

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΤΕΦ

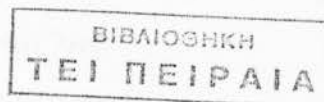
ΤΜΗΜΑ ΚΛΩΣΤΟΥΨΑΝΤΟΥΡΓΙΑΣ

**ΤΙΤΛΟΣ: ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ ΚΑΙ Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΤΑ  
ΕΝΔΥΜΑΤΑ**

Πτυχιακή εργασία που υποβλήθηκε στο Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ για την απόκτηση πτυχίου

Υπό: Μαυροδάκο Παναγιώτη, Καλλίτση Ζαφειρία

Εργασία η οποία έλαβε μέρος στο τμήμα κλωστοϋφαντουργίας με την επίβλεψη  
του καθηγητή: Γ. Πρινιωτάκη.



ΤΜΗΜΑ ΚΛΩΣΤΟΥΨΑΝΤΟΥΡΓΙΑΣ

Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΑΙΓΑΛΕΩ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2010

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
------------------	---

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
---------------	---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ ΤΟΥ ΕΝΔΥΜΑΤΟΣ

1.1 Ορισμός Ενδύματος.....	7
1.2 Τα πρώτα Ενδύματα.....	9
1.3 Ενδυμασία και Σημειολογία.....	11

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΝΔΥΜΑΤΩΝ

#### ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

2.1 Εισαγωγή.....	12
2.2 Τι είναι τα Έξυπνα Ενδύματα.....	14
2.3 Η ιδέα και το Εμπόριο.....	25
2.3.1 Τι είναι το Έξυπνο Οικολογικό Ένδυμα.....	26
2.3.2 Χαρακτηριστικά του Έξυπνου Οικολογικού Ενδύματος.....	28
2.3.3 Σύγκριση Συμβατικών με Έξυπνων Οικολογικών.....	29
2.3.4 Οικολογικές Βαφές για τα Έξυπνα Ενδύματα.....	31
2.4 Φυσικές Κλωστοϋφαντουργικές Ίνες για κατασκευή Έξυπνων Ενδυμάτων.....	33
2.4.1 Φυσικές Ίνες Φυτικής Προέλευσης για την Κατασκευή Έξυπνων Ενδυμάτων.....	34

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΕΞΥΠΝΩΝ ΕΝΔΥΜΑΤΩΝ

#### ΑΠΟ ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ

3.1	Οπτικές Ίνες - Χαρακτηριστικά και Ιδιότητες.....	42
3.2	Έξυπνα Ενδύματα και Οπτικές Ίνες.....	49
3.3	Έξυπνα Ενδύματα και Βαφή Οπτικών Ινών με Φυτικές Χρωστικές Ουσίες.....	52
3.4	Εφαρμογή Οπτικών Ινών σε Κατηγορίες Έξυπνων Ενδυμάτων και Έρευνες Εταιριών.....	55
3.5	Ευρωπαϊκή Ένωση και Στοιχεία για την Εφαρμογή των Οπτικών Ινών στα Έξυπνα Ενδύματα.....	57
3.6	Έξυπνα Ενδύματα από Οπτικές Ίνες για Ιατρική Παρακολούθηση.....	59
3.7	Πλεονεκτήματα των Οπτικών Ινών στα Έξυπνα Ενδύματα.....	61

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΟΠΤΙΚΩΝ ΙΝΩΝ ΣΤΑ ΕΝΔΥΜΑΤΑ.

#### ΤΟΜΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

4.1	Ιδιότητες Οπτικών Ινών στα Ενδύματα.....	64
4.2	Τρόποι Εφαρμογών και Λειτουργίας των Οπτικών Ινών .....	68
4.2.1	Εφαρμογές Οπτικών Ινών.....	68
4.2.2	Εφαρμογή των Οπτικών Ινών στα Ενδύματα της Ιατρικής.....	69
4.2.3	Εφαρμογή των Οπτικών Ινών στα Στρατιωτικά Ενδύματα.....	74
4.2.4	Εφαρμογή των Οπτικών Ινών σε Αθλητικά Ενδύματα.....	77
4.2.5	Εφαρμογή των Οπτικών Ινών σε Ειδικές Στολές.....	80
4.3	Αγώγιμες Τεχνολογίες Οπτικών Ινών σε Ενδύματα.....	83

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**

5.1	Συλλογή Δεδομένων.....	87
5.2	Δευτερογενή Δεδομένα.....	88
5.3	Ανάλυση Δεδομένων.....	89

<b>ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....</b>	<b>90</b>
----------------------	-----------

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>92</b>
--------------------------	-----------

## ***Ευχαριστίες***

Ένα πολύ μεγάλο ευχαριστώ στον Καθηγητή μας και επιβλέποντα της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας Κο. Γεώργιο Πρινιωτάκη για την πολύ μεγάλη βοήθεια του κατά την διάρκεια της έρευνας μας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσουμε όλους τους ειδικούς αλλά και εκείνους που ασχολούνται με το θέμα της παρασκευής ρούχων και ιδιαίτερα «έξυπνων» ενδυμάτων στην σημερινή απαιτητική εγχώρια και παγκόσμια αγορά. Επίσης με θέματα που αφορούν τα μέτρα εκείνα που εφαρμόζονται από τους υπευθύνους των αντίστοιχων εταιρειών αυτών και τι πράττουν σε κάθε περίπτωση για την προσέλκυση νέων πελατών στη συγκεκριμένη περίπτωση.

Επιπλέον θα' θέλαμε να δηλώσουμε ότι είμαστε ευγνώμων στο προσωπικό των διαφόρων οργανισμών και περιοδικών τύπου που ασχολούνται με αυτού του είδους την θεματολογία, για την απεριόριστη παροχή πληροφοριών σχετικά με τις μορφές και τρόπους παρασκευής «έξυπνων» ενδυμάτων στην Ευρώπη και ανά τον κόσμο.

Τέλος, θα επιθυμούσαμε να αποστείλουμε τις ευχαριστίες μας στα μέλη των οικογενειών μας αλλά και τους φίλους μας, οι οποίοι όλο αυτόν τον καιρό της προετοιμασίας της συγκεκριμένης εργασίας αλλά και έρευνας μας στήριξαν σε υπέρτατο βαθμό.

## **Εισαγωγή**

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, το περιβάλλον αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα θέματα που απασχολούν τις βιομηχανοποιημένες χώρες και ιδιαίτερα εκείνες που δραστηριοποιούνται στην παρασκευή ενδυμάτων. Από τη μια πλευρά οι καταναλωτές συνειδητοποιούν ότι η στάση τους απέναντι στο περιβάλλον πρέπει να μεταβληθεί και να αρχίσουν να σέβονται τη φύση.

Από την άλλη, οι επιχειρήσεις παρασκευής ενδυμάτων αρχίζουν να καταλαβαίνουν ότι οι δραστηριότητές τους επηρεάζουν αρνητικά το περιβάλλον και ότι είναι υπεύθυνες για την αντιμετώπιση των σχετικών προβλημάτων. Εξάλλου, τα κράτη μέλη, στη Συνθήκη του Μάαστριχτ, περιέλαβαν την προστασία του περιβάλλοντος στους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχοντας επίγνωση του γεγονότος ότι η αειφόρος οικονομική αύξηση είναι αδύνατη χωρίς το σεβασμό του περιβάλλοντος<sup>1</sup>.

Η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί πλέον επιτακτική ανάγκη για τη συνέχιση της ύπαρξης του πλανήτη. Σε όλα τα μέτρα που λαμβάνονται, ή που τουλάχιστον θα πρέπει να λαμβάνονται απ' όλους μας, θα πρέπει πλέον, και ως καταναλωτές, να προτιμάμε ρούχα και προϊόντα που να είναι σύμφωνα με την οικολογική μας συνείδηση. Τα οικολογικά και «έξυπνα» προϊόντα έχουν μπει στους κήπους μας, στο πιάτο μας και τώρα, όπως φαίνεται, ετοιμάζονται να κατακτήσουν και τη ντουλάπα μας. Πολλοί από εμάς αγοράζουμε οικολογικά ρούχα ακολουθώντας τη μόδα που προστάζει οικολογικά αλλά οι πιο ενημερωμένοι από εμάς γνωρίζουν ότι τα οικολογικά ρούχα είναι πιο υγιεινά.

Ίνες από μπαμπού, καλαμπόκι, ξύλο, κάνναβη ακόμα και γάλα συναγωνίζονται τις μέχρι τώρα συμβατικές και γνωστές σε όλους μας ίνες από παράγωγα του πετρελαίου και του βαμβακιού (όχι του βιολογικού), οι οποίες είναι εξίσου φυσικές αλλά επιβαρύνουν το περιβάλλον λόγω της υπερβολικής κατανάλωσης νερού για το πότισμα του βαμβακιού και τη χρήση παρασιτοκτόνων για την προστασία του<sup>2</sup>.

Αρκεί όμως να τονιστεί ότι οι φυσικές ίνες δεν είναι απαραίτητα και βιολογικές. Αν και είναι απολύτως φυσικές, τις περισσότερες φορές χρειάζεται να υποστούν μια χημική επεξεργασία, ώστε να χρησιμοποιηθούν στην ύφανση. Οι κλωστές που δημιουργούνται μετά από αυτήν την επεξεργασία είναι μεν συνθετικές αλλά εξοικονομούν μια τεράστια ποσότητα ενέργειας που δεν είναι καθόλου ευκαταφρόνητη για τον ήδη επιβαρημένο πλανήτη μας. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι η χρήση και το εμπόριο «έξυπνων» ενδυμάτων παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα οποία θα αναλυθούν στη συνέχεια της παρούσας εργασίας.

# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>

## Ιστορία και Χαρακτηριστικά του Ενδύματος

### 1.1 Τι Είναι Ένδυμα

Ένδυμα θεωρείται κάθε τι που φοράει κανείς, κατασκευασμένο από οποιοδήποτε υλικό, κατεργασμένο ή όχι, για την κάλυψη και προστασία του σώματος ή για κοινωνικούς λόγους σε διάφορες περιστάσεις<sup>3</sup>. Ως ένδυση αναφέρεται η κάλυψη του σώματος του ατόμου με ενδύματα. Τέλος ως ενδυμασία αναφέρεται το σύνολο των ενδυμάτων που καλύπτουν το ανθρώπινο σώμα και δηλώνουν συγκεκριμένη κατάσταση, περίσταση ή πολιτισμικές καταβολές.

Από τους μεσαιωνικούς χρόνους έως και σήμερα χρησιμοποιείται η λέξη ρούχο = ένδυμα, που θεωρείται ότι προήλθε από το σλαβικό *ruho*, και ρουχισμός = ενδυμασία. Η ανάγκη για ρουχισμό είναι μια βασική ανθρώπινη ανάγκη, που έχει σχέση με τις λειτουργίες του οργανισμού μας και η ικανοποίηση της είναι απαραίτητη για να επιβιώσουμε<sup>1</sup>.

Το ένδυμα χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τον άνθρωπο ως μέσο για την επιβίωση του, ως μέσο προστασίας του απέναντι στην καταλυτική απειλή ενός εχθρικά ανελέητου περιβάλλοντος. Η επινόηση του ενδύματος ανήκει στην κατηγορία της επινόησης των διάφορων εργαλείων. Και από την άποψη αυτή το ένδυμα είναι ένα από τα στοιχεία που διαμορφώνουν, σε τελική ανάλυση, τον άνθρωπο σε κάτι διαφορετικό από το ζωικό βασίλειο.



Το ένδυμα επινοήθηκε για να αντιμετωπίσει ο άνθρωπος τις σκληρές καιρικές συνθήκες μιας κάποιας παγετωνικής εποχής, που απειλούσε να αφανίσει τη ζωή πάνω στη γη και κατά συνέπεια πρώτο και καλύτερο τον άνθρωπο. Το ένδυμα ασφαλώς προηγήθηκε της φωτιάς και έπαιξε πολύ πιο σημαντικό ρόλο - στη δοσμένη στιγμή - αφού προστάτευε τον άνθρωπο από το κρύο και έξω από τη σπηλιά του. Οι πρωτόγονοι άνθρωποι φορούσαν, αντί για ενδυμασία, δέρματα ζώων. Αργότερα, τροποποιούσαν κατάλληλα φλοιούς από δέντρα και τα μετέτρεπαν σε ανδρικά ή γυναικεία ενδύματα<sup>4</sup>.

Με τη γαλλική επανάσταση το ανδρικό ντύσιμο άλλαξε πολύ. Το παντελόνι επικράτησε και το καπέλο έγινε πιο απλό. Αντίθετα, οι γυναίκες ντύνονταν πολύπλοκα φορώντας πελώρια πλατύγυρα καπέλα και μακριές φούστες με πολλές πτυχές. Στην Ελλάδα από το 17ο αιώνα επικράτησε η "φουστανέλα" (Ρούμελη, Πελοπόννησος, Ήπειρος κ.α.) και η "βράκα" στα νησιά και για τις γυναίκες το "σεγγούνι" και "κοντογούνι" με φαρδιές φούστες. Η εκβιομηχάνιση, η ανάπτυξη του εμπορίου και των συγκοινωνιών και η επίδραση του δυτικού πολιτισμού δημιούργησαν νέες συνθήκες ζωής και έδωσαν ομοιομορφία και πρακτικότητα, ειδικότερα στη λαϊκή ενδυμασία. Οι λαϊκές ενδυμασίες περιορίστηκαν στις παραδοσιακές και στις εθνικές γιορτές<sup>5</sup>.

## 1.2 Τα Πρώτα Ενδύματα

Από τη νεολιθική εποχή άρχισαν να υφαίνουν υφάσματα. Τα καινούργια υφασμάτινα ενδύματα, πλεκτά ή υφασμένα, ακολουθούν βασικά τις παραδόσεις των δερμάτινων ενδυμάτων. Το μαλλί και οι φυτικές ίνες είναι περισσότερο ευλύγιστες και η απλή κατασκευή τους στην εποχή του δέρματος παίρνει τώρα πολλές παραλλαγές, δίνοντας έτσι καινούρια πρότυπα. Τα πρότυπα αυτά θα πάρουν χαρακτηριστικές μορφές στους διάφορους πολιτισμούς που θα ακολουθήσουν τη νεολιθική εποχή.

Οι Αρχαίοι Έλληνες και οι Ρωμαίοι φορούσαν ελαφριά ενδύματα που εξυπηρετούσαν τον τρόπο ζωής τους. Δέρματα ζώων στην αρχαία Ελλάδα φορούσαν μόνο οι χωρικοί και οι βοσκοί, ενώ περιγράφονται και σε πρόσωπα της μυθολογίας όπως ο Ηρακλής και οι Αμαζόνες. Τα αρχαία ελληνικά ενδύματα γυναικεία και ανδρικά μπορεί να χωριστούν σε εσωτερικά (ενδύματα) από τα οποία κυριότερος ήταν ο χιτώνας και σε εξωτερικά (επιβλήματα), όπως το "ιμάτιο" κατά κύριο λόγο, που ήταν κομμάτι υφάσματος που το φορούσαν πάνω από το χιτώνα και ο "πέπλος".

Οι εργάτες ντύνονταν πιο απλά και φτωχικά. Οι γυναίκες φορούσαν κάτι ανάλογο με το χιτώνα των ανδρών, τον "πέπλο", ένδυμα με πολλές πτυχές που το έσφιγγαν στη μέση κι από πάνω το ιμάτιο (ένα είδος παλτού) λευκό, από μαλλί ή λινό και γαρνιρισμένο με διάφορα στολίδια. Τον 7ο και τον 6ο αιώνα οι φορεσιές έγιναν πιο πλούσιες και πιο κομψές. Για πρότυπο είχαν τα ρούχα των ομηρικών χρόνων. Οι άνθρωποι τότε προτιμούσαν περισσότερο το άσπρο χρώμα, όμως το ιμάτιο των ανδρών μπορούσε να είναι και πορτοκαλί

και μαύρο. Επίσης και των γυναικών ο πέπλος μπορούσε να είχε διάφορα χρώματα, όπως και το ιμάτιο.

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό στο ντύσιμο των Ρωμαίων ήταν η "τήβεννος". Οι πολίτες φορούσαν λευκή τήβεννο, ενώ οι νέοι κόκκινη. Οι Ρωμαίοι στρατιωτικοί φορούσαν χλαμύδα. Οι επίσημοι φορούσαν τήβεννο στολισμένη με σχέδια ή με πολύτιμα πετράδια. Στο Βυζάντιο τα ρούχα άλλαξαν από την εποχή του Ιουστινιανού. Τότε άρχισαν να εισάγονται τα μεταξωτά υφάσματα, η ενδυμασία έγινε πιο στενή και είχε κάθε λογής διακοσμήσεις<sup>1</sup>.

Όταν οι Γότθοι, οι Γερμανοί και οι Φράγκοι κυριάρχησαν στην Ευρώπη, φορούσαν ένα πολύ ελαφρύ και στενό χιτώνα κι εσωτερικό ρούχο, κοντό ως τους μηρούς. Από το 13ο μ.Χ. αιώνα τα ενδύματα στην Ευρώπη και ιδιαίτερα στη Γαλλία έγιναν πολυτελέστερα. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι φορούσαν γουναρικά όλες τις εποχές του χρόνου. Η μεγάλη πολυτέλεια στο ντύσιμο των Ευρωπαίων παρατηρείται από το τέλος του 15ου αιώνα. Οι άνδρες φορούν φτερά στα καπέλα, δαντέλες γύρω στο λαιμό κλπ.

Κατά το 18ο αιώνα παρουσιάζεται η "ρεδιγκότα" για τους άνδρες και το "παννιέ", ο πρόδρομος του "κρινολίνου" για τις γυναίκες και το 1760 εμφανίστηκε το φράκο. Κι ενώ ως τότε οι περισσότεροι άνδρες φορούσαν στενές περισκελίδες και στα πόδια περικνημίδες, κατά το τέλος του 18ου αιώνα επικράτησε το παντελόνι. Στη βυζαντινή εποχή η ενδυμασία, ιδιαίτερα των αυτοκρατόρων και γενικά των ανώτερων τάξεων, φέρνει έντονη την επίδραση της Ανατολής. Χρησιμοποιούνται πολύχρωμα ανατολίτικα βαριά υφάσματα φτιαγμένα από μετάξι, μάλαμα και ασήμι. Οι βυζαντινές ενδυμασίες είναι πολύ πιο στενές από όσο ήταν πριν και εφαρμοστές στο σώμα.

### 1.3 Ένδυμα και Σημειολογία

Η ενδυμασία, όπως είναι γνωστό, αποτελεί ένα από τα βασικότερα στοιχεία θεωρητικής έρευνας και ανάλυσης της πολιτισμικής ψυχολογίας και της κοινωνιολογίας. Αυτό είναι απόλυτα λογικό, αφού η ενδυμασία συνίσταται σε ένα από τα πλέον καθοριστικά και εμφανή στοιχεία της πολιτιστικής ταυτότητας και στοιχείο του λαϊκού πολιτισμού, εκφράζοντας την ιδιοσυγκρασία του κοινωνικού μορφώματος, την χρηστική και λειτουργική αποτύπωση της ανθρώπινης επιβίωσης, τις κοινωνικές, ψυχολογικές, οικονομικές, ιστορικές και φυσικά τεχνολογικές, βιομηχανικές, παραγωγικές ή οικο-παραγωγικές συνθήκες της εποχής που την δημιούργησε. Από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα, η ενδυμασία εκφράζει την «κοινωνική ταυτότητα» και την διάθεση κοινωνικής και ατομικής προβολής του ανθρώπου.

Το ένδυμα αποτελεί μέσο σημειολογικής έκφρασης της ταξικής και ιεραρχημένης εξουσίας, ενώ παράλληλα αντικατοπτρίζει συναισθήματα, βαθύτερα μηνύματα, απόψεις, κοινωνικά ρεύματα, συνήθειες, νόρμες και τάσεις. Η ιστορία και η εξέλιξη του ενδύματος, συνδέονται στενά με την κοινωνική ζωή του ατόμου, αφού είναι γνωστό ότι το ένδυμα χαρακτηρίζει την προσωπικότητα αλλά και το κοινωνικό πεδίο μέσα στο οποίο είναι ενταγμένο το άτομο. Παράλληλα, το ένδυμα πιστοποιεί κοινωνικά και ψυχολογικά ακόμα και σήμερα την διάθεση του ατόμου για κοινωνική συμμετοχή δια μέσου της προβαλλόμενης ιδεολογίας ή του κοινωνικού ρεύματος<sup>6</sup>.

## **Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>**

### **Παρασκευή και Χρήση «Έξυπνων» και Οικολογικών Ενδυμάτων – Ιδιότητες και Χαρακτηριστικά**

#### **2.1 Εισαγωγή**

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, το περιβάλλον αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα θέματα που απασχολούν τις βιομηχανοποιημένες χώρες ως προς τη παρασκευή και εμπορία διαφόρων αγαθών όπως τα ενδύματα. Από τη μια πλευρά οι καταναλωτές συνειδητοποιούν ότι η στάση τους απέναντι στο περιβάλλον πρέπει να μεταβληθεί και να αρχίσουν να σέβονται τη φύση, από την άλλη, οι επιχειρήσεις αρχίζουν να κατανοούν ότι οι δραστηριότητές τους επηρεάζουν αρνητικά το περιβάλλον και ότι θα πρέπει να είναι υπεύθυνες για την αντιμετώπιση των σχετικών προβλημάτων.

Εξάλλου, τα κράτη μέλη της Ένωσης, στη Συνθήκη του Μάαστριχτ, περιέλαβαν την προστασία του περιβάλλοντος στους στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχοντας επίγνωση του γεγονότος ότι η αειφόρος οικονομική αύξηση είναι αδύνατη χωρίς το σεβασμό του περιβάλλοντος<sup>7</sup>.

Η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί πλέον μια επιτακτική ανάγκη για τη συνέχιση της ύπαρξης του πλανήτη. Σε όλα τα μέτρα που λαμβάνονται, ή που τουλάχιστον θα πρέπει να λαμβάνονται απ' όλους μας, θα πρέπει πλέον, και ως καταναλωτές, να προτιμάμε ενδύματα και αντίστοιχα προϊόντα που να είναι σύμφωνα με την οικολογική συνείδηση των ανθρώπων.

Τα οικολογικά προϊόντα έχουν μπει στους κήπους μας, στο πιάτο της κάθε οικογένειας και όπως φαίνεται, ετοιμάζονται να κατακτήσουν και τη ντουλάπα τους. Πολλοί είναι εκείνοι οι οποίοι αγοράζουν οικολογικά και «έξυπνα» ενδύματα ακολουθώντας τη μόδα που προστάζει οικολογικά αλλά οι πιο ενημερωμένοι γνωρίζουν ότι τα «έξυπνα» ρούχα μπορεί να είναι και οικολογικά και ίσως πιο υγιεινά.

«Έξυπνα» ρούχα μπορούν να κατασκευάζονται για παράδειγμα από ίνες μπαμπού, καλαμπόκι, ξύλο, κάνναβη ακόμα και γάλα και συναγωνίζονται τις μέχρι τώρα συμβατικές και γνωστές σε όλους ίνες από παράγωγα του πετρελαίου και του βαμβακιού (όχι του βιολογικού), οι οποίες είναι εξίσου φυσικές αλλά επιβαρύνουν το περιβάλλον λόγω της υπερβολικής κατανάλωσης νερού για το πότισμα του βαμβακιού και τη χρήση παρασιτοκτόνων για την προστασία του<sup>8</sup>.

Θα πρέπει όμως να τονιστεί ότι οι φυσικές ίνες δεν είναι απαραίτητα και βιολογικές ή κατάλληλες για κατασκευή «έξυπνων» ενδυμάτων. Αν και είναι απολύτως φυσικές, τις περισσότερες φορές χρειάζεται να υποστούν μια χημική επεξεργασία, ώστε να χρησιμοποιηθούν στην ύφανση. Οι κλωστές που δημιουργούνται μετά από αυτήν την επεξεργασία είναι μεν συνθετικές αλλά εξοικονομούν μια τεράστια ποσότητα ενέργειας που δεν είναι καθόλου ευκαταφρόνητη για τον ήδη επιβαρημένο πλανήτη. Συμπεραίνει κανείς λοιπόν ότι η χρήση και το εμπόριο των «έξυπνων» και οικολογικών ενδυμάτων παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα οποία θα αναλυθούν στη συνέχεια της παρούσας εργασίας<sup>1</sup>.

