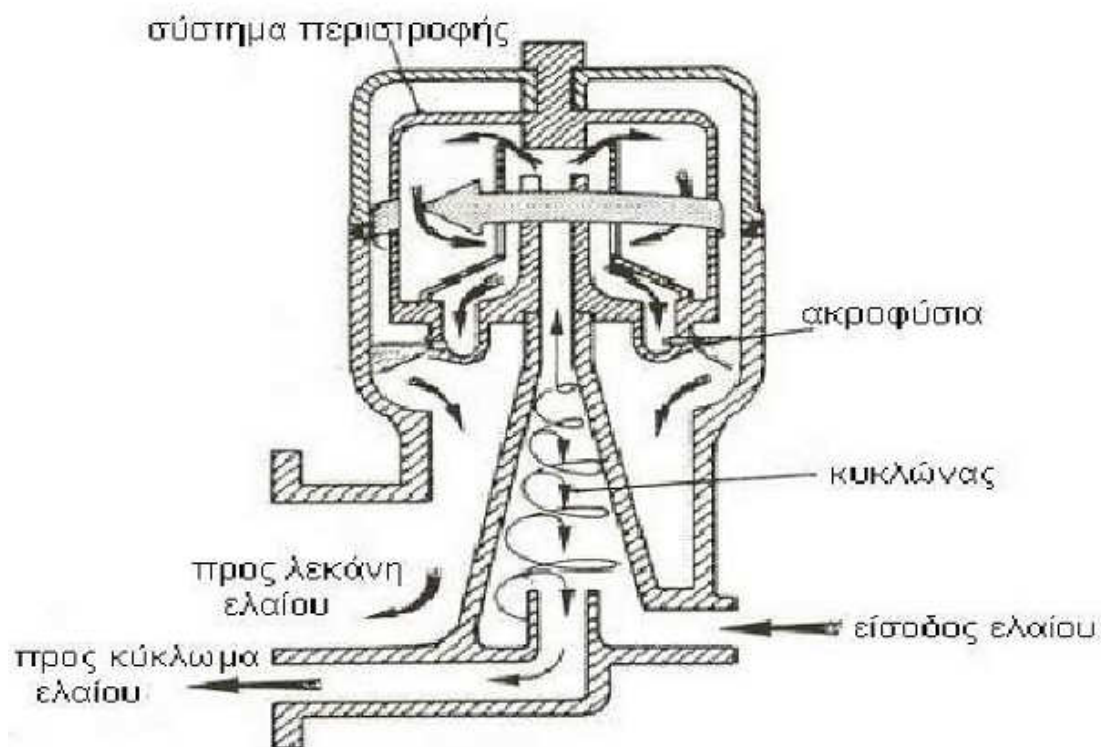


*Εικόνα 3. Φίλτρο πλήρους ροής*

Το φίλτρο είναι σχεδιασμένο να παρέχει μικρή αντίσταση στη ροή λιπαντικού που το διαπερνά, καθώς βρίσκεται στην κύρια γραμμή τροφοδοσίας ελαίου και μια πτώση πίεσης θα προκαλούσε μια χαμηλότερη πίεση διοχέτευσης ελαίου στα έδρανα. Όμως το φιλτράρισμα ξένων ουσιών θα περιορίζεται σε μεγαλύτερα σωματίδια από αυτά που φιλτράρονται από το φίλτρο παράκαμψης.

#### Γ. Φίλτρο φυγόκεντρου τύπου

Είναι φίλτρα λαδιού που λειτουργούν με βάση τη φυγόκεντρο δύναμη. Ουσιαστικά αποτελούνται από ένα κέλυφος και ένα δρομέα, ο οποίος περιστρέφεται μέσα στο κέλυφος. Το λάδι, το οποίο διακλαδίζεται από το κύριο ρεύμα προς ένα παράλληλο αγωγό, ρέει από το κάτω μέρος μέσα στη συσκευή και μέσω μίας κεντρικής κοίλης ατράκτου στο δρομέα. Από εκεί φθάνει σε πλάγιους σωλήνες, μέσω λεπτών πλεγμάτων. Στα άκρα των σωλήνων υπάρχουν τα ακροφύσια κίνησης. Με την έξοδο του λαδιού από τα ακροφύσια αναπτύσσονται δυνάμεις αντίδρασης, οι οποίες προκαλούν περιστροφή του δρομέα. Με τις φυγοκεντρικές δυνάμεις εκτινάσσονται προς τα εσωτερικά τοιχώματα του δρομέα όλα τα ξένα σωματίδια που περιέχονται στο λάδι και επικάθονται εκεί σαν μία στοιβάδα ρύπων.



*Εικόνα 4. Φίλτρο φυγόκεντρου τύπου*

Αυτοί οι ρύποι πρέπει να απομακρύνονται στα προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα, ύστερα από συναρμολόγηση του φίλτρου. Ο φυγοκεντρικός μηχανισμός κινείται από το λάδι με πίεση από 2,5 bar έως 5 bar και με στροφές μεταξύ 3000 1/min και 8000 1/min. Τα φυγοκεντρικά φίλτρα πρέπει να συντηρούνται σε κάθε αλλαγή λαδιού. Φυγοκεντρικά φίλτρα όμοιας κατασκευής μπορούν να στερεωθούν στο στροφαλοφόρο άξονα ή να πάρουν κίνηση από αυτόν. Διάφορα είδη φίλτρων χρησιμοποιούνται συχνά σε συνδυασμούς. Η εκκένωση των αγωγών πίεσης, όταν δε λειτουργεί ο κινητήρας, παρεμποδίζεται από την αντλία λαδιού. Υπάρχουν περιπτώσεις που η βαλβίδα αντεπιστροφής τοποθετείται μετά την αντλία. Κάποια φίλτρα είναι σχεδιασμένα ώστε να επιτρέπουν την αφαίρεση των ξένων ουσιών κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της μονάδας, αλλά είναι πιο συνηθισμένα αυτά που καθαρίζονται όταν δεν βρίσκονται σε λειτουργία.

### **3.2.2 Φίλτρα αέρα**

Τα στοιχεία από τα οποία μπορεί να αποτελείται ένα φίλτρο αέρα είναι από τέσσερα διαφορετικά υλικά. Καταρχάς υπάρχουν τα λεγόμενα χάρτινα φίλτρα που είναι φτηνά και αποτελεσματικά. Αυτός είναι και ο κύριος λόγος γιατί τα χρησιμοποιούν τα αυτοκίνητα παραγωγής, αν και δεν έχουν maximum απόδοση και δεν καθαρίζονται. Άλλη κατηγορία φίλτρων είναι τα φίλτρα γάζας που είναι τα πιο κοινά aftermarket φίλτρα. Φιλτράρουν καλύτερα τον εισερχόμενο αέρα και επιτρέπουν την καλύτερη ροή του. Ακόμα υπάρχει η δυνατότητα καθαρισμού τους και απαιτείται ψεκάσμος με ένα ειδικό λάδι για να είναι ικανά να λειτουργήσουν σωστά.

Τα φίλτρα από αφρώδες υλικό επιτρέπουν την εισαγωγή πολύ περισσότερου αέρα σε σχέση με το μέγεθός τους σε σχέση με άλλα φίλτρα ίδιου μεγέθους αλλά το μειονέκτημά τους είναι ότι δεν φιλτράρουν τόσο αποδοτικά τον αέρα λόγω των μεγάλων κενών που υπάρχουν ανάμεσα στον αφρό. Και σε αυτό τον τύπο φίλτρων υπάρχει δυνατότητα ψεκάσμου με ειδικό σπρέι λαδιού αλλά δεν βοηθά τόσο όσο στα φίλτρα γάζας. Τέλος υπάρχουν και τα συρμάτινα φίλτρα που επιτρέπουν σαν τα αφρώδη φίλτρα μεγάλες ποσότητες αέρα αλλά δεν είναι τόσο αποδοτικά στην συγκράτηση σωματιδίων. Από την άλλη όμως είναι απλά και εύκολα στο καθάρισμα τους.

Επιπρόσθετα υπάρχουν και τα παρακάτω είδη φίλτρων:

### 1. Φίλτρα δισκοειδών πλεγμάτων

Το στοιχείο του φίλτρου συνήθως είναι από πλέγματα φωσφορούχου ορείχαλκου, χρωμονικελιούχου χάλυβα ή από ύφασμα συνθετικών ινών. Η ικανότητά του περιορίζεται από το μέγεθος των ανοιγμάτων του πλέγματος. Η μορφή των πλεγμάτων είναι κυλινδρική (μανδύας πλέγματος), δισκοειδής (τύπου φουσαρμόνικα), ή αστεροειδής. Μπορούν γενικά να αφαιρεθούν και να καθαριστούν. Απομακρύνουν ξένα σωματίδια μεγέθους έως περίπου 0,03mm .

### 2. Λεπτά φίλτρα

Επιλέγονται έτσι, ώστε η διαπερατότητά τους να μην εμφανίζει μεγάλη αντίσταση στη ροή του λαδιού, αλλά και να γίνεται λεπτό φιλτράρισμα. Τα στοιχεία πρέπει να ανταλλάσσονται σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών. Τα φίλτρα κυρίου ρεύματος χρειάζονται ένα παρακαμπτήριο αγωγό με μια βαλβίδα παράκαμψης, η οποία ανοίγει όταν βουλώσει το φίλτρο ή όταν παρουσιάσει μεγάλη αντίσταση στη δίοδο του ψυχρού και παχύρευστου λαδιού. Τα φίλτρα είναι από χαρτί φίλτρων ή από ένα γέμισμα με ίνες. Τα λεπτά φίλτρα κατακρατούν σωματίδια έως 0,001 mm

### 3. Ανταλλάξιμα φίλτρα



*Εικόνα 5. Ανταλλάξιμα φίλτρα*

Αυτά είναι λεπτά φίλτρα λαδιού λίπανσης. Αποτελούνται από ένα χαλύβδινο δοχείο με στεγανό κάλυμμα, μέσα στο οποίο βρίσκεται το στοιχείο του φίλτρου από εμποτισμένο χαρτί διπλωμένο αστεροειδώς, ή από ίνες ειδικού υλικού (τσόχα). Για

λόγους ασφαλείας, συνήθως τοποθετείται και μία βαλβίδα παράκαμψης υπολογισμένη να ανοίγει στα 2 bar πίεση.

### 3.3 Ορισμός και κατάταξη των ρύπων

Η εργασία του καθαριστή ρύπων, δεν θα υπήρχε αν δεν υπήρχαν οι ρύποι. Ειδικά η έννοια «ρύπος» για έναν καθαριστή είναι κάθε ουσία ξένη προς τη φύση. Το πλήθος των ρύπων μάς υποχρεώνει να τους ομαδοποιούμε σε κατηγορίες, υπάρχουν δε πολλοί τρόποι για μια τέτοιας μορφής κατάταξη:

- Ανάλογα με τη φυσική τους κατάσταση, οι ρύποι κατηγοριοποιούνται σε στερεούς και υγρούς.
- Ανάλογα με τη διαλυτότητά τους σε υδατικούς και οργανικούς διαλύτες, τους κατηγοριοποιούμε σε:
  - α. Διαλυτούς στο νερό
  - β. Διαλυτούς σε οργανικούς διαλύτες
  - γ. Αδιάλυτους
- Ενώ ανάλογα με τη χημική τους σύσταση κατατάσσονται σε: λίπη, έλαια, πρωτεΐνες, βακτήρια και μύκητες, οξείδια, φάρμακα, μείγματα, υδατικούς κ.ά.
- Για λόγους πρακτικούς, μπορούμε να χωρίσουμε τους ρύπους σε τέσσερις κατηγορίες:
  - α. Αμμώδεις ρύπους
  - β. Λιπαρούς ρύπους
  - γ. Χρωστικούς ρύπους
  - δ. Ειδικούς ρύπους, που δεν είναι τόσο συχνοί αλλά ταλαιπωρούν πολύ τον καθαριστή.

### 3.3.1 Αμμώδεις ρύποι

Οι ρύποι αυτοί είναι αδρανή ανόργανα υλικά που μεταφέρονται σε υγρά με την επαφή, την ρίψη ή με τον αέρα, και πολλές φορές έχουν μέγεθος τόσο μικρό, που είναι ορατοί μόνο με ισχυρό μικροσκόπιο. Τα πιο βαριά συστατικά από τους ρύπους αυτούς μετακινούνται προς τη βάση των υγρών ειδών, όπου παγιδεύονται και, έτσι, απομακρύνονται δύσκολα. Αν οι αμμώδεις ρύποι είναι πολύ μικροί σε μέγεθος, τότε προσκολλώνται στην ουσία, συγκρατούνται εκεί με δυνάμεις διαφόρων τύπων και συμβάλλουν πολύ στην ορατή βρομιά. Οι δυνάμεις αυτές συγκρατούν τους ρύπους αυτούς τόσο ισχυρά, ώστε δεν απορροφούνται με την αναρροφητική σκούπα και για να απομακρυνθούν, απαιτείται επιπλέον και κάποιο απορρυπαντικό. Συνήθως οι ρύποι είναι από σκόνη, υλικά οικοδομών, αλλά και από άλλα αίτια που καθορίζονται από τον τόπο. Οι ρύποι που προέρχονται από οικοδομικά υλικά (σκόνη από τσιμέντο, τούβλα ή ασβέστη), εκτός του ότι λερώνουν το υγρό, προσβάλλουν τα μόρια του, με αποτέλεσμα την μόλυνσή του.

### 3.3.2 Λιπαροί ρύποι

Οι ρύποι αυτοί είναι οργανικές λιπαρές ουσίες, κυρίως λίπη και έλαια. Η προέλευσή τους μπορεί να είναι από πολλές πηγές. Πολλοί ρύποι οφείλονται στη χρήση του αυτοκινήτου, τη λειτουργία των εργοστασίων ή μπορεί να προέρχονται από ατυχήματα όπως στάξιμο λαδιών ή άλλων λιπαρών ουσιών. Επίσης λιπαροί ρύποι μπορούν να οφείλονται στο μαγείρεμα. Στο νερό οι ρύποι αυτοί μεταφέρονται είτε μέσω του αέρα είτε μέσω επαφής με ήδη λερωμένες επιφάνειες, π.χ. πιάτα, χέρια κ.λπ. Τέλος, ο ίδιος ο άνθρωπος μπορεί με το σμήγμα του σώματός του να λερώσει το υγρό στοιχείο. Κυρίως όμως η ρύπανση γίνεται από αλόγιστη ή κακόβουλη χρήση ή από ατύχημα (π.χ. πετρελαιοκηλίδες).

### 3.3.3 Χρωστικοί ρύποι

Οι ρύποι αυτοί είναι ποικίλης προελεύσεως χρωστικές ουσίες (βαφές) που απορροφούνται από τις ίνες ή αντιδρούν χημικά με αυτές. Προέρχονται συνήθως από χυμένα υγρά τρόφιμα, όπως καφές, χυμοί, κόκκινο κρασί κ.λπ., μελάνια, χρώματα, γλωρίνη κ.λπ. Τέλος, δεν είναι σπάνιο ο ρύπος που καταλήγει στο νερό να

μην ανήκει μόνο σε μία από τις παραπάνω κατηγορίες. Για παράδειγμα, είναι συνηθισμένο αμμώδεις ρύποι να συνυπάρχουν με λιπαρούς, αφού, μέσω αυτών, γίνεται καλύτερη συγκράτησή τους από το νερό.

### 3.3.4 Τρόποι συγκράτησης των ρύπων

Οι ρύποι μπορούν με πολλούς τρόπους να συγκρατηθούν πάνω στο νερό. Οι πιο σημαντικοί είναι:

#### 3.3.4.1 Μακροσυγκράτηση

Κατά τη μακροσυγκράτηση, τα τεμαχίδια του αμμώδους ρύπου παγιδεύονται στα μόρια του νερού. Οι ρύποι αυτοί όλο και περισσότερο εισχωρούν σε βάθος, και όλο και περισσότερο είναι δύσκολο να απομακρυνθούν από αυτό.

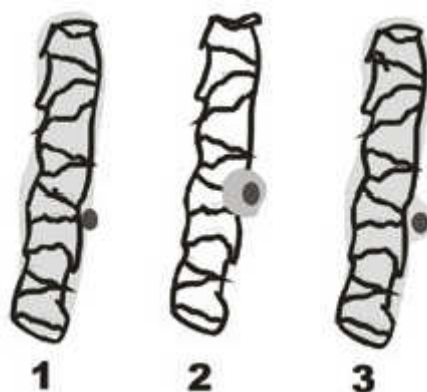
#### 3.3.4.2 Λιποδεσμοί

Κατά τους λιποδεσμούς έχουμε συγκόλληση των ρύπων στο νερό εξαιτίας της παρουσίας λιπαρών συστατικών πάνω σε αυτές. Η προέλευση των λιπαρών αυτών ουσιών μπορεί να οφείλεται σε πολλούς λόγους. Οι λιπαρές ουσίες μπορεί να προέρχονται:

- από τη χρήση λιπαντικών
- από κολλώδη συστατικά
- από λιπαρούς λεκέδες εξαιτίας ενός ατυχήματος.