## 2.2 *Τι Είναι τα Έξυπνα Υφάσματα και Ενδύματα*

Τα ρούχα και όπως τα γνωρίζαμε ως τώρα, φανερώνουν ουσιαστικά πολλά για την προσωπικότητα, τη διάθεση αλλά ακόμη και την κοινωνική τάξη του κάθε ατόμου. Στο μέλλον όμως θα είναι όμως ακόμη πιο εύγλωττα, δηλαδή θα μπορούν να μεταδίδουν το ακριβές σημείο όπου βρίσκονται εκείνοι που τα φορούν, να δέχονται ή να στέλνουν e-mail, να τους συνδέουν ανά πάσα στιγμή με το Διαδίκτυο καθώς επίσης και να ενισχύουν τις αισθήσεις ή τις λειτουργίες του σώματός, όπως την όραση ή τη μνήμη<sup>2</sup>.

Τα «έξυπνα» υφάσματα και ενδύματα μπορούν να αναφέρονται και στη περίπτωση της ανάπτυξης της τεχνολογίας. Για παράδειγμα δύο εντελώς διαφορετικοί κόσμοι, η μόδα και οι υπολογιστές, συγχωνεύονται με σκοπό να δημιουργήσουν τα «έξυπνα ρούχα» ή διαφορετικά τους «φορέσιμους ηλεκτρονικούς υπολογιστές» αναλόγως πώς το αντιλαμβάνεται κάποιος και όπου τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα υφαίνονται μέσα στο υλικό των ενδυμάτων ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις το ίδιο το ύφασμα μπορεί να είναι ηλεκτρονικό εξάρτημα. Η απαραίτητη βέβαια ενέργεια για να λειτουργήσει το σύστημα μπορεί να παρέχεται είτε από μπαταρίες κρυμμένες στα παπούτσια οι οποίες γεμίζουν με το περπάτημα είτε από τη θερμότητα του σώματος στο οποίο τα ρούχα φοριούνται<sup>3</sup>.

Η νέα επανάσταση στη μόδα λοιπόν δεν θα προέλθει και όπως διαφαίνεται από τα ατελιέ των διαφόρων σχεδιαστών στο Παρίσι ή στο Μιλάνο αλλά από τα εργαστήρια των εξειδικευμένων επιχειρήσεων κατασκευής ενδυμάτων. Διακόσιοι περίπου επιστήμονες ανά τον κόσμο διεξάγουν έρευνες για τα κυβερνο-ρούχα και επιμένουν ότι η στιγμή όπου θα εξαπλωθούν και θα

καθιερωθούν πλησιάζει πολύ πιο γρήγορα απ' όσο κάποιος νομίζει<sup>9</sup>. Ήδη το κόστος των φορέσιμων υπολογιστών σε ρούχα κυμαίνεται μεταξύ 1.000 και 1.500 ευρώ και σε μία πενταετία αναμένεται να σημειώσουν σημαντικές αυξήσεις στις πωλήσεις τους<sup>9</sup>.

Βέβαια τα «έξυπνα» υφάσματα στα ρούχα μπορούν άλλοτε προφυλάσσουν από την υγρασία και τη θερμότητα, άλλοτε είναι εντομοαπωθητικά και άλλοτε απορροφούν τις όποιες οσμές. Επίσης, υπάρχουν υφάσματα που μπορούν να «εξωτερικεύουν» τα συναισθήματα εκείνου που τα φοράει, αλλάζοντας χρώμα ανάλογα με τη διάθεσή του. Σχεδιάζονται με τη βοήθεια των νανοσωματιδίων, ενώ νήματα υψηλής τεχνολογίας μπορούν να «αντιλαμβάνονται» τις μεταβολές του περιβάλλοντος<sup>3</sup>.

Οι κατασκευαστές βέβαια των ενδυμάτων αυτών ελπίζουν ότι σύντομα θα παράγονται ενδύματα που θα μπορούν να προσαρμόζονται στις εκάστοτε καιρικές συνθήκες και ανάλογα να δροσίζουν ή να ζεσταίνουν εκείνους που τα φορούν. Επίσης στο απώτερο μέλλον, οι καταναλωτές θα μπορούν να έχουν στη διάθεσή τους έναν «μαγικό καθρέφτη» και ο οποίος θα τους διευκολύνει σημαντικά όταν αγοράζουν ρούχα. Πώς θα λειτουργεί όμως ο καθρέπτης αυτός; Ο ενδιαφερόμενος θα στέκεται μπροστά του και θα βλέπει πώς θα ήταν αν φορούσε κάποιο συγκεκριμένο ρούχο, χωρίς να χρειαστεί καν να το δοκιμάσει. Προς το παρόν, με αυτό το σύστημα πειραματίζεται μια εταιρεία στην Οσάκα της Ιαπωνίας και αναμένονται άμεσα εξελίξεις στο συγκεκριμένο είδος<sup>10</sup>.

Αναφερόμενοι και πάλι στο τομέα της τεχνολογίας, θα πρέπει να σημειωθεί πως οι εμπλεκόμενοι στον κλάδο της ένδυσης καλούνται να «ενσωματώσουν»



τις νέες τεχνολογίες, όπως και η νανοτεχνολογία που αναφέρθηκε παραπάνω με σκοπό να μειώσουν - μεταξύ άλλων - το κόστος ανάπτυξης των προϊόντων τους και εντός των ημερών οικονομικής κρίσης που όλοι αντιμετωπίζουν<sup>8</sup>. Βέβαια το πιο προηγμένο τεχνολογικά μοντέλο στη συγκεκριμένη προσπάθεια κατέχουν οι «μαγικοί» καθρέφτες και οι οποίοι αναφέρθηκαν σε παραπάνω ενότητα<sup>8</sup>.

Εξάλλου υπάρχουν έξυπνα υφάσματα που σχεδιάζονται με τη βοήθεια των νανοσωματιδίων, ενώ νήματα υψηλής τεχνολογίας προσαρμόζονται στις περιβαλλοντικές συνθήκες, κάνοντας τον ρουχισμό πιο άνετο από ποτέ. Οι κατασκευαστές ωστόσο ελπίζουν ότι στο μέλλον θα παράγονται ρούχα που θα μπορούν να προσαρμόζονται αυτόματα, όταν οι καιρικές συνθήκες αλλάξουν.

Τα νέα υφάσματα με δυνατότητες «*διαχείρισης της υγρασίας*» ήδη κατακλύζουν την αγορά και κυρίως στα είδη της αθλητικής ένδυσης. Στο προσεχές μέλλον βέβαια τα νήματα και υφάσματα υψηλής τεχνολογίας θα προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες και θα καταστήσουν το ρουχισμό πιο άνετο από ποτέ για όλους τους ανθρώπους. Αποτελεί γεγονός πως τα τελευταία χρόνια πολλοί είναι οι κατασκευαστές οι οποίοι επιστρώνουν πανωφόρια, παντελόνια και ταπετσαρίες επίπλων με Teflon, το γνωστό «αντικολλητικό» υλικό της γαλλικής DuPont. Το υλικό αυτό μπορεί και μειώνει την επιφανειακή τάση των υγρών που μπορεί να «πέσουν» στο ύφασμα, κάνοντάς το εξαιρετικά ανθεκτικό στους λεκέδες<sup>2</sup>.

Στόχος των εταιρειών είναι τώρα να δημιουργήσουν υφάσματα που διαχέουν τον ιδρώτα προς τα έξω και στεγνώνουν ταχύτερα. Όπως αναφέρει άρθρο

στην ελληνική έκδοση του Scientific American<sup>9</sup>, το ύφασμα Coolmax της DuPont και το Moistex της Asahi Kasei αποτελούνται από πολυεστέρες με ινώδη μορφή και περιεκτικότητα σε υγρασία μόλις 0,5% -συγκριτικά, το νάιλον έχει υγρασία 4% και το βαμβάκι έως και 7%. Τα υφάσματα στεγνώνουν έτσι πολύ ταχύτερα.

Ταυτόχρονα, οι κατασκευαστές εφαρμόζουν κάποιες εξελιγμένες τεχνικές εκχύσεων, ώστε το νήμα να αποκτήσει το κατάλληλο σχήμα σε μια εγκάρσια διατομή. Ο πολυεστέρας του *CoolMax*, για παράδειγμα, αποτελείται από συγκεκριμένες δέσμες ινών οβάλ διατομής, οι οποίες συνενώνονται και σχηματίζουν ανάμεσά τους μικροδιαύλους που απομακρύνουν τα σταγονίδια ιδρώτα με τριχοειδική δράση.

Για να επιταχυνθεί η διάχυση της υγρασία από το σώμα προς το εξωτερικό του ρούχου, ορισμένοι κατασκευαστές αναπτύσσουν υφάσματα στα οποία η επιφάνεια που αγγίζει στο σώμα έχει λιγότερους κόμπους από ό,τι τα εξωτερικά στρώματα. Αυτή η βαθμιδωση του υφάσματος αναγκάζει τον ιδρώτα να κινηθεί προς τα έξω και να εξατμιστεί<sup>3</sup>.

Με σκοπό επίσης να αυξήσουν την αντηλιακή προστασία που προσφέρουν τα ενδύματα και χωρίς να αυξήσουν την πυκνότητα της πλέξης, ορισμένες εταιρείες προσθέτουν στα υφάσματα υλικά που κατασκευάζουν τις υπεριώδεις ακτίνες, όπως το διοξείδιο του τιτανίου, το οποίο χρησιμοποιείται και στα αντηλιακά<sup>8</sup>. Επίσης, στα ρούχα από συνθετικές ίνες, όπως ο πολυεστέρας και το πολυπροπυλένιο, εφαρμόζονται πλέον αντιστατικές κατεργασίες ώστε να μην συσσωρεύεται στατικό ηλεκτρικό φορτίο και το ρούχο να μην κολλά πάνω στο σώμα. Στο μέλλον και όταν τα ενδύματα θα μπορούν να προσαρμόζονται

αυτόματα όταν οι καιρικές συνθήκες αλλάξουν -για παράδειγμα, θα μπορούν να μετατρέπονται από πορώδη σε αδιάβροχα όταν πέσουν οι πρώτες σταγόνες βροχής<sup>10</sup>.

Το γεγονός αυτό ίσως καταστεί εφικτό με τη χρήση πολυμερών ινών οι οποίες έχουν γίνει αγωγιμες με προσθήκη υλικών όπως το καμφοσουλφονικό οξύ (CSA), ο οποίος θεωρείται καλός αγωγός του ηλεκτρισμού. Η βροχή θα μπορούσε να αλλάξει την αγωγιμότητα του υφάσματος, προκαλώντας έτσι συρρίκνωση των ινών και κλείσιμο των πόρων του. Τα αγωγιμα πολυμερή ίσως μάλιστα επιτρέψουν στο μέλλον και τη δημιουργία ρούχων που αλλάζουν χρώμα ανάλογα με τον καιρό. Η ηλιακή ακτινοβολία θα μπορούσε επίσης να αλλάξει το ηλεκτρικό ρεύμα που διέρχεται από τις ίνες, με αποτέλεσμα να αλλάζει και ο προσανατολισμός των μορίων τους, από τον οποίο εξαρτάται το και το χρώμα αντίστοιχα<sup>2</sup>.

Ένας ιδιαίτερα ανεπτυγμένος τομέας της κατασκευής «έξυπνων» ενδυμάτων είναι εκείνος της νανοτεχνολογίας. Ολο και πιο συχνά πρόκειται να ακούει κανείς στο μέλλον για τα «έξυπνα υφάσματα», καθώς η εξέλιξη της τεχνολογίας προωθεί την εφαρμογή καινοτομικών προσεγγίσεων που βρίσκουν εφαρμογή τόσο στην παραγωγή ενδυμάτων, όσο όμως και στη διαμόρφωση των δικτύων λιανικής, αλλάζοντας συνολικά την εμπειρία για τον καταναλωτή. Η ανάπτυξη των νέων υλικών, με τη χρήση της νανοτεχνολογίας, με δυνατότητες που κανείς δεν φανταζόνταν έως σήμερα, αναμένεται να προσφέρει απεριόριστες δυνατότητες στους κατασκευαστές, ενώ από την άλλη πλευρά, τα δεδομένα για το εμπόριο πρόκειται να αλλάξουν, αφού ο

καταναλωτής θα χρησιμοποιεί με ευκολία το Διαδίκτυο προκειμένου να κάνει τις αγορές του<sup>9</sup>.

Αξίζει βέβαια να σημειωθεί ότι συγκεκριμένα η έρευνα για τα «έξυπνα υφάσματα» και την εμπορευματοποίησή τους αποτελεί το αντικείμενο πολλών και διαφόρων εργαστηρίων ανά τον κόσμο, ενώ εκτιμάται ότι η ζήτηση τους αυξάνεται με τέτοιο ρυθμό ώστε, έως το 2010, η παγκόσμια αγορά έξυπνων υφασμάτων θα αγγίξει σε αξία το 1.000.000 εκατ. δολάρια. Τα «έξυπνα υφάσματα» αξιοποιούν επίσης τη χρήση της νανοτεχνολογίας και έχουν μεταξύ άλλων δυνατότητες διαχείρισης της υγρασίας και της θερμότητας ωστόσο, οι νέες τεχνολογίες που αναπτύσσονται στις μέρες μας αφορούν πέραν των προηγμένων υλικών, και την εξυπηρέτηση του καταναλωτή. Η αγορά βέβαια κάποιου ενδύματος μέσω του Διαδικτύου θα μεταβληθεί σε ευκολότερη από ποτέ, καθώς ο καταναλωτής θα μπορεί να βλέπει το αποτέλεσμα με τη χρήση ειδικού προγράμματος για τη δημιουργία του εικονικού του εαυτού<sup>8</sup>.

Στο πρόσφατο Παγκόσμιο Συνέδριο Ένδυσης το 2009<sup>8</sup>, τα προαναφερθέντα αποτέλεσαν απλώς μερικές από τις «υποσχέσεις» που έδωσαν οι ομιλητές στους συνέδρους στην ενότητα της Τεχνολογίας, περιγράφοντας το μέλλον της ένδυσης και των «έξυπνων» υφασμάτων». Στο πλαίσιο αυτό, μια ενδιαφέρουσα παρουσίαση και πάνω στο θέμα των νέων τεχνολογιών που θα αλλάξουν τα δεδομένα στους κλάδους της ένδυσης και της κλωστοϋφαντουργίας, χαρακτηρίστηκε ως «επαναστατική» η έρευνα η οποία πραγματοποιείται τόσο στο εργαστήριο *TechniTex* στην Αμερική από το 2006 όσο όμως και σε άλλα ερευνητικά ινστιτούτα του κόσμου, από τα οποία

αναμένεται να προέλθουν αλλαγές που αγγίζουν, πέρα από τους κλάδους της κλωστοϋφαντουργίας και της ένδυσης, ακόμη και την κινηματογραφική βιομηχανία.

Η τεχνολογία στο συγκεκριμένο τομέα έχει προχωρήσει τόσο πολύ ώστε μπορεί κανείς να μιλά πλέον για εικονικές πασαρέλες όπως *digital catwalks*, δηλαδή παρουσίαση συλλογών ρούχων από τους σχεδιαστές μόδας μέσα από τρισδιάστατες οθόνες υψηλής ευκρίνειας, πάνω σε εικονικά, τρισδιάστατα και φυσικά αφεγάδιαστα μοντέλα, που μεταξύ άλλων, διαθέτουν τις σωστές αναλογίες, μετατρέπονται ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιαστή και παρουσιάζουν με τον καλύτερο τρόπο τις δημιουργίες του.

Φυσικά οι προοπτικές αυτής της τεχνολογίας, οι οποίες είναι απεριόριστες και αλλάζουν τα δεδομένα για μια σειρά οικονομικών κλάδων, όπως είναι η διαφήμιση και το μάρκετινγκ, είναι πολύ πιο κοντά από ό,τι νομίζει κανείς και αναμένεται να ενισχύσουν ιδιαίτερα το ηλεκτρονικό εμπόριο στον κλάδο της ένδυσης. Αρκεί να σκεφτεί κανείς τις προοπτικές για μια επιχείρηση που παράγει ενδύματα και τα οποία επιθυμεί να διαθέτει αποκλειστικά ή και μέσω του Διαδικτύου.

Στις μέρες μας παρέχεται η δυνατότητα σε εκείνους που επιθυμούν να κάνουν τις αγορές τους on-line να δημιουργήσουν τον εικονικό τους εαυτό, με τις δικές τους αναλογίες και να δοκιμάσουν σε αυτό το πιστό αντίγραφο τους τα ρούχα που τους ενδιαφέρουν να αγοράσουν. Η προώθηση του ηλεκτρονικού επιχειρείν μέσα από αυτό το πρίσμα, συγκεκριμένα για τις επιχειρήσεις ένδυσης, εκτιμάται ότι παρουσιάζει σημαντική δυναμική, ειδικά καθώς

αυξάνεται ο αριθμός εκείνων που εμπιστεύονται το Διαδίκτυο για τις αγορές τους.

Επίσης, η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών στον κλάδο της κλωστοϋφαντουργίας, και ειδικότερα τη δημιουργία των επονομαζόμενων «έξυπνων» υφασμάτων ή *smart fabrics-intelligent textiles* μέσα από την αξιοποίηση της νανοτεχνολογίας, αποτελεί σίγουρα σοβαρό αντικείμενο έρευνας για το μέλλον. Τα γνωστά nanofibres, ένα εντελώς νέο υλικό, εξαιρετικά πυκνό, ισχυρό και παράλληλα απίστευτα ελαφρύ, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή εξαιρετικά ανθεκτικών νημάτων<sup>11</sup>.

Το υλικό αυτό είναι τόσο ανθεκτικό που βρίσκει εφαρμογές ακόμη και στην αρχιτεκτονική, για την κατασκευή γεφυρών, την αεροναυπηγική, για την κατασκευή αεροπλάνων, και βεβαίως στην ίδια την κλωστοϋφαντουργία, για την παραγωγή υφασμάτων νέας γενιάς, με προοπτικές χρήσης, πέρα από τη βιομηχανία της μόδας, και στην εσωτερική διακόσμηση όπως για παράδειγμα κουρτίνες που προστατεύουν από τις βλαβερές ηλιακές ακτίνες UV.

Τα έξυπνα υφάσματα είναι ουσιαστικά εκείνα τα οποία διαθέτουν μνήμη και ανιχνεύουν αλλαγές με συνηθέστερα τα υλικά που αλλάζουν σχήμα κι εκείνα που αλλάζουν χρώμα τα οποία έχουν ήδη κάνει την εμφάνισή τους στο εμπόριο. Αξίζει βέβαια να σημειωθεί ότι τα υλικά αυτά κινητοποιούνται ανιχνεύοντας αλλαγές στη θερμοκρασία και μπορούν να συγκρατούν την υγρασία ή να δημιουργούν μια ασπίδα προστασίας από την εξωτερική θερμότητα<sup>8</sup>.

Η ειδική ύφανσή τους μπορεί να τα κάνει επίσης εντομοαπωθητικά, αποσμητικά ή ακόμη και να αλλάζουν χρώμα ανάλογα με τη διάθεση αυτού που τα φοράει. Επιπροσθετα, τα νέα υφάσματα δεν χρειάζονται σιδέρωμα, καθώς επανέρχονται στην αρχική τους μορφή μόλις κρεμαστούν, και κάποια είναι τόσο ανθεκτικά που δεν κάνουν λεκέδες, βάσει ειδικής επεξεργασίας που δεν αλλοιώνει την υφή τους. Στο επίπεδο αυτό, η έρευνα επικεντρώνεται περαιτέρω και στην ασφάλεια, με γνώμονα την προστασία του καταναλωτή από τη ρύπανση, από εξωτερικούς παράγοντες, ακόμη και από τη θερμοκρασία, καθώς τα ρούχα θα μπορούν να προσαρμόζονται αυτόματα όταν η εξωτερική θερμοκρασία αλλάζει.

Ιδιαίτερα συναρπαστικό προδιαγράφεται και το γεγονός πως για την ένδυση και την κλωστοϋφαντουργία, μπορεί να βρεθεί μακριά από τις δυσοίωνες προβλέψεις για μείωση της ανταγωνιστικότητας των ανεπτυγμένων χωρών και την οριστική επικράτηση των φθηνών αγορών. Το σημαντικότερο στοιχείο σε όλα αυτά βρίσκεται ίσως στο γεγονός ότι οι εξελίξεις στην τεχνολογική έρευνα και οι δυνατότητες εφαρμογής τους δημιουργούν νέες αγορές για τη βιομηχανία ένδυσης και αποτελούν το βασικό ανταγωνιστικό της πλεονέκτημα<sup>2</sup>.

Ωστόσο, η τεχνολογία αιχμής που απαιτείται δεν είναι, προς το παρόν τουλάχιστον, διαθέσιμη σε χώρες χαμηλού κόστους όπως η Κίνα, αποτελεί γεγονός που μπορεί να αναδειχθεί σε ανεκτίμητο όπλο στη μάχη της διατήρησης της παραγωγικής υποδομής των ανεπτυγμένων χωρών.

Ιδιαίτερα σημαντικές επίσης είναι οι εφαρμογές της σύγχρονης τεχνολογίας και έρευνας στη κατασκευή ανδρικών και γυναικείων εσωρούχων.

Αναφέρονται πρωτοπορίες επιχειρήσεων σχετικά με γυναικεία εσώρουχα τα οποία έχουν υποστεί ειδική επεξεργασία με σκοπό να αναγκάζει τη γυναίκα που το φορά για παράδειγμα να περπατά χρησιμοποιώντας περισσότερο τους γλουτιαίους μυς, με αποτέλεσμα ανάλογο με αυτό της συστηματικής άσκησης, φαινόμενο που διαπιστώθηκε και μέσω της διαχρονικής ανθρωπομέτρησης του ίδιου δείγματος.

Επίσης, έχουν σχεδιαστεί στηθόδεσμοι με αντίστοιχη τεχνολογία η οποία συχνά επιδεινώνεται με την ηλικία, ενώ στην ίδια κατηγορία προηγμένων τεχνολογικά προϊόντων ανήκουν και οι σειρές αθλητικών ειδών, οι οποίες συνδυάζουν σωματομετρικά στοιχεία με την αθλητιατρική. Τα εξειδικευμένα αυτά προϊόντα για ποδηλασία, σκι και τρέξιμο προστατεύουν τους μυς από τραυματισμούς και ταυτόχρονα προσφέρουν σημαντική άνεση σε επίπεδο ρύθμισης της θερμοκρασίας του σώματος. Ταυτόχρονα, ενσωματώνουν τεχνολογία αιχμής τόσο από πλευράς σχεδιασμού όσο και κατασκευής, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατη η αντιγραφή του από κατασκευαστές που βρίσκονται σε χώρες χαμηλού κόστους<sup>8</sup>.

Τα διάφορα πρωτότυπα ρούχα τα οποία δεν έχουν ακόμα παραχθεί σε αρκετά μεγάλο μαζικό αριθμό, μπορούν και διαθέτουν ειδικούς ηλεκτρονικούς ασύρματους αισθητήρες που παρακολουθούν τη φυσιολογία του κατόχου τους, μεταξύ άλλων την θερμοκρασία, την αναπνοή, την κατάσταση του δέρματος και το ρυθμό της καρδιάς του. Τα ρούχα συνδέονται με μια απομακρυσμένη βάση δεδομένων που αναλύει τα στοιχεία και καταλήγει σε ένα συμπέρασμα σχετικά με τη συναισθηματική κατάσταση του ανθρώπου.



Στη συνέχεια, δίνει εντολή να ενεργοποιηθεί το κατάλληλο πολυμεσικό περιεχόμενο (multimedia)<sup>9</sup>.

Τα πρωτοποριακά αυτά ρούχα μπορούν επίσης να έχουν κατασκευαστεί από υφάσματα στα οποία έχουν ενσωματωθεί διάφοροι ασύρματοι αισθητήρες, οι οποίοι στέλνουν τα στοιχεία που συλλέγουν σε μια απομακρυσμένη βάση δεδομένων μέσω σύνδεσης Ίντερνετ ενός «έξυπνου» κινητού.

Όταν διεξάγεται «διάγνωση» ότι ο κάτοχος του ρούχου είναι για παράδειγμα ψυχολογικά καταβεβλημένος, τότε η βάση δεδομένων στέλνει στα ρούχα ένα πολυμεσικό περιεχόμενο όπως τραγούδια, λέξεις και εικόνες και τα ενδύματα αναλαμβάνουν να το προβάλλουν, ώστε να φτιάξουν τη διάθεση του προσώπου που τα φορά. Βέβαια για να το επιτύχουν αυτό, τα ενδύματα είναι εφοδιασμένα με μικρές οθόνες LED και μικροσκοπικά ηχεία. Τα κείμενα μπορεί να περιλαμβάνουν ακόμα και προ-ηχογραφημένα μηνύματα από συγγενείς και φίλους του ατόμου.