Στις λιπαρές αυτές ουσίες είτε συνυπάρχουν είτε προσκολλώνται εκ των υστέρων άλλοι ρύποι, με αποτέλεσμα να επιδεινώνεται η ποιότητα του νερού.

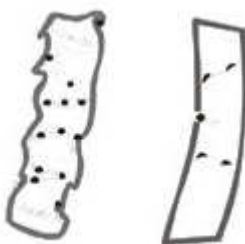
Οι μηχανισμοί δημιουργίας του λιποδεσμού εμφανίζονται στην παρακάτω εικόνα. Στην Περίπτωση 1 έχουμε δεσμό (ίνα νερού/λίπος)-βρομιά, δηλαδή σε μια λιπαρή ίνα νερού προσκολλάται μια στεγνή βρομιά. Στην Περίπτωση 2 έχουμε δεσμό ίνα νερού -(λίπος/βρομιά), δηλαδή σε μια στεγνή ίνα προσκολλάται μια λιπαρή βρομιά. Στην Περίπτωση 3 έχουμε δεσμό (ίνα νερού /λίπος -(λίπος/βρομιά), δηλαδή σε μια λιπαρή ίνα νερού προσκολλάται μια λιπαρή βρομιά.



*Εικόνα 6. Μηχανισμοί δημιουργίας λιποδεσμών*

### 3.3.4.3 Μικροσυγκράτηση

Μικροσυγκράτηση έχουμε όταν μικροσκοπικά τεμαχίδια βρομιάς συγκρατούνται στις ανωμαλίες των ινών νερού.



*Εικόνα 7. Μικροσυγκράτηση*

### 3.3.4.4 Χημικές έλξεις

Πολλές φορές τα μόρια του νερού σχηματίζουν με τα μόρια της βρομιάς σχετικά αδύναμους χημικούς δεσμούς, οι οποίοι, δρώντας όλοι μαζί, είναι ικανοί να συγκρατήσουν τη βρομιά κολλημένη στο νερό. Οι δεσμοί αυτοί είναι διάφορων τύπων (π.χ. δεσμοί υδρογόνου, δυνάμεις Van der Waals κ.λπ.), ωστόσο δεν προκαλούν ανεπανόρθωτη ζημιά στο νερό, αφού μπορούν να αναιρεθούν κατά το φιλτράρισμα και να απομακρυνθούν οι βρομιές.

Ορισμένοι υγροί ρύποι απορροφώνται από το νερό και, αν είναι χρωστικοί, το βάφουν. Η βαφή αυτή είναι πολύ καλά συγκρατημένη με τις χημικές έλξεις που



αναφέραμε παραπάνω, αφού το χημικό υγρό έρχεται σε πολύ περισσότερα σημεία σε επαφή με το νερό και οι χημικές έλξεις είναι περισσότερες.



*Εικόνα 8. Απορρόφηση υγρής βαφής από ίνα*

#### **3.3.4.5 Χημικοί δεσμοί**

Οι πιο ανεξίτηλες βρομιές είναι οι χρωστικές, οι οποίες αντιδρούν με την ίνα νερού δημιουργώντας χημικούς δεσμούς με αυτήν πολύ πιο ισχυρούς από τις χημικές έλξεις που αναφέραμε προηγουμένως. Η επαναφορά της ίνας νερού στην αρχική της κατάσταση είναι συνήθως αδύνατη, και μόνο με μια νέα χημική αντίδραση μπορούμε να βελτιώσουμε τα πράγματα. Δημιουργία χημικών δεσμών, δηλαδή χημική αντίδραση, μπορεί να κάνει ένας ρύπος και με το χρώμα με το οποίο έχει βαφτεί η ίνα νερού, με αποτέλεσμα την αλλοίωση του χρωματισμού της στην περιοχή όπου έδρασε ο ρύπος. Κλασικό παράδειγμα αποτελεί η αλλαγή που προκαλείται στο χρώμα ορισμένων υγρών όταν σε αυτά στάξει χλωρίνη ή ανεξίτηλη χρωστική ουσία .

#### **3.3.5 Παράγοντες που βοηθούν τον καθαρισμό**

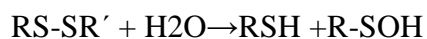
Για την επίτευξη του καθαρισμού, ο καθαριστής θα εκμεταλλευτεί τους παρακάτω παράγοντες, οι επιλογές του όμως καθορίζονται κατά περίπτωση από το υπόστρωμα το οποίο έχει να καθαρίσει. Οι παράγοντες αυτοί είναι: οι κύριοι διαλύτες, τα απορρυπαντικά και λοιπά πρόσθετα, τα ξελεκιαστικά, η μηχανική δράση, η θερμοκρασία.

### 3.4 Το Μαλλί ως φίλτρο

Η πρωτεΐνη του μαλλιού είναι η κερατίνη. Στον πίνακα δίδεται η σύσταση της κερατίνης. Σε αυτήν οι πολυπεπτιδικές αλυσίδες συνδέονται μεταξύ τους με γέφυρες του αμινοξέος κυστίνη. Οι ελεύθερες αμινο- και καρβοξυ-ομάδες στο μακρομόριο της κερατίνης σχηματίζουν εσωτερικά άλατα. Τα μόρια έλκονται μεταξύ τους ηλεκτροστατικά και σχηματίζουν δέσμες. Έτσι, μια σχηματική παράσταση του μακρομορίου της κερατίνης δίνεται παρακάτω .

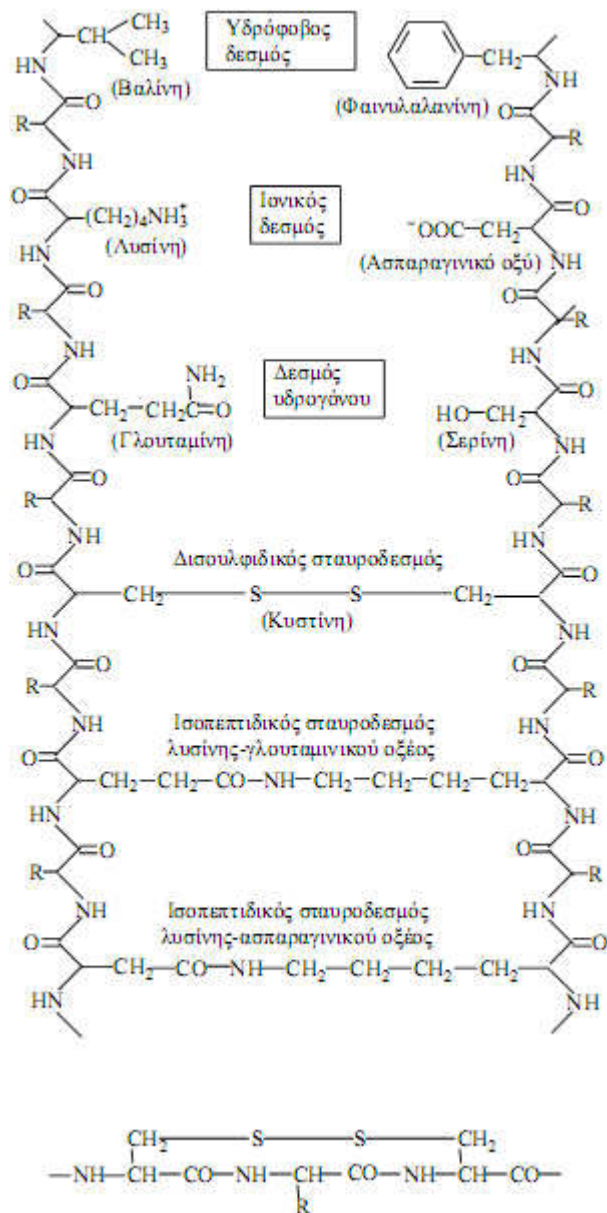
Τα αλκάλια υδρολύουν τους πεπτιδικούς δεσμούς της μάλλινης ίνας. Έτσι, διάλυμα 3% NaOH με βραχύχρονη θέρμανση διαλυτοποιεί πλήρως το μαλλί. Επίσης, παρουσία βάσεων σχηματίζονται άλατα με τις ελεύθερες καρβοξυ-ομάδες της ίνας με αποτέλεσμα να καταστρέφονται οι δεσμοί  $-NH_3... -OOC$ .

Τέλος, γίνεται και διάσπαση των δισουλφιδικών δεσμών:



<b>Αμινοξέα</b>	<b>Κερατίνη %</b>	<b>Φιβροΐνη %</b>
Γλυκίνη	6.5	43.8
Αλανίνη	4.1	26.4
Βαλίνη	4.8	3.2
Λευκίνη και ισομερή	11.3	2.5
Ασπαραγινικό οξύ	6.6	2.0
Γλουταμιτικό οξύ	14.1	2.0
Οξυγλουταμινικό οξύ	-	-
Αργινίνη	10.3	1.0
Λυσίνη	2.7	0.9
Ιστιδίνη	0.7	0.8
Προλίνη	6.8	1.0
Θρυπτοφάνη	1.8	-
Φαινυλαλανίνη	3.8	1.5
Τυροσίνη	4.7	13.2
Σερίνη	10.3	1.8
Θρεονίνη	6.4	1.5
Κυστίνη	11.9	-
Μεθειονίνη	0.7	-
Λανθειονίνη	0.5	-
Κυστεΐνη	0.1	-

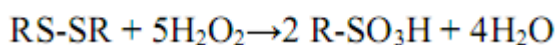
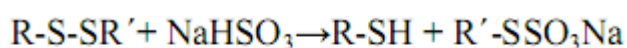
*Πίνακας 33. Σύσταση των πρωτεϊνών των υφάνσιμων ινών*



*Διάγραμμα 1. Σχηματική παράσταση της κερατίνης*

Η μάλλινη ίνα είναι αρκετά ανθεκτική στα οξέα. Ωστόσο, σε υψηλή θερμοκρασία τα ισχυρά οξέα, όπως το πυκνό θειικό, διασπούν τους πεπτιδικούς δεσμούς και διαλύουν το μαλλί.

Οξειδωτικές και αναγωγικές ουσίες διασπούν τους δισουλφιδικούς δεσμούς:



Επίσης, η παρατεταμένη έκθεση σε υπεριώδη ακτινοβολία, δηλαδή ηλιακό φως, διασπά τους δισουλφιδικούς δεσμούς με αποτέλεσμα το κιτρίνισμα του μαλλιού.

Εξαιτίας της ύπαρξης των ελεύθερων αμινο-(βασικών) και καρβοξυ-(όξινων) ομάδων στο μόριο της κερατίνης, το μαλλί μπορεί να βαφεί με όξινα και με βασικά χρώματα. Ωστόσο, τα δεύτερα σήμερα χρησιμοποιούνται για τη βαφή των πολυακρυλικών ινών. Επίσης, πολύ καλά χρώματα για τη βαφή του μαλλιού είναι τα χρώματα αντίδρασης, πρόστυψης και τα προμεταλλομένα χρώματα, που είναι σύμπλοκα με μέταλλα.

### 3.5 Επεξεργασία του μαλλιού ως φίλτρο

Τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα, όπως το μαλλί, είναι σπάνια κατάλληλα για χρήση, όπως παράγονται στην αρχική τους μορφή. Όταν, όμως, υποστούν μια σειρά μηχανικών και χημικών επεξεργασιών, αποκτούν ένα σύνολο επιθυμητών ιδιοτήτων, απαραίτητων για τα επόμενα στάδια της παραγωγής αλλά και για την τελική χρήση τους.

Οι επεξεργασίες που γίνονται σε αυτά χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- επεξεργασίες προκατεργασίας, που σκοπό έχουν να βοηθήσουν και να προετοιμάσουν τα προϊόντα με τη μορφή ινών, νημάτων και υφασμάτων για να δεχθούν διαδικασίες, όπως κλωστοποίηση, ύφανση ή πλέξη αλλά και κατάλληλες επεξεργασίες προετοιμασίας για βαφή και τυποβαφή των ανωτέρω κλωστοϋφαντουργικών υλών.
- διεργασία της βαφής ή και τυποβαφής αυτών των προϊόντων, οι οποίες ικανοποιούν λειτουργικές και αισθητικές απαιτήσεις.
- φινιριστικές επεξεργασίες των ανωτέρω προϊόντων, συνήθως, στο τέλος της βαφής ή τυποβαφής, ώστε να διασφαλισθούν επιθυμητές ιδιότητες και να βελτιωθούν οι συνθήκες φροντίδας τους.

Συμπερασματικά, οι τρεις τύποι των επεξεργασιών, που είναι οι προκατεργασίες, η βαφή και το φινίρισμα, μπορούν να γίνουν σε ένα ή σε περισσότερα στάδια και σε όλες τις μορφές των κλωστοϋφαντουργικών υλών. Π.χ. μπορούμε να βάψουμε ίνες, δηλαδή το άγνεθο, ακατέργαστο υλικό, και να τις νηματοποιήσουμε, να βάψουμε

νήματα και στη συνέχεια να τα υφάνουμε ή να τα πλέξουμε αλλά και να τα βάψουμε ως υφαντά ή πλεκτά υφάσματα.

### **3.6 Η σημασία της χρήσης του μαλλιού στην απορρύπανση πετρελαιοκηλίδων - αποβλήτων**

Το μαλλί εκ φύσεως απορροφά τα λιπαρά στοιχεία, συνεπώς η χρήση μαλλιών θα μπορούσε να βοηθήσει σημαντικά στην προσπάθεια περιορισμού της περιβαλλοντικής καταστροφής, υποστηρίζουν οι ένθερμοι με την ιδέα κομμωτές.

Είναι δυνατόν να κατασκευαστούν «σφουγγάρια» από μαλλιά ανθρώπων και ζώων και να χρησιμοποιηθούν για να περιοριστεί η ρύπανση που προκύπτει από τις πετρελαιοκηλίδες και τα απόβλητα στην θάλασσα.

Η ιδέα ανήκει στην οργάνωση Matter Of Trust, τα μέλη της οποίας ζήτησαν από κομμωτές στο Σαν Φρανσίσκο, τη Νέα Υόρκη και το Σικάγο να κρατήσουν όλα τα μαλλιά που καταλήγουν στο πάτωμα των κομμωτηρίων τους και να τα δώσουν σε εθελοντές της οργάνωσης. Αρκετά κομμωτήρια, μάλιστα, στέλνουν μόνα τους τα μαλλιά αυτά σε κουτιά στην οργάνωση. Εξίσου έχουν συνεισφέρει τα –πολύ δημοφιλή στην Αμερική- «κομμωτήρια» σκύλων.

Η διαδικασία είναι αρκετά απλή: οι κατασκευαστές των «σφουγγαριών» αυτών απλά γεμίζουν καλσόν με τρίχες, οι οποίες προέρχονται τόσο από κομμωτήρια, όσο και από κουρέια ζώων, τα οποία, στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται ως εξαιρετικά απορροφητικά σφουγγάρια.

Στη συνέχεια, αφού δημιουργηθούν τα σφουγγάρια αυτά, τοποθετούνται περίπου 50 εκατοστά κάτω από την επιφάνεια του νερού στα σημεία που υπάρχει ρύπανση. Τα σφουγγάρια απορροφούν πετρελαιοκηλίδες και απόβλητα, και κατόπιν συλλέγονται. Ακολουθεί η διαδικασία συλλογής των ρύπων. Οι ρύποι που έχουν απορροφηθεί από τα σφουγγάρια συλλέγονται με μηχανικές μεθόδους και συγκεντρώνονται. Κατόπιν τα σφουγγάρια είναι έτοιμα να χρησιμοποιηθούν ξανά. Η διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί αρκετές φορές.

Υπολογίζεται ότι μια λίβρα (λίγο παρακάτω από 500 γραμμάρια) μαλλιά μπορεί να απορροφήσει μέχρι και 4 λίτρα πετρελαίου (Matter Of Trust, 2015) . Βέβαια, αν

αναλογιστεί κανείς ότι κάθε μέρα περίπου 800,000 λίτρα πετρελαίου απομακρύνονται από τον Κόλπο του Μεξικού, η συνεισφορά της νέας μεθόδου δεν είναι παρά αμελητέα. Τα μέλη, όμως, της οργάνωσης Matter Of Trust δηλώνουν ότι δεν τους ενδιαφέρει τόσο η αποτελεσματικότητα της πρωτοβουλίας τους, όσο το να στείλουν ένα μήνυμα και να ευαισθητοποιήσουν τον κόσμο. Κι αν κρίνουμε από την προθυμία και τον ενθουσιασμό των κομμωτών να συνεισφέρουν, φαίνεται ότι η Matter Of Trust έχει πετύχει το στόχο της.