### **2.3 Η Ιδέα και το Εμπόριο του «Έξυπνου» και Οικολογικού Ενδύματος**

Η οικολογική ανησυχία και οι αυξανόμενες αλλεργίες οδήγησαν τη δεκαετία του 1990 στην Κεντρική και στη Βόρεια Ευρώπη στην ανακάλυψη και εδραίωση των «έξυπνων» ενδυμάτων. Στις μέρες μας, η ζήτηση για «έξυπνα» ενδύματα αυξάνεται συνεχώς και αναμένεται να αυξηθεί ακόμη περισσότερο στο άμεσο μέλλον. Η ενημέρωση του κοινού για τα περιβαλλοντικά προβλήματα του πλανήτη μας, με κυριότερο το φαινόμενο του θερμοκηπίου, είχε σαν αποτέλεσμα την υιοθέτηση ενός τρόπου ζωής φιλικού στο περιβάλλον και την απόκτηση οικολογικής συνείδησης μέσω της παρασκευής «έξυπνων» ενδυμάτων<sup>6</sup>.

Οι εταιρείες παρασκευής ενδυμάτων ήταν αρχικά διστακτικές ως προς την παραγωγή «έξυπνων» ενδυμάτων από οικολογικά υλικά λόγω του αυξημένου κόστους των πρώτων υλών. Τώρα πια, μικρές αλλά και μεγαλύτερες εταιρείες, αλλά και διεθνείς φέρμες του έτοιμου ενδύματος, διαθέτουν στην αγορά οικολογικές σειρές «έξυπνων» ενδυμάτων. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται κυρίως υλικά από κάνναβη ή βιολογικό βαμβάκι από την Τουρκία και την Ινδία για παράδειγμα.

Αρκεί να αναφερθεί ως παράδειγμα πως η παγκόσμια παραγωγή κάνναβης παρουσίασε αύξηση 392% στο διάστημα 2000-2005 και μέχρι το τέλος του 2008 οι παγκόσμιες λιανικές πωλήσεις προϊόντων από κάνναβη παρουσιάζουν αύξηση κατά μέσο όρο 116% το χρόνο. Το 58% αυτών των προϊόντων απορροφούνται κυρίως από την Αγγλία, τη Γερμανία, τη Γαλλία και την Ιταλία, χώρες στις οποίες εδρεύουν οι μεγαλύτερες εταιρείες ενδυμάτων<sup>7</sup>.

Η αγορά των «έξυπνων» ενδυμάτων στην Ελλάδα δεν έχει εξελιχθεί καθώς τα καταστήματα που τα εμπορεύονται είναι ελάχιστα. Επίσης, δεν υπάρχει εγχώρια παραγωγή. Μολονότι η χώρα μας δεν καλλιεργεί στρέμματα από κάνναβη ή άλλα συναφή είδη παρασκευής των «έξυπνων» ενδυμάτων, ελάχιστα είναι αυτά τα υλικά που χρησιμοποιούνται και από αυτά τα περισσότερα είναι συγκεντρωμένα στη Θράκη<sup>3</sup>.

Αρκεί να αναφερθεί βέβαια σε αντίθεση με τα παραπάνω πως τα τελευταία πέντε χρόνια, στις ΗΠΑ και στον Καναδά, οι πωλήσεις των «έξυπνων» ενδυμάτων από βιολογικές ίνες κάνναβης έχουν αυξηθεί κατά 22%, ενώ στα επόμενα πέντε χρόνια στην Αμερική αναμένεται αύξηση 44% στις πωλήσεις ρούχων από βιολογικά υφάσματα<sup>9</sup>.

Τα οικολογικά είδη ρουχισμού «έξυπνων» ενδυμάτων που έχουν τη μεγαλύτερη ζήτηση είναι τα βρεφικά, τα παιδικά και τα γυναικεία. Τη μερίδα του λέοντος κατέχουν όμως τα εσώρουχα, τα οποία εφαρμόζουν κατευθείαν πάνω στο σώμα. Η αύξηση της ζήτησης έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον και των μεγάλων εταιρειών που αναζητούν τρόπους να δραστηριοποιηθούν στο χώρο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η επιχείρηση Nike, αλλά και ο οίκος μόδας Armani<sup>8</sup>.

### **2.3.1 Τι είναι το «Έξυπνο» Οικολογικό Ένδυμα**

Τα «έξυπνα» ενδύματα προέρχονται από φυσικές πρώτες ύλες, διευκολύνουν τη δερματική αναπνοή, δεν προκαλούν κνησμούς και αλλεργίες, μας προστατεύουν από τους μύκητες και την υπεριώδη ακτινοβολία και το κυριότερο είναι ότι δεν βλάπτουν την υγεία μας, όπως τα συμβατικά ρούχα.

Τα οικολογικά «έξυπνα» ενδύματα κατασκευάζονται από φυσικές πρώτες ύλες, όπως είναι το βαμβάκι, η σόγια, το λινάρι, το μπαμπού, η ήρεμη κάνναβη, η τσουκνίδα, το μετάξι και το μαλλί, οι οποίες προέρχονται από βιολογικές καλλιέργειες. Επιστρέφουν στη ζωή του καταναλωτή μετά από 70 χρόνια καθώς είχαν εκτοπιστεί από τα συνθετικά υφάσματα και το νάιλον. Το μπαμπού χρησιμοποιείται στις παιδικές πάνες και στα ελαστικά παντελόνια, η κάνναβη στα πουκάμισα και στα παντελόνια, το λινάρι στα φορέματα και τα πουκάμισα ενώ το βιολογικό βαμβάκι στις πετσέτες, στα παντελόνια και στις μπλούζες<sup>8</sup>.

Ένα ρούχο από κάνναβη για παράδειγμα λέγεται οικολογικό και «έξυπνο» ένδυμα όταν οι βασικές πρώτες ύλες προέρχονται από βιολογική καλλιέργεια και σε όλα τα στάδια παραγωγής χρησιμοποιούνται φυσικές ή ήπιες χημικές μέθοδοι και λιγότερη ενέργεια. Η κάνναβη βρέχεται και σπάζεται αντί να χρησιμοποιηθούν χημικά για τη διαδικασία αυτή. Το μικρό ή μηδαμινό ποσοστό χημικών στα οικολογικά ρούχα δεν προκαλεί αλλεργικές αντιδράσεις. Το πιο ασφαλές υλικό για τα αλλεργικά άτομα είναι βέβαια το βιολογικό βαμβάκι, το οποίο χρησιμοποιείται ιδιαίτερα για την κατασκευή παιδικών και βρεφικών ρούχων αλλά και εσωρούχων για παιδιά και ενήλικες.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονιστεί η διαφορά μεταξύ οικολογικού και βιολογικού ενδύματος. Ένα οικολογικό ρούχο κατασκευάζεται με πρώτες ύλες που προέρχονται από βιολογική καλλιέργεια και στα στάδια παραγωγής χρησιμοποιούνται φυσικές ή ήπιες χημικές μέθοδοι. Στην κατασκευή βιολογικού ρούχου απαιτούνται πάλι βιολογικές πρώτες ύλες αλλά χρησιμοποιούνται μόνο φυσικές μέθοδοι σε όλα τα στάδια παρασκευής του.

Έτσι το κόστος παραγωγής τους είναι αρκετά υψηλό, με αποτέλεσμα την επιβάρυνση της τελικής τιμής του προϊόντος <sup>2</sup>.

### **2.3.2 Τα Χαρακτηριστικά του «Έξυπνου» Οικολογικού Ενδύματος**

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του «έξυπνου» οικολογικού ενδύματος είναι τα εξής<sup>7</sup>:

1. Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία τους, προέρχονται αποκλειστικά από βιολογικές καλλιέργειες, χωρίς φυτοφάρμακα και επικίνδυνα λιπάσματα.
2. Σε αντίθεση με τα συνθετικά η επεξεργασία των οικολογικών ρούχων γίνεται μέσω της μηχανικής-θερμικής οδού. Για τη βαφή χρησιμοποιούνται φυσικές ή ατοξικές χημικές βαφές που δεν περιέχουν βαριά μέταλλα, φορμαλδεΰδη και αζωχρωστικές.
3. Για την λεύκανσή τους δεν χρησιμοποιείται χλωρίνη, αλλά φυσικά συστατικά και φυσικοί μέθοδοι.
4. Σε όλα τα στάδια επεξεργασίας για την δημιουργία του τελικού προϊόντος δεν χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες.
5. Τα οικολογικά ρούχα σέβονται το περιβάλλον και τον χρήστη. Έτσι δεν προκαλούν αλλεργίες και ανεπιθύμητες αντιδράσεις του δέρματος και επιτρέπουν στο σώμα να αναπνέει.

6. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τα οικολογικά ρούχα είναι: Μπαμπού, κάνναβη, λινάρι, τσουκνίδα, σόγια, βιολογικό βαμβάκι, μαλλί, μετάξι κ.α. Μάλιστα, το μπαμπού, όπως και η κάνναβη, έχουν αντιβακτηριακές και αντιμυκητιακές ιδιότητες.

### **2.3.3 Σύγκριση Συμβατικών Ενδυμάτων με τα «Έξυπνα» Οικολογικά Ενδύματα**

Υπάρχουν διάφορες έρευνες που αναφέρουν ότι ακόμη και τα βαμβακερά συμβατικά ρούχα μπορούν να επιβαρύνουν την υγεία του καταναλωτή, λόγω της μεγάλης ποσότητας των τοξικών φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του. Έχει υπολογιστεί ότι το βαμβάκι συγκεντρώνει το ένα τέταρτο της συνολικής ποσότητας φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιείται παγκοσμίως, ποσοστό που αυξάνεται συνεχώς λόγω της ανθεκτικότητας που αναπτύσσουν τα έντομα, άρα της δυσκολίας καταπολέμησης τους.

Παράλληλα, περίπου 8.000 διαφορετικές χημικές ουσίες χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία της μετατροπής ενός οικολογικού υλικού στα υφάσματα από τα οποία κατασκευάζονται τα συνθετικά βαμβακερά ρούχα για τη δημιουργία του τελικού προϊόντος. Το ύφασμα βάφεται με τοξικές βαφές και η μονιμοποίησή τους γίνεται με φορμαλδεύδη, μια ουσία γνωστή για τη μεταλλαξιογόνο δράση που έχει στο γενετικό μας υλικό<sup>9</sup>.

Η ανεξέλεγκτη χρήση των παραπάνω τοξικών ουσιών εγκυμονεί τεράστιους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία. Το πιο συχνό παράδειγμα είναι οι αλλεργίες που ορισμένοι άνθρωποι παρουσιάζουν σε ορισμένα υφάσματα. Τα χημικά που βρίσκονται στις ίνες του ενδύματος σταδιακά αποδεσμεύονται και

κάποιο μέρος τους απορροφάται από το δέρμα. Έρευνες φαρμακευτικών εταιρειών δείχνουν ότι οι ουσίες που εισβάλλουν στον οργανισμό μέσω του δέρματος παρουσιάζουν αυξημένη δραστικότητα έναντι των κλασικών φαρμάκων που εισέρχονται μέσω της πεπτικής οδού.

Σε αντίθεση με τα συμβατικά ρούχα, η επεξεργασία των οικολογικών «έξυπνων» υφασμάτων όπως της κάνναβης γίνεται με τεχνικές φιλικές στο περιβάλλον ακολουθώντας κυρίως τη μηχανική-θερμική οδό. Επίσης, κατά την λεύκανση τους δεν χρησιμοποιείται χλώριο, όπως στα συμβατικά ρούχα, αλλά γίνεται με μεθόδους που βασίζονται στο αλάτι ή στο οξυγόνο. Η βαφή των οικολογικών ενδυμάτων γίνεται με βαφές αντίδρασης ή βαφές από φυτά όπως η ρίγανη και το βελανίδι, οι οποίες είναι ανεξίτηλες αλλά δεν βάφουν ομοιόμορφα τα υφάσματα, με αποτέλεσμα να μην είναι κατάλληλες για μαζική παραγωγή, καθώς το φυσικό χρώμα διαφοροποιείται από ρούχο σε ρούχο. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται ήπιες χημικές βαφές που δεν περιέχουν βαρέα μέταλλα, φορμαλδεύδη και αζωχρωστικές<sup>8</sup>.

Όλες οι ετικέτες και οι συσκευασίες των οικολογικών «έξυπνων» ενδυμάτων είναι φτιαγμένες από ανακυκλωμένα υλικά και τα μελάνια έχουν βάση το νερό. Τα υλικά που περισσεύουν από την παραγωγή χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία νέων προϊόντων, ώστε να εξασφαλιστεί η μέγιστη απόδοση των φυσικών ινών από τις οποίες κατασκευάζονται. Στα συμβατικά ρούχα οι ραφές γίνονται με πλαστική κλωστή ενώ στα οικολογικά από φυσική κλωστή. Τέλος, στα συμβατικά ρούχα τα μεταλλικά αξεσουάρ είναι από νικέλιο και χρώμιο, ενώ στα οικολογικά «έξυπνα» ενδύματα χρησιμοποιούνται υποαλλεργικά μέταλλα.

Σε όλα τα στάδια παραγωγής και επεξεργασίας των οικολογικών ενδυμάτων από αντίστοιχα υλικά καταναλώνεται όσο το δυνατόν λιγότερη ενέργεια, οπότε το περιβάλλον δεν επιβαρύνεται στο βαθμό που επιβαρύνεται από τις βιομηχανίες παραγωγής συνθετικών ρούχων.

#### **2.3.4 Οικολογικές Βαφές για τα «Έξυπνα» Ενδύματα**

Κάποια συνθετικά χρώματα που χρησιμοποιούνται στη βαφή υφασμάτων από οικολογικά υλικά, ίσως δεν είναι ασφαλή για τον άνθρωπο. Μια από τις κατηγορίες χρωμάτων που περικλείουν σοβαρούς κινδύνους για την υγεία είναι τα αζωχρώματα. Πρόκειται για χημικές ουσίες οι οποίες απελευθερώνουν αρωματικές αμίνες, που αποτελούν πηγή άμεσου κινδύνου για τον άνθρωπο, ιδιαίτερα για τις ευαίσθητες ομάδες πληθυσμού όπως είναι τα παιδιά<sup>2</sup>.

Έχει αποδειχτεί ότι ορισμένα αζωχρώματα που χρησιμοποιούνται για τη βαφή κλωστοϋφαντουργικών και δερμάτινων προϊόντων από οικολογικά υλικά ενέχουν τον κίνδυνο πρόκλησης καρκίνου στους καταναλωτές και τους εργαζομένους. Πολλά κράτη μέλη έχουν λάβει ή κοινοποιήσει εθνικά νομοθετικά μέτρα τα οποία απαγορεύουν τη χρήση καρκινογόνων αζωχρωστικών. Ο βιομηχανικός και εμπορικός κόσμος επίσης συμφωνεί γενικά στην ανάγκη εναρμόνισης στον τομέα των αζωχρωμάτων.

Τα αζωχρώματα είναι επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία και χαρακτηρίζονται ως χημικές ουσίες τοξικές και επικίνδυνες για τα ανθρώπινα γονίδια ή την αναπαραγωγή όταν έχουν άμεση και παρατεταμένη επαφή με το ανθρώπινο δέρμα ή τη στοματική κοιλότητα. Επίσης, έχει αποδειχθεί ότι προκαλούν σημαντικές βλάβες στο ανοσοποιητικό σύστημα. Για τον



περιορισμό των αρνητικών αυτών επιδράσεων έχουν επιβληθεί περιορισμοί στη χρήση των χρωστικών ουσιών και ειδικότερα για προϊόντα που διατίθενται στο ευρύ καταναλωτικό κοινό. Τα αζωχρώματα δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται για τη βαφή κλωστοϋφαντουργικών και δερμάτινων προϊόντων ως ουσία ή συστατικό παρασκευασμάτων σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0,1% κατά βάρος, γι' αυτό και η συγκέντρωσή τους στα ενδύματα αυτά ρυθμίζεται από σχετική νομοθεσία.

Αζωχρώματα χρησιμοποιούνται ευρέως σε κλωστοϋφαντουργικά και δερμάτινα προϊόντα από οικολογικά υλικά όπως ενδύματα, κλινოსκεπάσματα, πετσέτες, είδη για τα μαλλιά, περούκες, καπέλα, πάνες και άλλα είδη ατομικής υγιεινής, υπνόσακους, υποδήματα, γάντια, λουράκια ρολογιών χειρός, τσάντες, πορτοφόλια κάθε είδους, χαρτοφύλακες, καλύμματα καθισμάτων, υφασμάτινα ή δερμάτινα παιχνίδια και παιχνίδια τα οποία περιλαμβάνουν υφασμάτινα ή δερμάτινα εξαρτήματα, νήματα και υφάσματα.

Σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 76/769/ΕΟΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, απαγορεύεται η χρήση επικίνδυνων αζωχρωστικών και η εμπορία ορισμένων κλωστοϋφαντουργικών και δερμάτινων προϊόντων τα οποία έχουν βαφεί με τις εν λόγω ουσίες. Όπως επιβεβαίωσε η Επιστημονική Επιτροπή Τοξικότητας, Οικοτοξικότητας και Περιβάλλοντος (CSTEE), μόνο οι διαλυτές αζωχρωστικές είναι βιοδιαθέσιμες και, συνεπώς, επικίνδυνες για τη δημόσια υγεία<sup>7</sup>.

Τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον της κλωστοϋφαντουργίας για τη βαφή με φυτικές χρωστικές από οικολογικά υλικά αυξάνεται. Οι λόγοι που οδήγησαν στη στροφή αυτή, 150 περίπου χρόνια μετά την πλήρη επικράτηση των

συνθετικών χρωμάτων, είναι κυρίως περιβαλλοντικοί, αφού τα βαμμένα με φυτικές χρωστικές κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα (νήματα, υφάσματα, ενδύματα) ανταποκρίνονται περισσότερο στις αυστηρές προδιαγραφές, που έχουν θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, τις ΗΠΑ κλπ. για τα λεγόμενα οικολογικά προϊόντα. Είναι επίσης γνωστό πόσο επιβαρυντική για το περιβάλλον διαδικασία είναι η σύνθεση των συμβατικών (συνθετικών) χρωμάτων (κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων νερού, ενέργειας, τοξικά παραπροϊόντα κλπ.).

#### **2.4 Φυσικές Κλωστοϋφαντουργικές Ίνες για Κατασκευή «Έξυπνων» Ενδυμάτων**

Οι φυσικές κλωστοϋφαντουργικές ίνες είναι φυτικής ή ζωικής προέλευσης. Η παγκόσμια παραγωγή φυσικών κλωστοϋφαντουργικών ινών ανήλθε το 2000 σε 20,4 εκατομμύρια τόνους, που αποτελεί το 40% του συνόλου των παραγόμενων κλωστοϋφαντουργικών ινών. Οι φυσικές κλωστοϋφαντουργικές ίνες είναι ιδιαίτερα απορροφητικές, δεν εμφανίζουν στατικό ηλεκτρισμό, τσαλακώνουν εύκολα και στεγνώνουν αργά<sup>8</sup>.

Τα τελευταία χρόνια οι φυσικές κλωστοϋφαντουργικές ίνες άρχισαν να αποκτούν πάλι μεγάλη σημασία, εξ αιτίας της ευαισθητοποίησης πολλών καταναλωτών σε θέματα οικολογικά και η κατασκευή οικολογικών ρούχων. Μεγάλες εταιρείες ενδυμάτων χρηματοδοτούν και προωθούν την παραγωγή φυσικών ινών καθώς προβλέπουν ότι οι πωλήσεις τους θα αυξηθούν σε μεγάλο βαθμό τα επόμενα χρόνια.

#### **2.4.1 Φυσικές Κλωστοϋφαντουργικές Ίνες Φυτικής Προέλευσης για Κατασκευή «Έξυπνων» Ενδυμάτων**

Οι φυσικές κλωστοϋφαντουργικές ίνες φυτικής προέλευσης προέρχονται από τον σπόρο (βαμβάκι, καπόκ), από τον βλαστό (λινάρι, γιούτα, κάνναβη, Ramie), από τα φύλλα (Sisal, Manila) ή από τον καρπό (κοκοφοίνικας) των φυτών. Το κύριο συστατικό των ινών αυτών είναι η κυτταρίνη, ουσία από την οποία αποτελείται το κυτταρικό τοίχωμα των φυτικών κυττάρων. Η κυτταρίνη είναι ένας πολυσακχαρίτης, που σχηματίζεται από μόρια γλυκόζης ενωμένα με γλυκοζιδικούς δεσμούς σε μακρομοριακές αλυσίδες<sup>9</sup>.

Οι σπουδαιότερες φυσικές κλωστοϋφαντουργικές ίνες φυτικής προέλευσης είναι το βαμβάκι, η γιούτα, η σόγια, το καλαμπόκι και το λινάρι, ενώ οι ίνες από καπόκ, κάνναβη, Ramie, Sisal, Manila και κοκοφοίνικας έχουν μικρότερη οικονομική σημασία αλλά εξίσου σπουδαία οικολογική αξία.

*Βαμβάκι (CO):* Το βαμβάκι, η πιο σημαντική κλωστοϋφαντουργική ίνα. Πρωτοεμφανίστηκε στην Ινδία και απ' εκεί μεταδόθηκε στην Κίνα. Στην Ευρώπη το έφεραν οι Άραβες στις αρχές του μεσαίωνα. Η παγκόσμια παραγωγή βαμβακιού ανήλθε το 2000 σε 19 εκατομμύρια τόνους, που αποτελεί το 37% του συνόλου των παραγόμενων κλωστοϋφαντουργικών ινών. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής βαμβακιού είναι η Κίνα, οι χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, οι ΗΠΑ, η Ινδία, το Πακιστάν και η Βραζιλία.

Οι ίνες του βαμβακιού αποτελούνται κατά 90% από κυτταρίνη και το μήκος τους μπορεί να φθάσει από 1,5 έως 5,0cm. Ποιοτικά τα λεπτά βαμβάκια που αποτελούνται από ίνες μεγάλου μήκους, όπως το Αιγυπτιακό, είναι τα

καλύτερα. Χαμηλής ποιότητας βαμβάκια περιέχουν συνήθως νεκρές και μη ώριμες ίνες, οι οποίες μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στην βαφή. Η εξωτερική στοιβάδα των ινών του βαμβακιού αποτελείται κατά 90% από υδρόφοβες ουσίες, όπως πεκτίνες και κεριά, οι οποίες προσδίδουν στις ίνες γυαλιστερή και απαλή αφή, μειώνουν όμως την ικανότητα διαβροχής τους. Οι ουσίες αυτές μπορούν να απομακρυνθούν με αλκαλικό βρασμό<sup>8</sup>.

Τα βαμβακερά ενδύματα έχουν καλή αντοχή στο πλύσιμο. Η αντίσταση τους στα απορρυπαντικά σημαίνει ότι είναι ιδανικά για συχνό πλύσιμο. Ο στεγνός καθαρισμός των βαμβακερών υφασμάτων εξασφαλίζει τη μη σμίκρυνση τους και αποτρέπει τη απώλεια της λάμψης του χρώματος και του σχήματος τους. Τα κυριότερα μειονεκτήματα των βαμβακερών υφασμάτων είναι ότι ζαρώνουν εύκολα και ότι αποκτούν κιτρινωπή απόχρωση όταν εκτεθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα στο φως. Τα υφάσματα αυτά, εξαιτίας της σύνθεσης της ίνας τους, ζαρώνουν πολύ εύκολα.

*Καπόκ (KP):* Οι ίνες καπόκ, που ονομάζονται επίσης και φυτικά πούπουλα, παράγονται από τα δέντρα καπόκ, που φυτρώνουν σε τροπικές χώρες, όπως η Ινδία και η Ινδονησία. Οι ίνες αυτές, των οποίων το μήκος μπορεί να φθάσει από 1 έως 4cm, έχουν χρώμα κίτρινο έως καφετί, είναι λεπτές, μαλακές, λείες, γυαλιστερές και πολύ ελαφριές, επειδή το εσωτερικό τους είναι γεμάτο με αέρα. Αυτό τις προσδίδει καλές μονωτικές ιδιότητες και τις καθιστά ικανές να επιπλέουν πολύ καλά στο νερό.

Οι ίνες καπόκ δεν μπορούν να κλωστοποιηθούν, επειδή είναι λείες και έχουν μειωμένη αντοχή. Οι ίνες καπόκ είναι εύφλεκτες και αδιάβροχες. Η διαδικασία συγκομιδής και διαλογής των ινών είναι πολύ δύσκολη και χρονοβόρα, για

αυτό άλλωστε και η χρήση τους έχει μειωθεί από άλλες φυτικές ίνες. Χρησιμοποιούνται κυρίως σαν υλικό γεμίσματος μαξιλαριών, στρωμάτων και σωσιβίων. Το δέντρο καπρόκ καλλιεργείται κυρίως στην Ασία, στις Φιλιππίνες, στη Μαλαισία αλλά και στη Νότια Αφρική.

*Λινάρι ( LI )*: Το λινάρι είναι από τις αρχαιότερες κλωστοϋφαντουργικές ίνες. Οι Αιγύπτιοι, οι Βαβυλώνιοι και οι Φοίνικες το λινάρι το καλλιεργούσαν συστηματικά από το 3400 π.Χ. και κατασκεύαζαν υφάσματα και ρούχα από λινάρι. Στις πυραμίδες μερικές από τις μούμιες ήταν τυλιγμένες με λεπτές λωρίδες από λινό ύφασμα. Από την Αίγυπτο το λινάρι διαδόθηκε στις άλλες χώρες της Μεσογείου και στη συνέχεια στην υπόλοιπη Ευρώπη.

Το λινάρι παράγεται από το ετήσιο φυτό *Linum usitatissimum*. Οι κυριότερες ποικιλίες του είναι δυο. Αυτές που καλλιεργούνται για τις ίνες του ονομάζονται κλωστικές ενώ αυτές που καλλιεργούνται για τα σπόρια τους ονομάζονται ελαιοδοτικές, καθώς από τα σπόρια τους παράγεται το λινέλαιο<sup>9</sup>. Το λινάρι ευδοκίμει σε εύκρατα κλίματα χωρίς μεγάλες και έντονες βροχοπτώσεις. Η ετήσια παγκόσμια παραγωγή λιναριού ανέρχεται σε περίπου 800.000 τόνους, που αποτελεί το 1,5% της παγκόσμιας παραγωγής κλωστοϋφαντουργικών ινών.



Οι ίνες του λιναριού, που ανήκουν στην κατηγορία των ινών φλοιού, έχουν χρώμα σταχτί έως λευκοκίτρινο, είναι μεγαλύτερης αντοχής από τις ίνες του βαμβακιού, δεν έχουν ελαστικότητα και τσαλακώνουν εύκολα. Είναι ανθεκτικές στις διάφορες προσβολές από μύκητες και μικροοργανισμούς και ανθεκτικότερες από αυτές του βαμβακιού. Επίσης η επιφάνειά τους είναι λεία, γυαλιστερή και δροσερή, είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας και μπορούν να πλεχτούν ή να υφανθούν μόνες τους ή μαζί με ίνες βαμβακιού. Μπορούν ακόμα να αποχρωματιστούν αλλά η βαφή τους είναι δύσκολη γιατί δεν διαπερνώνται εύκολα. Για αυτό το λόγο τα λινάρια βάφονται χρησιμοποιώντας βαφές υψηλής ποιότητας, εξασφαλίζοντας την ανθεκτικότητα του χρώματος στην ακτινοβολία και στο πλύσιμο<sup>9</sup>.

*Κάνναβη (HA):* Η κάνναβη είναι φυτό αυτοφυές και καλλιεργούμενο, ποώδες, ετήσιο, κλωστικό και ελαιοφόρο. Αναπτύσσεται σε υγρό έδαφος σε όλες σχεδόν τις κλιματολογικές συνθήκες και φθάνει σε ύψος τα 1,5 -7 μέτρα, ανάλογα το είδος, την ποικιλία και τις κλιματολογικές συνθήκες. Η καλλιέργεια της κάνναβης είναι μία "εκ' φύσεως" βιολογική καλλιέργεια. Οι ίνες κάνναβης

προέρχονται από το φυτό *Cannabis sativa* (ήμερη κάνναβη), που φύτεται σ' όλα σχεδόν τα εδάφη και κλίματα<sup>8</sup>.

Το μήκος τους μπορεί να φτάσει από 0,5 έως 5,5cm. Η κάνναβη ήταν ένα από τα πιο σημαντικά φυτά για τον άνθρωπο από το 8000 π.Χ. μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα. Πατρίδα της κάνναβης θεωρείται η κεντρική Ασία απ' όπου και εξαπλώθηκε σε όλο τον κόσμο. Χρησιμοποιήθηκε χιλιάδες χρόνια για διατροφή και ένδυση, ως πηγή ενέργειας αλλά και ως θεραπευτικό μέσο και ως ναρκωτικό. Περιέχει ορισμένες δραστικές ουσίες που την κατατάσσουν μεταξύ των ναρκωτικών φυτών. Γι' αυτόν τον λόγο σε πολλές χώρες δεν επιτρέπεται η καλλιέργειά της<sup>8</sup>.

*Γιούτα (JU)*: Οι ίνες γιούτα, που ανήκουν στην κατηγορία των ινών φλοιού, προέρχονται από το φυτό *Corchorus capsularis*, που φύτεται κυρίως στην Ινδία και στο Πακιστάν και έχει ύψος 3 έως 5m. Τα φυτά αυτά είναι ιθαγενή των Ινδιών, αλλά η καλλιέργεια τους παρουσιάζει ανάπτυξη στις τροπικές και υποτροπικές χώρες. Στην Ελλάδα καλλιεργείται σε περιοχές της Κρήτης και της Μακεδονίας και είναι γνωστό ως "μουχλιά"<sup>8</sup>.

Οι βλαστοί συλλέγονται το καλοκαίρι. Κόβονται από τη βάση και τοποθετούνται μέσα σε νερό, για να σαπίσουν και να ξεχωρίσουν οι ίνες από τις ξυλώδεις ουσίες. Ύστερα από αυτή την προετοιμασία ακολουθεί συσκευασία των βλαστών σε μπάλες, οι οποίες στέλνονται στα εργοστάσια για μηχανική και χημική επεξεργασία. Οι ίνες γιούτα είναι μετά το βαμβάκι οι πιο σημαντικές οικονομικά φυσικές ίνες φυτικής προέλευσης και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σάκων, σχοινιών, υφασμάτων συσκευασίας, κουρτινών και υφασμάτων επιπλώσεων<sup>9</sup>.

*Ramie (RA)*: Οι ίνες Ramie είναι λευκές, λεπτές, γυαλιστερές και παράγονται από το όμοιο με την τσουκνίδα φυτό *Boehmeria nivea*, που έχει ύψος 2 έως 3m και καλλιεργείται στην Κίνα, στην Ινδία και στις ΗΠΑ. Τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι όμοια με αυτά του βαμβακιού και του λινού. Η ίνα Ramie δίνει αίσθηση φρεσκάδας στην ενδυμασία και είναι εξαιρετικά ανθεκτική στη φθορά, στη μούχλα και στους μικροοργανισμούς. Το ύφασμα που κατασκευάζεται από αυτές τις ίνες έχει την τάση να ζαρώνει εύκολα, όπως το λινό. Είναι όμως πιο σκληρό στην αφή από ότι το λινό.

*Sisal (SI)*: Οι ίνες Sisal παράγονται από τα φύλλα του φυτού αγαύη (*Agave sisalana*), τα οποία έχουν μήκος 0,5 έως 1,5m και πλάτος 10m. Το φυτό αυτό φύτευται στην Κεντρική Αμερική (Μεξικό) και στην Ανατολική Αφρική (Κένυα, Τανζανία). Καλλιεργούνται σε μεγάλο βαθμό στη Βραζιλία από τις αρχές του 1930 ενώ η πρώτη εξαγωγή ινών πραγματοποιήθηκαν το 1948. Η παραγωγή του Sisal αναπτύχθηκε σε μεγάλο βαθμό στη Βραζιλία τη δεκαετία του 1960 και σήμερα θεωρείται η κυριότερη χώρα παραγωγής ινών Sisal σε όλο τον κόσμο<sup>8</sup>. Οι ίνες Sisal είναι πολύ γυαλιστερές, έχουν χρώμα κίτρινο, είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές στην υγρασία και στην προσβολή από μικροοργανισμούς και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ταπήτων, σχοινιών και διχτυών ψαρέματος<sup>9</sup>.

*Manila (AB)*: Οι ίνες Manila παράγονται από τα φύλλα του φυτού *Musa textilis*, που καλλιεργείται στις Φιλιππίνες, στην Ινδία και στην Ινδονησία. Οι ίνες αυτές είναι εξαιρετικά δυνατές, ανθεκτικές στην υγρασία και στο θαλασσινό νερό και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σχοινιών, ψαθών και διχτυών ψαρέματος.



*Κοκκοφοίνικας (CC)*: Ο κοκκοφοίνικας (*Cocos nucifera*) είναι μέλος της οικογένειας *Arecaceae* (φοινικιές). Αποτελεί το μοναδικό είδος του γένους *Cocos* και είμαι μια μεγάλη φοινικιά, με ύψος περίπου 30 μέτρων. Ο κοκκοφοίνικας συναντάται σε όλες τις χώρες με τροπικό κλίμα. Ο άνθρωπος έχει εκμεταλλευτεί στην κυριολεξία όλα τα μέρη του κοκκοφοίνικα για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες του<sup>8</sup>.

Οι ίνες κοκκοφοίνικα παράγονται από το περίβλημα του καρπού του κοκκοφοίνικα, που φύεται σ' όλες τις τροπικές χώρες. Η Ινδία και η Σρι Λάνκα είναι οι κυριότερες χώρες παραγωγής προϊόντων κοκκοφοίνικα. Οι ίνες κοκκοφοίνικα έχουν χρώμα κίτρινο έως καφετί, είναι ελαστικές και εξαιρετικά δυνατές και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ταπήτων, σάκων, ψαθών και σχοινιών.

*Μπαμπού* : Το μπαμπού είναι φυτό της ομάδας *Bambuseae* και της οικογένειας *αγρωστίδες (Gramineae)*. Πολλά από αυτά τα φυτά καλλιεργούνται ως διακοσμητικά. Περιλαμβάνουν γύρω στα 200 είδη, εκ των οποίων τα περισσότερα ανήκουν στο γένος *Βαμβούσα (Bambusa)* και *Αρουνδινάρια (Arundinaria)*. Ευδοκιμούν στην Ασία, στην Αμερική και στην Αφρική. Χρησιμοποιείται σήμερα κυρίως για την κατασκευή πλοίων και σαν οικοδομική ξυλεία<sup>8</sup>.

*Σόγια (Γιαννάρου, Λ. (2003))*: Η σόγια είναι ένα είδος όσπριου, το οποίο περιέχει εξαιρετικά μεγάλες ποσότητες αμινοξέων, άρα και πρωτεϊνών. Είναι ετήσιο φυτό και χρησιμοποιείται ως τροφή στην Κίνα τα τελευταία 5000 χρόνια. Η σόγια αποτελεί το κύριο συστατικό σε πολλές επεξεργασμένες τροφές, κυρίως όμως σε διαιτητικά προϊόντα.

Οι ίνες σόγιας παράγονται από τις πρωτεΐνες του φυτού και είναι αρκετά σπάνιες και ακριβές. Τα υφάσματα από σόγια είναι εξίσου απαλά και μαλακά με του μπαμπού, πολύ αέρινα, κομψά και πάρα πολύ υγιεινά, μίας και επιτρέπουν στην επιδερμίδα να αναπνέει, κρατώντας μακριά τον ανεπιθύμητο ιδρώτα και την κακοσμία<sup>9</sup>.

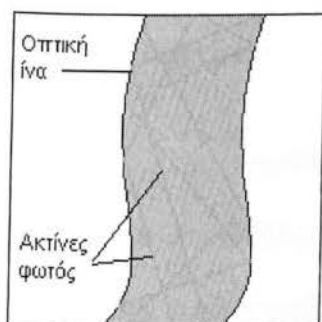
*Καλαμπόκι* : Οι ίνες καλαμποκιού φέρουν την ονομασία Ingeo και χρειάζονται και αυτές μια χημική επεξεργασία, εντούτοις η επεξεργασία τους αυτή δεν ελευθερώνει παρά ελάχιστο ποσοστό αερίου στην ατμόσφαιρα, μη επιβαρύνοντας ουσιαστικά το φαινόμενο του θερμοκηπίου<sup>9</sup>. Εξαιρετικά ανθεκτικές, οι ίνες από καλαμπόκι δημιουργούν υφάσματα άνετα και απαλά. Δυστυχώς, όπως και η σόγια, χρειάζεται γενετική τροποποίηση για την παραγωγή ικανοποιητικών ποσοτήτων φυτικών ινών, εκτός και αν είναι από βιολογικό καλαμπόκι.

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>

### Παρασκευή και Χρήση «Έξυπνων» από Οπτικές Ίνες – Ιδιότητες και Χαρακτηριστικά

#### 3.1 Οπτικές Ίνες – Χαρακτηριστικά και Ιδιότητες

Όπως είναι γνωστό, τα καλώδια κατασκευάζονται από χαλκό ή κράματά του. Όμως ο χαλκός παράγεται σε λίγες μόνο χώρες του κόσμου. Έτσι οι υπόλοιπες χώρες είναι εξαρτημένες από αυτές που τον παράγουν. Οι ερευνητές ωθήθηκαν στο να προτείνουν πιο συμφέρουσες εναλλακτικές λύσεις παρακινούμενοι και από την προσπάθεια απεξάρτησης από τις χώρες παραγωγής χαλκού και από την προσπάθεια αποτροπής υποκλοπών στις τηλεπικοινωνίες καθώς και μεταφοράς μεγαλύτερου “όγκο” πληροφοριών<sup>10</sup>.



Έτσι οι άνθρωποι οδηγήθηκαν στην κατασκευή των οπτικών ινών. Οι οπτικές ίνες είναι πολύ λεπτές κυλινδρικές ίνες γυαλιού ή πλαστικού με διάμετρο κάτω των 8μm (δηλαδή πιο λεπτές από μια τρίχα). Είναι διαφανείς και εύκαμπτες. Κατασκευάζονται από εξαιρετικά καθαρό γυαλί, με τρόπο ώστε να αντανακλούν το φως προς τον άξονά τους – να το κρατούν στο εσωτερικό τους. Έτσι, οι δέσμες φωτός μεταδίδονται εύκολα και γρήγορα.

Με τις ακτίνες λέιζερ, ένα σήμα μπορεί να μεταδοθεί δια μέσου οπτικών ινών σε απόσταση μεγαλύτερη από 50 χλμ. Χωρίς ενδιάμεση ενίσχυση. Αυτό σημαίνει ότι οι οπτικές ίνες είναι πιο αποτελεσματικές από τα χάλκινα καλώδια. Με ένα μόνο ζεύγος οπτικών ινών μπορούν να πραγματοποιηθούν ταυτόχρονα εκατοντάδες τηλεφωνικές συνδιαλέξεις<sup>11</sup>

### ***Τι Επιτυγχάνεται με τις Οπτικές Ίνες***

Με την βοήθεια των οπτικών ινών μπορεί κανείς να “αναγκάσει” μια φωτεινή δέσμη να ακολουθήσει όποια διαδρομή επιθυμεί. Θα μπορούσε να αναφερθεί ότι, όπως με ένα εύκαμπτο λάστιχο ποτίσματος μπορεί κανείς να οδηγήσει το νερό από την βρύση σε ένα σημείο του κήπου του, έτσι και με τις οπτικές ίνες μπορεί να “οδηγήσει” το φως από μια ακίνητη πηγή σε οποιοδήποτε σημείο επιθυμεί. Γι’αυτό αναφέρεται ότι μια οπτική ίνα είναι ένας φωτοαγωγός ή φωτοοδηγός<sup>11</sup>.

### ***Πώς Λειτουργούν***

Κλείνεται ένας λαμπτήρας σε ένα αδιαφανές κουτί και ανάβει. Αυτός δε φωτίζει το περιβάλλον. Τώρα με μια λεπτή βελόνα ανοίγεται μια οπή στο κουτί. Από αυτό ξεπηδά μια λεπτή ακτίνα φωτός, που διαδίδεται ευθύγραμμα. Στη συνέχεια λαμβάνεται μια οπτική ίνα και “σφηνώνεται” στην οπή. Το φως που φτάνει στην άκρη της ίνας προσπίπτει στην κυλινδρική της επιφάνεια, από μέσα, με γωνία μεγαλύτερη από την οριακή γωνία και παθαίνει ολική ανάκληση. Έτσι το φως μετά από συνεχείς ολικές ανακλήσεις βγαίνει από το άλλο άκρο της οπτικής ίνας, ακόμα και αν αυτή είναι καμπυλωμένη.

### ***Πώς είναι κατασκευασμένη μια οπτική ίνα***

Στην πράξη χρησιμοποιείται δέσμη οπτικών ινών. Αν οι ίνες αποτελούνταν μόνο από ένα υλικό, τότε το φως που “ταξιδεύει” στο εσωτερικό τους θα περνούσε, όταν θα έρχονταν σε επαφή, από την μια ίνα στην άλλη. Γι’ αυτό κάθε ίνα επικαλύπτεται με ένα λεπτό στρώμα υλικού μικρότερου δείκτη διάθλασης ή με πολλά λεπτά στρώματα, έτσι ώστε κάθε επόμενο στρώμα να έχει μικρότερο δείκτη διάθλασης από τον προηγούμενο. Τέλος στο σύστημα της γυάλινης ίνας τοποθετείται ένα περίβλημα που την προστατεύει και την κάνει πιο ανθεκτική σε μηχανικές καταπονήσεις. Όπως γίνεται φανερό από τα παραπάνω, κάθε οπτική ίνα αποτελείται από τρία μέρη:

- *Την κεντρική γυάλινη κυλινδρική ίνα, που ονομάζεται πυρήνας και είναι το τμήμα στο οποίο διαδίδεται το φως.*
- *Την επικάλυψη (απλή ή πολλαπλή), που είναι ένας ομόκεντρος με τον πυρήνα κύλινδρος. Έχει μικρότερο δείκτη διάθλασης από τον πυρήνα, για να παθαίνει το φως συνεχείς ολικές ανακλάσεις. Η επικάλυψη αυτή ονομάζεται μανδύας*
- *Το περίβλημα, που είναι ένα αδιαφανές πλαστικό.*

### ***Πόσο μακριά μπορεί να φτάσει το φως μέσα σε μια οπτική ίνα***

Το φως κατά το “ταξίδι” του σε μια οπτική ίνα εξασθενεί. Αυτό συμβαίνει συνήθως για τους παρακάτω λόγους:

- Λόγω απορρόφησης, που οφείλεται στις ξένες προσμείξεις που υπάρχουν στο γυαλί
- Λόγω σκέδασης το φως διεισδύει στο μανδύα και διασκορπίζεται. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται εντονότερα, αν στην οπτική ίνα υπάρχουν συνδέσεις.
- Λόγω κακής κατασκευής υπάρχουν στην διάμετρο του πυρήνα, για παράδειγμα, μικροδιακυμάνσεις.
- Λόγω μεγάλης καμψής της οπτικής ίνας.

Αν ο πυρήνας ήταν κατασκευασμένος από κοινό γυαλί, όπως αυτό των τζαμιών των σπιτιών, τότε το φως θα "ταξίδευε" μέσα στην ίνα το πολύ ένα μέτρο. Για το λόγο αυτό το γυαλί που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του πυρήνα είναι μεγάλης καθαρότητας. Έτσι το φως μεταφέρεται σε απόσταση πολλών χιλιομέτρων με πολύ μικρές απώλειες. Η καθαρότητα του γυαλιού είναι τέτοια, ώστε, αν θέλαμε να αντικαταστήσουμε το κοινό τζάμι ενός παραθύρου με τζάμι κατασκευασμένο από υλικό ίδιο με αυτό των οπτικών ινών, τότε αυτό, για να έχει την ίδια απορρόφηση φωτός, θα έπρεπε να έχει πάχος 1km περίπου

### **Πού Χρησιμοποιούνται οι Ίνες**

Οι οπτικές ίνες βρίσκουν πάρα πολλές εφαρμογές. Οπτικές ίνες μεγάλης διαμέτρου και μικρής καθαρότητας (συνήθως πλαστικές) χρησιμοποιούνται στην κατασκευή φωτεινών επιγραφών, στην διακόσμηση και στο φωτισμό των πισίνων. Έτσι αποτρέπεται ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας. Δέσμη οπτικών ινών (με μια μόνο λάμπα) φωτίζει πολλές προθήκες καταστημάτων ή πολλούς πίνακες ζωγραφικής στις γκαλερί, ώστε να εξοικονομούμε ηλεκτρική ενέργεια.

Με την βοήθεια των οπτικών ινών μπορούμε να παρατηρήσουμε αντικείμενα απρόσιτα σε άμεση παρατήρηση.

Έτσι κατασκευάστηκε το ενδοσκόπιο, όργανο που χρησιμοποιείται στην Ιατρική, για να κάνει ορατές ορισμένες εσωτερικές περιοχές του σώματός μας. Παρόμοια συστήματα χρησιμοποιούνται από τους μηχανικούς για να εντοπίσουν βλάβες στο εσωτερικό των μηχανών. Η πιο σημαντική εφαρμογή των οπτικών ινών αφορά τις τηλεπικοινωνίες. Ίσως όλοι έχουμε ακούσει για την χρήση των οπτικών ινών στις ψηφιακές (digital) τηλεπικοινωνίες. Η χρήση τους έφερε την επανάσταση στο χώρο αυτό για τους λόγους που αναφέρουμε παρακάτω:

- Με την βοήθεια μιας ίνας μπορεί κανείς να μεταφέρει ταυτόχρονα και χωρίς παρεμβολές χιλιάδες τηλεφωνήματα, δεκάδες εκπομπές τηλεοπτικών καναλιών και μεγάλο αριθμό δεδομένων υπολογιστών.
- Οι διαστάσεις των καλωδίων των οπτικών ινών και το βάρος τους είναι πολύ μικρότερα από τα αντίστοιχα του χαλκού. Λόγου χάρη, ένα καλώδιο οπτικών ινών μπορεί να αντικαταστήσει χάλκινο καλώδιο δεκαπλάσιας, περίπου, διαμέτρου και τριανταπλάσιου, περίπου, βάρους.
- Κατά τη μεταφορά των πληροφοριών δεν υπάρχουν παράσιτα.
- Είναι πολύ δύσκολη η υποκλοπή (τοποθέτηση "κοριών") ή η συνακρόαση.
- Δεν χρειάζονται γείωση.
- Μπορούν να παραχθούν από κάθε χώρα με συνέπεια την απεξάρτησή της από χώρες που παράγουν χαλκό. Έτσι επιτυγχάνεται και

τεχνολογική διάχυση. Στην Ελλάδα υπάρχουν εργοστάσια παραγωγής οπτικών ινών, δηλαδή επεξεργασίας του διοξειδίου του πυριτίου, με πρώτη ύλη την άμμο.

Όπως ήδη αναφέρθηκε λοιπόν, οι οπτικές ίνες, θεωρούνται ειδικά νήματα τα οποία έχουν κατασκευαστεί από γυαλί και με μια διάμετρο περίπου όσο μια ανθρώπινη τρίχα. Το υλικό από το οποίο έχουν κατασκευαστεί οι ίνες αυτές επιτρέπει τη μετάδοση του φωτός από το εσωτερικό τους, ενώ συνήθως τις συναντάμε συγκεντρωμένες κατά χιλιάδες σε δέσμες, που σχηματίζουν τα λεγόμενα οπτικά καλώδια σε άλλες εφαρμογές της τεχνολογίας<sup>10</sup>.

Οι οπτικές ίνες ή οι ίνες γυαλιού, οι οποίες είναι πολύ λεπτά, μακριά νήματα πολύ καθαρού γυαλιού περίπου στη διάμετρο μιας ανθρώπινης τρίχας και οι οποίες αποτελούν μια ακόμα λύση στη δημιουργία των έξυπνων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και «έξυπνων» ενδυμάτων. Διευθετούνται επίσης σε δέσμες και χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση φωτεινών σημάτων σε μεγάλες αποστάσεις<sup>12</sup>.

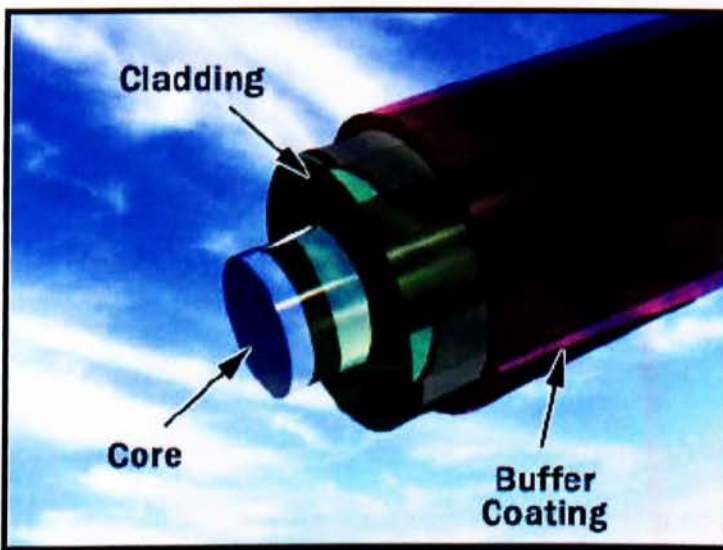
Οι οπτικές ίνες αποτελούνται επίσης από τον πυρήνα (core), δηλαδή το λεπτό γυάλινο κέντρο και στο οποίο ταξιδεύει το φως, την επικάλυψη (cladding), το εξωτερικό οπτικό υλικό που περιβάλλει τον πυρήνα και αντανακλά το φως σε αυτόν, και το επικαλυπτικό στρώμα (buffer coating), το πλαστικό επικαλυπτικό στρώμα που προστατεύει την ίνα από τη φθορά και την υγρασία<sup>12</sup>.