### 3.7 Αντίστοιχες έρευνες

Παρατίθεται παρακάτω αντίστοιχη έρευνα με την δική μας των Maja Radetic, Vesna Pic, Darinka Radojevic, Robert Miladinovic, Dragan Jovic, Petar Jovancic που έγινε το 2007 στο Βελιγράδι Σερβίας, για αξιολόγηση του RWNM φίλτρου.

Οι ικανότητες απορρόφησης του RWNM (Recycled Wool-based Nonwoven Material) για το ντίζελ, το αργό, το βασικό, το φυτικό έλαιο και το λάδι κινητήρα στο νερό και στο λάδι χωρίς νερό παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Το RWNM δείχνει υψηλή ικανότητα απορρόφησης ελαίου για όλα τα μελετημένα έλαια και σε αμφότερες τις περιπτώσεις βρέθηκε η υψηλότερη απορροφητικότητα για το λάδι κινητήρα και η χαμηλότερη για το πετρέλαιο κίνησης.

Oil sorption capacity of RWNM in water and oil without water

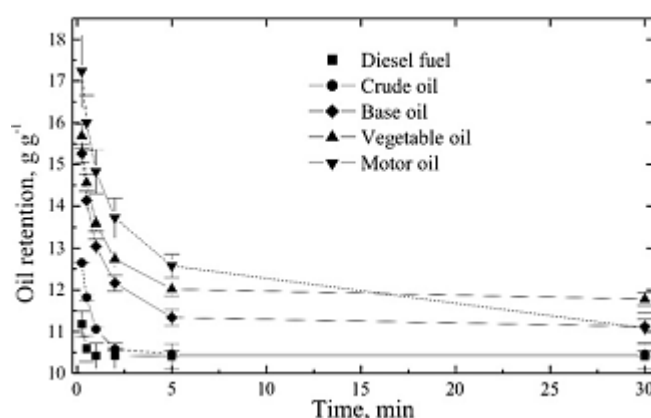
Sample	$q$ ( $\text{g g}^{-1}$ )			
	In water	Standard deviation	In oil without water	Standard deviation
Diesel fuel	9.62	0.25	10.60	0.091
Crude oil	11.06	0.12	12.46	0.48
Base oil	12.98	0.25	14.78	0.67
Vegetable oil	13.16	0.042	14.48	0.80
Motor oil	15.80	0.55	15.73	0.68

#### Πίνακας 4. Ικανότητες απορρόφησης του RWNM

Η απορρόφηση φυτικού ελαίου και βασικού ελαίου ήταν παρόμοια πιθανώς λόγω των παρόμοιων ιξώδους ελαίου. Η απορρόφηση του ελαίου σε RWNM από το ελαιώδες μέσο χωρίς νερό αυξήθηκε περίπου κατά 10-14% σε σύγκριση με τη απορρόφηση σε υδατικό μέσο.

Lee και άλλοι (1999) ανέφεραν μια σοβαρή μείωση (75%) στη απορρόφηση του καυσίμου ντίζελ από βαμβακερές ίνες σε νερό σε σύγκριση με τη απορρόφηση σε έλαιο χωρίς νερό. Annunciado και άλλοι (2005) συγκρίνουν αυτό το αποτέλεσμα με

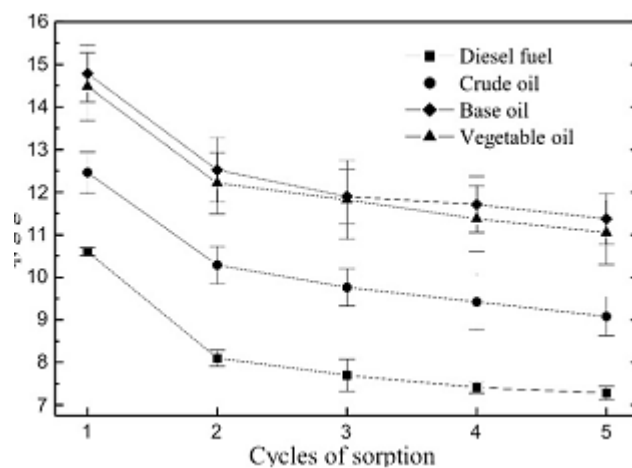
τη μείωση που παρατηρήθηκε στην περίπτωση τους στην απορρόφηση ακατέργαστου αργού πετρελαίου από ίνες μεταξωτών νημάτων (περίπου 7% μείωση), υποδηλώνοντας ότι αυτή η μικρότερη μείωση θα μπορούσε να είχε προκύψει από την έντονη ανάδευση στο έργο του Lee, από την υψηλότερη υδροδυναμική ικανότητα των μεταξωτών ινών και πολύ μικρότερη αναλογία ύδατος προς πετρέλαιο στα πειράματά τους (80/20 σε σχέση με τον Lee που χρησιμοποίησε 250/20). Παρόλο που οι προαναφερόμενες παράμετροι επηρεάζουν με βεβαιότητα την απορρόφηση του πετρελαίου, για να συναχθούν έγκυρα συμπεράσματα, πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη ο τύπος και τα χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου πετρελαίου. Τα αποκτηθέντα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η απορρόφηση του πετρελαίου ήταν αξιοσημείωτα, αποτέλεσμα του ιξώδους του ελαίου, δηλαδή, όσο υψηλότερο είναι το ιξώδες του ελαίου, τόσο υψηλότερη είναι η απορρόφηση. Στην πραγματικότητα, η απορρόφηση του λαδιού κινητήρα, που είναι πολύ πιο παχύρρευστο από τα άλλα έλαια, στο RWNM ήταν πολύ υψηλότερη. Ένα υψηλό ιξώδες λαδιού μπορεί να προκαλέσει δύο αντίθετες επιδράσεις: μείωση της προσρόφησης του πετρελαίου εξαιτίας της παρεμπόδισης της διείσδυσης του πετρελαίου στο εσωτερικό του ινών και αύξηση της απορρόφησης του πετρελαίου λόγω της ευκολότερης προσκόλλησης του ελαίου στην επιφάνεια του φλοιού των ινών (Choi and Cloud, 1992 Deschamp κ.ά., 2003). Εντούτοις, τα αποτελέσματα της κατακράτησης ελαίου σε RWNM, μετά από απορρόφηση ελαίου χωρίς νερό, αποκάλυψαν ότι η αποστράγγιση λαδιού ήταν ιδιαίτερα έντονη για τα έλαια με μεγάλο ιξώδες (Σχήμα 1).



**Σχήμα 11.** Κατακράτηση ελαίου σε RWNM (η απορρόφηση έγινε με έλαιο χωρίς νερό).



Η ποσότητα του ελαίου στο RWNM μειώθηκε στο πρώτο λεπτό της αποστράγγισης στο 7,3%, 14%, 17%, 14% και 16% αντίστοιχα για το καύσιμο ντίζελ, το αργό πετρέλαιο, του βασικό πετρέλαιο, το φυτικό έλαιο και του λάδι κινητήρα. Εκτός αυτού, παρατηρήθηκε η ίδια τάση όσον αφορά τη συμπεριφορά συγκράτησης για όλα τα μελετώμενα έλαια εκτός από το λάδι κινητήρα. Όπως στην περίπτωση μη υφασμένου υλικού πολυπροπυλενίου που αναφέρθηκε από την Weietal (2003), τρεις ζώνες μπορούν να αναγνωριστούν στις καμπύλες συγκράτησης. Η αρχική ζώνη αντιστοιχεί στο πρώτο λεπτό της αποστράγγισης, όταν έλαβε χώρα η ταχεία απελευθέρωση του πετρελαίου. Στη δεύτερη ζώνη, που σχετίζεται με το χρονικό διάστημα μεταξύ 1 και 5 λεπτών, η απελευθέρωση του ελαίου επιβραδύνεται μέχρι να επιτευχθεί η περίοδος σταθερής κατάστασης στην τρίτη ζώνη. Το λάδι κινητήρων παρουσίασε παρόμοια συμπεριφορά στις πρώτες δύο ζώνες, αλλά η έλλειψη της τρίτης ζώνης ήταν προφανής, δείχνοντας ότι η απελευθέρωσή του διαρκεί περισσότερο από 30 λεπτά για να φτάσει σε κάποιο επίπεδο. Είναι πιθανό ότι η ζώνη αυτή στην περίπτωση λαδιού κινητήρων θα ορισθεί για μεγαλύτερη περίοδο παρατήρησης. Προφανώς, αν και το υψηλής πυκνότητας λάδι κινητήρα προσκολλήθηκε ευκολότερα στο RWNM κατά τη διάρκεια της απορροφήσεως, το υλικό δεν ήταν σε θέση να κρατήσει επαρκώς το λάδι, το οποίο απελευθερώθηκε εύκολα. Ως εκ τούτου, η κατακράτηση λαδιού κινητήρα στο RWNM ήταν κακή. Αυτή η συμπεριφορά είναι μάλλον περιέργη καθώς αναμενόταν ότι τα έλαια χαμηλού ιξώδους – πυκνότητας θα παρουσίαζαν πολύ ταχύτερη απελευθέρωση ελαίου όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία για μη υφασμένα με πολυπροπυλένιο (Choi a d Cloud, 1992, Weiet κ.ά., 2003, Bay κ.ά., 2005) . Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται στην κατασκευή του απορροφητικού καθώς παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην κατακράτηση του απορροφητικού υλικού (Weiet κ.ά., 2003). Προκειμένου να εξεταστεί η πιθανή σχέση μεταξύ κατασκευής RWNM και κατακράτησης ελαίων με διαφορετικά ιξώδη, επόμενα πειράματα πρέπει να επικεντρωθούν περαιτέρω στην παραλλαγή των παραμέτρων κατασκευής απορροφητικών υλικών. Η μεταβολή της ικανότητας απορρόφησης ελαίου του RWNM για καύσιμο ντίζελ, βασικό πετρέλαιο, ακατέργαστο πετρέλαιο και φυτικό έλαιο κατά μήκος πέντε κύκλων απορρόφησης παρουσιάζεται στο σχήμα 2.



**Σχήμα 2. Επαναχρησιμοποίηση του RWNM.**

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι περίπου το 85-90% του ελαίου απομακρύνθηκε από το υλικό μετά τον πρώτο κύκλο συμπίεσης μεταξύ κυλίνδρων. Ωστόσο, το ποσοστό της απομάκρυνσης του ελαίου αυξήθηκε μετά τον δεύτερο κύκλο (περίπου 98%) και δεν άλλαξε σημαντικά σε όλους τους ακόλουθους κύκλους απορρόφησης. Η απορρόφηση ελαίου μειώθηκε καθώς σε κάθε κύκλο απορρόφησης. Ωστόσο, ακόμη και μετά από πέντε κύκλους απορρόφησης, η μείωση της ικανότητας απορρόφησης δεν υπερβαίνει το 50% της αρχικής τιμής, επιβεβαιώνοντας ότι το RWNM παρουσίασε εξαιρετική επαναχρησιμοποίηση. Τα αποτελέσματα για την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του RWNM για λάδι κινητήρα λείπουν δεδομένου ότι δεν μπορούσαν να πάρουν ακριβή δεδομένα λόγω της ολίσθησης του απορροφητικού κατά τη συμπίεση μεταξύ κυλίνδρων που πιθανόν να οφείλονται σε υψηλό ιξώδες του λαδιού κινητήρα. Η καλή επαναχρησιμοποίηση είναι ενδιαφέρον χαρακτηριστικό ενός απορροφητικού, υποδεικνύοντας ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αρκετές φορές για την αποκατάσταση του πετρελαίου και εξακολουθεί να ανακτά την ικανότητά του για απορρόφηση πιθανότατα και με την βοήθεια μηχανικής κατασκευής. Η πρόσληψη νερού του απορροφητή ήταν 0,05 g g<sup>-1</sup> μετά από 15 λεπτά και 0,11 g g<sup>-1</sup> μετά από 24 ώρες επαφής ύδατος σε στατικές συνθήκες. Ωστόσο, η πρόσληψη νερού μετά από 15 λεπτά σε δυναμικές συνθήκες ήταν πολύ υψηλότερη (118 g g<sup>-1</sup>), υποδεικνύοντας ότι Το RWNM θα ήταν πιο αποτελεσματικό στο ήρεμο νερό. Παρά της σημαντικής πρόσληψης νερού, ιδιαίτερα σε δυναμική συνθήκες, ο απορροφητής δεν βυθίστηκε ούτε μετά από 24 ώρες στατικές συνθήκες, ούτε μετά από 15 λεπτά σε δυναμικές συνθήκες, με αποτέλεσμα να περάσει τη δοκιμή πλευστότητας και στα δύο, σε στατικές και δυναμικές συνθήκες.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν είναι σε καλή συσχέτιση με δικές τους προηγούμενες μελέτες (Radetic κ.ά., 2002, 2003). Ωστόσο, άλλοι ανέφεραν τις ικανότητες απορρόφησης πετρελαίου από ακατέργαστο μαλλί περίπου 40 g g<sup>-1</sup> και 31,8 g g<sup>-1</sup>, αντίστοιχα (Johnson κ.ά., 1973; Choi and Moreau, 1993). Έτσι, η απόδοση του RWNM ήταν πολύ χαμηλότερη, αλλά αυτή η συμπεριφορά ήταν αναμενόμενη αφού οι προηγούμενοι μελετητές δούλευαν με «ελεύθερες» ίνες. Είναι αποδεδειγμένο ότι μόλις οι ίνες μετατραπούν σε οποιαδήποτε μορφή υφάσματος, οι ιδιότητες απορρόφησης τους σε έλαιο έχουν μόνιμα αλλάξει (Choi κ.α., 1993, Radetic κ.ά., 2003). Επιπλέον, αναφέρθηκε ότι διάσπαση ινών και μαρμαρυγή τους μπορεί να συμβεί λόγω ισχυρής μηχανικής δράσης κατά τη διάρκεια παραγωγής του RWNM (Crighton, 1995). Η μαρμαρυγή μπορεί να ενισχύσει την απορροφητικότητα του ελαίου ως συνέπεια της αυξημένης επιφάνειας των ινών. Ωστόσο, η εικόνα SEM του RWNM αποκάλυψε ότι δεν υπήρξε μαρμαρυγή στις μάλλινες και πολυεστερικές ίνες του, ούτε υπέστησαν σοβαρές ζημιές. Εικόνες ESEM μη χρησιμοποιημένου RWNM πριν από τα τεστ καθώς και μετά από 2,5 και 30 λεπτά απορρόφησης βασικού ελαίου δεν έδειξαν βασικές αλλαγές στην διάμετρο των μάλλινων ινών, σε αντίθεση με το βαμβάκι και άλλες ίνες με βάση την κυτταρίνη, των οποίων η διάμετρος είχε δραστηκή αυξηθεί λόγω απορρόφησης πετρελαίου : ίνα lumen (Choi and Moreau, 1993).

Σε μια γρήγορη σύγκριση των επιτευχθέντων αποτελεσμάτων με τα δεδομένα βιβλιογραφίας για μη υφασμένους απορροφητές από πολυπροπυλένιο (που διατίθενται στο εμπόριο), υποδηλώνει ότι η RWNM έχει υψηλότερη απορρόφηση ελαίου (Choi and Cloud, 1992, Wei κ.ά., 2003). Ωστόσο, για οποιαδήποτε έγκυρη και ακριβή σύγκριση, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη πολλοί διαφορετικοί παράγοντες, όπως η δομή του υλικού, ο τύπος του ελαίου και οι πειραματικές συνθήκες.

Συνοψίζοντας, ένα ανακυκλωμένο μη υφασμένο υλικό με βάση το μαλλί μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απορρόφηση διαφόρων τύπων ελαίου (πετρέλαιο ντίζελ, ακατέργαστο πετρέλαιο, βασικό πετρέλαιο, φυτικά έλαια και λάδια κινητήρα), ιδιαίτερα λόγω της υψηλής ικανότητας απορρόφησης τόσο σε υδάτινο όσο και σε χωρίς νερό περιβάλλον. Η κατακράτηση των ελαίων που μελετήθηκαν για το απορροφητή ήταν ικανοποιητική εκτός από το λάδι κινητήρα. Ο απορροφητής παρουσιάζει καλή πλευστότητα στατικά και τις δυναμικές συνθήκες και δεν

βυθίστηκε ακόμη και μετά από 24 ώρες υδάτινο μέσο. Οι εικόνες SEM δεν αποκάλυψαν ινδική μαρμαρυγή που θα μπορούσε να συμβεί κατά τη διάρκεια της παραγωγής του υλικού, αν και παρατηρήθηκε κάποια βλάβη των ινών. Οι εικόνες ESEM πρότειναν την απορρόφηση ελαίου στο ανακυκλωμένο μαλλί πιθανό να γίνεται αποτελεσματικότερα με προσρόφηση.

Καλές ιδιότητες απορρόφησης ελαίου, εξαιρετική επαναχρησιμοποίηση και βιοαποδομησιμότητα, καθιστούν ένα ανακυκλωμένο μη υφασμένο με βάση το μαλλί υλικό, μια βιώσιμη εναλλακτική λύση σε σχέση με τα συνθετικά απορρηφητικά που υπάρχουν στο εμπόριο.

## Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>

### 4.1.1 Σκοπός της έρευνας

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως θέμα την αξιολόγηση φίλτρου με ίνες μαλλιού σε χρήση απορρύπανσης θαλασσίων υδάτων, για την υλοποίηση της οποίας πραγματοποιήθηκε έρευνα που περιλάμβανε σειρά πειραμάτων. Το αντικείμενο της έρευνας είναι η αξιολόγηση συγκεκριμένου απορροφητικού φίλτρου από ίνες μαλλιού (στο πλαίσιο των ιδιοτήτων του μαλλιού ως απορροφητικού υλικού), όσον αφορά στην απορρόφηση ελαίων και λοιπών λιπαντικών ουσιών που βρίσκονται σε υδάτινο περιβάλλον.

Σκοπός της έρευνας και των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν ήταν να μελετηθεί η ικανότητα απορρόφησης ρυπαντών από το μαλλί και να αξιολογηθεί η χρησιμότητα του ως καθαριστής ρυπαντών σε θαλάσσια ύδατα.

Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε σειρά πειραμάτων όπου χρησιμοποιήθηκαν βάτες-φίλτρα από μαλλί. Οι βάτες-φίλτρα κατασκευάστηκαν από την **PESTIA** με ίνες μαλλιού προερχόμενες από ανακύκλωση αποκομμάτων τριχών ανθρώπων και ζώων.

Οι βάτες-φίλτρα **Ρεστία** ήρθαν σε επαφή με ρυπαντές όπως είναι το χρησιμοποιημένο λάδι μηχανής, το χρησιμοποιημένο μαγειρικό λάδι και το πετρέλαιο θέρμανσης. Οι ρυπαντές αναμίχθηκαν με θαλασσινό νερό αλλά χρησιμοποιήθηκαν και αυτούσιοι. Μετρήθηκε η ποσότητα απορρόφησης των ρυπαντών από τα φίλτρα σε συγκεκριμένους χρόνους απορρόφησης.

Από την μελέτη αυτή εξήχθησαν συμπεράσματα αναφορικά με το κατά πόσο μπορεί το φίλτρο από ίνες μαλλιού να χρησιμεύσει σε ρεαλιστικές καταστάσεις όπως πετρελαιοκηλίδες και άλλες οικολογικές καταστροφές.

### 4.1.2 Κατασκευή φίλτρου Ρεστία

Για τις ανάγκες των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιήθηκε το φίλτρο Ρεστία. Πρόκειται για ένα 100% φυσικό προϊόν που προέρχεται από ανακύκλωση αποκομμάτων τριχών, ανθρώπων και ζώων.

Η **PESTIA** είναι η πρώτη εταιρία στην Ελλάδα και στην Ευρώπη που εισάγει έναν νέο και οικολογικό τρόπο απορρύπανσης των υδάτων και επαγγελματικών εγκαταστάσεων που ρυπαίνονται από πετρελαιοειδή, παράγοντας το φίλτρο Ρεστία. Μετά τη συγκομιδή των αποκομμάτων τριχών χρησιμοποιείται ένα μηχάνημα πιληματοποίησης. Το εν λόγω μηχάνημα βασίζεται στην αρχή μηχανικής «πλέξης» όπου σε ειδικό τελάρο διαλέγονται και τοποθετούνται οι τρίχες και με πλέγματα βελόνων ενώνονται σε σώμα τάπητα. Δεν περιέχονται χημικά ή άλλα συνθετικά υλικά.

Το φίλτρο Ρεστία οπτικά έχει την εμφάνιση του υφαντού σαίσματος (ή σάγισμα ή απλάδι): Υφαντό που παραδοσιακά στην Ελλάδα κατασκευαζόταν από μαλλιά αιγοπροβάτων για κάπες βοσκών, στρωσίδια, υποστρώματα, χαλιά τζακιού και στην σαγαματοποιία. Ωστόσο, το φίλτρο Ρεστία είναι ένας μη υφάνσιμος τάπητας που κατασκευάζεται από υλικά που πάντα πετάγονταν ως φύρα: τρίχες από κομμωτήρια ανθρώπων και κουρεία ζώων.

Αξίζει να αναφερθεί ότι η αρχική ιδέα για τη δημιουργία του πρώτου οικολογικού φίλτρου για την απορρύπανση υδάτων από πετρελαιοειδή, ήταν του Phill McCrory, ενός κομμωτή και εφευρέτη από την Αλαμπάμα, το 1998. Αρκετά χρόνια νωρίτερα, και ενώ ο Phil έλουζε ένα κεφάλι με λιπαρά μαλλιά, έβλεπε βίδρες καλυμμένες από πετρέλαιο στο τηλεοπτικό δίκτυο CNN, σε ένα ντοκιμαντέρ που κάλυπτε το γνωστό ατύχημα Exxon Valdez στην Αλάσκα. Εκείνη τη στιγμή συνειδητοποίησε ότι έκοβε ίνες/τρίχες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την απορρόφηση πετρελαιοκηλίδων. Και αυτή η σκέψη ήταν η αφετηρία ενός ευοίωνου και ελπιδοφόρου project. Σε συνεργασία με τη Lisa Gautier και τον φιλανθρωπικό οργανισμό Matter of Trust, η οποία ξεκίνησε το 1999 στο San Francisco, δημιουργήθηκε το πρώτο οικολογικό φίλτρο, από αποκόμματα τριχών ανθρώπων και ζώων.

Η **PESTIA**, σε διαρκή συνεργασία με τη Matter of Trust είναι η πρώτη εταιρία στην Ελλάδα και στην Ευρώπη που κατασκευάζει και παράγει το εν λόγω φίλτρο, με σκοπό να εισάγει στην ελληνική –και όχι μόνο- νοοτροπία τον πλέον οικολογικό τρόπο απορρύπανσης υδάτων και επαγγελματικών εγκαταστάσεων από πετρελαιοειδή και λιπαντικά.



*Εικόνα 9. Φίλτρο Ρεστία*



*Εικόνα 10(α). Μηχανή πιληματοποίησης φίλτρου*



*Εικόνες 10(β-γ). Μηχανή πιληματοποίησης φίλτρου*





*Εικόνα10. Διαδικασία τοποθέτησης μαλλιού*



*Εικόνα11. Μετρήση μεγέθους φίλτρου Α*



*Εικόνα 12. Μετρήση μεγέθους φίλτρου B*

### 4.1.3 Μεθοδολογία πειραμάτων

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν ως ακολούθως: Από την βάτα φίλτρο Ρεστία πάχους περίπου 2cm, δημιουργήθηκαν κομμάτια φίλτρου διαστάσεων 5cm x 5cm. Τα υποδοκιμή δοκιμή κομμάτια του φίλτρου Ρεστία ήρθαν σε επαφή με τρεις διαφορετικούς ρυπαντές:

- Μίγμα από χρησιμοποιημένα μαγειρικά λάδια,
- Πετρέλαιο θέρμανσης και
- Μίγμα από χρησιμοποιημένα λάδια μηχανής.

Μετρήθηκαν 5 δείκτες:

#### **1. Δείκτης απορροφητικότητας του φίλτρου Ρεστία σε διάλυμα Θαλασσινού νερού – ρυπαντή.**

Είναι το βασικό test όπου σε διάλυμα 400ml θαλασσινού νερού – 40gr ρυπαντή, τοποθετήθηκε δείγμα φίλτρου Ρεστία 5cm x 5cm. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε ως εξής:

Ζυγίστηκε το δείγμα του φίλτρου Ρεστία. Σε βαθμονομημένο δοχείο τοποθετήθηκε το διάλυμα Θαλασσινού νερού – ρυπαντή σε ανάδευση (110cycle/min). Τοποθετήθηκε μέσα το δείγμα για 15sec, κατόπιν αφαιρέθηκε από το διάλυμα, και ζυγίστηκε. Στη συνέχεια στραγγίστηκε για άλλα 15sec και ζυγίστηκε πάλι (στα 30sec συνολικά). Συνεχίστηκε η στράγγιση στα 120sec και ζυγίστηκε ξανά και κατόπιν στα tc sec στράγγισης όπου το δείγμα σταμάτησε να στάζει, ζυγίστηκε πάλι. Επίσης ζυγίστηκε το δείγμα και μετά από 4 μέρες στράγγισης (4x24h).

Η διαδικασία επαναλήφθηκε για 3 διαφορετικά δείγματα.

Αναφορικά με την μέτρηση του ύδατος που απορρόφησε το φίλτρο Ρεστία: στο βαθμονομημένο δοχείο παρέμεινε μείγμα νερού και ρυπαντή (π.χ. πετρέλαιο). Όταν έπαυσε η ανάδευση και επήλθε ηρεμία στο μείγμα, διαχωρίστηκαν τα συστατικά του και κατέστη δυνατό να μετρηθεί ο όγκος τους (λίτρα στο δοχείο σύμφωνα με την βαθμονόμηση) και άρα το βάρος τους αντίστοιχα.

Για την ορθότητα του πειράματος υπολογίστηκε ο δείκτης απορροφητικότητας  $q$  στο  $m_f$  βάρος του φίλτρου Ρεστία στα 30''(C1), στα 120''(C2) και στον  $t_c$  χρόνο όταν στράγγισε εντελώς (C3). Αντίστοιχα προέκυψαν τα παρακάτω γραφήματα υπολογισμού των  $C$  για όλους του ρυπαντές που χρησιμοποιήθηκαν.

Για τον υπολογισμό του  $q$  του φίλτρου Ρεστία κάθε φορά, ακολουθήθηκε ο απλός μαθηματικός τύπος όπου:

$$q = \{m_f - (m_o + m_w)\} / m_o,$$

$m_f$  = το βάρος του φίλτρου Ρεστία στα 30sec στράγγισης,

$m_o$  = το αρχικό βάρος του φίλτρου Ρεστία,

$m_w$  = το βάρος του ύδατος που απορρόφησε το φίλτρο Ρεστία όπως υπολογίστηκε ως άνω.

## **2. Δείκτης ικανότητας απορρόφησης του φίλτρου Ρεστία σε ρυπαντή.**

Αυτό είναι το test όπου δείγμα φίλτρου Ρεστία 5cm x 5cm τοποθετήθηκε σε βαθμονομημένο δοχείο σε 150ml ρυπαντή, **χωρίς νερό**, με ίδια ανάδευση (110cycle/min) για 15sec και στράγγισμα με μετρήσεις του βάρους του στα 30''/120''/ $t_c$ ''/4 μέρες μετά, όπως αρχικά στον 1<sup>ο</sup> δείκτη.

Καταγράφηκε το βάρος το ρυπαντή που παρέμεινε στο δοχείο και υπολογίστηκε το βάρος του ρυπαντή που απορροφήθηκε από τα 150ml.

Πραγματοποιήθηκε επανάληψη του test για 3 διαφορετικά δείγματα.

## **3. Δείκτης ικανότητας επαναχρησιμοποίησης του φίλτρου Ρεστία σε ρυπαντή.**

Σε αυτό το πείραμα κάθε ένα από τα 3 δείγματα του 2<sup>ου</sup> πειράματος απλώς πιέστηκε με ξύλινο κύλινδρο κρατώντας σταθερή πίεση κάθε φορά. Το 2<sup>ο</sup> πείραμα επαναλήφθηκε (όπως για τον 2<sup>ο</sup> δείκτη) άλλες 4 φορές.

Συνολικά 5 κύκλοι **στο ίδιο** δείγμα φίλτρου Ρεστία.

Σε κάθε κύκλο καταγράφηκε το βάρος το ρυπαντή που παρέμεινε στο δοχείο και επομένως υπολογίστηκε το βάρος του ρυπαντή που απορροφήθηκε από τα αρχικά 150ml.

#### **4. Δείκτης ικανότητας κατακράτησης του φίλτρου Ρεστία σε ρυπαντή.**

Σε αυτό το τεστ δείγμα φίλτρου Ρεστία 5cm x 5cm τοποθετήθηκε σε βαθμονομημένο δοχείο με 150ml ρυπαντή, **χωρίς νερό, χωρίς ανάδευση** για 15sec και στράγγισμα με μετρήσεις στα 15''/30''/60''/120''/300''/1800''/tc sec (όταν σταμάτησε να στάζει το κάθε δείγμα). Επίσης ζυγίστηκε το δείγμα και μετά από 4 μέρες (4x24h).

Καταγράφηκε το βάρος το ρυπαντή που παρέμεινε στο δοχείο και υπολογίστηκε το βάρος του ρυπαντή που απορροφήθηκε από τα 150ml.

Πραγματοποιήθηκε επανάληψη του test για 3 διαφορετικά δείγματα.

#### **5. Δείκτης απορροφητικότητας του φίλτρου Ρεστία σε νερό και της πλευστότητας του φίλτρου Ρεστία**

Το συγκεκριμένο τεστ πραγματοποιήθηκε τόσο στατικά όσο και δυναμικά (σε ανάδευση).

(5A) Στατικά: Σε αυτό το τεστ ζυγίστηκαν 3 δείγματα φίλτρου Ρεστία 5cm x 5cm και τοποθετήθηκαν σε δοχείο με θαλασσινό νερό βάθους 7,5cm για 15'', στραγγίστηκαν για άλλα 15'' (30'' συνολικά) ζυγίστηκαν και ξανατοποθετήθηκαν σε δεξαμενή με θαλασσινό νερό βάθους 7,5cm (**ASTM F726-99**) όπου και πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες παρατηρήσεις φωτογραφίζοντας την κινητικότητα του κάθε δείγματος.

Για τον υπολογισμό του δείκτη απορροφητικότητας του φίλτρου Ρεστία σε νερό QH<sub>2</sub>O χρησιμοποιήθηκε ένας απλός μαθηματικός τύπος όπου:

$$QH_{2O} = (mwt - mo) / mo$$

mwt=το βάρος του φίλτρου Ρεστία στα 30sec στράγγιξης,

mo=το αρχικό βάρος του φίλτρου Ρεστία.

(5B) Δυναμικά: Σε αυτό το τεστ ζυγίστηκαν 3 δείγματα φίλτρου Ρεστία 5cm x 5cm και τοποθετήθηκαν σε βαθμονομημένο δοχείο με 1500ml θαλασσινό νερό σε ανάδευση (110cycle/min) για 15'', στραγγίστηκαν για άλλα 15'' (30'' συνολικά) ζυγίστηκαν και ξανατοποθετήθηκαν στην ίδια δεξαμενή με θαλασσινό νερό βάθους 7,5cm.τις Ελήφθησαν οι παρατηρήσεις συγκριτικά με το 5(A) φωτογραφίζοντας την κινητικότητα του κάθε δείγματος.

Για τον υπολογισμό του δείκτη απορροφητικότητας του φίλτρου Ρεστία σε νερό QH<sub>2</sub>O χρησιμοποιήθηκε ο μαθηματικός τύπος όπου:

$$QH_2O = (mwt - m_0) / m_0$$

mwt=το βάρος του φίλτρου Ρεστία στα 30sec στράγγισης,

m<sub>0</sub>=το αρχικό βάρος του φίλτρου Ρεστία.

**Σημείωση: Ο ρυπαντής «Μίγμα από χρησιμοποιημένα λάδια μηχανής» εξαιρέθηκε από τα υπόλοιπα πειράματα (εκτός του 1<sup>ου</sup> δείκτη) όπου όλα τα q έβγαιναν αρνητικά.**

#### 4.1.4 Αποτελέσματα πειραμάτων

### 1ος δείκτης: ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΦΙΛΤΡΟΥ ΡΕΣΤΙΑ ΣΕ ΔΙΑΛΥΜΑ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ - ΡΥΠΑΝΤΗ

#### 1(α) Απορροφητικότητα φίλτρου Ρεστία σε διάλυμα Θαλασσινού Νερού – Μαγειρικού Λαδιού

Ρυπαντής: Μαγειρικό λάδι (μίγμα χρησιμοποιημένων μαγειρικών λαδιών οικιακής χρήσης).