Υπάρχουν ουσιαστικά δύο τύποι οπτικών ινών, οι *single-mode* και οι *multi-mode*. Οι *single-mode* έχουν μικρούς πυρήνες και μεταδίδουν ένα υπέρυθρο λέιζερ φως. Οι *multi-mode* ίνες διαθέτουν μεγαλύτερους πυρήνες και



μεταδίδουν ένα υπέρυθρο φως μέσω LEDs. Κάποιες οπτικές ίνες μπορεί να είναι κατασκευασμένες από πλαστικό. Αυτές έχουν μεγάλο πυρήνα και μεταδίδουν ορατό κόκκινο φως μέσω LEDs. Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες, στα τοπικά δίκτυα, στην καλωδιακή τηλεόραση και σε αισθητήρες για τη μεταφορά σημάτων με τη μορφή παλμών ή φωτός<sup>12</sup>.

Οι οπτικές ίνες διαθέτουν επίσης το πλεονέκτημα της ανθεκτικότητας, αλλά ταυτόχρονα θεωρούνται φτωχές σε ευκαμψία και αντοχή στο γρατζούνισμα. Επίσης, το κόστος τους είναι σχετικά υψηλό. Ένα παράδειγμα χρήσης οπτικών ινών σε κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα είναι η εύκαμπτη οθόνη, που ανέπτυξε η France Telecom, σε μερικά πρωτότυπα είδη ιματισμού.



*Εικόνα Νο.2 - Συστατικά Οπτικών Ίνων*

Τα μεταλλικά νήματα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ηλεκτρικά αγώγιμων υφασμάτων. Για πολλά χρόνια, η βιομηχανία κλωστοϋφαντουργίας ύφαινε μεταλλικά νήματα, όπως από φύλλο χρυσού και από ασήμι, για καθαρά διακοσμητικούς λόγους. Ένα παράδειγμα αποτελεί η

μεταξωτή οργάντζα (silk organza), η οποία περιέχει δυο τύπους ινών, στη μία κατεύθυνση (στημόνι) αποτελείται από απλό νήμα μεταξιού και στην άλλη κατεύθυνση (υφάδι) από νήμα μεταξιού περιβεβλημένο από λεπτό φύλλο χαλκού (copper foil).

Το νήμα με το χάλκινο περιτύλιγμα, είναι ιδιαίτερα αγωγίμο, ελαστικό και επιπλέον διαθέτει αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες, επιτρέποντας την επεξεργασία, π.χ. κέντημα, με βιομηχανικά μηχανήματα παραγωγής ενδυμάτων. Τα κυκλώματα που κατασκευάζονται από οργάντζα, πρέπει μόνο να προστατευτούν από την επαφή με τον εαυτό τους, για την αποφυγή βραχυκυκλώματος. Η προστασία επιτυγχάνεται εύκολα με την επικάλυψη ή την υποστήριξη του υφάσματος με ένα μονωτικό στρώμα, το οποίο μπορεί να είναι ακόμα και κάποιο άλλο ύφασμα<sup>13</sup>.

### **3.2 «Έξυπνα» Ενδύματα και Οπτικές Ίνες**

Αποτελεί γεγονός πως οι άνθρωποι κουβαλούν όλο και περισσότερο σε καθημερινή βάση ηλεκτρονικά προϊόντα και τα «έξυπνα» υλικά πάνω τους. Οπότε, η ενσωμάτωση αυτών των προϊόντων στον ιματισμό είναι το επόμενο λογικό βήμα. Η ανάγκη όμως για τα «έξυπνα» ενδύματα είναι υπαρκτή και το κοινό στο οποίο απευθύνονται συνεχώς διευρύνεται. Τα παραδείγματα αυτών των πρωτοτύπων που έχουν κατασκευαστεί, αλλά και κάποιων εφαρμογών που έχουν φτάσει στην αγορά, είναι ήδη αρκετά όπως για παράδειγμα οι οπτικές ίνες<sup>3</sup>.

Το έξυπνο ένδυμα κατασκευασμένο από οπτικές ίνες έχει γίνει μια πιθανή εναλλακτική λύση για ένα ευρύ φάσμα προσωπικών εφαρμογών,

συμπεριλαμβανομένων της επικοινωνίας, της ψυχαγωγίας, της ασφάλειας, καθώς επίσης και εφαρμογών που απαιτούν μυστικότητα. Τα έξυπνα ενδύματα από οπτικές ίνες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως επαγγελματικά εργαλεία παράδειγμα για στρατιωτικούς ή για πυροσβέστες ή να παρέχουν βοήθεια σε ειδικές ομάδες ατόμων, όπως ηλικιωμένοι, άτομα με ειδικές ανάγκες και παιδιά.

Οι λύσεις σε διάφορα ιατρικά θέματα επίσης, όπως την παρακολούθηση ασθενών από το σπίτι, είναι δυνατό να δοθούν μέσω των εφαρμογών έξυπνων ενδυμάτων και των οπτικών ινών. Εκτός από δίχτυ ασφαλείας της υγείας, τα έξυπνα ενδύματα μπορεί να αποτελούν και ένα μέσο προστασίας κατά του εγκλήματος. Η κατάσταση κινδύνου μπορεί να υποδεικνύεται από την παρακολούθηση των καρδιακών παλμών σε συνδυασμό με την ένταση της σωματικής δραστηριότητας και σε ορισμένες περιπτώσεις να ενεργοποιείται αυτόματα συναγερμός.

Αν για παράδειγμα, οι χτύποι της καρδιάς αυξηθούν ασυνήθιστα, ενώ οι αισθητήρες από οπτικές ίνες στα υποδήματα υποδηλώνουν ότι δεν υπάρχει κίνηση, είναι πολύ πιθανό η αύξηση των καρδιακών παλμών να προκαλείται από άλλο παράγοντα, όπως ο χρήστης να βρίσκεται υπό την απειλή όπλου.

Ακόμα και μετά την αφαίρεση των έξυπνων ενδυμάτων από οπτικές ίνες το βράδυ, μια λύση, π.χ. για τον έλεγχο της θέρμανσης σε ένα δωμάτιο, μπορεί να αποτελούν τα έξυπνα εσώρουχα. Κατά τη διάρκεια της νύχτας τα εσώρουχα με τους ενσωματωμένους αισθητήρες από οπτικές ίνες μπορούν να ρυθμίζουν τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ανοίγοντας ή κλείνοντας τη

θέρμανση, ανάλογα με τις αλλαγές που συμβαίνουν στο μεταβολισμό του σώματος<sup>11</sup>.

Βέβαια, σε όλες τις εφαρμογές από οπτικές ίνες προκύπτουν ενδιαφέροντα προβλήματα, όπως για παράδειγμα αν η θέρμανση σε ένα χώρο ρυθμίζεται από περισσότερα από ένα άτομα, με ποιο τρόπο θα επιτευχθούν οι συνθήκες άνεσης για όλους τους χρήστες. Ανάλογα με την περίπτωση και τις ανάγκες που προορίζονται να καλύψουν, τα έξυπνα ενδύματα από οπτικές ίνες που παρουσιάζονται στη συνέχεια, έχουν διαχωριστεί σε κάποιες υποκατηγορίες.

Τον πρώτο βασικό τομέα έξυπνων ενδυμάτων από οπτικές ίνες αποτελούν τα ιατρικά ενδύματα. Πρόκειται για τις εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί για να εξυπηρετήσουν ιατρικούς σκοπούς και κυρίως για να ενισχύσουν την παρακολούθηση της υγείας ασθενών ή ομάδων υψηλού κινδύνου εξ' αποστάσεως<sup>3</sup>.

Ο δεύτερος τομέας έξυπνων ενδυμάτων από οπτικές ίνες που αναφέρεται είναι αυτός των αθλητικών ενδυμάτων. Τα επιπρόσθετα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτουν τα αθλητικά ενδύματα είναι παρόμοια με αυτά των ιατρικών, καθώς οι απαιτήσεις της ασφαλούς προπόνησης, υπαγορεύουν την παρακολούθηση της φυσικής κατάστασης και των ζωτικών παραμέτρων των αθλητών.

Έτσι κάποιες από τις εφαρμογές ιατρικών και αθλητικών ενδυμάτων είναι κοινές. Τέλος, ακολουθεί η παρουσίαση εφαρμογών που σχετίζονται με την επικοινωνία και τη διασκέδαση. Τα ενδύματα από οπτικές ίνες αυτής της ομάδας διαθέτουν ενσωματωμένα συστήματα επικοινωνίας, αναπαραγωγής

ήχου, καταγραφής εικόνας και βίντεο, εντοπισμού θέσης και άλλα πρωτότυπα χαρακτηριστικά<sup>10</sup>.

### **3.3 «Έξυπνα» Ενδύματα και Βαφή Οπτικών Ινών με Φυτικές Χρωστικές Ουσίες**

Τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον της κλωστοϋφαντουργίας για τη βαφή των οπτικών ινών στα «έξυπνα» ενδύματα με φυτικές χρωστικές αυξάνεται. Οι λόγοι που οδήγησαν στη στροφή αυτή, 150 περίπου χρόνια μετά την πλήρη επικράτηση των συνθετικών χρωμάτων, είναι κυρίως περιβαλλοντικοί, αφού τα βαμμένα με φυτικές χρωστικές κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα όπως τα γενικότερα νήματα, υφάσματα, ενδύματα και στη προκειμένη περίπτωση από οπτικές ίνες ανταποκρίνονται περισσότερο στις αυστηρές προδιαγραφές, που έχουν θεσπιστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, τις ΗΠΑ και άλλες χώρες αντίστοιχα.

Είναι επίσης γνωστό πόσο επιβαρυντική για το περιβάλλον διαδικασία είναι η σύνθεση των συμβατικών δηλαδή συνθετικών χρωμάτων όπως κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων νερού, ενέργειας, τοξικά παραπροϊόντα κλπ.. Έτσι και στην Ελλάδα πολλά βαφεία οπτικών ινών στα «έξυπνα» ενδύματα έχουν αρχίσει να ευθυγραμμίζονται με τις απαιτήσεις αυτές χρησιμοποιώντας σε μικρή αρχικά κλίμακα φυσικές χρωστικές για τις λεγόμενες 'οικολογικές' βαφές<sup>13</sup>.

Η διεθνής βιβλιογραφία για τη χρήση των φυτικών χρωστικών στη βαφή υφάνσιμων οπτικών ινών στα «έξυπνα» ενδύματα είναι περιορισμένη. Ειδικά για τον κρόκο υπάρχουν λίγες πρόσφατες σχετικά (2002) ανακοινώσεις

ομάδας Ιαπώνων ερευνητών, που αφορούν τη βαφή βαμβακερών, μάλλινων και μεταξωτών οπτικών ινών για τα «έξυπνα»<sup>13</sup>.

Βέβαια έχουν διεξαχθεί και εξετάζονται σχετικές έρευνες αναφορικά με τις βαφικές ιδιότητες υδατικού εκχυλίσματος στιγμάτων κρόκου των οπτικών ινών στα «έξυπνα» ενδύματα, καθώς και οι ιδιότητες αντοχής σε υγρή κατεργασία και στην ακτινοβολία όπως BS 1006 1990 C02 και B02 βαμμένων με αυτό βαμβακερών, μάλλινων και μεταξωτών υφασμάτων απευθείας και μετά από κατεργασία με μεταλλικά άλατα όπως θειϊκός σίδηρος, χλωριούχος ψευδάργυρος, θειϊκό αργίλιο και τρυγικό καλιονάτριο<sup>12</sup>.

Η κατεργασία αυτή, γνωστή ως πρόστυψη, αποσκοπεί στη βελτίωση της αντοχής των βαμμένων οπτικών ινών στα «έξυπνα» ενδύματα και των υφασμάτων σε διάφορες κατεργασίες και είναι ένας παραδοσιακός τρόπος βελτίωσης των βαφικών ιδιοτήτων των φυσικών χρωστικών και επίτευξης διαφόρων αποχρώσεων, που οφείλονται στο σχηματισμό συμπλόκων χρωστικής-μετάλλου πάνω στην ίνα. Τα βαμμένα δείγματα, προκατεργασμένα και μη, εξετάζονται οπτικά και φασματοφωτομετρικά με σκοπό να διαπιστωθούν μεταβολές στην απόχρωση, καθώς και στη φωτεινότητα των χρωματισμών με την πρόστυψη.

Η αντοχή βέβαια των οπτικών ινών στα «έξυπνα» ενδύματα και σε υγρή κατεργασία και ακτινοβολία των βαμμένων χωρίς πρόστυψη υφασμάτων είναι φτωχή έως μέτρια, ανάλογα με το είδος του υφάσματος, βελτιώνεται όμως με τη χρήση των μεταλλικών αλάτων<sup>12</sup>. Η βελτίωση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική, όταν ως πρόστυμα έχει χρησιμοποιηθεί θειϊκός σίδηρος. Στην περίπτωση αυτή όμως οι χρωματισμοί στο μάλλινο και βαμβακερό ύφασμα

γίνονται πιο μουντοί και σκοτεινοί. Η επίδραση του θειϊκού σιδήρου δεν είναι τόσο εμφανής στο μεταξωτό ύφασμα καθώς και στο στρώμα οπτικών ινών στα «έξυπνα» ενδύματα.

Τα βαμμένα υφάσματα απευθείας ή μετά από πρόστυψη παρουσιάζουν πολύ μικρές διαφορές μεταξύ τους όπου βρίσκονται όλα στην περιοχή του κίτρινου, παρά τις μεταξύ τους διαφορές ως προς τη φωτεινότητα και την καθαρότητα των χρωματισμών. Στα μάλλινα και μεταξωτά υφάσματα οι χρωματισμοί είναι ιδιαίτερα φωτεινοί σε σχέση με τα βαμβακερά. Οι οπτικές ίνες προσροφούν σε σχέση με τις βαμβακερές ιδιαίτερα μεγάλο ποσοστό χρωστικής, πράγμα που φαίνεται και οπτικά.

Ωστόσο η χρήση αλάτων μετάλλων ως προστυμάτων παρουσιάζει προβλήματα λόγω των περιβαλλοντικών της επιπτώσεων όπως τοξικά απόβλητα βαφής. Έτσι οι έρευνες προσανατολίζονται στην αντικατάσταση της πρόστυξης με την ενζυμική κατεργασία των οπτικών ινών πριν από τη βαφή, μέθοδο ήπια περιβαλλοντικά και αρκετά αποτελεσματική σύμφωνα με τις πρώτες ενδείξεις<sup>13</sup>.

### **3.4 Εφαρμογή Οπτικών Ινών σε Κατηγορίες «Έξυπνων» Ενδύματων και Παραδείγματα Εταιριών που Διεξάγουν Αντίστοιχες Έρευνες**

Υπάρχουν κάποιες εφαρμογές έξυπνων ενδυμάτων και συμπεριλαμβανομένων των οπτικών ινών και που θα μπορούσαν να περιγραφούν καλύτερα ως έξυπνες στολές. Παραδείγματα εφαρμογής οπτικών ινών σε ενδύματα αποτελούν οι στρατιωτικές εφαρμογές ή εφαρμογές που σχετίζονται περισσότερο με το εργασιακό περιβάλλον, παρά με την καθημερινή ζωή.

Μια έξυπνη στολή με χρήση οπτικών ινών φοριέται στην αρχή μιας εργασίας και αφαιρείται με την ολοκλήρωσή της. Υπάρχει μια βασική διαφορά ως προς την αντιμετώπιση των προσωπικών ενδυμάτων και των στολών οπτικών ινών από τους χρήστες. Αν και οι καταστάσεις στις οποίες χρησιμοποιείται στολή είναι αρκετές, δεν επιτυγχάνεται ο ίδιος βαθμός οικειότητας, όπως με τα προσωπικά ενδύματα<sup>3</sup>.

Η πλήρης εκμετάλλευση των δυνατοτήτων μιας έξυπνης στολής με οπτικές ίνες μπορεί να επιτευχθεί μόνο όταν ο χρήστης αισθάνεται ότι ο εξοπλισμός του ανήκει, χειρίζεται και ελέγχεται από αυτόν. Για αυτό το λόγο, θα πρέπει να υπάρχουν κάποια περιθώρια προσωπικής έκφρασης και παρέμβασης στις έξυπνες στολές με οπτικές ίνες.

Αναφερόμενοι σε αυτή τη περίπτωση, θα μπορούσε να αναρωτηθεί κανείς στις μέρες μας ποια σχέση έχει μια εταιρία από τη Θεσσαλονίκη με το αμερικανικό υπουργείο Άμυνας και πέντε στρατιωτικά νοσοκομεία των ΗΠΑ, που δέχονται τραυματίες από εμπόλεμες ζώνες, ιδίως του Αφγανιστάν και του



Ιράκ. Τι μπορεί δηλαδή να προσφέρει σε ασθενείς μακρόχρονης κατάκλισης ένα έξυπνο ύφασμα με αισθητήρες οπτικών ινών, που φέρει τις αντίστοιχες εγκρίσεις των Βρυξελλών<sup>13</sup> και γιατί στελέχη του περίφημου πανεπιστημίου MIT διατηρούν σχέσεις στενής επικοινωνίας με επιστήμονες, που εδρεύουν στην ανατολική Θεσσαλονίκη.

Οι απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα βρίσκονται στη θερμοκοιτίδα επιχειρήσεων THERMI. Εκεί δραστηριοποιούνται μια σειρά από καινοτόμες εταιρίες ως προς τη κατασκευή ενδυμάτων από οπτικές ίνες.

Μεταξύ αυτών, η «*Biomerodin Laboratories A.E.*», που ιδρύθηκε από τη μητρική επιχείρηση THERMI. Η εταιρία βρίσκεται στα τελευταία στάδια για τη διεθνή κατοχύρωση και προστασία της πνευματικής της ιδιοκτησίας, που αποτελείται από χαρτοφυλάκιο τριών ευρεσιτεχνιών, όπου πρόκειται για σύστημα τρισδιάστατης απεικόνισης της κίνησης των κάτω άκρων σε πραγματικό χρόνο, με τη βοήθεια ακτινών Χ. Η εταιρία εγκατέστησε πειραματικό μοντέλο στο πανεπιστήμιο Ουϊσκόνσιν, ενώ παράλληλα διεξάγει δοκιμές σε συνεργασία με το αμερικανικό υπουργείο Άμυνας. Στόχος είναι η πιστοποίηση του συστήματος και η αρχική εγκατάσταση στα προαναφερθέντα πέντε στρατιωτικά νοσοκομεία με έξυπνες στολές από οπτικές ίνες.

Θα πρέπει να αναφερθεί πως η «*Biomerodin*» ηγείται επίσης διεθνούς κοινοπραξίας, η οποία ανέλαβε ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα, προϋπολογισμού 1,3 εκατ. ευρώ, για τη δημιουργία «έξυπνου υφάσματος» με οπτικές ίνες. Το «προσαρμοστικό» ύφασμα, με αισθητήρες οπτικών ινών, θα επιτρέπει την ανακούφιση ασθενών μακρόχρονης κατάκλισης και την αποφυγή δημιουργίας πληγών στο δέρμα τους. Στην κοινοπραξία μετέχουν

επίσης οργανισμοί και εταιρίες από Ευρώπη και Ιαπωνία, το ΑΠΘ και το Εθνικό Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας<sup>12</sup>.

### **3.5 Ευρωπαϊκή Ένωση και Στοιχεία Σχετικά με την Εφαρμογή Οπτικών Ίνών σε Κατηγορίες «Έξυπνων» Ενδυμάτων**

Η βιομηχανία υφασμάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση αποτελείται από εταιρείες που υφαίνουν φυσικές και χειροποίητες ίνες σε νήματα και κλωστές, τα οποία έπειτα μετατρέπονται (με ύφανση και πλέξιμο) σε υφάσματα. Τέλος, τα υφάσματα, και σε μερικές περιπτώσεις τα νήματα και οι κλωστές από τα οποία φτιάχνονται, βάζονται και υπόκεινται σε τελική επεξεργασία.

Ο τομέας υφασμάτων επίσης για κατασκευή «έξυπνων» ενδυμάτων με οπτικές ίνες και συγκεκριμένα εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), βασίζεται σε μεγάλο ποσοστό στις ΜΜΕ. Οι επιχειρήσεις που απασχολούν λιγότερους από 50 υπαλλήλους αντιστοιχούν στο 60% του εργατικού δυναμικού του υποτομέα ρουχισμού της ΕΕ. Το έτος 2003 περίπου 120.000 εταιρείες υφασμάτων και ρουχισμού «έξυπνων» ενδυμάτων με οπτικές ίνες, απασχολούσαν περισσότερα από 2 εκατομμύρια άτομα και είχαν κύκλο εργασιών € 178 δις. Μέσα σε ολόκληρη την κατασκευαστική βιομηχανία της ΕΕ, η βιομηχανία υφασμάτων αντιστοιχούσε στο 4% της συνολικής παραγωγής και κύκλου εργασιών και στο 7.6% της απασχόλησης<sup>13</sup>.

Μέχρι το 2004, η βιομηχανία υφασμάτων και ρουχισμού «έξυπνων» ενδυμάτων με οπτικές ίνες ήταν συγκεντρωμένη στις 5 πολυπληθέστερες χώρες όπως Ιταλία, Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία, Γερμανία και Ισπανία, με το ποσοστό να αντιστοιχεί στο 75% της παραγωγής της Ε.Ε. σε αντίστοιχα

υφάσματα και ρουχισμό. Όσον αφορά στους δύο υποτομείς, υφάσματα και ρουχισμό, οι νότιες χώρες όπως η Ιταλία, η Ελλάδα και η Πορτογαλία και σε μικρότερο βαθμό η Ισπανία και η Γαλλία, είχαν την κυριότερη συνεισφορά στη συνολική παραγωγή ρουχισμού.

Ο βόρειες χώρες, όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, η Γερμανία, το Βέλγιο, η Ολλανδία, η Αυστρία και η Σουηδία, είχαν την σημαντικότερη συνεισφορά στην παραγωγή υφασμάτων και «έξυπνων» ενδυμάτων με οπτικές ίνες. Γενικά, ο τομέας των υφασμάτων και «έξυπνων» ενδυμάτων με οπτικές ίνες διαδραματίζει πιο σημαντικό ρόλο στην οικονομία και στην απασχόληση για τα νέα Κράτη Μέλη και για τις υποψήφιες για ένταξη χώρες απ' ό,τι στην υπόλοιπη ΕΕ. Ο τομέας υφασμάτων και «έξυπνων» ενδυμάτων με οπτικές ίνες περιλαμβάνει τις ακόλουθες δραστηριότητες:

- επεξεργασία πρώτων υλών, δηλαδή την προετοιμασία ή παραγωγή υφασμάτων ινών και/ή την κατασκευή των νημάτων «έξυπνων» ενδυμάτων με οπτικές ίνες
- Οι "φυσικές" ίνες περιλαμβάνουν βαμβάκι, μαλλί, μετάξι, λινάρι, κ.τ.λ.
- Οι "χειροποίητες" ίνες περιλαμβάνουν κυτταρικές ίνες, συνθετικές ίνες και ίνες από ανόργανα υλικά
- παραγωγή υφαντών ή πλεκτών υφασμάτων και «έξυπνων» ενδυμάτων με οπτικές ίνες
- διεργασίες τελικής επεξεργασίας— στοχεύουν στο να δώσουν στα υφάσματα οπτικές, αισθητικές και φυσικές ιδιότητες τις οποίες απαιτεί ο καταναλωτής – όπως λεύκανση, εκτύπωση, βαφή, επικάλυψη, πλαστικοποίηση, κ.τ.λ.

- μετατροπή αυτών των υφασμάτων σε προϊόντα όπως είδη ένδυσης, πλεγμένα ή υφασμένα (βιομηχανία "ρουχισμού"), χαλιά και άλλα υφασμάτινα είδη κάλυψης δαπέδου, οικιακά υφάσματα (όπως λινά υφάσματα για κρεβάτια, για τραπέζια, για τουαλέτες, για κουζίνες, κουρτίνες, κ.τ.λ.), βιομηχανικά υφάσματα.