Ιξώδες Χ.Μ.Λαδιού (40 °C): 39 mPa·m

Πυκνότητα Χ.Μ.Λαδιού (22 °C): 910 kg/m<sup>3</sup>

Συνθήκες: 49% υγρασία και 23 °C

400ml Θαλασσινού νερού με 40gr μαγειρικού Λαδιού σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό

Δείγματα φίλτρου Ρεστία 5m x 5cm

	1ο Δείγμα	2ο Δείγμα	3ο Δείγμα	M.O
(mo) φίλτρο στεγνό (gr)	7,198	7,137	7,352	7,229
Στα 15" ανάδευσης (gr)	58,141	58,368	51,185	55,898
(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)	50,079	46,632	43,611	46,774
Στα 120" στράγγιση (gr)	41,6	35,075	37,12	37,931667
Στο χρόνο (tc) στράγγισης (gr)	18,925	21,705	25,275	21,968333
tc" (sec)	3600	3900	3600	3700
400ml Θαλασσινό νερό (gr)	385	385	385	
Λάδι (gr)	40	40	40	
Νερό που έμεινε μετά τα 15" (ml)	380	375	370	375
(mw) Βάρος νερού στο φίλτρο (gr)	19,25	24,06	28,85	24,053333
Φίλτρο μετά 4x24 ώρες (86400") (gr)	13,023	14,773	16,222	14,672667
C1 = q30 = (mf-(mo+mw))/mo (grgr-1)	3,28299528	2,16267339	1,007753	2,1511406
C2 = q120 (grgr-1)	2,10502917	0,54336556	0,124864	0,9244196
C3 = qtc (grgr-1)	-1,0451514	-1,32997058	-1,4862622	-1,287128

**1(β) Απορροφητικότητα φίλτρου Ρεστία σε διάλυμα Θαλασσινού νερού – Πετρελαίου Θέρμανσης**

**Ρυπαντής: Πετρέλαιο (πετρέλαιο Θέρμανσης)**

**Ιξώδες Πετρελαίου Θέρμανσης (40 °C): 6 mm<sup>2</sup>/s (cst)**

**Πυκνότητα Πετρελαίου Θέρμανσης (15 °C): 0,856 kg/l**

**Συνθήκες : 49% υγρασία και 23 °C**

**400ml Θαλασσινού νερού με 40gr Πετρελαίου σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό**

**Δείγματα φίλτρου Ρεστία 5m x 5cm**

	1ο Δείγμα	2ο Δείγμα	3ο Δείγμα	M.O
<b>(mo) φίλτρο στεγνό (gr)</b>	<b>7,1</b>	<b>7,735</b>	<b>7,714</b>	<b>7,5163333</b>
Στα 15" ανάδευσης (gr)	50,685	59,51	44,73	<b>51,641667</b>
<b>(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)</b>	<b>29,44</b>	<b>32,65</b>	<b>32,696</b>	<b>31,595333</b>
Στα 120" στράγγιση (gr)	22,098	23,273	26,43	<b>23,933667</b>
Στο χρόνο (tc) στράγγισης (gr)	16,804	17,076	25,275	<b>19,718333</b>
tc" (sec)	4500	4500	4500	<b>4500</b>
400ml Θαλασσινό νερό (gr)	385	385	385	
πετρέλαιο (gr)	40	40	40	
Νερό που έμεινε μετά τα 15" (ml)	385	375	380	<b>380</b>
(mw) Βάρος νερού στο φίλτρο (gr)	14,4375	24,0625	19,25	<b>19,25</b>
Φίλτρο στις 4x24 ώρες στράγγισης (86400") (gr)	13,321	10,886	19,49	<b>14,565667</b>
<b>C1 = q30 = (mf-(mo+mw))/mo (grgr-1)</b>	<b>1,11302817</b>	<b>0,11021332</b>	<b>0,7430646</b>	<b>0,6554353</b>
<b>C2 = q120 (grgr-1)</b>	<b>0,07894366</b>	<b>-1,10206852</b>	<b>-0,0692248</b>	<b>-0,364117</b>
<b>C3 = qtc (grgr-1)</b>	<b>-0,6666901</b>	<b>-1,90323206</b>	<b>-0,2189526</b>	<b>-0,929625</b>



**1(γ) Απορροφητικότητα φίλτρου Ρεστία σε διάλυμα Θαλασσινού νερού – Λαδιού Μηχανής**

**Ρυπαντής: Λάδι Μηχανής (μίγμα χρησιμοποιημένων λαδιών μηχανής)**

**Ιξώδες Χ.Λ.Μ.Α. λαδιού μηχανής (40 °C): 120 cP**

**Πυκνότητα Χ.Λ.Μ.Α. λαδιού μηχανής (15 °C): 0,86 g/cm<sup>3</sup>**

**Συνθήκες : 49% υγρασία και 23 °C**

**400ml Θαλασσινού νερού με 40gr Λαδιού Μηχανής σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό**

**Δείγματα φίλτρου Ρεστία 5m x 5cm**

	1ο Δείγμα	2ο Δείγμα	3ο Δείγμα	Μ.Ο
(mo) Φίλτρο στεγνό (gr)	7,211	7,097	7,06	7,1226667
Στα 15" ανάδευσης (gr)	37,885	54,412	51,017	47,771333
(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)	32,88	45,738	43,376	40,664667
Στα 120" στράγγιση (gr)	31,114	41,782	37,948	36,948
Στο χρόνο (tc) στράγγισης (gr)	17,35	17,35	18,05	17,583333
tc" (sec)	2400	2100	2100	2200
400ml Θαλασσινό νερό (gr)	385	385	385	
λάδι μηχανής (gr)	40	40	40	
Νερό που έμεινε μετά τα 15" (ml)	355	360	350	355
(mw) Βάρος νερού στο φίλτρο (gr)	43,3125	38,5	48,125	43,3125
Φίλτρο στις 4x24 ώρες στράγγισης (86400") (gr)	18,854	22,646	15,231	18,910333
$C1 = q30 = (mf - (mo + mw)) / mo$ (grgr-1)	-2,446748	0,01986755	-1,6726629	-1,366514
$C2 = q120$ (grgr-1)	-2,6916516	-0,53755108	-2,4415014	-1,890235
$C3 = qtc$ (grgr-1)	-4,6004022	-3,98013245	-5,259915	-4,613483

**Παρατήρηση: Στην συγκεκριμένη σειρά πειραμάτων μόνο 2-3ml ρυπαντή απορροφήθηκε.**

**2ος δείκτης : ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΡΕΣΤΙΑ ΣΕ ΡΥΠΑΝΤΗ**

**2(α) Ικανότητας Απορρόφησης του φίλτρου Ρεστία σε Μαγειρικό Λάδι**

**Ρυπαντής: Μαγειρικό Λάδι (μίγμα χρησιμοποιημένων μαγειρικών λαδιών οικιακής χρήσης)**

**Συνθήκες: 49% υγρασία και 23°C**

**150ml λαδιού σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό**

**Δείγματα φίλτρου Ρεστία 5cm x 5cm**

	1ο Δείγμα	2ο Δείγμα	3ο Δείγμα	M.O
<b>(mo) Φίλτρο στεγνό (gr)</b>	<b>8,79</b>	<b>9,037</b>	<b>8,15</b>	<b>8,659</b>
Στα 15" ανάδευσης (gr)	66,301	63,857	71,108	<b>67,088667</b>
<b>(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)</b>	<b>52,735</b>	<b>54,55</b>	<b>51,641</b>	<b>52,975333</b>
Στα 120" στράγγιση (gr)	39,251	46,22	39,154	<b>41,541667</b>
Στο χρόνο (tc) στράγγισης (gr)	21,148	28,769	25,672	<b>25,196333</b>
tc" (sec)	1800	2400	2400	<b>2200</b>
Φίλτρο μετά 4x24 ώρες (86400") (gr)	14,175	19,605	17,025	<b>16,935</b>
gr ρυπαντή που χρησιμοποιήθηκε	130	130	130	<b>130</b>
gr ρυπαντή που έμεινε	61	70	64	<b>65</b>
<b>gr ρυπαντή που απορροφήθηκε</b>	<b>69</b>	<b>60</b>	<b>66</b>	<b>65</b>

### **3ος δείκτης: ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΡΕΣΤΙΑ ΣΕ ΡΥΠΑΝΤΗ**

#### **3(α1) Ικανότητα επαναχρησιμοποίησης του φίλτρου σε μαγειρικά Λάδια**

**Τα ίδια παραπάνω δείγματα φίλτρου μετά από 1η πίεση  
(με χειροκίνητο τρόπο σε ξύλινο κύλινδρο)  
σε 150ml λαδιού σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό**

<b>(m1) Φίλτρο στιμμένο(gr)</b>	<b>14,175</b>	<b>19,605</b>	<b>17,025</b>	<b>16,935</b>
Στα 15" ανάδευσης (gr)	80,745	73,97	70,305	<b>75,006667</b>
<b>(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)</b>	<b>54,011</b>	<b>56,255</b>	<b>52,427</b>	<b>54,231</b>
Στα 120" στράγγιση (gr)	39,534	44,677	39,413	<b>41,208</b>
gr ρυπαντή που χρησιμοποιήθηκε	130	130	130	<b>130</b>
gr ρυπαντή που έμεινε	60	72	76	<b>69,333333</b>
<b>gr ρυπαντή που απορροφήθηκε</b>	<b>70</b>	<b>58</b>	<b>54</b>	<b>60,666667</b>

#### **3(α2) Ικανότητα επαναχρησιμοποίησης του φίλτρου σε μαγειρικά Λάδια**

**Τα ίδια παραπάνω δείγματα φίλτρου μετά από 2η πίεση  
(με χειροκίνητο τρόπο σε ξύλινο κύλινδρο)  
σε 150ml λαδιού σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό**

<b>(m2) Φίλτρο στιμμένο(gr)</b>	<b>30,112</b>	<b>34,731</b>	<b>28,245</b>	<b>31,029333</b>
Στα 15" ανάδευσης (gr)	84,386	75,101	71,321	<b>76,936</b>
<b>(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)</b>	<b>58,388</b>	<b>57,38</b>	<b>51,515</b>	<b>55,761</b>
Στα 120" στράγγιση (gr)	39,48	45,207	38,057	<b>40,914667</b>
gr ρυπαντή που χρησιμοποιήθηκε	130	130	130	<b>130</b>
gr ρυπαντή που έμεινε	67	83	80	<b>76,666667</b>
<b>gr ρυπαντή που απορροφήθηκε</b>	<b>63</b>	<b>47</b>	<b>50</b>	<b>53,333333</b>

### 3(α3) Ικανότητα επαναχρησιμοποίησης του φίλτρου σε μαγειρικά Λάδια

Τα ίδια παραπάνω δείγματα φίλτρου μετά από 3η πίεση  
(με χειροκίνητο τρόπο σε ξύλινο κύλινδρο)  
σε 150ml λαδιού σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό

(m3) Φίλτρο στιμμένο(gr)	29,052	32,05	26,717	29,273
Στα 15" ανάδευσης (gr)	87,231	76,769	76,611	80,203667
(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)	58,775	57,922	53,537	56,744667
Στα 120" στράγγιση (gr)	38,615	44,934	39,235	40,928
gr ρυπαντή που χρησιμοποιήθηκε	130	130	130	130
gr ρυπαντή που έμεινε	64	80	70	71,333333
gr ρυπαντή που απορροφήθηκε	66	50	60	58,666667

### 3(α4) Ικανότητα επαναχρησιμοποίησης του φίλτρου σε μαγειρικά Λάδια

Τα ίδια παραπάνω δείγματα φίλτρου μετά από 4η πίεση  
(με χειροκίνητο τρόπο σε ξύλινο κύλινδρο)  
σε 150ml λαδιού σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό

(m4) Φίλτρο στιμμένο(gr)	27,09	29,206	29,458	28,584667
Στα 15" ανάδευσης (gr)	91,005	79,31	77,453	82,589333
(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)	58,133	58,17	52,637	56,313333
Στα 120" στράγγιση (gr)	34,517	44,549	41,023	40,029667
gr ρυπαντή που χρησιμοποιήθηκε	130	130	130	130
gr ρυπαντή που έμεινε	59	74	74	69
gr ρυπαντή που απορροφήθηκε	71	56	56	61
Φίλτρο μετά και από 5ο στίψιμο	26,496	32,038	26,45	28,328

## 2ος δείκτης: ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΡΕΣΤΙΑ ΣΕ ΡΥΠΑΝΤΗ

### 2(β) Ικανότητας Απορρόφησης του φίλτρου Ρεστία σε Πετρέλαιο Θέρμανσης

Ρυπαντής: Πετρέλαιο (πετρέλαιο Θέρμανσης)

Συνθήκες : 49% υγρασία και 23°C

150ml Πετρελαίου σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό

Δείγματα Φίλτρου Ρεστία με διαστάσεις 5cm x 5cm

	1ο Δείγμα	2ο Δείγμα	3ο Δείγμα	M.O
(mo) Φίλτρο στεγνό (gr)	7,902	7,612	7,43	7,648
Στα 15" ανάδευσης (gr)	49,826	47,218	51,121	49,388333
(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)	30,693	27,758	25,757	28,069333
Στα 120" στράγγιση (gr)	21,148	19,969	20,519	20,545333
Στο χρόνο (tc) στράγγισης (gr)	17,042	14,477	13,745	15,088
tc (sec)	900	1200	900	1000
Φίλτρο μετά 4x24 ώρες (86400") (gr)	13,006	11,098	9,57	11,224667
gr ρυπαντή που χρησιμοποιήθηκε	116	116	116	116
gr ρυπαντή που έμεινε	71	74	67	70,666667
gr ρυπαντή που απορροφήθηκε	45	42	49	45,333333

## 3ος δείκτης: ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΡΕΣΤΙΑ ΣΕ ΡΥΠΑΝΤΗ

### 3(β1) Ικανότητα επαναχρησιμοποίησης φίλτρου Ρεστία σε πετρέλαιο Θέρμανσης

Τα ίδια παραπάνω δείγματα φίλτρου μετά από 1η πίεση

(με χειροκίνητο τρόπο σε ξύλινο κύλινδρο)

σε 150ml πετρελαίου θέρμανσης σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό

(m1) Φίλτρο στιμμένο(gr)	13,006	11,098	9,57	11,224667
Στα 15" ανάδευσης (gr)	53,127	55,9	60,979	56,668667
(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)	26,725	28,28	29,535	28,18
Στα 120" στράγγιση (gr)	18,764	18,02	19,07	18,618
gr ρυπαντή που χρησιμοποιήθηκε	116	116	116	116
gr ρυπαντή που έμεινε	70	65	55	63,333333
gr ρυπαντή που απορροφήθηκε	46	51	61	52,666667

### **3(β2) Ικανότητα επαναχρησιμοποίησης φίλτρου Ρεστία σε πετρέλαιο Θέρμανσης**

**Τα ίδια παραπάνω δείγματα φίλτρου μετά από 2η πίεση  
(με χειροκίνητο τρόπο σε ξύλινο κύλινδρο)  
σε 150ml πετρελαίου θέρμανσης σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό**

(m2) Φίλτρο στιμμένο(gr)	17,37	16,606	16,037	16,671
Στα 15" ανάδευσης (gr)	53,01	57,915	58,365	56,43
(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)	24,272	30,161	24,549	26,327333
Στα 120" στράγγιση (gr)	18,82	20,331	17,675	18,942
gr ρυπαντή που χρησιμοποιήθηκε	116	116	116	116
gr ρυπαντή που έμεινε	78	67	65	70
gr ρυπαντή που απορροφήθηκε	38	49	51	46

### **3(β3) Ικανότητα επαναχρησιμοποίησης φίλτρου Ρεστία σε πετρέλαιο Θέρμανσης**

**Τα ίδια παραπάνω δείγματα φίλτρου μετά από 3η πίεση  
(με χειροκίνητο τρόπο σε ξύλινο κύλινδρο)  
σε 150ml πετρελαίου θέρμανσης σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό**

(m3) Φίλτρο στιμμένο (gr)	17,06	17,297	15,962	16,773
Στα 15" ανάδευσης (gr)	53,801	55,29	59,004	56,031667
(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)	30,857	29,322	24,882	28,353667
Στα 120" στράγγιση (gr)	22,785	16,7	15,401	18,295333
gr ρυπαντή που χρησιμοποιήθηκε	116	116	116	116
gr ρυπαντή που έμεινε	72	70	63	68,333333
gr ρυπαντή που απορροφήθηκε	44	46	53	47,666667

### **3(β4) Ικανότητα επαναχρησιμοποίησης φίλτρου Ρεστία σε πετρέλαιο Θέρμανσης**

**Τα ίδια παραπάνω δείγματα φίλτρου μετά από 4η πίεση  
(με χειροκίνητο τρόπο σε ξύλινο κύλινδρο)  
σε 150ml πετρελαίου θέρμανσης σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό**

(m4) Φίλτρο στιμμένο (gr)	20,265	15,357	13,78	16,467333
Στα 15" ανάδευσης (gr)	56,015	59,226	57,81	57,683667
(mf) Στα 30" στράγγιση (gr)	28,68	27,102	25,604	27,128667
Στα 120" στράγγιση (gr)	18,796	16,798	15,249	16,947667
gr ρυπαντή που χρησιμοποιήθηκε	116	116	116	116
gr ρυπαντή που έμεινε	74	62	65	67
gr ρυπαντή που απορροφήθηκε	42	54	51	49
Φίλτρο μετά και από 5ο στίμμο	17,478	15,44	13,422	15,446667

## 4ος δείκτης: ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΡΕΣΤΙΑ ΣΕ ΡΥΠΑΝΤΗ

### 4(α) Ικανότητα Κατακράτησης του φίλτρου Ρεστία σε Χρησιμοποιημένα Μαγειρικά Λάδια

Το λάδι ήταν μίγμα χρησιμοποιημένων μαγειρικών λαδιών οικιακής χρήσης  
Συνθήκες : 49% υγρασία και 23 °C

150ml λαδιού σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό

Δείγματα φίλτρου Ρεστία με διαστάσεις 5cm x 5cm

Βάρη (gr)	1ο Δείγμα	2ο Δείγμα	3ο Δείγμα	M.O.
<b>(mo) φίλτρο στεγνό</b>	<b>6,781</b>	<b>6,721</b>	<b>6,618</b>	<b>6,7066667</b>
Στα 15" ανάδευσης	74,431	69,608	72,368	72,135667
<b>(mf) Στα 30" στράγγιση</b>	<b>52,954</b>	<b>50,057</b>	<b>50,17</b>	<b>51,060333</b>
Στα 60" στράγγιση	40,9	40,28	40,243	40,474333
Στα 120" στράγγιση	31,284	32,791	32,406	32,160333
Στα 300" στράγγιση	23,25	24,557	24,819	24,208667
<b>Στα 1800" στράγγιση</b>	<b>18,427</b>	<b>22,333</b>	<b>17,319</b>	<b>19,359667</b>
<b>Φίλτρο μετά 4x24 ώρες (86400")</b>	<b>9,735</b>	<b>15,33</b>	<b>14,785</b>	<b>13,283333</b>
gr ρυπαντή που χρησιμοποιήθηκε	130	130	130	130
gr ρυπαντή που έμεινε	54	65	60	59,666667
gr ρυπαντή που απορροφήθηκε	76	65	70	70,333333

## 4ος δείκτης: ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΡΕΣΤΙΑ ΣΕ ΡΥΠΑΝΤΗ

### 4(β) Ικανότητα Κατακράτησης του φίλτρου Ρεστία σε Πετρελαίο Θέρμανσης

Το Πετρέλαιο ήταν Θέρμανσης  
 Συνθήκες : 49% υγρασία και 23 °C  
 150ml πετρελαίου σε 15' ανάδευση στις 110 στροφές/λεπτό  
 Δείγματα φίλτρου Ρεστία με διαστάσεις 5cm x 5cm

Βάρη (gr)	1ο Δείγμα	2ο Δείγμα	3ο Δείγμα	M.O.
(mo) Φίλτρο στεγνό	6,686	7,525	6,976	7,0623333
Στα 15" ανάδευσης	42,485	54,36	50,255	49,033333
(mf) Στα 30" στράγγιση	26,909	31,85	29,082	29,280333
Στα 60" στράγγιση	19,061	23,544	24,335	22,313333
Στα 120" στράγγιση	17,3	20,613	21,903	19,938667
Στα 300" στράγγιση	15,881	19,222	20,605	18,569333
Στα 1800" στράγγιση	11,47	15,535	19,313	15,439333
Φίλτρο μετά 4x24 ώρες (86400")	10,971	14,417	9,729	11,705667
gr ρυπαντή που χρησιμοποιήθηκε	116	116	116	116
gr ρυπαντή που έμεινε	69	62	68	66,333333
gr ρυπαντή που απορροφήθηκε	47	54	48	49,666667

## 5ος δείκτης : ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΦΙΛΤΡΟΥ ΡΕΣΤΙΑ ΣΕ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΠΛΕΥΣΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΦΙΛΤΡΟΥ ΡΕΣΤΙΑ ΣΕ ΝΕΡΟ

3 Δείγματα φίλτρου Ρεστία με διαστάσεις 5 X 5cm  
 (5Α ΣΤΑΤΙΚΑ): Σε 7,5cm νερού θαλασσινού τοποθετήθηκαν τα δείγματα για 15" όπου ζυγίστηκαν, στραγγίστηκαν για 30" και επανατοποθετήθηκαν σε δεξαμενή με 7,5cm θαλασσινού νερού

Βάρη (gr)	1ο Δείγμα	2ο Δείγμα	3ο Δείγμα
(mo) φίλτρο στεγνό	5,839	5,281	5,589
Στα 15" στατικά σε θαλασσινό νερό	12,285	10,432	8,672
(mwt) Στα 30" στράγγιση	8,448	6,917	6,63
Qh2o= (mwt-mo)/mo (grgr-1)	0,44682309	0,30978981	0,1862587

### Παρατηρήσεις:

- Το 1ο και το 2ο Δείγμα βυθίστηκαν στα 5 λεπτά
- Το 3ο Δείγμα βυθίστηκε στα 15 λεπτά
- Δεν άλλαξε κάτι σε 24ώρες ή και 4 μέρες



**3 Δείγματα φίλτρου Ρεστία με διαστάσεις 5X5cm (5B ΔΥΝΑΜΙΚΑ): Σε 1500ml θαλασσινού νερού σε ανάδευση, αφέθηκαν τα δείγματα για 15'' όπου ζυγίστηκαν, στραγγίστηκαν για 30'' και ξανατοποθετήθηκαν σε δεξαμενή με 7,5cm θαλασσινού νερού**

Βάρη (gr)	1ο Δείγμα	2ο Δείγμα	3ο Δείγμα
(mo) Φίλτρο στεγνό	4,501	5,136	5,048
Στα 15'' στατικά σε θαλασσινό νερό	6,704	10,422	8,287
(mwt) Στα 30'' στράγγιση	5,5	7,442	6,058
$Qh2o = (mwt - mo) / mo$	0,22195068	0,44898754	0,2000792

**Παρατηρήσεις :**

- Το 1ο Δείγμα στα 15 λεπτά άρχισε να βυθίζεται, στα 20 λεπτά μισοβυθισμένο αλλά επέπλεε, στα 25 βυθισμένο κάθετα, στα 30 λεπτά βυθίστηκε εντελώς.
- Το 2ο Δείγμα βυθίστηκε στα 5 λεπτά.
- Το 3ο Δείγμα στα 15 λεπτά είχε το μισό βυθιστεί, στα 20 λεπτά επέπλεε κάθετα, στα 25 λεπτά σχεδόν βυθίστηκε κάθετα, στα 45 λεπτά κάθετα βυθισμένο.
- Δεν άλλαξε κάτι σε 24ώρες ή και 4 μέρες.

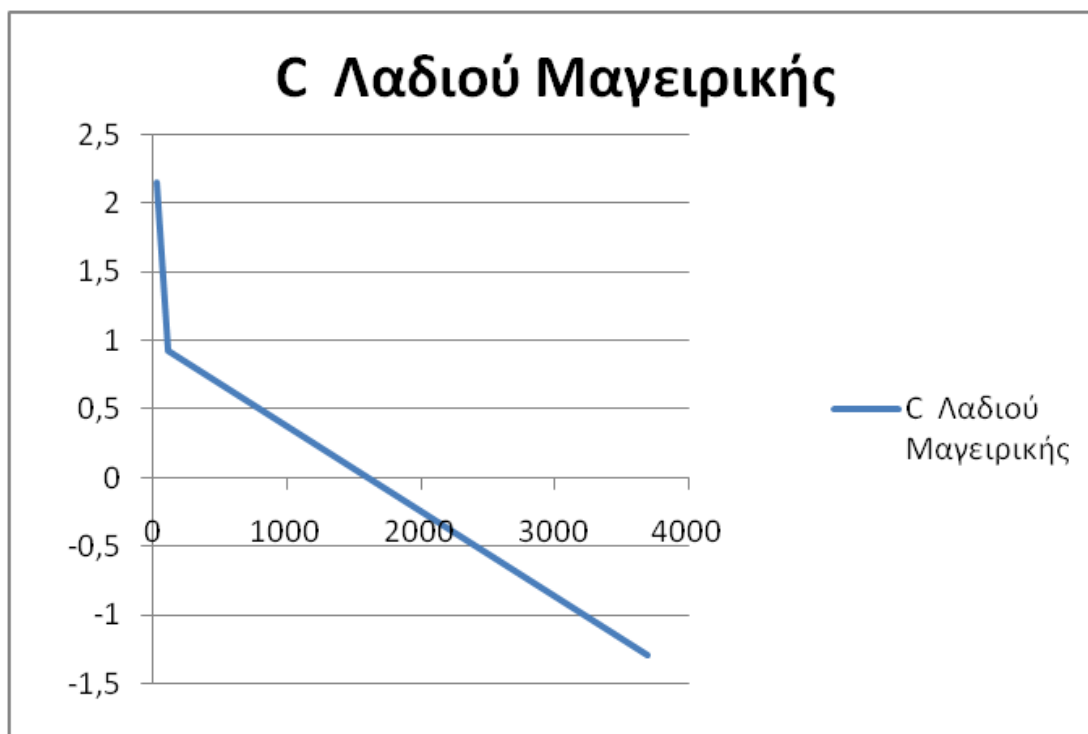
**Απορροφητικότητα φίλτρου Ρεστία σε διάλυμα Θαλασσινού νερού - ρυπαντή**

Time	C Λαδιού Μαγειρικής
30	2,151
120	0,924
3700	-1,287

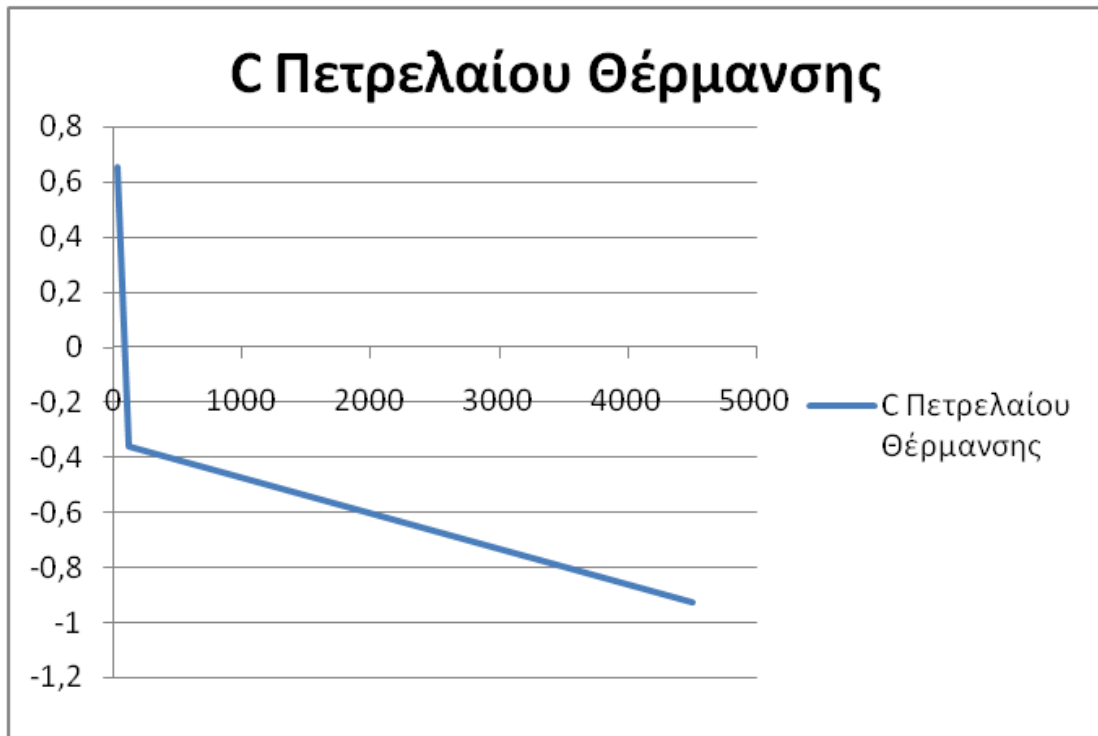
Time	C Πετρελαίου Θέρμανσης
30	0,655
120	-0,364
4500	-0,929

Time	C Λαδιών Μηχανής
30	-1,366
120	-1,189
2200	-4,613

Time(sec)	C Λαδιού Μαγειρικής	C Πετρελαίου Θέρμανσης	C Λαδιών Μηχανής
30	2,151	0,655	-1,366
120	0,924	-0,364	-1,189
2200			-4,613
3700	-1,287		
4500		-0,929	



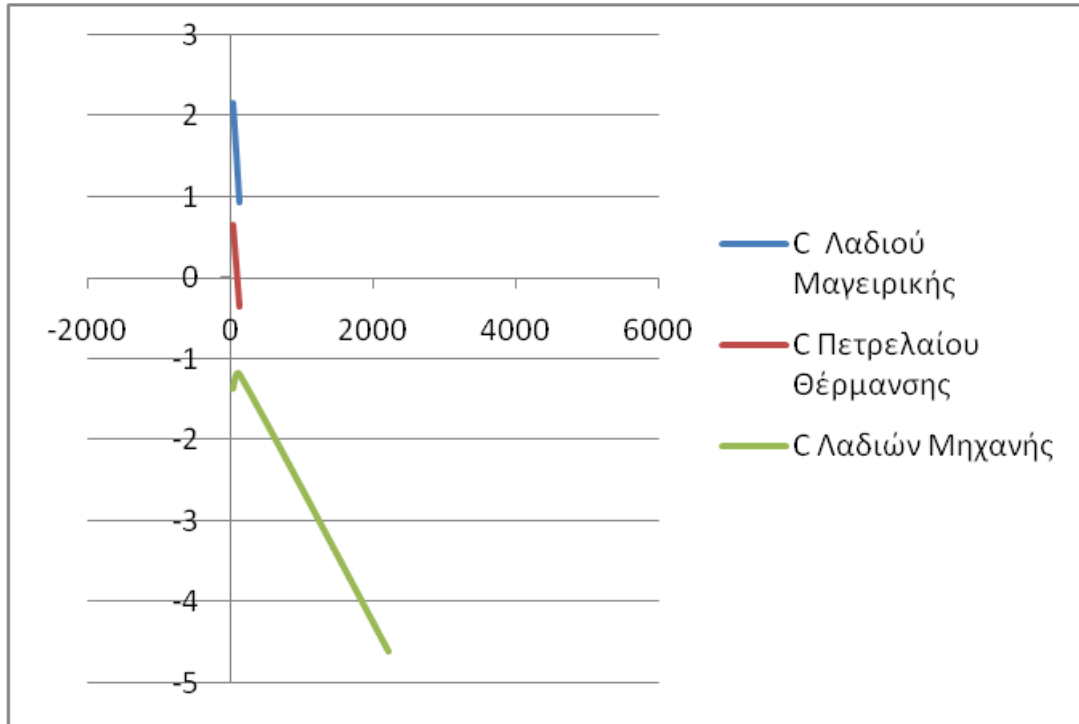
*Γράφημα 1C Λαδιού Μαγειρικής*



*Γράφημα 2 C Πετρελαίου Θέρμανσης*



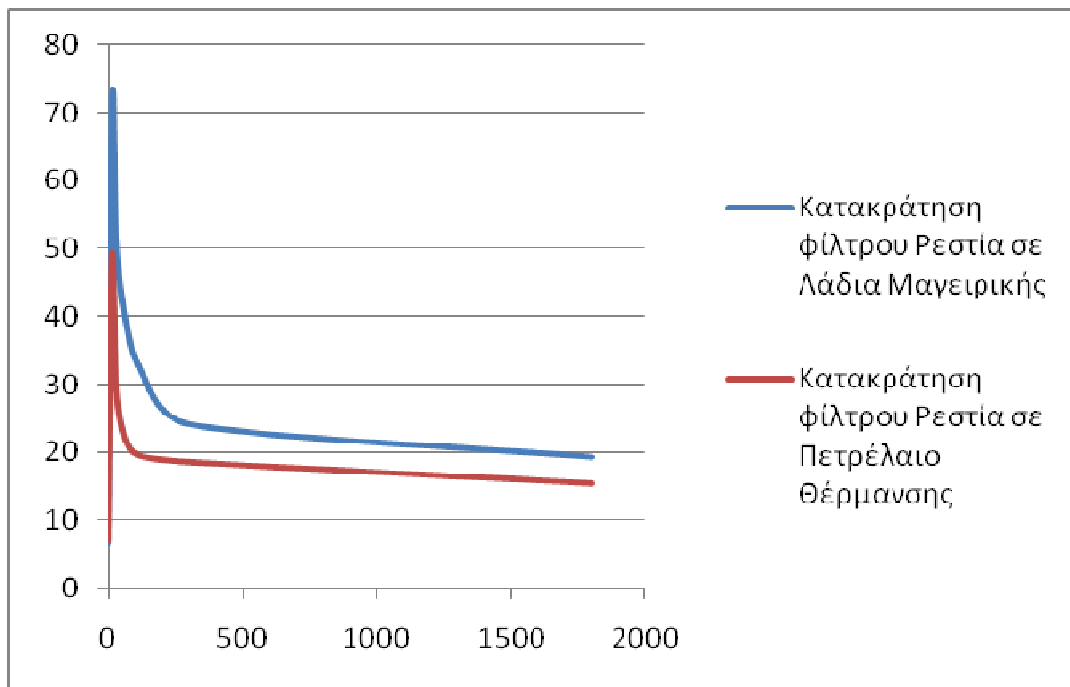
*Γράφημα 3 C Λαδιού Μηχανής*



*Γράφημα 4 Συγκριτικό γράφημα Απορροφητικότητας C φίλτρου Ρεστιά σε διάλυμα Θαλασσινού νερού – ρυπαντή*