### 3.6 «Έξυπνα» Ενδύματα από Οπτικές Ίνες για Ιατρική Παρακολούθηση

Σήμερα, τα «έξυπνα» φορετά ενδύματα και συστήματα ιατρικής παρακολούθησης και τα οποία είναι κατασκευασμένα από οπτικές ίνες βρίσκονται υπό έρευνα κι ανάπτυξη για να καλύψουν τις ανάγκες ποικίλων ομάδων τελικών χρηστών<sup>3</sup>. Παραδείγματα χρήσης των συγκεκριμένων ενδυμάτων με οπτικές ίνες αποτελούν τα εξής :

- Κατ' οίκον τηλε-παρακολούθηση χρόνιων ασθενών
- Έλεγχος επιπέδου γλυκόζης αίματος και χορήγηση φαρμάκων στους διαβητικούς
- Πολυπαραμετρική παρακολούθηση κι ενεργοποίηση συναγερμού σε ασθενείς με καρδιαγγειακές και πνευμονικές παθήσεις
- Παρακολούθηση της κατάστασης του οργανισμού για πρόληψη ασθενειών
- Καταγραφή της δραστηριότητας σε ασθενείς με νευρομυϊκές παθήσεις
- Επιτήρηση της υγείας αθλητών, δηλαδή αθλητής μπορεί να ελέγχεται κατά τη διάρκεια της προπόνησης
- Έγκαιρος εντοπισμός και διάγνωση καρδιολογικών συνδρομών

- Παρακολούθηση της εγκυμοσύνης. Η συγκεκριμένη χρήση έχει ιδιαίτερη σημασία για τις εγκύους που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από εξεταστήριο ή νοσοκομείο. Ακόμα, σε δύσκολες περιπτώσεις εγκυμοσύνης κατά τις οποίες οι έγκυες πρέπει να παραμένουν κλινήρεις ή να αποφεύγουν τις μετακινήσεις, τα φορετά συστήματα παρακολούθησης δίνουν σημαντική βοήθεια.
- Παρακολούθηση ατόμων που παθαίνουν κρίσεις επιληψίας.
- Παρακολούθηση της στάσης του σώματος που κυρίως αφορά ανήμπορους και ηλικιωμένους ανθρώπους ή με μειωμένη κινητικότητα που ζουν μόνοι τους και εκπομπή συναγερμού σε περίπτωση πτώσης (fall detector)

Τα φορετά συστήματα έξυπνων ενδυμάτων με χρήση οπτικών ινών μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για παρακολούθηση και άλλων ομάδων πληθυσμού χωρίς απαραίτητα να είναι ασθενείς. Συγκεκριμένα, ομάδες που εκτελούν εργασίες ιδιαίτερα επικίνδυνες για την υγεία τους (όπως πυροσβέστες, συγκολλητές μετάλλων, εργάτες ναυπηγείων κλπ) αλλά και ομάδες που η φύση της δουλειάς τους απαιτεί συνεχή έλεγχο από τον διοικητή της ομάδας όπως ειδικές αποστολές του στρατού, πιλότους αεροσκαφών κλπ. Περαιτέρω ανάλυση για τις συγκεκριμένες ομάδες θα γίνει παράλληλα με την περιγραφή του χρησιμοποιούμενου ειδικού φορετού συστήματος<sup>3</sup>.

Τέλος για να χρησιμοποιηθεί ένα «έξυπνο» ένδυμα σε σύστημα υγείας με επιτυχία και με χρήση οπτικών ινών θα πρέπει να πληρούνται ένα πλήθος προδιαγραφών τόσο από το ίδιο όσο και από τους άμεσα εμπλεκόμενους.

Ακόμα πρέπει να αντιμετωπιστούν αρκετά ζητήματα που θα επιτρέψουν την ανάπτυξη κι εμπορική χρήση των φορετών συστημάτων από το χώρο της υγείας<sup>3</sup>.

### **3.7 Πλεονεκτήματα που Προσφέρει η Χρήση των Οπτικών Ινών στα «Έξυπνα» Ενδύματα**

Θα πρέπει να σημειωθεί πως οι οπτικές ίνες είναι αρκετά παλιές για να θεωρηθούν νέα τεχνολογία, εξακολουθούν όμως να θεωρούνται νέες στην εφαρμογή τους στα ρούχα. Είναι γραμμές φωτός που ξεκινάνε από μια «γεννήτρια» στα ρούχα και ταξιδεύουν μέχρι ένα ορισμένο μήκος 15-20 μέτρων. Είναι αρκετά ακριβής και η κατανάλωσή τους είναι μεγαλύτερη αυτής των LED. Χρησιμοποιούνται κυρίως για διακοσμητικούς λόγους στα ρούχα, αλλά και σε πολλά σημεία τους που δεν είναι εύκολη η πρόσβαση στο τελικό φωτιστικό σημείο<sup>10</sup>.

Σημαντικό γεγονός για τη χρήση των οπτικών ινών στα ρούχα είναι πως δεν παράγουν UV ακτινοβολία και το χρώμα τους καταστρέφεται από την ακτινοβολία. Επίσης, οι νέες τεχνολογίες του *fitness* υπόσχονται ταχύτερα αποτελέσματα με μεγαλύτερη ασφάλεια στα ρούχα. Αρκεί να δούμε όλα τα τελευταία «όπλα» που προσφέρει η τεχνολογία στη μάχη με το αδυνάτισμα. Οι νέες τεχνολογίες είναι κατάλληλες για ρούχα με οπτικές ίνες για κορίτσια πολυάσχολα και επιθυμούν την τεχνολογία εφαρμοσμένη στα ρούχα τους.

Η υψηλή τεχνολογία με χρήση οπτικών ινών στα ρούχα είναι αυτό που αποκαλούμε αγγλιστί *hi-tech* και κυριαρχεί σε κάθε τομέα της ζωής μας. Στα γυμναστήρια και στους χώρους άθλησης αντιμετωπίστηκε αρχικά με

καχυποψία, αν όχι με άρνηση. Σιγά σιγά, όμως, οι άνθρωποι άρχισαν να εξοικειώνονται με αυτή, να την ενσωματώνουν στη γυμναστική τους και να δοκιμάζουν τις ελκυστικότερες από τις προτάσεις των αθλητικών εταιρειών ως προς τη χρήση οπτικών ινών στα ρούχα γυμναστικής. Ανάμεσά τους γίνεται κυριολεκτικά μάχη για το ποια θα αποκτήσει την πρωτοπορία στις συγκεκριμένες έρευνες, ποια θα κατοχυρώσει περισσότερες πατέντες και ποια θα παρουσιάσει πιο γρήγορα, ρεαλιστικά, υπαρκτά προϊόντα κι όχι φανταστικούς σχεδιασμούς επί χάρτου.

Εν κατακλείδι, τα «έξυπνα» ρούχα γυμναστικής με χρήση οπτικών ινών είναι φτιαγμένα από υφάσματα που επιτρέπουν στο σώμα να αναπνέει καλύτερα. Εξοπλίζονται επίσης με νανοαισθητήρες και μικροτσιπ, που ελέγχουν τους καρδιακούς παλμούς, τη στάση του σώματος και την εσωτερική θερμοκρασία διώχνοντας τον ιδρώτα. Ως δεύτερο δέρμα, προσφέρουν προφύλαξη από το κρύο, τη ζέστη και τις επικίνδυνες ακτίνες του ήλιου χάρη σε ειδικές μικροκάψουλες και οπτικές ίνες. Οι κατασκευαστές έχουν καταφέρει ακόμα να δημιουργήσουν ρούχα και κάλτσες που αναδίδουν υπέροχα αρώματα ή αυτοκαθαρίζονται όταν λεκιάζονται αλλά και «ιαματικά» ενδύματα που, μόλις αντιληφθούν την ύπαρξη βακτηρίων, απελευθερώνουν ειδικές αντιβακτηριακές ουσίες.

Όσο για τα παπούτσια, γίνονται πιο ελαφριά και με βελτιωμένες τεχνολογίες απορρόφησης κραδασμών. Πρόσφατα, παρουσιάστηκαν αθλητικά παπούτσια με οπτικές ίνες που προσαρμόζονται απόλυτα στα πόδια, παίρνουν τη φόρμα τους και «μεγαλώνουν» μαζί με αυτά, όταν για παράδειγμα «πρήζονται» από την κούραση. Τα περισσότερα *hi-tech* μοντέλα παπουτσιών διαθέτουν πλέον

τη δυνατότητα ασύρματης δικτύωσης μέσω οπτικών ινών με παλμογράφους, ποδόμετρα, θερμιδομετρητές, κινητά τηλέφωνα, MP4 και συσκευές αυτόματου προσδιορισμού γεωγραφικής θέσης (GPS).



## **Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>**

### ***Πως Χρησιμοποιούνται οι Οπτικές Ίνες στα Ενδύματα – Τομείς Εφαρμογής και Ποια τα Πλεονεκτήματα που Προσφέρουν***

#### **4.1 Ποιες οι Ιδιότητες των Οπτικών Ινών στα Ενδύματα**

Αποτελεί γεγονός πλέον και όπως αναφέρθηκε στις παραπάνω σελίδες, πως οι επιστήμονες είναι πλέον σε θέση να κατασκευάσουν οπτικές ίνες που θα δημιουργούν από μόνες τους ήχο και θα μπορούν επίσης να μεταφέρουν πολύτιμα στοιχεία σε αυτούς που τα φορούν.

Τα ηλεκτρικά σήματα τα οποία είναι ενσωματωμένα σε αυτά τα ενδύματα και λόγω των οπτικών ινών, έχουν τη δυνατότητα να κάνουν τις ίνες αυτές να δονούνται και παράγουν ήχο σε χαμηλή ένταση βέβαια. Η ίδια διαδικασία, ωστόσο, μπορεί να αντιστραφεί και να γίνει πιο χρήσιμη και σαφώς πιο εντυπωσιακή στο μέλλον και σε ανάπτυξη των οπτικών ινών. Όταν τα ακουστικά κύματα που αντανακλώνται στα ρούχα αυτά, μπορούν και παράγουν ήχους που κάνουν τις οπτικές ίνες να δονούνται και να παράγεται ένα ηλεκτρικό σήμα το οποίο είναι δυνατό να «αιχμαλωτιστεί»<sup>14</sup>.

Αυτές οι πρωτοποριακές οπτικές ίνες, λοιπόν, είναι δυνατό να λειτουργήσουν κατά κάποιον τρόπο και σαν μικρόφωνο στα ενδύματα αυτά. Η έρευνε επιστημόνων στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης βρίσκεται, βέβαια, ακόμα σε αρχικό στάδιο. Όμως, οι επιστήμονες ήδη πιστεύουν πως τα

ρούχα από υφάσματα υφασμένα με τις συγκεκριμένες οπτικές ίνες μπορούν να καταγράφουν διαρκώς όλους τους ήχους του ανθρωπίνου σώματος και θα λειτουργούν σαν μια μορφή διαγνωστικών εξετάσεων. Επίσης, κάποια εμπόδια στη ροή του αίματος, παραδείγματος χάριν, μπορούν και παράγουν πολύ συγκεκριμένες και διακριτές ηχητικές «υπογραφές» που θα μπορούν να γίνουν αντιληπτές από μία κάλτσα που θα έχει υφανθεί με τις ειδικές οπτικές ίνες.

Η ιδιαιτερότητα αυτή των οπτικών ινών οφείλεται σε ένα τύπο πιεζο-ηλεκτρικού πολυμερούς από τον οποίο κατασκευάζονται. Πρόκειται για υλικό που μπορεί να μεταφράσει τα ηλεκτρικά πεδία σε μηχανική πίεση ή το αντίστροφο. Αν και τα πιεζο-ηλεκτρικά υλικά είναι γνωστά για την τάση τους να δονούνται όταν εφαρμόζεται πάνω τους ηλεκτρικό πεδίο, η δημιουργία ινών από αυτά θα απαιτήσει τεράστια ποσότητα ενέργειας<sup>10</sup>.

Για να μπορέσει μία οπτική ίνα να δονείται στον άξονα της ακτίνας της, όπως οι χορδές ενός μουσικού οργάνου, απαιτείται πιο πολύπλοκη δομή. Αντίστοιχη δοκιμή του αποτελείται από μία κενή ράβδο μονωτικού πολυανθρακικού πολυμερούς με ένα «δαχτυλίδι» πιεζο-ηλεκτρικού πολυμερούς που τοποθετείται ανάμεσα σε εσωτερικά και εξωτερικά δαχτυλίδια αγωγίμου υλικού τα οποία δρουν σαν ηλεκτρόδια και περιβάλλονται από ένα επίστρωμα πολυκαρβονιδίου.

Όταν εφαρμόζεται ηλεκτρικό πεδίο στα ηλεκτρόδια, το πιεζο-ηλεκτρικό υλικό το μεταφράζει σε μηχανική πίεση κατά μήκος του ακτινικού του άξονα, με αποτέλεσμα η οπτική ίνα να αρχίσει να δονείται. Εναλλακτικά, όταν η ίνα λειτουργεί σαν μαγνητόφωνο, οι δονήσεις μεταφράζονται σε ένα ηλεκτρικό

πεδίο κατά το μήκος του υλικού, που τελικά καταγράφεται ως σήμα από τα ηλεκτρόδια. Το πιο εντυπωσιακό της όλης υπόθεσης είναι ότι αυτές οι οπτικές ίνες έχουν διάμετρο μόλις 1,1 χιλιοστό. Μπορεί κανείς να τις πάρει από ένα μεγαλύτερο κομμάτι του υλικού όταν αυτό θερμανθεί, καθώς δημιουργούνται κατά τρόπο ανάλογο με αυτόν τον οπτικών ινών στις τηλεπικοινωνίες<sup>10</sup>.

Τέλος, επιστήμονες έδειξαν επίσης με ποιον τρόπο οι οπτικές ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στις επικοινωνίες των ανθρώπων φορώντας τα συγκεκριμένα ενδύματα. Η κάλυψή τους με ένα υλικό που αντανακλά το φως επιτρέπει τη χρήση τους έτσι ώστε να αποθηκευθούν πληροφορίες μέσα στις δονήσεις τους.

Πρακτικά λοιπόν, η νέα τεχνολογία μπορεί να μετατρέψει τα ίδια τα ρούχα με οπτικές ίνες σε barcodes έτσι ώστε να μη χρειάζονται τίποτα περισσότερο. Αν εξαιρέσει, βέβαια, κανείς το μικρό χαρτόνι όπου θα αναγράφεται η τιμή τους. Τα ρούχα από υφάσματα με οπτικές ίνες μπορούν να λειτουργούν επίσης σαν οθόνες, αφού πάνω σε αυτά μπορεί εκείνος που τα φοράει να προβάλλει όποια εικόνα θέλει, όπως δηλαδή την προβάλλει στον υπολογιστή του ή στην οθόνη του κινητού του, τσάντες που αλλάζουν χρώμα ανάλογα με τον βαθμό ρύπανσης στο περιβάλλον, εσώρουχα εμποτισμένα με διαφορετικές κάθε φορά βιταμίνες που ανταποκρίνονται στις ανάγκες του κάθε οργανισμού, τα αθλητικά παπούτσια της φίρμας Adidas που «νιώθουν» την ομαλότητα του εδάφους πάνω στο οποίο ο χρήστης τους βαδίζει και προσαρμόζουν ανάλογα την ελαστικότητα και τη φόρμα τους<sup>15</sup>.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί πως η σμίκρυνση των συσκευών στις μέρες μας καθώς και η ανετότερη μεταφορά τους πάνω στα ενδύματα που φορούν

οι άνθρωποι, ήταν κάτι αναμενόμενο και έχει ήδη δημιουργήσει μόδα ηλεκτρονικών αξεσουάρ με οπτικές ίνες και ψηφιακών κοσμημάτων. Εκείνο όμως που εξέπληξε τους ανθρώπους της παγκόσμιας βιομηχανίας υφασμάτων στα προηγούμενα έτη, ήταν το ταχύτατο πέρασμα στην ύφανση κυκλωμάτων και στην προσαρμογή μικροδιακοπών και αισθητήρων από οπτικές ίνες στα ρούχα, αφηφώντας την καθημερινή απειλή του πλουσίματος<sup>16</sup>.

Ξεκινώντας κανείς με τη χρήση μονωτικών και αγωγικών οπτικών ινών στο ύφασμα και καταλήγοντας στην ενσωμάτωση αυτών των οπτικών ινών και στο «κέντημα οθόνης» στα μπλουζάκια, οι άνθρωποι της υφαντουργίας ουσιαστικά διαπιστώνουν να ξεδιπλώνεται εμπρός τους μια επαναστατική προοπτική. Δηλαδή ρούχα και υφάσματα «ζωντανά» με οπτικές ίνες, που αποκτούν διάφορα χρώματα και προβάλλουν μηνύματα που εκφράζουν τον κάτοχό τους, ρούχα που επικοινωνούν με άλλες συσκευές μέσω ασύρματου Internet και αποκτούν ρόλους άλλοτε προσωποποιημένης μόδας και άλλοτε ατομικής στολής προστασίας και επικοινωνίας αντίστοιχα.

Η αγορά ενδύματος στην εποχή μας δεν θα σημαίνει πια αγορά ρούχου συγκεκριμένου χρώματος, αλλά ρούχου με οπτικές ίνες που θα μπορεί να μεταβάλλει εμφάνιση, να «κατεβάζει από το Διαδίκτυο» εικόνες και χρώματα, ήχους και μελωδίες, ό,τι δηλαδή κάνει κανείς σήμερα με τα κινητά τηλέφωνα και άλλα τόσα μέσα τεχνολογίας. Αρκεί να αναφερθεί πως η παγκόσμια φήμης εταιρεία αναλύσεων αγοράς *Gartner Research* επιμένει πως ως το 2011 προβλέπει ότι το 60% των κατοίκων των ανεπτυγμένων χωρών θα έχει αποκτήσει κάποιο ένδυμα ψηφιακής επικοινωνίας κατασκευασμένο από οπτικές ίνες<sup>16</sup>.

Ο κύριος προβληματισμός, ωστόσο, δεν τίθεται για το αν η υφαντουργία θα προσχωρήσει μαζικά στη νέα τεχνολογία ύφανσης όσο για το αν θα προλάβει να ανταποκριθεί στις αυξημένες απαιτήσεις η βιομηχανία λογισμικού για ρούχα από οπτικές ίνες. Για να γίνει κανείς πιο σαφής, μαζική παραγωγή «υφαντών κυκλωμάτων με οπτικές ίνες» σημαίνει ότι στα ράφια των καταστημάτων θα υπάρχει ένα απέραντο ψηφιδωτό κομματιών που περιμένουν να διασυνδεθούν ασύρματα με τις όποιες ψηφιακές συσκευές του περιβάλλοντός μας.

Για να συμβαίνει όμως αυτό, απροβλημάτιστα και αυτόματα, θα πρέπει να υπάρχει ενιαία γλώσσα επικοινωνίας στη κατασκευή αυτή. Κάτι τέτοιο βέβαια και όπως έχει αποδειχθεί από την πολύπαθη εμπειρία των επιστημών και με τους υπολογιστές καθώς και τα κινητά τηλέφωνα, θεωρείται φοβερά δύσκολο να επιτευχθεί και όχι τόσο τεχνολογικά όσο και πολιτικά.

## ***4.2 Τρόποι Εφαρμογών και Λειτουργίας των Οπτικών Ινών στα Ενδύματα***

### ***4.2.1 Εφαρμογές Οπτικών Ινών***

Οι περισσότερες εφαρμογές των οπτικών ινών που μπορούν να φορεθούν στις μέρες μας σε κατάλληλα κατασκευασμένα ενδύματα, είναι σε προχωρημένο ερευνητικό επίπεδο. Πολλά ακαδημαϊκά ιδρύματα, συμπεριλαμβανομένων των MIT, Carnegie Mellon University (CMU), Georgia Tech και Tampere University of Technology, έχουν μελετήσει ενεργά τη φορέσιμη δυνατότητα σε ενδύματα με οπτικές ίνες. Υπάρχουν βέβαια και κάποιες εφαρμογές που αφορούν προϊόντα εκτός ενδυμάτων όπως

παπούτσια που έχουν κυκλοφορήσει στην αγορά. Μερικά εμπορικά φορέσιμα ενδύματα είναι διαθέσιμοι από την Via Inc. και την Xybernaut στις μέρες μας<sup>10</sup>.

Η έρευνα έχει κυρίως επικεντρωθεί στην τεχνολογία των φορέσιμων ενδυμάτων με οπτικές ίνες και τις εφαρμογές τους που προσεγγίζουν τις εφαρμογές των υπολογιστών γραφείου, αξιοποιώντας την κινητή επικοινωνία και τη δυνατότητα εντοπισμού θέσης. Οι τομείς στους οποίους μπορούν να κατηγοριοποιηθούν τα ενδύματα με οπτικές ίνες και των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν αφορούν κυρίως την ιατρική, το στρατό, τον αθλητισμό και τη βιομηχανία αντίστοιχα.

Ως ακολούθως, περιγράφονται κάποιοι από τους τομείς στους οποίους έχουν εφαρμογές οι οπτικές ίνες και που έχουν κατασκευαστεί σε πανεπιστήμια και σε ερευνητικά κέντρα.

#### **4.2.2 Εφαρμογή των Οπτικών Ινών στα Ενδύματα της Ιατρικής**

Αποτελεί γεγονός πως όσο ο πληθυσμός προοδευτικά γίνεται γηραιότερος, η ανάγκη για υψηλότερη ποιότητα και καλύτερη αποτελεσματικότητα στην υγεία και στην ιατρική, είτε στο σπίτι, είτε σε ιατρικά κέντρα όπως νοσοκομεία κτλ., αποκτά μεγαλύτερη βαρύτητα. Σε πρώτο επίπεδο αυτό οφείλεται σε απαίτηση των ασθενών που επιθυμούν μεγαλύτερη ασφάλεια και άνεση, αλλά σε δεύτερο επίπεδο είναι χρήσιμο για την κοινωνία γενικότερα, αφού συνεπάγεται την αύξηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος υγείας και την παροχή φθηνότερων υπηρεσιών υγείας.

Μια αναδυόμενη ιδέα για την παρακολούθηση της υγείας είναι η συνεχής καταγραφή των ζωτικών σημείων που βοηθάει τους ασθενείς και κερδίζει

ολοένα και μεγαλύτερη αποδοχή. Φορέσιμα διακριτικά συστήματα με αισθητήρες από οπτικές ίνες μπορούν να επιτρέψουν στο χρήστη να εκτελεί τις καθημερινές του δραστηριότητες με μεγαλύτερη αίσθηση ασφάλειας, χωρίς να επηρεάζεται ιδιαίτερα η άνεσή του.

Το φορέσιμο σύστημα από οπτικές ίνες μπορεί και παρέχει στοιχεία για την κατάσταση υγείας του ασθενούς, καταγράφοντας αδιάκοπα τα ζωτικά του σημεία, όπως τους καρδιακούς παλμούς, την αναπνοή, και θα συνεισφέρει στη γενικότερη παρακολούθηση με την παροχή συνοπτικών πινάκων του ασθενή. Σε ειδικές περιπτώσεις το σύστημα οπτικών ινών μπορεί να προειδοποιεί το χρήστη με μηνύματα συναγερμού, όταν κάποιες μετρήσεις δείχνουν να ξεπερνούν τα αποδεκτά όρια. Είναι προφανές ότι σε κάποιες περιπτώσεις ασθενών που κρατούνται εντός χώρων ιατρικής περίθαλψης για προληπτικούς μόνο λόγους, ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να επιτρέψει την πιο σύντομη και ομαλή μετάβασή τους, πίσω, στους ρυθμούς της φυσιολογικής τους ζωής<sup>14</sup>.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί πως διακριτικοί αισθητήρες από οπτικές ίνες μπορούν να δώσουν μια τεράστια δυναμική στην πρόληψη αφ' ενός, και στη διάγνωση αφ' ετέρου, διαφόρων ασθενειών. Για την υποστήριξη των αισθητήρων από οπτικές ίνες, χρειάζεται ένα σύστημα που να καταγράφει δεδομένα, να τα επεξεργάζεται και να τα μεταδίδει, κατά προτίμηση σε μικρό, ελαφρύ και εύκολο να φορεθεί, πακέτο. Ένα από τα πιο αποτελεσματικά μέρη για να φορεθεί μια κινητή συσκευή ή διαφορετικά γνωστή ως *ambulatory device* είναι ο καρπός του χεριού, γιατί η κινητικότητά του επιτρέπει την καλή

εργονομία. Οι συσκευές που φοριούνται στον καρπό είναι καλά αποδεχόμενες από τους περισσότερους ανθρώπους.

Επιπλέον, καθώς το δέρμα στο ανθρώπινο χέρι έχει τη μεγαλύτερη πυκνότητα βιολογικών αισθητήρων και ενεργοποιητών από ολόκληρο το σώμα, το χέρι και ο καρπός είναι τα καλύτερα σημεία για φυσιολογικές μετρήσεις και ενδύματα από οπτικές ίνες που φοριούνται κατά μήκος του χεριού και όπως μακρυμάνικες μπλούζες, όπως της θερμοκρασίας, των καρδιακών σφυγμών, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του δέρματος κ.α. Υπάρχουν βέβαια κάποιες προϋποθέσεις και κάποιοι περιορισμοί που αφορούν στο μέγεθος και στο βάρος των ενδυμάτων από οπτικές ίνες, στη διαχείριση της ενέργειας, στον κατάλληλο σχεδιασμό τους, ώστε οι αισθητήρες να βρίσκονται σε συγκεκριμένα σημεία στο σώμα, στη φιλικότητα προς το χρήστη και στην ασφάλεια.

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, καθώς ένας ασθενής δε διαθέτει ειδικές γνώσεις ιατρικής, οι λύσεις των φορέσιμων αυτών συστημάτων οπτικών ινών σε ενδύματα, πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένες ώστε να είναι φιλικές προς το χρήστη, και αρκετά ευφείς ώστε να εντοπίζουν αν ο ασθενής τις χρησιμοποιεί σωστά. Επιπροσθέτως, τα συστήματα ενδυμάτων με οπτικές ίνες πρέπει να είναι επαρκώς διακριτικά για να μην διαταράσσουν το συνηθισμένο τρόπο ζωής του ασθενή και να επιτρέπουν την επικοινωνία με έναν ειδικό, όποτε αυτή κρίνεται απαραίτητη. Το βελτιωμένο επίπεδο ζωής μέσω της χρήσης ενδυμάτων με οπτικές ίνες είναι κάτι που προσδοκούν ακόμα και ασθενείς που πάσχουν από διάφορα χρόνια νοσήματα.



Είναι αλήθεια πως οι ασθενείς γενικά θέλουν να ακολουθούν, εφόσον είναι δυνατόν, θεραπεία στο σπίτι, με το λιγότερο δυνατό πόνο και τη μικρότερη δυνατή ενόχληση. Πολλές ιατρικές συσκευές ενσωματωμένες σε ενδύματα με οπτικές ίνες, εξοπλισμένες με ασύρματη επικοινωνία και με φιλικές γραφικές διεπαφές χρήστη, μπορούν να συμβάλλουν στην παροχή τέτοιου είδους θεραπείας.

Αποτελεί πραγματικότητα πως η βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας της παρακολούθησης της υγείας, στους χώρους που σχετίζονται άμεσα με την ιατρική, όπως στο νοσοκομείο, αλλά και από το σπίτι, λαμβάνει όλο και μεγαλύτερες διαστάσεις, τόσο για τους ασθενείς, όσο και για την κοινωνία γενικότερα. Η κοινωνία είναι εκείνη η οποία απαιτεί τη μείωση του κόστους των φαρμάκων, ενώ παράλληλα επιθυμεί την αναβάθμιση της ιατρικής περίθαλψης. Αυτό συνεπάγεται την ανάπτυξη εναλλακτικών προτάσεων στις παραδοσιακές μεθόδους για την πρόληψη των ασθενειών και τη συνεχή παρακολούθηση της υγείας.

Καθώς νέες τεχνολογίες, όπως οι μικροτεχνολογίες και οι ευέλικτοι αισθητήρες μέσω των οπτικών ινών, είναι διαθέσιμες, νέες φιλικές προς το χρήστη συσκευές μπορούν να αναπτυχθούν για να ενισχύσουν την άνεση και την ασφάλεια των ασθενών. Ο μέσος όρος της ηλικίας, ο οποίος συνεχώς αυξάνεται στον πληθυσμό των ανθρώπων του δυτικού πολιτισμού, έχει σαν αποτέλεσμα μια νέα πολύ μεγάλη αγορά στις αναπτυσσόμενες χώρες, που μπορεί να δώσει το έναυσμα στους αρμόδιους φορείς να ασχοληθούν περισσότερο και σοβαρότερα με το θέμα της εξυγίανσης του τομέα της υγείας.

Καθώς τα ενδύματα και τα υφάσματα έρχονται σε άμεση επαφή με το 90% της επιφάνειας του σώματος, οι έξυπνοι αισθητήρες και τα έξυπνα ενδύματα με διακριτικούς αισθητήρες από οπτικές ίνες είναι μια ελκυστική λύση για την παρακολούθηση της υγείας σε όλους τους χώρους. Η ενσωμάτωση τέτοιων αισθητήρων στον ιματισμό, μπορεί να επιτρέψει την παρακολούθηση της υγείας από τον ίδιο τον ασθενή, σε οποιοδήποτε μέρος βρίσκεται, και να ενισχύσει την άνεση, την αποτελεσματικότητα και την πρόληψη των ασθενειών.

Το σύστημα οπτικών ινών, εκτός από τη βοήθεια που παρέχει στο χρήστη για να υιοθετήσει έναν πιο υγιεινό τρόπο ζωής και να βελτιώσει τη φυσική του κατάσταση, προσφέρει ταυτόχρονα έναν πιο αποτελεσματικό τρόπο για την αντιμετώπιση του άγχους. Για ασθενείς που βρίσκονται στο στάδιο της ανάρρωσης, το σύστημα από οπτικές ίνες στα ενδύματα μπορεί να βοηθήσει στη διαδικασία της αποκατάστασης και να εντοπίσει τυχόν επιπλοκές σε πρώιμο στάδιο. Σε περιπτώσεις χρόνιων ασθενειών, τα έξυπνα βιοϊατρικά ενδύματα με οπτικές ίνες μπορούν να διευκολύνουν το χρήστη στην καλύτερη κατανόηση και διαχείριση της κατάστασής του.

Η έγκαιρη διάγνωση μπορεί επίσης να περιορίσει την εμφάνιση των κρίσιμων περιστατικών και επιπλοκών, οι οποίες ενδεχομένως να οδηγήσουν στην ανάγκη εκτεταμένης νοσοκομειακής περίθαλψης. Τα έξυπνα βιοϊατρικά ενδύματα από οπτικές ίνες μπορούν να λειτουργήσουν ως κλειδί για την προληπτική φροντίδα όλων των ανθρώπων. Δεν είναι απαραίτητο να υιοθετούνται μόνο από ασθενείς. Μπορεί να φανούν ιδιαίτερα χρήσιμα και σε άλλες ομάδες, όπως π.χ. σε αθλητές, που ούτως ή άλλως πρέπει να

προσέχουν τη φυσική τους κατάσταση, αλλά και σε οποιοδήποτε άτομο ενδιαφέρεται να υιοθετήσει έναν υγιεινότερο τρόπο ζωής, όπου η πρόληψη παίζει βασικό ρόλο.

Επιπροσθέτως, σε συνδυασμό με τα έξυπνα ενδύματα, οι φορέσιμες συσκευές με οπτικές ίνες και τα έξυπνα σπίτια με εξωτερικούς αισθητήρες μπορούν να παρέχουν συνολικά, ένα ακόμα πιο ασφαλές περιβάλλον για την πιο ολοκληρωμένη παρακολούθηση της υγείας. Παρακάτω παρουσιάζονται διάφορες εφαρμογές, κατανεμημένες ανάλογα με τους στόχους που εξυπηρετούν και για τους οποίους δημιουργήθηκαν τόσο στο στρατό όσο και στο χώρο του αθλητισμού.

#### **4.2.3 Εφαρμογή των Οπτικών Ινών στα Στρατιωτικά Ενδύματα**

Η τάση που επικρατούσε και εξακολουθεί να επικρατεί είναι οι καινοτομίες να εμφανίζονται στις ένοπλες δυνάμεις ή στην αεροδιαστημική βιομηχανία. Ο λόγος είναι ότι οικονομικά γίνονται πολλές επενδύσεις σε αυτούς τους τομείς και ότι θεωρούνται οι πιο σημαντικές περιοχές της έρευνας και της ανάπτυξης. Ο ανταγωνισμός μεταξύ κάποιων προηγμένων χωρών τροφοδοτεί περαιτέρω την ανάγκη εξερεύνησης και δημιουργίας πρωτοποριακών εφαρμογών όπως των ενδυμάτων με οπτικές ίνες και τα οποία μπορούν να φορούνται κατά τη διάρκεια στρατιωτικών επιχειρήσεων.

Τα πρώτα φορέσιμα ενδύματα με οπτικές ίνες δημιουργήθηκαν κυρίως για καθήκοντα πλοήγησης και συντήρησης στρατιωτών στο πεδίο μάχης. Υπήρξαν και πολλές στρατιωτικές εφαρμογές συστημάτων οπτικών ινών σε ρούχα και σχεδιασμένων να φορεθούν στο σώμα στρατιωτών, για να τους

προστατέψουν από τις δύσκολες συνθήκες. Κάποιες στολές από έξυπνα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα με οπτικές ίνες είχαν στόχο την προστασία από ακραίες καιρικές συνθήκες, διαθέτοντας την ικανότητα να καταγράφουν συνεχώς τη φυσική κατάσταση του στρατιώτη.

Κάποιες άλλες σχεδιάστηκαν για την αυτόματη επούλωση των τραυμάτων. Έχουν αναφερθεί ειδικά εξοπλισμένες φόρμες με οπτικές ίνες με τη δυνατότητα να προσαρμόζουν το χρώμα τους σε αυτό του περιβάλλοντος για λόγους συγκαλύψης. Οι εφαρμογές που προσεγγίζουν περισσότερο τις φορέσιμες οπτικές ίνες, παρά τα έξυπνα ενδύματα, αναφέρονται στη συνέχεια.

Για παράδειγμα, το *Land Warrior* ήταν ένα πρόγραμμα του στρατού των Ηνωμένων Πολιτειών, με εξοπλισμό σχεδιασμένο, ώστε να ενσωματώνει μικρά όπλα υψηλής τεχνολογίας, να εξασφαλίζει τις επικοινωνίες, τη διοίκηση και τον έλεγχο και να αντιμετωπίζει τον κάθε στρατιώτη σαν ολοκληρωμένη μονάδα και όχι σαν μέρος ενός μεγαλύτερου συνόλου μέσω της στολής που φορούσε ο στρατιώτης και η οποία ήταν κατασκευασμένη από οπτικές ίνες.

Το πρόγραμμα ματαιώθηκε το έτος 2007, αλλά τα συστήματα και η τεχνολογία του με τις οπτικές ίνες θα μεταφερθούν σε ένα άλλο πρόγραμμα, εκείνο του *Future Land Warrior*. Οι τρεις βασικοί στόχοι ήταν να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα κάθε στρατιώτη, να αυξηθεί η ικανότητα επιβίωσής του και να εξασφαλιστεί η διοίκηση, ο έλεγχος και οι επικοινωνίες μεταξύ των στρατιωτών.

Τα επτά υποσυστήματα που είχε το Land Warrior στη στολή με τις οπτικές ίνες ήταν το οπλικό, το ενσωματωμένο στο κράνος, ο προστατευτικός εξοπλισμός, το υπολογιστικό, το σύστημα πλοήγησης, της ραδιοεπικοινωνίας και το σύστημα λογισμικού. Επίσης, η Microvision κατασκεύασε το *Nomad Display System*, ένα οπτικό σύστημα από ίνες για στρατιωτικό εξοπλισμό. Ένας προσοφθαλμικός φακός που βρίσκεται προσαρτημένος στο κράνος, έχει τη δυνατότητα να δίνει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας την ενημερότητα στην κατάσταση μάχης, την αποτελεσματικότητα των αποστολών και τη λήψη γρήγορων αποφάσεων.

Η οθόνη είναι υψηλής ανάλυσης και τα στοιχεία που δίνονται είναι ευανάγνωστα σε οποιοδήποτε φωτισμό. Το σύστημα εκτός από την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, μπορεί να δώσει τη δυνατότητα εύκολης συντήρησης του εξοπλισμού των οπτικών ινών, από οχήματα εδάφους μέχρι και αεροσκαφών, παρέχοντας τις απαραίτητες πληροφορίες σε τεχνικούς που δεν απαιτείται να είναι απόλυτα εξειδικευμένοι. Η χρήση του αρχικά προοριζόταν για δυνάμεις εδάφους και ειδικές αποστολές, με τη διασφάλιση της παροχής εξαιρετικής ενημερότητας για το πεδίο μάχης και την ακριβή εκτέλεση των αποστολών<sup>14</sup>.

#### 4.2.4 Εφαρμογή των Οπτικών Ινών στον Αθλητισμό

Πολλά φορέσιμα ενδύματα από οπτικές ίνες που δίνουν τη δυνατότητα λήψης ιατρικών μετρήσεων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν, πέρα από ασθενείς, και από αθλητές που ακολουθούν προγράμματα εκγύμνασης για την καταγραφή της φυσικής τους κατάστασης και των επιδόσεών τους. Οι αθλητές καλούνται να παρουσιάσουν τη βέλτιστη φυσική επίδοση στο άθλημά τους με τη χρήση τεχνολογιών και τεχνικών προπόνησης μέσω της ένδυσης τους από υλικά με οπτικές ίνες. Η προπόνηση ορίζεται ως ένα δομημένο πρόγραμμα προοδευτικής δραστηριότητας, για τη βελτίωση της ικανότητας ενός ατόμου να εκτελεί φυσική εργασία και έχει κάποιες βασικές αρχές που σχετίζονται με φυσιολογικές αντιδράσεις<sup>16</sup>.

Υπάρχουν αντίστοιχα μέθοδοι ανάπτυξης και παρακολούθησης ενός προγράμματος εκγύμνασης και σε αυτό οι νέες τεχνολογίες, όπως οι φορέσιμες οπτικές ίνες, που μπορούν να συμβάλλουν θετικά. Η μέτρηση και ο έλεγχος βιολογικών στοιχείων, όπως είναι ο ρυθμός της καρδιάς, ο ρυθμός της αναπνοής η θερμοκρασία του σώματος και η απώλεια της ενέργειας, δηλαδή η καύση των θερμίδων κατά τη διάρκεια της φυσικής άσκησης, μπορεί να γίνει με τη βοήθεια μικρών φορέσιμων ασύρματων οπτικών ινών, που διαθέτουν επιπλέον και τη δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων για την καλύτερη προσαρμογή του προγράμματος εκγύμνασης.

Ένα πρόγραμμα εκγύμνασης, για παράδειγμα το ετήσιο πρόγραμμα, καθορίζει την εξέλιξη της προπόνησης, η οποία έχει σκοπό να φέρει τον αθλητή στη βέλτιστη αποδοτική ικανότητα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι επαγγελματίες αθλητές με τη χρήση ενδυμάτων από οπτικές

ίνες, όπως το *SenseWear PRO*, μπορούν να βελτιστοποιήσουν την απόδοση τους στον επιθυμητό χρόνο, χωρίς να επηρεάζεται η άνεσή τους και με μειωμένους τους κινδύνους της υπερβολικής εκγύμνασης<sup>16</sup>.

Χαρακτηριστικά των έξυπνων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και ενδυμάτων με οπτικές ίνες στον αθλητισμό, είναι τα εξής. Βασικά υπάρχουν πέντε χαρακτηριστικά μπορούν να ξεχωρίσουν σε ένα έξυπνο κλωστοϋφαντουργικό προϊόν ή ένδυμα με οπτικές ίνες στον αθλητισμό και ουσιαστικά σε οποιοδήποτε άλλο τομέα. Οι αισθητήρες, η επεξεργασία δεδομένων, ο μηχανισμός αντίδρασης, η αποθήκευση δεδομένων και η επικοινωνία.

Όλα έχουν ένα σαφή ρόλο, αν και δεν είναι απαραίτητο να περιλαμβάνονται όλες οι λειτουργίες σε ένα έξυπνο ένδυμα ή κλωστοϋφαντουργικό προϊόν με οπτικές ίνες. Απαιτούνται τα κατάλληλα υλικά, οι κατάλληλες δομές και η συμβατότητα με τη παραδοσιακή τους λειτουργία. Η άνεση και η ανθεκτικότητα στη χρήση και στις διαδικασίες συντήρησης, όπως το πλύσιμο, αποτελούν σημαντικές προϋποθέσεις<sup>10</sup>.

Οι περιπτώσεις από τις οποίες μπορεί να προκύψει ένα έξυπνο ένδυμα με οπτικές ίνες είναι οι εξής. Τη βάση να αποτελεί κοινός ιματισμός, ο οποίος ενισχύεται με ηλεκτρονικά ή άλλης μορφής στοιχεία οπτικών ινών ή τη βάση να αποτελούν «ευφυή» υφάσματα εξ' ολοκλήρου κατασκευασμένα από οπτικές ίνες. Δηλαδή με άλλα λόγια, τα πιο απλά από αυτά που ονομάζονται «έξυπνα ενδύματα», προκύπτουν από την προσθήκη αισθητήρων, κυκλωμάτων, ηλεκτρονικών συσκευών και πηγών ενέργειας σε ενδύματα τυποποιημένων υφασμάτων. Οι οπτικές ίνες μπορούν να ραφτούν σε τσέπες,

να μπουν σε ραφές, και οι ασύρματες κεραιές τους να προσκολληθούν σε περιλαίμια και μανσέτες.

Οι πιο προχωρημένες εφαρμογές, γίνονται με τη συμβολή των αναπτυσσόμενων τεχνολογιών ινών και κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων αποκλειστικά από οπτικές ίνες. Και με τους δύο τρόπους έχει επιτραπεί η δημιουργία των αληθινά εύχρηστων έξυπνων εφαρμογών. Κατά γενική ομολογία, τα έξυπνα ενδύματα από οπτικές ίνες πρέπει να περιλαμβάνουν ευφυείς λειτουργίες και σχεδιασμό που να ακολουθεί τη μόδα στον αθλητισμό. Οι απλοί κατασκευαστές ενδυμάτων με οπτικές ίνες επικεντρώνονται περισσότερο στις λειτουργικές ιδιότητες, παρά στην αισθητική πλευρά. Η σωστή διαδικασία του σχεδιασμού έξυπνων ενδυμάτων με οπτικές ίνες όμως, είναι ένας συνδυασμός της λειτουργικότητας και της αισθητικής, περιλαμβάνει πολλά πεδία και είναι πολύ απαιτητική.

Χρειάζονται αντίστοιχα εντελώς διαφορετικές ικανότητες σε σύγκριση με το σχεδιασμό απλών ηλεκτρονικών ή απλών ενδυμάτων με οπτικές ίνες. Για την απόκτηση ικανοποιητικών αποτελεσμάτων ερευνητές από διαφορετικούς τομείς, όπως σχεδιαστές ρούχων, σχεδιαστές ηλεκτρονικών, σχεδιαστές υφασμάτων και ινών, επιστήμονες υπολογιστών και βιομηχανικοί σχεδιαστές, πρέπει να συνεργαστούν μέσα σε ένα καλό κλίμα για το ίδιο project. Έτσι θα προκύψει ένα ένδυμα με οπτικές ίνες που θα εκπληρώνει τον αρχικό του στόχο του σαν ιματισμός και θα είναι εμπλουτισμένο με τα επιθυμητά επιπρόσθετα γνωρίσματα.



#### 4.2.5 Εφαρμογή των Οπτικών Ινών σε Ειδικές Στολές

Υφάσματα με ενσωματωμένες αισθητήριες συσκευές που οδηγούνται από GPS οπτικών ινών μπορούν να εντοπίσουν την ακριβή τοποθεσία του χρήστη ανά πάσα στιγμή κάτω από οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες. Διαδραστικά υφάσματα από οπτικές ίνες με ενσωματωμένο GPS, όπως η στολή του σκι της Philips, η οποία φαίνεται στην Εικόνα Νο. 3, ενισχύουν την ασφάλεια με το γρήγορο εντοπισμό του κομιστή ενώ παράλληλα προσφέρουν τη δυνατότητα θέρμανσης της στολής μέσω των οπτικών ινών.



Εικόνα 3.- Η ηλεκτρονική στολή του σκι της Philips (2001)

Μια άλλη εταιρία η οποία ειδικεύεται στην ανάπτυξη των ειδικών στολών με οπτικές ίνες, είναι η Gore η οποία έχει αναπτύξει πολλά νέα υλικά οπτικών ινών βασισμένα σε πολυτετραφθοροαιθελένιο (PTFE) και έχει επικεντρωθεί σε αδιάβροχα, αντιανεμικά και υφάσματα που αναπνέουν. Έχει επίσης εισάγει προϊόντα έξυπνης ένδυσης όπως το *S-Key glow* για σκιέρ.

Επίσης, η Φινλανδική εταιρεία ενδυμάτων Reima είναι πρωτοπόρος στην έρευνα που σχετίζεται με την έξυπνη ένδυση από οπτικές ίνες από το 1998. Η

πρώτη εμπορική εφαρμογή έξυπνου ενδύματος που λάνσαρε τον Αύγουστο του 2001 ήταν το *Reima Smart Shout*, ένα φορέσιμο αξεσουάρ από οπτικές ίνες το οποίο διευκόλυε τη χρήση τηλεφώνου εν κινήσει και επιπλέον παρείχε μια νέα μέθοδο για ομαδική επικοινωνία. Αρχικά σχεδιάστηκε για χιονοδρόμους, αλλά γρήγορα αποδείχθηκε ότι θα μπορούσε να βρει εφαρμογή και σε άλλα πεδία.

Το συγκεκριμένο ένδυμα είναι ένα είδος ζώνης, πλάτους περίπου πέντε εκατοστών, που φοριέται πάνω από τον ένα ώμο, σταυρωτά στο στήθος. Η ζώνη διαθέτει μια τσέπη για συνηθισμένο κινητό τηλέφωνο. Το τηλέφωνο συνδέεται με τα υπόλοιπα ηλεκτρονικά στοιχεία της ζώνης που αποτελούνται από οπτικές ίνες. Οι ενσωματωμένες τεχνολογίες περιλαμβάνουν ένα μικροεπεξεργαστή, ηχείο και μικρόφωνο, που επιτρέπουν γρήγορη επικοινωνία μέσω της τεχνολογίας GSM. Η διεπαφή χρήστη έχει την αίσθηση υφάσματος και αποτελείται από τρία λουράκια, ουσιαστικά, διακόπτες που μπορούν να τραβηχτούν.

Η πληκτρολόγηση των αριθμών δεν είναι απαραίτητη και τα χέρια παραμένουν ελεύθερα. Ο εντοπισμός των συσκευών μιας ομάδας ατόμων γίνεται με απλό τρόπο και όταν ένα μέλος της ομάδας θέλει να στείλει ένα φωνητικό μήνυμα, τραβάει το ένα λουράκι και μιλά στο μικρόφωνο. Μερικά δευτερόλεπτα αργότερα τα μέλη της ομάδας λαμβάνουν το μήνυμα, το οποίο μπορεί να έχει μέγιστη διάρκεια σαράντα δευτερολέπτων.

Οι οπτικές ίνες όμως δεν έχουν εφαρμογή μόνο στα ρούχα αλλά και στα παπούτσια. Αν μέσα στα αθλητικά υποδήματα μπορούσε να υπάρχει μια σειρά από μετατροπείς που να συλλέγουν τη δύναμη σύγκρουσης με το

έδαφος και να παράγουν ενέργεια, αυτά τα υποδήματα θα ήταν σίγουρα «έξυπνα». Από ενσωματωμένους αισθητήρες οπτικών ινών σε υποδήματα, μπορούν να προκύψουν χρήσιμες πληροφορίες που σε συνδυασμό με άλλες να δώσουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Το πηλίκο που εξάγεται από τη μέτρηση της καρδιακής δραστηριότητας προς τη μέτρηση της δραστηριότητας των ποδιών, θα ανέβαινε σημαντικά αν κάποιος σημάδευε με όπλο τον κομιστή, γιατί τα βήματα θα σταματούσαν και η καρδιά θα χτυπούσε πολύ γρηγορότερα από το φυσιολογικό ρυθμό<sup>14</sup>.

Τα πιο απλά παραδείγματα έξυπνων υποδημάτων σχετίζονται με τον αθλητισμό για λόγους οι οποίοι είναι προφανείς. Καθώς κάποιος τρέχει, τα υποδήματα του με οπτικές ίνες μπορούν να του παρέχουν, μέσω ενός συστήματος, δεδομένα για το ρυθμό των βημάτων του, έτσι ώστε να μην ξεφεύγει από το πρόγραμμα. Επιπλέον, η μουσική που συνοδεύει ένα δρομέα μπορεί να προσαρμόζεται με το ρυθμό του, ή να καθυστερούνται οι εισερχόμενες κλήσεις όταν απαιτείται μέγιστη συγκέντρωση. Θα μπορούσαν όμως να αναπτυχθούν και περισσότερο εξειδικευμένες εφαρμογές με οπτικές ίνες. Κάποιες ενδεικτικές παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Τα έξυπνα υποδήματα με οπτικές ίνες που συνδέουν απομακρυσμένους δρομείς μέσω ασύρματης επικοινωνίας, είναι ένα ακόμα παράδειγμα. Ένα αντίστοιχο παράδειγμα χρήσης των οπτικών ινών στα παπούτσια είναι τα *internet-connected shoes* του Steve Mann, τα οποία επιτρέπουν το τρέξιμο με συντροφιά από διαφορετική τοποθεσία. Τα αθλητικά υποδήματα είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες από οπτικές ίνες που μετρούν τη σύγκρουση διαφόρων σημείων τους με το έδαφος, δίνοντας στο χρήστη, μέσω ενός

συστήματος, την αίσθηση του ρυθμού. Οι δρομείς μπορούν να βρίσκονται σε μακρινή απόσταση ο ένας από τον άλλο, αλλά συνδέονται μέσω του διαδικτύου, έχοντας τη δυνατότητα να συντονίσουν το ρυθμό τους.