**Συγκριτικά Ικανότητας Κατακράτησης του φίλτρου Ρεστιά σε ρυπαντή**

Time(sec)	Κατακράτηση φίλτρου Ρεστιά σε Λάδια Μαγειρικής	Κατακράτηση φίλτρου Ρεστιά σε Πετρέλαιο Θέρμανσης
0	6,7	7,06
15	72,13	49,03
30	51,06	29,28
60	40,47	22,31
120	32,16	19,44
300	24,21	18,57
1800	19,36	15,44



*Γράφημα 5 Συγκριτικό γράφημα Κατακράτησης φίλτρου Ρεστία σε ρυπαντή*

#### 4.1.5 Συμπεράσματα πειραμάτων

Από τα αποτελέσματα των πειραμάτων που διεξήχθησαν τα συμπεράσματα είναι πολλαπλά:

Όσο αφορά τον 1<sup>ο</sup> δείκτη, την απορροφητικότητα του φίλτρου Ρεστία σε διάλυμα θαλασσινού νερού – ρυπαντή και για τους τρεις ρυπαντές που χρησιμοποιήθηκαν με, τα 3 δείγματα φίλτρου σε κάθε ρυπαντή, μετά την εμβάπτισή τους στο διάλυμα και στα 15’’ ανάδευσης, **το φίλτρο Ρεστία απορρόφησε το οκταπλάσιο του βάρους του στο αναδεδόμενο διάλυμα**. Στο τέλος της στράγγισης, στα 1c’’: όταν σταμάτησαν τα δείγματα να στάζουν, τα βάρη τους ήταν διπλάσιο έως και τριπλάσιο ανάλογα με την σύσταση του κάθε δείγματος, το ιξώδες και την πυκνότητα του κάθε ρυπαντή. *Μετά από 4 μέρες στράγγισης, όταν είχαν εντελώς στεγνώσει και δεν υπήρχε πλέον θαλασσινό νερό στο σώμα κάθε φίλτρου, το βάρος των δειγμάτων ήταν πάλι το διπλάσιο.*

Όσο αφορά τον 2<sup>ο</sup> δείκτη: την ικανότητα κατακράτησης του φίλτρου Ρεστία σε σκέτο ρυπαντή (χωρίς νερό) και για τους δύο ρυπαντές που χρησιμοποιήθηκαν, τα 3 δείγματαμας φίλτρου σε κάθε ρυπαντή, μετά την εμβάπτισή τους στον ρυπαντή και στα 15’’ ανάδευσης, **το φίλτρο Ρεστία απορρόφησε το επταπλάσιο του βάρους του στον αναδεδόμενο ρυπαντή**. Στα 1c’’: όταν σταμάτησαν τα δείγματα να στάζουν, τα βάρη τους ήταν επίσης διπλάσιο έως και τριπλάσιο ανάλογα με την σύσταση του κάθε δείγματος, το ιξώδες και την πυκνότητα του κάθε ρυπαντή. *Μετά από 4 μέρες, όταν είχαν εντελώς στεγνώσει, το βάρος των δειγμάτων ήταν το διπλάσιο (+100%) για το μίγμα μαγειρικών λαδίων και +40% για το πετρέλαιο θέρμανσης. Στην ζύγιση του ρυπαντή που απορροφήθηκε, σε σχέση με τον αρχικό και αυτόν που απέμεινε, το φίλτρο Ρεστία απορρόφησε το 50% του μίγματος μαγειρικών λαδίων και το 40% του πετρελαίου θέρμανσης.*

Όσο αφορά τον 3<sup>ο</sup> δείκτη, την ικανότητα επαναχρησιμοποίησης του φίλτρου Ρεστία, αποδείχτηκε ότι **ακόμα και μετά από 5 συνολικά φορές χρήσης**, στην ζύγιση του ρυπαντή που απορροφήθηκε, σε σχέση με τον αρχικό και αυτόν που απέμεινε, **το φίλτρο Ρεστία απορρόφησε το 50% έως και το 30% του μίγματος μαγειρικών λαδίων και το 40% έως 35% του πετρελαίου θέρμανσης!**

Όσο αφορά τον 4<sup>ο</sup> δείκτη, την ικανότητα κατακράτησης του φίλτρου Ρεστία σε ρυπαντή, όπως φαίνεται και στον σχετικό πίνακα και στο γράφημα 5 τα αποτελέσματα ήταν εξίσου ικανοποιητικά:

- Στο μίγμα χρησιμοποιημένων μαγειρικών λαδιών μετά την εμβάπτιση των δειγμάτων στον ρυπαντή, στα 15'' ανάδευσης **το φίλτρο Ρεστία απορρόφησε το ενδεκαπλάσιο του βάρους του**, στα 30'' στράγγισης το βάρος του ήταν οκταπλάσιο του αρχικού, στα 60'' στράγγισης το βάρος του ήταν εξαπλάσιο, στα 120'' στράγγισης πενταπλάσιο, στα 300'' στράγγισης τετραπλάσιο, στα 1800'' τριπλάσιο. Και εδώ μετά από 4 μέρες στράγγισης το βάρος του φίλτρου Ρεστία ήταν το διπλάσιο του αρχικού.
- Στο πετρέλαιο θέρμανσης μετά την εμβάπτιση των δειγμάτων στον ρυπαντή, στα 15'' ανάδευσης **το φίλτρο Ρεστία απορρόφησε το επταπλάσιο του βάρους του**, στα 30'' στράγγισης το βάρος του ήταν τετραπλάσιο του αρχικού, στα 60'' στράγγισης το βάρος του ήταν τριπλάσιο, στα 120'' στράγγισης και στα 300'' στράγγισης υπερδιπλάσιο, στα 1800'' διπλάσιο. Και εδώ μετά από 4 μέρες στράγγισης το βάρος του φίλτρου Ρεστία ήταν +65% του αρχικού.

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>

### Συμπεράσματα της έρευνας

Το μαλλί είναι από τα σπουδαιότερα υλικά στην κλωστουφαντουργία σήμερα. Όλα τα αντίστοιχα προϊόντα του για την ένδυση και το σπίτι είναι θερμομονωτικά, ελαστικά, απαλά στην αφή, ασφαλή γιατί δεν καίγονται εύκολα, υγιεινότερα για τον άνθρωπο σε σχέση με τα συνθετικά, ανθεκτικά στην χρήση και ως ανακυκλούμενα πολύ φιλικά για το περιβάλλον. Η αναφορά γίνεται στο μαλλί των ζώων αλλά και των ανθρώπων πλέον μιας και αναμένεται να εξελιχθεί στο μέλλον σε ανταγωνιστικό προϊόν του βαμβακιού.

Το ανακυκλούμενο μαλλί ζώων και ανθρώπων, αυτό που πεταγόταν ως φύρα παλαιότερα, δίνει δομικά υλικά που είναι ασφαλή στον χειρισμό, ηχομονωτικά, θερμομονωτικά, ισχυρά ως πιο ανθεκτικά στην κάμψη και στην διάτμηση-καταπόνηση, με μεγάλη διάρκεια ζωής, όπου ακόμα και όταν ενσωματώνεται με μικρό ποσοστό ενίσχυσης σε σύνθετα δομικά υλικά συμβάλει στην μείωση του συνολικού κόστους. Επίσης το ανακυκλούμενο μαλλί λόγω των θρεπτικών ουσιών του είναι εξαιρετο εδαφοβελτιωτικό ως λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης στις καλλιέργειες.

Στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε, το ανακυκλούμενο μαλλί κυρίως μας απασχόλησε στην χρήση του ως φίλτρο απορρυπαντικό – απορροφητικό λιπαρών ρύπων που κατά κόρον μαστίζουν τις θάλασσες ως απόβλητα από εκούσια ρίψη ή από ατυχήματα. Δοκιμάστηκε το **φίλτρο Ρεστία** από ανακυκλούμενα αποκόμματα τριχών ανθρώπων και ζώων το οποίο παράγεται με μηδαμινό κόστος πρώτης ύλης αλλά και χωρίς ιδιαίτερες διαδικασίες κατεργασίας και επεξεργασίας με τελικό κόστος κατασκευής ασύγκριτα χαμηλότερο από οποιοδήποτε άλλο φίλτρο. Στα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν ακολουθήθηκαν οι έλεγχοι της έρευνας των Maja Radetic, Vesna Ilic, Darinka Radojevic, Robert Miladinovic, Dragan Jovic, Petar Jovancic που έγινε το 2007 στο Βελιγράδι Σερβίας, για αξιολόγηση του RWNM φίλτρου (ένα μη υφάνσιμο υλικό με βάση ανακυκλωμένο μαλλί) αλλά τροποποιήθηκε η μεθοδολογία βάση μεταγενέστερων ASTM “Standardization of Oil Sorbent Performance Testing,” Journal of Testing and Evaluation, Vol. 43, No. 6, έτους 2015. Πραγματοποιήθηκαν πειράματα για τον έλεγχο πέντε δεικτών: του δείκτη c απορροφητικότητας, της ικανότητας κατακράτησης, της ικανότητας επαναχρησιμοποίησης, της



απορροφητικότητας σε νερό και της ικανότητας πλευστότητας του φίλτρου Ρεστία. Ως ρυπαντές επιλέχθηκαν πετρέλαιο θέρμανσης, χρησιμοποιημένα οικιακά μαγειρικά λάδια και χρησιμοποιημένα λάδια μηχανής αυτοκινήτου, τρεις ρυπαντές με διαφορετικό ιξώδες και πυκνότητα μεταξύ τους.

Τα αποκτηθέντα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η απορροφητικότητα του φίλτρου Ρεστία ήταν εξαιρετική στο πετρέλαιο θέρμανσης και στο μίγμα χρησιμοποιημένων μαγειρικών λαδιών γεγονός που έγινε αντιληπτό από τα πρώτα 15'' των τεστ παρατηρώντας ότι και οι δύο ρυπαντές απορροφήθηκαν αμέσως και σχεδόν εξαφανίσθηκαν από το δοχείο κατά την ανάδευση του φίλτρου Ρεστία με τους ρυπαντές και το θαλασσινό νερό και επιβεβαιώθηκε κατά τον υπολογισμό του  $c$  τους. Στον χρόνο  $t_c$  τελικής αποστράγγισης των δειγμάτων αλλά και σε χρόνο τεσσάρων ημερών μετά, ο οποίος τέθηκε ως χρόνος ολικού στεγνώματος των δειγμάτων από το θαλασσινό νερό, το φίλτρο Ρεστία είχε το διπλάσιο του βάρους του επομένως αξιοσημείωτη απορρόφηση ρυπαντή. Στο μίγμα χρησιμοποιημένων λαδιών μηχανής, το υψηλό ιξώδες του παρεμπόδισε την είσοδο των ελαίων στο εσωτερικό των ινών του φίλτρου Ρεστία με αποτέλεσμα στα 15'' πολύ μικρή ποσότητα ρυπαντή να απορροφηθεί και ο δείκτης  $c$  βγήκε αρνητικός. Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται και στην πυκνότητα κατασκευής του φίλτρου Ρεστία καθώς παίζει ρόλο στην απορρόφηση. Η αποστράγγιση εδώ ήταν έντονη αλλά και πάλι στον  $t_c$  χρόνο καθώς και τέσσερα 24ωρα μετά, το φίλτρο Ρεστία είχε το διπλάσιο του βάρους του επομένως αξιοσημείωτη απορρόφηση ρυπαντή. Ωστόσο βάσει της μεθοδολογίας των ASTM του 2015, παρέστη ανάγκη εξαίρεσης του συγκεκριμένου ρυπαντή από τα τεστ για τους άλλους δείκτες. Προκειμένου να εξεταστεί η πιθανή σχέση της πυκνότητας κατασκευής του φίλτρου Ρεστία με ρυπαντές υψηλού ιξώδους (πχ αργό πετρέλαιο το οποίο δεν υπήρχε δυνατότητα να μελετηθεί και είναι από τους πλέον επικίνδυνους ρυπαντές του θαλάσσιου περιβάλλοντος), επόμενες έρευνες θα πρέπει να επικεντρωθούν σε παραλλαγές της πυκνότητας κατασκευής του φίλτρου.

Η ικανότητα κατακράτησης του φίλτρου Ρεστία καθώς και η ικανότητα επαναχρησιμοποίησής του ήταν θεαματικές καθώς και στους δύο ρυπαντές που ελέγχθηκαν, το φίλτρο Ρεστία κατακράτησε το 50% του μείγματος χρησιμοποιημένων μαγειρικών λαδιών και το 40% του πετρελαίου θέρμανσης, ενώ ακόμα και μετά από πέντε φορές χρήσης κατακράτησε το 30% του μείγματος χρησιμοποιημένων μαγειρικών λαδιών και το 35% του πετρελαίου θέρμανσης.

Η απορροφητικότητα του φίλτρου Ρεστία σε νερό, τόσο στατικά όσο και δυναμικά ήταν ικανοποιητική αλλά στο τεστ πλευστότητας τα δείγματά που χρησιμοποιήθηκαν δεν είχαν επιτυχή αποτελέσματα και αυτό ενισχύει την πρόταση ότι οι επόμενες έρευνες θα πρέπει να επικεντρωθούν σε παραλλαγές της πυκνότητας κατασκευής του φίλτρου. Προτίνεται επίσης και μικροσκοπικός έλεγχος της συμπεριφοράς των ιών, τόσο πριν όσο και κατά την διάρκεια των τεστ, έλεγχος ο οποίος δεν ήταν εφικτό να πραγματοποιηθεί κατά την διάρκεια των πειραμάτων που έλαβαν χώρα.