Επιπλέον, με τη χρήση “eye-to-eye” γυαλιών με χρήση οπτικών ινών, θα έχουν τη δυνατότητα να βλέπουν σε ένα σημείο του δικού τους οπτικού πεδίου, αυτό που αντικρίζει ο άλλος δρομέας. Τέτοιες τεχνολογίες ενισχύουν τις ικανότητες της αυτοέκφρασης.

### **4.3 Αγώγιμες Τεχνολογίες Οπτικών Ινών σε Ενδύματα**

Ένας αντίστοιχος ορισμός για τα ηλεκτρονικά κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα με οπτικές ίνες είναι ότι αποτελούν υλικά με ηλεκτρονικές λειτουργίες και κλωστοϋφαντουργικά χαρακτηριστικά. Αυτό συνιστά έναν πολύπλευρο συνδυασμό φυσικών και ηλεκτρικών ιδιοτήτων. Ένας τρόπος δημιουργίας διαδραστικών κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων είναι με τη χρήση πολύ μικρών ηλεκτρικά αγώγιμων ινών.

Τέτοιου είδους ίνες έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανικές εφαρμογές για να ελέγχουν το στατικό ηλεκτρισμό και να παρέχουν ασπίδα ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής. Μπορούν να παραχθούν σε διάφορα μεγέθη και αν υφανθούν μαζί με παραδοσιακές μη αγώγιμες κλωστοϋφαντουργικές ίνες δίνουν τη δυνατότητα για τη δημιουργία νημάτων με διαφορετικούς βαθμούς αγωγιμότητας. Τα υφάσματα που θα αναπτυχθούν από αυτά τα νήματα έχουν την αίσθηση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως τα συνηθισμένα υφάσματα, να φορεθούν, να πλυθούν και γενικά να αντέξουν σε καταπονήσεις.

Οι αγωγήμες οπτικές ίνες μπορούν να χωριστούν σε δυο γενικές κατηγορίες, σε αυτές που είναι αγωγήμες από τη φύση τους και σε αυτές που είναι ειδικά επεξεργασμένες για να καταστούν αγωγήμες. Οι φυσικά αγωγήμες ίνες ή οι μεταλλικές ίνες αναπτύσσονται από ηλεκτρικά αγωγήμα μέταλλα, όπως τα σιδηρούχα κράματα, το νικέλιο, το ανοξειδωτο ασάλι, το τιτάνιο, το αλουμίνιο, το χαλκό και τον άνθρακα. Αν και πολύ αγωγήμες, τα μειονεκτήματά τους είναι ότι κοστίζουν, ότι μπορούν να προκαλέσουν ζημίες στα κλωστικά μηχανήματα και είναι βαρύτερες από τις περισσότερες κλωστοϋφαντουργικές ίνες, καθιστώντας την παραγωγή ομοιογενών μειγμάτων δύσκολη.

Οι ηλεκτρικά αγωγήμες οπτικές ίνες μπορούν επίσης να παραχθούν από την επικάλυψη ινών με μέταλλα, γαλβανικές ουσίες ή μεταλλικά άλατα, όπως το σουλφίδιο του χαλκού και τον ιωδιούχο χαλκό. Οι επικαλύψεις μεταλλικών ινών παράγουν υψηλά αγωγήμες ίνες, παρόλα αυτά, η συγκόλληση και η αντίσταση στη διάβρωση μπορεί να παρουσιάσουν προβλήματα. Οι γαλβανικές επικαλύψεις παρέχουν σχετικά υψηλή αγωγιμότητα, αλλά προκύπτουν περιορισμοί εξαιτίας της ικανότητας εφαρμογής τους μόνο σε αγωγήμα υποστρώματα, όπως οι ίνες γραφίτη και άνθρακα.

Επιπροσθέτως, λόγω της κατασκευαστικής τους πολυπλοκότητας δε συνίστανται για χρήση σε κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα. Μια ποικιλία οπτικών ινών μπορούν να επικαλυφθούν με μεταλλικά άλατα εύκολα, με τη χρήση κλωστοϋφαντουργικών μηχανημάτων. Το μειονέκτημα σε αυτήν την περίπτωση είναι οι χαμηλές αγωγιμότητες, οι οποίες μειώνονται ακόμη περισσότερο με το πλύσιμο και τη διάβρωση. Οπότε εξακολουθούν να

αναζητούνται εναλλακτικές διαδικασίες επικαλύψεων που να μπορούν να εξαλείψουν τέτοιου είδους περιορισμούς.

## **Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>**

### **Μεθοδολογία και τρόπος συλλογής πηγών και πληροφοριών**

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τρόποι με τους οποίους ολοκληρώθηκε η συγκέντρωση των απαραίτητων στοιχείων για την ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Η συλλογή των στοιχείων ολοκληρώθηκε βιβλιογραφικής έρευνας και σχετικών πληροφοριών οι οποίες αφορούσαν την διερεύνηση της κατασκευής των επωνομαζόμενων «έξυπνων» ενδυμάτων και τις αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες και διακρίνονται και συγκεκριμένα την ανάλυση των ενδυμάτων τα οποία κατασκευάζονται από οπτικές ίνες. Επίσης στην αναζήτηση συμπληρωματικών πληροφοριών βοήθησαν κάποιες σημειώσεις προηγούμενων εξαμήνων, βιβλία και πληροφορίες από το διαδίκτυο.

Θα πρέπει να αναφερθεί πως η συλλογή πληροφοριών και δεδομένων είναι τα κύρια στοιχεία μιας έρευνας και καταγραφής αυτής, σχετικά με την μελέτη ενός φαινομένου ή γεγονότος όπως και στην συγκεκριμένη περίπτωση. Επιπλέον μπορούν να χαρακτηριστούν ως πρωτογενή στοιχεία για την έρευνα ενός θέματος, αφού παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την έρευνα αυτή αλλά και τις υποθέσεις που μπορούν να γίνουν.

Οι πληροφορίες και τα δεδομένα σε αυτήν την συγκεκριμένη φάση μπορούν να τροφοδοτήσουν την σχεδιαστική διαδικασία του πλάνου που ο συγγραφέας θα παρουσιάσει την έρευνα και εργασία του. Σε αυτό το πλάνο μπορούν να

αναφέρονται ξεκάθαρα ο τρόπος με τον οποίο ο φοιτητής πραγματοποίησε την συλλογή των πληροφοριών του και πως τις τεκμηριώνει μέσα στην εργασία του.

Η έρευνα η οποία έγινε από τον φοιτητή στην συγκεκριμένη μελέτη, βοήθησε αυτόν στην κατανόηση του θέματος της πτυχιακής του εργασίας αλλά και τα καθημερινά γεγονότα που συνδέονται άμεσα με το θέμα αυτό. Διεξάγεται κάποια έρευνα για να συλλέξουν αποτελέσματα με ένα συστηματικό τρόπο, και επομένως να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους.

Κάθε ακαδημαϊκή έρευνα απαιτεί μια “μεθοδολογία” προκειμένου να αναλύσει τα αποτελέσματα. Αυτή αποτελείται από τρόπους και μεθόδους παραγωγής και ανάλυσης δεδομένων έτσι ώστε οι διάφορες θεωρίες να δοκιμαστούν και να γίνουν αποδεκτές είτε να απορριφθούν. Επομένως η μεθοδολογία η οποία χαρακτηρίζεται ως πρωταρχική, σχετίζεται τόσο με την λεπτομερή έρευνα μέσω της οποίας συλλέγονται τα δεδομένα καθώς και με τις πιο γενικές φιλοσοφικές απόψεις. Σύμφωνα με τον Saunders (Saunders M., Lewis P. and Thornhill A., (2000), ο τρόπος που σκεφτόμαστε σχετικά με την ανάπτυξη των γνώσεων μας, επηρεάζει σημαντικά τον τρόπο με τον οποίο διεξάγουμε την έρευνα.

### **5.1 Συλλογή Δεδομένων**

Λόγω της ερευνητικής φύσης της συγκεκριμένης εργασίας, ένα είδος δευτερογενούς έρευνας χρησιμοποιείται για να οδηγήσει στα αποτελέσματα τα οποία επιθυμεί ο φοιτητής. Ένας αριθμός μεθόδων εμπλέκεται, προκειμένου να τον καταστήσει ικανό να επιτύχει μια μεγαλύτερη κατανόηση των πηγών



που χρειάζεται για την ανάλυση των σκέψεων του σχετικά με το θέμα που ερευνά. Αυτό είναι αναγκαίο μέσα σε μια έρευνα καθώς τα αποτελέσματα τα οποία συλλέγονται από μια συγκεκριμένη περιοχή μπορούν να είναι περισσότερο αποτελεσματικά από εκείνα που προέρχονται από κάπου αλλού. Κάθε μέθοδος συλλογής δεδομένων έχει τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα. Ο συνδυασμός λοιπόν μεθόδων συλλογής πληροφοριών και δεδομένων, βοηθά σημαντικά στο να μειωθούν τα μειονεκτήματα που μπορούν να παρουσιαστούν στην έρευνα και τα οποία ο συγγραφέας θέλει να ελαχιστοποιήσει.

Βέβαια όπως θα αποδειχτεί και στην συνέχεια και όπως ήδη αναφέρθηκε παραπάνω, η έρευνα και μελέτη του συγκεκριμένου θέματος βασίζεται αποκλειστικά σε δευτερογενή δεδομένα τα οποία αφορούσαν την διερεύνηση της κατασκευής των επωνομαζόμενων «έξυπνων» ενδυμάτων και τις αντίστοιχες κατηγορίες στις οποίες και διακρίνονται και συγκεκριμένα την ανάλυση των ενδυμάτων τα οποία κατασκευάζονται από οπτικές ίνες.

## **5.2 Δευτερογενή Δεδομένα**

Ως Δευτερεύων δεδομένα περιγράφονται εκείνα στα οποία οι πληροφορίες συλλέγονται και καταγράφονται από κάποιον άλλον νωρίτερα και για σκοπούς, οι οποίοι είναι διαφορετικοί από εκείνους του φοιτητή. Τα δευτερεύων δεδομένα παρέχουν την βάση για ένα καλό ιστορικό πληροφοριών, θέτοντας ικανό αυτόν να καταλάβει το αντικείμενο εργασίας του καθώς και να παρέχει σημαντικές πληροφορίες για στήριξη των θεωριών από την τυχόν πρωταρχική έρευνα. Είναι ευνόητο λοιπόν ότι μπορεί ευκολότερα κάποιος να βρει δευτερεύων δεδομένα για την έρευνα του, αφού αυτά έχουν

γραφτεί προηγουμένως και έχουν εκδοθεί σε κάποια έντυπο τύπο ή στο διαδίκτυο.

Σύμφωνα με τα περιοδικά είναι πρωταρχική φιλολογική πηγή για κάθε πληροφορία. Τα άρθρα σε αυτά είναι ικανοποιητικά προσβάσιμα και αναφέρονται σε ποικίλα θέματα της καθημερινότητας.

Επιπλέον τα βιβλία αλλά και τα άρθρα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν σε αυτήν την συλλογή πληροφοριών και προτάσεων, παρείχαν πληροφορίες οι οποίες έδωσαν στους φοιτητές την ευκαιρία να αναπτύξουν αναλυτικά τις θέσεις τους στην συγκεκριμένη έρευνα. Πάντα τα βιβλία αποτελούν μια αξιόπιστη μέθοδο συλλογής πληροφοριών, καθώς έχουν γραφτεί για ένα συγκεκριμένο σκοπό και παρέχουν συγκροτημένη σκέψη και ανάπτυξη αντικειμένου.

### **5.3 Ανάλυση Δεδομένων**

Οι ερωτήσεις που διεξάγονται από τον φοιτητή παράγουν τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά δεδομένα, τα οποία αναλύονται και επεξεργάζονται από το άτομο αυτό. Οι απαντήσεις που δίνονται σε αυτόν σε συνδυασμό με τις πηγές που οι ίδιος έχει επιλέξει για να τεκμηριώσει την έρευνα του, θα τον βοηθήσουν στην συνέχεια να εκτιμήσει σωστά τα γεγονότα και τις πηγές αυτών. Θα προχωρήσει έτσι με αυτό τον τρόπο στην καταγραφή των απόψεων του αλλά και του τι πραγματικά συμβαίνει με το θέμα που επιθυμεί να αναλύσει εις βάθος.

## Επίλογος

Οι νέες τεχνολογίες απαιτούν καινοτόμες μεθόδους συναρμολόγησης και κατασκευής. Η χρήση των ηλεκτρονικών στοιχείων που ενσωματώνονται στα διάφορα ενδύματα υψηλής τεχνολογίας διαφέρει σημαντικά από αυτή των συμβατικών καταναλωτικών προϊόντων. Έτσι αναδύονται διάφορα ζητήματα στα οποία θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή, όπως για παράδειγμα, η εύρεση τρόπων για την αποφυγή βλαβών στα συστατικά από την καθημερινή χρήση και τη διαδικασία πλυσίματος.

Διαφορετικά τα ευαίσθητα ηλεκτρονικά στοιχεία μπορεί να αντιμετωπίσουν μηχανικά, χημικά ή θερμικά προβλήματα. Συνήθη μηχανικά προβλήματα αποτελούν το λύγισμα και το σπάσιμο των κυκλωμάτων. Πιθανά χημικά προβλήματα που ενδεχομένως να προκύψουν είναι η διάβρωση από το πλύσιμο, το βρέξιμο ή τον ιδρώτα. Τέλος, η θέρμανση από τον ήλιο, τα στεγνωτήρια ή το σιδέρωμα μπορεί να έχει δυσάρεστες επιπτώσεις στα ηλεκτρονικά στοιχεία.

Οι προδιαγραφές των έξυπνων κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και ενδυμάτων είναι πολύ αυστηρές και γι αυτό δεν είναι παράλογο ότι δεν υπάρχει κάποιος φθηνός τρόπος ώστε να υλοποιηθούν μέχρι σήμερα. Μια κύρια δυσκολία για την κάλυψη των απαιτήσεων των φορέσιμων ηλεκτρονικών και την ανάπτυξη εφαρμογών είναι ότι δεν έχουν ακόμα οριστικοποιηθεί τα απαραίτητα χαμηλού κόστους τμήματα συναρμολόγησης και η συσκευασία.

Η αγορά έχει μόλις αρχίσει να αναπτύσσεται. Γι αυτό το λόγο υπάρχουν σημαντικές αβεβαιότητες όσον αφορά την ανάπτυξη προϊόντων. Επίσης, προς το παρόν δεν έχουν καθιερωθεί τα μοντέλα επιχειρήσεων που να υποστηρίζουν τη συντήρηση των προϊόντων αυτών. Η ραγδαία εξέλιξη των τεχνολογιών θέτει και το ζήτημα της αναβάθμισης. Το συγκέρασμα της μόδας και της τεχνολογίας προϋποθέτει ολοκληρωμένες νέες φιλοσοφίες για τον χειρισμό αυτών των αγορών.

## Βιβλιογραφία

1. Καραμπάγια Μ. & Ν. (2003). «Η ενδυμασία» από το βιβλίο «Αρχαία Ελλάδα: ο τόπος και οι άνθρωποι (ανθολόγιο)», εκδόσεις ΟΕΔΒ, σελ. 116-117.
2. Mann S., 1996, Smart Clothing: The Shift to Wearable Computing, Communications of the ACM, Vol. 39, No. 8
3. Ζερβόπουλος Π. (2007). «Βιομηχανία και Εμπόριο Έτοιμου Ενδύματος», Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών ερευνών, άρθρο διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: [www.iobe.gr/index.asp?a\\_id=161&news\\_id=355](http://www.iobe.gr/index.asp?a_id=161&news_id=355)
4. «Η Ιστορία του ενδύματος», άρθρο διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: [www.ekdoseismeta.com/ekdoseismeta/Issues/may08/istoria\\_endymatos](http://www.ekdoseismeta.com/ekdoseismeta/Issues/may08/istoria_endymatos)
5. Πληροφορίες σχετικά με την ιστορία του ενδύματος, διαθέσιμες στην ιστοσελίδα: [www.livopedia.gr/index.php/Ενδυμα](http://www.livopedia.gr/index.php/Ενδυμα)
6. Καμπούρης Σ. (2009). «Ένδυμα: Τέχνη και Πολιτισμός», διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση εφημερίδας της Χίου με τίτλο «Δημοκρατική»: <http://www.dimokratiki.org/?p=10440>
7. Αποστολάτου, Τ. (2007). «Οικολογικά ρούχα: η τάση που γίνεται μόδα». Περιοδικό body & mind
8. Γιαννάρου, Λ. (2006) «Κλωστική κάνναβη: Ένα πολύτιμο φυτό με...λάθος όνομα», διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://www.oikologos.gr/oldchoises/choises2005.html>

9. Τράτσα, Μ. (2007). «Στις τελευταίες θέσεις η Ελλάδα στην παραγωγή βιολογικών προϊόντων». *Ελληνοβρετανικά νέα*, τεύχος 28.
10. Jung S., Lauterbach C., Strasser M., Weber W., 2003, *Enabling Technologies for Disappearing Electronics in Smart Textiles*, IEEE International Solid-State Circuits Conference, Vol. 1
11. Weber W., Glaser R., Jung S., Lauterbach C., Stromberg G., Sturm T., 2003, *Electronics in Textiles The Next Stage in Man Machine Interaction*, 2nd CREST Workshop on Advanced Computing and Communicating Techniques for Wearable Information Playing.
12. Tao X., 2002, *Nerves for smart clothing - optical fibre sensors and their responses*, *Science and Technology*, Vol.14, No. 3-4
13. De Rossi D., Carpi F., Lorussi F., Mazzoldi A., Scilingo E. P., Tognetti A., 2005, *Electroactive fabric for distributed, conformable and interactive systems*, *AUTEX Research Journal*
14. Engin M., Demirel A., Engin E. Z., Fedakar M., 2005, *Recent developments and trends in biomedical sensors*, *Measurement*, Vol. 37, No. 2, pp. 173-188.
15. Gould P., 2002, *Photonics: practically there?* *Materials Today*, Vol.5, No. 9
16. Kima B., Koncara V., Devauxa E., Dufourb C., Viallierc P., 2004, *Electrical and morphological properties of PP and PET conductive polymer fibers*, *Synthetic Metals*, Vol. 146, No. 2
17. Pentland A., 2000, *Perceptual intelligence*, *Communications of the ACM*, Vol. 43, No. 3

18. Van Langenhove L., Hertleer C., 2004, Smart clothing: a new life, International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 16, No. ½
19. Gould P., 2003, Textiles gain intelligence, Materials Today, Vol.6, No. 10
20. Tao X., Tanga L., Du W., Choy C., 2000, Internal strain measurement by fiber Bragg grating sensors in textile composites, Composites Science and Technology, Vol. 60
21. Mann S., 1997, Smart Clothing: The Wearable Computer and WearCam, Personal and Ubiquitous Computing, Vol.1, No. 1
22. Gopalsamy C., Park S., Rajamanickam R., Jayaraman S., 1999, The Wearable Motherboard: The First Generation Adaptive and Responsive Textile Structures (ARTS) for Medical Applications, Virtual Reality, Vol.4, No. 3
23. Finger S., Terk M., Subrahmanian E., Kasabach C., Prinz F., Siewiorek D. P., Smailagic A., Stivoric J., Weiss L., 1996, Rapid Design and Manufacture of Wearable Computers, Communications of the ACM, Vol. 39, No. 2.
24. Mann S., 1996, 'Smart Clothing': Wearable Multimedia Computing and 'Personal Imaging' to Restore the Technological Balance Between People and Their Environments, Proceedings of the fourth ACM international conference on Multimedia
25. Rantanen J., Impio J., Karinsalo T., Malmivaara M., Reho A., Tasanen M. and Vanhala J., 2002, Smart Clothing Prototype for the Arctic Environment, Personal and Ubiquitous Computing, Vol. 6, No. 1

26. Burchard B., Jung S., 2001, Devices, Software, their Applications and Requirements for Wearable Electronics, International Conference on Consumer Electronics.
27. Flexible technologies and smart clothing for Citizen Medicine, Home Healthcare, and Disease Prevention, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, Vol. 9, No. 3.
28. Wolf W., Ozer B., Lv T., 2002, Smart cameras as embedded systems, Computer, Vol. 35, No. 9
29. Axisa F., Dittmar A., Delhomme G., 2003, Smart clothes for the monitoring in real time and conditions of physiological, emotional and sensorial reactions of human, Engineering in Medicine and Biology Society, Proceedings of the 25th Annual International Conference of the IEEE, Engineering in Medicine and Biology Society
30. Axisa F., Gehin C., Delhomme G., Collet C., Robin O., Dittmar A., 2004, Wrist Ambulatory Monitoring System and Smart Glove for Real Time Emotional, Sensorial and Physiological Analysis, 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Vol. 1
31. Salonen P., Hurme H., 2003, A novel fabric WLAN antenna for wearable applications, IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, Vol. 2
32. Donovan J., 2007, Wearable Computers Morph from Geek to Chic, Portable Design



33. Τσατσαρώνη, Ε. Γ. (2007) «Χρήση εκχυλισμάτων του κρόκου για βαφή φυσικών ινών». Εργαστήριο Οργανικής Χημείας Τεχνολογίας. Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <http://www.iama.gr/ethno/crocus/tstsrn.html>
34. Γεωργακοπούλου, Τ. «Πράσινη αγορά: 85.000.000 στρέμματα γεμάτα φυσικά προϊόντα». Διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: [http://www.kathimerini.gr/4dcgi/\\_w\\_articles\\_kathcommon](http://www.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_kathcommon)
35. Γιαννάρου, Λ. (2003). «Βάλτε τα βιολογικά στη ντουλάπα σας». ΟΙΚΟ της Καθημερινής. (άρθρο διαθέσιμο στην ηλεκτρονική διεύθυνση: [http://www.kathimerini.gr/4dcgi/\\_w\\_articles](http://www.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles)).
36. Ρούβας, Π. «Φυσικές κλωστοϋφαντουργικές ίνες», άρθρο διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.greekfashion.gr/magazine/articles/fysikes.htm>
37. Καρακατσάνη, Σ. (2007). «Καρκινογόνα ενδύματα», άρθρο διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://www.sigmalive.com/simerini/news/health/116731>
38. Πρόταση οδηγίας του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου σχετικά με τη δέκατη ένατη τροποποίηση της οδηγίας 76/769/ΕΟΚ του Συμβουλίου που αφορούν περιορισμούς της κυκλοφορίας στην αγορά και της χρήσης μερικών επικίνδυνων ουσιών και παρασκευασμάτων (αζωχρωστικές).  
Επίσημη Εφημερίδα αριθ. C 089 E της 28/03/2000
39. <http://www.etakei.gr/> Ιστοσελίδα της Εταιρείας Τεχνολογικής Ανάπτυξης Κλωστοϋφαντουργίας Ένδυσης & Ινών (Ε.Τ.Α.Κ.Ε.Ι.).
40. Οδηγία 2004/96/ΕΚ της Επιτροπής, της 27ης Σεπτεμβρίου 2004, για την τροποποίηση της οδηγίας 76/769/ΕΟΚ του Συμβουλίου όσον αφορά τους περιορισμούς σχετικά με την εμπορία και τη χρήση νικελίου σε συναρμολογούμενα στελέχη που εισάγονται σε διατηρήνετα

μέρη του ανθρωπίνου σώματος. Επίσημη Εφημερίδα αριθ. L 301 της  
28/09/2004

41. Καλλίνη Ε. (2007). «Μόδα και Τέχνη: Αιώνια Συμμαχία» διαθέσιμο στη  
διεύθυνση: [www.agelioforos.gr/default.asp?pid=7&ct=46&artid=3531](http://www.agelioforos.gr/default.asp?pid=7&ct=46&artid=3531)

42. Πληροφορίες σχετικά με κλωστοϋφαντουργικές ίνες ενδυμάτων,  
διαθέσιμες στην ηλεκτρονική διεύθυνση: [www.artisti-italiani.com/gr/gr/text\\_plhrof.swf](http://www.artisti-italiani.com/gr/gr/text_plhrof.swf)