## Βιβλιογραφία

- Αδαμίδης, Δ. (2015). Βιομηχανική ανάπτυξη και ρύπανση του περιβάλλοντος.
- Γκζίκη, Ε. Π. (2013). *Συμβολή στην αντιμετώπιση της ρύπανσης των υδάτινων αποδεκτών από πετρελαιοειδή με τη βοήθεια τροποποιημένων λιγνοκυτταρινούχων υλικών ως προσροφητικών μέσων* (Master's thesis).
- Ζερβουδάκη, Κ. (2015). Ρύπανση του περιβάλλοντος και βιομηχανική ανάπτυξη.
- Καλαθάκη, Μ., & Kalathaki, M. (2010). Δημιουργία και λειτουργία παραδοσιακού αργαλειού σε 3d μορφή.
- Μπαλακώστας, Α. (2015). Παραγωγή, τυποποίηση, εμπορία βαμβακιού στο νομό Καρδίτσας.
- Μπαρτζίλας, Κ. (2013). Αρχαία υφάσματα στον ελλαδικό χώρο, παράγοντες φθοράς και συντήρηση.
- Wu Zhao (1987) A study of wool carbonizing Archived 2014-10-30 at the Wayback Machine. PhD Thesis. University of New South Wales. School of Fibre Science and Technology
- D'Arcy, J.B., Sheep Management & Wool Technology, NSW University Press, 1986
- Ensminger, M. E.; R. O. Parker (1986). Sheep and Goat Science, Fifth Edition. Danville, Illinois: The Interstate Printers and Publishers Inc.
- Weaver, Sue (2005). Sheep: small-scale sheep keeping for pleasure and profit. 3 Burroughs Irvine, CA 92618: Hobby Farm Press, an imprint of BowTie Press, a division of BowTie Inc.
- Smith, Barbara; Kennedy, Gerald; Aseltine, Mark (1997). Beginning Shepherd's Manual, Second Edition. Ames, IA: Iowa State University Press.
- Fernand Braudel, 1982. The Wheels of Commerce, vol 2 of Civilization and Capitalism (New York:Harper & Row), pp.312–317

- Bell, Adrian R.; Brooks, Chris; Dryburgh, Paul (2007). *The English Wool Market, c.1230–1327*. Cambridge: Cambridge University Press.
- 1301.0 – Year Book Australia, 2000 Archived 2017-07-01 at the Wayback Machine., Australian Bureau of Statistics
- World’s Finest Bale Record Broken. landmark.com.au, 22 November 2004
- Country Leader, NSW Wool Sells for a Quarter of a Million, 7 July 2008
- "Sheep 101". Archived from the original on 28 November 2016. Retrieved 17 September 2016. According to this chart, US production is around 10,000 metric tons, hugely at variance with the percentage list, and way outside year-to-year variability.
- "WoolFacts" (PDF). Australian Wool Innovation. September 2005. Archived from the original (PDF) on 2007-11-28.
- Speer, Jordan K. (2006-05-01). "Shearing the Edge of Innovation". *Apparel Magazine*. Archived from the original on 2015-05-26.
- Kadolph, Sara J., ed.: *Textiles*, 10th edition, Pearson/Prentice-Hall, 2007, p. 63
- Østergård, Else: *Woven into the Earth: Textiles from Norse Greenland* , Aarhus University Press, 2004, p. 50
- Blenkin, Max (2011-04-11). "Wool's tough new image". *Country Leader*.
- *Country Leader*, 26 April 2010, *Finest wool rewarded*, Rural Press, North Richmond
- *Australian Wool Network News*, Issue #19, July 2008
- UNESCO "Λεξικό Κοινωνικών Όρων" (Ελληνική Έκδοση) 3 τόμοι, Εκδ. Ελληνική Παιδεία Αθήναι 1972, τομ.2ος, σελ.696.
- Θρασ. Μπέλλας "Η Έρευνα στις Επιστήμες της Συμπεριφοράς" - Αθήνα 1977. τομ.1ος, σελ.24.
- *Εγκυκλοπαίδεια Πάπυρος Larousse Britannica* τομ.48ος, σελ.178.

- Bazargan, Alireza, Tan, Jun, and McKay, Gordon, "Standardization of Oil Sorbent Performance Testing," *Journal of Testing and Evaluation*, Vol. 43, No. 6, 2015, pp. 1–8, doi:10.1520/JTE20140227.
- 'Efficiency of recycled wool-based nonwoven material for the removal of oils from water' Maja Radetic \*, Vesna Ilic, Darinka Radojevic, Robert Miladinovic, Dragan Jovic, Petar Jovancic - Textile Engineering Department, Faculty of Technology and Metallurgy, University of Belgrade, Karnegijeva 4, 11120 Belgrade, Serbia 2007.

**Links:**

<http://textile.chem-net.gr/index-p=393.html>

<https://typos-i.gr/article/ki-omws-yparxei-mellon-gia-malli-probatoy>

[https://www.ethnos.gr/ellada/460\\_malli-apo-probata-gia-thermomonosi-kai-kathares-thalasses](https://www.ethnos.gr/ellada/460_malli-apo-probata-gia-thermomonosi-kai-kathares-thalasses)

Wool Facts Archived 2014-05-26 at the Wayback Machine. Aussiesheepandwool.com.au. Retrieved on Retrieved 2018-12-10.

Wool History Archived 2008-05-09 at the Wayback Machine. Tricountyfarm.org. Retrieved 2018-12-10.

"Merino Sheep in Australia". Archived from the original on 2006-11-05. Retrieved 2018-12-10.

Van Nostran, Don. "Wool Management – Maximizing Wool Returns". Mid-States Wool growers Cooperative Association. Archived from the original on 2010-01-01. Retrieved 2018-12-10.

Robert E. Freer. "The Wool Products Labeling Act of 1939." Archived 2016-06-05 at the Wayback Machine. *Temple Law Quarterly*. 20.1 (July 1946). p. 47. Reprinted at [ftc.gov](http://ftc.gov). Retrieved 1 May 2016.

"The end of pastoral dominance" Archived 2007-08-19 at the Wayback Machine. *Teara.govt.nz* (2009-03-03). Retrieved 2018-12-10.

Superwash Wool Archived 2009-03-09 at the Wayback Machine. Retrieved 2018-12-10.

"The History of Wool" Archived 2015-04-27 at the Wayback Machine..  
johnhanly.com

Shower suit Archived 2011-08-22 at the Wayback Machine. Retrieved on 11 November 2008

Wool Production in New Zealand. maf.govt.nz

Wool Marketing. sheepusa.org

"Washing Wool Diaper Covers". www.zany-zebra.com. Retrieved 2018-12-10.

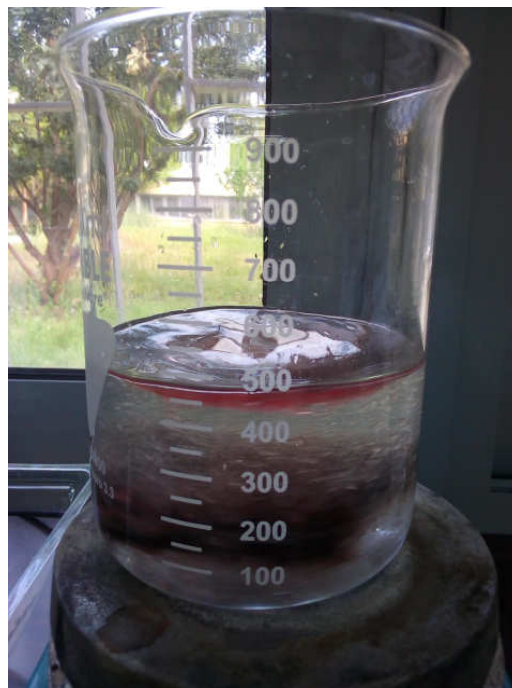
ABC Rural Radio: Woodhams, Dr. Libby, New research shows woollen underwear helps prevent rashes Archived 2011-08-23 at the Wayback Machine. Retrieved 2018-12-10.

"2004/51/1 Trophy and plaque, Ermenegildo Zegna Vellus Aureum trophy and plaque, plaster / bronze / silver / gold, trophy designed and made by Not Vital for Ermenegildo Zegna, Switzerland, 2001". Powerhouse Museum, Sydney. Archived from the original on 2007-05-19. Retrieved 2018-12-10.

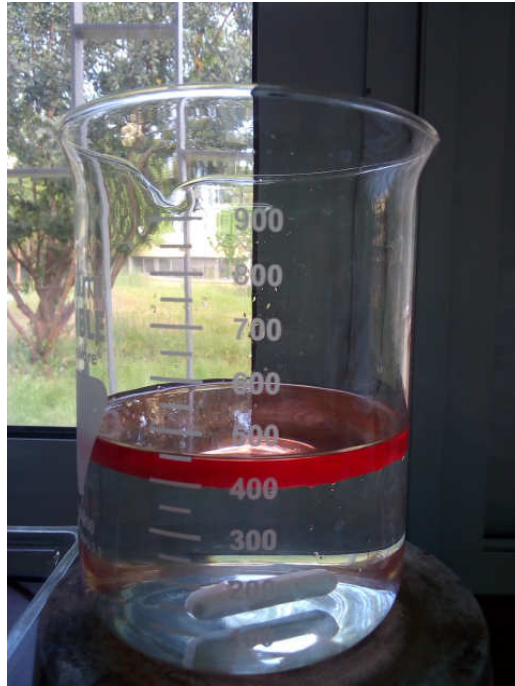
## Παράρτημα



*Εικόνα 13. Ζύγιση φίλτρου Ρεστιά σε όλα τα πειράματα*



*Εικόνα 14. Πείραμα 1(β) αρχή όπως και στα 1(α) και 1(γ)*

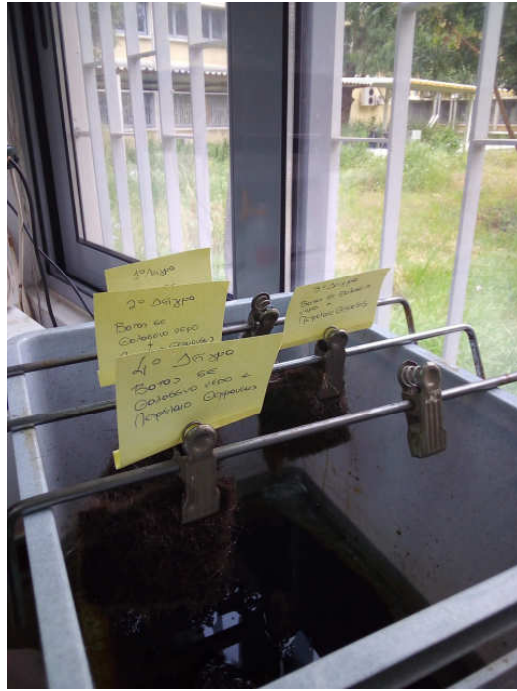


*Εικόνα 15. Πείραμα 1(β) ανάδευση όπως και στα 1(α) και 1(γ)*

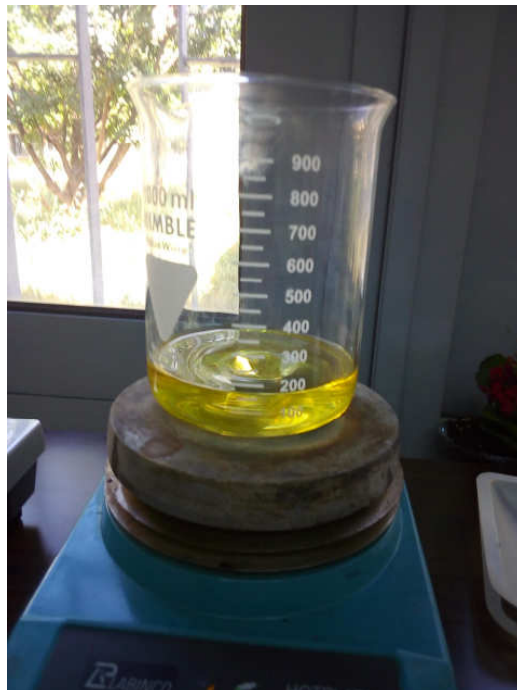


*Εικόνα 16. Πείραμα 1(β) μετά από 15'' όπως και στα 1(β) και 1(γ)*

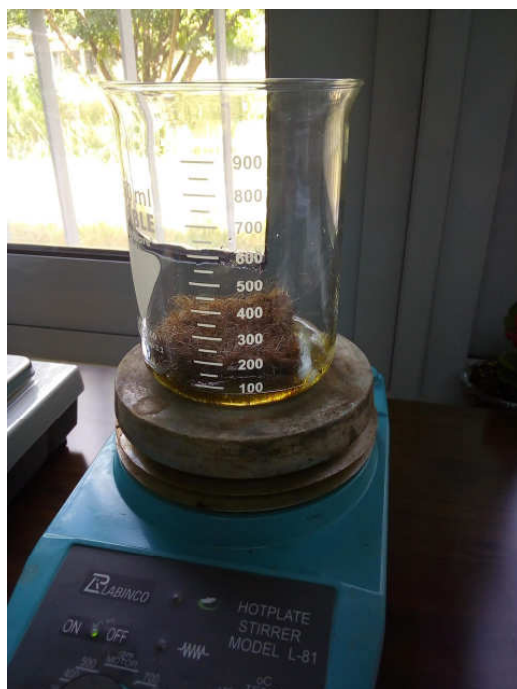




*Εικόνα 17. Πείραμα 1(β) στράγγιξη όπως και σε όλα 1-4 πειράματα*



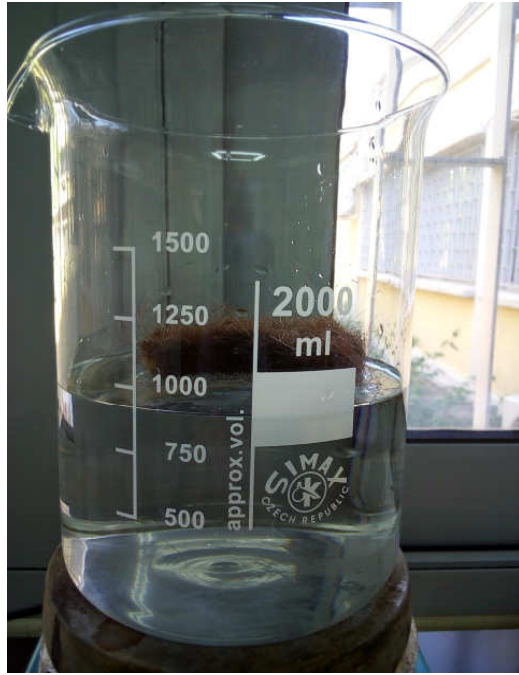
*Εικόνα 18. Πείραμα 2(α) αρχή όπως και στο 2(β)*



*Εικόνα 19. Πείραμα 2(α) ανάδευση όπως και στο 2(β)*



*Εικόνα 20. Πείραμα 2(α) μετά από 15'' όπως και στο 2(β)*



*Εικόνα 21. Πείραμα (5Α ΣΤΑΤΙΚΑ) αρχή*



*Εικόνα 22. Πείραμα (5Β ΔΥΝΑΜΙΚΑ) αρχή*



*Εικόνα 23. Πείραμα (5Α ΣΤΑΤΙΚΑ) 1ο δείγμα αριστερά- 2ο δείγμα μέση - 3ο δείγμα δεξιά*



*Εικόνα 24. Πείραμα (5Α ΣΤΑΤΙΚΑ) 3ο δείγμα στα 15' [τα πίσω δείγματα]*



*Εικόνα 25. Πείραμα (5Α ΣΤΑΤΙΚΑ) 1ο κ' 2ο δείγμα στα 5' [τα πίσω δείγματα]*



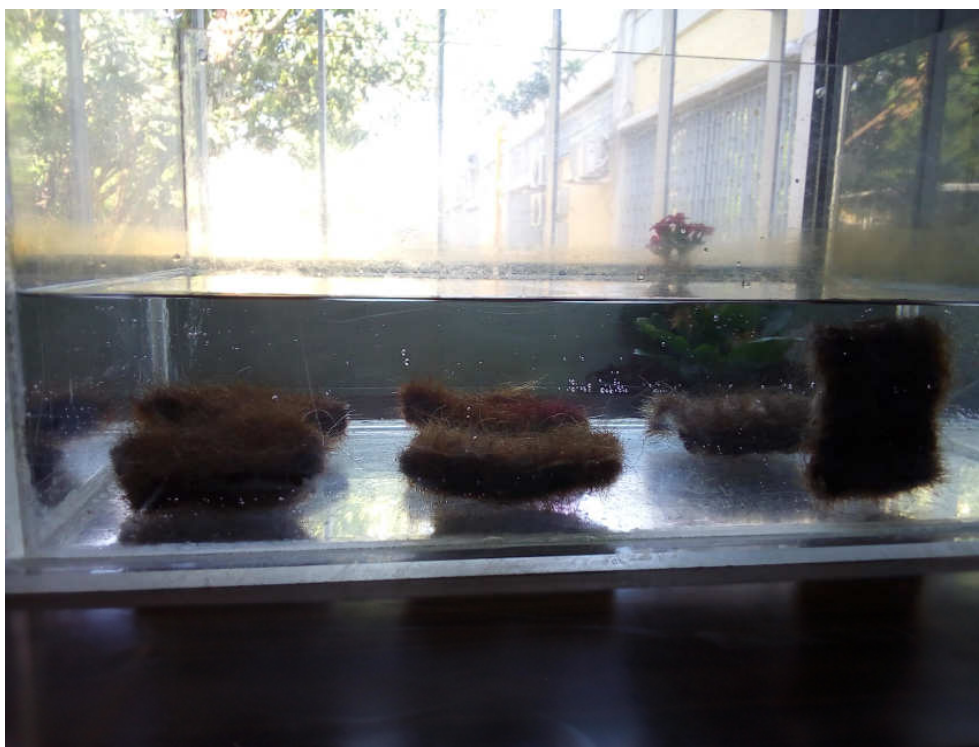
*Εικόνα 26. Πείραμα (5Β ΔΥΜΑΝΙΚΑ) 1ο δείγμα [μπροστά σειρά] στα 15' και το 3<sup>ο</sup>*



*Εικόνα 27. Πείραμα (5B ΔΥΝΑΜΙΚΑ) 2ο δείγμα [μποστά σειρά] βυθίστηκε στα 5'*



*Εικόνα 28. Πείραμα (5B ΔΥΝΑΜΙΚΑ) 2ο δείγμα [μποστά σειρά] στα 5' αρχίζει να βυθίζεται*



*Εικόνα 29. Πείραμα (5A) κ' (5B) Τέλος*